

Chatboty w informatyce ekonomicznej: implementacja, miary, zastosowania

Redakcja naukowa:
Karolina Kuligowska

Warszawa 2022

Spis treści

WSTĘP	3
CZĘŚĆ I – TECHNOLOGIA CHATBOTÓW	5
WPROWADZENIE DO CZĘŚCI I	6
ROZDZIAŁ 1. GENEZA TECHNOLOGII CHATBOTÓW	9
ROZDZIAŁ 2. RODZAJE, GENERACJE I ROZWÓJ CHATBOTÓW	16
CZĘŚĆ II – SYSTEMY INFORMATYCZNE A CHATBOTY	23
WPROWADZENIE DO CZĘŚCI II	24
ROZDZIAŁ 3. SYSTEMY INFORMATYCZNE – DEFINICJE I RODZAJE	27
ROZDZIAŁ 4. PROJEKTOWANIE, TWORZENIE I WDRAŻANIE CHATBOTÓW JAKO SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH OPARTYCH O MODEL KONWERSACYJNY	32
CZĘŚĆ III – MIARY, OCENY I WSKAŹNIKI FUNKCJONOWANIA CHATBOTÓW	38
WPROWADZENIE DO CZĘŚCI III	39
ROZDZIAŁ 5. MIARY OCENY WDROŻENIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH NIEKONWERSACYJNYCH ORAZ OPARTYCH O MODEL KONWERSACYJNY	43
ROZDZIAŁ 6. PORÓWNANIE MIAR OCENY WDROŻENIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH NIEKONWERSACYJNYCH ORAZ OPARTYCH O MODEL KONWERSACYJNY	66
CZĘŚĆ IV – NAJNOWSZE ZASTOSOWANIA CHATBOTÓW	71
WPROWADZENIE DO CZĘŚCI IV	72
ROZDZIAŁ 7. CHATBOTY JAKO ELEMENT ROBOTYZACJI PROCESÓW BIZNESOWYCH	76
ROZDZIAŁ 8. CHATBOTY W SŁUŻBIE E-ZDROWIA – EWOLUCJA TELEMEDYCyny W STRONĘ KONWERSACYJNEJ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI	96
BIBLIOGRAFIA	112

Wstęp

Implementacja nowych technologii, dzięki postępom w rozwoju sztucznej inteligencji i uczeniu maszynowym, stanowi coraz istotniejszy czynnik konkurencyjności przedsiębiorstw i instytucji – z jednej strony pod kątem oferowanych usług, a z drugiej pod kątem optymalizacji procesów biznesowych. W tym celu coraz częściej stosuje się systemy informatyczne oparte o model konwersacyjny, popularnie zwane chatbotami, ponieważ oprócz zalet „klasycznych” systemów informatycznych prezentują dodatkowo unikalne cechy: prowadzą dialog z użytkownikiem i udzielają szybkich odpowiedzi w języku naturalnym, w zakresie ograniczonym jedynie zaimplementowaną bazą wiedzy. Oczywiście, jak każdy artefakt będący tworem człowieka, chatboty nie są wolne od wad. Wykazują one również wiele ograniczeń, zwłaszcza chatboty będące w użytku komercyjnym, których użyteczność bardzo szybko weryfikują rynek oraz korzystający klienci.

Każda implementacja systemu informatycznego jest związana z oceną i pomiarem wskaźników dotyczących realizacji całego wdrożenia. Chatboty są rezultatem pracy programistów, którzy implementują z góry przewidzianą bazę wiedzy. Chatboty rozpoznają więc dane wejściowe tylko wtedy, gdy te będą zgodne ze ściśle określonym scenariuszem. Jeżeli w trakcie konwersacji pojawi się fraza, która wychodzi poza zakres bazy wiedzy chatbota, znacznie wpłynie to na wyniki dalszej interakcji z nim. Odpowiedzi wyjściowe będą albo powtarzalne, albo irytujące dla użytkownika, nie udzielając mu prawidłowej odpowiedzi i pozostawiając go z pytaniem. Dlatego też tworzenie chatbotów pozostaje wyzwaniem ze względu na wysoki poziom oczekiwanej jakości dialogów i personalizacji scenariuszy rozmów. Jednakże wykorzystanie chatbotów do prostszych powtarzalnych zadań może skrócić czas poświęcony przez pracowników danej organizacji na ich realizację i przyczynić się do optymalizacji funkcjonowania jej procesów i ponoszonych kosztów.

Główną przeszkodą w szeroko zakrojonym wdrażaniu chatbotów w struktury przedsiębiorstw i instytucji jest brak standaryzacji ich implementacji. Krokiem do przełamania tej bariery jest próba czerpania z klasycznych miar ocen wdrożenia systemów informatycznych i stworzenie jednolitej ścieżki implementacji i jasnych kryteriów oceny jakości zaimplementowanego chatbota, dostępnych dla każdej organizacji otwierającej się na konwersacyjną sztuczną inteligencję.

Obecnie w przedsiębiorstwach, organizacjach i instytucjach obserwuje się tendencję do szerszej automatyzacji procesów biznesowych (Business Process Automation, BPA), a

wśród różnych technologii BPA coraz większą uwagę przyciąga nowy poziom automatyzacji procesów biznesowych: robotyzacja (Robotic Process Automation, RPA). Innowacyjnym narzędziem do osiągnięcia takiej robotyzacji w procesach biznesowych, zwłaszcza tych zorientowanych na usługi, są chatboty.

Technologia chatbotów wykazuje potencjał w zakresie optymalizacji kosztów przedsiębiorstwa lub instytucji, usprawnienia realizowanych procesów biznesowych i zwiększenia wartości całej organizacji dla jej klientów. Implementacja chatbotów ma ogromny potencjał rozwojowy, bowiem otwiera nowe możliwości nie tylko w zakresie obsługi klienta zewnętrznego w modelu B2C, ale także w zakresie wewnętrznego wsparcia pracowników i procesów biznesowych, a nawet w obszarze cyfrowego rozwoju podmiotów niebędących dotąd oczywistymi beneficjentami konwersacyjnej sztucznej inteligencji, funkcjonujących na rynku telemedycyny i szeroko pojętego e-zdrowia.

Opisane powyżej zagadnienia dotyczące funkcjonowania chatbotów stanowią zawartość merytoryczną rozdziałów niniejszej monografii. Selekcji tekstów dokonałam spośród prac dyplomowych, traktujących o chatbotach, napisanych pod moim kierunkiem i obronionych przez studentów studiów ekonomicznych o specjalności Informatyka i Ekonometria na Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego, włączając dodatkowo interdyscyplinarny tekst napisany przez studentkę Wydziału Nauk Politycznych i Studiów Międzynarodowych Uniwersytetu Warszawskiego. Wszystkie teksty podzieliłam na osiem rozdziałów i ułożyłam w cztery kluczowe części obejmujące kolejno: technologię chatbotów, systemy informacyjne niekonwersacyjne i konwersacyjne, miary związane z wdrożeniami chatbotów oraz najnowsze zastosowania tej technologii. Każdy rozdział zredagowałam, a każdą z części poprzedziłam własnym komentarzem eksperckim. Niespełna dwie dekady temu, jako jedna z pierwszych badaczek w Polsce, zaczęłam zgłębiać naukowo chatboty, możliwości ich implementacji oraz ich komercyjne zastosowania w postaci wirtualnych asystentów. Dzisiaj z wielką radością prezentuję prace studentów, którzy kontynuują badania w tej – już dalece ugruntowanej, a wciąż niezwykle przyszłościowej – dziedzinie.

dr Karolina Kuligowska,

Katedra Zarządzania i Technologii Informacyjnych,

Wydział Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego,

Warszawa, sierpień 2022 r.

Część I – Technologia chatbotów

Wprowadzenie do Części I

Jednym z cenniejszych towarów w dzisiejszym świecie jest informacja. Przedsiębiorstwa, jak również osoby prywatne, każdego dnia płacą za udostępnianie różnego rodzaju informacji do różnych celów, począwszy od zwyczajnych ogłoszeń reklamowych przez artykuły prasowe po specjalistyczne raporty biznesowe. Informacje dostępne w internecie mogą mieć charakter czysto informacyjny, niekomercyjny (informacje i komunikaty wymieniane między użytkownikami różnych portali) lub handlowy (artykuły reklamowe i reklamy parametrów technicznych produktów).¹ Dlatego też dla zwiększenia skuteczności usług internetowych kluczowym staje się zintensyfikowanie interakcji użytkownika z firmową witryną internetową, przy równoczesnym rozbudowywaniu wiedzy na temat profilu klienta docelowego, uwzględniającym oczekiwania, zainteresowania i upodobania klienta.²

Postęp technologiczny nie lubi zastoju, dlatego chatboty wpisują się w jego nieunikniony rozwój. Aby zobrazować ten rozwój wspomnieć można poprzedników chatbotów, czyli automatyczne systemy informacji głosowej (*Interactive Voice Response, IVR*). Umożliwiały one interaktywną obsługę osoby dzwoniącej za pomocą aparatu telefonicznego z wybieraniem tonowym. Systemy tego typu powszechnie używane są w działach obsługi klienta i infoliniach. Po niespełna dekadzie automatyczny sposób komunikacji między firmą a klientem zyskał zupełnie nową jakość. Dzięki rozwojowi technologii, chatbot umożliwił zindywidualizowaną, opartą na technikach sztucznej inteligencji interakcję, wykorzystując do tego używany na całym świecie kanał komunikacji, jakim jest internet.

Nowo powstające technologie najczęściej naśladują sposób funkcjonowania organizmów żywych. Oczywiście żadna, nawet najbardziej zaawansowana technologia, nie odtwarza identycznych zachowań zwierząt lub ludzi - samochody nie chodzą na nogach, a samoloty nie machają żelaznymi skrzydłami. Jednakże, pomimo braku idealnej imitacji, chodzi o uzyskany efekt przemieszczania – jeżdżenie lub latanie. Podobnie antropomorficzny chatbot w postaci wirtualnego asystenta, naśladujący w swym funkcjonowaniu człowieka, jest jedynie opartym

¹ Konstantas D., Morin J-H., *Agent-based commercial dissemination of electronic information*, Computer Networks, nr 32(6), Elsevier B.V., Geneva 2000, s. 753.

² De Meo P., Rosaci D., Sarne G., Terracina G., Ursino D., *An XML-Based Adaptive Multi-agent System for Handling E-commerce Activities*, ICWS-Europe, Springer-Verlag, Berlin 2003, s. 153.

na dialogu narzędziem komunikacji użytkownika ze stroną internetową lub innym systemem.³ I chociaż wirtualny asystent nie opanował sztuki konwersacji tak doskonale jak człowiek, to jednak ułatwia użytkownikom dotarcie do poszukiwanych danych w języku dla nich zrozumiałym.⁴ Stanowi informacyjne dopełnienie firmowych kanałów komunikacji, oferując klientom proaktywny interfejs udzielający informacji o produktach i usługach firmy, a ciągłe prace nad jego funkcjonalnością otwierają coraz to nowsze możliwości jego zastosowania.

Każde bardziej zaawansowane zastosowanie chatbota wymaga wyposażenia go w zaawansowaną infrastrukturę lingwistyczną zaimplementowaną w jego mechanizmie przetwarzania języka naturalnego, zatem oprócz bazy wiedzy, mechanizm zawiera przykładowo bazę indeksowanych słów lub tekstów, aktualizację wiedzy i dodatkowych zasobów obliczeniowych uruchamiających współpracę z innymi aplikacjami. Satysfakcjonująca realizacja implementacji chatbota przejawiająca się w akceptacji użytkowników i ergonomii interfejsu zależy w dużym stopniu od umiejętności komunikacyjnych wirtualnego asystenta oraz od całokształtu jego sylwetki oraz zachowań.

Na uproszczonym modelu koncepcyjnym chatbota, za jego zachowanie można uznać realizowanie zaprogramowanego skryptu, czyli wykonywanie w czasie rzeczywistym następujących po sobie sekwencji kodu, przejawiających się w postaci słownych wypowiedzi, mimiki twarzy, gestów połączonych z interakcjami z innymi obiektami lub programami obecnymi bezpośrednio w środowisku implementacji asystenta. Najbardziej rozpowszechnioną metodą budowy chatbota jest napisanie zbioru skryptów (biblioteki) realizowanych działań wykonywanych przez niego w zależności od kontekstu dialogowego, w którym się znajduje. Osobną, ale zdecydowanie najważniejszą kwestią, jest napisanie mechanizmu głównego, który niejako zarządza całą biblioteką skryptów, równocześnie rozpoznając sytuację i zlecając wykonanie odpowiedniej akcji. Stąd też bardzo ważne jest dobranie odpowiedniego środowiska programistycznego, które pozwoli najlepiej zrealizować wymagania dotyczące funkcjonowania chatbota. Od użytego języka programowania zależy bowiem elastyczność jego mechanizmu.

³ Shneiderman B., *A Grand Goal: A Thousand-fold Increase in Human Capabilities*, Educom Review, nr 32(6), Educom, Maryland 1997, s. 4.

⁴ Alonso E., *AI and Agents: State of the Art*, AI Magazine, nr 23(3), AAAI Press 2002, s. 26.

Dotychczas, opierając swój wybór na osobistej subiektywnej ocenie dotyczącej możliwości oferowanych przez dany język, twórcy chatbotów wybierali następujące języki programowania: Visual Basic, Java Script, TVML, C++, D, Java, Python, PHP z bazą MySQL. Niezależnie od wybranego języka, w każdym przypadku staje się on swoistym interfejsem programowania aplikacji (*Application Programming Interface*, API), który pozwala na specyfikację zachowania chatbota na pewnym poziomie abstrakcji.⁵

W badaniach nad rozwojem technologii chatbotów oraz w ogólności programów konwersacyjnych, oprócz podmiotów gospodarczych uczestniczą bardzo intensywnie naukowe jednostki badawcze. W kraju oraz za granicą organizowane są konferencje i sympozja poświęcone technologii chatbotów, będące forum wymiany myśli badaczy zajmujących się dziedziną sztucznej inteligencji. Oczywiście prace nad chatbotami nie zmierzają w kierunku powszechnego zastępowania nimi ludzi. Ich zadaniem jest jedynie pomaganie ludziom, by w pełni wykorzystać nieustannie ewoluujący cyfrowy świat, który - równolegle z tym rzeczywistym - stał się codziennym miejscem wykonywania pracy, prowadzenia działalności gospodarczej i rynkowej.

Powodzenie i dalszy rozwój chatbotów, oprócz samej technologii przetwarzania tekstu i języka naturalnego, jest z całą pewnością sprzężone z pracami nad rozpoznawaniem i syntezą mowy. Okazuje się, iż sama tylko obecność chatbota, nawet mało ekspresyjnego sprawia, że użytkownik pozytywniej odbiera przekaz danej firmy, jest bardziej zaangażowany i bardziej zmotywowany do współpracy.⁶ W stosunku do chatbotów ludzie postępują tak, jak gdyby byli to żywi ludzie - witają się i żegnają, są uprzejmi lub sprawdzają granice wytrzymałości „psychicznej” chatbota; traktują go jako równorzędnego rozmówcę, a nawet oczekują, że będzie w stanie zrozumieć ich potrzeby. Widać więc wyraźnie, iż chatbot umożliwia wielu użytkownikom komunikację intuicyjną. Do takiego stanu rzeczy przyczyniły się liczne badania w dziedzinie sztucznej inteligencji dotyczące projektowania wirtualnych, nieożywionych informatycznych tworów, które komunikują się z ludźmi w sposób ludzki: poprzez zwykłą rozmowę w języku naturalnym.

⁵ André E., Rist T., *Controlling the Behaviour of Animated Presentation Agents in the Interface: Scripting versus Instructing*, AI Magazine, nr 22(4), Special Issue on Intelligent User Interfaces, AAAI Press 2001, s. 54.

⁶ Lester J. C., Converse S. A., Kahler S. E., Barlow S. T., Stone B. A., Bhoga R. S., *The persona effect: Affective impact of animated pedagogical agents*, Proceedings of CHI '97, Atlanta 1997, s. 359.

Rozdział 1. Geneza technologii chatbotów

Obserwowany postęp technologiczny jest nieodłącznym elementem rozwoju cywilizacyjnego i gospodarczego. Wzrost znaczenia elektroniki, miniaturyzacji i komputeryzacji występuje od czasów rewolucji naukowo-technicznej, nazywanej trzecią rewolucją przemysłową.⁷ Podczas tej trzeciej rewolucji rozwinęły się nowe środki telekomunikacji, przemysł zaawansowanych technologii czy dziedziny takie jak biotechnologia. Początek trzeciej rewolucji datuje się na koniec drugiej wojny światowej, natomiast jej koniec przypada umownie na rok 2010.

Występująca już aktualnie czwarta rewolucja przemysłowa w głównej mierze różni się od poprzedniej zanikającą barierą pomiędzy człowiekiem, a maszyną. Jedną z głównych koncepcji i filarów nowej rewolucji jest Internet rzeczy (ang. Internet of Things, IoT). Internet rzeczy ułatwia dostęp do danych, ich pobieranie i wysyłanie do inteligentnych maszyn. Maszyny, które określane są jako inteligentne, starają się wykonywać ludzką pracę, a nawet naśladować samych ludzi. Przy pomocy inteligentnych maszyn firmy automatyzują wiele procesów minimalizując przy tym koszty zatrudnienia.

Coraz większy nacisk firmy kładą na automatyzację, a sam trend napędza rozwój sztucznej inteligencji. Sztuczna inteligencja (ang. Artificial Intelligence, AI) jest dziedziną informatyki i zajmuje się inteligencją maszyn. Termin „sztuczna inteligencja” został pierwszy raz użyty na konferencji naukowej w Dartmouth w 1956 roku przez Johna McCarthy’ego. McCarthy zdefiniował sztuczną inteligencję jako zdolność maszyn do wykazywania przejawów inteligencji podobnej do ludzkiej. McCarthy wystąpieniem na konferencji z 1956 roku zapoczątkował badania nad nowo odkrytą dziedziną, jaką była sztuczna inteligencja.⁸

W kolejnych latach pojawiały się nowe definicje sztucznej inteligencji. James Slagle zdefiniował ją jako próbę maszyn do zachowywania w taki sposób, jak zrobiliby to ludzie. Natomiast Kaplan i Haenlein scharakteryzowali sztuczną inteligencję jako „zdolność systemu do prawidłowej interpretacji danych zewnętrznych, uczenia się na podstawie takich danych

⁷ Palka D., Stecuła K., Postęp technologiczny – dobrodziejstwo czy zagrożenie?. Politechnika Śląska. 2020. s.587.

⁸ Kułakowska I., (2015), Budowa chatbota rozmawiającego i budującego bazę wiedzy na temat różnych doświadczeń i problemów interpersonalnych, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

i wykorzystywania tych wiedzy do osiągania określonych celów i zadań poprzez elastyczną adaptację”. Natomiast według Russella i Norviga sztuczna inteligencja to „badanie inteligentnych agentów, którzy otrzymują wskazania z otoczenia i podejmują działania. Każdy taki agent jest implementowany przez funkcję, która odwzorowuje percepcje na działania, a my omawiamy różne sposoby reprezentowania tych funkcji, takie jak systemy produkcyjne, agenci reaktywni, planiści logiczni, sieci neuronowe i systemy decyzyjno-teoretyczne”.⁹ Wymieniają oni również cztery podejścia, które skupiają się na odmiennych obszarach sztucznej inteligencji:

1. Tworzenie maszyn myślących jak ludzie, wytworzenie procesów ludzkiego myślenia w maszynie.
2. Tworzenie maszyn zachowujących się jak ludzie. Nie jest ważny proces dochodzenia do danego zachowania, a samo zachowanie.
3. Rozwój racjonalnych maszyn, optymalność działania maszyn.
4. Racjonalności podejmowanych decyzji przez maszyny.

Obszarem i częścią sztucznej inteligencji, która ma obszerne zastosowywanie w wielu dziedzinach, jest uczenie maszynowe. Uczenie maszynowe (ang. Machine Learning, ML) jest nauką, która zajmuje się algorytmami komputerowymi zdolnymi do automatycznej poprawy przy użyciu własnego doświadczenia i dostępnych danych.¹⁰ Uczenie maszynowe szeroko wykorzystywane jest w przetwarzaniu języka naturalnego. Przetwarzanie języka naturalnego (ang. Natural Language Processing, NLP) polega na doskonaleniu rozumienia przez komputer mowy ludzkiej oraz tekstu pisanego. Innym obszarem badań NLP jest znajdowanie nowych zastosowań dla komputerów, które jak najwierniej starają się posługiwać językiem naturalnym. Za pomocą przetwarzania języka naturalnego możliwa jest komunikacja między człowiekiem, a maszyną.

Rozwój sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego i przetwarzanie języka naturalnego przyczyniły się do rozwoju rozbudowanych systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny, popularnie nazywanych chatbotami. Chatboty to programy komputerowe, których głównym celem jest porozumiewanie się z użytkownikiem. Taki program stara się udawać człowieka, robi to replikując jego zachowania przez styl pisanie oraz mówienia.

⁹ C. Bartneck, C. Lutge, A. Wagner, S. Welsh, „*What is AI?*”, 2021, s.8.

¹⁰ Mitchell T.M. Machine Learning. Nowy Jork 1997.

Jednak w początkowej fazie rozwoju chatbotów trudno było ocenić inteligencję maszyny oraz odpowiedni stopień wcielania się w rolę człowieka przez komputery. Pierwszą metodę, która weryfikowała inteligencję maszyny, wymyślił Alan Turing i przedstawił ją w swoim artykule z 1950 roku „Computing Machinery and Intelligence”. Zaproponował on test Turinga, który używany jest do dzisiaj i weryfikuje inteligencję maszyny pod kątem jej posługiwania się językiem naturalnym. Test Turinga polega na rozmowie, a następnie ocenie przez użytkownika, czy rozmawiał z człowiekiem, czy z maszyną. Chatbot odnosi sukces i „zdaje” test Turinga, jeżeli użytkownik rozmawiający z nim uznał, że konwersował z człowiekiem. Jeżeli po rozmowie użytkownik nie może jednoznacznie stwierdzić z kim rozmawiał, test zostaje rozstrzygnięty na korzyść maszyny. Corocznie od 1991 roku organizowany jest konkurs Loebnera, podczas którego przeprowadza się opisany wyżej test Turinga. Chatbot, który uzyska najwyższy wynik, wygrywa konkurs i zostaje „najlepszym chatbotem” danego roku. Jednak do dzisiaj żaden chatbot nie uzyskał takiego wyniku, aby zdać test Turinga, dlatego konkurs Loebnera jest nadal organizowany, w celu zachęcenia twórców do rozwijania systemów przetwarzających język naturalny.

Chatboty to programy komputerowe, których celem jest naśladowanie ludzkich umiejętności konwersacyjnych poprzez dialogi tekstowe lub mówione. Komputer może w ten sposób zastąpić, bądź wspomóc pracę pracownika, którego zadaniem jest komunikacja z klientem. Zatem maszyna może automatycznie realizować zadania, za które przedsiębiorstwo musiałoby płacić pracownikom. Zmniejszenie kosztów związanych z zatrudnieniem dla pracodawcy to, podobnie jak w przypadku rewolucji przemysłowej, jedna z głównych motywacji do wprowadzania innowacyjnych rozwiązań, takich jakimi są szeroko pojęte inteligentne systemy.¹¹

Historia powstania chatbotów sięga lat pięćdziesiątych XX wieku. Początki myślenia o tej technologii są związane z postacią Alana Turinga i opisanym wcześniej testem Turinga. Test ten stosowany jest do dziś do ewaluacji chatbotów. Pierwszy chatbot, o imieniu Eliza, został stworzony przez Joseph’a Weizenbaum’a. Eliza wcieliła się w rolę terapeuty i zadawała pytania użytkownikowi. Był to prymitywny program, który napotykał wiele problemów w rozumieniu kluczowym słów pisanych przez pacjenta. Jej wiedza oparta była na jednej

¹¹ Wolski P. Ocena skutków implementacji inteligentnych chatbotów w aspekcie zarządzania zasobami ludzkimi, Uniwersytet Morski w Gdyni, Gdynia 2019.

dziedzinie, dlatego mogła rozmawiać z użytkownikiem jedynie o sprawach związanych z rolą terapeuty. Co więcej, konwersacje były z założenia krótkie, a wypowiedzi Elizy nie były inteligentne, gdy otrzymane komunikaty wykraczały poza bazę jej wiedzy. Opisywane początki chatbotów związane są też z chatbotem stworzonym w 1972 roku przez Kenneth'a Colby'ego o nazwie PARRY. PARRY podszywał się pod pacjenta ze schizofrenią. Otrzymał on własną osobowość i potrafił dostosować swoje wiadomości do poziomu emocjonalnego rozmówcy. Mimo to, uznaje się, że PARRY był chatbotem dość prymitywnym, który poświęcał za dużo czasu na odpowiedź oraz nie uczył się z rozmów.¹²

Sztuczna inteligencja, a dokładniej przetwarzanie języka naturalnego, została pierwszy raz wykorzystana do budowy chatbota Jabberwacky. Jabberwacky to chatbot stworzony przez Rollo Carpentera w 1997 roku. Jabberwacky udaje człowieka i jest zdolny do nauki po każdej odbytej rozmowie. Jabberwacky nie był idealnym chatbotem, ponieważ potrzebował dużo czasu na udzielenie odpowiedzi rozmówcy. Pomimo swoich wad, wygrał jednak konkurs Loebner'a w 2005 i 2006 roku. Kolejnym z pierwszych chatbotów stworzonych przy pomocy NLP była napisana przez Richard'a Wallace'a A.L.I.C.E. Inspiracją do jej stworzenia była wspomniana już Eliza.¹³ A.L.I.C.E została udoskonalona na płaszczyźnie bazy wiedzy, gdyż powiększono liczbę jej szablonów bibliotek z wyjściowych 200 do 41 000. Jej wadą był brak zdolności do wyrażania ludzkich emocji. A.L.I.C.E. jest trzykrotnym zwycięzcą nagrody Loebner'a. Okazała się najinteligentniejszym chatbotem w roku 2000, 2001 oraz 2004. Kolejnym przełomowym momentem w historii chatbotów było pojawienie się na rynku chatbota wykorzystywanego do pomocy ludziom podczas codziennych czynności o nazwie SmarterChild. Został on stworzony przez firmę ActiveBuddy (obecnie firma Colloquis) w 2001 roku. Został wówczas udostępniony w komunikatorach America Online oraz Microsoft usprawniając dostęp użytkownika do różnych danych.¹⁴

Z biegiem lat udoskonalano interakcję pomiędzy człowiekiem, a maszyną. Zaczęły pojawiać się voiceboty, czyli asystenci głosowi, którzy rozumieją polecenia głosowe. Obecnie takie rozwiązania są bardzo popularne, a najbardziej znane to: Apple Siri, Amazon Alexa i Asystent Google. Siri, będąca jako pierwsza w tej dziedzinie została opracowana w 2010

¹² Rutkowski L., (2006), Metody i techniki sztucznej inteligencji, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

¹³ Shum H, He X., Li D. From Eliza to Xiaolce: challenges and opportunities with social chatbots. 2018.

¹⁴ Adamopoulou E., Lefteris M.. Chatbots: History, technology, and applications. Machine Learning with Applications, Volume 2, Elsevier 2020.

roku. Użytkownicy, aby uruchomić Siri, używają głosu oraz poleceń głosowych. Jednym z zadań Siri jest wykonywanie próśb takich jak uruchomienie aplikacji czy zadzwonienie do wybranej przez użytkownika osoby. Jej wadą jest konieczność połączenia z internetem, nie jest dostępna w każdym języku naturalnym oraz ma trudność ze zrozumieniem wypowiedzi niewyraźnych lub wypowiedzianych z nieznanym jej akcentem. Rok później, w 2011 r. na rynku pojawił się IBM Watson. Watson został oryginalnie stworzony jako tzw. system Question Answering (QA) zdolny do odpowiadania na pytania zadawane w języku naturalnym, jednak jest w stanie porozumiewać się tylko w języku angielskim.

W 2012 również Google postanowił wypuścić swojego głosowego asystenta na rynek. Google Now odpowiada na pytania użytkownika, wykonuje polecenia i udostępnia informacji. Z kolei Cortana stworzona przez Microsoft przystosowany jest przede wszystkim do działania na urządzeniach z systemem Windows 10. Ten wirtualny asystent rozpoznaje i odczytuje głos użytkownika oraz ma możliwość ustawienia głosowych przypomnień. Również Amazon wyprodukował swojego voicebota Alexę w 2014 roku, która oparta jest na polskim synteźniku mowy Ivona. Alexa wbudowana jest w urządzenia domowe i reaguje na polecenia głosowe, takie jak odtwarzanie muzyki, ustawianie alarmów, informowanie o pogodzie. Do wykonywania tych zadań wykorzystuje technologie rozpoznawania mowy oraz przetwarzania języka naturalnego.

W 2016 roku nastąpił kolejny przełom, mianowicie aplikacje społecznościowe, w tym Messenger i Instagram, umożliwiły firmom wprowadzenie chatbotów do komunikacji z klientami. Obecnie, w 2022 roku, chatboty, wykorzystywane są na potrzeby wielu dziedzin zaczynając od edukacji, poprzez opiekę zdrowotną, kończąc na rozrywce i chatbocie służącym do towarzystwa.¹⁵

Wymienione wyżej chatboty to jedynie niewielka część wszystkich zbudowanych kiedykolwiek wirtualnych asystentów. Opisane zostały tutaj te, które przyczyniły się do rozwoju tej dziedziny oraz te najczęściej występujące w literaturze przedmiotu. W zamieszczonej dalej Tabeli 1. zebrano i opracowano najważniejsze informacje o wybranych chatbotach.

¹⁵ Adamopoulou E., Moussiades L.. An Overview of Chatbot Technology. International Hellenic University, Grecja 2020.

Tabela 1. Najważniejsze informacje o wybranych chatbotach.

Nazwa chatbota	Rok powstania	Najważniejsze cechy i informacje
Eliza	1966	• chatbot wciela się w rolę terapeuty • wiedza na temat jednej dziedziny • krótkie konwersacje z użytkownikiem • brak nauki podczas rozmowy z użytkownikiem
PARRY	1972	• chatbot podszywał się za pacjenta ze schizofrenią • dostosowywał swoje wiadomości do poziomu emocjonalnego rozmówcy • zbyt długie oczekiwanie przez użytkownika na odpowiedź • brak nauki podczas rozmowy z użytkownikiem
Jabberwacky	1981	• pierwszy raz użyto sztucznej inteligencji do budowy chatbota • zbyt długie oczekiwanie przez użytkownika na odpowiedź • konwersacje nie mogły być prowadzone z dużą liczbą użytkowników naraz.
A.L.I.C.E	1995	• udoskonalona wersja Elizy • brak zdolności do wyrażania ludzkich emocji i postaw.
SmarterChild	2001	• udostępniony w komunikatorach: America Online oraz Microsoft • został wykorzystany do pomocy w codziennych czynnościach
Siri	2010	• użytkownicy rozmawiający z Siri używają głosu oraz poleceń głosowych. • wykonywanie próśb takich jak uruchomienie aplikacji czy zadzwonienie do wybranej osoby • konieczność połączenia z internetem • nie jest dostępna we wszystkich językach • trudność ze zrozumieniem wypowiedzi niewyraźnych

		lub z innym akcentem.
IBM Watson	2011	• został oryginalnie stworzony jako system <i>question answering (QA)</i> zdolny do odpowiadania na pytania zadawane w języku naturalnym • rozumie tylko język angielski
Alexa	2013	• oparta na polskim synteźatorze mowy o nazwie Ivona • użytkownicy wypowiadają wyznaczone „słowo budzące” (np.: „Alexa”). Alexa nasłuchuje poleceń i wykonuje odpowiednią funkcję lub umiejętność, aby odpowiedzieć na pytanie lub wykonać polecenie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Adamopoulou E., Moussiades L.. *An Overview of Chatbot Technology*. International Hellenic University, Grecja 2020, Adamopoulou E., Lefteris M.. *Chatbots: History, technology, and applications*. Machine Learning with Applications , Volume 2, Elsevier 2020. s.2-3.

Rozdział 2. Rodzaje, generacje i rozwój chatbotów

Znając już historię powstawania chatbotów oraz obecne stadium ich rozwoju, warto przyjrzeć się ich rodzajom. Chatboty mogą należeć do wielu kategorii jednocześnie, biorąc pod uwagę sposób ich funkcjonowania. Wymienia się takie kategorie sposobu podziału chatbotów, jak: domena wiedzy, świadczona usługa, cele, sposób przetwarzania danych wejściowych i generowania odpowiedzi, ingerencja człowieka, uprawnienia na platformie, metoda komunikacji.¹⁶ Te klasyfikacje nie są sztywne i mają za zadanie pomóc scharakteryzować chatbota.

Pierwszym wymienianym kryterium podziału jest rodzaj domeny wiedzy. Domeny różnią się pod względem dostępu do wiedzy posiadanej przez chatboty. Chatboty, które odpowiadają na dowolne pytanie użytkownika z dowolnego tematu, nazywane są chatbotami generycznymi. W domenie otwartej boty potrafią rozmawiać na tematy ogólne w więcej niż jednej domenie. W odróżnieniu od chatbotów z domeny otwartej, te z domeny zamkniętej specjalizują się głównie w wybranych tematach. Przykładem użycia chatbota z domeny zamkniętej jest opcja rezerwacji stolika w restauracji. Taki chatbot najczęściej zbiera dane dotyczących rezerwacji i nie odpowie na pytanie użytkownika na temat jutrzejszej prognozy pogody czy historii Polski.

Chatboty różnią się pod względem świadczonych usług uwzględniających względną bliskość bota z człowiekiem. Chatboty interpersonalne najczęściej świadczą usługi związane z rezerwacją. Ich zadaniem jest komunikacja, pozyskiwanie i udostępnianie informacji dla użytkowników. Kwestia towarzyska nie jest konieczna, lecz mogą one zapamiętywać informacje o rozmówcy. Chatboty intrapersonalne funkcjonują blisko użytkownika, w jego osobistej domenie. Uważane są za towarzyskie i starają się udawać w jak największym stopniu człowieka. Przykładem aplikacji zawierających taki rodzaj chatbota jest WhatsApp czy Messenger. Chatboty o architekturze typu Inter-Agent są wykorzystywane w urządzeniach Internetu rzeczy (IoT) i mają na celu wykonanie danego zadania poprzez komunikację. Mogą one również obsługiwać inne chatboty poprzez komunikację z nimi.

¹⁶ Adamopoulou E., Moussiades L.. An Overview of Chatbot Technology. International Hellenic University, Grecja 2020.

Alexa i Cortana to dwa chatboty, które zostały zintegrowane w celu komunikowania się ze sobą.¹⁷

Chatboty klasyfikuje się też pod względem głównego celu w jakim zostały stworzone. Chatboty informacyjne przekazują użytkownikowi informacje. Najczęściej pobierają zapytaną informację z połączonej z nimi bazy danych. Chatboty mogą też być oparte na konwersacji, rozmowie z użytkownikiem. Ich zadaniem jest jak najlepiej odpowiadać na pytania i porozumiewać się w naturalnym języku. Ostatnim wymienianym celem chatbotów jest wykonywanie zadań, takich jak przykładowo rezerwacja lotów przez użytkowników. Takie chatboty muszą one w inteligentnie pytać i uzyskiwać informacje od użytkownika.

Kolejnym podziałem wirtualnych asystentów jest sposób w jaki przetwarzają dane wejściowe i generują odpowiedzi. Istnieją trzy modele wykorzystywane do uzyskania odpowiednich odpowiedzi: model oparty na regułach, model oparty na wyszukiwaniu i model generatywny. Pierwsze chatboty były oparte na regułach, odpowiedź była wygenerowana na podstawie pewnych reguł. System bazował na rozpoznaniu tekstu wejściowego, a wiedza chatbota została zakodowana ręcznie przez człowieka. Im większa jest baza odpowiedzi, tym na więcej żądań użytkownika chatbot jest w stanie odpowiedzieć. Istnieją także chatboty oparte na wyszukiwaniu, ich zaletą jest korzystanie z interfejsu API (ang. Application Programming Interface), którego działanie wiąże się z większą elastycznością. Chatbot wybiera kilka możliwych odpowiedzi i analizuje, która z nich jest najodpowiedniejsza. Za najlepsze chatboty uważa się te, które generują odpowiedzi na podstawie bieżących i poprzednich wiadomości użytkownika. Takie chatboty wykorzystują algorytmy uczenia maszynowego i techniki głębokiego uczenia.

Następnym rozróżnieniem jest podział ze względu na udział koniecznej ingerencji człowieka w działanie chatbota. Chatboty wspomagane przez człowieka wymagają względnie dużo pomocy człowieka w ich działaniu. Wykorzystywane są ludzkie obliczenia w co najmniej jednym elemencie chatbota. Działanie samodzielnych chatbotów może być ulepszoną niewielką ingerencją personelu, który może pomóc wyeliminować ich słabości.

