

Rozdział 1

GENEZA I ROZWÓJ TECHNOLOGII WIRTUALNYCH ASYSTENTÓW

“Our ultimate objective is to make programs that learn from their experience as effectively as humans do. We shall...say that a program has common sense if it automatically deduces for itself a sufficient wide class of immediate consequences of anything it is told and what it already knows.”

John McCarthy, *Programs with Common Sense*, 1958

1. Historia rozwoju sztucznej inteligencji

Chociaż informatyka jest stosunkowo młodą dziedziną naukową, mało kto zdaje sobie sprawę, że historia technologii inteligentnych agentów sięga... wczesnego średniowiecza. Właśnie wtedy tworzono pierwsze prace będące podwalinami współczesnej robotyki. Już w XIII wieku uczonym udawało się „ożywiać” przedmioty martwe i konstruować „gadające głowy” – drewniane lub metalowe androidy naśladowujące ruchy człowieka dzięki wbudowanym wewnętrznym mechanizmom.¹ Skonstruowanie w połowie XVI wieku zegara mechanicznego, który (pomimo skomplikowanego mechanizmu dźwigni i przekładek) zaczęto wytwarzać na szeroką skalę, przyspieszyło rozwój techniki oraz miniaturyzacji.

Apogeum kunsztownego konstruowania automatów przypada na wiek XVIII i następny. Zachwycono się wtedy zegarami z ruchomymi figurkami, mechanicznie śpiewającymi ptakami oraz różnorodnymi grającymi, piszącymi, rysującymi i mówiącymi androidami. Dzięki rozwojowi myśli technicznej pojawiały się bardzo skomplikowane mechanizmy, lecz nigdy dość doskonałe dla swoich konstruktorów, którzy pragnęli dla swoich dzieł autonomii lub wręcz inteligencji.

¹ Mowa o dwóch naukowcach: Roger Bacon (1214–1292) i Albertus Magnus (1193 albo 1200–1280).

Oczywiście nie brakło również twórców, którzy — chcąc jeszcze bardziej oszłomić publikę swoimi robotami — dopuszczali się oszustw. Słynna „Dziewczyna mówiąca” lub „Turek” grający w szachy XVIII-wiecznego inżyniera Wolfganga von Kempelena to automaty „wyręczane” przez schowanych w ich wnętrzu ludzi.² Niemożliwe było w tamtych czasach skonstruowanie całkowicie samodzielnie grających w szachy automatów. Dopiero w XX wieku rozwój mikrokomputerów pozwolił na rozgrywanie (a nawet wygrywanie!) przez komputery partii szachów lub innych gier logiczno-strategicznych. Możliwości programistyczne i obliczeniowe dzisiejszych komputerów na nowo podsyły pragnienia cyfrowego odtworzenia fenomenu androidów, co zaowocowało badaniami w nowej, liczącej niespełna 50 lat, lecz niezwykle perspektywicznej dziedzinie: sztucznej inteligencji.

1.1. Narodziny sztucznej inteligencji

Badania nad sztuczną inteligencją narodziły się w umysłach naukowców z przełomu lat 40. i 50. XX wieku. Do pionierskich prac z zakresu sztucznej inteligencji zalicza się artykuł neurofizyków Warrena McCullocha i Waltera Pittsa z 1943 roku, w którym przedstawili oni pierwszy formalny model neuronu w postaci układu arytmetyczno-logicznego³. Ten uproszczony matematyczny model komórki nerwowej zachęcił innych do badań nad mechanizmem działania ludzkiego mózgu i opisywania go za pomocą aparatu matematycznego oraz ustanowił solidne podwaliny dla późniejszego rozwoju sztucznych sieci neuronowych.

Wizjonerskie określenie „inteligencja maszynowa” (*machine intelligence*) pojawiło się w 1948 r. w tekstach brytyjskiego matematyka Alana Turinga⁴. W 1950 r. opublikował on słynny artykuł pt. *Computing machinery and intelligence*, w którym jako pierwszy zadał pytanie, czy maszyny potrafią myśleć?⁵

Sześć lat później w USA, podczas konferencji w Dartmouth College (New Hampshire) rozpoczęto dyskusję nad możliwością skonstruowania „intelligen-

² Considine Glenn D. (red.), *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia*, 9th Edition, tom 1, Wiley-Interscience, New York 2002, s. 127–137.

³ McCulloch W. S., Pitts W., *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, Bulletin of Mathematical Biophysics 1943, nr 5, s. 115–133.

⁴ Turing A.M., *Intelligent Machinery*, National Physical Laboratory Report, 1948, s. 12, w: Ince D. C., *Collected Works of A. M. Turing: Mechanical Intelligence*, Elsevier Science Publishers, 1992, s. 127.

⁵ Turing A.M., *Computing machinery and intelligence*, Mind, t. LIX, nr 236, Oxford University Press, Oxford 1950, s. 433–460.

tniej” maszyny. John McCarthy, ówczesny nauczyciel matematyki w Dartmouth College, zaproponował po raz pierwszy użycie terminu „sztuczna inteligencja” (*artificial intelligence*), definiując go jako problem polegający na sprawieniu, aby maszyna zachowywała się w sposób, który byłby uznany za inteligentny, gdyby tak zachowywał się człowiek.⁶ To właśnie John McCarthy uważany jest za ojca dziedziny zwanej sztuczną inteligencją (*Artificial Intelligence*, AI), gdyż zapoczątkował on badania nad tą nową dziedziną, zaliczaną odtąd do nauk ścisłych na długo przed powstaniem nazwy „informatyka”.

Podczas tej samej konferencji w Dartmouth College, naukowcy Allen Newell i Herbert Simon przedstawili system komputerowy o nazwie Logic Theorist. Program ten reprezentował zadany mu problem w postaci modelu drzewa, a następnie próbował go rozwiązać, wybierając „gałąź”, która z największym prawdopodobieństwem zawierała prawidłową odpowiedź.⁷ Logic Theorist potrafił wyciągać logiczne wnioski, dlatego też uznawany jest za pierwszy w dziejach ludzkości program symulujący ludzkie myślenie — kamień węgielny dla nowej dziedziny wiedzy. Od tego czasu w błyskawicznym tempie sztuczna inteligencja zyskiwała przychylność laików, a badania naukowe w tej dziedzinie nabierały rozpędu. Pod koniec lat 50. istniały już dwa prężne ośrodki naukowe, które do dziś wiodą prym w światowych badaniach nad sztuczną inteligencją: laboratorium w Massachusetts Institute of Technology (utworzone przez Johna McCarthy’ego) oraz laboratorium AI na Uniwersytecie Carnegie Mellon (założone przez Allena Newella i Herberta Simona).

Konstrukcje pierwszych programów były bardzo ograniczone poziomem ówczesnej technologii: prędkością procesora, pojemnością pamięci komputera oraz dość niezgrabnymi systemami operacyjnymi. Jednakże już w 1957 roku została przetestowana pierwsza wersja programu General Problem Solver, stworzonego przez autorów Logic Theorist. Program General Problem Solver potrafił rozwiązywać spory zakres problemów — od trygonometrii aż po logistykę przemysłową.⁸

Równoległe nad budową programów trwały prace nad nowymi językami programowania. Przełomem w badaniach był rok 1958, kiedy to John McCarthy stworzył LISP. LISP jest językiem programowania zorientowanym na wy-

⁶ McCarthy J., Minsky M.L., Rochester N., Shannon C.E., *A proposal for the 1956 Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, New Hampshire 1955, s. 12.

⁷ Newell A., Simon H.A., *The logic theory machine*, IRE Transactions on Information Theory 1956, nr 2(3), s. 61–79.

⁸ Newell A., Simon, H.A., Shaw J.C., *Report on a general problem-solving program*, Proceedings of the International Conference on Information Processing 1959, s. 256–264.

rażenia i umożliwiła zwięzłą implementację różnorodnych form przetwarzania danych.⁹ Ten najstarszy, symboliczny język programowania stał się popularny w ośrodkach związanych ze sztuczną inteligencją i nadal jest w powszechnym zastosowaniu również przy obliczeniach numerycznych, symulacjach, modelowaniu, analizach danych i optymalizacji. Dzięki ogromnym możliwościom wynikającym ze stosowania języka LISP, kolejne lata zaowocowały gwałtownym wzrostem liczby tworzonych programów.

Z kolei Joseph Licklider (naukowiec z MIT, uważany za wizjonera informatyki) rozważał w 1960 r. możliwość symbiozy człowieka z komputerem oraz sugerował, że ludzki umysł oraz komputer powinny być ściśle ze sobą połączone. Umożliwiłoby to współpracę ludzi z komputerami w podejmowaniu decyzji i kontrolowaniu skomplikowanych problemów, unikając przy tym rygorystycznego polegania na samych obliczeniach programów. Maszynowa szybkość obliczeniowa oraz intuicyjna praca z komputerem miała pozwolić na lepsze wykorzystanie technologii informatycznych. Licklider upatrywał duże korzyści płynące z bezpośredniej interakcji człowiek–komputer, a jego prace dały początek rozwojowi obecnego interfejsu komputera, reagującego w czasie rzeczywistym na działania użytkownika.¹⁰ W 1968 r. Licklider zapowiedział konstrukcję sieci komputerowej wspierającej komunikację grup użytkowników zlokalizowanych na całym świecie. Licklider był już wówczas dyrektorem DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*), amerykańskiej agencji rządowej zajmującej się rozwojem technologii wojskowej. Przekonując swoich następców o znaczeniu budowy takiej globalnej sieci, Licklider przyczynił się do rozwoju współczesnego Internetu, a nawet przewidział zaistnienie cyfrowych bibliotek, elektronicznych sklepów i bankowości online.¹¹

Wśród kolejnych prób komputerowego odwzorowania ludzkiej inteligencji godnym uwagi jest SHRDLU¹² – program zdolny do prowadzenia konwersacji na temat prostego układania klocków. Program ten, napisany w języku LISP, stanowi dowód na to, że komputer jest w stanie zrozumieć i zinterpretować wypowiedziane przez człowieka pytania i polecenia. SHRDLU był częścią projektu, który polegał na badaniach w ograniczonych dziedzinach, tzw. mikroświatach (*microworlds*), będących częścią teorii ram (*frame theory*). Naukowiec z labora-

⁹ McCarthy John, *Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine*, Part I, Communications of the ACM, ACM Press, New York 1960, s. 184–195.

¹⁰ Licklider J.C.R., *Man–Computer Symbiosis*, IRE Transactions on Human Factors in Electronics 1960, nr 1, s. 4–11.

¹¹ Licklider J.C.R., Taylor R.W., *The Computer as a Communication Device*, Science and Technology, 1968, s. 21–31.