¹⁷ Nimavat K., Chamapaneria T. Chatbots: An overview. Types, Architecture, Tools and Future Possibilities. IJSRD. 2017.

Chatboty mogą mieć różne uprawnienia na danej platformie działania. W zależności od uprawnień udostępnianych przez platformy programistyczne stosuje się podział na platformy z otwartym źródłem i platformy zamknięte. Platformy typu open-source uprawniają osoby, które tworzą chatboty, do ingerencji w większość aspektów implementacji. Natomiast platformy zamknięte działają jak „czarne skrzynki” tzw. black boxes.

Ostatnią wymienianą w literaturze przedmiotu klasyfikacją podziału jest rodzaj komunikacji z jakiej korzystają chatboty z użytkownikiem. Najczęściej jest to tekst, głos, obraz lub ich połączenie. Obecnie na rynku dostępne są: boty, chatboty, voiceboty, videoboty. Najnowsze technologie zaczynają tworzyć boty reagujące na zdjęcia, rozpoznające obiekty, komentujące je i wyrażające swoje emocje.

Wymienione wyżej klasyfikacje pomagają zidentyfikować działanie i rodzaj danego chatbota, ale nie obrazują one poziomu zaawansowania technologicznego konkretnego systemu. Do tego posłużyć mogą określane w literaturze generacje chatbotów. W swojej pracy Kułakowska wymieniła cztery generacje chatbotów.¹⁸ Chatboty pierwszej generacji to boty automatycznie zastępujące pracę człowieka. Są dostępne na forach internetowych i komunikatorach. Chatboty drugiej generacji dodatkowo powinny mieć graficzną postać – awatara, analizę znaczeniową tekstu oraz syntezy mowy. Chatboty trzeciej generacji są ulepszone o rozpoznawanie mowy, fotorealistyczną wizualizację postaci, symulowanie komunikacji niewerbalnej i wykonywanie zadań Web 3.0. Chatboty czwartej generacji identyfikują osobowość rozmówcy, wykrywają oraz reagują na wykryte potrzeby użytkownika. Zamieszczona dalej Tabela 2. podsumowuje najważniejsze cechy chatbotów w podziale na ich kolejne generacje.

Tabela 2. Cechy i generacje chatbotów.

Cechy	I generacja	II generacja	III generacja	IV generacja
Zastępowanie człowieka	x	x	x	x
Praca automatyczna	x	x	x	x
Graficzna wizualizacja postaci		x	x	x

¹⁸ Kułakowska I., (2015), Budowa chatbota rozmawiającego i budującego bazę wiedzy na temat różnych doświadczeń i problemów interpersonalnych, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, s.16.

Analiza znaczeniowa tekstu		x	x	x
Synteza mowy		x	x	x
Rozpoznawanie mowy			x	x
Fotorealistyczna wizualizacja postaci			x	x
Symulowanie komunikacji niewerbalnej			x	x
Wykonywanie zadań Web 3.0			x	x
Identyfikacja osobowości rozmówcy				x
Wykrywanie potrzeb użytkownika				x
Reagowanie na wykryte potrzeby użytkownika				x

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Kulakowska I., (2015), Budowa chatbota rozmawiającego i budującego bazę wiedzy na temat różnych doświadczeń i problemów interpersonalnych, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Chatboty obecnie cieszą się dużo większą popularnością w porównaniu do sytuacji sprzed kilku lat, kiedy to można było zaobserwować pewnego rodzaju zastój na rynku. Głównym tego powodem jest zmiana podejścia firm do innowacji technologicznych, gdyż obecnie firmy dążą do poprawy i optymalizacji funkcjonowania także poprzez zasoby innowacyjne.¹⁹ Według badań z 2017 roku w latach 2007-2015 chatboty były zaangażowane w ponad jedną trzecią rozmów online.²⁰ W rankingu trendów technologicznych przeprowadzonych w 2017 roku przez grupę Gartner systemy konwersacyjne zaliczono do dziesięciu strategicznych trendów technologicznych.²¹ Chatboty zajęły w tym rankingu siódme miejsce, a sztuczna inteligencja była liderem rankingu. Chatboty w klasyfikacji zostały scharakteryzowane jako systemy konwersacyjne, które przeszły z modelu, w którym ludzie przystosowywali się do komputerów, na model dostosowujący się do potrzeb i wymagań danego użytkownika.

¹⁹ Yoo M.Y., Kwak S. The Effect of Regional Innovation Type on the Pursuit of Open Innovation in Korean Firms. Korea Południowa 2016. s.465-484.

²⁰ Radziwill N., Benton M. Evaluating Quality of Chatbots and Intelligent Conversational Agents. 2017.

²¹ <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017> [dostęp 08.2022]

Rynek chatbotów w 2015 roku wyceniano na 88,5 miliona dolarów.²² Według danych z Grand View Research rynek ten będzie charakteryzować się skumulowanym rocznym wskaźnikiem wzrostu CAGR (ang. Compound Annual Growth Rate) na poziomie 24,9%.²³ Według wcześniejszych prognoz do 2021 roku ponad połowa firm miała wydawać rocznie więcej na chatboty niż na rozwój aplikacji mobilnych, a do 2020 roku 55% dużych przedsiębiorstw miało wdrożyć przynajmniej jednego chatbota.²⁴ Casas i inni szacują, że ponad 20% osób dorosłych z USA i ponad 80% pokolenia „Z” (osoby urodzone w latach 1995-2010) używa chatbotów do wyszukiwania informacji i zakupów.²⁵ Dzięki ciągłemu dodawaniu nowych bibliotek typu open-source oraz obserwowanemu postępowi w uczeniu maszynowym chatboty cieszą się coraz większą popularnością, zaczynają być obecne w nowych branżach i dziedzinach.²⁶ Najczęściej spotyka się je w obsłudze klienta, e-coachingu i rozrywce. Chatboty są już udoskonalone do takiego stopnia, że coraz częściej użytkownicy nawet nie są świadomi ich obecności. Nieujawnione chatboty w rozmowie z użytkownikiem mogą być tak samo skuteczne jak doświadczeni pracownicy, a nawet skuteczniejsze od niedoświadczonych pracowników.

Chatboty, tak jak i inne systemy, projekty, bądź całe organizacje, można przeanalizować pod kątem ich mocnych i słabych stron. Najbardziej znanym i używanym w tym celu narzędziem jest analiza SWOT. Analizę SWOT (ang. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) stosuje się do analizy mocnych i słabych stron firmy oraz jej szans i zagrożeń. Thompson i inni w swoim artykule określili analizę SWOT prostym, ale jednocześnie potężnym narzędziem do oceny zdolności i brakach w zasobach danej organizacji, jej szans rynkowych i zagrożeń zewnętrznych w przyszłości.²⁷ Analiza SWOT posiada wymiar wewnętrzny i zewnętrzny. Do wymiaru wewnętrznego zalicza się czynniki organizacyjne: jej mocne i słabe strony, a wymiar zewnętrzny składa się z czynników środowiskowych: szans i zagrożeń.²⁸

²² Filipczyk B., Perspektywy zastosowań chatbotów w organizacjach, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 368, 2018, s.55.

²³ <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-chatbot-market> [dostęp 08.2022]

²⁴ <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-strategic-predictions-for-2018-and-beyond> [dostęp 08.2022]

²⁵ Luo X., Tong S., Fang Z., Qu Z., Machines versus Humans: The Impact of AI Chatbot Disclosure on Customer Purchases, Institute for Operations Research and the Management Sciences, Singapur 2019.

²⁶ Casas J., Tricott M-O, Khaled O.A, Mugellini E., Cudre-Maroux P. A.B. Trends & Methods in Chatbot Evaluation. ICMI '20 Companion, Holandia 2020.

²⁷ Thompson, A.A., Strickland, A.J. and Gamble, J.E. Crafting and Executing Strategy: The Quest for Competitive Advantage: Concepts and Cases. 15th edition, McGraw-Hill Irwin Publisher, Nowy Jork 2006.

²⁸ Gurel E., Tat M. SWOT analysis: a theoretical review. The Journal of International Social Research 2017. s.995.

W zamieszczonej dalej Tabeli 3. scharakteryzowano mocne strony i szanse oraz słabe strony i zagrożenia chatbotów, jakie można wyróżnić na podstawie literatury przedmiotu.

Tabela 3. Analiza SWOT chatbotów.

	Mocne strony & Szanse	Słabe strony & Zagrożenia
Dla firmy	• obsługa klienta 24/7 • nowe i bezpośrednie kanały do kontaktu z klientem • nowa metoda zbieranie danych • duża liczba osobistych danych użytkownika • personalizacja i automatyzacja komunikacji • zmniejszenie kosztów serwisu i wsparcia	• nieprawidłowo działające chatboty i pytania bez odpowiedzi • inwestycje w architekturę IT i analityki • rozszerzenie architektury IT i analityki • brak świadomości i akceptacji przez użytkowników • bezpieczeństwo informacji i ochrona danych • ryzyko wizerunku i reputacji
Dla Użytkowników	• obsługa i wspieranie klienta 24/7 • osobista, prywatna komunikacja na własnym urządzeniu • wygodne i łatwe użytkowanie • redukcja czasu i kosztów • odpowiednie oferty oparte na preferencjach użytkownika	• prywatność • ochrona danych osobowych i danych wrażliwych • brak doświadczenia i zrozumienia • stronnicze spersonalizowane informacje • sztuczna, nieludzka rozmowa • izolacja społeczna i kwestie etyczne

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Adamopoulou E., Moussiades L.. *An Overview of Chatbot Technology*. International Hellenic University, Grecja 2020.

Jak można to wyczytać z Tabeli 3., za najważniejszą zaletę, zarówno w modelu business-to-business, jak i business-to-consumer, uważa się możliwość nieustannej pracy chatbota i obsługi klienta codziennie przez 24 godziny. Chatboty mogą bez przerwy prowadzić konwersacje z klientem bez okazywania negatywnych cech i emocji. Chatbot jest dodatkowym kanałem interakcji pomiędzy klientem, a firmą. Firma poprzez wdrożenie chatbotów może automatycznie zapisywać dane użytkownika. Również koszty związane z komunikacją z klientem są o wiele niższe przy użyciu chatbotów. Jest to spowodowane niskimi, prawie zerowymi kosztami krańcowymi odbycia pojedynczej konwersacji przez chatbota.²⁹ Dla użytkowników rozmowa z chatbotem nie jest trudna i nie różni się od prowadzenia rozmowy z konsultantem firmy. Do słabych stron i zagrożeń chatbotów najczęściej zalicza się złą interpretację pytań przez bota, złe odpowiedzi agenta lub brak istniejącego pytania w bazie chatbota. Dla firmy decydującej się na wdrożenie chatbota jest to duża inwestycja, która może pochłonąć spore koszty. Chatboty nie są wciąż postrzegane przez użytkowników na tym samym poziomie, co rozmowa z pracownikiem firmy na żywo. W rozmowie z chatbotem użytkownicy mogą obawiać się podawać swoje dane i nie ufać innowacyjnej technologii.

²⁹ Adamopoulou E., Moussiades L.. An Overview of Chatbot Technology. International Hellenic University, Grecja 2020.

Część II – Systemy informatyczne a chatboty

Wprowadzenie do Części II

Systemy informacyjne stosowane obecnie w firmach ewoluują w kierunku personalizacji relacji z klientami, integracji oferty przedsiębiorstwa z systemem gromadzącym szczegółowe informacje o klientach. Zmiana ta usprawnia komunikację między firmą a klientem oraz przyczynia się do przekształcania tradycyjnych stosunków handlowych w więzi międzyludzkie oparte na relacjach społecznych.³⁰ Zaimplementowanie chatbota umożliwia wzbogacenie informacji handlowej skierowanej do użytkowników przez zastosowanie innowacyjnego interaktywnego narzędzia, co wcześniej, w oparciu o tradycyjne kanały przepływu informacji, nie było możliwe.

Projektowanie i budowa chatbota podlega takim samym regułom inżynierii oprogramowania jak każda aplikacja komputerowa. Po wyspecyfikowaniu wymagań dotyczących działania i funkcjonalności chatbota przychodzi czas na kodowanie jego programu w jednym z języków programowania i ewentualne kompilowanie kodu (w zależności od typu użytego języka). Następnie przez betatesterów przeprowadzane są wstępne testy poprawności i oceniana realizacja pierwotnych założeń dotyczących działania, wreszcie następuje implementacja chatbota w określone środowisko funkcjonowania.³¹

To, co odróżnia chatboty od innych systemów informatycznych, a zarazem jest unikalną i wyjątkową korzyścią dla przedsiębiorstwa, jest zapisywanie rozmów i sporządzanie raportów z konwersacji, zarówno w formie opisowej, jak i w postaci wizualizacji - wykresów i diagramów. Bardzo często uważa się, że chatbot to tylko narzędzie dla użytkowników strony przeznaczone do rozmawiania i informowania o produktach. Należy podkreślić fakt, że chatbot jest jednocześnie narzędziem przedsiębiorstwa do zbierania informacji i danych o użytkownikach. Każda rozmowa, którą przeprowadza chatbot, jest rejestrowana w specjalnie do tego przeznaczonym panelu. Przedsiębiorstwo ma oczywiście do niego dostęp i może pod różnym kątem analizować konwersacje. Dzięki możliwości przeglądania i analizowania przeprowadzonych przez chatbota rozmów, firma zyskuje wiele cennych informacji o swoich użytkownikach, które mogą być przydatne w badaniach rynku lub w celu zebrania informacji

³⁰ Volle M., *E-conomie*, Economica, Paris 2000, s. 5.

³¹ Dobrowolski G., *Technologie agentowe w zdecentralizowanych systemach informacyjno-decyzyjnych*, Wydawnictwa AGH, Kraków 2002, s. 34.

na temat potrzeb klientów.³² W zależności od oferty firmy tworzącej chatboty taki panel może różnić się niuansami (szata graficzna, sposób prezentacji danych, możliwości eksportu danych), ale najistotniejszą jego funkcjonalnością jest obliczanie, sporządzanie i prezentacja różnego rodzaju statystyk i parametrów dotyczących rozmów, takich jak:

- dzienna ilość przeprowadzonych rozmów,
- ilość przeprowadzonych rozmów w stosunku do ilości wejść na stronę,
- minimalna, maksymalna i średnia długość rozmowy w danym dniu,
- identyfikacja tematów rozmów,
- identyfikacja najczęstszych zapytań użytkowników,
- identyfikacja opinii o stronie/asystencie wyrażanych przez użytkowników,
- ilość pozytywnych/negatywnych opinii o stronie/chatbotcie wyrażanych przez użytkowników,
- ilość rozmów zakończonych pozytywną reakcją użytkownika,
- ilość rozmów zakończonych negatywną reakcją użytkownika,
- zapis danych przekazanych chatbotowi przez użytkowników podczas rozmowy: adres e-mail, miejsce zamieszkania, data urodzenia, płeć.

Gromadzenie danych segmentowych i innych informacji o użytkownikach pozwala na bardziej wnikliwe poznanie klientów firmy i lepsze dopasowanie oferty firmowej do ich oczekiwań oraz otrzymanie pełniejszego obrazu korzystania z witryny przez użytkowników. Informacje takie użytkownicy sami z siebie podają bardzo niechętnie, gdyż najczęściej wymaga to od nich poświęcenia cennego czasu na założenie konta i wypełnienie formularza *on-line* z podstawowymi danymi. W przypadku chatbota cały proces zbierania danych przebiega w sposób niezauważalny, gdyż dzieje się podczas „zwyczajnej” rozmowy. Użytkownik jest bardziej skłonny ujawniać informacje o sobie „komuś”, kto zebranie danych umiejętnie wplecie w prowadzoną konwersację, do czego świetnie nadaje się chatbot.

Implementacja chatbota powinna zapewniać jego elastyczność, czyli możliwość przeprowadzenia sumarycznie nawet kilku tysięcy konwersacji dziennie, nierzadko kilkuset równolegle. W dniach szczególnego przeciążenia chatbot powinien rozmawiać z użytkownikami bez opóźnień w odpowiedziach (liczonych w milisekundach) lub bez

³² Kuligowska K., Lasek M., *Wirtualny asystent - sztuczna inteligencja w statystyce?*, Wiadomości Statystyczne, Czasopismo Głównego Urzędu Statystycznego i Polskiego Towarzystwa Statystycznego, nr 12(559), Warszawa 2007, s. 65 – 71.

pogorszenia jakości odpowiedzi, w razie potrzeby dostosowując się do nieoczekiwanego, zwiększonego zapotrzebowania na rozmowy z użytkownikami. W odpowiednio przemyślanym projekcie implementacji wirtualnego asystenta, czas udzielenia odpowiedzi powinien być niezależny od ilości równoległych rozmówców oraz poruszanego tematu konwersacji, czyli zapytań dotyczących tego samego miejsca w bazie wiedzy.

Ingerencja w bazę wiedzy powinna być możliwa także przez pracowników nie mających technicznej lub informatycznej wiedzy. Zazwyczaj dostęp do panelu administratora mają pracownicy będący ekspertami w dziedzinie marketingu, sprzedaży i obsługi klienta, którzy niekoniecznie przeszli specjalistyczne przeszkolenie informatyczne. Nie należy oczekiwać, że będą oni potrafili tworzyć skrypty lub zacząć programować, ale ich opinie mogą być niezmiernie pomocne w eliminowaniu błędów i niedociągnięć w funkcjonowaniu chatbota. Narzędzia pozwalające na dostęp i modyfikację bazy wiedzy powinny zatem uwzględniać ten fakt i być możliwe do użytkowania również przez pracowników merytorycznych, dopracowujących jedynie zawartość bazy wiedzy, bez wgłębiania się w jej kod źródłowy. Oddzielenie warstwy programistycznej bazy wiedzy od jej zawartości merytorycznej jest szczególnie ważną, kluczową cechą dobrej jakości implementacji chatbota.³³

Kolejną kwestią jest zapewnienie bezpieczeństwa danych w implementacji chatbota. Najczęściej bezpieczeństwo jest zapewnione przez środowisko implementacji, lecz mogą zaistnieć sytuacje zbierania przez chatbota bardziej poufnych danych, podlegających ustawowej ochronie prawnej, a co za tym idzie wymagających większego zabezpieczenia: szyfrowania lub autoryzacji dostępu do panelu administratora. Implementacja chatbota powinna być ściśle zintegrowana z infrastrukturą przedsiębiorstwa, które go zatrudnia. Integracja zachodzić powinna nie tylko na poziomie prezentacji (wizualizacji spójnej z wizerunkiem firmy), ale także na poziomie merytorycznym, związanym z istniejącymi w firmie bazami danych, katalogami produktów i usług, systemami CRM lub innymi systemami informatycznymi przeznaczonymi do przechowywania danych związanych z klientami.³⁴

³³ Lester J., Branting K., Mott B., *Conversational Agents*, w: Singh M. (red.), *The Practical Handbook of Internet Computing*, Chapman Hall and CRC Press, Baton Rouge, 2004, s. 7 – 8.

³⁴ Ibidem.

Rozdział 3. Systemy informatyczne – definicje i rodzaje

Dzięki postępowi technologii firmy mogą automatyzować wykonywane procesy i zadania oraz używać technologii do wsparcia pracowników w wykonywaniu ich pracy. Podobnie jak maszyny zaczęły zastępować pracę ludzi podczas rewolucji przemysłowej, rewolucja informacyjna pomaga zoptymalizować działania dzisiejszym przedsiębiorstwom. Rewolucja informacyjna to szerszy proces rozwoju społecznego występujący od drugiej połowy dwudziestego wieku w rozwiniętych technologicznie państwach.³⁵ Coraz większy udział sektora usług w rynku obrazuje, jak ważną rolę odgrywa teraz technologia i informacja. Informacja wraz z możliwością jej przetwarzania i wykorzystania jest istotnym elementem działania firm. Dostęp do sprawdzonej i zaktualizowanej informacji jest wysoko ceniony przez przedsiębiorstwa. Firmy powinny wiedzieć jak pozyskać i wykorzystać informacje, które w sposób ciągły wymagają aktualizacji. Jedynie te informacje, które są aktualne, pozwolą uzyskać przewagę biznesową nad innymi firmami oraz ułatwią podejmowanie słusznych decyzji.³⁶

Firmy świadczące usługi indywidualnym odbiorcom zazwyczaj dbają o swoje zaplecze informatyczne, tak aby produkt dostarczony do klienta działał jak najlepiej. W informatycznych oddziałach firm jedną z najważniejszych ról odgrywają systemy informatyczne, które są odpowiedzialne za działanie operacyjne firmy. Aby zrozumieć czym jest system informatyczny, należy najpierw przyjrzeć się bliżej definicji systemu informacyjnego. Za system informacyjny uznawana jest część systemu społecznego, gospodarczego lub technicznego. Zaliczają się do niego elementy takie jak ludzie, procesy informacyjne, zasoby danych. Jego celem jest przede wszystkim zaspokajanie potrzeb informacyjnych, gromadzenie i przetwarzanie danych na informacje przy użyciu procedur.³⁷

Można więc zatem zdefiniować systemy informatyczne jako skomputeryzowaną wyodrębnioną część większego systemu informacyjnego. System informatyczny to system informacyjny realizowany za pomocą technologii informatycznej. Według Fajfera system

³⁵ Castells M. Społeczeństwo sieci. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010, s.312.

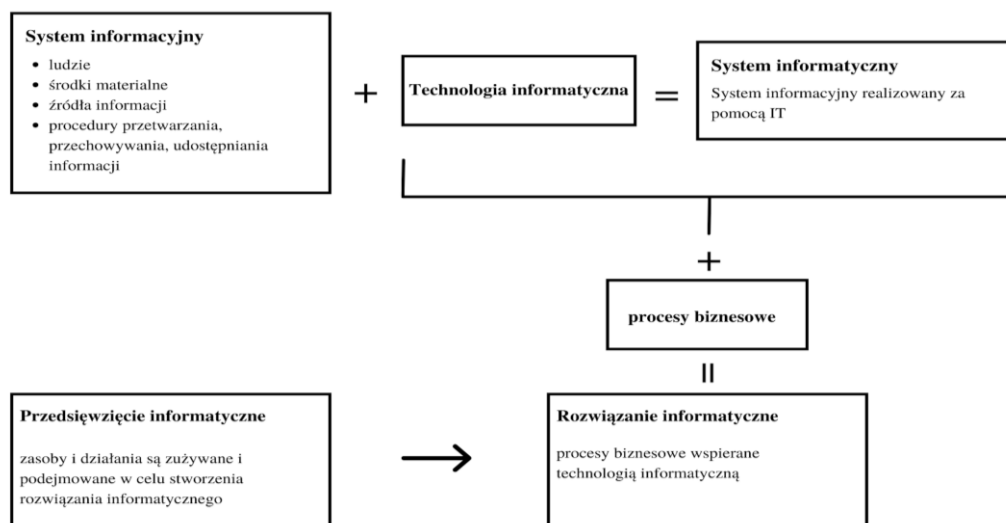
³⁶ Wojciechowski K. Wdrożenia systemów IT: błędy i problemy. ODO Labs, 2021, s.2.

³⁷ Hasan F.F. A review study of Information System. International Journal of Computer Applications. Kirkuk 2018, s.15.

informatyczny to „zespół współpracujących urządzeń, programów oraz procedur przetwarzania informacji i narzędzi programowych do przetwarzania danych”.³⁸ Występowanie wielu definicji systemu informatycznego, może być związane z faktem, iż systemy informatyczne mają bardzo szerokie zastosowanie.

Na Rysunku 1. pokazano uproszczone zastosowanie systemu informatycznego w przedsiębiorstwie. Można na nim zaobserwować, że technologia informatyczna razem z systemem informatycznym oraz procesami biznesowymi składa się na rozwiązanie informatyczne. Rolą systemu informatycznego jest dostarczaniu informacji z udziałem technologii informatycznej. Z kolei proces biznesowy to powiązane ze sobą działania bądź zadania, które mają rozwiązać dany problem i zaspokoić potrzeby klientów. Dzięki procesom biznesowym realizowana jest strategia organizacji. W celu stworzenia rozwiązania informatycznego, firma zużywa swoje zasoby, które są przypisane do danego przedsięwzięcia informatycznego. Rozwiązanie informatyczne jest więc wynikiem przedsięwzięcia informatycznego i zbiorem procesów gospodarczych realizowanych za pomocą technologii informatycznej (TI).

Rys. 1. System informacyjny i informatyczny w ogólnym ujęciu w przedsiębiorstwie.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Lech P. *Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją*. Gdańsk 2007.

³⁸ Fajfer P. Wdrożenie systemu informatycznego – korzyści płynące z użytkowania systemu ERP. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu, Poznań 2018. s.72-73.

Systemy informatyczne mogą się różnić wielkością, zastosowaniem czy złożonością. Rutkowski dzieli systemy informatyczne pod względem ich stopnia integracji na następujące rodzaje³⁹:

1. Systemy ewidencyjno-transakcyjne – powstały jako pierwsze, rejestrują zdarzenia gospodarcze w obszarach działania takich jak finanse i księgowość (systemy finansowo-księgowe).
2. Systemy informacyjno-decyzyjne – ich zadaniem jest wspomaganie firmy na poziomie operacyjno-taktycznym, wsparcie w efektywnym gromadzeniu danych, kontroli sterowania i koordynowania (sterowanie produkcją, prognozowanie sprzedaży).
3. Systemy wspomagania decyzji – ich celem jest pomaganie przedsiębiorstwom w wykorzystywaniu danych do podejmowania decyzji na poziomie strategicznym, takich jak optymalizacja wielkości produkcji.
4. Systemy eksperckie – zbiór programów komputerowych, które dzięki umiejętności korzystania z różnych baz wiedzy i reguł wnioskowania w celu wybrania rozwiązania określonego problemu (diagnozowanie i planowanie strategiczne).
5. Systemy informowania kierownictwa – gromadzi, organizuje i porządkuje kompleksowe dane, jest zbudowany na potrzeby konkretnych osób.
6. Systemy sztucznej inteligencji – ich rolą jest umiejętność wnioskowania pomimo braku całej wiedzy niezbędnej do rozwiązania danego problemu.
7. Zintegrowane systemy informatyczne – zorganizowane systemy informatyczne, które mogą pomóc we wszystkich sferach działalności przedsiębiorstwa.

Podział systemów informatycznych przyjęty przez Rutkowskiego jest jednym z możliwych podziałów etapów rozwoju i rodzajów systemów informatycznych. Natomiast za wyjściowy poziom systemów informatycznych w organizacjach i przedsiębiorstwach uznaje się system informatyczny klasy ERP.

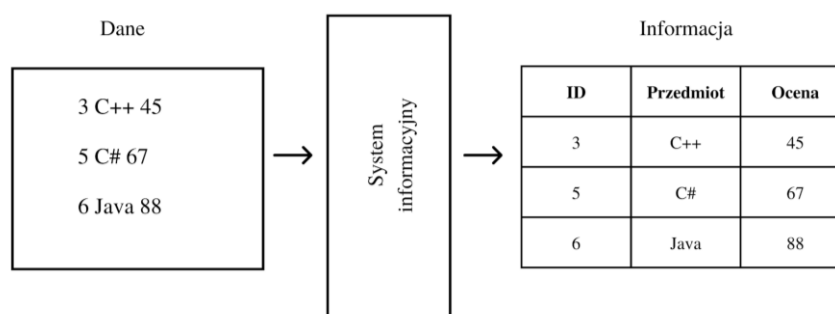
ERP to Planowanie Zasobów Przedsiębiorstwa (ang. Enterprise Resources Planning). Jest to określenie systemów informatycznych, które wspomagają zarządzanie przedsiębiorstwem. Uważa się, że jest to elastyczny i praktyczny system, który jest możliwy do praktycznego

³⁹ Rutkowski T., Systemy informatyczne w przedsiębiorstwie, Monitor Rachunkowości i Finansów 3/2007, s.1-2.

zastosowania we wszystkich działach przedsiębiorstw.⁴⁰ System ERP interpretuje się jako system organizowania, definiowania i standaryzowania procesów biznesowych, które są kluczowe w planowaniu i kontroli nad organizacją. System Planowania Zasobów Przedsiębiorstwa można zdefiniować jako pakiet oprogramowania umożliwiający planowanie zasobami przedsiębiorstwa. Jest on gotowym do użycia zintegrowanym zbiorem aplikacji, które obsługuje biznesowe funkcje przedsiębiorstwa.⁴¹

Systemy typu ERP dysponują dużą ilością różnych danych, między innymi danymi dotyczącymi firmy, wytwarzanych produktów i klientów. Dane to surowe, niezorganizowane i nieustrukturyzowane fakty. Informacje to dane przetworzone tak, by miały znaczenie dla decydenta, w konkretnej sytuacji decyzyjnej. Informacja definiowana jest też jako ukształtowane lub uformowane przez człowieka dane w istotną i użyteczną postać.⁴² Dane bez możliwości ich interpretacji są bezwartościowe. Firmy za pomocą systemu informatycznego wspomaganego przez człowieka mogą przeanalizować dane w taki sposób, że staną się informacją możliwą do wykorzystania w przyszłości. Opisany proces przekształcenia danych na informacje został zobrazowany na Rysunku 2.

Rys. 2. Różnica między danymi, a informacjami.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Fajfer P. Wdrożenie systemu informatycznego – korzyści płynące z użytkowania systemu ERP. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu, Poznań 2018.

Przedstawione na Rysunku 2 surowe dane takie jak: „3 C++ 45” są nieczytelne i trudne do interpretacji. Takie dane trafiają jednak do systemu informatycznego, który potrafi

⁴⁰ Fajfer P. Wdrożenie systemu informatycznego – korzyści płynące z użytkowania systemu ERP. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu, Poznań 2018. s.73.

⁴¹ Wieczerzycki W. Zintegrowane systemy informacyjne, [w:] Ciesielski M. (red.): Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw. PWE, Warszawa 2009, s.288.

⁴² Grabowski M. Dane, informacja, wiedza – próba definicji. Kraków 2009. s.8.

przetransformować je na informacje. W przedstawionym przykładzie dane zostały podzielone na trzy kategorie: ID, przedmiot i ocenę. Można je zinterpretować jako listę ocen lub zbieranych punktów przez poszczególnych studentów z różnych przedmiotów dotyczących języków programowania.

Rozdział 4. Projektowanie, tworzenie i wdrażanie chatbotów jako systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny

Procesy wdrażania systemu informatycznego w przedsiębiorstwach mogą się różnić pod względem czasu trwania, jego zakresu, zaangażowanych zasobów i sposobu wykorzystania technologii informatycznej. Biorąc pod uwagę kryterium wykorzystania technologii informatycznej, przedsięwzięcia dzielone są na przedsięwzięcia, które polegają na budowie od podstaw systemu informatycznego oraz na przedsięwzięciu wdrożenia standardowego systemu informatycznego.⁴³ Wymienione sposoby wdrożenia systemu różnią się od siebie metodyką czy też stopniem skomplikowania całego projektu wdrożenia. Dalsza część rozważań będzie skupiać się na przeanalizowaniu budowy od podstaw nowego systemu informatycznego.

System informatyczny, aby stał się gotowy do użytkowania, musi najpierw przejść drogę składającą się z różnych etapów w ciągu całego cyklu życia wytwarzania oprogramowania. Dostępnych jest wiele metod projektowania i analizy takiego systemu informatycznego. Na ich podstawie można wyróżnić uniwersalne etapy tworzenia systemów⁴⁴:

1. Analiza i określenie wymagań
2. Projektowanie systemu
3. Programowanie i dokumentowanie
4. Testowanie i walidacja
5. Wdrożenie systemu u odbiorcy
6. Eksploatacja i ewaluacja systemu

Uzyskanym efektem pracy po pierwszym etapie powinno być udokumentowanie założeń dotyczących funkcji i wymagań systemu jakie ma pełnić. Drugi krok dotyczy decyzji w zakresie sposobu realizacji postawionych wcześniej wymagań systemowych. Następny etap polega na zaprogramowaniu wcześniejszych rozwiązań. Testowanie systemu związane jest z próbą eksploatacją przez testerów i poprawie występujących błędów w systemie.

⁴³ Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007.s.12.

⁴⁴ Olejniczak S. Charakterystyka informatycznych systemów komputerowych. Według projektu: Model systemu wdrażania i upowszechniania kształcenia na odległość w uczeniu się przez całe życie. 2016.

Wdrożenie systemu polega na instalacji i dostosowaniu systemu u odbiorcy. Ostatecznie system jest używany i podlega metodom oceny jego funkcjonowanie.

Decyzja o samym wdrożeniu systemu informatycznego i sposobie jego wdrożenia jest skomplikowana z uwagi na związane z nią ryzyko dla przedsiębiorstwa, które występuje z powodu długiego czasu trwania projektów i ich wysokich kosztów. Firmy powinny mieć możliwość szacowania i eliminacji ryzyka podczas etapów wdrażania systemu. Implementacja systemu to wieloetapowy proces, którego nadrzędnym celem jest polepszenie działania przedsiębiorstwa i realizacja postawionych wcześniej celów projektu. Najważniejszym krokiem w projektowaniu systemu informatycznego jest decyzja o implementacji takiego systemu, jednakże przed jej podjęciem należy przeprowadzić dokładną analizę.⁴⁵

Ważnym aspektem w całym procesie implementacji systemu informatycznego w przedsiębiorstwie są korzyści organizacyjne i biznesowe płynące z obszaru objętego tym nowym systemem informatycznym. Firma powinna przeznaczyć oszacowane wcześniej odpowiednie środki na wdrożenie systemu, wyznaczyć czas wdrożenia oraz planowany czas zwrotu całej inwestycji. Ważne jest też zawczasu ustalenie maksymalnego opóźnienia wdrożenia, na jakie firma może sobie pozwolić. Innym obszarem związanym z wdrożeniem systemu jest rola pracowników podczas i po zakończeniu wdrożenia. Projekt w firmie, jakim jest wdrożenie systemu informatycznego, skupia się na kilku najważniejszych obszarach. Przedsiębiorstwo powinno dokładnie przeanalizować zakres projektu w każdym kroku. Należy określić zadania oraz przybliżony czas na ich wykonanie, cel oraz możliwe napotkane przeszkody. Plan projektu powinien zawierać między innymi opis celu projektu, różnego rodzaju zasady kierowania i rozwiązywania problemów, procedury przeprowadzania wdrożenia czy metody ich oceny.⁴⁶

Założony czas na realizację wdrożenia systemu informatycznego powinien zawierać indywidualny podział na wykonanie każdego z zadań i etapów. Zaplanowany czas realizacji powinien brać pod uwagę straty i opóźnienia związane z urlopami czy zwolnieniami pracowników. Przed podjęciem się takiego przedsięwzięcia firmy muszą oszacować wielkość

⁴⁵ Fajfer P. Wdrożenie systemu informatycznego – korzyści płynące z użytkowania systemu ERP. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu, Poznań 2018. s.75-76.

⁴⁶ Ibidem, s.77.

potrzebnego budżetu do realizacji. Na budżet projektu składają się koszty pośrednie i bezpośrednie. Do kosztów bezpośrednich zalicza się sprzęt, oprogramowanie, licencje oraz inne wydatki związane z obsługą, naprawą, instalacją oraz utrzymaniem sprzętu. Aby we właściwy sposób zarządzać kosztami, trzeba monitorować koszty i bieżącą sytuację związaną z rynkiem finansowym: inflację, kursy walut. Jednym ze sposobów monitorowania kosztów są przeglądy i sprawozdania finansowe. Różnice między obserwowanymi, a planowanymi sprawozdaniami, mogą pomóc w identyfikacji występującego problemu.

Na okres trwania projektu powoływany jest zespół projektowy. Wielkość tego zespołu może się różnić w zależności od etapu realizacji projektu. Zespół odpowiada przed komitetem sterującym projektem, a komitet odpowiada za podejmowanie najważniejszych decyzji i rozwiązywanie problemów w czasie trwania projektu. Podczas wdrażania firma powinna dostosowywać swoje działania z obecną sytuacją. Firma musi być elastyczna i jak najszybciej reagować na zmiany.⁴⁷

Wdrożenie systemu informatycznego jest nie tylko skomplikowanym procesem, ale też zazwyczaj bardzo długim. Dobrze zaplanowanie wdrożenia systemu do firmy jest bardzo ważne. Sposób jego przeprowadzenia może mieć wpływ na komfort pracy użytkowników, rentowność całego projektu wdrożenia i funkcjonalność.⁴⁸ W badaniu przeprowadzonym przez portal decyzje-IT.pl poproszono menadżerów o opinię na temat wdrażania systemu ERP w ich firmie. Czas realizacji wdrożenia systemu ERP w średnich przedsiębiorstwach wynosił odpowiednio: 24% projektów trwała do 6 miesięcy, 35% od 6 do 12 miesięcy, natomiast 30% trwała powyżej roku. Aż 65% kierowników firm przyznało, że czas realizacji był dłuższy od założonego.⁴⁹ Dłuższy czas przekłada się na wzrost budżetu, który projekt implementacji miał pochłoniąć. Pomimo iż wdrożenie systemu w firmie jest dużym kosztem, jego dobre zaplanowanie i realizacja przyczyni się do zysków uzyskanych dzięki niemu w przyszłości. Jeżeli wdrożenie zostanie dobrze przemyślane oraz przeprowadzone, z dużym prawdopodobieństwem przyczyni się ono do rozwoju firmy.⁵⁰

⁴⁷ Ibidem, s.77.

⁴⁸ Hoffer J.A., Prescott M.B., McFadden T.R. Modern Database Management. Pearson Prentice Hall, New Jersey 2007, s. 422-427.

⁴⁹ Fajfer P. Wdrożenie systemu informatycznego – korzyści płynące z użytkowania systemu ERP. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu, Poznań 2018, s.77.

⁵⁰ Wojciechowski K. Wdrożenia systemów IT: błędy i problemy. ODO Labs, 2021, s.4.

Chatboty, będące systemami informatycznymi opartymi o model konwersacyjny, podlegają podobnym etapom tworzenia i projektowania co etapy tworzenia systemu informatycznego (analiza i określenie wymagań, projektowanie systemu i aplikacji, programowanie i dokumentowanie, testowanie i walidacja, wdrożenie systemu u odbiorcy oraz eksploatacja i ewaluacja systemu). Są one zbieżne do etapów tworzenia i wdrażania chatbota w firmie. Rohit Tamrakar i Niraj Wani w swoim artykule wymienili pięć etapów projektowania chatbota, mianowicie:⁵¹

1. Określenie przeznaczenia chatbota
2. Wybór między chatbotem opartym na regułach, a modulem NLP
3. Testowanie chatbota
4. Projektowanie przebiegu rozmowy
5. Wybranie platformy wdrożenia

Pierwszym etapem jest określenie celu i przeznaczenia chatbota w organizacji. W drugim kroku osoby kierujące projektem powinny wybrać platformę opartą na regułach lub NLP. Chatboty oparte na regułach podczas konwersacji używają drzewa decyzyjnego. Drzewa decyzyjne to schemat, który rozpisuje najbardziej prawdopodobne pytania i gotowe odpowiedzi na nie. Z kolei chatboty wspierane językiem naturalnym są w stanie zrozumieć kontekst wypowiedzi i odpowiedzieć nawet na takie pytania, które nie znajdują się w bazie. Następnie chatbot jest testowany poprzez prowadzenie z nim próbnych rozmów i zadawanie tych samych pytań na wiele sposobów. W czwartym kroku projektuje się cały przebieg rozmowy chatbota. Przebieg rozmowy chatbota będzie się różnić w zależności od jego zastosowania. Projekt i logika chatbota musi być przeprowadzona w taki sposób, aby wirtualny asystent spełniał swoją funkcję. To, jakie chatbot ma przeznaczenie w firmie, ma wpływ na informacje, jakie powinien uzyskać od użytkownika lub jakie ma mu przekazać. Ostatnim etapem jest wybranie miejsca, platformy do wdrożenia chatbota. Firma może umieścić chatbota na swojej stronie internetowej, w aplikacji mobilnej czy też na jej fanpage'u w serwisie Facebook, Twitter lub Instagram.

Najpowszechniejszą metodą służącą do budowy chatbota jest utworzenie skryptu z bibliotek. Działanie bibliotek polega na wyselekcjonowaniu najodpowiedniejszych odpowiedzi po kluczowych słowach w wypowiedzi rozmówcy. Trafny dobór odpowiedzi uzależniony jest od

⁵¹ Tamrakar R., Wani N. Design and Development of Chatbot: A Review. Surat 2021. s.2-3.

języka programowania. Twórcy chatbotów najczęściej wykorzystywali języki programowania takie jak: Python, Java, C++ oraz AIML.⁵² Język AIML został specjalnie stworzony do programowania chatbotów. Twórcą tego języka jest wspomniany wcześniej w pracy Richard Wallace, twórca A.L.I.C.E..

Na budowę chatbota składa się: interfejs, baza wiedzy, moduł przetwarzania języka naturalnego z mechanizmem, który zarządza prowadzenie konwersacji oraz może posiadać dodatkową opcją jest moduł syntezy mowy i wizualizacji postaci. Chatbot zawiera interfejs, za pomocą którego wyświetlane są wiadomości. Baza wiedzy to informacje, jakie posiada chatbot dotyczące jego zadań i celu, na podstawie których prowadzi konwersacje. Czasami chatbot jest zaprogramowany do uczenia się i zdobywania nowej wiedzy z odbytych wcześniej konwersacji. Na potrzeby prowadzenia naturalnej i ludzkiej rozmowy chatbot posiada własną osobowość i dysponuje podstawowymi informacjami z wiedzy ogólnej. Pomimo rozbudowanej bazy wiedzy i przygotowanych gotowych odpowiedzi, chatbot musi być zdolny do odpowiedzi na każdą odpowiedź i zadane pytanie. Służy do tego opisany już w pracy mechanizm przetwarzania języka naturalnego. NLP jest łącznikiem w rozmowie komputera z użytkownikiem. Tłumaczy on wypowiedź użytkownika na zapytania dostępne w bazie wiedzy. Wykrywane są kluczowe słowa, które znajdują się w bazie i na jej podstawie tworzona jest wypowiedź chatbota.⁵³

Skomplikowany proces wdrożenia chatbota w firmie może wynikać ze złożonej budowy i różnych zastosowaniach botów. Firmy, które decydują się na takie rozwiązanie, najczęściej zapewniają stałą obsługę klientom przez całą dobę, prowadzą własną stronę internetową z możliwością rezerwacji czy zakupu różnego rodzaju produktów bądź usług. Chatboty mogą mieć też zastosowanie:

- w obszarze finansów - podejmują decyzje inwestycyjne⁵⁴
- w obszarze bankowości – przewidują oszustwa i zarządzają nieruchomościami⁵⁵

⁵² Kuligowska K., Zastosowanie inteligentnych agentów w aplikacjach handlu elektronicznego: wirtualni asystenci, *Ekonomia - Kwartalnik Wydziału Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego*, nr 18, Warszawa 2007.

⁵³ Kuligowska K., Commercial chatbot: performance evaluation, usability metrics, and quality standards of embodied conversational agents, *Professionals Center for Business Research, Volume 2 – Feb 2015 (02)*, Alkhaer Publications, Manchester 2015.

⁵⁴ Timmerman A. Neural networks in finance and investing. Using artificial intelligence to improve real world performance. *Int J. Forecast.* 1997. s.144-146.

⁵⁵ Fethi M.D, Pasiouras F. Assessing bank efficiency and performance with operational research and artificial intelligence techniques: A survey. *European Journal of Operational Research.* 2010. s.189-198 .

- w obszarze turystyki – oferowanie klientom pomocy podczas rezerwacji hotelu i lotu
- w informacji publicznej – przykładowo podczas pandemii COVID-19 chatboty wykorzystywane były jako źródło informacji dotyczących pandemii między innymi w Niemczech, Indiach czy Hiszpanii.⁵⁶

⁵⁶ Illescas-Manzano M.D, Lopez N.V., Gonzalez N.A., Rodriguez C.C. Implementation of Chatbot in Online Commerce, and Open Innovation, Journal of Open Innovation. 2021. s.5.

Część III – Miary, oceny i wskaźniki funkcjonowania chatbotów

Wprowadzenie do Części III

W następstwie pomyślnie przeprowadzonej implementacji chatbot działa samodzielnie. Początkowo bardzo intensywnie jest nadzorowany przez tzw. botmastera, który kontroluje poprawność jego działania i koryguje pojawiające się błędy. Botmaster ma wgląd w wewnętrzne procesy chatbota: może przeglądać prowadzone przez niego rozmowy oraz statystyki i wykresy dotyczące tych rozmów. Chatbot wyposażony jest standardowo w mechanizm raportowania, który zbiera szczegółowe dane o przeprowadzonych rozmowach i wykonanych zadaniach. W przypadku ewentualnych, pomyłek w połączeniach skryptów, ścieżek dostępu do plików, jakichkolwiek nieprawidłowości realizacji implementacji, botmaster poprawia wewnętrzną konfigurację bazy wiedzy oraz odpowiednio rozwija bazę wiedzy chatbota. Wraz z upływem czasu nadzór botmastera przechodzi w regularną konserwację systemu i okresowe testy, dużo mniej intensywne, aniżeli tuż po implementacji.

Jakimi cechami powinien się charakteryzować zaimplementowany chatbot? Jak zdiagnozować występowanie technicznych problemów? W którym momencie określić potrzebę zmodernizowania technologii? Z jednej strony istnieją uzasadnione przyczyny dla modelowania i odzwierciedlenia ludzkiego zachowania w działaniu chatbota, reprezentującego na stronie internetowej żywą, myślącą istotę. Z drugiej strony chatbot wciąż pozostaje narzędziem informatycznym, więc charakterystyka jego projektu powinna podlegać założeniom i specyfikacjom systemu informatycznego wykoncypowanego w fazie przygotowawczej. Posiadając niezależność i autonomię pojedynczej wirtualnej osoby, będąc równocześnie narzędziem informatycznym ułatwiającym komunikację między firmą a użytkownikiem, chatbot stał się elementem promowania innowacyjnej komunikacji w systemach interakcji człowiek-komputer, odmiennej od tej wyłącznie międzyludzkiej.⁵⁷

Newralgicznym punktem każdej implementacji chatbota jest opracowywanie jego bazy wiedzy. W zależności od użytego modułu przetwarzania języka naturalnego oraz dziedzin, w których chatbot ma się poruszać, istotne jest odpowiednie dobranie i zróżnicowanie wypowiedzi. Jest to proces najbardziej czasochłonny ze wszystkich etapów implementacji. W

⁵⁷ Gratch J., Marsella S., Egges A., Eliens A., Isbister K., Paiva A., Rist T., ten Hagen P., *Design criteria, techniques and case studies for creating and evaluating interactive experiences with virtual humans*, AAMAS Workshop on Embodied Conversational Agents: Balanced Perception and Action, New York, 2004, s. 1-2.

przypadku błędnego oszacowania (najczęściej niedoszacowania) ilości czasu potrzebnego na zebranie i wprowadzenie wszystkich danych, może nastąpić przedłużenie czasu realizacji implementacji i przesunięcie terminu realizacji całości projektu. Podobnym problemem może być konieczność modyfikacji pierwotnego projektu w przypadku nieplanowanego zaistnienia różnych okoliczności zewnętrznych, np. zmiana nazwy, danych teleadresowych firmy itp.

Implementacja chatbota powinna cechować się odpowiednią jakością funkcjonowania, żeby móc sprostać oczekiwaniom użytkowników, będących klientami danej firmy. Problem błędnego zrozumienia wypowiedzi użytkownika jest bardzo trudny do przezwyciężenia. Nieprawidłową interpretację zapytania użytkownika powinien wykryć i naprawić odpowiednio do tego skonfigurowany mechanizm zarządzania dialogiem. Z kolei związane z tym problemem niezdecydowanie chatbota wyrażane w ponawianych prośbach o zredefiniowanie wypowiedzi również powinno podlegać monitorowaniu i naprawieniu, gdyż w innym przypadku wywołuje to frustrację użytkownika. Przy częstym występowaniu takich sytuacji, dobrze żeby chatbot zaprezentował kilka możliwych interpretacji wypowiedzi, z których użytkownik mógłby wybrać odpowiednią dla siebie.

Implementację chatbota można ocenić pod względem technicznym i technologicznym biorąc pod uwagę: informacje przez niego przekazywane oraz realizowane zadania, znaczenie gestów, mimiki i wizualizacji, zrozumiałe dla użytkownika zachowanie oraz naturalność osadzenia chatbota w danym środowisku systemowym. Dodatkowo jeszcze można dodać szerszej zakrojone kryteria, mianowicie: estetyka projektu chatbota powinna być zorientowana wokół jego zasadniczych funkcji, rozwój chatbota powinien być wspierany przez najnowsze technologie multimedialne. Chatbot jest naturalnie i przekonująco odbierany przez użytkowników najczęściej wówczas, gdy odpowiednia graficzna jakość połączona z kontekstualną zawartością dobrze komponują się ze środowiskiem implementacji.⁵⁸ Ewentualne problemy techniczne, mogące się pojawić podczas realizacji implementacji, są takie same jak w przypadku implementacji każdego innego systemu informatycznego, związane z zapewnieniem właściwej funkcjonalności, stabilności działania systemu oraz zapewnienia bezpieczeństwa dla zbieranych i przetwarzanych informacji.

⁵⁸ Eliens A., Huang Z., Hoorn J. F., Visser C., *ECA Perspectives – Requirements, applications, technology*, Dagstuhl Seminar Proceedings: Evaluating Embodied Conversation Agents, 2004, s. 1-2.

Zazwyczaj z pojęciem oceny implementacji systemu informatycznego wiąże się termin efektywności tego przedsięwzięcia. Określa ona relację między uzyskanymi wynikami a nakładami poniesionymi na ich osiągnięcie. W literaturze można znaleźć wiele metod oceny efektywności przedsięwzięć informatycznych. Należą do nich różnorodne metody: ROI, PP, NPV, IRR, PI, TCO, BSC, które można podzielić na proste, dyskontowe i wielokryterialne. Jednakże termin „efektywność” jest niejednoznaczny, często odmiennie rozumiany w literaturze przedmiotu, na przykład jako „sprawność”, „wydajność” czy „skuteczność”.⁵⁹ Z kolei informacje w branżowej prasie dotyczące implementacji poszczególnych chatbotów są najczęściej tematem mikro-ewaluacji⁶⁰, testującej zachowanie i oceniającej szeroko pojętą użyteczność danego chatbota. Zatem kwestia „przydatności” albo „użyteczności” chatbota okazuje się być zbyt ogólnie postawionym pytaniem.

Analiza i ocena chatbota nie może być oderwana od roli, jaką ma pełnić w danym środowisku i wykonywanych zadań, a także należy wziąć pod uwagę cechy charakterystyczne docelowych rozmówców.⁶¹ Jeden chatbot będzie głównie redukował ponoszone przez firmę koszty rozmów telefonicznych do klientów oraz liczbę obsługiwanych wiadomości e-mail, na które pracownicy działu obsługi klienta muszą nieustannie odpowiadać, z kolei inny będzie miał za zadanie identyfikację najczęściej pojawiających się tematów rozmów zaczynanych przez klientów i ich zapytań związanych z działalnością swego pracodawcy, np. firmy ubezpieczeniowej lub wydawniczej. Widać więc wyraźnie, jak trudne jest porównywanie względem siebie chatbotów - każdy z nich ma swój własny, niepowtarzalny profil działalności. Podczas ewaluacji chatbota, jeśli tylko to możliwe, należy brać pod uwagę każdy potencjalny rodzaj danych, które mogą być pomocne w dalszych jego ocenach i porównaniach. Dopiero poszczególne oceny zebrane w całość mogą zostać w ogólniejszym kontekście prześledzone i stanowić narzędzie informatyczne dostarczające dedykowanych rozwiązań szeroko rozumianej obsłudze klienta.

Nakłady poniesione na zakup i wdrożenie narzędzia informatycznego dość łatwo poddają się wycenie. Koszty, które wówczas się pojawiają, można podzielić na jednorazowe i bieżące.

⁵⁹ Nowicki A. (red.), *Komputerowe wspomaganie biznesu*, Wydawnictwo PLACET, Warszawa 2006, s.210-214.

⁶⁰ Buisine S., Hartmann B., Mancini M., Pelachaud C., *Conception et Evaluation d'un Modele d'Expressivité pour les Gestes des Agents Conversationnels*, Revue en Intelligence Artificielle RIA, Special Edition “Interaction Emotionnelle”, nr 20(4-5)2006, s. 2.

⁶¹ Xiao J., Stasko J., Catrambone R., *Embodied conversational agents as a UI paradigm: A framework for evaluation*, Proceedings of the AAMAS02 Workshop on Embodied conversational agents – let’s specify and evaluate them!, Bologna 2002, s. 1.

Jednorazowy jest zakup odpowiedniego oprogramowania wraz z licencjami, uruchomienie oprogramowania oraz przeszkolenie personelu do jego obsługi. Koszty bieżące składają się natomiast na eksploatację narzędzia informatycznego, jego rozwój i konserwację. Opcjonalnie mogą wystąpić trudno mierzalne koszty związane z chaosem organizacyjnym i informacyjnym występującym w początkowym okresie funkcjonowania narzędzia informatycznego, tuż po jego implementacji.⁶²

Trudno porównywać i oceniać między sobą koszty poniesione na zakup chatbota. Niski koszt jednej implementacji może być po prostu spowodowany zapotrzebowaniem na mniejszą, niekoniecznie rozbudowaną bazę wiedzy tego konkretnego przypadku. Z kolei wysoki koszt innej implementacji może wynikać z bardziej zaawansowanego projektu zastosowania chatbota. Różnica w cenie zależy od stopnia zaawansowania chatbota oraz przewidywanych funkcjonalności, które ma realizować.

Niezwykle trudnym zadaniem jest także wyczerpująca ocena chatbota. Jest to narzędzie, dotyczące tak wielu dziedzin (informatyka, NLP, psychologia, kognitywistyka, UI/UX, grafika, synteza mowy), że trudno przedstawić i zgłębić wszystkie aspekty jego budowy, implementacji i funkcjonowania. Ujednolicone podejście badawcze utrudnia niestety fakt, że każda z firm wdrożeniowych pracuje z własną, unikalną technologią, opierając się na wypracowanej przez siebie autorskiej metodologii realizacji implementacji chatbota.

Chatboty są niezwykle zróżnicowane. Implementowane są w kanałach komunikacyjnych i w procesach wewnętrznych firm różnych dziedzin: nieruchomości, ubezpieczenia, kosmetyki, media, edukacja itd. Różnią się też między sobą zarówno cechami konstrukcji wewnętrznej: objętość bazy wiedzy, moduł NLP, interakcja ze środowiskiem oraz cechami zewnętrznymi: sposób osadzenia na stronie, technologia użyta do wizualizacji itp. Zasadne staje się więc pytanie, czy można w ogóle myśleć o stworzeniu uniwersalnego podejścia do oceny implementacji chatbota?

⁶² Nowicki A. (red.), *Informatyka dla ekonomistów. Studium teoretyczne i praktyczne*, PWN, Warszawa-Wrocław 1998, s. 75.

Rozdział 5. Miary oceny wdrożenia systemów informatycznych niekonwersacyjnych oraz opartych o model konwersacyjny

Ostatnim etapem tworzenia systemu informatycznego jest jego ewaluacja. W literaturze przedmiotu ocena przedsięwzięć informatycznych jest określana przez charakterystyki takie jak: czas, sposób i przedmiot oceny, jakość oprogramowania, niezawodność, zgodność z wymaganiami czy bezpieczeństwo. Charakterystyki te w stosunkowo ogólny sposób oceniają przedsięwzięcia informatyczne. Uważa się, że projekt został zakończony sukcesem, jeśli jego wykonanie nastąpiło zgodnie z harmonogramem, budżetem i przewidzianą specyfikacją projektu.⁶³ Jednak wymienione miary nie wyczerpują tematu ewaluacji przedsięwzięcia informatycznego i nie są wystarczające do weryfikacji sukcesu danego projektu. Istnieje wiele metod służących do dokładniejszej oceny jakości wdrożonego i funkcjonującego systemu.

Efektywność systemu jest jedynym z elementów jego oceny. Efektywność rozumiana jest jako stosunek uzyskanych korzyści do poniesionych kosztów. KPI (Key Performance Indicators) to kluczowe wskaźniki efektywności. Do KPI zaliczają się finansowe i niefinansowe wskaźniki służące do pomiaru realizacji celów organizacji. Firmy mogą za ich pomocą mierzyć i sprawdzać, w jaki sposób wdrożenie systemu informatycznego wpływa na osiąganie celów biznesowych, na przykład poprzez monitorowanie czasu odpowiedzi systemu.⁶⁴ Wskaźniki KPI dobierane są indywidualnie, w zależności od potrzeb firmy, branży i jej cech specyficznych. Jednak nie ma konkretnego zestawu takich wskaźników dla firmy, co może uzasadniać wiele istniejących miar oceny projektów, w tym systemów informatycznych.

Za jedną z najbardziej znanych i najczęściej opisywanych miar w literaturze uznaje się ISO/IEC 25010:2011.⁶⁵ Ten model oceny ma zastosowanie zarówno do systemów komputerowych, jak i oprogramowania.⁶⁶ Jest to zaktualizowana wersja oryginalnej normy

⁶³ Lech P. *Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją*. Gdańsk 2007. s.72.

⁶⁴ Grycuk A. Kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) jako narzędzie doskonalenia efektywności operacyjnej film produkcyjnych zorientowanych na lean. 2011. s.28-31.

⁶⁵ Polillo R. *Quality Models for Web [2.0] Sites: a Methodological Approach and a Proposal*. Mediolan 2011.

⁶⁶ <https://www.iso.org/standard/35733.html> [dostęp 08.2022]

ISO/IEC 9126, która rozszerzyła model bazowy o dwie nowe charakterystyki: bezpieczeństwo i zgodność systemu. Została utworzona przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną w 1991 roku i jest to międzynarodowa norma, będąca oceną jakości oprogramowania. Norma ta składa się z czterech części⁶⁷:

1. Model jakości – model klasyfikuje jakość oprogramowanie używając cech i ich podkategorii.
2. Miary zewnętrzne – miary skupiające się na uruchomionym, działającym oprogramowaniu.
3. Miary wewnętrzne – miary statyczne, nieskupiające się na wykonaniu oprogramowania.
4. Miary jakości użytkowej – miary stosowane, gdy oprogramowanie używane jest jako produkt końcowy w rzeczywistych warunkach.

Początkowa wersja ISO/EIC 9126 w ogólny sposób oceniała jakość systemu, opierała się na sześciu głównych cechach jakościowych, które zawierają dwadzieścia siedem charakterystyk:

1. Funkcjonalność – oprogramowanie posiada funkcje zgodne z wymaganiami użytkownika.
2. Niezawodność – oprogramowanie umożliwia wykonywanie założonych zadań w ustalonych warunkach.
3. Użyteczność – oprogramowanie jest łatwe do zrozumienia, nauki i jest łatwe w użyciu.
4. Wydajność – oprogramowanie jest wydajne zgodnie z wcześniejszymi założeniami.
5. Możliwość konserwacji – w oprogramowaniu dokonuje się zmian, poprawianie błędów, polepszaniu i dostosowywaniu.
6. Przenośność – oprogramowanie można przekształcić do użycia w innym środowisku systemowym.

W aktualnej wersji ISO/IEC 25010:2011 na model jakości systemu składają się miary wewnętrzne i zewnętrzne systemu. Obejmuje ona osiem cech głównych i trzydzieści jeden charakterystyk. Tak jak zilustrowano to w Tabeli 4., dodane zostały dwie cechy. Uznano, że nową cechą zostanie bezpieczeństwo oprogramowania i będzie mieć na nią wpływ poufność, integralność, niezaprzeczalność, odpowiedzialność oraz autentyczność systemu. Pomimo iż

⁶⁷ Botella P., Burgués X., Carvallo J.P., Franch X. ISO/IEC 9126 in practice: what do we need to know?. 2004, s.3.

zgodność jest również nową cechą, to jej charakterystyki zostały zaczerpnięte z innych cech, a mianowicie: współlistnienie zaczerpnięto z przenośności, a współdziałanie zaczerpnięto z funkcjonalności.⁶⁸

Tabela 4. Porównanie charakterystyk pomiędzy ISO/EIC 9126 i ISO/IEC 25010:2011.

ISO/EIC 9126	ISO/IEC 25010:2011
Funkcjonalność (Functionality)	Przydatność funkcjonalna (Functional suitability)
Niezawodność (Reliability)	Niezawodność (Reliability)
Użyteczność (Usability)	Użyteczność (Usability)
Wydajność (Efficiency)	Wydajność (Performance efficiency)
Możliwość konserwacji (Maintainability)	Możliwość konserwacji (Maintainability)
Przenośność (Portability)	Przenośność (Portability)
-	Bezpieczeństwo (Security)
-	Zgodność (Compatibility)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Polillo R. Quality Models for Web [2.0] Sites: a Methodological Approach and a Proposal. Mediolan 2011.

Przytoczona miara ISO/EIC skupia się na badaniu ogólnej jakości systemów informatycznych. Natomiast ocena efektywności przedsięwzięcia informatycznego dotyczy zazwyczaj kilku poziomów.⁶⁹ Klasyfikacja korzyści i kosztów jest najważniejszą analizą przedsięwzięć informatycznych uwzględniającą ekonomiczne wyniki przedsiębiorstwa.⁷⁰ W zamieszczonej dalej Tabeli 5. przedstawiona została klasyfikacja korzyści i kosztów zastosowania rozwiązań informatycznych w przedsiębiorstwie.

Mając na uwadze związek zastosowań informatyki i ekonomicznych wyników przedsiębiorstwa, korzyści i koszty dzielone są na bezpośrednie i pośrednie. Bezpośrednie korzyści (analogicznie w przypadku kosztów) powstają wtedy, gdy dzięki użytej technologii informacyjnej w przedsiębiorstwie nastąpiło polepszenie wyników ekonomicznych. Natomiast o korzyściach pośrednich mówi się, gdy wpłynęły korzystnie na działanie

⁶⁸ Polillo R. Quality Models for Web [2.0] Sites: a Methodological Approach and a Proposal. Mediolan 2011.s.3.

⁶⁹ Szplit M., Ekonomiczne aspekty działania systemowa informatycznych w przedsiębiorstwach, Kielce 2012, s.1.

⁷⁰ Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007.s.38.

przedsiębiorstwa, ale nie przyczyniły się bezpośrednio do polepszenia jej wyników ekonomicznych.

Kolejnym kryterium podziału jest możliwość pomiaru kosztów i korzyści, mogą być one mierzalne lub niemierzalne. Korzyści bądź koszty są mierzalne, wtedy, gdy można je zapisać miarą finansową bądź fizyczną. Problem doboru miary wyników niemierzalnym rozwiązuje się m.in. określając wyniki miarami ilościowymi i jakościowymi. Koszty i korzyści mogą zostać ujęte finansowo i niefinansowo. Koszty bądź korzyści finansowe można także ująć w jednostkach pieniężnych.

Tabela 5. Klasyfikacja korzyści i kosztów zastosowania rozwiązań informatycznych w przedsiębiorstwie.

Kryterium klasyfikacji	Możliwe wartości
Związek z wynikami ekonomicznymi organizacji	• Bezpośrednie • Pośrednie
Możliwość pomiaru	• Mierzalne • Niemierzalne
Możliwość przypisania wartości pieniężnej	• Finansowe • Niefinansowe

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007.

Zgodnie z powyższą klasyfikacją kosztów i korzyści, ocena efektywności przedsięwzięcia informatycznego może występować na kilku poziomach, w zależności od uwzględnionych kryteriów w analizie. Efektywność ze względu na kryterium między przedsięwzięciem a wynikami ekonomicznymi organizacji można mierzyć w następujący sposób:⁷¹

1. Na poziomie bezpośrednich korzyści i kosztów.
2. Na poziomie pełnych korzyści i kosztów (bezpośrednie i pośrednie).

Ze względu na efekty podjęcia od strony finansowej efektywność ocenia się:

1. Finansowe korzyści i koszty.
2. Pełne korzyści i koszty (finansowe i niefinansowe).

⁷¹ Ibidem, s.179.

Łącząc dwie powyższe klasyfikacje powstaje kombinacja ocen efektywności na poziomach przedstawionych poniżej w zamieszczonej dalej Tabeli 6.

Tabela 6. Sposób pomiaru efektywności przedsięwzięć informatycznych.

Poziom pomiaru	Klasyfikacja pomiarów	Sposób wyrażenia pomiaru efektywności
Mierzalne koszty i korzyści	Bezpośrednie, finansowe	Jednostki pieniężne
	Bezpośrednie, pełne (finansowe i niefinansowe)	Jednostki pieniężne: koszty niefinansowe wyrażone w miarach wartościowych, rangi punktowe
	Pełne (bezpośrednie i pośrednie), finansowe	Jednostki pieniężne
	Pełne (bezpośrednie pośrednie, finansowe, niefinansowe)	Rangi punktowe
Niemierzalne koszty i korzyści	Niemierzalne koszty i korzyści	Opis słowny

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007.

Do najłatwiej mierzalnych korzyści i kosztów zalicza się bezpośrednie i finansowe korzyści i koszty. Można je wyrazić w wymiarze pieniężnym oraz wynikają one bezpośrednio z wdrożenia rozwiązania informatycznego. Takie korzyści najczęściej powstają dzięki automatyzacji prac w przedsiębiorstwie bądź skróceniu czasu trwania procesów gospodarczych, natomiast koszty mogą dotyczyć budowy infrastruktury informatycznej czy opłacenia licencji.

Drugą możliwą kombinacją ocen efektywności są bezpośrednie oraz finansowe i niefinansowe korzyści i koszty. Pomimo, iż jest to możliwy scenariusz, najczęściej bezpośredni wpływ przedsięwzięcia informatycznego jest wyrażany w mierzalnych finansowo jednostkach i modelach. Jednak, jeżeli nie jest możliwe wyrażenie korzyści i kosztów do postaci wartościowej, stosuje się rangi punktowe.

Trzecią możliwością jest wystąpienie pełnych (bezpośrednich i pośrednich) kosztów oraz korzyści finansowych. Korzyści pośrednie mogą wynikać z lepszej informacji, z produkowania nowych usług i zapewnienia lepszej jakości obsługi klientów. Do kosztów pośrednich zalicza się czas pracowników w ujęciu wartościowym, czyli dodatkowy czas jaki pracownicy poświęcili na pomoc lub naprawę błędów, a także zmniejszone przychody spowodowane przez same błędy w obsłudze systemu. Czwartą możliwą opcją pomiaru efektywności przedsięwzięć informatycznych jest poziom pełnych kosztów i korzyści. Jedyną możliwą opcją ich pomiaru jest użycie rang punktowych.

Ekonomiczne aspekty oceny przedsięwzięć informatycznych przedstawione w literaturze przedmiotu skupiają się na kryteriach metod i narzędziach pomiaru kosztów i korzyści. Lech w swoim artykule połączył dwie klasyfikacje ekonomicznego podziału kosztów: stworzoną przez Renkema, Berghouta oraz Mayora^{72,73}. Na ich podstawie zaproponował podział metod oceny przedsięwzięć informatycznych biorąc pod uwagę sposób pomiaru ich korzyści i kosztów. Istnieje wiele kryteriów klasyfikacji podziału tych metod oceny, które przedstawiono w Tabeli 7. Widać w niej następujące klasyfikacje: sposób ujęcia kosztów i korzyści, poziom obserwacji, zakres oceny i specyfikę technologii informatycznej.

Tabela 7. Metody oceny przedsięwzięć informatycznych na podstawie pomiaru korzyści i kosztów.

Kryterium klasyfikacji	Możliwe wartości
Sposób ujęcia kosztów i korzyści, technika pomiaru	Metody ilościowe: 1. Deterministyczne (finansowe) 2. Probabilistyczne Metody jakościowe: 1. Multikryterialne 2. Analizy strategicznej
Poziom obserwacji	1. Pojedynczy projekt 2. Porównanie projektów 3. Cała organizacja

⁷² Renkema T., Berghout E. (1997) Methodologies for information systems investment evaluation at the proposal stage: a comparative review, *Information and Software Technology* 39/1997. Eindhoven 1997. s. 1-13.

⁷³ Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007.s.72.

Zakres oceny	1. Wszystkie aspekty 2. Wybrane aspekty
Specyfika TI	1. Metoda specyficzna dla TI 2. Metoda zaadaptowana z innych zastosowań

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007.

W klasyfikacji obejmującej sposoby ujęcia kosztów i korzyści widnieje podział na metody ilościowe i jakościowe. Na metody ilościowe składają się metody deterministyczne, nazywane również finansowymi, które odzwierciedlają korzyści i koszty poprzez pojedyncze wartości. Metody probabilistyczne wykorzystują narzędzia statystyki matematycznej i rachunku prawdopodobieństwa, korzyści i koszty traktowane są jako zmienne losowe. Druga grupa metod, jakimi są metody jakościowe, w ocenie uwzględniają również czynniki niefinansowe. Do metod jakościowych zalicza się metody multikryterialne, które uwzględniają finansowy i niefinansowy element oceny oraz metody analizy strategicznej.

W następnych akapitach zostaną przeanalizowane wybrane ekonomiczne metody ilościowe i jakościowe przedstawione w zamieszczonej dalej Tabeli 8.

Tabela 8. Metody ilościowe i jakościowe w ocenie przedsięwzięć informatycznych na podstawie pomiaru korzyści i kosztów.

Metody ilościowe	Metody jakościowe
1. NPV 2. ROI 3. TCO 4. TEI Inne: EVA, PP	1. Ekonomika Informacji 2. Zrównoważona Karta Wyników Inne: Metoda Pięciu Filarów, Analiza portfelowa

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007.

NPV – NET PRESENT VALUE

NPV, czyli bieżąca wartość netto to miara dyskontowanych przepływów pieniężnych netto. Bieżąca wartość netto to metoda oceny efektywności ekonomicznej inwestycji. NPV jest

interpretowana na podstawie wyliczonego wskaźnika. Wskaźnik obliczany jest poprzez różnicę przepływów gotówkowych (z uwzględnieniem wartości pieniądza w czasie) i nakładów początkowych. Bieżąca wartość netto umożliwia na bezwzględną ocenę projektu. Projekt jest opłacalny, gdy wartość wskaźnika jest większa od zera. Minusem prostoty tej metody jest stosowanie podczas trwania projektu stałej stopy dyskontowej i uproszczenie dotyczące ryzyka projektu.⁷⁴

ROI – RETURN OF INVESTEMENT

Bardziej złożoną analizowaną miarą jest zwrot z inwestycji (ang. Return of Investment, ROI). Jest to wskaźnik, który również jest używany do szacowania opłacalności projektów informatycznych.⁷⁵ ROI mierzy korzyści uzyskane po inwestycji w dany projekt informatyczny. Analiza zawiera materialne i niematerialne korzyści uzyskane z implementacji systemu do przedsiębiorstwa. Na zmianę wartości zwrotu z inwestycji wpływa: zmiana przychodów, zmiana kosztów, zmiana wydajności, korzyści niemierzalne, koszty nabycia systemu informatycznego. Przedsiębiorstwa prowadzą dokumentację dotyczącą wyżej wymienionych zmian, dlatego analiza ROI jest łatwo mierzalna. Jednak wadą wskaźnika zwrotu z inwestycji jest problem z identyfikacją, czy zmiany w przychodach związane były tylko z daną inwestycją, a nie wynikały z innych projektów. Dlatego do pomiaru wskaźnika ROI firmy powinny wybrać tylko te przychody, które są powiązane z danym projektem, na przykład wdrożeniem systemu informatycznego. Do wyliczenia wartości wskaźnika zwrotu z inwestycji należy podzielić uzyskane przychody przez uzyskane koszty.

TCO – TOTAL COST OF OWNERSHIP

Kolejną stosowaną miarą oceny systemu informatycznego jest TCO (Total Cost of Ownership), czyli metoda całkowitych kosztów posiadania. Została stworzona przez Gartner Group, amerykańskie przedsiębiorstwo analityczno-badawcze, które w głównej mierze zajmuje się strategicznym wykorzystywaniem technologii. Metoda całkowitych kosztów posiadania pozwala w dokładny sposób ująć koszty powstałe w wyniku posiadania rozwiązania informatycznego.^{76,77} Ta metoda w sposób całościowy skupia się na wszystkich

⁷⁴ Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007.s.76-77.

⁷⁵ Osuszek Ł. Ocena efektywności inwestycji w rozwiązania BPM. IBM 2011, s. 358.

⁷⁶ Mastalerz M. Podstawy szacowania kosztów wdrażania portali społecznościowych w przedsiębiorstwie. Szczecin 2018, s.82.

kosztach wytworzonych w procesie pozyskiwania nowych technologii informatycznych. TCO hierarchizuje koszty nabycia, posiadania oraz użytkowania systemu. Na wycenę TCO składa się wiele kosztów. Oprócz kosztów samego zakupu produktu, występują również koszty powstałe przy zakupie, badaniu kwalifikacji dostawcy, transportu, przechowywania czy utylizacji. Na sumę całkowitych kosztów składa się:⁷⁸

1. Kapitał trwały: sprzęt komputerowy, sieciowy, oprogramowanie
2. Koszty powstałe poprzez stratę czasu pracowników
3. Koszty powstałe przy tworzeniu oprogramowania
4. Koszty związane ze wsparciem technicznym
5. Koszty związane z nauką potrzebną do użytkowania: kursy obsługi, certyfikaty
6. Koszty niesformalizowanej nauki: książki
7. Koszty administracji
8. Koszty powstałe przy zarządzaniu danymi
9. Koszty dostaw i zapasów

Głównym celem w TCO jest znalezienie ukrytych kosztów zakupu produktu. Uznaje się, że cena zakupionego produktu to jedynie 25% całkowitych kosztów poniesionych podczas jego całego cyklu życia w firmie.⁷⁹ Do ukrytych kosztów zalicza się: szkolenie pracowników, koszty pracowników, koszt instalacji, preferencje użytkownika, nieprzewidziany przestój, zarządzanie ryzykiem, koszty gwarancji, materiały eksploatacyjne i części, koszt utrzymania, koszt dostawy.