¹² SHRDLU stworzył Terry Winograd w 1968 r.

torium MIT pod przewodnictwem Marvina Minsky'ego wykazali, że jeśli zorganizować wiedzę programu w ramy (*frames*) i zawęzić poszukiwania odpowiedzi do niewielkiego obszaru przedmiotowego (czyli mikroświata znajdującego się wewnątrz konkretnej ramy), wówczas program komputerowy może rozwiązywać wszelkie problemy przestrzenno–logiczne.¹³ Kolejne programy, które pojawiły się pod koniec lat 60. XX wieku, to: Student¹⁴, który potrafił rozwiązać algebraiczne „zadania z treścią”, oraz SIR¹⁵ (*Semantic Information Retrieval*), który „rozumiał” proste zdania w języku angielskim. Rezultatem powstania tych programów było udoskonalenie rozumienia przez komputery języka naturalnego i logicznych ciągów myślowych.

Lata 70. przyniosły wreszcie od dawna wyczekiwane konkretne wyniki w postaci systemów ekspertowych, dzięki którym dyscyplina sztucznej inteligencji nabrała dużego praktycznego znaczenia. Ówczesne komputery miały już sporą pojemność pamięci oraz duże możliwości obliczeniowe. Powstałe systemy ekspertowe – dzięki umiejętności uczenia się, formułowania hipotez statystycznych i realizowania instrukcji warunkowych – znalazły zastosowanie w biznesie, np. w przewidywaniu wskaźników giełdowych, w medycynie, np. do diagnozowania chorób, a także w geologii do identyfikacji złóż minerałów.

Po sukcesie systemów ekspertowych zaczęto eksplorować nowe obszary sztucznej inteligencji. Wspomnianą wcześniej teorię ram (*frame theory*) David Marr spróbował zastosować do symulacji procesu widzenia i rozpoznawania obrazów na bazie podstawowych informacji o ich kształtach, kolorach, krawędziach i teksturze.¹⁶ W 1972 r. wynaleziono kolejny język programowania: język programowania logicznego PROLOG. Jego twórcy, Alain Colmerauer i Philippe Roussel, pragnęli stworzyć język programowania, który pozwalałby na używanie języka logiki zamiast podawania programowi krok po kroku instrukcji do wykonania.¹⁷

W latach 80. sztuczna inteligencja zaczęła powoli rozwijać swe komercyjne skrzydła. Firmy na szeroką skalę używały już systemów ekspertowych. Poza

¹³ Minsky M., *A framework for representing knowledge*, MIT AI Laboratory, AI Memo 1974, nr 306, s. 1–69.

¹⁴ Bobrow D.G., *A question answering system for high school algebra word problems*, Proc. AFIPS Joint Comput. Conf., nr 26, Spartan Books, New York 1964, s. 591–614.

¹⁵ Raphael B., *SIR, a Computer Program for Semantic Information Retrieval*, w: Minsky M. (red.), *Semantic Information Processing*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1968, s. 33–134.

¹⁶ Marr D., *The computation of lightness by the primate retina*, Vision Research, nr 14/1974, s. 1377–1388.

¹⁷ Colmerauer A., Roussel P., *The birth of Prolog*, The second ACM SIGPLAN conference on History of programming languages, ACM Press, New York 1993, s. 37–52.

tym pojawili się także nieliczni posiadacze pojedynczych komputerów osobistych klasy PC. Odtąd technologia komputerowa nie zawężała się jedynie do kilku badaczy w laboratorium, lecz materializowała się na biurkach szefów firm i ich pracowników. Inne pola badawcze sztucznej inteligencji również zaczęły się „sprzedawać”. Rozwijana przez Minsky’ego i Marra technologia przetwarzania wizji umożliwiła automatyczną kontrolę jakości linii produkcyjnych poprzez kamery skoordynowane z komputerami. Chociaż jeszcze nieporadnie, systemy te potrafiły wykrywać różne kształty na podstawie różnicy czarnych i białych pól zarejestrowanego obrazu. Do 1985 r. ponad sto firm oferowało w USA systemy maszynowego przetwarzania obrazu.

Pod koniec lat 80. popyt na systemy ekspertowe zmalał. Obroty firm finansujących badania sztucznej inteligencji spadły o 33% w stosunku do lat 70. Duże straty przekonały inne firmy do redukcji funduszy na dalsze prace. W 1989 r. także amerykański Pentagon przestał finansować projekt DARPA, mający na celu zbudowanie wielofunkcyjnego robota przeznaczonego do wykonywania zadań militarnych. Pomimo tych rozczarowujących wydarzeń, naukowcy kontynuowali prace nad rozwojem sztucznej inteligencji. Powoli, lecz z sukcesem, zaczęto zajmować się logiką rozmytą i sieciami neuronowymi. Lata 90. XX. wieku po raz kolejny ukazały bogaty wachlarz możliwości zastosowań technik sztucznej inteligencji, jej przydatność w codziennym życiu oraz wartość biznesową. Dzięki cierpliwości i nieustępliwości badaczy, w XXI wieku nastąpił ponowny rozkwit inteligentnych technologii.¹⁸

Historię sztucznej inteligencji doskonale usystematyzował Patrick Henry Winston, dyrektor laboratorium MIT AI w latach 1972–1997. Ścisłe zidentyfikował on poszczególne etapy procesu rozwoju sztucznej inteligencji, dzieląc je na kilkuletnie okresy; nadał im takie nazwy, jak: era prehistoryczna (do roku 1960), świt (1960–1965), wieki ciemne (lata 1965–1970), odrodzenie (okres między 1970–1975) oraz okres partnerstwa (lata 1975–1980), nazywając badania prowadzone po roku 1980 wiekiem przedsiębiorcy.¹⁹ „Prapoczątkami” inteligencji maszynowej można wg Winstona określić wszystkie projekty realizowane przed 1960 rokiem. Następnie przez pięć lat w euforyczno–romantycznej atmosferze prowadzono badania nad sformułowaniem uniwersalnych zasad inteligencji, które pozwoliłyby na budowę programu racjonalnie rozwiązującego różnorodne problemy matematyczne. Niestety, narastające niepowodzenia rozczarowały naukowców i spowodowały zastój w badaniach. Dlatego też kolejne pięć lat (1965–1970) to czas

¹⁸ Crevier D., *AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence*, Harper Collins Publishers Inc., New York 1993, s. 26–237.

¹⁹ Winston P.H., Prendergast K.A. (red.), *The AI Business Commercial Uses of Artificial Intelligence*, The MIT Press 1986, s. 2–4.

nieustannej krytyki sztucznej inteligencji, a co za tym idzie braku entuzjazmu oraz marazmu naukowego – innymi słowy prawdziwe „wieki ciemne”. Wkrótce jednak okazało się, iż miast oczekiwać błyskawicznych efektów, należało cierpliwie tworzyć solidne fundamenty dla przyszłego rozwoju. Wraz z nadejściem lat 70. XX w. nastąpiło odrodzenie koncepcji myślących maszyn w postaci systemów ekspertowych. Systemy ekspertowe posiadały sporą wartość użytkową, pozwalały choćby na interpretację danych statystycznych w celach prognozowania. Od tego czasu zaczęto hojnie sponsorować instytuty sztucznej inteligencji, wierząc w niezwykle, finansowy i naukowy, sukces systemów doradczych.

Lata 1980–1990 określane są przez współczesnych autorów jako „okres komercjalizacji”²⁰ ze względu na duże (wyrażone w dolarach) zainteresowanie firm programami komputerowymi opartymi na rozwiązaniach z zakresu sztucznej inteligencji. Ewa Chwiałkowska, kontynuując podział Winstona na epoki, nazywa lata 80. okresem oświecenia właśnie z powodu faktu, iż dziedzina sztucznej inteligencji nabrała dużego praktycznego znaczenia dla zastosowań w przedsiębiorstwach. Lata 90. XX wieku wspomniana autorka ochrzciła mianem „gotyckiego przebudzenia”, gdyż według niej historia sztucznej inteligencji zatoczyła koło: naukowcy w latach 90. powrócili do badań zapoczątkowanych jeszcze w latach 50., a dotyczących obliczeń neuronowych (*neuro-computing connectionism*), ponownie przezwyciężając podobne trudności i problemy.²¹

1.2. Dalszy rozwój AI w XXI w.

Wieloletnie prace instytutów sztucznej inteligencji ukazały jak trudny i mozolny jest postęp w tej dziedzinie. Koncentracja na wspólnym rozwiązywaniu problemów, zamiast debaty nad wyższością wykorzystanych narzędzi, umożliwiła ściślejszą współpracę wszystkich badaczy sztucznej inteligencji i przyspieszyła rozwój tej dziedziny przez zintegrowane modelowanie coraz bardziej skomplikowanych zagadnień.²² Stopniowo zaczęto dostrzegać ważną rolę innych dziedzin nauki, dzięki którym zrozumienie i poznanie działania ludzkiego mózgu

²⁰ Tott A., Szymański T., *Sztuczna inteligencja w medycynie*, Gazeta IT 2005, nr 9(39), http://www.gazeta-it.pl/etyka/git34/ai_w_medycynie.html (maj 2007).

²¹ Chwiałkowska E., *Sztuczna inteligencja w systemach eksperckich*, Mikom, Warszawa 1991, s. 13–14.

²² Duch W., *What is Computational Intelligence (CI) and what are its relations with Artificial Intelligence (AI)?*, w: Duch W., Mandziuk J. (red.), *Challenges for Computational Intelligence*, Studies in Computational Intelligence Series, Springer 2007, s. 10.

pozwoliłoby na jego analogiczną komputerową projekcję i przełożenie na zero-jedynkowy system reguł i poleceń.

Sztuczna inteligencja związana jest ściśle z informatyką, lecz swoje sukcesy zawdzięcza postępowi w naukach analizujących czynności umysłowe oraz reakcje ludzkiego organizmu, takich jak biologia i psychologia, ale także logika, teoria gier czy teoria decyzji. W rozwój sztucznej inteligencji zaangażowanych jest wielu wybitnych badaczy: cybernetyków (np. Norbert Wiener), biologów (np. William Ross Ashby, Warren McCulloch, Walter Pitt), psychologów eksperymentalnych (np. Allen Newell, Herbert Simon), statystyków (np. Irving John Good), badaczy z zakresu teorii komunikacji (np. Claude Shannon) oraz teorii gier (np. John von Neumann, Oskar Morgenstern), filozofów (np. Alonzo Church, Carl Hempel) i wreszcie lingwistów (np. Noam Chomsky).²³

Dzięki badaniom nad sztuczną inteligencją zyskały także obszary wiedzy inne niż informatyka i inżynieria oprogramowania, takie jak medycyna i fizyka medyczna²⁴, psychologia²⁵ i nauki kognitywne (komputacyjna koncepcja umysłu)²⁶, filozofia oraz badania poświęcone zagadnieniom posiadania świadomości przez komputery²⁷.

1.3. Definicje

Od czasu ukonstytuowania się dyscypliny sztucznej inteligencji naukowcy dążyli do stworzenia jednostki programowej samodzielnie realizującej wyznaczone zadania²⁸, jednakże trudności nastroczało już samo ściśle zdefiniowanie „inteligencji” w wykonaniu maszynowym. Przez wiele lat w badaniach opierano się na klasycznej definicji sztucznej inteligencji, sformułowanej w 1968 r. przez Marviną Minsky’ego, mówiącej, że sztuczna inteligencja to nauka polecania maszynom wykonania zadań wymagających inteligencji, jaką użyłby człowiek przy

²³ Buchanan B.G., *A (Very) Brief History of Artificial Intelligence*, AI Magazine, nr 26(4), AAAI Press 2005, s. 55–56.

²⁴ Szolovits P., Patil R.S., Schwartz W.B., *Artificial Intelligence in Medical Diagnosis*, Annals Of Internal Medicine, nr 108(1), American College of Physicians, Massachusetts 1988, s. 80–87.

²⁵ Boden M.A., *Artificial Intelligence in Psychology: Interdisciplinary Essays*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1989, s. 1–204.

²⁶ Zajenkowski M., *Psychologiczne aspekty sztucznej inteligencji*, 15. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe Komputer w Edukacji, Kraków 2005, s. 1–2.

²⁷ Penrose R., *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness*, Oxford University Press, New York 1994, s. 37–44.

²⁸ Zeleny M. (red.), *The IEBM Handbook of Information Technology in Business*, Business Press 2000, s. 563.

wykonaniu identycznych zadań.²⁹ Jednakże nie jest to jedyna definicja, którą się posługiwano. Podobne definicje jak Minsky formułowali inni współcześni mu naukowcy. Według Nilsa Nilssona celem prac nad sztuczną inteligencją jest zbudowanie maszyn, które wykonują zadania wymagające ludzkiej inteligencji³⁰. Podobnie argumentuje James Slagle — badacze sztucznej inteligencji próbują sprawić, by maszyny wykazywały zachowanie, które nazwalibyśmy inteligentnym, gdyby zaobserwowano je u ludzi³¹. Raphael zasugerował, że sztuczna inteligencja jest wspólną nazwą dla licznego zbioru problemów, których komputery nie potrafią jeszcze właściwie rozwiązywać.³² W miarę równoległego rozwoju innych dziedzin nauki, przestano już zawężać pojęcie sztucznej inteligencji tylko do sfery programistyczno-informatycznej. W 1976 r. Weizenbaum z MIT AI Laboratory stwierdził, że nadrzędnym celem sztucznej inteligencji jest stworzenie sztucznego systemu, który dorównałby lub wręcz przewyższył ludzką inteligencję.³³ Przekonano się bowiem, że użycie programów komputerowych oraz technik programistycznych pozwoli odkryć reguły inteligencji w ogólności, a myśli ludzkiej w szczególności.³⁴

Powyżej przytoczone definicje nie pozwalają stwierdzić, czy maszyna rzeczywiście przejawia pewną dozę inteligencji. „Dużo wiedzieć” to nie to samo co „być mądrym”. Inteligencja to nie tylko zebrane informacje, ale także ocenianie ich, sposób w jaki informacje są koordynowane i używane.³⁵ Aby uzyskać rezultat inteligentnie wykonanego zadania komputer może użyć nieinteligentnych, technicznych metod analitycznych. Definicje powyższe nie wyjaśniają również pojęcia inteligencji w ogóle, gdyż poprzestają na intuicyjnym wyobrażeniu inteligentnego postępowania maszyny. Dopiero projektowanie inteligentnych systemów komputerowych w postaci systemów wykazujących charakterystyki przypisywane inteligencji zawartej w ludzkim postępowaniu, np. rozumienie języka, uczenie się, rozumowanie, rozwiązywanie problemów itd., umożliwiają implementację „ludzkiej inteligencji” wewnątrz komputerów.³⁶

²⁹ Minsky M. (red.), *Semantic information processing*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1968, s. 5.

³⁰ Nilsson N.J., *Problem-Solving Methods in Artificial Intelligence*, McGraw-Hill, New York 1971, s. 7.

³¹ Slagle J.R., *Artificial Intelligence: The Heuristic Programming Approach*, McGraw-Hill, New York 1971, s. 1.

³² Michie D., *Formation and Execution of Plans by Machine*, w: Findler N.V., Meltzer B. (red.), *Artificial Intelligence and Heuristic Programming*, American Elsevier, New York 1971, s. 101.

³³ Neumaier O., *A Wittgensteinian View of Artificial Intelligence*, w: Born R. (red.), *Artificial Intelligence: The Case Against*, Routledge, London 1989, s. 135.

³⁴ Boden M.A., *Artificial Intelligence and Natural Man*, Basic Books, New York 1977, s. 5.

³⁵ Sagan C., *Cosmos*, Macdonald Futura Publishers, London 1981, s. 297.

³⁶ Barr A., Feigenbaum E.A. (red), *The Handbook of Artificial Intelligence*, nr 1, Pitman, 1981, s. 3.

Śledząc zmiany w definiowaniu, czym jest (a czym nie jest) sztuczna inteligencja, można zauważyć stopniowe wyodrębnianie się dwóch równoległych podejść do badań nad sztuczną inteligencją: empirycznego i racjonalnego. Kluczowe definicje reprezentujące te podejścia zebrane są w zamieszczonej dalej tabeli 1.

Tabela 1. Podejście empiryczne i racjonalne w badaniach nad sztuczną inteligencją.

	Podejście empiryczne	Podejście racjonalne
Ludzkie myślenie	<p>Systemy myślące jak ludzie <i>Nauki kognitywne</i> Nowy, ekscytujący wysiłek sprawienia, aby komputery myślały... maszyny z umysłami, w pełnym tego słowa znaczeniu.³⁷ Zautomatyzowanie czynności, które są związane z ludzkim myśleniem, takie jak podejmowanie decyzji, rozwiązywanie problemów i uczenie...³⁸</p>	<p>Systemy myślące racjonalnie <i>Procesy logiczno–matematyczne</i> Sztuczna inteligencja jest nauką o umiejętnościach ludzkiego umysłu poprzez zastosowanie modeli obliczeniowych.³⁹ Nauka o obliczeniach, które sprawiają, że odczuwanie, wnioskowanie i działanie jest możliwe.⁴⁰</p>
Ludzkie postępowanie	<p>Systemy postępujące jak ludzie <i>Symulacja zadań kognitywnych</i> Sztuka budowania maszyn, które wykonują funkcje wymagające inteligencji, gdy są wykonywane przez ludzi.⁴¹ Sztuczna inteligencja jest nauką o tym, jak sprawić, aby komputery wykonywały zadania, które do tej pory najlepiej wykonywali ludzie.⁴²</p>	<p>Systemy postępujące racjonalnie <i>Implementacja procesów wnioskowania</i> Dziedzina nauki, która stara się wytłumaczyć oraz odtworzyć inteligentne zachowanie w ramach procesów obliczeniowych.⁴³ Gałąź informatyki powiązana z automatyzacją inteligentnego zachowania.⁴⁴</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie Russell S., Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall, New Jersey 1995, s. 5.

Podejście empiryczne kładzie nacisk na sprawdzenie, czy maszyny mogą myśleć i działać w taki sam sposób jak człowiek, natomiast **podejście racjonalne** zajmuje się próbą matematycznego zamodelowania racjonalnego my-

³⁷ Haugland J. (red.), *Artificial Intelligence: The Very Idea*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1985, s. 2.

³⁸ Bellman R.E., *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?*, Boyd & Fraser, San Francisco 1978.

³⁹ Charniak E., McDermott D.V., *Introduction to Artificial Intelligence*, Addison–Wesley, Reading, Massachusetts 1985, s. 6.

⁴⁰ Winston P.H., *Artificial Intelligence*, 3rd edition, Addison – Wesley, Reading, Massachusetts 1992, s. 5.

⁴¹ Kurzweil R., *The Age of Intelligent Machines*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1990.

⁴² Rich E., Knight K., *Artificial Intelligence*, 2nd edition, McGraw–Hill, New York 1991, s. 3.

⁴³ Schalkoff R.J., *Artificial Intelligence: An Engineering Approach*, McGraw–Hill, New York 1990, s. 64.

⁴⁴ Luger G.F., Stubblefield W.A., *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving*, 2nd edition, Benjamin–Cummings, Redwood City, California 1993.

ślenia lub działania człowieka i zaimplementowania go w budowanych maszynach. Rozważania naukowców dotyczące opowiedzenia się za którąś spośród licznych definicji spowodowało wypracowanie dwóch stanowisk, tzw. mocnej wersji sztucznej inteligencji i słabej wersji sztucznej inteligencji⁴⁵. Rozróżnienie takie wprowadził do użycia John Searle z California University w Berkeley: wedle **konceptji strong AI** komputer nie do końca jest narzędziem badania intelektu — właściwie zaprogramowany komputer sam w sobie jest intelektem⁴⁶. Podejście *strong AI* oznacza dążenie do zbudowania maszyn, których zdolności „umysłowe” będą nieodróżnialne od ludzkich. Joseph Weizenbaum określił cel *strong AI*, którym jest zbudowanie sztucznego modelu człowieka, robota przeżywającego dzieciństwo, uczącego się i dorastającego, odczuwającego świat na swój sposób, wreszcie — kontemplującego cały dorobek ludzkiej myśli⁴⁷. Fizyk Edward Fredkin zasugerował wręcz, że w miarę jak komputery osiągną niewyobrażalny dla nas poziom inteligencji i będą potrafiły się reprodukować, nie zechcą już dłużej wykonywać poleceń, lecz same zaczną dyktować warunki i możliwe, że zatrzymają ludzi jako... zwierzęta domowe⁴⁸. Inni zwolennicy podejścia *strong AI* argumentują także, iż stworzenie inteligentnych maszyn jest realizowalne, należy jedynie poczekać na większą niż obecnie moc obliczeniową komputerów oraz bardziej zaawansowaną technologię⁴⁹. Według Martina Fischlera, zarówno mózg, jak i komputer, to zalgorytmizowane sieci neuronów, dlatego pewnego dnia możliwa będzie reprezentacja ludzkiego umysłu w postaci formalnych, matematycznych konstrukcji⁵⁰.

W opozycji do powyższych twierdzeń, **konceptja weak AI** skupia się na wykorzystaniu obecnych możliwości komputerów do rozwiązywania problemów, które nie wykraczają poza ludzkie umiejętności. Nurt ten zakłada, że nawet jeśli maszyny kiedykolwiek będą sprawiać wrażenie inteligentnych, to w rzeczywistości będzie to tylko symulacja inteligencji.⁵¹ Popierający to stanowisko Roger Penrose argumentuje, iż żaden formalny system nie będzie potrafił odtwo-

⁴⁵ Oryginalne angielskie brzmienie: *strong AI* oraz *weak AI*.