TEI – TOTAL ECONOMIC IMPACT

Metoda rozszerzająca metodę całkowitych kosztów posiadania (TCO) oraz wskaźnik zwrotu z inwestycji (ROI) to metoda całkowitego wpływu ekonomicznego. Została opracowana przez firmę Forrester, jest szerzej znana pod angielską nazwą Total Economic Impact (TEI). TEI oprócz analizy kosztów i korzyści dodatkowo zajmuje się analizą ryzyka i elastyczności. Nowy czynnik, jakim jest ryzyko, ujmuje prawdopodobieństwo zdarzenia, że firma poniesie większe koszty niż planowała oraz korzyści wynikające z inwestycji będą niższe. Drugi nowy czynnik, jakim jest elastyczność uwzględnia wartości przyszłych możliwości i korzyści, które

⁷⁷ Lewicki W., (2017), Wskaźnik Total Cost of Ownership jako narzędzie służące optymalizacji procesu zakupowego samochodów osobowych. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Oeconomica*

⁷⁸ Osuszek Ł. Ocena efektywności inwestycji w rozwiązania BPM. IBM 2011, s.357,358.

⁷⁹ Barbusova M., Gaso M., Medvecká I. Use of TCO Analysis in Industry 4.0. Pilzno 2019. s.12.

dana inwestycja może zapewnić firmie w przyszłości. Uwzględnienie tych czynników pomaga przedsiębiorstwu uzyskać bardziej realistyczny ogląd sytuacji, na który może się przygotować poprzez dokładniej dobraną strategię.⁸⁰

Ekonomika Informacji

Ekonomika Informacji jest miarą jakościową i uważana jest za pierwszą ekonomiczną metodę oceny przedsięwzięcia informatycznego, która powstała w 1988 roku. Oprócz tradycyjnych miar finansowych, ocenia wartość projektu w domenie biznesowej i technologicznej. Do oceny względnej wartości korzysta z rozszerzonej stopy zwrotu. Wartość projektu jest mierzona w skali 0 – 100, gdzie „100” oznacza projekt o największym znaczeniu dla organizacji. Elementy składające się na wartość rozwiązania informatycznego mają przyporządkowane rangi w zakresie 0 – 5. Następnie rangi mnożone są przez wagę, jaką mają dane elementy w procesie spełnienia celów organizacji. Końcowa wartość projektu obliczana jest w następujących pięciu krokach scharakteryzowanych poniżej⁸¹.

1. Ustalenie rozszerzonej stopy zwrotu i przypisanie jej rangi

Krok ten polega na obliczeniu tradycyjnej stopy zwrotu i stopniowym rozszerzaniu jej o elementy, związane z danym rozwiązaniem informatycznym. Do obliczenia tradycyjnej stopy zwrotu bierze się pod uwagę bezpośrednie korzyści finansowe, powstałe w wyniku wdrożenia projektu w firmie: uzyskane z projektu przychody, zaoszczędzone koszty, poniesione nakłady finansowe, koszty eksploatacji. Wyliczona stopa zwrotu zostaje poprawiana i może uwzględnić dodatkowe korzyści finansowe uzyskane podczas wdrożenia. Do końcowej stopy zwrotu zespół dokonujący oceny projektu powinien nadać rangę odzwierciedlającą wymagania przedsiębiorstwa dotyczące zwrotu z inwestycji.

2. Ustalenie rang dla miar domeny biznesowej

Na tym etapie oceniane są niefinansowe korzyści i koszty domeny biznesowej. Można do nich zaliczyć przewagę konkurencyjną czy zgodność ze strategią. Do wybranych korzyści i kosztów przypisywane są rangi od zera do pięciu.

⁸⁰ <https://ecapitaladvisors.com/blog/forresters-total-economic-impact-methodology/> [dostęp 08.2022]

⁸¹ Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007, s.104-112.

3. Ustalenie rangi dla miar domeny technologicznej

Analogicznie do kroku drugiego, na tym etapie ustala się rangi dla miar domeny technologicznej. Do tych miar należy między innymi ryzyko infrastrukturalne, zmienność początkowego celu projektu.

4. Ustalenie systemu wartości organizacyjnej – wag

Organizacja określa priorytety danego projektu informatycznego. Miarom nadawane są wagi tak, aby suma wag pomnożona przez maksymalną wartość rangi równą 5 równała się 100.

5. Ustalenie miary wartości projektu

Po nadaniu wag poszczególnym miarom, następuje etap wyliczenia wartości ocenianego projektu informatycznego. Do wyliczenia tej wartości należy pomnożyć rangi przez ustalone wagi. Końcowa wartość projektu to suma wszystkich poszczególnych wartości miar.

Przytoczona Ekonomia Informacji wykorzystuje finansowe, niefinansowe oraz bezpośrednie i pośrednie koszty i korzyści do oceny rozwiązania informatycznego. W swojej ocenie uwzględnia też ryzyko, które pojawia się podczas realizacji projektu. Jest to jednak podejście bardzo subiektywne i ocena całego projektu zależy od osób oceniających dane przedsięwzięcie. Jej kolejną wadą jest zbyt duża ogólnikowość, która może nie być w stanie scharakteryzować istotnych elementów. Została jednak stworzona 34 lata temu i powinna zostać dostosowana do obecnych realiów technologicznych, które od 1988 zmieniły się diametralnie.

BS – BALANCED SCORECARD

Literatura przedmiotu wymienia również metodę zrównoważonej karty wyników (Balanced scorecard - BS) jako ekonomiczną miarę oceny systemu informatycznego. Metoda zrównoważonej karty wyników to instrument finansowy, który usprawnia mierzenie wyników przez firmy. Instrument ten pomaga w określeniu efektywności działań firmy w realizowanej strategii. Zgodnie z założeniami metody BS, strategię przedstawia się przy pomocy mierzalnych celów, które są niezbędne do realizacji zamierzonego planu. Cele firmy zawarte są w czterech perspektywach, które są mierzone za pomocą wybranych elementów finansowych i pozafinansowych.⁸²

⁸² Kuchta D., Ryńca R. Zrównoważona karta wyników i zrównoważona karta działania. Badania operacyjne i decyzje. 2007, s.94.

Na metodę zrównoważonej karty wyników składa się:

1. Perspektywa finansowa
2. Perspektywa klienta
3. Procesów wewnętrznych
4. Infrastruktury i rozwoju

Perspektywa finansowa wyszczególnia kilka wybranych środków finansowych, które sprawdzają powodzenie projektu. Zalicza się do niej miary takie jak: zwrot z kapitału, zmiana wartości dla akcjonariuszu oraz wykorzystanie posiadanych aktywów. Perspektywa klienta bierze pod uwagę co jest ważne dla klientów i interesariuszy oraz w jaki sposób firma powinna wyglądać, aby osiągnąć postawione cele. Ta perspektywa zwraca uwagę na cechy produktów, usług, relacje z klientami oraz wizerunek i reputację przedsiębiorstwa. Zadaniem perspektywy procesów wewnętrznych jest odpowiedzenie na pytanie w jakich procesach biznesowych nasza firma ma się wyróżniać. W skład jej oceny wchodzi środki i miary takie jak: rozwijanie produktów oraz usług, dostarczanie produktów oraz usług i usługi posprzedażowe. Czwarta perspektywa, jaką jest perspektywa uczenia się i rozwoju, odpowiada za ciągły rozwój firmy i wprowadzanie innowacji. W tej płaszczyźnie zwraca się uwagę na możliwości pracowników oraz systemu informacyjnego, motywację oraz czas na wprowadzenie produktu na rynek.⁸³

Opisane miary oceny systemu informatycznego nie wyczerpują wszystkich miary występujące w literaturze. Jednak zostały wybrane na podstawie przeanalizowanej literatury przedmiotu jako te najczęściej pojawiające się i najszerzej zbadane metody. W zamieszczonej dalej Tabeli 9. każdą z miar: metodę TCO, wskaźnik ROI, metodę TEI oraz metodę BS scharakteryzowano najważniejszymi cechami.

Tabela 9. Wybrane miary oceny systemu informatycznego – podsumowanie.

Miara oceny systemu informatycznego	Najważniejsze cechy
Bieżąca wartość netto - NPV	Miara zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto, interpretowana na podstawie wskaźnika obliczanego na podstawie różnicy przepływów gotówkowych i nakładów początkowych.

⁸³ Chavan M. The balanced scorecard: a new challenge, Journal of Management Development. 2009.

Zwrot z inwestycji - ROI	Zawiera materialne i niematerialne uzyskane korzyści. Wpływ na zmianę wartości ROI: zmiana przychodów, zmiana kosztów, zmiana wydajności, korzyści niemierzalne, koszty nabycia systemu informatycznego.
Metoda pełnych kosztów posiadania - TCO	Suma wszystkich kosztów posiadania, użytkowania i zakupu. W kosztach należy uwzględnić koszty powstałe przy zakupie, badania kwalifikacji dostawcy, transportu, przechowywania czy utylizacji.
Metoda całkowitego wpływu ekonomicznego - TEI	Ulepszona wersja TCO i ROI, ocenia wpływ inwestycji w technologię. Określa koszty korzyści, elastyczność, czynniki ryzyka wpływające na decyzję inwestycyjną.
Ekonomika Informacji	Oprócz tradycyjnych miar finansowych, ocenia wartość projektu w domenie biznesowej i technologicznej. Do oceny względnej wartości korzysta z rozszerzonej stopy zwrotu. Wartość projektu jest mierzona w skali 0 – 100, gdzie „100” oznacza projekt o największym znaczeniu dla organizacji.
Metoda zrównoważonej karty wyników - BS	Mierzy wynik firmy i efektywności. Definiuje ona cele i mierniki służące do analizy postępu projektów, które dzieli się na cztery perspektywy: finansową, klienta, procesów wewnętrznych, infrastruktury i rozwoju.

Źródło: Opracowanie własne.

W ostatnich latach nastąpił wzrost zainteresowania chatbotami, a co za tym idzie wzrost liczby publikacji naukowych z nimi związanych. Pomimo większej liczby artykułów, nie wyróżnił się dotychczas jednorodny system metody oceny działania chatbotów. Chatboty najczęściej były oceniane na podstawie testu Turinga. Jednak ten test w ostatnich latach nie cieszy się już taką popularnością, ponieważ w interakcji z chatbotem ludziom nie zależy, aby zdał on ten test.⁸⁴

W literaturze istnieje wiele podejść badawczych dotyczących oceny użyteczności chatbotów. Jednym z nich jest podział na „glass box” oraz „black box”. Badania typu „glass box”

⁸⁴ Casas J., Tricott M-O, Khaled O.A, Mugellini E., Cudre-Maroux P. A.B.. Trends & Methods in Chatbot Evaluation. ICMI '20 Companion, Holandia 2020.

skupiają się na ocenie aspektów funkcjonowania chatbotów takich jak gramatyka, poprawności odpowiedzi, rozumienie języka naturalnego. W drugim podejściu badawczym typu „black box” większą uwagę przykładą się do oceny satysfakcji użytkownika, na którą składa się czas oraz forma usługi. Do tego badania używa się dwóch kwestionariuszy. „Kwestionariusze pokonwersacyjne” wypełniane są od razu po zakończonej konwersacji przez testerów i nie badają dogłębnie satysfakcji. „Kwestionariusze po badaniu” zawierają bardziej wnikliwe oceny użyteczności.⁸⁵

Do ewaluacji chatbotów firmy stosują różne standardy oceny. Jednak znalezienie uniwersalnej miary jest istotne w celu pomiaru wdrożeń najnowszych technologii w systemach informatycznych. W celu bardziej wnikliwego przyjrzenia się miarom oceny chatbotów został przeanalizowany przegląd literatury w tym obszarze⁸⁶.

PARADISE

Kryterium, które dzieli podejścia badawcze, jest podział miar na obiektywne i subiektywne. Model, który bierze pod uwagę obydwa kryteria oceny to PARADISE. PARADISE (PARAdigm for DIAlogue System Evaluation) to zbiór ram oceny agentów opartych na języku mówionym.⁸⁷ PARADISE jest alternatywą testu Turinga uwzględniającą przeznaczenie oraz realizację zadań chatbota. Uwzględnia on obiektywne miary oceny takie jak: procent poprawnych odpowiedzi, jakość rozwiązania, średni czas reakcji systemu, czas dialogu i inne. Miary obiektywne są łatwe dostępne i firma może pozyskać jako dane z systemu. Do subiektywnych miar zalicza się miary intuicyjności interfejsu: łatwość użytkowania, spójność wypowiedzi, poprawność odpowiedzi, zdolność do naprawiania błędów, satysfakcja użytkownika. Dostęp do wymienionych miar jest bardziej skomplikowany i najczęściej wymaga udziału użytkownika po rozmowie z agentem.

AICSQ

Chatboty oparte o moduł przetwarzania języka naturalnego obsługują klientów, których pierwsze wrażenie kontaktu z firmą znacząco wpływa na satysfakcję i lojalność klientów, a co za tym idzie na zyski organizacji. Chatboty, w porównaniu z tradycyjną obsługą klienta,

⁸⁵ Jaskowska M., Wójcik M. Metody i techniki badania użyteczności systemów informatyczno-wyszukiwawczych opartych o model konwersacyjny. Kraków 2017, s.192.

⁸⁶ Casas J., Tricott M-O, Khaled O.A, Mugellini E., Cudre-Maroux P. A.B.. Trends & Methods in Chatbot Evaluation. ICMI '20 Companion, Holandia 2020.

⁸⁷ Jaskowska M., Wójcik M. Metody i techniki badania użyteczności systemów informatyczno-wyszukiwawczych opartych o model konwersacyjny. Kraków 2017, s.192.

opierają się na zaawansowanym systemie informatycznym. Chatboty poprzez zaawansowaną technologię i sztuczną inteligencję gwarantują klientom natychmiastowe odpowiedzi i usługi. Chatboty wyręczają ludzi w pewnych aspektach, do których można zaliczyć przechowywanie informacji, moc obliczeniową i nieograniczoną tempem możliwość ciągłego uczenia się.⁸⁸ Z drugiej strony, chatboty różnią się od systemów informatycznych posiadaniem inteligencji zbudowanej na kształt tej ludzkiej. Dlatego ewaluacja jakości ich usług powinna się różnić od tradycyjnej oceny obsługi klienta. Chen i inni w celu wypełnienia tej luki rozwinęli skalę jakości usług chatbota AICSQ (Artificial Intelligence Chatbot Service Quality), która uwzględnia w ocenie sztuczną inteligencję. Rozszerzona miara AICSQ ma być instrumentem pomiarowym dla empirycznych badań usługi chatbotów, takich jak jakość usług chatbota AI czy mierzenia wyników biznesowych.

W wyniku badań i analizy literatury Chen i inni opracowali model AICSQ pokazany w Tabeli 10. Wymiar jakości zawiera kategorie takie jak: zrozumienie kontekstu, współpraca człowieka ze sztuczną inteligencją, ludzkość, ciągły rozwój, personalizacja, adaptacja kulturowa oraz efektywność.

Tabela 10. Wielopoziomowy wymiar jakości chatbota AI.

Wymiar jakości	Cechy
Zrozumienie kontekstu	• Rozumienie zapytania • Rozumienie wyrażonych emocji
Współpraca człowiek-sztuczna inteligencja	• Dostępność • Łatwość przeniesienia • Zapamiętywanie
Ludzkość	• Wyrażanie ludzkich sygnałów • Ludzka osobowość • Ludzka empatia
Ciągły rozwój	• Samokształcenie • Aktualizacje systemu

⁸⁸ Chen Q., Gong Y., Lu Y., Tang J. Classifying and measuring the service quality of AI chatbot in frontline service. Wuhan 2022, s.552-553.

Personalizacja	• Identyfikacja klienta • Spersonalizowane odpowiedzi • Spersonalizowane polecenia
Adaptacja kulturowa	• Brak barier językowych • Obycie z kulturą
Efektywność	• Ciągła dostępność • Elastyczność • Uproszczenie procesu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Chen Q., Gong Y., Lu Y., Tang J. Classifying and measuring the service quality of AI chatbot in frontline service. Wuhan 2022, s.553.

Według Chen i innych wysoki poziom AICSQ gwarantuje realizację celów biznesowych. Uważają, że wyniki ich badań dostarczają przedsiębiorstwom obszernej wiedzy na temat wyboru chatbotów. Przed wdrożeniem takiego agenta, organizacje mogą stwierdzić, czy chcą „zatrudnić” takiego wirtualnego asystenta. Dodatkowo, skala AICSQ obrazuje poziom zadowolenia klientów, którzy skorzystali z usług chatbota co przysłużyłoby się do kontroli jakości usług i wydajności organizacji.

ISO 9241

Za popularną normę, która zapewnia jakość usług, uznawana jest standaryzacja ISO (Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna). Norma ISO 9241, obejmuje ergonomię interakcji między człowiekiem, a systemem. Ergonomia jest dyscypliną naukową, która bada przystosowanie maszyn, środowiska do możliwości człowieka. ISO 9241 zawiera wytyczne, jakie powinny spełniać witryny internetowe skupiające się na stworzeniu przyjaznych interfejsów dla użytkownika.⁸⁹ Jaskowska i Wójcik użyteczność systemów konwersacyjnych definiują zgodnie z normą ISO 9241, uznają ją za miarę wydajności, efektywności i satysfakcji użytkownika. Zgodnie z literaturą przedmiotu za wyróżniki systemu konwersacyjnego przyjęto: język, dialog, status i kontrolę, nawigację, zasób wiedzy, pomoc,

⁸⁹ Cagiltay K., Alacam O., Ocak N, Erdal F. Developing ISO 9241-151 Product Certification Process: Challenges. Ankara 2013. s.1-2.

awatar.⁹⁰ Radziwill i Benton⁹¹ na podstawie artykułów napisanych w latach 1995-2017 zauważyli, że metody oceniające chatboty są zgodne z koncepcją użyteczności ISO 9241. Tak jak Jaskowska i Wójcik, wyróżnili oni również wydajność, efektywność i satysfakcję użytkownika jako główne miary jakości chatbota. Efektywność podzielili oni na funkcjonalność, ewaluowaną poprzez interpretację poleceń i łatwość użycia oraz na ludzkość ocenianą głównie za pomocą testu Turinga. Z kolei zadowolenie podzielono na afekt, etykę i zachowanie oraz dostępność. Afekt mierzy się za pomocą pierwszego wrażenia, udzielania wskazówek i informacji emocjonalnych. Natomiast etyka i zachowanie odnoszą się do godności, etyki oraz kultury, a dostępność dotyczy reakcji na sygnały społeczne i wykrywanie intencji użytkownika.

BLEU i ROUGE

Język używany przez chatbota powinien zawierać rozpoznawalne słowa, frazy i pojęcia, tak aby użytkownik mógł go zrozumieć.⁹² Naturalna rozmowa z chatbotem może być prowadzona poprzez podtrzymywanie tematu, na przykład poprzez zadawanie dotyczących tego tematu pytań.⁹³ Baza wiedzy chatbotów powinna zawierać wiedzę ogólną, jako że ma imitować rozmowę z człowiekiem.⁹⁴ Komunikaty o błędach powinny być dla użytkownika łatwe do rozpoznania i zrozumienia co dokładnie nie działa i co zrobić, aby to naprawić.⁹⁵ Ważną funkcją jest też możliwość dostępu do menu, bądź informacji oraz do złożenia opinii po skorzystaniu z usługi. Chatbot powinien posiadać awatar, na który powinna sięłożyć jego osobowość, płeć, imię, wiek oraz wyrażać emocje.⁹⁶

Maroengsit i inni⁹⁷ w 2019 roku w swoim artykule przeanalizowali 30 artykułów, spośród których 17 zawierało metody oceny chatbotów. Ocena treści zawiera automatyczną ocenę za pośrednictwem BLEU i ROUGE. Druga metoda skupia się na satysfakcji użytkownika i w

⁹⁰ Jaskowska M., Wójcik M. Metody i techniki badania użyteczności systemów informatyczno-wyszukiwawczych opartych o model konwersacyjny. Kraków 2017, s.192.

⁹¹ Radziwill N., Benton M. Evaluating Quality of Chatbots and Intelligent Conversational Agents. 2017.

⁹² Scott K. Usability heuristics for bots. 2016. <https://thekevinscott.com/usability-heuristics-for-bots/> [dostęp 08.2022]

⁹³ Morrissey K., Kirakowski J., Realness in chatbots: establishing quantifiable criteria. 2013. s. 87-96.

⁹⁴ Jaskowska M., Wójcik M. Metody i techniki badania użyteczności systemów informatyczno-wyszukiwawczych opartych o model konwersacyjny. Kraków 2017, s.197.

⁹⁵ Scott K. Usability heuristics for bots., op.cit.

⁹⁶ Kuligowska K., Commercial chatbot: performance evaluation, usability metrics, and quality standards of embodied conversational agents, Professionals Center for Business Research, Volume 2 – Feb 2015 (02), Alkhaer Publications, Manchester 2015.

⁹⁷ Maroengsit W., Piyakulpinyo T., Phonyiam K., Pongnumkul S., Chaovalit P., Theeramunkong, T. A Survey on Evaluation Methods for Chatbots. 7th International Conference on Information and Education Technology. 2019.

bezpośredni sposób pyta użytkowników o zadowolenie z użycia chatbota. Ocena funkcjonowania obejmuje ocenę zadaniową dla chatbotów zadaniowych. W zależności od celów chatbota można zastosować cztery perspektywy ewaluacji. Perspektywa użytkownika mierzy satysfakcję użytkownika i użyteczność. Perspektywa wyszukiwania informacji mierzy dokładność i szybkość odpowiedzi na wiadomość użytkownika. Perspektywa językowa bada w jakim stopniu konwersacja jest jakościowa, ilościowa, a perspektywa AI jest badana przez test Turinga.

HCI

Nadrzędnym celem systemu konwersacyjnego jest usprawnienie relacji użytkownika z przedsiębiorstwem. Używanie systemu konwersacyjnego powinno być intuicyjne i łatwe. Na takim założeniu powinien się opierać system, który bazuje na modelach konwersacyjnych w języku naturalnym.⁹⁸ Rozwój sztucznej inteligencji umożliwia stworzenie właśnie takich systemów, a popularność takich rozwiązań można potwierdzić danymi dotyczącymi licznych wdrożeń w przedsiębiorstwach. Jasińska i Wójcik uznały za konieczne wypracowanie metod i technik diagnozowania dostosowanych do specyfiki takich systemów poprzez badanie ich funkcjonalności, użyteczności i przyjazności dla użytkowników.⁹⁹ Jain i inni¹⁰⁰ skupili się na interakcji człowieka z komputerem (ang. Human Computer Interaction, HCI). Po trzydniowych rozmowach użytkowników z chatbotem zostały zbadane dane ilościowe takie jak czas interakcji, liczba wiadomości. Na koniec okresu użytkownicy ocenili funkcjonowanie chatbota na płaszczyznach takich jak: funkcjonalność, konwersacja, inteligencja, osobowość chatbota i interfejs chatbota. Venkatesh i inni¹⁰¹ na podstawie danych z Alexa Prize, bazy z milionem konwersacji z chatbotami, odrzucają Test Turinga jako sposób oceny chatbotów. Zaproponowany został model wskaźników badających chatbota: doświadczenie konwersacyjne użytkownika, zaangażowanie, spójność, zasięg domeny, głębia konwersacji i różnorodność tematyczna, zakres konwersacji.

Wymienione miary, zebrane poniżej w Tabeli 11, były najczęściej poruszane i opisywane w artykułach naukowych dotyczących miar funkcjonowania chatbotów. Na ich podstawie

⁹⁸ Próchnicka M. Człowiek i komputer. Dialogowy model wyszukiwania informacji. Wydawnictwo UJ. Kraków 2004.

⁹⁹ Jaskowska M., Wójcik M. Metody i techniki badania użyteczności systemów informatyczno-wyszukiwawczych opartych o model konwersacyjny. Kraków 2017, s.197.

¹⁰⁰ Jain M., Kumar P., Kota R., Patel S. Evaluating and Informing the Design of Chatbots. Hong Kong 2018.

¹⁰¹ Venkatesh A., Khatri C., Ram A., Guo F., Gabriel R., Nagar A., Prasad R., Cheng M., Hedayatnia B., Metallinou A., Goel R., Yang S., Raju A. Evaluating and Comparing Conversational Agents. USA 2018.

można zauważyć, że przedstawione miary funkcjonowanie systemów informatycznych są zbieżne do miar ISO 9241, co jest zgodnie z wnioskami na podstawie przeprowadzonej już przeglądu literatury przedmiotu. Warto zauważyć, że popularny test Turinga dalej jest stosowany, ale nie jest on już samodzielną miarą oceny chatbotów. Jest on najczęściej używany jedynie jako narzędzie do pomiaru jednej z perspektyw używanych do oceny efektywności systemu informatycznego opartego o model konwersacyjny. Chatboty ewaluowane są również pod względem jakości obsługi klienta. Z kolei miara AICSQ składa się z dodatkowych kryteriów oceny.

Tabela 11. Podsumowanie wybranych podejść dotyczących oceny miar funkcjonowania chatbotów.

Podejście	Najważniejsze informacje
ISO 9241	Norma oceny ergonomii interakcji człowiek – komputer. Kryteria oceny: 1. wydajność, 2. efektywność, 3. satysfakcja. Wyróżniki systemu przyjęte przez Jaskowską i Wójcik to: język, dialog, status i kontrolę, nawigację, zasób wiedzy, pomoc, i awatar.
AICSQ	Jakość usług chatbota AICSQ (Artificial Intelligence Chatbot Service Quality) mierzona jest przy użyciu miar: 1. zrozumienie kontekstu, 2. współpraca człowiek – sztuczna inteligencja, 3. ludzkość, 4. ciągły rozwój, 5. personalizacja, adaptacja kulturowa, efektywność.
PARADISE	Zbiór obiektywnych i subiektywnych ram ocen. Do obiektywnych zalicza się m.in.: 1. procent poprawnych odpowiedzi, 2. średni czas reakcji systemu, 3. jakość rozwiązania. Do subiektywnych należą miary takie jak:

	1. łatwość użytkowania, 2. spójność wypowiedzi, 3. satysfakcja użytkownika.
--	---

Źródło: opracowanie własne

System oceny Russel-Rose

Do ekonomicznych miar oceny chatbotów można zaliczyć system oceny, który początkowo został stworzony przez Russel-Rose'a. Russel-Rose użył czterech perspektyw służących do oceny funkcjonowania chatbotów. Do miar oceny zaliczył doświadczenie użytkownika, wyszukiwanie informacji, perspektywę językową oraz perspektywę technologiczną. Podejście Russel-Rose'a zostało jednak rozszerzone przez Dijanę Peras, która przedstawiła dodatkową perspektywę chatbotów. Za piątą perspektywę uznała perspektywę biznesową, która objęła wartości biznesowe i ekonomiczne, dotychczas nieuwzględnione w tym podejściu.¹⁰² Na podstawie perspektyw stworzono ramy oceny, które składają się z kategorii, atrybutów, metryk oraz podejść.

Pierwszą perspektywą jest perspektywa doświadczeń użytkownika. Jest ona złożona z czterech kategorii takich jak użyteczność, wydajność, afekt oraz satysfakcja. Użyteczność wiąże się z łatwością obsługi i czasem potrzebnym na wykonanie zadania. Na jakość wykonania składa się kompletność, terminowość i inne jakościowe charakterystyki. Na afekt ma wpływ ocena doświadczeń i emocji korzystających z chatbota użytkowników. Afekt mierzony jest za pomocą wypełnianych ankiet bądź kwestionariuszy. Satysfakcja mierzy zadowolenia osoby korzystającej z usług chatbota. Porównuje się oczekiwane odczucie z faktycznym odczuciem na temat skorzystania z chatbota.

Kolejną perspektywą jest perspektywa wyszukiwania informacji, która weryfikuje zaspokajanie potrzeby informacji przez firmy. Składa się ona z trzech kategorii: dokładności, dostępności, efektywności. Te kategorie mają charakter ilościowy i badają w jakim stopniu realizowane jest dane zadanie i dostarczają wartościowych informacji. Natomiast perspektywa językowa weryfikuje poziom poprawności językowej chatbotów i ich odpowiedzi. Wydajność natomiast mierzona jest za pomocą poziomu słowno-gramatycznego. Perspektywa językowa składa się z kategorii takich jak: jakość, ilość, relacja, sposób,

¹⁰² Peras D., Chatbot evaluation metrics: review paper, Economic and Social Development, Zagrzeb 2018.

poprawność gramatyczna. Pierwsze cztery sprawdza się za pomocą skali Likerta. Wymienione miary tej perspektywy mają charakter jakościowy i wymagany jest zespół ekspertów do przeprowadzenia takiej oceny.

Do perspektywy technologii zalicza się jedną kategorię: „ludzkość”. Chatbot powinien mieć zdolność do zachowywania i wyrażania ludzkich zachowań. Konieczne jest więc przetwarzanie, rozumienie i generowanie języka naturalnego (NLP, NLU, NLG). Dodatkowo, „ludzkość” wirtualnego asystenta najczęściej mierzy się miarą ilościową poprzez test Turinga. Miarą jakościową wykorzystywaną jest między innymi skala ocen, chociaż jest to subiektywna ocena. Ostatnio wprowadzoną perspektywą jest perspektywa biznesowa, która jest kluczowa dla przedsiębiorstw, jako wypadkowa skuteczności i kosztów chatbota. Pomiar skuteczności może być dokonywany za pomocą wskaźników takich jak: liczba użytkowników, czas rozmowy chatbota, liczba rozmów chatbota. Natomiast dla oszacowania kosztów bierze się pod uwagę: liczbę agentów prowadzących konwersację, czas trwania rozmowy, liczbę nieudanych konwersacji, liczbę nietrafnych odpowiedzi udzielonych przez chatbota.

Literatura przedmiotu rzadko skupia się na ekonomicznych miarach wdrożenia chatbotów w przedsiębiorstwach. Większą popularnością cieszą się miary jakości systemu, które nie skupiają się na korzyściach i kosztach. Dlatego oprócz wskaźników charakterystycznych dla klasycznych systemów informatycznych, chatboty powinny być oceniane poprzez miary, które dotyczą jakości obsługi klienta oraz weryfikują adekwatny poziom działania sztucznej inteligencji.

Spośród niewielkiej liczby artykułów podejmujących przegląd ekonomicznych aspektów funkcjonowania chatbotów, na uwagę zasługuje raport firmowy IBM, w którym posłużono się miarami i aspektami funkcjonowania klasycznych systemów informatycznych. Raport przeprowadzony został przez firmę Forrester, która to stworzyła miarę TEI służącą do ekonomicznej oceny systemów informatycznych.¹⁰³ Firma Forrester, używając między innymi metody całkowitego wpływu ekonomicznego, wyliczyła koszty i korzyści biznesowe zaoszczędzone dzięki wdrożeniu w firmie IBM (International Business Machines

¹⁰³ Forrester Total Economic Impact. The Total Economic Impact of IBM Watson Assistant 2020, https://www.ibm.com/watson/assets/duo/pdf/watson_assistant/The_Total_Economic_Impact_of_IBM_Watson_Assistant-March_2020_v3.pdf [dostęp 08.2022]

Corporation) chatbota o nazwie Watson Assistant. Celem raportu jest dostarczenie ram oceny możliwego wpływu finansowego chatbota Watson Assistant do organizacji. Watson Assistant jest chatbotem firmy IBM, który przy użyciu przetwarzania języka naturalnego umożliwia użytkownikowi interakcje z systemem biznesowym. Chatbot w firmie IBM zastąpił usługi chatu, e-maile i rozmowy telefoniczne, gdyż te metody uznano za zbyt wolne i kosztowne.

Firmy decydują się na inwestycję w chatbota Watson Assistant, aby wydane koszty przełożyły się na bardziej efektywne działania oraz w celu poprawienia jakości obsługi klienta. Watson Assistant jest pierwszym poziomem zetknięcia się klienta z przedsiębiorstwem za pośrednictwem komunikatorów. Watson umie odpowiadać na proste pytania użytkowników, pomaga klientom znaleźć potrzebne dla nich informacje oraz przekierowuje użytkownika do ludzkiego asystenta w przypadku bardziej skomplikowanego zadania.

Sukces wirtualnego asystenta Watson Assistant mierzony jest na podstawie korzyści wynikających z oszczędności związanych z konwersacją, konsolidacją helpdesku, agentów IT i zasobów ludzkich, wzrostem wydajności dzięki obecności agenta, prawidłowym przekierowaniu rozmów do pracownika. W zamieszczonej dalej Tabeli 12. przedstawione zostały dokładne wyniki uzyskane po wdrożeniu agenta do firmy IBM. Suma wszystkich korzyści wynosi prawie 24 miliony dolarów z uwzględnieniem wartości bieżącej skorygowanej o ryzyko.

Tabela 12. Korzyści z wdrożenia chatbota Watson Assistant.

Korzyść	ROK 1	ROK 2	ROK 3	SUMA	Wartość bieżąca skorygowana o ryzyko
Oszczędności związane z konwersacją z klientem	\$1,584,000	\$4,989,600	\$9,900,000	\$16,473,600	\$13,001,663
Konsolidacja helpdesku, agentów IT i zasobów ludzkich	\$0	\$2,040,000	\$2,040,000	\$4,080,000	\$3,218,633
Wzrost wydajności dzięki obecności agenta	\$0	\$0	\$1,350,000	\$1,350,000	\$1,014,275
Prawidłowe	\$2,276,640	\$2,656,080	\$3,225,240	\$8,157,960	\$6,687,951

przekierowanie rozmowy do pracownika					
Suma	\$3,860,640	\$9,685,680	\$16,515,240	\$30,061,560	\$23,922,512

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Forrester Total Economic Impact. The Total Economic Impact of IBM Watson Assistant 2020,
https://www.ibm.com/watson/assets/duo/pdf/watson_assistant/The_Total_Economic_Impact_of_IBM_Watson_Assistant-March_2020_v3.pdf [dostęp 08.2022].

Do kosztów chatbota Watson Assistant wliczono jego licencję, wewnętrzne koszty pracy, płace analityków konwersacyjnych, opłaty za usługi. Zamieszczona dalej Tabela 13. obrazuje podział kosztów wraz z poniesionymi opłatami. Suma kosztów w okresie trzech lat od implementacji wyniosła blisko 5,5 miliona dolarów.

Tabela 13. Koszty wdrożenia chatbota Watson Assistant.

Koszty	Początkowe	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Suma	Wartość bieżąca skorygowana o ryzyko
Licencja IBM	\$0	\$20,700	\$80,213	\$138,000	\$238,913	\$188,791
Wewnętrzne koszty pracy	\$14,200	\$93,150	\$62,100	\$62,100	\$341,550	\$306,861
Analitycy konwersacji	\$742,500	\$742,500	\$1,485,000	\$2,227,500	\$5,197,500	\$4,318,326
Opłaty za usługi	\$287,500	\$120,750	\$208,150	\$121,900	\$738,300	\$660,883
Suma kosztów	\$1,154,200	\$997,100	\$1,835,463	\$2,549,500	\$6,516,263	\$5,474,861

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Forrester Total Economic Impact. The Total Economic Impact of IBM Watson Assistant 2020,
https://www.ibm.com/watson/assets/duo/pdf/watson_assistant/The_Total_Economic_Impact_of_IBM_Watson_Assistant-March_2020_v3.pdf [dostęp 08.2022].

Dla wdrożenia chatbota Watson Assistant wartość współczynnika NPV wyniosła 18,4 miliona dolarów, wartość współczynnika ROI wyniosła 337%, a czas zwrotu z inwestycji wyniósł mniej niż pół roku. Firma Forrester do analizy wpływu chatbota Watson Assistant użyła podstawowych elementów TEI: korzyści, kosztów, elastyczności i ryzyka.

Rozdział 6. Porównanie miar oceny wdrożenia systemów informatycznych niekonwersacyjnych oraz opartych o model konwersacyjny

Ocena chatbotów opartych o przetwarzanie języka naturalnego łączy kilka miar ich funkcjonowania w przedsiębiorstwie. Jednocześnie chatboty powinny podlegać miarom, które dotyczą jakości obsługi klienta, miarom jakim podlegają systemy informatyczne oraz tym, które weryfikują poziom sztucznej inteligencji. Chatboty powinny podlegać szerszej ocenie niż tradycyjna obsługa klienta, ponieważ nie uwzględnia ona technicznych cech usługi chatbotów.¹⁰⁴ Poziom sztucznej inteligencji mierzony jest za pomocą testu Turinga. Oprócz tych miar, chatboty podlegają ocenie tak, jak klasyczne systemy informatyczne i mierzy się ich korzyści i koszty wdrożenia i funkcjonowania.

Jakość klasycznych systemów informatycznych mierzona jest za pomocą normy jakości ISO 25010:2011. Jest ona uważana za międzynarodową normę oprogramowania. Jednak zgodnie z przytoczoną literaturą przedmiotu chatboty podlegają innej normie jakości. Tą normą jest ISO 9241, która przede wszystkim zawiera wytyczne do stworzenia przyjaznych interfejsów dla użytkownika stron internetowych. W zamieszczonej dalej Tabeli 14. zostały zestawione wymienione obydwie normy ISO. Na pierwszy rzut oka widać dużą rozbieżność w ocenie systemów. Klasyczne systemy informatyczne posiadają szerszą perspektywę oceny. Chatboty ewaluowane są przede wszystkim pod względem dostosowania do użytkownika i jego zadowolenia.

Tabela 14. Porównanie występujących w literaturze przedmiotu ekonomicznych miar implementacji i funkcjonowania systemów informatycznych niekonwersacyjnych i systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny.

Norma ISO/IEC 25010:2011	Norma ISO 9241
Norma oceny jakości oprogramowania zawiera: model jakości, miary zewnętrzne, miary wewnętrzne, miary jakości użytkowej. Kryteria oceny: 1. funkcjonalność,	Norma oceny ergonomii interakcji człowiek – komputer. Kryteria oceny: 1. wydajność, 2. efektywność, 3. satysfakcja.

¹⁰⁴ Chen Q., Gong Y., Lu Y., Tang J. Classifying and measuring the service quality of AI chatbot in frontline service. Wuhan 2022, s.552-553.

2. niezawodność, 3. użyteczność, 4. wydajność, 5. możliwość konserwacji, 6. przenośność, 7. bezpieczeństwo, 8. zgodność	Wyróżniki systemu przyjęte przez Jaskowska i Wójcik: język, dialog, status i kontrolę, nawigację, zasób wiedzy, pomoc, awatar
---	---

Źródło: Opracowanie własne.

Porównanie ekonomicznych aspektów implementacji klasycznych systemów informatycznych i systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny nie jest sprawą prostą. W przeciwieństwie do szeroko opisanych miar oceny funkcjonowania klasycznych systemów informatycznych, systemy oparte o model konwersacyjny nie doczekały się wielu artykułów, które podejmują się tej tematyki. Jednak dzięki dostępnemu raportowi przeprowadzonemu przez firmę Forrester można założyć, że pomimo iż prezentowane tam miary nie były zbadane w artykułach naukowych, to można stosować je również w przypadku chatbotów.

W literaturze dla klasycznych systemów informatycznych można znaleźć ekonomiczne miary oceny takie jak: NPV (Net Present Value) – bieżąca wartość netto, ROI (Return of Investment) - zwrot z inwestycji, TCO (Total Cost of Ownership) - metoda pełnych kosztów posiadania, TEI (Total Economic Impact) - metoda całkowitego wpływu ekonomicznego, Ekonomia Informacji, BS (Balanced Scorecard) - metoda zrównoważonej karty wyników.

W przypadku systemów opartych o model konwersacyjny można znaleźć miarę składającą się z pięciu perspektyw, wewnątrz której jest też perspektywa biznesowa. Tę metodę można porównać z metodą zrównoważonej karty wyników, gdyż obie rozpatrują perspektywy, które grupują mierzone cele systemu. Ekonomia Informacji nie znalazła swojego odzwierciedlenia w literaturze zajmującej się chatbotami. Miary ROI, TCO, TEI oraz NPV nie zostały opisane w literaturze chatbotów, jednak zgodnie z raportem firmy Forrester, powyższe miary były zastosowane do obliczenia wyniku ekonomicznego wdrożenia Watson Assistant. W zamieszczonej dalej Tabeli 15. przedstawiono omówione ekonomiczne miary implementacji i funkcjonowania porównywanych systemów.

Tabela 15. Porównanie ekonomicznych miar implementacji i funkcjonowania systemów i systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny.

Ekonomiczne miary implementacji	Systemy informatyczne	
	klasyczne	oparte o model konwersacyjny
NPV	+	+
ROI	+	+
TCO	+	+
TEI	+	+
Ekonomika Informacji	+	?
BS	+	?
5 perspektyw doświadczeń użytkownika	?	+

Źródło: Opracowanie własne.

W literaturze przedmiotu miary oceny implementacji chatbotów skupiają się przede wszystkim na ocenie jakości. Składa się na nią najczęściej satysfakcja użytkownika, sprawność chatbota, perspektywa językowej i test Turinga. Można założyć, iż motywacją do wdrożenia chatbota dla firmy może być podążanie za trendami informatycznymi, traktowanie chatbotów jako element unowocześnienia organizacji i „bycia na czasie”. Firmy w takiej ocenie chcą sprawdzić czy ich chatbot przede wszystkich spełnia wymogi klientów.

Brak artykułów naukowych podejmujących temat ekonomicznych aspektów systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny wynika z faktu, że wciąż mało jest artykułów i opracowań w temacie samych chatbotów. Natomiast przyczyną możliwej przewagi w stosowaniu miar jakościowych (względem ekonomicznych) dla chatbotów jest przykładanie do systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny podobnych miar kosztów i korzyści, jak do klasycznych systemów informatycznych.

Zakładając powyższy scenariusz, firmy do zbadania skuteczności chatbota pod względem ekonomicznym użyją miar typu ROI, TCO, TEI. Takie możliwe podejście potwierdza przytoczony raport firmy Forrester¹⁰⁵ sporządzony dla IBM. Natomiast ocena jakości takiego systemu bardziej odbiega od tradycyjnej oceny systemów informatycznych. Ocena chatbotów różni się koniecznością zwrócenia większej uwagi na aspekt sztucznej inteligencji oraz „ludzkość” systemu. Jest to system nastawiony na komunikację, który w największym stopniu

¹⁰⁵ Forrester Total Economic Impact. The Total Economic Impact of IBM Watson Assistant 2020, https://www.ibm.com/watson/assets/duo/pdf/watson_assistant/The_Total_Economic_Impact_of_IBM_Watson_Assistant-March_2020_v3.pdf [dostęp 08.2022]

powinien być również pod tym względem ewaluowany. Przedsiębiorstwa zazwyczaj inaczej mierzą funkcjonowanie i wdrożenie chatbotów niż jest to przyjęte dla klasycznych systemów informatycznych, zgodnie z teorią nauki informatyki gospodarczej.

W omawianych miarach główną miarą jakości klasycznych systemów informatycznych okazała się norma oceny jakości oprogramowania ISO/IEC 25010:2011. System oceniany jest na podstawie normy złożonej z ośmiu kategorii, w skład których wchodzi: funkcjonalność, niezawodność, użyteczność, wydajność, możliwość konserwacji, przenośność, bezpieczeństwo i zgodność. Natomiast chatboty podlegają innym normom, nawet pod względem normy jakości. Większość miar jakości jest zbliżona do norm oceny ISO 9241. Jest to norma, która skupia się na ergonomii komunikacji człowieka z komputerem i wpływa na nią: wydajność, efektywność, satysfakcja podczas interakcji człowieka z komputerem. Jest to więc norma skupiająca się na innych aspektach oceny jakości niż w przypadku klasycznych systemów informatycznych. Również odmienne spojrzenie na chatboty jest zgodne z podejściem AICSQ. Jakość usługi chatbota zależy od jego zrozumienia kontekstu wypowiedzi, owocnej współpracy z użytkownikiem, naśladowania ludzkich zachowań, rozwoju i zdolności adaptacji.

Klasyczne systemy informatyczne doczekały się wielu ekonomicznych miar oceniających aspekty wdrożenia i funkcjonowania systemów informatycznych. Do ekonomicznych miar zalicza się miary, które bazują na korzyściach i kosztach, takich jak: zwrot z inwestycji, metoda pełnych kosztów posiadania, metoda całkowitego wpływu ekonomicznego czy bieżąca wartość netto. Dla wewnętrznej zbilansowanej karty wyników i ekonomiki informacji perspektywa biznesowa jest jedną z ocenianych perspektyw. Metody ekonomiczne grupują między innymi koszty, które mają pomóc w identyfikacji ukrytych wydatków. Ich zadaniem jest też oszacowanie opłacalności projektu, metoda zwrotu z inwestycji bazuje na zmianie w przychodach, kosztach, korzyściach niemierzalnych, kosztach nabycia systemu informatycznego i innych. Systemy informatyczne mogą być ewaluowane przy użyciu ekonomicznych miar wykorzystujących: bezpośrednie, pośrednie, finansowe, niefinansowe koszty i korzyści

Literatura przedmiotu nie dostarcza jednak wielu ekonomicznych miar oceny funkcjonowania chatbotów. Miara Russel-Rose'a zaktualizowana przez Dijanę Peras składa się z pięciu perspektyw, w tym z perspektywy biznesowej. Wartość biznesowa mierzona jest poprzez

różnice pomiędzy korzyściami, a kosztami chatbota. Skuteczność uwzględnia: liczbę użytkowników, czas rozmowy czy liczbę przeprowadzonych rozmów. Natomiast do kosztów zalicza się ilość użytych zasobów do rozmowy, czas jej trwania, liczbę pomyłek chatbota i udzielonych niepoprawnych odpowiedzi. Firmy często wykupują licencję na chatbota, która oprócz opłaty początkowej, pobiera każdorazowo opłatę za rozmowę przeprowadzoną przez chatbota. Kolejnym źródłem, które może pomóc w sklasyfikowaniu ekonomicznych miar implementacji jest wspomniany raport firmy Forrester dla firmy IBM. W raporcie firmy Forrester¹⁰⁶ oszacowano, że koszt każdorazowej rozmowy wirtualnego asystenta wyceniany jest na 0,5\$, przy 6\$ dla pracownika. Wirtualny asystent Watson został poddany ekonomicznym miarom oceny, takim jak klasyczne systemy informatyczne. Wskaźniki Watsona zostały spersonalizowane dla potrzeb chatbota i użyto odmiennych kategorii kosztów i korzyści.

¹⁰⁶ Forrester Total Economic Impact. The Total Economic Impact of IBM Watson Assistant 2020, https://www.ibm.com/watson/assets/duo/pdf/watson_assistant/The_Total_Economic_Impact_of_IBM_Watson_Assistant-March_2020_v3.pdf [dostęp 08.2022]

Część IV – Najnowsze zastosowania chatbotów

Wprowadzenie do Części IV

Ludzkie potrzeby komunikacyjne można podzielić na cztery podstawowe zakresy¹⁰⁷: informacja, rozrywka, interakcja z innymi ludźmi oraz kupno produktów i usług. Coraz częściej są one realizowane *on-line*. Firmy z kolei pragną zaspokoić potrzeby i oczekiwania swoich klientów, w szczególności te dotyczące odpowiedniego poziomu jakości komunikacji. Zaimplementowanie chatbota w kanałach komunikacji firmowej jest formą personalizacji informacji. W taki sposób można dostarczyć informacje lepiej pasujące do preferencji użytkowników oraz niejako zhumanizować relację użytkownika z firmą. Dlatego też przykładowo zakupy w elektronicznym sklepie realizowane automatycznie mogą być wzbogacone o chatbota, który nada tej czynności bardziej ludzki wymiar i wrażenie rozmowy z rzeczywistym sprzedawcą. Jeśli informacje przekazywane przez chatbota będą postrzegane jako bardziej wiarygodne, czynność zakupu będzie dla klientów bardziej satysfakcjonująca, a zatem wzrośnie prawdopodobieństwo dokonania i powtórzenia zakupu.¹⁰⁸

Chatbot nie zastąpi człowieka, jednakże z całą pewnością jest istotnym uzupełnieniem zatrudniania pracowników, nie tylko tych obsługujących klienta w modelu B2C. Chatbot automatyzuje obsługę klienta i zwiększa jej przepustowość, gdyż może realizować wiele rozmów i innych interakcji równolegle z wieloma użytkownikami. Pozwala również obniżyć koszty i podnieść przepustowość kontaktu przedsiębiorstwa z klientami, ale także, poprzez dywersyfikację sposobów uzyskania poszukiwanych informacji, zwiększyć satysfakcję klienta, oferując usługi będące innowacyjnym wyróżnikiem firmy. Jest to szczególnie ważne w kontekście wzrostu zarówno ilości, jak i złożoności zapytań klientów podczas ich interakcji z firmami.

Oczekiwania użytkowników odnośnie technologii chatbotów to problem silnie związany z rozwojem innych zagadnień sztucznej inteligencji, choćby takich jak synteza głosu i modelowanie emocjonalne oraz integracja tych modułów w chatbocie. Bez zastosowania odpowiednio naturalnej syntezy mowy, głos chatbota byłby silnie odhumanizowany, więc

¹⁰⁷ St-Onge A., Crete D., Merle A., Arsenault N., Nantel J., *Personalized Avatar, A New Way to Improve Communication and E-Service*, 37th EMAC Conference, University of Brighton 2008, s. 3 – 4.

¹⁰⁸ Holzwarth M., Janiszewski C., Neumann M. M., *The influence of avatars on online consumer shopping behavior*, Journal of Marketing, Nr 70(4)/2006, s. 19.

jego odbiór mógłby zakłócać proces swobodnej komunikacji z człowiekiem. Natomiast bez implementacji wizualizacji postaci, chatbot byłby jedynie systemem odczytu tekstu zamiast interaktywną postacią. Z kolei bez zastosowania modułu przetwarzania języka naturalnego, chatbot byłby generatorem losowych wypowiedzi nie starającym się zrozumieć swoich rozmówców. Wreszcie, bez psychologicznego modelu osobowości, zachowanie chatbota mogłoby być absurdalne i nieprzewidywalne dla użytkownika, a co za tym idzie - odstręczające. Z kolei bez odpowiedniego modelu emocjonalnego, chatbot byłby bezdusznym, pozbawionym emocji i uczuć automatem, z którym użytkownicy nie chcieliby nawiązywać relacji i znowu proces swobodnej komunikacji byłby zakłócony. Widać z tego, jak istotną cechą charakterystyczną implementacji chatbota jest jej integralność, spójność wewnętrzna systemu, zapewniająca zgraną pracę wszystkich elementów.

Chatbot będący reprezentantem firmy jest pomocny w kształtowaniu polityki *public relations* i budowaniu odpowiedniego wizerunku w świadomości klientów firmy.¹⁰⁹ Jego wirtualna osobowość jest jedną z najbardziej skutecznych i wiarygodnych metod spójnej promocji marki realizowanej poprzez wygląd chatbota oraz określone słownictwo i zachowanie.¹¹⁰ Użytkownicy zaczynają postrzegać firmę jako śmiałego pioniera w stosowaniu innowacyjnych technologii, a więc ukierunkowaną na badania i rozwój. Oddanie do użytku nowego narzędzia informatycznego, zwłaszcza związanego z dziedziną sztucznej inteligencji, przyciąga zwykle wzmożoną uwagę prasy oraz innych mediów, nie tylko tych branżowych, co przekłada się na dodatkowe zyski płynące z darmowej promocji firmy. Uruchomienie nowego chatbota jest szczególnie widowiskowe, ponieważ w przeciwieństwie do implementowanego w intranecie oprogramowania informatycznego niewidocznego dla szerszej publiczności, chatbota można „pokazać” – chociażby opublikować jego zdjęcia lub zacytować fragmenty przeprowadzanych dialogów.

Korzyści oraz oszczędności generowane przez chatbota dotyczą w szczególności firm, które utrzymują intensywny kontakt z klientami lub których działy obsługi klientów są bardzo rozbudowane, a także firm zajmujących się zdalną obsługą klientów, takie jak call center, contact center, telemarketing. Implementacja chatbota w kanałach komunikacji takich firm zwiększa ich przewagę konkurencyjną i wizerunkową poprzez optymalizację relacji z

¹⁰⁹ Jelonek D., *Zastosowanie agentów programowych w handlu elektronicznym*, w: Niedzielska E., Dudycz H., Dyczkowski M. (red.), *Nowoczesne technologie informacyjne w zarządzaniu*, Prace Naukowe AE, nr 1134, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2006, s. 329.

¹¹⁰ Reeves B., *The Benefits of Interactive Online Characters*, Stanford University, Stanford 2004, s. 6.

klientem, redukcję kosztów call center oraz zwiększenie dynamizmu odwiedzin stron i profili społecznościowych oraz efekt tzw. dobrej plotki.

Przedsiębiorstwo, które zakupiło chatbota, staje przed podstawowym dylematem: forma i miejsce osadzenia chatbota. Widoczność jest tutaj kluczowym aspektem, jednakże przy okazji zakupu chatbota nie każda firma gruntownie rewitalizuje swoje kanały komunikacji – w jednych można „przenieść” umieszczone wcześniej treści w taki sposób, by zrobić miejsce dla chatbota na stałe, układ innych może być z kolei niezmienny. Firma musi więc dokonać wyboru jednej spośród dwóch możliwości – każda z nich ma swoje mocne i słabe strony.

Pierwszą możliwością jest osadzenie chatbota w sposób widoczny w pierwszym możliwym kontakcie z firmą. Tak wyeksponowany natychmiast sygnalizuje wchodzącemu użytkownikowi swoje istnienie. Chatbot automatycznie stara się nawiązać kontakt z każdym użytkownikiem wchodzącym na przykład na stronę główną. Niezależnie od tego, czy użytkownik wcześniej wyraził taką chęć, czy nie, jest postawiony przed faktem dokonany natknięcia się na chatbota zachęcającego do rozmowy. Może to skutkować dużą ilością przeprowadzonych rozmów, ale również istnieje ryzyko, że wiele z nich nie będzie merytorycznych, tylko wynikających z chwilowego zaciekawienia podczas wejścia na stronę, a w efekcie doprowadzi do szybkiego zakończenia dialogu.

Drugą możliwością jest osadzenie chatbota w aplikacji, w sposób powiązany z przyciskiem/banerem. Umieszczony w taki sposób wymaga od użytkownika aktywnego znalezienia go i kliknięcia, w celu przeprowadzenia rozmowy. Może okazać się, iż taki chatbot przeprowadzi mniejszą ilość rozmów dziennie, za to potencjalnie bardziej wartościowych, bo rozpoczynanych na świadomą prośbę użytkowników, skutkujących rozwiązaniem poruszanych problemów. Jednakże, aby w ogóle użytkownik chciał kliknąć w baner, musi wiedzieć o możliwości skorzystania z takiej opcji. Bardzo istotne znaczenie ma tutaj wygląd przycisku/banera prowadzącego do chatbota. Kliknięcie w baner zależy od czytelności jego przekazu. Sama kolorowa miniaturka chatbota może nie wystarczyć do przekazania wiedzy, co też kryje się pod takim przyciskiem, dlatego zazwyczaj towarzyszy jej napis informacyjny o treści „porozmawiaj z wirtualnym asystentem” lub „wirtualny asystent on-line”. Kliknięcie przez użytkownika w baner zależy także od atrakcyjności wizualnej tego ostatniego. Określenie „atrakcyjność wizualna” jest najczęściej kwestią gustu, osobistą subiektywną oceną. Jednakże znając grupę docelową klientów firmy oraz jej serwisu

internetowego, możliwa jest identyfikacja i określenie czynników zwiększających atrakcyjność banera w oczach użytkowników, choćby poprzez staranność wykonania i wybór odpowiedniej technologii.

Rozdział 7. Chatboty jako element robotyzacji procesów biznesowych

W celu poprawnego zrozumienia roli jaką odgrywają chatboty w procesach biznesowych należy uprzednio dokonać zdefiniowania pewnego środowiska, w którym funkcjonują. Takim środowiskiem jest właśnie proces biznesowy. Jest to ustrukturyzowany logicznie proces, w skład którego mogą wchodzić pracownicy, klienci, programy i procedury. Jego zadaniem jest w sposób łańcuchowy (krokowy) doprowadzić od stanu początkowego (surowego) do wyprodukowania dobra lub usługi w sposób zgodny z polityką firmy oraz zachowaniem wszelkich standardów branżowych. Na przestrzeni lat definicja ogólna procesu biznesowego okazała się niewystarczająco dokładna dla wyłaniających się nowych gałęzi gospodarki. Spowodowało to wykształcenie trzech niejako osobnych podejść do zagadnienia procesu biznesowego, a mianowicie: inżynierskiego, ekonomicznego oraz zarządzania organizacją. W 2007 roku podejścia te zostały bliżej nakreślone przez Vergidisa, który te trzy obszary skatalogował i rozwinął - w dalszym ciągu zachowując trzy odrębne środowiska¹¹¹:

1. Ustrukturyzowany proces (podejście inżynierskie).
2. Metodologia ekonomiczna nakierowana na cel (podejście ekonomiczne).
3. Złożona konstrukcja socjotechniczna nakierowana na człowieka (podejście z zakresu zarządzania organizacją).

Do dnia dzisiejszego nie wypracowano ogólnej definicji procesu biznesowego uniwersalnej dla wszystkich branż. Problematiczne okazuje się bowiem odpowiednie sprecyzowanie tej definicji, gdyż może ona być w konsekwencji zbyt rozległa, co powoduje ograniczenie korzyści z jej stosowania, lub też zbyt specjalistyczna, aby uzyskać aprobatę przeważającej większości środowiska naukowego. Inną przyczynę tego stanu rzeczy podał w 1994 roku Jacobson¹¹². Uważał on, że brak jednolitej definicji jest spowodowany głównie tym, iż procesy biznesowe są niewidoczne i nie posiadają własnych nazw czy opisów, co powoduje zbyt dużą dowolność w ich modelowaniu, aby dało się je zamknąć w sztywnej definicji. Jeszcze inną przyczyną może być rozwój zbyt wielu dziedzin działalności człowieka, w których to jedna definicja staje się abstrakcyjna i niejako oderwana od rzeczywistości.

¹¹¹ Vergidis K., (2007), *Optimisation of business process designs: an algorithmic approach with multiple objectives*, International Journal of Production Economics 109(1-2):105-121.

¹¹² David A., Jacobson J. (1994) *The Financial Information Content of Perceived Quality*, Journal of Marketing Research, vol. 31, no. 2, 1994, s. 191–201. JSTOR.

Poprząc to można chociażby czynnikami, które wpływały na rozwój gospodarki światowej po II Wojnie Światowej, które określił Fleischmann w 2001 roku, czyli¹¹³:

1. Wzrost produkcji w latach 60. XX wieku.
2. Obniżanie kosztów produkcji w latach 70. XX wieku.
3. Wzrost jakości wyprodukowanych dóbr w latach 80. XX wieku.
4. Wzrost tempa produkcji w latach 90. XX wieku.
5. Wzrost liczby produktów i usług które oferujemy w końcu XX wieku.

W parze z tworzeniem nowych definicji idzie zazwyczaj opracowywanie specjalistycznych notacji oraz specjalistycznego słownictwa, służące standaryzacji i popularyzacji danej koncepcji specyficznego procesu biznesowego. Dzięki temu można lepiej dopasować istniejące rozwiązania do aktualnie wdrażanego procesu biznesowego, co pozytywnie odbija się na jego efektywności.

Przyglądając się wymienionym wcześniej trzem podejściom (inżynierskie, ekonomiczne, zarządzania organizacją) należy zacząć od podejścia inżynierskiego. W celu jego określenia posłużyć się można definicją procesu biznesowego zaproponowanego przez Hammera i Champy'ego w 1993 roku. Oparli się oni na pewnym punktowym schemacie, dzięki któremu, zgodnie z Vergidisem, widać specyficzenie ustrukturyzowany proces, a kolejne jego punkty wyglądają następująco¹¹⁴:

1. Specyficzne podprocesy kształtują wokół punktów wyjścia, będących potrzebami klienta, a zatem rezultatów i celów, a nie konkretnych zadań.
2. Poszczególne czynności szereguj naturalistycznie, w porządku zgodnym z ich naturalnym występowaniem i maksymalizuj możliwość równoległego ich przeprowadzania.
3. Pozwól pracownikom na swobodę decyzyjną, jeśli to możliwe.
4. Nie trzymaj się zbyt sztywno standardowych wersji procesu i przygotuj odpowiednie wersje w razie potrzeby dopasowania się do zaistniałej zmiennej sytuacji.
5. Wykonuj pracę, tam gdzie to ma sens, czyniąc częścią tego procesu także podejmowanie decyzji, przetwarzanie informacji, sprawdzanie i kontrole (np. w innym dziale). Pozwól na swobodny przepływ pracowników między działami oraz miejscami, w których mają wykonywać poszczególne etapy procesu biznesowego tak, aby środowisko pracy

¹¹³ Fleischmann M., (2001), *Quantitative Models for Reverse Logistics*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

¹¹⁴ Hammer M., Champy J., (1993), *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Harper Collins, Nowy Jork.

maksymalnie sprzyjało kreacji dobra lub usługi. Wystrzegaj się zbyt sztywnego traktowania stanowisk i ich odgórnego przypisywania tylko jednemu zespołowi biorącemu udział w procesie.

6. Ogranicz do minimum zadania kontrolujące i weryfikujące tak, aby pracownicy mogli skupiać się na faktycznej pracy, a nie spełnianiu niepotrzebnych rygorów.

7. Minimalizacja uzgadniania. Zdobądź właściwą informację bezpośrednio u źródła już za pierwszym razem. Wspieraj komunikację bezpośrednią i wdrażaj pomoce komunikacyjne tak, aby w razie potrzeby otrzymać krytyczną informację już u pierwszego źródła, do którego dany pracownik się zwraca.

8. Pogrupuj czynności wewnątrz procesu biznesowego i nadaj im odpowiedniego menedżera tak, aby stał się wyspecjalizowanym punktem kontaktowym i nie musiał zajmować się czynnościami spoza swojej jurysdykcji.

9. Postaraj się scentralizować zasoby naturalne w taki sposób, aby zachować balans między zbyt dużą kumulacją geograficzną, powodującą zatory dystrybucyjne, a zbyt małą kumulacją geograficzną powodującą zastoje produkcyjne.

W celu określenia podejścia ekonomicznego do procesu biznesowego posłużyć się można definicją, którą w 1993 roku zaproponował Davenport jako komplementarną do podejścia inżynierskiego. W swojej publikacji określił on proces biznesowy jako zdefiniowany łańcuch czynności mających na celu wyprodukowanie specyficznej wartości (np. rzeczy lub usługi) dla z góry określonego odbiorcy lub rynku.¹¹⁵ Tak postawiona definicja bardzo dobrze uogólnia pewne obszary gospodarcze, jednak jej użyteczność jest dość ograniczona w strukturach kładących duży nacisk na relacje społeczne. Poszczególne jednostki są bowiem traktowane jako zaledwie ogniwa łańcucha i niejako pomijane są interakcje między nimi. Rodzi to swoisty problem wrażliwości łańcucha na jego przerwanie z powodu braku komunikacji i stopniowego zmniejszania efektywności całego procesu.

Zdając sobie jednak sprawę z oczywistych wad tak przyjętej definicji, można z sukcesami zaadaptować ją do gamy procesów o ograniczonej strukturze społecznej tj. do takich, w których człowiek ma kontakty głównie z maszyną, czy też programem komputerowym, a nie bezpośrednio z innym człowiekiem. Za przykład niech posłuży przedsiębiorstwo rolne, w którym hierarchia jako taka nie istnieje, gdyż jeden rolnik z pomocą kilku maszyn rolniczych

¹¹⁵ Davenport T., (1993), *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*, Harvard Business Press, Cambridge.

jest w stanie przeprowadzić cały proces samodzielnie, aż do momentu skupu żywności na giełdzie rolno-spożywczej.

Swoistą syntezą oraz rozszerzeniem powyższych definicji procesu biznesowego jest podejście zarządzania organizacją. W tym kontekście próby zdefiniowania zarządzania organizacją rozpoczęły się już w 1987 roku za sprawą Gabriela A. Palla, a zatem nawet przed definicjami bardziej specyficznymi, które przytoczono powyżej. Pall określił to zagadnienie następująco¹¹⁶: proces biznesowy jest logiczną organizacją ludzi, surowców, energii, wyposażenia i procedur aktywności zaprojektowaną tak, by osiągać z góry określony efekt końcowy. Definicja ta, choć ogólnie trafna, to dla pewnych branż do dnia dzisiejszego nie wydaje się odpowiednio dopasowana. Na przykład w szeroko pojętej branży IT, która przeżywała i nadal przeżywa dynamiczny rozwój, co kreuje potrzebę innowacyjności i myślenia nieszablonowego, również w definiowaniu procesu biznesowego. Niemniej jednak taka definicja pozwala na robotyzację części procesów biznesowych. Jest to powód, dla którego wielu badaczy tego zjawiska po Pallu próbowało skryształizować ideę procesu biznesowego z różnym skutkiem, co zaowocowało mnogością ich rozważań i doprowadziło do braku jednej wspólnie akceptowanej definicji mającej zastosowanie w każdej branży.

Głównymi cechami, za pomocą których można mierzyć wymiary efektywności i stopień złożoności procesu biznesowego, są: funkcjonalność, struktura i zachowanie¹¹⁷. Cechy te zostały pokrótce omówione poniżej.

1. Funkcjonalność.

Z punktu widzenia organizacji wymiar funkcjonalności jest absolutnie kluczowy. To ona bowiem determinuje zasadność istnienia całego procesu, oraz to, czy przedmiot bądź usługa dostarczana za jego pomocą znajdzie odbiorcę docelowego, a także pozwala na logiczne usystematyzowanie poszczególnych ogniw łańcucha tak, aby proces przebiegał sprawnie i efektywnie. Do przybliżenia znaczenia funkcjonalności można wykorzystać definicję zaproponowaną przez Fana w 2005 roku brzmiącą¹¹⁸: „Proces biznesowy jest zestawem jednej lub więcej połączonych procedur lub czynności, które wspólnie realizują cel biznesowy

¹¹⁶ Pall G., (1987), *Quality Process Management*, Prentice-Hall, Hoboken.

¹¹⁷ Gero J.S., Kannengiesser U., (2004), *The situated function-behaviour-structure framework*, Design Studies, 25(4), s. 373–391.

¹¹⁸ Najmi M., Rigas J., Fan I., (2005), *A framework to review performance measurement systems*, Business Process Management Journal, 11(2), 109-122.

lub cel polityki, zwykle w ramach struktury organizacyjnej, określającej funkcjonalne role i powiązania”.

2. Struktura.

Kolejnym niezwykle ważnym elementem opisu konkretnego procesu biznesowego jest jego struktura, pozwalająca na jego klasyfikację oraz nadzorowanie i adaptowanie do zmiennych warunków rynkowych. Powinna być jednocześnie elastyczna oraz ustrukturyzowana tak, aby systemy zarządcze były w stanie nadzorować i sprawować kontrolę nad poszczególnymi jej obszarami oraz całościowym efektem końcowym. O takim właśnie ujęciu procesu biznesowego pisał Pall w 1987 roku. Przytaczana już wyżej definicja w kontekście podejścia zarządczego nakreśla również zasadność jasno i klarownie określonej struktury i ukazuje, że tak naprawdę struktura ma na celu skodyfikowanie całości tak, aby efekt końcowy był na każdym etapie swojej produkcji nadzorowany i kontrolowany.

3. Zachowanie.

Ostatnim wymiarem procesu biznesowego jest zachowanie. Skupia się ono na przedstawieniu go jako swoistego systemu, w którym główną rolę odgrywa informacja. Informację tę można identyfikować, wymieniać, dokonywać jej pomiarów czy też dzielić się nią z innymi organizacjami zewnętrznymi. Kategoryzuje to proces, dzięki czemu można określić jego wpływ na pozostałe obszary samej organizacji, czy też szerzej - otoczenia gospodarczego w jakim nasza organizacja funkcjonuje. Jedną z definicji w tym konkretnym aspekcie jest ta przedstawiona przez Solimana w 1998 roku, a zatem: „Proces biznesowy może być uznany jako złożona sieć czynności powiązanych ze sobą”¹¹⁹.

Cykl życia procesów biznesowych

Cykl życia procesu biznesowego można podzielić na siedem wyraźnych stadiów, będących w dużej części możliwych do zaaplikowania do każdego podejścia z kosmetycznymi jedynie zmianami. Dzięki takiemu podziałowi można w dużo prostszy sposób dokonać samej implementacji procesu biznesowego oraz zwiększyć prawdopodobieństwo sukcesu

¹¹⁹ Soliman F., (1998), *Optimum level of process mapping and least cost business process re-engineering*, University of Technology, Sydney.

długoterminowego działania. Poszczególne cykle można uszeregować według chronologii implementacyjnej¹²⁰:

1. Identyfikacja procesów.

Każdy cykl życia procesu biznesowego musi zacząć się od jego identyfikacji, a zatem wybrania danego problemu, który należy za jego pomocą rozwiązać. Często wiąże się też z identyfikacją relacji między już istniejącymi procesami i wstępnemu wpasowaniu nowo powoływanego procesu do grona tych już istniejących.

2. Odkrywanie procesów.

Ma za zadanie przede wszystkim zrozumienie i modelowanie danego procesu. Za cel w tym stadium rozumiane jest jak najdokładniejsze sprecyzowanie wszystkich jego cech potrzebnych do późniejszego wdrażania. W celu ustalenia w jaki sposób działa dana organizacja używa się modelu rzeczywistego przebiegu procesów (model AS-IS).

3. Analiza procesu.

Etap trzeci zakłada wykorzystanie zgromadzonej do tej pory wiedzy na temat procesu i jego otoczenia biznesowego oraz mierzenie wydajności procesów za pomocą kwantyfikatorów. Celem analizy jest stworzenie uporządkowanego zbioru problemów, z pomocą którego można im nadać priorytet oraz oszacować ilość zasobów potrzebnych do ich rozwiązania. Dodatkowo pozwala to sprawdzić jak wiele z tych problemów może potencjalnie negatywnie wpłynąć na inne procesy wykonywane w organizacji.

4. Przeprojektowanie (usprawnienie) procesu.

Jego celem jest potencjalne określenie zmian wewnątrz procesu, które mogłyby rozwiązać problemy zidentyfikowane w poprzednim etapie oraz w efekcie doprowadzić do wzrostu ogólnej wydajności całego procesu. Zarówno analiza procesu, jak i przeprojektowanie procesu, tworzą możliwe rozwiązania, które za pomocą technik analizy procesu stanowią grunt do ciągłego usprawniania go oraz wygenerowanie przyszłego modelu procesu zwanego także modelem pożądanego przebiegu procesów (model TO-BE).

¹²⁰ Najmi M., Rigas J., Fan I., (2005), *A framework to review performance measurement systems*, Business Process Management Journal, 11(2), 109-122.

5. Wdrożenie procesu.

Jest to niezwykle ważny i jednocześnie trudny logistycznie etap. Faza przejściowa musi bowiem podtrzymać dotychczasowy proces oraz zapewnić wykonanie produktu końcowego zgodnie ze wszystkimi umowami oraz jednocześnie przeprowadzić pełne wdrożenie nowego modelu tak, aby w przyszłości można było wygasić już niepotrzebny, mniej efektywny, model. Pojawić się tutaj może wiele komplikacji terminowych lub w zasobach ludzkich, dlatego samo przygotowanie tej fazy powinno być skoordynowane przez wszystkie strony biorące w tym udział. Etap ten zakłada automatyzację wymagającą odpowiedniego środowiska i zasobów firmy do wdrożenia zautomatyzowanego rozwiązania informatycznego w miejsce rozwiązania manualnego.

6. Monitorowanie procesu.

Do już wdrożonego procesu niezbędna jest odpowiednia instytucja monitorująca. Jej celem jest gromadzenie danych oraz ich późniejsza analiza, służąca ocenie skuteczności w odniesieniu odpowiednich wskaźników. W przypadku wykrycia rażących problemów, takich jak błędy lub braki w ustandaryzowanym produkcie, czyli tak zwane błędy jakościowe, możliwe jest szybkie i sprawne dokonanie działań naprawczych. Błędy, na przykład tzw. wąskie gardła lub też zmiany wymagań ostatecznego klienta również wykrywane są na tym etapie i stanowią potencjalne rozważanie nad wprowadzeniem kolejnych procesów biznesowych zdolnych zaspokoić te wymagania.

7. Cykliczność.

Faza ta ma na celu zadbać o cykliczne sprawdzanie czy sprawne do tej pory procesy nadal funkcjonują prawidłowo, zarówno każdy z osobna, jak i razem w większych strukturach. Różnica między tym etapem a poprzednim to przede wszystkim właśnie szersza perspektywa oraz z góry określone ramy czasowe, takie jak na przykład rok finansowy lub inna jednostka czasu ważna z perspektywy danej organizacji.

Optymalizacja procesu biznesowego

Optymalizacja procesów biznesowych to operacja mająca na celu dokonanie zmian w sposobie działania firmy tak, aby jak najlepiej spełniać oczekiwania rynku i dostarczać gotowe produkty bądź usługi w jak najbardziej efektywny sposób. Do bardziej specyficznych celów optymalizacji mogą należeć także: zmniejszenie kosztów, skrócenie czasu trwania

procesu, wzrost efektywności. Niejednokrotnie proces zmian wewnątrz firmy rozpoczyna się od fuzji dwóch spółek, jednak według modelu Kübler-Ross takie fuzje prowadzą do frustracji pracowników, ponieważ muszą oni przywyknąć do nowych warunków oraz potrzeb klienta docelowego (np. odmienne podejście do przeprowadzanych transakcji lub też inne oczekiwania wobec obsługi klienta)¹²¹. Dzięki wyżej wspomnianej mapie procesów TO-BE, proces taki można usprawnić poprzez pomiar szczegółowych kryteriów i na ich podstawie wygenerowanie listy zmian. Następnie firma musi je wprowadzić, jednak (według modelu Beckhard-Harris) mogą się one spotkać z negatywnym nastawieniem pracowników, którym wyznaczane są zupełnie inne wyzwania niż dotychczas¹²². Wyżej wymienione działania określają też potencjalne kierunki i obszary warte automatyzacji, lecz aby robot prawidłowo zastępował pracę ludzką, należy zoptymalizować samą czynność pod kątem możliwie dużej powtarzalności i maksymalnego uproszczenia.