⁴⁶ Searle J.R., *Minds, Brains and Programs*, The Behavioral and Brain Sciences 1980, nr 3, s. 417.

⁴⁷ Weizenbaum J., *Computer Power and Human Reason: From Judgment to Calculation*, W.H. Freeman & Co., New York 1976, s. 203.

⁴⁸ Copeland J., *Artificial intelligence: A Philosophical Introduction*, Blackwell Publishers, United Kingdom, Oxford 1993, s. 1.

⁴⁹ Moravec H., *When will computer hardware match the human brain?*, Journal of Transhumanism 1998, nr 1, s. 1.

⁵⁰ Fischler M.A., Firschein O., *Intelligence: the Eye, the Brain, and the Computer*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts 1987, s. 24.

⁵¹ Bringsjord S., *Strong AI Is Simply Silly*, AI Magazine 1997, nr 18(1), AAAI Press, s. 9–10.

rzyć ludzkiego myślenia, gdyż inteligencja jest wyższą czynnością obliczeniową, możliwą do realizacji tylko w ludzkim umyśle, nigdy w komputerze.⁵² Według Aarona Slomana można jednak przyjąć, iż sztuczne systemy będą w mniejszym lub większym stopniu wykazywały stany mentalne oraz procesy myślenia, lecz będą one zależne od ograniczeń zastosowanej technologii.⁵³ Podczas gdy łatwo jest komputerowo odtworzyć niektóre ludzkie umiejętności (np. grę w szachy), trudno jest zrekonstruować prawdziwą cyfrową inteligencję lub świadomość.⁵⁴ Terry Winograd przekonuje, że komputery to maszyny kierujące się suchą logiką, dlatego nigdy nie będą kreatywne i nie posiadają realnej możliwości oceny otaczającej je rzeczywistości.⁵⁵ Wreszcie naukowcy Hubert i Stuart Dreyfus z University of California autorytatywnie przesądzają, że pewnego dnia ludzie przekonają się o niepowtarzalności ludzkiego umysłu, a co za tym idzie – absolutnej niemożliwości skopiowania systemu nerwowego lub innej formy jego sztucznej rekonstrukcji.⁵⁶

1.4. Zastosowania sztucznej inteligencji

Technologie sztucznej inteligencji są kluczowymi komponentami dzisiejszych aplikacji, od systemów bankowych (wykrywających kradzieże kart kredytowych), poprzez systemy telefoniczne (reagujące na komendy głosowe), aż po systemy wspierające podejmowanie decyzji i rozwiązywanie problemów. Niełatwo jest znaleźć dziedzinę, której rozwój nie byłby związany lub choćby stymulowany poprzez osiągnięcia na polu sztucznej inteligencji. Klimatyzatory powietrza, cyfrowe kamery, wyposażenie medyczne, sygnalizacja świetlna, a nawet lodówki – wszystkie te urządzenia funkcjonują dzięki rozwojowi inteligentnych technologii. Przeniknęły one do tego stopnia ludzką codzienność, że wydają się zwyczajne i niezbyt skomplikowane.

⁵² Penrose R., *The emperor's new mind: concerning computers, minds, and the laws of physics*, Oxford University Press, 1990, s. 21–30.

⁵³ Sloman A., *The emperor's real mind: review of Roger Penrose's The Emperor's New Mind: Concerning computers minds and the laws of physics*, Artificial Intelligence 1992, nr 56, s. 355–396.

⁵⁴ Gams M., *Weak intelligence: Through the Principle and Paradox of Multiple Knowledge*, Advances in Computation: Theory and practice, nr 6, Nova Science Publishers Inc., New York 2001, s. 24.

⁵⁵ Winograd T., *Thinking Machines: Can There Be? Are We?*, Informatica 1995, nr 19 (4), s. 443–460.

⁵⁶ Dreyfus H.L., Dreyfus S.E., *Making a Mind vs. Modeling the Brain: AI Back at a Branchpoint*, Informatica 1995, nr 19 (4), s. 425–442.

Profesor Bruce Batchelor z Cardiff University szczegółowo wymienia najważniejsze dziedziny, w których wykorzystano programy sztucznej inteligencji⁵⁷:

- zarządzanie: ocena ryzyka w ubezpieczeniach, planowanie inwestycji, zarządzanie hotelami;
- medycyna i farmacja: diagnozy medyczne, monitorowanie wyników badań, zarządzanie wydawaniem lekarstw, zarządzanie magazynem;
- biznes: rozpoznawanie optyczne (systemy OCR), rozpoznawanie ręcznego pisma, rozpoznawanie mowy (identyfikacja treści wypowiedzi), synteza mowy, rozpoznawanie mówców (identyfikacja osób), zarządzanie katalogiem biblioteki, zarządzanie dokumentami;
- nawigacja: systemy GPRS, autopilot w statkach i samolotach, eksploracja Marsa za pomocą robota–łazika, bomby samonakierowujące;
- inżynieria przemysłowa: wydobywanie ropy naftowej i innych złóż minerałów, projektowanie systemów komputerowych, sieci komputerowe, hydraulika, testy jakości produktów, sterowanie przebiegiem procesów technologicznych w fabrykach w warunkach „braku wszystkich danych”, logistyka magazynowa;
- policja: identyfikacja odcisków palców, kryminalistyka;
- rozrywka: gry komputerowe.

Obecnie także banki używają systemów sztucznej inteligencji do zarządzania inwestycjami i grania na giełdzie. Już w 2001 roku, w konkursie symulującym operacje finansowe wygrał program – zarobił o 7% więcej niż człowiek.⁵⁸

1.5. Kluczowe kierunki obecnych badań sztucznej inteligencji

Każdego dnia wytwory sztucznej inteligencji ułatwiają i usprawniają ludzką pracę w wielu branżach, pozwalając na szybsze przetworzenie i wydajniejsze wykorzystanie zgromadzonych przez firmy informacji. Główne obszary współczesnych badań nad sztuczną inteligencją to m.in.:

- rozproszona sztuczna inteligencja (*distributed AI*),
- inteligentne interfejsy użytkownika (*intelligent user interfaces*),

⁵⁷ Batchelor B., *School of Computer Science*, Cardiff University, Wielka Brytania, <http://bruce.cs.cf.ac.uk/bruce> (styczeń 2011).

⁵⁸ Graham–Rowe D., *Robots beat human commodity traders*, *New Scientist*, 2001, www.newscientist.com/article.ns?id=dn1131 (styczeń 2011).

- inteligentni agenci (*intelligent agents*),
- przetwarzanie języka naturalnego (*natural language processing*),
- przetwarzanie danych tekstowych (*text processing*),
- eksploracja danych tekstowych (*text mining*),
- wydobywanie informacji (*information retrieval*),
- pozyskiwanie wiedzy (*knowledge acquisition*),⁵⁹
- sztuczne życie (*artificial life*),
- sztuczne sieci neuronowe (*artificial neuron networks*),
- wnioskowanie na bazie przykładów (*case-based reasoning*),
- eksploracja danych (*data mining*),
- logika rozmyta (*fuzzy logic*),
- algorytmy genetyczne (*genetic algorithms*),
- systemy oparte na bazie wiedzy (*knowledge based systems*),
- zarządzanie wiedzą (*knowledge management*),
- planowanie i przepływ pracy (*planning and workflow*),
- inteligentne systemy (*intelligent systems*),⁶⁰
- reprezentacja wiedzy i rozumowanie (*knowledge representation and reasoning*),
- uczenie maszynowe (*machine learning*),
- robotyka (*robotics*),
- komputerowe przetwarzanie obrazu (*computer vision*).⁶¹

Technologia inteligentnych agentów oraz różne formy rozproszonej sztucznej inteligencji należą do głównych obszarów zainteresowań niniejszego opracowania, dlatego też na kolejnych stronach przejdę do ich bardziej szczegółowego omówienia.

⁵⁹ International Conference on Artificial Intelligence and Pattern Recognition planowana na 9–12 lipca 2007, Orlando, Florida, USA, www.promotersearch.org/2007/aipr/scope.html (styczeń 2011).

⁶⁰ Artificial Intelligence Applications Institute, School of Informatics, University of Edinburgh, Wielka Brytania www.aiai.ed.ac.uk/technology.html (styczeń 2011).

⁶¹ School of Computer Science and Engineering, University of New South Wales, Sydney, Australia <http://cgi.cse.unsw.edu.au/~aishare> (styczeń 2011).

2. Inteligentni agenci

2.1. Powstanie inteligentnych agentów

Koncepcja agenta jest ściśle związana z historią sztucznej inteligencji i sięga lat 70. XX wieku, kiedy to rozpoczęto badania nad programami nazwanymi „inteligentnymi”. Pierwszy model agenta zaproponował w 1977 r. Carl Hewitt, przedstawiając pojęcie autonomicznego obiektu — interaktywnego aktora, który potrafił komunikować się z podobnymi mu obiektami i odpowiadać na żądania tych obiektów. Aktorzy przesyłali między sobą wiadomości, a następnie realizowali równocześnie odpowiednie zadania.⁶²

Model Hewitta zainicjował badania nad konstrukcją rozproszonej sztucznej inteligencji (*Distributed Artificial Intelligence*, DAI), które wiele ważnych technik opartych na agentach wniosły do rozwoju systemów wieloagentowych (*Multi-Agent System*, MAS) oraz do rozwiązywania rozproszonych problemów (*Distributed Problem Solving*, DPS). Naukowcy próbowali zdekomponować oryginalny problem na „podproblemy”, które następnie zostałyby rozwiązywane przez różnych agentów, a otrzymane wyniki syntetyzowane. Zastanawiano się również, jak umożliwić agentom interakcję, komunikację i koherentną współpracę.⁶³

Około roku 1990 pojawił się nowy nurt badań nad agentami, kładący nacisk na systematyzację dotychczasowego dorobku agentów programowych oraz uaktualnienie ich nieustannie rozszerzającej się typologii i klasyfikacji. Nurt ten koncentruje się także na rozwoju teorii i modelowaniu architektur poszczególnych typów agentów programowych oraz na doskonaleniu języków umożliwiających komunikację pomiędzy różnymi agentami.⁶⁴

Bazując na solidnych podstawach sztucznej inteligencji i technologii rozproszonych, dziedzina inteligentnych agentów stała się odrębną dyscypliną badań i zastosowań. Inteligentni agenci znajdują zastosowanie w wielu programach: od osobistych asystentów (*Personal Digital Assistant*, PDA) dla użytkowników końcowych, do agentów sterujących krytycznymi procesami w dynamicznych systemach kontroli.⁶⁵ Systemy agentowe łączą w sobie funkcjonalności informa-

⁶² Hewitt C., *Viewing Control Structures as Patterns of Passing Messages*, *Journal of Artificial Intelligence*, nr 8 (3), Elsevier Science B.V. 1977, s. 323–364.

⁶³ Zeleny M., op. cit., s. 564.

⁶⁴ Nwana H., *Software Agents: An Overview*, *Knowledge Engineering Review* 1996, nr 11 (3), Cambridge University Press, s. 207.

⁶⁵ Singh R., *Intelligent Agents*, w: Bidgoli H. (red.), *Encyclopedia of Information Systems*, t. 2, Elsevier Science, California 2003, s. 640.

cyjne z decyzyjnymi, dzięki czemu ułatwiają sterowanie kompleksowymi działaniami, zarządzanie procesami technologicznymi w transporcie i usługach oraz monitorowanie strefy powietrznej i koordynację lotów.⁶⁶

Programy konstruowane jako inteligentni agenci powstały w celu połączenia ze sobą wielu „komponentów”, które potrafią się porozumiewać ze sobą w ramach języka komunikacji agentów (*agent communication language*). Język taki umożliwia wymianę danych oraz informacji logicznych, a także indywidualnych komend i skryptów.⁶⁷ „Zwykłe” programy służą przeważnie do realizacji pojedynczych celów lub grupy celów wąsko wyspecjalizowanych, a lwią część pracy wykonuje przy nich użytkownik (np. importując dane, przetwarzając je wewnątrz tego programu, eksportując je itp.). Natomiast inteligentni agenci stanowią metaforę ludzkich agentów (*human agents*). Są oprogramowaniem wykonującym konkretne zadania w określonym środowisku: mogą zostać „wysłani na misję”, aby przeanalizować zgromadzone dane, znaleźć pożądane informacje i po przeprowadzonym rozpoznaniu zraportować swoje działania użytkownikowi.

2.2. Definicja inteligentnego agenta

Niezwykle trudnym zadaniem jest sformułowanie wyczerpującej definicji terminu „inteligentny agent”. W literaturze występuje dużo różnorodnych definicji inteligentnych agentów. Także określenia takie jak „agent”, „agent oprogramowania” (*software agent*), „autonomiczny agent” (*autonomous agent*) oraz „inteligentny agent” (*intelligent agent*) są bardzo często używane wymiennie w literaturze. Na portalach i forach dyskusyjnych znaleźć można również terminy „robot oprogramowania” (*software robot*), „bot wiedzy” (*knowbot, knowledge-based robot*), „bot zadań” (*taskbot, tasked-based robot*) oraz „osobisty asystent” (*personal assistant*). Jednakże nie wszystkich agentów programowych można określić mianem „inteligentnych”.⁶⁸ Inteligentny agent jest definiowany przez Wooldridge’a jako autonomiczny system decyzyjny, postrzegający środowisko, w którym się znajduje i potrafiący w nim swobodnie działać.⁶⁹ Definicja ta jest jedną z kilkunastu dostępnych w literaturze, lecz są one często rozbież-

⁶⁶ Dobrowolski G., *Technologie agentowe w zdecentralizowanych systemach informacyjno-decyzyjnych*, Wydawnictwa AGH, Kraków 2002, s. 39.

⁶⁷ Genesereth M.R., Ketchpel S.P., *Software Agents*, Communications of the ACM 1994, nr 37 (7), s. 1.

⁶⁸ Singh R., Iyer L., Salam A., *An Intelligent Knowledge-Based Multi-Agent Architecture For Collaboration (IKMAC) In B2B E-Marketplaces*, w: Raisinghani M.S., *Business Intelligence in the Digital Economy: Opportunities, Limitations and Risks*, IGI Publishing 2004, s. 78.

⁶⁹ Wooldridge M., *Agent-based software engineering*, IEE Proc.–Softw. Eng. 1997, nr 144 (1), s. 26.

ne, gdyż trudno jest określić wspólny zbiór właściwości inteligentnych agentów. Franklin i Graesser przeanalizowali aż dziesięć różnych definicji agenta dostępnych w literaturze i dopiero na tej podstawie ukuli własną definicyjną „esencję” agentowości: agent autonomiczny to system usytuowany w części pewnego środowiska, postrzegający to środowisko i działający w nim zgodnie z własną listą zadań, wpływając w ten sposób na swoje przyszłe postrzeganie.⁷⁰

Ponieważ nie ma jednej, ogólnie przyjętej definicji i agentem można nazwać bardzo szerokie spektrum obiektów, dlatego też najczęściej opisuje się agenta za pomocą posiadanych przez niego atrybutów. Cechy te stanowią nieformalne kryteria rozróżnienia między inteligentnym agentem a „zwykłym” programem. Do podstawowych, najczęściej wymienianych atrybutów agenta należą: autonomia (*autonomy*), umiejętności komunikacji społecznej (*social ability*), reaktywność (*reactivity*) i proaktywność (*pro-activeness*). Najważniejsze rodzaje atrybutów, jakie może posiadać inteligentny agent, zebrane są w zamieszczonej dalej tabeli 2.

Tabela 2. Cechy charakterystyczne inteligentnego agenta.

Cecha inteligentnego agenta	Znaczenie
reaktywny (<i>reactive</i>)	reaguje na zmiany środowiska w czasie
autonomiczny (<i>autonomous</i>)	samodzielnie inicjuje i kontroluje własne działania
proaktywny (<i>pro-active</i>)	potrafi przejąć inicjatywę w działaniu, zorientowany na cele
ciągły w czasie (<i>temporally continuous</i>)	działa w sposób ciągły, również podczas nieobecności użytkownika
umiejętności komunikacji społecznej (<i>social ability</i>)	umie komunikować się z innymi agentami, a także z ludźmi
uczący się (<i>learning</i>)	dostosowuje swoje zachowanie na podstawie zebranych doświadczeń
mobilny (<i>mobile</i>)	potrafi przemieszczać się pomiędzy odrębnymi środowiskami
elastyczny (<i>flexible</i>)	akcje i działania przeprowadza w sposób nieschematyczny
posiadający własny charakter (<i>character</i>)	ma wiarygodną „osobowość” i wykazuje stany emocjonalne

Źródło: opracowanie własne na podstawie Franklin S., Graesser A., *Is it an Agent, or just a Program? A Taxonomy for Autonomous Agents*, Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages, Springer-Verlag 1996, s. 6.

⁷⁰ Franklin S., Graesser A., *Is it an Agent, or just a Program? A Taxonomy for Autonomous Agents*, Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages, Springer-Verlag 1996, s. 5.

Autonomia umożliwia agentowi samodzielne podejmowanie decyzji adekwatnie do wcześniej określonych celów i wymagań użytkownika.⁷¹ Umiejętność komunikacji społecznej pozwala agentowi na interakcję z innymi programami agentowymi lub człowiekiem. Reaktywność to cecha pozwalająca na spostrzeganie zmian w otaczającym środowisku i reagowanie na nie poprzez dostosowanie swoich działań do zachodzących zmian. Proaktywność polega na zorientowaniu na cele, czyli zdolności przejścia inicjatywy przez agenta przy realizacji wyznaczonych mu zadań.⁷² Niektórzy badacze, szczególnie ci przekonani o realizowalności teorii *strong AI*, przypisują agentom cechy antropomorficzne, takie jak emocje,⁷³ wiarę lub odpowiedzialność⁷⁴. Innymi atrybutami agentów mogą być też zdolność predykcji (*predictiveness*) oraz racjonalność (*rationality*).⁷⁵

Nie wgłębiając się zbyt szczegółowo we wszystkie możliwe atrybuty agentów oraz kwestię ich rozgraniczania na inteligentne i nieinteligentne, bardziej odkrywcza wydaje się koncentracja na posiadanym przez nich zasobie zdolności. Nawet pojedynczy agenci o bardzo prostych „umiejętnościach”, jeżeli zostaną połączeni w sieć i będą mogli wymieniać się ze sobą komunikatami, są w stanie zaoferować niezwykle inteligentne przetwarzanie danych.⁷⁶

2.3. Obszary funkcjonowania inteligentnych agentów

Inteligentni agenci stanowią spory zbiór aplikacji komputerowych, począwszy od zwykłego makra w MS Word, a skończywszy na złożonych systemach zdolnych do uczenia się i dostosowywania w trakcie swojego działania. Istnienie wielu rodzajów i odmian inteligentnych agentów sprawia, że niemożliwym jest opisanie ich wszystkich. W dostępnej literaturze znaleźć można różne typologie inteligentnych agentów, nie zawsze pokrywające się ze sobą. Na dodatek dynamiczny rozwój tej dziedziny i powstawanie nowych agentów, nie mieszczących się w dotychczasowych schematach, nieustannie dezaktualizuje te klasyfikacje.

⁷¹ Bradshaw J., *Introduction to Software Agents*, w: Bradshaw J. (red.), *Software Agents*, AAAI Press/The MIT Press, Boston 1997, s. 7.

⁷² Wooldridge M., Jennings N. R., *Intelligent Agents: Theory and Practice*, Knowledge Engineering Review 1995, nr 10 (2), s. 118.

⁷³ Bates J., *The Role of Emotion in Believable Agents*, Communications of the ACM 1994, nr 37 (7), ACM Press, New York, s. 122–125.

⁷⁴ Shoham Y., *Agent-oriented Programming*, Artificial Intelligence 1993, nr 60 (1), s. 51–92.

⁷⁵ Goodwin R., *Formalizing Properties of Agents*, Technical Report CMU-CS-93-159, Computer Science Department, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania 1993, s. 3.

⁷⁶ Dziuba D.T., *Ewolucja rynków w przestrzeni elektronicznej*, KIGIAE WNE UW, Warszawa 2001, s. 180.

Najbardziej zwięzłą i najczęściej przywoływaną typologię agentów podał Hyacinth Nwana. Zdefiniował on pięć podstawowych kryteriów, na podstawie których dokonał podziału inteligentnych agentów⁷⁷:

- 1) mobilność (*mobility*) – agenci statyczni oraz mobilni;
- 2) model zachowania agenta (*behavioural model*) – agenci deliberatywni oraz reaktywni;
- 3) najważniejsze cechy agentów (*primary attributes*), takie jak autonomia, uczenie się i współpraca – agenci współpracy, agenci uczący się, agenci interfejsu i „prawdziwie” inteligentni agenci (*smart agents*);
- 4) role pełnione przez agenta (*roles*) – agenci informacji, agenci Internetu;
- 5) hybrydowość, polegająca na łączeniu w sobie dwóch lub więcej podejść agentowych – agenci hybrydowi.