Dla większych przedsiębiorstw optymalizacja jest jednak trudniejsza, gdyż procesy nie są przypisane tylko do jednego działu, przez co poszczególne zespoły muszą dodatkowo określić stopień powiązania między różnymi działami i wspólnie opracować strategię optymalizacyjną. Strategia taka powinna zawierać analizę przepływu informacji, strukturę odpowiedzialności za przebieg procesu, możliwe ryzyka i zakres projektowy. Dobrze przeprowadzona optymalizacja powinna zostać zaprojektowana zgodnie z metodyką już opracowaną, opierającą się na czterech głównych obszarach: mapowaniu procesu, pomiarach procesu, skodyfikowaniu rekomendacji zmian (łącznie z potencjalnymi oporami pracowników, klientów i kadry zarządczej) oraz wdrażaniu zmian w procesie. Do opracowania rekomendacji wykorzystuje się dobrze znany, ustandaryzowany Model 4P pochodzący od pierwszych liter słów *Product, Position, Process, Paradigm*¹²³.

Zarządzanie procesami biznesowymi

Podziału procesów biznesowych na obszary dokonało dwóch badaczy, mianowicie Michael Rosemann i Jan von Brocke w swej publikacji zatytułowanej „The Six Core Elements of Business Process Management”. Jak sam tytuł wskazuje, podzielili oni strukturę zarządzania procesami biznesowymi (ang. Business Process Management, BPM) na sześć osobnych

¹²¹ Kübler-Ross E., (1969), *On Death and Dying*, Routledge, Abingdon.

¹²² Beckhard R., Harris R., (1977), *Organizational Transitions: Managing complex change*, Addison Wesley Publishing Company.

¹²³ McCarthy E., (1960), *Basic marketing, a managerial approach*, Homewood Publishing Company, Chicago.

obszarów. Są to mianowicie: dostosowywanie strategiczne, zarządzanie, metody, technologia informatyczna, kultura oraz ludzie¹²⁴.

Dostosowywanie strategiczne jest to synteza priorytetów organizacyjnych z jej środowiskiem procesów biznesowych. Dzięki temu możliwy jest stabilny rozwój i poprawa wydajności biznesowej. Opracowanie takiej strategii pozwala również na opisanie kluczowych procesów niezbędnych do funkcjonowania przedsiębiorstwa oraz na mierzenie wzrostu wydajności odpowiednio zdefiniowanymi kryteriami.

Zarządzanie jest to nadanie odpowiednich ról i podział obowiązków wszystkich uczestników procesu w celu efektywnego procesu decyzyjnego. Proces decyzyjny musi symbiotycznie łączyć się z celami strategicznymi organizacji oraz spełniać wszystkie kryteria efektywności na każdym etapie cyklu życia procesu. Głównym celem zarządzania jest tutaj opracowanie unikalnej metodyki i połączenia jej z kryteriami efektywności w celu ustandaryzowania procesu zarządczego.

Metodami w rozumieniu BPM są wszelkie narzędzia oraz techniki mające na celu wspomaganie wszystkich etapów procesu oraz wszelkich czynności z nim powiązanych. Metody te muszą być odpowiednio dopasowane do specyficznego etapu, przez co wymagają gruntownego przeanalizowania go tak, aby możliwie najlepiej wspomagały cały proces.

Technologia informatyczna to nic innego jak hardware i software niezbędne do prawidłowego przebiegu całego cyklu BPM. To z ich pomocą wykonuje się przeróżne analizy, modele, zadania kontrolne czy też zarządcze. Ich zaletą jest duża elastyczność implementacji i potencjał automatyzacyjny. Dzięki temu pozwalają one na zarządzanie całą gamą procesów biznesowych oraz szybkie wprowadzanie zmian tak, aby efektywnie spełniać zapotrzebowanie rynkowe na dany produkt lub usługę.

Kultura odnosi się do specyficznych dla danej organizacji przekonań i wartości, dzięki czemu można nakreślić zwyczajowy stosunek pracowników do procesów biznesowych oraz dokonać prognozy wpływu implementacji danego procesu na całą organizację. Z powodu swojej interdyscyplinarności jest ona jednak trudna do skryształizowania, przez co zwykle jest jedynie

¹²⁴ Rosemann M., von Brocke J., (2010), *The Six Core Elements of Business Process Management*, Queensland University of Technology, Brisbane.

z grubsza przybliżana za pomocą haseł czy sloganów, za którymi kryje się rzeczywiste podejście do tematyki w nich poruszanej. Dzięki kulturze wszyscy zaangażowani w dany proces mogą postrzegać go jako swoistą odpowiedź na postawioną wizję, czy też misję organizacji.

Ludzi, będących ostatnim, jednak nie mniej ważnym, elementem BPM, definiuje się jako osoby i grupy dążące do samodoskonalenia się w celu poprawy efektywności całego procesu. Przytaczani wcześniej Rosemann i von Brocke podzielili tę kategorię na kolejnych pięć, które pomagają w kodyfikacji najważniejszych aspektów, w których powinno się rozwijać dla dobra procesu. Są to: umiejętności procesowe, zarządzanie procesem, wiedza procesowa, współpraca czy też komunikacja procesowa oraz umiejętności przywódcze.

Umiejętności procesowe są powiązane z doświadczeniem. W miarę wdrażania procesu osoby za niego odpowiedzialne zdobywają umiejętności jego efektywnego przeprowadzania i mogą rozwijać je, utrzymując dane rozwiązanie. Zarządzanie procesem to również pochodna doświadczenia, jednak skupiająca się raczej na zasadach i praktykach BPM oraz jego wpływie na wyniki biznesowe organizacji. Wiedza procesowa to rozwój w specjalistycznych dziedzinach, pozwalający na nadążanie za szybko zmieniającym się światem, by procesy danego przedsiębiorstwa się nie przedawniły i pozostawały konkurencyjne na rynku. Współpraca (komunikacja procesowa) to rozwój umiejętności interpersonalnych niezbędnych w każdym środowisku zawodowym, jednak tu szczególnie ważnym z powodu wieloetapowego i skoordynowanego między ludźmi, ściśle określonego procesu, który bez niezwykle rozwiniętych umiejętności komunikacyjnych zacznie zawodzić, a jego efektywność niechybnie się pogorszy. Umiejętności przywódcze są to pewne cechy, które niejako pomagają w podejmowaniu trudnych decyzji i warunkują gotowość do poniesienia odpowiedzialności w razie braku sukcesu. Rozwijanie ich nie jest proste, jednak można to robić z pomocą pomniejszych zadań o mniejszym priorytecie.

Modelowanie procesów biznesowych

Ważnym elementem procesu niezbędnym do prawidłowego jego działania jest modelowanie procesu. Modelowanie jest to cały szereg czynności przeprowadzany w przedsiębiorstwach przez analityków procesowych w celu jak najlepszego zobrazowania struktury przyszłego procesu i jak najefektywniejszej jego implementacji.

Samo modelowanie w przeszłości oznaczało możliwie najwierniejsze odwzorowanie rzeczywistości tak, aby sam model był funkcjonalny w użyciu. Definicja ta jednak opierała się bardziej na odwzorowaniu zastanego stanu statycznego. Z biegiem lat jednak poprzez modelowanie zaczęto z reguły określać raczej procesy aktywne. W tym kontekście procesy biznesowe spełniają tę definicję. Wiąże się to jednak z jeszcze jednym ciekawym „usprawnieniem” znaczeniowym modelowania. Dzięki zmianie znaczeniowej modelowanie nie musi już odnosić się do rzeczywistości, czy też nawet zastanego stanu faktycznego, a zatem poniekąd zostało uwolnione ze sztywnych ram jakie uprzednio ograniczały jego potencjał aplikacyjny dla przedsiębiorstw.

Współcześnie w otoczeniu korporacyjnym modelowanie procesów odgrywa istotną rolę w kontekście całej architektury przedsiębiorstwa. Procesy bowiem są implementowane w środowisku operującym w ramach strategii, dostępnych danych, jak i samej struktury organizacyjnej. Szczególną rolę procesy odgrywają również w czasie fuzji bądź przejęć przedsiębiorstw. Do płynnego i efektywnego przeprowadzenia takiej operacji wymagana jest wnikliwa analiza procesów biznesowych w obu spółkach i wypracowanie jak najlepszej syntezy zalet i eliminacji wad rozwiązań z poszczególnych firm. Zadanie to nie jest jednak trywialne, gdyż wiąże się często z usystematyzowaniem całej gamy zadań operacyjnych, wykorzystywanych narzędzi, optymalizacji zasobów pracowniczych i wielu innych. Dobrze przeprowadzona fuzja może jednak być niezwykle efektywna w dłuższej perspektywie, gdyż doprowadza do wzrostu wydajności, odbiurokratyzowania struktur czy też lepszej komunikacji wewnątrz przedsiębiorstwa, co w efekcie poprawia konkurencyjność spółki na rynku.

Do modelowania procesów można wykorzystać jeden ze sposobów bądź też dowolną ich konfigurację w zależności od specyfiki danej sytuacji biznesowej. Sposoby te to: opisowy, normatywny/nakazowy oraz wyjaśniający¹²⁵. Opisowy charakteryzuje się dokładnym obserwowaniem każdego etapu procesu. Obserwator stawia się wtedy poniekąd na zewnątrz, a jego zadaniem jest zbadać, przeanalizować jak dany proces jest przeprowadzany i nakreślić jego ulepszenia w taki sposób, aby sam proces stał się możliwie jak najbardziej efektywny. Normatywny czy też nakazowy, jak sama nazwa wskazuje, cechuje się podejściem z opisanymi wymogami. Za cel w tej sytuacji bierze się jasne zdefiniowanie pożądanych

¹²⁵ Drejewicz Sz., (2012), *Zrozumieć BPMN modelowanie procesów biznesowych*, Wydawnictwo Helion, Gliwice.

rezultatów i ram, zasad czy też wzorców, które jednocześnie muszą być spełnione w czasie całego procesu. Pewna dowolność istnieje natomiast w środkach, gdyż mogą przybierać one zarówno formę praw, jak i elastycznych wskazówek. Ostatnim sposobem jest podejście wyjaśniające, odnoszące się do próby sprawdzenia racjonalności procesów wewnątrz przedsiębiorstwa. Taka analiza ma na celu przedstawienie działań przed swego rodzaju oceną ich zasadności, co w konsekwencji ma służyć ich ulepszeniu bądź zrezygnowaniu z tych nieefektywnych. Niestety duża część procesów jest modelowana za pomocą zbyt prostych dokumentów, czy też jedynie graficznych ich reprezentacji. Sprawdzają się one w przypadku celów marketingowych ze względu na przejrzystą i nieskomplikowaną formę, jednak nie powinny stanowić wyznacznika procesu ze względu na swoją zbyt powierzchowną formę.

Modelowanie procesów biznesowych ma również mniej oczywiste cele niż te wyszczególnione w sposobach. Można do nich zakwalifikować oszacowanie struktury powiązań między poszczególnymi procesami, analizę zmian informacyjnych w czasie przebiegu samego procesu, optymalizację polityki kadrowej firmy oraz dystrybucję odpowiedzialności (zapobieganie cedowania całości odpowiedzialności za projekt na jedną osobę), czy też stworzenie klarownego systemu mierzącego efektywność danego procesu. Obszarami, w których modelowanie znajduje zastosowanie, to między innymi kontrola jakości, implementacja narzędzi informatycznych, procesy szkoleniowe, symulacje, *benchmarking* czy też zarządzanie projektowe oraz *workflow*.

Z punktu widzenia zarządu firmy dobrze by było, aby samo modelowanie nie generowało ogromnych kosztów. Jednak zainwestowanie w specjalistyczną firmę doradczą, która pomaga w bezproblemowym przeprowadzeniu takiego modelowania, może się okazać opłacalne ekonomicznie. Spojrzenie z zewnątrz jest bowiem wolne od wypaczenia poglądu charakterystycznego w wielu przypadkach dla kadr wewnętrznych. Obiektywizm ma również inną zaletę, gdyż jest wolny od nepotyzmu, przez co można być pewnym, że proces *outsource'owany* firmie zewnętrznej, zostanie przeprowadzony z zachowaniem wszystkich standardów branżowych. Firma taka posiada również niezbędne narzędzia i wiedzę, dzięki czemu jest w stanie zidentyfikować obszary, które skorzystają najbardziej z wprowadzanych rozwiązań, co w konsekwencji wspomaga efektywniejszą alokację zasobów przedsiębiorstwa. Same modele zaś będą dzięki temu jasne i klarowne dla każdej osoby z wewnątrz firmy, niezależnie od ich stanowiska.

Technologia Robotic Process Automation (RPA)

Do kreacji robotów, w myśl metodologii RPA, wykorzystuje się głównie języki programowania takie jak: C#, Java, C++, VB .NET. Roboty często są budowane przez zespoły odpowiedzialne za nowe rozwiązania na podstawie stworzonych własnych skryptów w jednym z powyższych języków programowania.

W RPA w miejsce pracownika etatowego zakłada się stosowanie dedykowanego oprogramowania na wirtualnej maszynie (inaczej robota software'owego). Najpopularniejsze narzędzia służące kreacji robotów to: UiPath, Blueprism, Automation Anywhere, ElectroNeek, helpsystems, Laserfiche, OpenSpan, NICE, Work Fusion, PEGA. Narzędzia te pozwalają na automatyzację obsługi powtarzalnych, wieloseryjnych działań. Dzięki wykorzystaniu tych narzędzi nie jest konieczne modyfikowanie już istniejących systemów informatycznych, ani przebudowa występujących w danej firmie procesów biznesowych, gdyż RPA działa z poziomu interfejsu użytkownika, symulując używanie myszy i klawiatury przez człowieka.

Narzędzia te coraz częściej wykorzystują też osiągnięcia w dziedzinie uczenia maszynowego oraz sztucznej inteligencji. W takiej sytuacji specjaliści używają też określenia RPA II mającego sugerować swoisty wyższy poziom technologiczny automatyzacji. RPA II jeszcze bardziej usprawnia i przyspiesza cały proces, a także znajduje zastosowanie w większej ilości procesów biznesowych, jednak zalety te pociągają za sobą wyższe koszty implementacji.

W swej rozległości RPA potencjalnie jest możliwe do zastosowania w całej gamie obszarów biznesowych. Najlepszymi do tego środowiskami są takie, w których występuje duża intensywność powtarzalnej pracy manualnej, którą robot mógłby przyspieszyć oraz zmniejszyć wrażliwość na błędy. Rozwiązania RPA sprawdzą się również w przypadku niestandardowych wymagań biznesowych. Przykładowo, robot pracujący w godzinach nocnych, kiedy zatrudnienie pracownika byłoby niemożliwe lub nieefektywne. Roboty nadają się również do podejmowania problemów charakteryzujących się przyszłym potencjalnym wzrostem, ponieważ rozwiązania RPA są wyjątkowo łatwo skalowalne. Dlatego właśnie w erze globalizacji są coraz chętniej implementowane nawet przez małe i średnie przedsiębiorstwa.

Głównym ograniczeniem w implementacji rozwiązań RPA jest infrastruktura danego przedsiębiorstwa. W przedsiębiorstwie istnieje bowiem skończona moc obliczeniowa maszyn wirtualnych, przez co szczególnie w przypadku dużych zbiorów danych należy niezwykle skrupulatnie planować za co konkretnie dany robot ma być odpowiedzialny. Do infrastruktury można także zaliczyć konieczność powołania specjalnego działu robotyki, który zapanuje nad wdrażaniem, a następnie nad konserwacją już istniejących robotów. Może się okazać, że w wyniku konieczności rozbudowy infrastruktury potrzeba jednocześnie poszerzyć kadrę pracowniczą o wykwalifikowanych specjalistów.

Zespół wdrożeniowy RPA składa się z grona specjalistów, w skład którego muszą wchodzić specjaliści odpowiedzialni za analizę pod kątem możliwości implementacji rozwiązań RPA oraz wynikających z tego oszczędności, deweloperzy RPA odpowiedzialni za cały proces projektowania i programowania, w tym również za pisanie skryptów poleceń dla przyszłych robotów, oraz kontrolerzy, których zadaniem jest przydzielenie odpowiednich zasobów danych i narzędzi w celu utrzymania, optymalizowania i przyspieszania całego procesu. Osobą nie będącą bezpośrednio w zespole wdrożeniowym, jednak będącą kluczową dla całej operacji, jest tak zwany *Subject Matter Expert*, który to we współpracy z deweloperami dzieli się swoją wiedzą z całego zakresu procesu. Jego rola to znalezienie wspólnego gruntu porozumienia między działaniami operacyjnymi firmy a zespołem wdrożeniowym, który te działania ma utrzymać i usprawnić. Zespół wdrożeniowy jest więc obszerną grupą ludzi, natomiast dalszym utrzymaniem, naprawą czy też wprowadzaniem nowych funkcjonalności w środowisko danego robota zajmuje się już jedynie jego część, składająca się z kontrolerów i deweloperów niezbędnych do zachowania ciągłości operacyjnej.

Chatboty a procesy biznesowe

Stworzenie chatbotów jest nierozdzielnie związane z postępującą cyfryzacją społeczeństwa. Początek XXI wieku to ogromny wzrost popularności aplikacji służących do komunikacji za pomocą wiadomości (zarówno tekstowych, jak i audiowizualnych)¹²⁶. Niemal każdy posiada obecnie urządzenie zdolne do ich obsługi, zatem producenci chatbotów mogą celować w dowolną grupę wiekową i zawodową, a potencjalne obszary wykorzystania ich z roku na rok poszerzają się. Chatboty zaimplementowane w aplikacjach mogą również podnosić

¹²⁶ Insider Intelligence (2016), *80% of businesses want chatbots by 2020*, <https://www.businessinsider.com/80-of-businesses-want-chatbots-by-2020-2016-12?IR=T> [dostęp 08.2022]

bezpieczeństwo użytkowników. Jednym z przykładów może być głosowa komunikacja z aplikacją Mapy. Zamiast używać rąk do obsługi telefonu i wyznaczenia nowego celu w trakcie prowadzenia samochodu, można za pomocą głosu poprosić asystenta, aby ten znalazł odpowiednią trasę i nawigował użytkownika do danej lokalizacji.

Oczywiście poziom zaawansowania chatbotów nie pozwala im jeszcze rozwiązać każdego problemu użytkownika. Są one jednak na tyle sprawne, aby w razie bardziej złożonego problemu przekierować klienta do osoby bezpośrednio odpowiedzialnej za rozwiązywanie tego typu problemów. Chatboty, wykorzystując informacje z bazy danych, są w stanie na podstawie pewnej puli pytań skierowanych do użytkownika i podanych przez niego odpowiedzi odnaleźć najbardziej zbliżoną obszarem odpowiedzialności osobę, która będzie w stanie go rozwiązać.

Ewolucja chatbotów rozpoczęła się od idei Alana Turinga. Uważał on, iż w niedalekiej przyszłości i przy wykorzystaniu technologii ludzkość będzie mogła tworzyć inteligentne maszyny, zdolne do samodzielnego zbierania danych, ich analizowania i na ich podstawie wykonywania określonych czynności¹²⁷. Obecnie w tym kontekście mówi się już raczej o sztucznej inteligencji, niż o inteligentnych maszynach.

Pierwszym stadium ewolucji chatbotów był program nazywany czasem „Drzewem telefonicznym”. Jego zadaniem było przekierowywanie klientów do odpowiednich obszarów automatycznej obsługi za pomocą wyboru danego klawisza na klawiaturze numerycznej telefonu. Do rozwoju nad nową technologią przyczyniły się głównie dwa ośrodki naukowe: Massachusetts Institute of Technology oraz laboratorium AI na Uniwersytecie Carnegie Mellon. Opracowane tam programy stały się załącznikiem zupełnie nowej technologii i przyczyniły się do spopularyzowania chatbotów w wielu innych placówkach badawczych w drugiej połowie XX wieku¹²⁸. Z czasem te niezwykle proste programy stawały się znacznie bardziej rozbudowane, jednak proces ich ewolucji trwa nadal. Chociaż dzisiejszy poziom zaawansowania technologicznego chatbotów jest wielokrotnie wyższy niż w początkach ich powstawania, to z pewnością technologia ta nie osiągnęła jeszcze szczytu swego rozwoju.

¹²⁷ Turing A., (1950), *Computing Machinery and Intelligence*, Victoria University of Manchester.

¹²⁸ Kuligowska K., Lasek M., *Virtual assistants support customer relations and business processes*, [w:] Kubiak B. F., Korowicki A. (red.), *Information Management*, Gdańsk University Press, Sopot 2011.

Jednym z podziałów chatbotów, jaki można przyjąć, jest ten ze względu na ich funkcjonalność. Chatboty dzielą się według niego na deklaratywne i konwersacyjne¹²⁹. Deklaratywne oznaczają zorientowane na zadania programy skoncentrowane na przeprowadzeniu jednej funkcji. Potrafią one podtrzymywać rozmowę, kreując odpowiedzi na pytania użytkownika. Ze względu na swoją prostotę, konwersacja z nimi jest dość specyficzna i wysoce ustrukturyzowana. Z tego powodu głównym obszarem ich zastosowania jest realizacja funkcji wsparcia np. poprzez interaktywne “często zadawane pytania” (ang. *Frequently Asked Questions, FAQ*). Dobrze radzą sobie też z ustrukturyzowanymi pytaniami, jak choćby godziny pracy czy informacje o lokalizacji. Jest to obecnie najczęściej używany rodzaj chatbotów.

Innym rodzajem są tak zwane chatboty konwersacyjne, nazywane inaczej wirtualnymi asystentami. Cechują się one znacznie wyższym poziomem złożoności z powodu większej liczby narzędzi, które wykorzystują, aby bardziej emulować zachowanie człowieka. Za pomocą przetwarzania języka naturalnego i uczenia maszynowego potrafią poszerzać własną bazę danych, przez co ich możliwości komunikacyjne stale rosną. Za pomocą sztucznej inteligencji wirtualni asystenci są w stanie analizować oraz dokonywać predykcji zachowań użytkownika w celu lepszej personalizacji komunikacji. Są także w stanie sami inicjować i podtrzymywać rozmowę. Obecnie można już nawet sterować za ich pomocą całym swoim domem poprzez połączenie takich chatbotów jak Siri wyprodukowana przez Apple czy też Alexa od Amazona, z systemami Smart Home¹³⁰. Boty te uczą się np. wzorca rytmu dobowego użytkownika i mogą samodzielnie gasić światła czy też zasłaniać okna roletami. Z kolei, z powodu swojego zaawansowania, asystenci głosowi mogą połączyć w ramach swoich funkcjonalności kilka prostych chatbotów, aby łatwiej pobierać dane i łączyć je w taki sposób, aby z perspektywy użytkownika nie dochodziło do przerwania rozmowy z powodu braku możliwości komunikacji.

Najbardziej ogólną wspólną cechą chatbotów jest ich ukierunkowanie na poprawę jakości świadczenia usług IT. Do bardziej szczegółowych zadań tworzone są konkretne chatboty, jednak ich wspólną cechą jest pozytywny wpływ na całość procesu biznesowego aż do klienta

¹²⁹ Uliyar S., (2017), *A Primer: Oracle Intelligent Bots*

<https://www.promero.com/wp-content/themes/promero/pdf/Oracle%20Intelligent%20Bots.pdf> [dostęp 08.2022]

¹³⁰ Chkroun M., Azaria A., A Safe Collaborative Chatbot for Smart Home Assistants, Sensors, Vol. 21, Issue 19, Bazylea 2021, s. 6641.

końcowego¹³¹. Osiągnięcie takiego efektu odbywa się poprzez rozszerzenie ilości świadczonych usług, wraz z ich postępującą automatyzacją, co pozwala klientowi na swoistą „samoobsługę”¹³².

Innym obszarem zastosowania chatbotów jest ingerencja w dane wrażliwe. Dzięki wykorzystaniu inteligentnego asystenta cyfrowego może zmniejszyć się ryzyko nadużycia ze strony pracownika oraz nastąpić poprawa poczucia bezpieczeństwa klienta. Nieoczywistą zaletą takiego rozwiązania jest także zapobieganie procederowi wyludzeń danych od osób podszywających się pod pracownika dane firmy. Przykładowo klient, który w momencie założenia konta w banku dowie się, że PIN do karty zmienia się tylko i wyłącznie przy użyciu chatbota, a nie bezpośrednio na infolinii z pracownikiem w centrali, będzie uprzedzony, że jeśli ktoś wymaga od niego danych poufnych, to może nie być pracownikiem tego banku.

Najczęstszym obszarem wykorzystania chatbotów jest strona internetowa danego przedsiębiorstwa. Tutaj jednak ich funkcje nie ograniczają się do nawiązywania relacji z klientem. Równie często chatboty wykorzystywane są do poprawy efektywności procesów biznesowych firmy. Chatboty pomagają przykładowo we wdrażaniu nowych pracowników lub przy rutynowych, a jednocześnie czasochłonnych, czynnościach wykonywanych przez pracowników etatowych.

Chatboty znajdują również zastosowanie w szkoleniach czy też e-learningu. Dzięki nim można przeprowadzać symulacje rozmowy z klientem, ćwiczyć techniki negocjacyjne lub też za ich pomocą dostarczać odpowiednie materiały treningowe. Efektem końcowym takich rozmów są bardziej gruntowne przeszkolenia i bardziej ustandaryzowane wyniki danego szkolenia.

Z punktu widzenia konsumentów chatboty są szczególnie atrakcyjne dla osób nieodnajdujących się w relacjach międzyludzkich. Mogą one też pomóc przy pokonywaniu bariery językowej. Nietrudno sobie wyobrazić osobę podróżującą, która będąc w kraju, którego języka urzędowego nie zna, będzie wolą skorzystała z systemu automatycznego zameldowania w hotelu lub też z systemu automatycznej odprawy na lotnisku, które dodatkowo umożliwiają wybór języka obsługi. Automatyzacja takich procesów może mieć

¹³¹ Stachowicz - Stanusch A., Amann W., (2018), *Artificial Intelligence at universities in Poland*, Silesian University of Technology.

¹³² Luo X., Tong S., Fang Z., Qu Z., *Machines versus Humans: The Impact of AI Chatbot Disclosure on Customer Purchases*, Institute for Operations Research and the Management Sciences, Singapur 2019.

zatem pozytywny wpływ na „walory wypoczynkowe” takiego wyjazdu. Przykładowo, skorzystanie z usług takich chatbotów może uchronić przed spóźnieniem się na lot lub koniecznością opłacenia dodatkowej doby hotelowej. Oczywiście są to sytuacje skrajne, jednak pozwalają na zwizualizowanie różnych benefitów takich rozwiązań.

Główną zaletą chatbotów jest ich skalowalność i ciągła w czasie funkcjonalność. Zastępując konsultanta w pracy mogą obsługiwać niemal nieskończoną ilość klientów w jednym momencie oraz, z braku ograniczenia godzin pracy w ciągu dnia, tę samą jakość świadczenia usług mogą zapewniać przez całą dobę. Dzięki temu przedsiębiorstwo oszczędza również na dużo droższych dyżurach nocnych personelu oraz zapewnia klientom stały dostęp do niezbędnych usług, ponieważ nie są oni zobligowani do czekania na otwarcie biur.

Technologie oparte na interakcjach człowiek-maszyna z udziałem platform komunikacyjnych potrafią także przewyższać jakościowo usługi dostarczane przez ludzi¹³³. Przykładowo, infolinia bankowa niejednokrotnie będzie przekierowywać klienta do osoby o odpowiednich kompetencjach. Często osoba taka ma jednak obecnie innego klienta na linii, co wiąże się z dodatkowym czasem oczekiwania. Chatbot nie posiada takich ograniczeń, gdyż jest w stanie przeprowadzić samodzielnie cały proces, jednocześnie nie wymagając od klienta poświęcania czasu na oczekiwanie.

Do dalszego rozwoju technologii chatbotów niezbędny jest rozwój innych obszarów IT. Są to przede wszystkim sztuczna inteligencja oraz różnorodne technologie baz danych¹³⁴. Obecny poziom rozwoju sztucznej inteligencji pozwala jej na sprawną i niezawodną pracę z czynnościami powtarzalnymi. Po zintegrowaniu jej z chatbotem, jest ona w stanie poprawić jego działanie, a co za tym idzie odbiór chatbota przez jego użytkownika.

Sztuczna inteligencja ma jednak swoje ograniczenia. Obecnie niemożliwym jest na przykład zautomatyzować niektórych czynności, gdyż wymagają zbyt wiele mocy obliczeniowej. Z tego powodu obecnie sztuczna inteligencja nie jest jeszcze najdoskonalsza przy modelach zawierających dużą ilość zmiennych. Wprowadzenie więc takiego rozwiązania w strukturę

¹³³ Efron L., (2016), *How A.I. Is About To Disrupt Corporate Recruiting*, Forbes <https://www.forbes.com/sites/louisefron/2016/07/12/how-a-i-is-about-to-disrupt-corporate-recruiting>[dostęp 08.2022]

¹³⁴ Janas A., (2014), *Komputerowe wspomaganie doskonalenia baz wiedzy systemów konwersacyjnych w oparciu o analizę treści rozmów biznesowych*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach.

chatbota mogłoby skończyć się utratą niezawodności takiego rozwiązania, co oczywiście odbiło by się na firmie po stronie biznesowej. Część firm, mimo wspomnianej wady, jest gotowa implementować sztuczną inteligencję do swoich chatbotów. W celu minimalizacji ryzyka wynikającego z powyższego ograniczenia, stosuje się tak zwane „opcje awaryjne”, charakteryzujące się możliwością przekierowania użytkownika na tok rozmowy, z którym taki chatbot jest sobie w stanie poradzić lub też odsyłając go do innego zasobu firmy (pracownika, dokumentu etc.).

Powiązanie chatbotów z danymi istnieje na różnych płaszczyznach. Chatbot musi oczywiście posiadać pewną ich ilość od samego początku swego działania. Pozostałą część może pobierać od użytkowników lub też ze źródeł dostępnych do zaimplementowanej w danym chatbocie sztucznej inteligencji. Jeśli jednak dane są nawet najwyższej jakości, jednak źle zaimplementowano w chatbota rozwiązania uczenia maszynowego, to w konsekwencji taki asystent cyfrowy będzie działać niestabilnie i w sposób trudny do przewidzenia¹³⁵.

Chatboty jako stosunkowo nowa technologia pociągają za sobą różnorodne ryzyka. Jednym z nich jest na przykład potencjalny brak akceptacji ich użycia przez osoby mniej zorientowane w użyciu nowoczesnych technologii. Nie trudno sobie jednak wyobrazić, że ten konkretny problem może zostać zlikwidowany poprzez stopniową implementację lub też pozostawienie kilku dróg komunikacyjnych między klientem a daną firmą.

Częstym błędem jest mylenie chatbotów z botami, czyli po prostu programami automatyzującymi jakiś proces informatyczny. Dlatego bywa też, że chatboty mylone są ze złośliwym oprogramowaniem, które służy hakerom do szpiegowania, zakłócania stabilności systemów, a nawet kradzieży danych. Chatbot mógłby co prawda służyć do wyłudzenia danych wrażliwych, jednak nie jest to tak praktyczne z punktu widzenia przestępców, ponieważ wymagałoby więcej pracy programistycznej oraz dużo więcej zaangażowania użytkownika, od którego dane takie chciałoby się wyłudzić. Użytkownik musiałby bowiem sam wprowadzić do interfejsu tekstowego lub za pomocą głosu swoje dane, co prawdopodobnie skłoniłoby go do rozważenia, czy na pewno dane takie chce podawać. W konsekwencji mogłoby się okazać, że chatbot taki nic nie osiągnie, chociaż wymagał poświęcenia dużo więcej pracy niż program zbierający dane w tle.

¹³⁵ Wolski P. Ocena skutków implementacji inteligentnych chatbotów w aspekcie zarządzania zasobami ludzkimi, Uniwersytet Morski w Gdyni, Gdynia 2019.

Na podstawie powyższego przeglądu można stwierdzić, że przyszłość chatbotów w obszarze procesów biznesowych i ich robotyzacji wygląda niezwykle obiecująco. Najważniejszym motorem napędowym wdrażania tej innowacji jest rosnąca cyfryzacja społeczeństwa i oferowanych usług. Obecnie prowadzone prace nad szerokim dostępem do sieci 5G czy też program Starlink Elona Muska mający zapewnić globalnie dostępny internet bezprzewodowy za pomocą sieci satelitów, pozwoli programistom na implementację znacznie bardziej rozbudowanych technologicznie chatbotów. Również postęp w rozwoju narzędzi wspomagających chatboty daje perspektywę dalszego udoskonalania obecnej technologii konwersacyjnej.

Rozdział 8. Chatboty w służbie e-zdrowia – ewolucja telemedycyny w stronę konwersacyjnej sztucznej inteligencji

Innowacje służące dobru publicznemu często są zakorzenione w koncepcjach militarnych lub tych odnoszących się do budowania potęgi technologicznej państw, na przykład poprzez podbój kosmosu. Nie inaczej działo się w przypadku telemedycyny, której pierwotnymi głównymi celami były m.in. możliwość konsultacji żołnierzy przebywających na odległych kontynentach przez wysokiej klasy specjalistów¹³⁶ lub stałego monitorowania stanu zdrowia kosmonautów podczas ich misji¹³⁷. Prędko jednak dostrzeżono potencjał wykorzystania technologii telekomunikacyjnych dla zastosowań cywilnych: paradygmat zdalnego poradnictwa medycznego zaczął sprawdzać się wszędzie tam, gdzie technologia obrazowania i łączność internetowa są dostępne, ale brakuje lokalnej wiedzy fachowej. Już pod koniec XX w. możliwe stało się przysyłanie badań (obrazów statycznych i dynamicznych, zdjęć rentgenowskich, echogramów, EKG, USG, rezonansu magnetycznego, tomografii komputerowej etc.) specjalistom z drugiego krańca globu, a nawet przeprowadzanie skutecznych operacji na odległość z wykorzystaniem robotów¹³⁸. Udoskonalenia technologii i powiązanych z nią komponentów zwiększyły praktyczne zastosowania telemedycyny w wielu obszarach leczniczej działalności ratunkowej i ambulatoryjnej, poprawiając dostępność opieki nad pacjentami o zróżnicowanych potrzebach.

W kolejnych latach postęp w poszczególnych krajach w zakresie rozwoju telemedycyny – czy szerzej e-zdrowia, jako koncepcji holistycznej zdalnej opieki nad pacjentem wraz z cyfryzacją dokumentacji medycznej – wahał się w zależności od wielu aspektów. Jako główne wyróżnić można ogólny poziom cyfryzacji danego społeczeństwa i jego gotowość na zmiany w korzystaniu z ochrony zdrowia, realizowaną politykę zdrowotną wraz z przeznaczonym na ten cel budżetem, partycypację w międzynarodowych inicjatywach rozwojowych sektora telemedycyny (takich jak wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia lub ramowe plany

¹³⁶ Pamplin J.C., Davis K.L., Mbuthia J., Cain S., Hipp S.J., Yourk D.J., et al., Military telehealth: a model for delivering expertise to the point of need in austere and operational environments, *Health Affairs* 38(8), Millwood 2019, s. 1386-1392.

¹³⁷ Nicogossian A.E., Pober D.F., Roy S.A., Evolution of telemedicine in the space program and earth applications, *Telemed J E Health* 7(1) 2001, s. 1-15.

¹³⁸ Bujnowska-Fedak M.M., Kumięga P., Sapilak B.J., Zastosowanie nowoczesnych systemów telemedycznych w opiece nad ludźmi starszymi, *Family Medicine & Primary Care Review* 15(3) 2013, s. 441-446.

działań Unii Europejskiej) oraz bieżące trendy na lokalnym rynku innowacji wspieranych przez prywatnych inwestorów. Za jednego z wiodących graczy rynku usług nie tylko e-zdrowia, ale i całej e-administracji, od lat uważa się Estonię, która pomimo ograniczonych zasobów ekonomicznych i trudnych warunków postsowieckiej rzeczywistości, obrała konsekwentną ścieżkę rozwoju w zakresie cyfryzacji społeczeństwa¹³⁹. Estoński system e-zdrowia uznawany jest dziś za jeden z najlepszych na świecie, m.in. według badania #SmartHealthSystems, przeprowadzonego przez Fundację Bertelsmanna w 2018 roku¹⁴⁰, czy też raportu HIMSS Analytics z 2019 roku¹⁴¹.