Bazując na wymienionych kryteriach, Nwana zidentyfikował siedem rodzajów agentów⁷⁸:

- 1) agenci współpracujący (*collaborative agents*),
- 2) agenci interfejsu (*interface agents*),
- 3) mobilni agenci (*mobile agents*),
- 4) agenci informacji/Internetu (*information/Internet agents*),
- 5) agenci reaktywni (*reactive agents*),
- 6) agenci hybrydowi (*hybrid agents*),
- 7) „prawdziwie” inteligentni agenci (*smart agents*).

Inna klasyfikacja agentów, uwzględniająca dziedziny ich zastosowania, znacznie lepiej obrazuje potencjał i różnorodne możliwości ich zastosowań⁷⁹:

- 1) przemysłowe zastosowania technologii agentowych (*industrial applications*). W tej dziedzinie najwcześniej stosowano agentów, bo już od 1987 r. W obszarze tym działają agenci kontroli procesu (np. ARCHON), agenci produkcji (np. YAMS), agenci kontroli ruchu powietrznego (np. OASIS);
- 2) komercyjne zastosowania technologii agentowych (*commercial applications*): agenci zarządzania informacją (filtrujący informacje oraz gromadzący informacje), agenci handlu elektronicznego (np. w środowisku Kasbah), agenci zarządzający procesami biznesowymi (np. projekt ADEPT);

⁷⁷ Nwana H., *Software Agents: An Overview*, Knowledge Engineering Review 1996, nr 11 (3), Cambridge University Press, s. 210–212.

⁷⁸ Ibidem.

⁷⁹ Jennings N.R., Wooldridge M.J., *Applications of Intelligent Agents*, w: Jennings N.R., Wooldridge M.J. (red.), *Agent Technology: Foundations, Applications and Markets*, Springer Verlag, New York 1998, s. 10–17.

- 3) medyczne zastosowania technologii agentowych (*medical applications*): agenci monitorujący pacjentów (np. system SICU) zwani agentami opieki medycznej;
- 4) zastosowania technologii agentowych w rozrywce. Agenci mają „naturalne” predyspozycje do użycia ich w grach komputerowych, interaktywnych teatrach oraz innych aplikacjach symulujących rzeczywistość: w programach takich aż roi się od półautonomicznych animowanych postaci, w których role z powodzeniem mogą „wcielać się” inteligentni agenci.

Wyżej wymienione klasyfikacje i typologie dowodzą szerokiego zastosowania technologii agentowych we współczesnym świecie. Kto, jak nie agent, zajmie się najlepiej zarządzaniem sieciami telekomunikacyjnymi, inżynierią procesów biznesowych, gromadzeniem cyfrowych bibliotek, harmonogramowaniem prac, zarządzaniem łańcuchem dostaw, czy wreszcie uczestniczeniem w handlu elektronicznym.⁸⁰

Przejdę teraz do omówienia inteligentnych agentów działających w *e-commerce*, gdyż wśród nich plasują się wirtualni asystenci, będący przedmiotem niniejszej publikacji.

2.4. Inteligentni agenci w e-commerce

Historyczne uwarunkowania tworzenia inteligentnych agentów dotyczyły upraszczania obsługi skomplikowanych aplikacji i przewyciężenia problemów związanych z interfejsem użytkownika. Jednakże sama idea zbudowania inteligentnego i podejmującego autonomiczne decyzje oraz działania programu byłaby niewiele warta, gdyby nie zaistniała możliwość komunikacji i przepływu danych pomiędzy agentami. Internet pozwolił na odkurzenie i realizację pomysłów dotyczących utworzenia „myślących” programów. Ogromna ilość danych i informacji zgromadzonych w Internecie pozwoliła na zastosowanie nowych technologii analizujących te dane, w tym w szczególności technologii agentowych – najlepiej do takich zadań przygotowanych.⁸¹

⁸⁰ Huang Ch., *Applying intelligent agent-based support systems in agile business processes w: Leondes C. T. (red.), Intelligent Knowledge-Based Systems: Business and Technology in the New Millennium*, t. 3: *Expert and Agent systems*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts 2004, s. 77.

⁸¹ Jain L.C., Chen Z., *Artificial Intelligence in Industry*, w: Bidgoli H. (red.), *Encyclopedia of Information Systems*, t. 2, Elsevier Science, California 2003, s. 585.

Badania nad sztuczną inteligencją, interakcją człowiek–komputer oraz możliwością dokonywania elektronicznych transakcji w Internecie zaowocowały powstaniem agentów działających w środowisku handlu elektronicznego. W odróżnieniu od „zwykłych” programów, agenci są tworcami spersonalizowanymi, autonomicznymi, proaktywnymi i adaptywnymi. Zalety te czynią agentów szczególnie użytecznymi w e-commerce, bogatego w zgromadzone w nim informacje i przeprowadzane procesy. Kupowanie w sieci wymaga od klienta sporego wysiłku włożonego w wyszukiwanie odpowiednich produktów w katalogach, zapamiętanie reklam, porównywanie cen i jakości — wszystko to w celu podjęcia optymalnej decyzji kupna.⁸² W dodatku surfowanie jest zazwyczaj czasochłonne, a zatem kosztowne w kategoriach czasu spędzonego na sporządzaniu satysfakcjonujących porównań produktów oferowanych w sieci. Z punktu widzenia firm warto więc zaproponować bardziej dogodny sposób oferowania produktów, mając na uwadze indywidualne preferencje każdego klienta. Z tego właśnie powodu użycie inteligentnych agentów jako pośredników w handlu elektronicznym wydaje się być szczególnie obiecujące.⁸³

Inteligentni agenci używani w handlu elektronicznym umożliwiają szybkie i bezbłędne wypełnianie formularzy, ściąganie plików, monitorowanie wiadomości — czynności wykonywanych kilka razy dziennie. Można wręcz powiedzieć, że każda internetowa czynność ma swojego agenta, patrząc na ich wielość i różnorodność. Firmy sprzedające inteligentnych agentów oferują agentów wyszukiwania (*search agents*), agentów surfowania (*web agents*), agentów monitorujących sieć (*monitoring agents*), agentów zakupów (*shop bots*), agentów dla webmasterów (*webmaster agents*) oraz wirtualnych asystentów (*virtual assistants*).⁸⁴ Przytoczone powyżej nazwy to tylko „rodziny” agentów, a wewnątrz tych rodzin znajdują się dalsze grupy agentów. Ich wymienienie pozwoli dostrzec, jak wiele dziedzin opanowanych jest przez agentów i jak szeroki jest zakres ich zastosowań oraz potencjał działania⁸⁵:

⁸² Moukas A., Guttman R., Zacharia G., Maes P., *Agent-mediated Electronic Commerce: An MIT Media Laboratory Perspective*, International Journal of Electronic Commerce 2000, nr 4 (3), New York, s. 6.

⁸³ Palopoli L., Rosaci D., Ursino D., *Agents' roles in B2C e-commerce*, AI Communications 2006, nr 19 (2), IOS Press, Amsterdam, s. 95.

⁸⁴ Agentland, międzynarodowy portal inteligentnych agentów i botów, www.agentland.com (styczeń 2011).

⁸⁵ Kuligowska K., *Wirtualni asystenci w handlu elektronicznym*, praca magisterska, wydruk komputerowy, Wydział Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2004, s. 24–30.

- wśród agentów wyszukiwania można wymienić agentów wyszukujących obrazy (*image bots*) oraz muzykę (*music bots*), agentów przeprowadzających metawyszukiwania (*metasearch agents*) lub wyspecjalizowanych w konkretnej dziedzinie (*specialized agents*);
- agenci surfowania to m.in. wypełniacze formularzy (*form filling agents*), agenci filtrujący (*filtering agents*), agenci chroniący prywatność użytkownika (*privacy protection bots*) i agenci pobierania plików (*downloading agents*);
- agenci monitorujący sieć mogą przybrać postać agentów alarmujących (*alerting agents*), agentów zbierających wiadomości (*clipping agents*, *push agents*), agentów aktualizacji (*updating agents*) lub agentów filtrujących spam (*spam filtering bots*);
- agenci zakupów to różnego rodzaju agenci zarządzający zakupami użytkownika (*shopping organizers*), agenci śledzący aukcje dla użytkownika (*auction bots*), porównujący ceny w Internecie (*price-comparison agents*) i ułatwiający zarządzanie finansami (*stock bots*);
- agenci dla webmasterów ułatwiający pozycjonowanie stron (*web positioning agents*), sprawdzający hiperłącza (*link verification agents*) lub umożliwiający indeksowanie stron (*indexing and referencing agents*);⁸⁶
- wirtualni asystenci, działający online w serwisie internetowym, przeznaczeni do obsługi użytkowników poprzez komunikację polegającą na swobodnej rozmowie tekstowej. Wirtualny asystent nie tylko udziela odpowiedzi na pytania zadane przez użytkownika, ale również sam kieruje rozmowę na konkretne tematy, związane najczęściej z ofertą firmy, jej usługami lub branżą, w której funkcjonuje firma.

2.5. Inteligentny agent, agent konwersacyjny, wirtualny asystent

Inteligentni agenci stanowią rozległą rodzinę programów komputerowych pozwalających na automatyzację znacznej ilości zadań i zaoszczędzenie czasu użytkownika.⁸⁷ Erickson rozróżnia przy tym dwa istotne, różne od siebie, znaczenia terminu „inteligentny agent”: pojmowanego jako adaptacyjna funkcjonalność (*adaptive functionality*) oraz metafora agenta (*agent metaphor*). Pierwsze znaczenie dotyczy szczególnych funkcjonalności agenta, najczęściej związanymi

⁸⁶ Intelligent–Agents, portal inteligentnych agentów, www.intelligent-agents.com (maj 2007).

⁸⁷ Richard R., *Le Papillon digital: 1 – Les règles de l'Internet économie*, ENI Editions 2001, s. 157.

z pojęciem inteligencji, adaptacyjności lub reaktywności. Metafora agenta natomiast określana jest w kontekście wyobrażenia (zazwyczaj uosobienia lub reprezentacji) programu jako istoty żywej, najczęściej – wirtualnego człowieka.⁸⁸ Zazwyczaj jednak oba te znaczenia łącznie przypisywane są określeniu inteligentnego agenta.

W miarę rozwoju technologii, zwiększał się apetyt badaczy na możliwości komunikacyjne oferowane przez inteligentnych agentów. Funkcjonalna elastyczność wraz z graficznym wizerunkiem nie wystarczały już do swobodnej interakcji użytkownika z agentem. Równolegle z coraz powszechniejszym użyciem komputerów osobistych pojawiła się potrzeba powstania inteligentnych agentów o konwersacyjnych umiejętnościach, zaczęły się wówczas materializować marzenia o komunikacji z inteligentnym agentem za pomocą swobodnego dialogu w języku naturalnym.⁸⁹ Wkrótce powstał agenci konwersacyjni (*conversational agents*) – programy, które oprócz cech inteligentnych agentów, posiadają dodatkowo możliwość konwersacji z użytkownikiem w języku naturalnym. Ten rodzaj programów otrzymał bardzo wiele różnych, używanych synonimicznie, nazw: system konwersacji maszynowej (*machine conversation system*), system dialogowy (*dialogue system*), wirtualny agent (*virtual agent*) lub program do pogawędki, „paplacz” czyli chatbot albo chatterbot.⁹⁰ Termin „chatterbot” rozpowszechnił się w tak dużym stopniu, iż oficjalnie wprowadził go w 1994 r. do leksykonu sztucznej inteligencji naukowiec z Carnegie Mellon University, profesor Michael Mauldin.⁹¹

Pierwszym prototypem agenta konwersacyjnego była ELIZA⁹², zbudowana w 1966 r. przez Josepha Weizenbauma z ośrodka badawczego MIT. ELIZA symulowała konsultację z psychoterapeutą, angażując pacjenta w rozmowę. Działała w prosty sposób, identyfikując słowa zawarte w wypowiedziach pacjenta i formułując na ich podstawie własne stwierdzenia lub pytania. Po kilku minutach takiej rozmowy można jednak było zauważyć niski poziom zastosowanego w tym agencie algorytmu: pytania ELIZY powtarzają się lub zbaczają z tematu

⁸⁸ Erickson T., *Designing agents as if people mattered*, w: Bradshaw J. M. (red.), *Software Agents*, Menlo Park, CA: MIT Press 1997, s. 80.

⁸⁹ Wilks Y. (red.), *Machine Conversations*, Kluwer, Boston/Dordrecht/London 1999, s. 8.

⁹⁰ Abu Shawar B., Atwell E., *Chatbots: Sind Sie wirklich nutzlich? (Are they Really Useful?)*, LDV-Forum Journal for Computational Linguistics and Language Technology 2007, nr 22(1), s. 30.

⁹¹ James V., *Talk to her: Artificial intelligence vs. human stupidity*, The Japan Times online, XI 2003, <http://search.japantimes.co.jp/member/member.html?fl20031123a3.htm> (styczeń 2011).

⁹² Z ELIZĄ można porozmawiać w Internecie, m.in. na stronie www-ai.ijs.si/eliza/eliza.html (styczeń 2011).

rozmowy. Działo się tak dlatego, iż ELIZA tylko symulowała inteligentną rozmowę. Nie dysponowała ani pogłębioną bazą wiedzy, ani nie dokonywała rozbioru zdań lub przetwarzania wypowiedzi w języku naturalnym. Mimo tych niedoskonałości ELIZA okazała się niewiarygodnie skuteczna w skupianiu uwagi i podtrzymywaniu rozmowy z ludźmi jako program–psychoterapeuta. Sukces tego programu wpłynął na dalsze badania i rozwój tego typu agentów.

Kontynuacją koncepcji agenta konwersacyjnego był stworzony w 1971 r. przez Kena Colby’ego program Parry. Symulował on zachowanie pacjenta chorego na schizofrenię i służył do badań nad naturą stanów paranoidalnych. Parry był w pewnym sensie przeciwieństwem ELIZY, gdyż aktywnie angażował się w rozmowę, wyrażając swoje przekonania, strachy i obawy. Wyposażony był w niewielką sieć połączeń typu pytanie–odpowiedź, dzięki której sprawiał wrażenie paranoidalnej osobowości.⁹³

Do pierwszych agentów konwersacyjnych należy również Racter napisany przez programistów freelancerów: Thomasa Etterę i Williama Chamberlaina. W przeciwieństwie do ELIZY oraz Parry’ego, Racter stanowił bardziej narzędzie rozrywkowe niż program przetwarzający tekst. Jego rolą było zagadywanie rozmówców i opowiadanie różnych historii, stąd też nazywano go *raconteur* (opowiadacz). Jego twórcy byli zaangażowani w misję programu do tego stopnia, że wydali książkę „autorstwa” Ractera opisywaną jako pierwsza publikacja napisana samodzielnie przez program komputerowy.⁹⁴

Jaka jest zatem różnica między inteligentnym agentem, agentem konwersacyjnym i wirtualnym asystentem? Inteligentny agent to ogólny termin określający każdy program komputerowy, który potrafi w pewnym stopniu działać samodzielnie, wykonując zadania zlecone mu przez użytkownika.

Agent konwersacyjny z kolei ma o jedną umiejętność więcej: potrafi prowadzić dialog z użytkownikiem. Istotne jest tutaj użycie słowa „dialog”, gdyż stanowi on coś więcej, niż tylko zadawanie pytań przez użytkownika i udzielanie odpowiedzi przez agenta. Określona doza samodzielności agenta konwersacyjnego polega na jego umiejętności przejmowania inicjatywy w trakcie rozmowy poprzez zadawanie pytań użytkownikowi, prowadzenie rozmowy w określonym kierunku tematycznym oraz wyrażanie własnych sądów i wniosków.⁹⁵

⁹³ Raphael B., *The Thinking Computer*, Freeman, New York 1976, s. 200–201.

⁹⁴ Racter, *The Policeman’s Beard is Half Constructed*, Warner Books, New York 1984, publikacja dostępna w sieci pod adresem www.ubu.com/historical/racter (styczeń 2011).

⁹⁵ Plet C., *Agents conversationnels: l’ordinateur a la parole*, La Fing – Fondation internet nouvelle génération, II 2002, www.asanangel.com/as_an_angel/revues/article%20FING.htm (styczeń 2011).

Wirtualny asystent natomiast to agent konwersacyjny zaimplementowany w serwisie internetowym, będący cyfrowym doradcą i przewodnikiem ułatwiającym użytkownikom poruszanie się po serwisie i odpowiadającym na ich pytania. Wraz z popularyzacją Internetu i dynamicznym rozwojem technologii tworzenia stron internetowych, agenci konwersacyjni, którzy zostali zaimplementowani na stronach internetowych, zyskali miano wirtualnych asystentów. Może z nimi porozmawiać każdy użytkownik sieci, ponieważ są oni dostępni online przez całą dobę.

Wirtualni asystenci, dzisiejsi „potomkowie” ELIZY, potrafią prowadzić rozmowy na dużo wyższym poziomie niż ich „babcia” – mają bardziej zaawansowane algorytmy przetwarzania wypowiedzi użytkownika oraz wielokrotnie większą bazę wiedzy. Jeden z najbardziej znanych, niedawnych projektów, zapoczątkowany został w 1995 r. przez Richarda Wallace’a i zaowocował powstaniem wirtualnej asystentki A.L.I.C.E. (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity*). Pierwotnie program został napisany w języku SETL, w 1998 r. został przepisany na język Java, a od 2001 r. został oparty o osobną odmianę języka XML (*Extensible Mark-up Language*), mianowicie: AIML (*Artificial Intelligence Mark-up Language*). AIML opracowano specjalnie w celach tworzenia nowoczesnych chatterbotów i zapewnienia im heurystycznych reguł konwersacyjnych. Dzięki takiemu rozwiązaniu A.L.I.C.E. jest stale rozwijana przez programistów jako otwarty (*open-source*), niekomercyjny projekt.

Badania nad wirtualnymi asystentami zapoczątkowały w latach 90. XX wieku debatę nad wzbogaceniem tradycyjnej, bezpośredniej interakcji użytkownika z systemem komputerowym w antropomorficzne wizualne elementy interfejsu użytkownika.⁹⁶ Dzięki możliwości prowadzenia rozmowy oraz reprezentacji wizualnej, pierwotna koncepcja inteligentnego agenta zyskała „ludzkie” oblicze i „ludzkie” atrybuty.⁹⁷ Kiedy użytkownik rozmawia z wirtualnym asystentem, przypisuje mu odrębną tożsamość, percypując jego osobowość. Takie postrzeganie wyjątkowości wirtualnego asystenta daje asumpt do zaistnienia między nim a człowiekiem relacji podobnej do typowych relacji międzyludzkich.⁹⁸

⁹⁶ Shneiderman B., Maes P., *Direct manipulation vs. interface agents*, Interactions 1997, nr 4 (6), ACM, New York, s. 44.

⁹⁷ Maes P., *Agents that Reduce Work and Information Overload*, Communications of the ACM 1994, nr 37 (7), ACM Press, New York, s. 36.

⁹⁸ De Angeli A., *To the rescue of a lost identity: Social perception in human–chatterbot interaction*, Proceedings of the joint symposium on Virtual Agents Symposium AISB’05, 2005, s. 1.

3. Wirtualni asystenci

Wirtualni asystenci zawdzięczają swoją obecną ekspansję nie tylko intensywnemu rozwojowi światowej sieci Internet, która stała się uniwersalnym kanałem nowoczesnej komunikacji. Ogromny postęp dokonał się również w lingwistyce obliczeniowej (*computational linguistics*), dziedzinie sztucznej inteligencji koncentrującej się na przetwarzaniu języka naturalnego (*Natural Language Processing*, NLP). Równolegle opracowywano także nowe metody eksploracji danych tekstowych (*Text Mining*) oraz rozpoznawania mowy i automatycznego przekształcania tekstu na ludzką mowę (*Speech Synthesis*). Wynikiem tych badań jest wykonywanie przez komputery zadań wymagających umiejętności lingwistycznych i znajomości ludzkiej mowy, ulepszających komunikację człowiek–maszyna dzięki przetwarzaniu tekstu i/lub mowy.⁹⁹ Wirtualni asystenci w obecnym kształcie są wyposażeni w zaawansowany mechanizm analizy tekstu, dlatego mogą prowadzić dialog w języku naturalnym. Posiadają także graficzną reprezentację postaci (wizualizację), dzięki czemu zyskują kolejny wymiar — mowę ciała oraz bardziej rzeczywistą, bo wręcz fizyczną relację z użytkownikiem. Pozwala to na emocjonalny kontakt z użytkownikiem i możliwość reakcji na postrzegany wizerunek.¹⁰⁰ Rolą wizualizacji jest uwypuklenie interakcji z wirtualnym asystentem jako „konwersacji z przyjacielem” zamiast wrażenia „używania programu”. Patrząc na wirtualnego asystenta użytkownicy uzmysławiają sobie, że rozmawiają z „kims”, a nie zawiadują „czymś”.¹⁰¹ W ten sposób wyłania się nowy rodzaj komunikacji poprzez innowacyjną technologię, dzięki której praca użytkownika z komputerem jest bardziej naturalna, podobna do współpracy między ludźmi, a w razie potrzeby może jej towarzyszyć rozrywka, również możliwa do zaoferowania przez wirtualnego asystenta.¹⁰²

Użytkownicy stron internetowych cenią w Internecie wygodę i oczekują, by usługi oferowane online były łatwe w użyciu, szybkie, dostosowane do ich potrzeb i preferencji. Jednakże dzisiejsze strony internetowe kładą nacisk na

⁹⁹ Jurafsky D., Martin J., *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition* (2 ed.), Prentice Hall, New Jersey 2008, s. 8–9.