W Polsce pierwsze oficjalne kroki w kierunku popularyzacji telemedycyny postawiła Sekcja Telemedycyny Polskiego Towarzystwa Lekarskiego, założona w 2001 roku¹⁴². Sekcja skupiała entuzjastów możliwości zdalnej opieki zdrowotnej, jednak w kolejnych latach wszelkie inicjatywy w tym zakresie sprowadzały się do działań lokalnych i oddolnych. Przygotowania do szerszego wdrożenia rozwiązań telemedycyny nastąpiły dopiero wskutek wprowadzenia ustawy z dnia 28 kwietnia 2011 r. o systemie informacji w ochronie zdrowia i idących z nią zmian w zakresie wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w polskim systemie opieki zdrowotnej.

Badania przeprowadzone kilka lat później w 2016 r. – zarówno międzynarodowe, jak i krajowe – nie pozwalały jednak na dobrą ocenę rozwoju usług telemedycznych w kraju¹⁴³. Polski system zdrowotny był wówczas jednym z najgorzej ocenianych systemów zdrowotnych w Europie według indeksu Euro Health Consumer Index (EHCI), na co składał się również czynnik rozwiązań z zakresu wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych¹⁴⁴. Również w krajowym badaniu z 2016 roku, dotyczącym stopnia informatyzacji podmiotów wykonujących działalność leczniczą, przeprowadzonym przez Centrum Systemów Informacyjnych Ochrony Zdrowia (CSIOZ), stwierdzono między innymi, że zaledwie 8% podmiotów wykorzystywało tego typu rozwiązania - pomimo posiadania

¹³⁹ Linnea L., e-Estonia, the information society since 1997, Centre for Public Impact 2019.

¹⁴⁰ <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/der-digitale-patient/projektthemen/smarthealthsystems/> [dostęp 08.2022]

¹⁴¹ HIMSS Analytics, eHealth Trendbarometer, Annual European eHealth Survey 2019.

¹⁴² <https://izba-lekarska.pl/numer/numer-200301/telemedycyna/> [dostęp 08.2022]

¹⁴³ Korczak K., Karlińska M., Wykorzystanie rozwiązań telemedycznych w polskich podmiotach wykonujących działalność leczniczą, Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych, SGH 2018, nr 52, 59-70.

¹⁴⁴ Health Consumer Powerhouse, Euro Health Consumer Index 2016 Report, Bruksela 2017.

systemów teleinformatycznych komunikujących się z innymi systemami¹⁴⁵. Szereg zmian legislacyjnych w zakresie uznawania zdalnego udzielania świadczeń zdrowotnych za świadczenia pełnoprawne postępował nadal, lecz nawet pomimo prawnego uporządkowania kwestii wizyt on-line dokonanego pod koniec 2015 roku, czy wprowadzenia zapisów o możliwym wykorzystaniu systemów teleinformatycznych również do ustaw o wykonywaniu zawodu pielęgniarki i położnej oraz o Państwowym Ratownictwie Medycznym, zmiany te nie wpłynęły realnie na funkcjonowanie systemu ochrony zdrowia¹⁴⁶. Czynnikiem, który w końcu wymusił przyspieszenie systemowego wdrażania rozwiązań z zakresu e-zdrowia i telemedycyny, nie tylko w Polsce, ale i na całym świecie, była pandemia COVID-19, która została uznana za globalny problem 11 marca 2020 roku.

Pierwszym aspektem przyspieszenia rozwoju e-zdrowia i telemedycyny wskutek pandemii COVID-19 było zderzenie tradycyjnych metod statystycznych z problemem ilości nieustrukturyzowanych danych, napływających codziennie w miarę rozprzestrzeniania się koronawirusa SARS-CoV-2, które wymagały nowego podejścia do kwestii ich przetwarzania i wykonywania analiz predykcyjnych w celu efektywnego zarządzania środkami i zasobami w walce z nowymi ogniskami zakażeń, a także opracowywania narzędzi diagnostycznych w celu szybkiego rozpoznawania, pierwszych prób leczenia i zapobiegania rozwojowi choroby. Oczywiście, dostępne metody oparte o algorytmy sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego sprawdzały się już wcześniej w epidemiologii. Przykładem takiego szeroko stosowanego i sprawdzonego algorytmu przestrzenno-czasowego, z możliwością zwracania zarówno informacji o lokalizacji, jak i występowania w czasie klastrow chorobowych, jest oprogramowanie SatScan¹⁴⁷. Wykorzystuje ono wiele różnych metod statystycznych w celu wykrycia lokalnego nadmiaru zdarzeń o charakterze epidemiologicznym i sprawdzenia, czy taki nadmiar mógł w uzasadniony sposób wystąpić przypadkowo. Oprogramowanie SatScan może być również wykorzystywane do rozwiązywania podobnych problemów w wielu innych dziedzinach. Natomiast skala pandemii COVID-19 ustanowiła nowy poziom potrzeb w zakresie użycia sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego. Do głosu doszły takie projekty jak algorytm kanadyjskiej firmy BlueDot, który już tydzień przed amerykańskim Centrum Kontroli i Prewencji Chorób zaobserwował wybuch epidemii, na bazie danych z

¹⁴⁵ Centrum Systemów Informacyjnych Ochrony Zdrowia, Wyniki II edycji badania ankietowego 2016 r. „Badanie stopnia przygotowania podmiotów wykonujących działalność leczniczą do obowiązków wynikających z ustawy z dnia 28 kwietnia 2011 r. o systemie informacji w ochronie zdrowia”, Warszawa 2016.

¹⁴⁶ Wrześniewska-Wal I., Hajdukiewicz D., Telemedycyna w Polsce – aspekty prawne, medyczne i etyczne. *Studia Prawnoustrojowe* (50) 2020.

¹⁴⁷ <https://www.satscan.org> [dostęp 08.2022]

ponad stu źródeł – m.in. lokalnych wiadomości w dziesiątkach języków, danych ze szpitali, informacji dotyczących zachorowań wśród zwierząt oraz chorób roślin, danych demograficznych, danych na temat transportu lokalnego i lotniczego, danych klimatycznych, czy lokalnych forów internetowych¹⁴⁸. Jednocześnie, walka z nowym wirusem SARS-CoV-2 odbywała się nie tylko na klasycznych frontach: medycznym czy logistycznym – od pierwszych dni pandemii świat ogarnęła fala masowej dezinformacji, zwłaszcza w cyberprzestrzeni, która stanowiła nowe wyzwanie w zakresie detekcji i zwalczania fake newsów¹⁴⁹. W obszarze tym na prowadzenie wysunęła się dziedzina Text Mining, która poprzez trenowanie sztucznych sieci neuronowych na ogromnych korpusach tekstowych, jest w stanie skutecznie przeczesywać sieć w poszukiwaniu np. ognisk dezinformacji.

W wyniku konieczności przestrzegania reżimu izolacji, dystansu społecznego i ograniczenia kontaktów międzyludzkich, w tym również między lekarzem a pacjentem, a także ogromnej liczba zapytań kierowanych przez pacjentów, drugim efektem pandemii COVID-19 dla e-zdrowia i telemedycyny było uwidocznienie pilnej potrzeby wdrożenia skutecznych narzędzi i jasnych wytycznych do wykonywania zdalnych świadczeń zdrowotnych, na co zarówno administracja publiczna, jak i sektor prywatny, zareagowały natychmiastową pozytywną odpowiedzią. W bardzo krótkim czasie zostały stworzone liczne aplikacje i narzędzia umożliwiające zdalny kontakt z lekarzem, Państwową Inspekcją Sanitarną, a na oficjalnych stronach rządowych i infoliniach Ministerstwa Zdrowia i NFZ chatboty i voiceboty udzielały niezbędnych informacji. Równie pozytywnie zareagowali sami pacjenci – z krajowego badania, jakie przeprowadziło Ministerstwo Zdrowia wraz z Narodowym Funduszem Zdrowia w okresie lipiec–sierpień 2020 r. wynika, że w czasie epidemii 80% konsultacji medycznych odbywało się w formie teleporady¹⁵⁰. Wg tego samego badania aż 97,8% ankietowanych zadeklarowało, że lekarz podczas teleporady właściwie zadbał o pacjenta i przekazał komplet niezbędnych dokumentów, takich jak recepty, skierowania oraz zalecenia. Natomiast 43,2% badanych osób stwierdziło, że teleporady powinny stanowić jeden z głównych kanałów kontaktu z lekarzem pierwszego kontaktu, zaś 16% ankietowanych oceniało teleporadę, jako usługę przewyższającą jakościowo stacjonarną wizytę w placówce

¹⁴⁸ Bogoch I.I., Watts A., Thomas-Bachli A., Huber C., Kraemer M.U.G., Khan K., Potential for global spread of a novel coronavirus from China, *Journal of Travel Medicine*, Vol. 27, Issue 2, 2020.

¹⁴⁹ Bangyal W.H., Qasim R., Rehman N., Ahmad .Z, Dar H., Rukhsar L., Aman Z., Ahmad J., Detection of fake news text classification on COVID-19 using deep learning approaches, *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, vol. 2021.

¹⁵⁰ Narodowy Fundusz Zdrowia, Raport z badania satysfakcji pacjentów korzystających z teleporad u lekarza podstawowej opieki zdrowotnej w okresie epidemii COVID-19, Warszawa 2020.

Podstawowej Opieki Zdrowotnej. W skali globalnej badania kształtują się podobnie – przykładowo w Stanach Zjednoczonych korzystanie z usług telemedycyny podczas pandemii COVID-19 odnotowało wzrost z mniej niż 1% wizyt w początkowym okresie do nawet 80% w szczytowym momencie liczby zakażeń¹⁵¹. Raport spółki McKinsey z 2021 roku mówi zaś o 38-krotnym wzroście aktywnego korzystania z usług e-zdrowia w porównaniu z okresem przed pandemią COVID-19¹⁵².

Przyspieszenie innowacyjności, wynikające z cyfryzacji usług medycznych, okazało się przełomowe dla branży med-tech, co można uznać za kolejny efekt wpływu pandemii COVID-19 – według Fortune Business Insights oczekuje się wzrostu wartości tego sektora z 426 mld USD w 2018 roku do 613 mld w 2025 roku¹⁵³, zaś dalszy rozwój telemedycyny stał się jednym z głównych trendów na rynku opieki zdrowotnej, jak wynika z wywiadów przeprowadzonych z przedstawicielami kadry zarządzającej w tym sektorze przez Deloitte Center for Health Solutions we współpracy z American Telemedicine Association (ATA)¹⁵⁴.

Według danych najnowszego raportu inwentaryzującego polski rynek med-tech „Top Disruptors in Healthcare 2022” przygotowanego przez zespół Młodych Menedżerów Medycyny przy Polskiej Federacji Szpitali oraz Koalicję AI w zdrowiu, w Polsce obecnie działa ok. 380 startupów medycznych, częściowo wspieranych również przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości, z których większość stosuje rozwiązania oparte na algorytmach sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego¹⁵⁵. Zastosowania tych algorytmów w medycynie już od lat imponują rozpiętością i możliwościami użycia: od inteligentnych programów wspierających tworzenie dokumentacji medycznej, przez automatyczną detekcję zmian chorobowych i modelowanie procesów diagnostycznych w badaniach obrazowych, robotyczne techniki operacyjne, czy inwazyjne metody monitorowania parametrów z użyciem

¹⁵¹ Weiner J.P., Bandean S., Hatf E., Lans D., Liu A., Lemke K.W., In-Person and Telehealth Ambulatory Contacts and Costs in a Large US Insured Cohort Before and During the COVID-19 Pandemic. JAMA Network Open, 4(3) 2021.

¹⁵² <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/telehealth-a-quarter-trillion-dollar-post-covid-19-reality> [dostęp 08.2022]

¹⁵³ Fortune Business Insights, Medical Devices Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Type (Orthopedic Devices, Cardiovascular Devices, Diagnostic Imaging, In-vitro Diagnostics, Minimally Invasive Surgery, Wound Management, Diabetes Care, Ophthalmic Devices, Dental Devices, Nephrology, General Surgery, and Others), By End-user (Hospitals & ASCs, Clinics, and Others), and Regional Forecast, 2022-2029, 2022.

¹⁵⁴ Deloitte Center for Health Solutions, The future of virtual health. Executives see industrywide investments on the horizon, Deloitte Insights 2020.

¹⁵⁵ Raport: Top Disruptors in Healthcare. Przegląd innowacyjnych startupów medycznych w Polsce, wZdrowu 2022.

innowacyjnych sensorów¹⁵⁶, aż po zaawansowane środowiska wirtualnej rzeczywistości wspierające różnicowanie zaburzeń neurobehawioralnych w procesie rozwojowym człowieka lub po narażeniu na traumę^{157,158}. Kierunek, który wyróżnił się w trakcie pandemii, dzięki swojej bezkontaktowej i jednocześnie zautomatyzowanej obsłudze pacjenta, i który rozkwita poprzez dalsze szerokie możliwości zastosowania, a także potencjał odciążenia personelu medycznego w wielu powtarzalnych zadaniach, to implementacja w ochronie zdrowia systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny: wszelkiego rodzaju chatbotów, voicebotów, czy videobotów.

Przykładowo, przegląd aktualnych badań pokazuje, że wykorzystanie chatbotów przynosi szerokie korzyści dla wspierania zdrowia psychicznego człowieka¹⁵⁹. Sam pomysł stworzenia konwersacyjnego terapeuty opartego o sztuczną inteligencję jest tak stary, jak pierwszy chatbot Eliza zbudowany w 1966 roku, który został zaprojektowany tak, aby naśladować psychoterapeutę skoncentrowanego na dialogu z pacjentem¹⁶⁰. Natomiast dalsze rezultaty badań z różnych laboratoriów na świecie, zidentyfikowały istotne zalety komunikacji z pacjentami za pośrednictwem chatbotów i ujawniły użyteczność chatbotów jako internetowych narzędzi interwencyjnych^{161,162,163}. Przykładowo, niektóre osoby niechętnie spotykają się z psychoterapeutą, natomiast mogą z powodzeniem rozmawiać z wirtualnym terapeutą online. Takie chatboty dają pacjentom większe poczucie anonimowości i sprzyjają wzrostowi samoświadomości oraz uczą różnych umiejętności rozwiązywania problemów, które zapobiegają rozwinięciu się depresji i ograniczają dalsze jej postępowanie.

¹⁵⁶ Raport: AI to nie sci-fi. Przykłady wdrożeń innowacyjnych w zdrowiu, wZdrowiu 2022.

¹⁵⁷ Yeh S.C. et al., A Virtual-Reality System Integrated With Neuro-Behavior Sensing for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Intelligent Assessment, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 28, 9, 2020.

¹⁵⁸ Gramlich, M.A., Smolenski D.J., Norr A.M., Rothbaum B.O., Rizzo A.A., Andrasik F., Fantelli E., Reger G.M., Psychophysiology during exposure to trauma memories: Comparative effects of virtual reality and imaginal exposure for posttraumatic stress disorder, Depression Anxiety, 38, 2021.

¹⁵⁹ Sweeney C., Potts C., Ennis E., Bond R., et al., Can Chatbots Help Support a Person's Mental Health? Perceptions and Views from Mental Healthcare Professionals and Experts. ACM Transactions on Computing for Healthcare, Vol. 2, Issue 3, July 2021, Article No.: 25, s. 1–15.

¹⁶⁰ Weizenbaum J., Eliza - a computer program for the study of Natural Language Communication between man and machine, Communications of the ACM, Vol. 9, Issue 1, 1966, s. 36-35.

¹⁶¹ Bickmore T., Giorgino T., Health dialog systems for patients and consumers, Journal of Biomedical Informatics, Vol. 39, Issue 5, 2006, s. 556-571.

¹⁶² Kang S., Gratch J., Socially Anxious People Reveal More Personal Information with Virtual Counselors That Talk about Themselves using Intimate Human Back Stories, Proceedings of the 17th Annual CyberPsychology and CyberTherapy Conference, [w:] Wiederhold B, Riva G. (eds), Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine, IOS Press, 2012, s. 202–207.

¹⁶³ DeVault D., Georgila K., Artstein R., Morbini F., Traum D. et al., Verbal indicators of psychological distress in interactive dialogue with a virtual human, Proceedings of the SIGDIAL 2013 Conference, Association for Computational Linguistics 2013, s.193–202.

Profesor medycyny prewencyjnej Mohr, założyciel i dyrektor Centrum Technologii Interwencji Behawioralnej, w swojej pracy koncentruje się na projektowaniu i wdrażaniu cyfrowych metod leczenia zdrowia psychicznego, które mogą być implementowane w sposób zrównoważony. Badania Mohra wykazują, że chatboty bardziej angażują pacjenta niż zwyczajni terapeuci przyjmujący w biurze.¹⁶⁴ Ponadto takie wirtualne narzędzia interwencyjne mogą oferować zupełnie nowe opcje leczenia osobom, które nie mają dostępu do tradycyjnych usług lub czują się niekomfortowo podczas standardowej psychoterapii.

Z kolei profesor Morency z Instytutu Technologii Językowych na Uniwersytecie Carnegie Mellon, skupia swoje badania na komunikacji człowiek-komputer i uczeniu maszynowym stosowanym do lepszego rozumienia ludzkich zachowań przez komputery. Wraz z zespołem, w ramach uniwersyteckiego projektu SimSensei, zbudował zaawansowanego chatbota Ellie, będącego narzędziem do stworzenia angażującej interakcji twarzą w twarz, w której pacjent czuje się bardzo komfortowo.¹⁶⁵ Rozmawiając i zbierając informacje związane z odczuwanym obciążeniem psychicznym pacjenta Ellie wspomaga podejmowanie decyzji przez klinicystów. Kamera internetowa i czujniki ruchu twarzy skanują ciała rozmówców Ellie i przekazują informację do menedżera dialogów, który do odczytanych ludzkich emocji dostosowuje odpowiednie reakcje.

Same pytania Ellie zadaje w sposób nieoceniający, a mowa jej wirtualnego ciała jest przyjazna i zachęca do rozmowy. Ellie używa łącznie kilkuset stałych wypowiedzi, z czego około połowa dotyczy pytań ogólnych, pozwalających jej na wysondowanie obszaru problemów z jakimi mierzy się pacjent. Pozostałe tworzą szereg pytań szczegółowych, dających informację zwrotną w wyspecjalizowanym zakresie, a także wypowiedzi dotyczące okazywanej empatii i podpowiedzi kontynuacji.¹⁶⁶ Prowadzenie dialogu przez realizowane jest za pomocą menedżera dialogu FLoReS, w którym pytania wykorzystywane do prowadzenia dialogów dzielą się na różne etapy rozmowy (np. rozgrzewka, budowanie

¹⁶⁴ Mohr D.C., Burns M.N., Schueller S.M., Clarke G., Klinkman M., Behavioral intervention technologies: Evidence review and recommendations for future research in mental health. *General Hospital Psychiatry*, Vol. 35, Issue 4, 2013, s. 332–338.

¹⁶⁵ DeVault D., Artstein R., Dey T., Fast E., Gainer A. et al. (2014) SimSensei Kiosk: A Virtual Human Interviewer for Healthcare Decision Support, [w:] 2014 International Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems (AAMAS '14), Paris, France, 05-09 May 2014, s. 1061-1068.

¹⁶⁶ Gratch J., Artstein R., Lucas G., Stratou G., Scherer S. et al., The Distress Analysis Interview Corpus of human and computer interviews, [w:] Proceedings of 9th International Conference on Language Resources and Evaluation, LREC 2014.

relacji, diagnostyka)¹⁶⁷. Pytania takie są zazwyczaj zadawane w ustalonej kolejności, z pewnymi rozgałęzieniami od głównego poziomu dialogu opartymi na odpowiedziach na bardziej szczegółowe pytania. Zaimplementowane scenariusze dialogowe menedżera FLoReS są oparte na regułach i determinują, jakie będą dalsze odpowiedzi Ellie dla każdego z etapów rozmowy. Reguły kontynuacji są zdefiniowane w odniesieniu do rozpoznanych zagadnień sklasyfikowanych przez model rozumienia języka naturalnego oraz mierzonego w sekundach czasu trwania wypowiedzi użytkownika. Reguły te w określonych warunkach wywołują monity o kontynuację i skutkują adekwatnymi odpowiedziami Ellie oraz okazaniem przez nią empatii w kierunku rozmówcy.

Zastosowania chatbotów nie dotyczą tylko profilaktyki zdrowia, lecz także aktywnie wspomagają dedykowane leczenie. W ciągu ostatnich kilkunastu lat intensywnie opracowywano chatboty, pełniące funkcję wspomagającą leczenie i mające na celu edukację pacjentów, poprawę przestrzegania przez nich zaleceń lekarskich, motywowanie ich do zachowań prozdrowotnych i samoopieki oraz monitorowanie chorób w domu, przy czym wiele z tych inicjatyw okazało się skutecznych^{168,169}.

Interdyscyplinarny zespół naukowców pod kierownictwem profesora Bickmore'a z Northeastern University w USA, złożony ze specjalistów z obszarów medycyny, informatyki i statystyki, zaprojektował i zrealizował chatbota Laura, który oferuje pomoc w trakcie trwania opieki psychiatrycznej oraz jest przeznaczony do promowania przestrzegania zaleceń lekarskich przez pacjentów ze schizofrenią.¹⁷⁰ Poza przestrzeganiem zaleceń lekarskich, chatbot realizuje również siedem modułów edukacyjnych na temat schizofrenii oraz promuje aktywność fizyczną. Jego technologia obejmuje zachowania werbalne (wypowiedzi w trakcie rozmowy) oraz niewerbalne (miny i gesty animowanej mowy ciała), mające na celu wspieranie relacji terapeutycznej z pacjentem. Laura realizuje prostą formę konwersacji, w której pacjent musi jasno wyrażać się na temat tego, co chce przekazać (w tym komunikować uczucia), dzięki czemu dialogi z chatbotem mogą być potencjalnie łatwiejsze i mniej mylące

¹⁶⁷ Morbini F., DeVault D., Sagae K., Gerten J., Nazarian A., Traum D., FLoReS: A forward looking reward seeking dialogue manager, [w:] Proceedings of IWSDS, 2012.

¹⁶⁸ Bickmore T., Puskar K., Schlenk E., Pfeifer L., Sereika S., Maintaining Reality: Relational Agents for Antipsychotic Medication Adherence, Interacting with Computers, Vol. 22, Issue 4, July 2010, s. 276–288.

¹⁶⁹ Bickmore T., Utami D., Matsuyama R., Paasche-Orlow M., Improving access to online health information with Conversational Agents: a randomized controlled experiment, Journal of Medical Internet Research, Vol. 18, Issue 1, January 2016.

¹⁷⁰ Puskar K., Schlenk E., Callan J., Bickmore T., Sereika S., Relational agents as an adjunct in schizophrenia treatment, Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services, Vol. 49, Issue 8, August 2011, s.22-29.

dla osób ze schizofrenią w porównaniu z rozmowami między ludźmi. Interfejsy animowanej postaci chatbotów są mniej onieśmialające i bardziej dostępne komunikacyjnie dla pacjentów z nawet wąskim zakresem umiejętności obsługi komputera.

Przykłady zastosowań chatbotów dotyczących samych pacjentów można mnożyć i wymieniać niemal bez końca, choć częściej są one opisywane przez komercyjne źródła, niż analizowane w badaniach naukowych. Taki urodzaj na rynku med-tech może cieszyć, zwłaszcza w kontekście przytaczanego wcześniej pozytywnego wpływu chatbotów na różne aspekty zdrowia pacjentów. Rodzi się jednak pytanie, czy równie licznie powstają chatboty dedykowane zespołom medycznemu, wspierające procesy wewnętrzne – zarówno lecznicze i diagnostyczne, jak i administracyjne placówek medycznych. Naukowe piśmiennictwo i w tym zakresie jest ograniczone – najbardziej rozpowszechnione wśród systemów informatycznych opartych o model konwersacyjny są rozwiązania wspierające procesy administracyjne, takie jak automatyczna rejestracja pacjenta, zarządzanie wewnątrzzpitalnym przyjmowaniem pacjentów, czy obsługa kwestii ubezpieczeń¹⁷¹.

Jednym z najbardziej obiecujących postępów w telemedycynie opartej na chatbotach, która potencjalnie może znacznie odciążyć wykwalifikowany personel medyczny, jest technologia o angielskiej nazwie Virtual Patient Advocate (VPA), którą ze względu na docelowo realizowane funkcje można przetłumaczyć jako wirtualny opiekun pacjenta. Jest to skomputeryzowana, animowana postać zaprojektowana tak, aby zintegrować najlepsze praktyki z teorii komunikacji w relacji chatbot-pacjent.¹⁷² Chatbot VPA naśladuje zachowanie empatycznego klinicysty podczas konwersacji twarzą w twarz, w tym niewerbalne zachowania komunikacyjne, takie jak spojrzenie, postawa i gesty rąk. Robi to w celu dostarczania pacjentowi komunikatów edukacyjnych dostosowanych do jego indywidualnych potrzeb, oceny zrozumienia przez pacjenta sytuacji i rejestrowania postępów.¹⁷³ Komunikacja wirtualna jest tym bardziej ważna w dzisiejszych czasach, gdy różnorodne obostrzenia z uwagi na pandemię COVID-19 częstokroć ograniczają interakcje z innymi ludźmi. Rozmowa z chatbotem VPA to proces, dzięki któremu pacjenci, nowo zdiagnozowani w placówce lub w gabinecie prywatnym, mogą szybko dołączyć do lokalnie leczonej społeczności i być

¹⁷¹ Parmar P., Ryu J., Pandya S., Sedoc J., Agarwal S., Health-focused conversational agents in person-centered care: a review of apps, NPJ Digital Medicine, Vol. 5, Article 21, Springer Nature 2022.

¹⁷² Cottrell S.N., Cystic Fibrosis Virtual Patient Advocacy, (Doctor of Nursing Practice project report, East Carolina University College of Nursing], The Scholarship, 2021.

¹⁷³ Jack B., Virtual Patient Advocate to Reduce Ambulatory Adverse Drug Events - Final Report, Boston Medical Center, Rockville, Agency for Healthcare Research and Quality, 2012.

informowanymi na bieżąco w zakresie działań szpitalnych i późniejszej profilaktyki ochrony zdrowia.

Chatbot może także znajdować zastosowanie jako postać asystująca przy wypisach pacjentów ze szpitali. W wielu badaniach wskazano, iż wdrożenie wysokiej jakości programu planowania wypisów ze szpitala, a następnie wykonanie rozmowy z lekarzem rodzinnym zaraz po wypisaniu ze szpitala znacznie zmniejsza liczbę ponownych hospitalizacji i niepożądanych zdarzeń związanych z przyjmowanymi lekami^{174,175,176}. Stąd też w taką funkcję wyposażony jest właśnie chatbot VPA, który edukuje w zakresie poszpitalnej samoopieki, ocenia zrozumienie i przestrzeganie przez pacjentów harmonogramu zażywania leków i konsultacji lekarskich oraz monitoruje zdarzenia niepożądane w najbliższych dniach po wypisaniu ze szpitala.

Przykładem chatbota będącego opiekunem pacjenta w trakcie oraz po jego hospitalizacji jest Louise - system zaprojektowany do użytku przez pacjentów przy ich łóżkach szpitalnych, opracowany w ramach Projektu RED (Re-Engineered Hospital Discharge) zrealizowanego na Uniwersytecie Bostońskim¹⁷⁷. Pacjentom w szpitalu zapewnia się przy łóżkach przystępny interfejs w postaci chatbota Louise, który dostarcza informacji w spójny sposób i dostosowuje swoje przekazy do konkretnych potrzeb danego pacjenta w trakcie rozmowy. Rozszerzeniem systemu szpitalnego jest chatbot „Louise po wypisie”, który ma zapewnić niedawno hospitalizowanemu pacjentowi: łatwy w użyciu mechanizm śledzenia przez niego planu wypisu, możliwości zgłaszania wszelkich zdarzeń niepożądanych (takich jak skutki uboczne leków), które wystąpiły po wypisie ze szpitala oraz otrzymywanie porad dotyczących schematu leczenia, wizyt kontrolnych i dbania o zdrowie. Dodatkowo, animowana postać chatbota emuluje gesty i mowę ciała podczas rozmowy z pacjentami.

¹⁷⁴ Berkowitz R., Fang Z., Helfand B., Jones R., Schreiber R., Paasche-Orlow M., Project ReEngineered Discharge (RED) lowers hospital readmissions of patients discharged from a skilled nursing facility, *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol. 14, Issue 10, April 2013, s.736–740.

¹⁷⁵ Cancino R.S., Manasseh C., Kwong L., Mitchell S.E., Martin J., Jack B.W., Project RED Impacts Patient Experience, *Journal of patient experience*, Vol. 4, Issue 4, June 2017, s.185–190.

¹⁷⁶ Mitchell S. E., Reichert M., Martin Howard J., Krizman K. et al., Reducing Readmission of Hospitalized Patients With Depressive Symptoms: A Randomized Trial, *The Annals of Family Medicine*, Vol. 20, Issue 3, May 2022, s.246-254.

¹⁷⁷ Jack B., et al. Developing the Tools to Administer a Comprehensive Hospital Discharge Program: The ReEngineered Discharge (RED) Program, [w:] Henriksen K., Battles J.B., Keyes M.A., Grady M.L. (eds.), *Advances in patient safety: New directions and alternative approaches*, Vol. 3, Performance and Tools, AHRQ Publication, Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality, August 2008.

Wyniki dotyczące funkcjonowania Louise wskazują, że pacjenci o niskim poziomie świadomości zdrowotnej uznali chatbota za łatwy w użyciu system, zgłaszali wysoki poziom zadowolenia z niego, a większość stwierdziła, że wolą otrzymywać informacje o wypisie od takiej wirtualnej pielęgniarki niż od swojego lekarza lub pielęgniarki szpitalnej. Pacjenci wyrażali również uznanie dla czasu i uwagi zapewnianej przez chatbota Louise i uważali, że stanowi on ich dodatkowe wiarygodne źródło w zakresie otrzymywania informacji medycznych.¹⁷⁸

Nie tylko diagnoza, ale również bieżąca ocena potrzeb społecznych pacjentów pozostaje krytycznym wyzwaniem, ponieważ większość placówek medycznych obecnie nie przeprowadza wywiadu pod kątem potrzeb społecznych oraz nie ma dodatkowego personelu do administrowania takimi wywiadami bez przerywania pracy klinicznej. Dlatego też interdyscyplinarny zespół naukowców z Wydziału Projektowania i Inżynierii Skoncentrowanej na Człowieku Uniwersytetu Waszyngtońskiego, Wydziału Informatyki Biomedycznej i Edukacji Medycznej, Wydziału Medycyny Ratunkowej oraz Centrum Medycznego Harbor-UCLA Kalifornii opracował chatbota HarborBot, który pyta pacjentów odwiedzających oddział ratunkowy o ich potrzeby społeczne, w tym o warunki mieszkaniowe, dostęp do żywności i do opieki medycznej.¹⁷⁹ Chatbot nazwany został HarborBot, na cześć szpitala, w którym był testowany. HarborBot przeprowadza pacjentów przez ankietę potrzeb społecznych, która zawiera 36 pytań związanych z demografią, finansami, zatrudnieniem, edukacją, mieszkalnictwem, żywnością i usługami komunalnymi. Zadaje również pytania związane z bezpieczeństwem fizycznym, potrzebami prawnymi i dostępem do opieki. HarborBot wyświetlany jest na tablecie jako typowe okno czatu, w którym rozmowa pacjenta i widnieje w różnokolorowych dymkach.¹⁸⁰ Chatbot triage'owy rozszerzony o taki kontekst oceny potrzeb społecznych, może wspierać spełnianie potrzeb społecznych oraz administrować zebrane informacje, minimalizując przy okazji koszty pracy personelu.

¹⁷⁸ Bickmore T., Pfeifer L., Jack B., Taking the Time to Care: Empowering Low Health Literacy Hospital Patients with Virtual Nurse Agents, CHI09: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM 2009, s.1265–1274.

¹⁷⁹ Kocielnik R., Agapie E., Argyle A., Hsieh D.T., Yadav K., Taira B., Hsieh G., HarborBot: A Chatbot for Social Needs Screening, AMIA Annual Symposium proceedings, 2020, s.552–561.

¹⁸⁰ Kocielnik R., Langevin R., George J.S., Akenaga S., Wang A., Jones D.P., et al., Can I Talk to You about Your Social Needs? Understanding Preference for Conversational User Interface in Health, CUI 2021 - 3rd Conference on Conversational User Interfaces, Association for Computing Machinery, New York 2021, s.1–10.

Zatem odpowiedź na pytanie o chatboty dedykowane personelowi medycznemu jest niejednoznaczna i sprowadza się do dwóch głównych wniosków, na podstawie dotychczasowej analizy piśmiennictwa i kwerendy internetowej:

1. Chatboty dedykowane pacjentom i wsparciu ich procesu diagnostycznego oraz leczniczego można równocześnie postrzegać, jako systemy odciążające personel medyczny – przytoczone przykłady każdorazowo potwierdzają tę obserwację, co jest naturalną konsekwencją implementacji wysokiej jakości zautomatyzowanych narzędzi w procesy dotąd wykonywane przez ludzi ze wszystkimi tego ograniczeniami (niewystarczające zasoby ludzkie w ochronie zdrowia, brak dostępnych „od ręki” specjalistów, ograniczony budżet i limity świadczeń).
2. Chatboty nastawione na odciążenie procesów wewnętrznych w opiece zdrowotnej znajdują główne zastosowanie w procesach administracyjnych, gdzie wspierają raczej personel okołomedyczny oraz wszędzie tam, gdzie powtarzalną część zadań medyków można delegować pod warunkiem nadzoru specjalisty – np. w zakresie zautomatyzowanych wypisów ze szpitala i instruktażu dalszych zaleceń, czy pogłębienia wstępnego wywiadu medycznego o dodatkowe kwestie.

Solidność chatbotów w zakresie uczenia się na podstawie dużych zbiorów danych klinicznych, wraz z ich zdolnością do bezproblemowej komunikacji z użytkownikami, a także potencjalne obniżenia kosztów świadczenia usług opieki zdrowotnej, z biegiem czasu przyczyniają się do ich powszechnej integracji z różnymi komponentami opieki zdrowotnej. Na globalnym rynku zdrowotnym chatboty stały się technologią odpowiedzialną społecznie, która zapewnia równy dostęp do wysokiej jakości opieki zdrowotnej i przełamuje społeczne bariery ekonomiczne¹⁸¹. Chatboty, jak każda technologia, mają jednak swoje ograniczenia i wady oraz zagrożenia, które w dobie powszechnienia tego rozwiązania, są szczególnie istotne dla bezpiecznej implementacji.

Pomimo entuzjazmu interdyscyplinarnych zespołów naukowych i środowisk biznesowych, środowisko medyczne podchodzi do chatbotów z ograniczonym zaufaniem. Ciekawe wyniki odbioru przez lekarzy chatbotów funkcjonujących w opiece zdrowotnej zaprezentował zespół badaczy z Toronto pod kierunkiem A. Palanicy, na bazie szczegółowo zaprojektowanej

¹⁸¹ Hosny A., Aerts H.J., Artificial intelligence for global health, Science 366 (6468) 2022, s. 955-956.

ankiety, przeprowadzonej w 2019 roku¹⁸². Pytania zostały opracowane w porozumieniu z naukowcami medycznymi, web developerami, analitykami danych i specjalistami ds. technologii w medycynie cyfrowej i podzielone na sekcje, spośród których wyróżnić można było dostrzegane korzyści, wyzwania i zagrożenia używania chatbotów w systemie ochrony zdrowia.

Zgodnie z wynikami badań Palanicy, niemal połowa lekarzy uważała w tamtym czasie chatboty za ważne dla pacjentów w kontekście lepszego zarządzania własnym zdrowiem, korzyści fizycznych, psychologicznych, oraz behawioralnych, takich jak: poprawa diety, przestrzeganie harmonogramu zażywania leków, wyższa częstotliwość ćwiczeń lub redukcja stresu. Respondenci uważali również, że technologia chatbotów ostatecznie odegra większą rolę w całościowo pojętym zdrowiu pacjentów niż lekarze. Choć opinie były podzielone, to dały się wyróżnić pewne trendy zgodności. Bardziej spójne opinie w kwestii korzystania z chatbotów w opiece zdrowotnej były widoczna w odniesieniu do ich potencjalnych korzyści logistycznych, a także wyzwań i potencjalnych zagrożeń dla pacjentów. Palanica odkrył, iż zdecydowana większość lekarzy wierzyła w korzyści administracyjne związane z chatbotami, zwłaszcza w przypadku umawiania wizyt lekarskich, lokalizowania placówek medycznych, przypominania o przestrzeganiu zaleceń lekarskich, zapewniania instrukcji terapeutycznych i odpowiadania na często zadawane pytania dotyczące leków. Z drugiej strony większość lekarzy uważała, że chatboty nie są w stanie skutecznie zadbać o wszystkie potrzeby pacjentów, nie potrafią zrozumieć ani okazywać ludzkich emocji, brakuje im inteligencji do dokładnej oceny pacjentów, nie mogą udzielać szczegółowych wyjaśnień dotyczących oceny pacjenta, nie potrafią ocenić nagłych sytuacji zdrowotnych, lub mogą pośrednio szkodzić pacjentom, nie znając wszystkich czynników osobistych związanych z pacjentem, a wpływających na objawy lub potencjalną diagnozę. Z kolei w kontekście dostrzeganego ryzyka, według badań Palanicy wielu lekarzy stwierdziło, że pacjenci korzystając z chatbotów mogą zbyt często diagnozować się samodzielnie, mogą nie rozumieć diagnozy lub nie czuć się odpowiednio związani ze swoim lekarzem pierwszego kontaktu. Badanie Palanicy zostało przeprowadzone jeszcze przed przełomowym dla tej branży pojawieniem się pandemii COVID-19, lecz już w tym czasie wyczuwalny był trend, że technologia chatbotów może być wsparciem w mniej skomplikowanych rolach, takich jak zadania administracyjne i

¹⁸² Palanica A., Flaschner P., Thommandram A., Li M., Fossat Y., Physicians' Perceptions of Chatbots in Health Care: Cross-Sectional Web-Based Survey. J Med Internet Res. 21(4) 2019.

organizacyjne, ale może też wiązać się z zagrożeniami przy ich wykorzystaniu w złożonych rolach, które wymagają bardziej spersonalizowanej i specjalistycznej wiedzy o pacjencie.

Opisane wyżej badanie wiąże się też z jednym z podstawowych aspektów zagrożeń pojawiających się w kontekście obecności chatbotów w medycynie, jakim jest ich aspekt etyczny i moralny. Znaczenie tego aspektu nasiliło się w wyniku upowszechnienia świadczeń telemedycznych, wraz z kwestiami bezpieczeństwa prawnego, poufności pacjentów i przetwarzania danych osobowych i danych wrażliwych pacjentów, a także kwestii technicznych możliwości zarówno po stronie świadczeniodawców, jak i samych pacjentów. Chociaż dostępnych jest coraz więcej wytycznych regulacyjnych, takich jak te opracowane przez Światową Organizację Zdrowia¹⁸³ i Unię Europejską¹⁸⁴, wykorzystanie sztucznej inteligencji w opiece zdrowotnej wciąż pozostaje dyskusyjne. Natomiast w Polsce, w zakresie telemedycyny, Prezydium Naczelnej Rady Lekarskiej na posiedzeniu 24 lipca 2020 roku podjęło uchwałę w sprawie przyjęcia wytycznych dla udzielania tego typu świadczeń z uwzględnieniem aspektów etycznych¹⁸⁵.

Główne wyłaniające się w wyżej wymienionej uchwale aspekty etyczne wydają się być uniwersalne również w kontekście stosowania chatbotów: to przede wszystkim kwestia nadrzędności specjalistycznej oceny lekarza czy w danej sytuacji zasadne jest zalecenie rozwiązania technologicznego, jako wsparcia procesu leczenia, kwestia równości podczas wykonywania świadczeń zdrowotnych i braku wykluczenia wobec pacjentów, którzy nie mają dostępu do narzędzi telemedycznych lub nie potrafią z nich efektywnie skorzystać, a także kwestia świadomej zgody pacjenta na wdrożenie świadczenia telemedycznego lub użycia chatbota w procesie leczniczym, wraz z kwestią upewnienia się o zrozumienie przez pacjenta wszelkich zaleceń i wytycznych.

Dane dotyczące pacjentów ujawniane przez nich samych w czasie interakcji z systemami informatycznymi są bardzo wrażliwe ze względu na ryzyko stygmatyzacji i dyskryminacji w przypadku bezprawnego ujawnienia informacji. Zdolność chatbotów do zapewnienia

¹⁸³ Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance, World Health Organization, Genewa 2021.

¹⁸⁴ White paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust, Komisja Europejska 2020.

¹⁸⁵ Uchwała Nr 89/20/P-VIII Prezydium Naczelnej Rady Lekarskiej z dnia 24 lipca 2020 r. w sprawie przyjęcia wytycznych dla udzielania świadczeń telemedycznych.

prywatności jest szczególnie ważna i podnoszona w dyskusjach¹⁸⁶, ponieważ ogromne ilości danych osobowych i medycznych, w tym rozpoznawanie głosu i śledzenie geograficzne, są często gromadzone bez wiedzy użytkowników. Zagrożenia dla prywatności mogą zawieść zaufanie pacjenta, które jest niezbędne w procesie leczniczym i utrudniać obustronne przekazywanie istotnych informacji. Powiązana z powyższym tematem kwestia uczciwości w leczeniu może również napotkać problem w postaci odchyień i stronniczości samego algorytmu użytego do uczenia i trenowania chatbota, opracowanego na podstawie mało różnorodnych danych wejściowych (np. nieuwzględniających odpowiedniego odsetka mniejszości społecznych lub zbyt mało zróżnicowanych pod kątem demograficznym)¹⁸⁷, co może prowadzić do zaostrzenia barier w dostępności do opieki zdrowotnej.

Algorytmy chatbotów, tak jak w przypadku wielu innych systemów komputerowych mogą również doświadczyć tzw. problemu *Black Box* – systemy programowane przy użyciu uczenia maszynowego, dzięki trenowaniu na ogromnych zestawach danych, są w stanie rozwiązywać niewyobrażalnie złożone dla ludzi problemy, co jednak wiąże się z wysokim poziomem nieprzejrzystości i braku intuicyjności wynikających rozwiązań. W kontekście interakcji pacjenta z chatbotem medycznym przejrzystość staje się problemem dla programistów, którzy nie są w stanie interweniować, aby w przewidywalny sposób zmienić zachowanie chatbota¹⁸⁸, co obniża wiarygodność procesu diagnostycznego i budzi obawy o autonomię pacjenta w razie ingerencji w algorytm dopasowujący sugestie do wcześniejszych odpowiedzi użytkownika.

Wreszcie problematyczna pozostaje podatna na błędy interpretacja mowy. Chatboty nie są w stanie skutecznie poradzić sobie ze złożonością informacji podstawowych, dokładnością segmentacji jednostek językowych, zmiennością kanałów akustycznych i niejednoznacznością językową z homofonami lub wyrażeniami semantycznymi ze względu na brak zdrowego rozsądku i nieumiejętność prawidłowego modelowania wiedzy ze świata rzeczywistego¹⁸⁹, a także brak dostępnych dużych ilości reprezentatywnych danych wysokiej

¹⁸⁶ Seh A.H., Zarour M., Alenezi M., Sarkar A.K., Agrawal A., Kumar R., et al., Healthcare data breaches: insights and implications, *Healthcare* 13;8(2), Bazylea 2020, s. 133.

¹⁸⁷ Zou J., Schiebinger L., AI can be sexist and racist - it's time to make it fair. *Nature*, 559(7714) 2018, s. 324-326.

¹⁸⁸ Zednik C., Solving the black box problem: a normative framework for explainable artificial intelligence, *Philos Technol* 20;34(2) 2019, s. 265-288.

¹⁸⁹ Niculescu A., Banchs R, Strategies to cope with errors in human-machine spoken interactions: using chatbots as back-off mechanism for task-oriented dialogues, [w:] *ERRARE 2015 - Errors by Humans and Machines in multimedia, multimodal and multilingual data processing*, Academia Romana, Bukareszt 2016.

jakości do trenowania nowoczesnych modeli. W kontekście wdrażania chatbotów w system opieki zdrowotnej można wymienić więcej potencjalnych zagrożeń i ograniczeń, podobnie jak zalet i korzyści. Jednak kompletna analiza wszystkich istniejących zalet, wad, szans i zagrożeń technologii chatbotów w e-zdrowiu byłaby zasadna w momencie rozważania implementacji konkretnego oprogramowania chatbota lub konkretnego procesu medycznego, w którym chatbot ten miałby być zaimplementowany.

Stosowanie chatbotów w opiece zdrowotnej staje się coraz bardziej zasadne. Możliwości automatyzacyjne stają się wręcz niezbędne dla sprawnej organizacji opieki zdrowotnej, w której wykorzystanie technologii chatbotów jest wciąż stosunkowo nowe. Zauważona zwiększająca się obecność wszelkiego rodzaju chatbotów, voicebotów i videobotów zaimplementowanych na potrzeby opieki zdrowotnej, może być więc postrzegana jako interdyscyplinarna konsekwencja ewolucji telemedycyny. Użycie technologii konwersacyjnej sztucznej inteligencji dla zastosowań cywilnych poradnictwa medycznego sprawdza się nie tylko jako odpowiedź na ogromną ilość zapytań pacjentów o kwestie medyczne i ich potrzebę szybkiego dotarcia do dokładnych informacji¹⁹⁰, ale również jako potencjalne remedium na braki kadrowe personelu medycznego i wysokie koszty funkcjonowania placówek medycznych. Ponadto, chatboty sprawdzają się również w przypadku braku lokalnej wiedzy fachowej, jako oddelegowani eksperci działający pod zdalnym i cyklicznym nadzorem specjalistów. Choć zauważalna jest wciąż nieufność środowiska medycznego w stosunku do implementowania chatbotów w procesy diagnostyczne i lecznicze, to niewątpliwie istnieje bardzo dużo sytuacji, w których chatbot może pomóc pacjentom lub ich rodzinom w procesie zdrowienia, a równocześnie odciążyć personel medyczny z części powtarzalnych i pracochłonnych zadań. Redukowanie zagrożeń związanych z dalszą implementacją chatbotów w opiece zdrowotnej i monitorowanie czynników ryzyka musi więc przebiegać wraz ze wzmacnianiem pozytywnego odbioru chatbotów wśród personelu medycznego, zbudowanego poprzez ich realną i mierzalną użyteczność i niezawodność.

¹⁹⁰ Pickard K., Swan M., Big Desire to Share Big Health Data: A shift in consumer attitudes toward personal health information, [w:] Big data becomes personal: Knowledge into meaning - 2014 AAAI Spring Symposium Series, AAAIPress, 2014 Presented at: 2014 AAAI Spring Symposium; 2014; Palo Alto, CA, s. 51-58.

Bibliografia

Adamopoulou E., Lefteris M.. Chatbots: History, technology, and applications. Machine Learning with Applications , Volume 2, Elsevier 2020. s.2-4.

Adamopoulou E., Moussiades L.. An Overview of Chatbot Technology. International Hellenic University, Grecja 2020.

Alonso E., AI and Agents: State of the Art, AI Magazine, nr 23(3), AAAI Press 2002, s. 26.

André E., Rist T., Controlling the Behaviour of Animated Presentation Agents in the Interface: Scripting versus Instructing, AI Magazine, nr 22(4), Special Issue on Intelligent User Interfaces, AAAI Press 2001, s. 54.

Bangyal W.H., Qasim R., Rehman N., Ahmad Z., Dar H., Rukhsar L., Aman Z., Ahmad J., Detection of fake news text classification on COVID-19 using deep learning approaches, Computational and Mathematical Methods in Medicine, vol. 2021.

Barbusova M., Gaso M., Medvecká I. Use of TCO Analysis in Industry 4.0. Pilzno 2019. s.12.

Bartneck C, Lutge C., Wagner A., Welsh S. What is AI. An Introduction to Ethics in Robotics and Ai. 2021. s.8.

Beckhard R., Harris R., (1977), Organizational Transitions: Managing complex change, Addison Wesley Publishing Company.

Berkowitz R., Fang Z., Helfand B., Jones R., Schreiber R., Paasche-Orlow M., Project ReEngineered Discharge (RED) lowers hospital readmissions of patients discharged from a skilled nursing facility, Journal of the American Medical Directors Association, Vol. 14, Issue 10, April 2013, s.736–740.

Bickmore T., Giorgino T., Health dialog systems for patients and consumers, Journal of Biomedical Informatics, Vol. 39, Issue 5, 2006, s. 556-571.

Bickmore T., Pfeifer L., Jack B., Taking the Time to Care: Empowering Low Health Literacy Hospital Patients with Virtual Nurse Agents, CHI09: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM 2009, s.1265–1274.

Bickmore T., Puskar K., Schlenk E., Pfeifer L., Sereika S., Maintaining Reality: Relational Agents for Antipsychotic Medication Adherence, Interacting with Computers, Vol. 22, Issue 4, July 2010, s. 276–288.

Bickmore T., Utami D., Matsuyama R., Paasche-Orlow M., Improving access to online health information with Conversational Agents: a randomized controlled experiment, Journal of Medical Internet Research, Vol. 18, Issue 1, January 2016.

- Bogoch I.I., Watts A., Thomas-Bachli A., Huber C., Kraemer M.U.G., Khan K., Potential for global spread of a novel coronavirus from China, *Journal of Travel Medicine*, Vol. 27, Issue 2, 2020.
- Botella P., Burgués X., Carvallo J.P., Franch X. ISO/IEC 9126 in practice: what do we need to know?. 2004, s.3.
- Buisine S., Hartmann B., Mancini M., Pelachaud C., Conception et Evaluation d'un Modele d'Expressivité pour les Gestes des Agents Conversationnels, *Revue en Intelligence Artificielle RIA*, Special Edition "Interaction Emotionnelle", nr 20(4-5)2006, s. 2.
- Bujnowska-Fedak M.M., Kumięga P., Sapilak B.J., Zastosowanie nowoczesnych systemów telemedycznych w opiece nad ludźmi starszymi, *Family Medicine & Primary Care Review* 15(3) 2013, s. 441–446.
- Cagiltay K., Alacam O., Ocak N, Erdal F. Developing ISO 9241-151 Product Certification Process: Challenges. Ankara 2013. s.1-2.
- Cancino R.S., Manasseh C., Kwong L., Mitchell S.E., Martin J., Jack B.W., Project RED Impacts Patient Experience, *Journal of patient experience*, Vol. 4, Issue 4, June 2017, s.185–190.
- Casas J., Tricott M-O, Khaled O.A, Mugellini E., Cudre-Maroux P. A.B. Trends & Methods in Chatbot Evaluation. ICMI '20 Companion, Holandia 2020.
- Castells M. Społeczeństwo sieci. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010, s.312
- Centrum Systemów Informacyjnych Ochrony Zdrowia, Wyniki II edycji badania ankietowego 2016 r. „Badanie stopnia przygotowania podmiotów wykonujących działalność leczniczą do obowiązków wynikających z ustawy z dnia 28 kwietnia 2011 r. o systemie informacji w ochronie zdrowia”, Warszawa 2016.
- Chavan M. The balanced scorecard: a new challenge, *Journal of Management Development*. 2009.
- Chen Q., Gong Y., Lu Y., Tang J. Classifying and measuring the service quality of AI chatbot in frontline service. Wuhan 2022, s.552-553.
- Chkroun M., Azaria A., A Safe Collaborative Chatbot for Smart Home Assistants, *Sensors*, Vol. 21, Issue 19, Bazylea 2021, s. 6641.
- Cottrell S.N., Cystic Fibrosis Virtual Patient Advocacy, (Doctor of Nursing Practice project report, East Carolina University College of Nursing], The Scholarship, 2021.
- Davenport T., (1993), *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*, Harvard Business Press, Cambridge.
- David A., Jacobson J. (1994) The Financial Information Content of Perceived Quality, *Journal of Marketing Research*, vol. 31, no. 2, 1994, s. 191–201. JSTOR.

Deloitte Center for Health Solutions, The future of virtual health. Executives see industrywise investments on the horizon, Deloitte Insights 2020.

De Meo P., Rosaci D., Sarne G., Terracina G., Ursino D., An XML-Based Adaptive Multi-agent System for Handling E-commerce Activities, ICWS-Europe, Springer-Verlag, Berlin 2003, s. 153.

DeVault D., Artstein R., Dey T., Fast E., Gainer A. et al. (2014) SimSensei Kiosk: A Virtual Human Interviewer for Healthcare Decision Support, [w:] 2014 International Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems (AAMAS '14), Paris, France, 05-09 May 2014, s. 1061-1068.

DeVault D., Georgila K., Artstein R., Morbini F., Traum D. et al., Verbal indicators of psychological distress in interactive dialogue with a virtual human, Proceedings of the SIGDIAL 2013 Conference, Association for Computational Linguistics 2013, s.193–202.

Dobrowolski G., Technologie agentowe w zdecentralizowanych systemach informacyjno-decyzyjnych, Wydawnictwa AGH, Kraków 2002, s. 34.

Drejewicz Sz., (2012), Zrozumieć BPMN modelowanie procesów biznesowych, Wydawnictwo Helion, Gliwice.

Efron L., (2016), How A.I. Is About To Disrupt Corporate Recruiting, Forbes, <https://www.forbes.com/sites/louisefron/2016/07/12/how-a-i-is-about-to-disrupt-corporate-recruiting/> [dostęp 08.2022]

Eliens A., Huang Z., Hoorn J. F., Visser C., ECA Perspectives – Requirements, applications, technology, Dagstuhl Seminar Proceedings: Evaluating Embodied Conversation Agents, 2004, s. 1-2.

Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance, World Health Organization, Genewa 2021.

Fajfer P. Wdrożenie systemu informatycznego – korzyści płynące z użytkowania systemu ERP. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu, Poznań 2018, s.72,73,75.

Fethi M.D, Pasiouras F. Assessing bank efficiency and performance with operational research and artificial intelligence techniques: A survey. European Journal of Operational Research. 2010. s.189-198.

Filipczyk B., Perspektywy zastosowań Chatbotów w organizacjach, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 368, 2018

Fleischmann M., (2001), Quantitative Models for Reverse Logistics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Forrester Total Economic Impact. The Total Economic Impact of IBM Watson Assistant, 2020, https://www.ibm.com/watson/assets/duo/pdf/watson_assistant/The_Total_Economic_Impact_of_IBM_Watson_Assistant-March_2020_v3.pdf [dostęp 08.2022]

Fortune Business Insights, Medical Devices Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Type (Orthopedic Devices, Cardiovascular Devices, Diagnostic Imaging, In-vitro Diagnostics, Minimally Invasive Surgery, Wound Management, Diabetes Care, Ophthalmic Devices, Dental Devices, Nephrology, General Surgery, and Others), By End-user (Hospitals & ASCs, Clinics, and Others), and Regional Forecast, 2022-2029, 2022.

Gero J.S., Kannengiesser U., (2004), The situated function-behaviour-structure framework, *Design Studies*, 25(4), s. 373–391.

Grabowski M. Dane, informacja, wiedza – próba definicji. Kraków 2009. s.8.

Gramlich, M.A., Smolenski D.J., Norr A.M., Rothbaum B.O., Rizzo A.A., Andrasik F., Fantelli E., Reger G.M., Psychophysiology during exposure to trauma memories: Comparative effects of virtual reality and imaginal exposure for posttraumatic stress disorder, *Depression Anxiety*, 38, 2021.

Gratch J., Artstein R., Lucas G., Stratou G., Scherer S. et al., The Distress Analysis Interview Corpus of human and computer interviews, [w:] *Proceedings of 9th International Conference on Language Resources and Evaluation, LREC 2014*.

Gratch J., Marsella S., Egges A., Eliens A., Isbister K., Paiva A., Rist T., ten Hagen P., Design criteria, techniques and case studies for creating and evaluating interactive experiences with virtual humans, *AAMAS Workshop on Embodied Conversational Agents: Balanced Perception and Action*, New York, 2004, s. 1-2.

Grycuk A. Kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) jako narzędzie doskonalenia efektywności operacyjnej film produkcyjnych zorientowanych na lean. 2011. s. 28-31.

Gurel E., Tat M. SWOT analysis: a theoretical review. *The Journal of International Social Research* 2017. s. 995.

Hammer M., Champy J., (1993), *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Harper Collins, Nowy Jork.

Hasan F.F. A review study of Information System. *International Journal of Computer Applications*. Kirkuk 2018, s. 15.

Health Consumer Powerhouse, Euro Health Consumer Index 2016 Report, Bruksela 2017.

HIMSS Analytics, eHealth Trendbarometer, Annual European eHealth Survey 2019.

Hoffer J.A., Prescott M.B., McFadden T.R. *Modern Database Management*. Pearson Prentice Hall, New Jersey 2007, s. 422-427.

Holzwarth M., Janiszewski C., Neumann M. M., The influence of avatars on online consumer shopping behavior, *Journal of Marketing*, nr 70(4)/2006, s. 19.

Hosny A., Aerts H.J., Artificial intelligence for global health, *Science* 366 (6468) 2022, s. 955-956.

<https://ecapitaladvisors.com/blog/forresters-total-economic-impact-methodology/> [dostęp: 08.2022]

<https://izba-lekarska.pl/numer/numer-200301/telemedycyna/> [dostęp 08.2022]

<https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/der-digitale-patient/projektthemen/smarthealthsystems/> [dostęp 08.2022]

<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017> [dostęp 08.2022]

<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-strategic-predictions-for-2018-and-beyond> [dostęp 08.2022]

<https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-chatbot-market> [dostęp 08.2022]

<https://www.iso.org/standard/35733.html> [dostęp 08.2022]

<https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/telehealth-a-quarter-trillion-dollar-post-covid-19-reality> [dostęp 08.2022]

<https://www.satscan.org/> [dostęp 08.2022]

Illescas-Manzano M.D., Lopez N.V., Gonzalez N.A., Rodriguez C.C. Implementation of Chatbot in Online Commerce, and Open Innovation, *Journal of Open Innovation*. 2021. s.5.

Insider Intelligence (2016), 80% of businesses want chatbots by 2020, <https://www.businessinsider.com/80-of-businesses-want-chatbots-by-2020-2016-12?IR=T> [dostęp 08.2022]

Jack B., Virtual Patient Advocate to Reduce Ambulatory Adverse Drug Events - Final Report, Boston Medical Center, Rockville, Agency for Healthcare Research and Quality, 2012.

Jack B., et al. Developing the Tools to Administer a Comprehensive Hospital Discharge Program: The ReEngineered Discharge (RED) Program, [w:] Henriksen K., Battles J.B., Keyes M.A., Grady M.L. (eds.), *Advances in patient safety: New directions and alternative approaches*, Vol. 3, Performance and Tools, AHRQ Publication, Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality, August 2008.

Jain M., Kumar P., Kota R., Patel S. Evaluating and Informing the Design of Chatbots. Hong Kong 2018.

Janas A., (2014), Komputerowe wspomaganie doskonalenia baz wiedzy systemów konwersacyjnych w oparciu o analizę treści rozmów biznesowych, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach.

Jaskowska M., Wójcik M. Metody i techniki badania użyteczności systemów informatyczno-wyszukiwawczych opartych o model konwersacyjny. Kraków 2017, s.192,197.

Jelonek D., Zastosowanie agentów programowych w handlu elektronicznym, w: Niedzielska E., Dudycz H., Dyczkowski M. (red.), Nowoczesne technologie informacyjne w zarządzaniu, Prace Naukowe AE, nr 1134, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2006, s. 329.

Kang S., Gratch J., Socially Anxious People Reveal More Personal Information with Virtual Counselors That Talk about Themselves using Intimate Human Back Stories, Proceedings of the 17th Annual CyberPsychology and CyberTherapy Conference, [w:] Wiederhold B, Riva G. (eds), Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine, IOS Press, 2012, s. 202–207.

Kocielnik R., Agapie E., Argyle A., Hsieh D.T., Yadav K., Taira B., Hsieh G., HarborBot: A Chatbot for Social Needs Screening, AMIA Annual Symposium proceedings, 2020, s.552–561.

Kocielnik R., Langevin R., George J.S., Akenaga S., Wang A., Jones D.P., et al., Can I Talk to You about Your Social Needs? Understanding Preference for Conversational User Interface in Health, CUI 2021 - 3rd Conference on Conversational User Interfaces, Association for Computing Machinery, New York 2021, s.1–10.

Konstantas D., Morin J-H., Agent-based commercial dissemination of electronic information, Computer Networks, nr 32(6), Elsevier B.V., Geneva 2000, s. 753

Korczak K, Karlińska M, Wykorzystanie rozwiązań telemedycznych w polskich podmiotach wykonujących działalność leczniczą, Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych, Szkoła Główna Handlowa 2018, nr 52, 59-70.

Kuchta D., Ryńca R. Zrównoważona karta wyników i zrównoważona karta działania. Badania operacyjne i decyzje. 2007, s.94.

Kuligowska K., Commercial chatbot: performance evaluation, usability metrics, and quality standards of embodied conversational agents, Professionals Center for Business Research, Volume 2 – Feb 2015 (02), Alkhaer Publications, Manchester 2015.

Kuligowska K., Zastosowanie inteligentnych agentów w aplikacjach handlu elektronicznego: wirtualni asystenci, *Ekonomia - Kwartalnik Wydziału Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego*, nr 18, Warszawa 2007.

Kuligowska K., Lasek M., Virtual assistants support customer relations and business processes, [in:] Kubiak B. F., Korowicki A. (eds.), *Information Management*, Gdańsk University Press, Sopot 2011.

Kuligowska K., Lasek M., Wirtualny asystent - sztuczna inteligencja w statystyce?, *Wiadomości Statystyczne, Czasopismo Głównego Urzędu Statystycznego i Polskiego Towarzystwa Statystycznego*, nr 12(559), Warszawa 2007, s. 65 – 71.

Kułakowska I., (2015), Budowa chatbota rozmawiającego i budującego bazę wiedzy na temat różnych doświadczeń i problemów interpersonalnych, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*.

Kübler-Ross E., (1969), *On Death and Dying*, Routledge, Abingdon.

Lech P. Metodyka ekonomicznej oceny przedsięwzięć informatycznych wspomagających zarządzanie organizacją. Gdańsk 2007. s.11,12,38,72,179.

Lester J., Branting K., Mott B., Conversational Agents, w: Singh M. (red.), The Practical Handbook of Internet Computing, Chapman Hall and CRC Press, Baton Rouge, 2004, s. 7–8.

Lester J. C., Converse S. A., Kahler S. E. , Barlow S. T., Stone B. A., Bhoga R. S., The persona effect: Affective impact of animated pedagogical agents, Proceedings of CHI '97, Atlanta 1997, s. 359.

Lewicki W., (2017), Wskaźnik Total Cost of Ownership jako narzędzie służące optymalizacji procesu zakupowego samochodów osobowych. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Oeconomica.

Linnea L., e-Estonia, the information society since 1997, Centre for Public Impact 2019.

Luo X., Tong S., Fang Z., Qu Z., Machines versus Humans: The Impact of AI Chatbot Disclosure on Customer Purchases, Institute for Operations Research and the Management Sciences, Singapur 2019.

Maroengsit W., Piyakulpinyo T. Phonyiam K., Pongnumkul S., Chaovalit P, Theeramunkong, T. A Survey on Evaluation Methods for Chatbots. 7th International Conference on Information and Education Technology. 2019.

Mastalerz M. Podstawy szacowania kosztów wdrażania portali społecznościowych w przedsiębiorstwie. Szczecin 2018, s.82.

McCarthy E., (1960), Basic marketing, a managerial approach, Homewood Publishing Company, Chicago.

Mitchell S. E., Reichert M., Martin Howard J., Krizman K. et al., Reducing Readmission of Hospitalized Patients With Depressive Symptoms: A Randomized Trial, The Annals of Family Medicine, Vol. 20, Issue 3, May 2022, s.246-254.

Mitchell T.M., Machine Learning, Nowy Jork 1997.

Mohr D.C., Burns M.N., Schueller S.M., Clarke G., Klinkman M., Behavioral intervention technologies: Evidence review and recommendations for future research in mental health. General Hospital Psychiatry, Vol. 35, Issue 4, 2013, s. 332–338.

Morbini F., DeVault D., Sagae K., Gerten J., Nazarian A., Traum D., FLoReS: A forward looking reward seeking dialogue manager, [w:] Proceedings of IWSDS, 2012.

Morrissey K., Kirakowski J., Realness in chatbots: establishing quantifiable criteria. 2013. s. 87-96.

Najmi M., Rigas J., Fan I., (2005), A framework to review performance measurement systems, Business Process Management Journal, 11(2), 109-122.

Narodowy Fundusz Zdrowia, Raport z badania satysfakcji pacjentów korzystających z teleporad u lekarza podstawowej opieki zdrowotnej w okresie epidemii COVID-19, Warszawa 2020.

Nicogossian A.E., Pober D.F., Roy S.A., Evolution of telemedicine in the space program and earth applications, *Telemed J E Health* 7(1) 2001, s. 1-15.

Niculescu A., Banchs R., Strategies to cope with errors in human-machine spoken interactions: using chatbots as back-off mechanism for task-oriented dialogues, [w:] *ERRARE 2015 - Errors by Humans and Machines in multimedia, multimodal and multilingual data processing*, Academia Romana, Bukareszt 2016.

Nimavat K., Chamapaneria T. Chatbots: An overview. Types, Architecture, Tools and Future Possibilities. *IJSRD*. 2017.

Nowicki A. (red.), Komputerowe wspomaganie biznesu, Wydawnictwo PLACET, Warszawa 2006, s. 210-214.

Nowicki A. (red.), Informatyka dla ekonomistów. Studium teoretyczne i praktyczne, PWN, Warszawa-Wrocław 1998, s. 75.

Olejniczak S. Charakterystyka informatycznych systemów komputerowych. Według projektu: Model systemu wdrażania i upowszechniania kształcenia na odległość w uczeniu się przez całe życie. 2016.

Osuszek Ł. Ocena efektywności inwestycji w rozwiązania BPM. *IBM* 2011, s.357-358.

Palanica A., Flaschner P., Thommandram A., Li M., Fossat Y., Physicians' Perceptions of Chatbots in Health Care: Cross-Sectional Web-Based Survey. *J Med Internet Res*. 21(4) 2019.

Pall G., (1987), *Quality Process Management*, Prentice-Hall, Hoboken.

Palka D., Stecuła K., Postęp technologiczny – dobrodziejstwo czy zagrożenie?. *Politechnika Śląska*. 2020. s.587.

Pamplin J.C., Davis K.L., Mbuthia J., Cain S., Hipp S.J., Yourk D.J., et al., Military telehealth: a model for delivering expertise to the point of need in austere and operational environments, *Health Affairs* 38(8), Millwood 2019, s. 1386-1392.

Parmar P., Ryu J., Pandya S., Sedoc J., Agarwal S., Health-focused conversational agents in person-centered care: a review of apps, *NPJ Digital Medicine*, Vol. 5, Article 21, Springer Nature 2022.

Peras D. Chatbot evaluation metrics: review paper. *Economic and Social Development*. Zagrzeb 2018.

Pickard K., Swan M., Big Desire to Share Big Health Data: A shift in consumer attitudes toward personal health information, [w:] *Big data becomes personal: Knowledge into meaning - 2014 AAAI Spring Symposium Series*, AAAIPress, 2014 Presented at: 2014 AAAI Spring Symposium; 2014; Palo Alto, CA, s. 51-58.

Polillo R. Quality Models for Web [2.0] Sites: a Methodological Approach and a Proposal. Mediolan 2011. s.3.

Próchnicka M. Człowiek i komputer. Dialogowy model wyszukiwania informacji. Wydawnictwo UJ. Kraków 2004.

Puskar K., Schlenk E., Callan J., Bickmore T., Sereika S., Relational agents as an adjunct in schizophrenia treatment, Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services, Vol. 49, Issue 8, August 2011, s.22-29.

Radziwill N., Benton M. Evaluating Quality of Chatbots and Intelligent Conversational Agents. 2017. s.1-2.

Raport: AI to nie sci-fi. Przykłady wdrożeń innowacyjnych w zdrowiu, wZdrowiu 2022.

Raport: Top Disruptors in Healthcare. Przegląd innowacyjnych startupów medycznych w Polsce, wZdrowiu 2022.

Reeves B., The Benefits of Interactive Online Characters, Stanford University, Stanford 2004, s. 6.

Renkema T., Berghout E. (1997) Methodologies for information systems investment evaluation at the proposal stage: a comparative review, Information and Software Technology 39/1997. Eindhoven 1997. s.1-13.

Rosemann M., von Brocke J., (2010), The Six Core Elements of Business Process Management, Queensland University of Technology, Brisbane.

Rutkowski L., (2006), Metody i techniki sztucznej inteligencji, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Rutkowski T., Systemy informatyczne w przedsiębiorstwie, Monitor Rachunkowości i Finansów 3/2007, s.1-2.

Scott K., Usability heuristics for bots. 2016. <https://thekevinscott.com/usability-heuristics-for-bots/> [dostęp 08.2022]

Seh A.H., Zarour M., Alenezi M., Sarkar A.K., Agrawal A., Kumar R., et al., Healthcare data breaches: insights and implications, Healthcare 13;8(2), Bazylea 2020, s. 133.

Shneiderman B., A Grand Goal: A Thousand-fold Increase in Human Capabilities, Educom Review, nr 32(6), Educom, Maryland 1997, s. 4.

Shum H., He X., Li D. From Eliza to Xiaolce: challenges and opportunities with social chatbots. 2018.

Soliman F., (1998), Optimum level of process mapping and least cost business process re-engineering, University of Technology, Sydney.

Stachowicz - Stanusch A., Amann W., (2018), Artificial Intelligence at universities in Poland, Silesian University of Technology.

St-Onge A., Crete D., Merle A., Arsenault N., Nantel J., Personalized Avatar, A New Way to Improve Communication and E-Service, 37th EMAC Conference, University of Brighton 2008, s. 3 – 4.

Sweeney C., Potts C., Ennis E., Bond R., et al., Can Chatbots Help Support a Person's Mental Health? Perceptions and Views from Mental Healthcare Professionals and Experts. ACM Transactions on Computing for Healthcare, Vol. 2, Issue 3, July 2021, Article No.: 25, s. 1–15.

Szplit M., Ekonomiczne aspekty działania systemowa informatycznych w przedsiębiorstwach, Kielce 2012.

Tamrakar R., Wani N. Design and Development of Chatbot: A Review. Surat 2021. s.2-3.

Thompson, A.A., Strickland, A.J. and Gamble, J.E. Crafting and Executing Strategy: The Quest for Competitive Advantage: Concepts and Cases. 15th edition, McGraw-Hill Irwin Publisher, Nowy Jork 2006.

Timmerman A. Neutral networks in finance and investing. Using artificial intelligence to improve real world performance. Int J. Forecast. 1997. s.144-146.

Turing A., (1950), Computing Machinery and Intelligence, Victoria University of Manchester.

Uchwała Nr 89/20/P-VIII Prezydium Naczelnej Rady Lekarskiej z dnia 24 lipca 2020 r. w sprawie przyjęcia wytycznych dla udzielania świadczeń telemedycznych.

Uliyar S., (2017), A Primer: Oracle Intelligent Bots,
<https://www.promero.com/wp-content/themes/promero/pdf/Oracle%20Intelligent%20Bots.pdf>[dostęp 08.2022]

Venkatesh A., Khatri C., Ram A., Guo F., Gabriel R., Nagar A., Prasad R., Cheng M., Hedayatnia B., Metallinou A., Goel R., Yang S., Raju A. Evaluating and Comparing Conversational Agents. USA 2018.

Vergidis K., (2007), Optimisation of business process designs: an algorithmic approach with multiple objectives, International Journal of Production Economics 109(1-2):105-121.

Volle M., E-conomie, Economica, Paris 2000, s. 5.

Weiner J.P., Bandeian S., Hatef E., Lans D., Liu A., Lemke K.W., In-Person and Telehealth Ambulatory Contacts and Costs in a Large US Insured Cohort Before and During the COVID-19 Pandemic. JAMA Network Open, 4(3) 2021.

Weizenbaum J., Eliza - a computer program for the study of Natural Language Communication between man and machine, Communications of the ACM, Vol. 9, Issue 1, 1966, s. 36-35.

White paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust, Komisja Europejska 2020.

Wieczerzycki W. Zintegrowane systemy informacyjne, [w:] Ciesielski M. (red.): Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw. PWE, Warszawa 2009, s. 288.

Wojciechowski K. Wdrożenia systemów IT: błędy i problemy. ODO Labs, 2021.

Wolski P. Ocena skutków implementacji inteligentnych chatbotów w aspekcie zarządzania zasobami ludzkimi, Uniwersytet Morski w Gdyni, Gdynia 2019.

Wrześniewska-Wal I., Hajdukiewicz D., Telemedycyna w Polsce – aspekty prawne, medyczne i etyczne. Studia Prawnoustrojowe (50) 2020.

Xiao J., Stasko J., Catrambone R., Embodied conversational agents as a UI paradigm: A framework for evaluation, Proceedings of the AAMAS02 Workshop on Embodied conversational agents – let's specify and evaluate them!, Bologna 2002, s. 1.

Yeh S.C. et al., A Virtual-Reality System Integrated With Neuro-Behavior Sensing for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Intelligent Assessment, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 28, 9, 2020.

Yoo M.Y., Kwak S. The Effect of Regional Innovation Type on the Pursuit of Open Innovation in Korean Firms. Korea Południowa 2016. s.465-484.

Zednik C., Solving the black box problem: a normative framework for explainable artificial intelligence, Philos Technol 20;34(2) 2019, s. 265-288.

Zou J., Schiebinger L., AI can be sexist and racist - it's time to make it fair. Nature, 559(7714) 2018, s. 324-326.