¹⁰⁰ Brooks R.A., *Intelligence Without Reason*, Proceedings of the 12th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI–91), Sydney 1991, s. 584.

¹⁰¹ Loyall B., Bates J., *Personality–Rich Believable Agents That Use Language*, Proceedings of the First International Conference on Autonomous Agents, ACM, California 1997, s. 111.

¹⁰² De Rosis F., Poggi I., Pelachaud C., *Tanscultural Believability in Embodied Agents: a Matter of Consistent Adaptation*, w: Trapp R., Payr S. (red.), *Agent Culture: Designing Virtual Characters for a Multi–Cultural World*, Lawrence Erlbaum Associates, New York 2004, s. 10.

samoobsługę. Nic więc dziwnego, że użytkownicy miewają problemy z: nawigacją strony, znalezieniem poszukiwanych produktów, uzyskaniem odpowiedzi na pytania dotyczące oferty, monotonna i nieinterakcyjną zawartością strony. Firmy, które nieustannie mierzą się z presją cięcia kosztów i uzyskania założonego poziomu zysku, dostrzegły możliwość użycia swoich stron internetowych jako nowego, spersonalizowanego, przydatnego i zarazem przyjaznego kanału komunikacji, jakim jest wirtualny asystent.¹⁰³ Jego zadaniem jest prowadzenie swobodnej rozmowy z użytkownikiem na określony temat. Polega ona na tym, że użytkownik wpisuje z klawiatury swoje pytania i wypowiedzi w języku naturalnym, a program generuje odpowiedzi. Powinny być one logiczną i możliwie inteligentną kontynuacją rozmowy, zawierającą kompletne informacje potrzebne użytkownikowi. Taka konwersacja może trwać dowolnie długo – zazwyczaj dopóki użytkownik nie skończy rozmowy po uzyskaniu odpowiedzi na swoje pytania, tak jak się to dzieje w rozmowach z „żywymi” ludźmi.

Wirtualni asystenci są rozwiązaniem informatycznym przeżywającym obecnie swój renesans i mającym rozległy zakres zastosowań. Realizują oni swoją funkcję w różnych dziedzinach, ale przede wszystkim są wirtualnymi reprezentantami na stronach swoich firm, swoistą wizytówką o humanoidalnym obliczu. Możliwości ich zastosowań są szeroko zakrojone: od bycia konsultantem obsługi klienta odpowiadającym na wszelkie zapytania dotyczące firmy, produktów i usług, poprzez doradzanie i wspieranie procesu sprzedaży w sklepie elektronicznym oraz ankietowanie klientów i utrzymywanie z nimi przyjacielskiej więzi, aż po bycie wirtualnym narzędziem do pozyskiwania danych o klientach, a także do badania ich preferencji i oczekiwań związanych z produktami i usługami.¹⁰⁴

3.1. Wirtualni asystenci na świecie

Podczas gdy w Polsce przyjęła się nazwa „wirtualny asystent”, za granicą nie uzgodniono jednej konkretnej nazwy, dlatego w języku angielskim jest on określany wieloma innymi terminami funkcjonującymi równolegle: *automated chat agent*, *artificial chatting entity* (ACE)¹⁰⁵, *artificial intelligence chatbot*, *ar-*

¹⁰³ Hayes–Roth B., *Online Ambassadors as eCRM Agents*, White Paper from Extempo Systems Inc., 2001, www.elearningforum.com/meetings/2001/may/Online%20Ambassadors.doc (styczeń 2011).

¹⁰⁴ Rutkowski L., *Metody i techniki sztucznej inteligencji: Inteligencja obliczeniowa*, PWN, Warszawa 2005, s. 17.

¹⁰⁵ Ritschel M., *Chat Bots and Interaction Design - Report for Client- and User-Centered Design*, University of Technology, Sydney 2007, s. 1.

tificial conversational entity, bot, brand agent, chat bot, chatbot, chatterbot, chatterbox, conversational agent, embodied conversational agent (ECA), intelligent assistant, interactive agent, interactive online character, interactive virtual agent (IVA), internet bot, software robot, virtual assistant, virtual chat agent, virtual sales representative, virtual smart agent, virtual digital assistant (VDA), virtual employee, a nawet virtual human.

Wirtualni asystenci są obecni na licznych zagranicznych witrynach. Konkurencja i rywalizacja między firmami o zdobycie nowych (i zatrzymanie dotychczasowych) klientów stwarza popyt na pomocnych, przyjaznych i uśmiechniętych asystentów użytkowników, którzy na stronach internetowych oferują swoje usługi jako uzupełnienie konsultantów pracujących w tradycyjny sposób w sklepach, bankach lub firmach usługowych.¹⁰⁶

Nie sposób wymienić wszystkie strony, na których pracują wirtualni asystenci, zwłaszcza że takich stron przybywa z tygodnia na tydzień (patrz lista zamieszczona na końcu tego rozdziału). Istnieją natomiast w Internecie wortale poświęcone zbieraniu wszelkich informacji o wirtualnych asystentach, takie jak np.:

- www.chatbots.org — Holender Erwin van Lun prowadzi specjalistyczny portal, na którym zebrano kompetentne informacje o światowych implementacjach wirtualnych asystentów, dane te są nieustannie zbierane i aktualizowane,
- www.simonlaven.com — strona Amerykanina Simona Lavena, założona w 1996 r., witryna chatterbotów i innych podobnych do nich programów komunikujących się za pomocą dialogu w języku naturalnym, w przeważającej większości anglojęzycznych,
- www.aidreams.co.uk — brytyjska strona z zebraną bazą ponad 1 000 angielskojęzycznych chatterbotów oraz ponad 100 nieangielskojęzycznych chatterbotów,
- www.internetvraagbaak.nl/chatbots.htm — zbiór kilkudziesięciu linków do stron z różnymi chatterbotami zebrany przez Holendra Jeroena Wijersa.

Równie trudno byłoby wymienić wszystkie firmy zajmujące się tworzeniem wirtualnych asystentów (określane za granicą mianem *chatbot developers*). W zawrotnym tempie pojawiają się coraz to nowe firmy tworzące

¹⁰⁶ De Angeli A., Lynch P., Johnson G.I., *Personifying the e-market: A framework for social agents*, w: Hirose M. (red.), *Human-Computer Interaction INTERACT'01*, IOS Press, Amsterdam 2001, s.198.

i sprzedające wirtualnych asystentów. Oto krótka charakterystyka obecnych (styczeń 2011) największych graczy na światowym rynku twórców wirtualnych asystentów:

- Artificial Solutions — szwedzka firma założona w 2001 r. w Sztokholmie. Od początku swej działalności współpracowała z niemiecką firmą Kiwilogic zajmującą się przetwarzaniem języka naturalnego i tworzeniem pierwszych wirtualnych asystentów — lingubotów. Obecnie jest to przedsiębiorstwo międzynarodowe, posiadające klientów w ponad 20 krajach.
Strona firmowa: www.artificial-solutions.com
- Creative Virtual — brytyjska firma działająca od ponad 15 lat na rynku aplikacji przetwarzających język naturalny. We współpracy z inną brytyjską firmą, Elzware (www.elzware.com), produkuje wirtualnych asystentów.
Strona firmowa: www.creativevirtual.com
- DADEN — brytyjska firma założona w 2004 r. w Birmingham. Oferuje usługi dotyczące projektowania i tworzenia wirtualnych światów oraz interaktywnych wirtualnych osobowości.
Strona firmowa: www.daden.co.uk
- Ecreation — holenderska agencja interaktywna założona w 1999 r. w Woerden, w 2006 r. otworzyła swój oddział w Warszawie. Zajmuje się projektowaniem serwisów www oraz rozwojem komunikacji internetowej, specjalizuje się w tworzeniu wirtualnych asystentów dostępnych za pomocą komunikatorów.
Strona firmowa: www.ecreation.pl
- Novomind — niemiecka firma założona w 1999 r. w Hamburgu. Produkuje wirtualnych asystentów oraz oferuje systemy zarządzania wiadomościami e-mail i systemy interaktywnej komunikacji w czasie rzeczywistym.
Strona firmowa: www.novomind.com
- Oberon Interactive — belgijska firma, która od 2005 r. produkuje wirtualnych asystentów przeznaczonych do obsługi klientów na stronie internetowej.
Strona firmowa: www.oberon.nl
- Oddcast — amerykańska firma, która od 2003 r. oferuje oprogramowanie SitePal, do budowy animowanych mówiących asystentów, tzw. awatarów, prezentujących swojego pracodawcę na stronie firmowej.
Strona firmowa: www.sitepal.com
- The Selfservice Company — holenderska firma, która od 2005 r. rozwija wirtualnych asystentów przeznaczonych do pracy w działach obsługi klienta.
Strona firmowa: www.selfservicecompany.com

- Synthetix – brytyjska firma założona w 2001 r. Rozwija oprogramowanie wykorzystujące przetwarzanie języka naturalnego w dziedzinach: zarządzanie wiedzą, obsługa klienta i marketing online.
Strona firmowa: www.synthetix.com
- VirtuOz – francuska firma założona w 2005 r. w Paryżu. Jej zespół inżynierów i lingwistów opracowuje wirtualnych asystentów specjalizujących się w obsłudze klientów w Internecie.
Strona firmowa: www.virtuoz.com

Poniżej przedstawiam listę dwudziestu spośród setek zagranicznych witryn, na których można porozmawiać z wirtualnym asystentem:¹⁰⁷

1. ALICE <http://www.alicebot.org>,
2. Ann Boottler <http://mychatbot.de/AIDB>,
3. Mona <http://www.france5.fr/mona>,
4. Penny <http://penny.csoica.artificial-solutions.com/cgi-bin/Skandia.cgi>,
5. Lisa <http://www.asklisa.nl>,
6. Cajasol <http://ws04.inbenta.com/cajasol>,
7. BoBeRT <http://www.boborjan.hu>,
8. Arianna <http://www.chorel.eu/demo/chorel>,
9. Yhaken <http://www.yhaken.com>,
10. Linea <http://lda.inbenta.com/?lang=es>,
11. Tim <http://tim.timing.nl>,
12. Hal <http://www.ultrahal.com/webhal/webhal.php>,
13. Elbot <http://www.elbot.com>,
14. Alex <http://jurist.law.pitt.edu/alex.htm>,
15. Catty <http://lcamtuf.coredump.cx/catty.shtml>,
16. Chat bot <http://www.chat-bot.com>,
17. Splotchy <http://www.algebra.com/cgi-bin/chat.mpl>,
18. Pixel <http://pixel.unl.edu>,
19. Sigmund Freud <http://psych.athabascau.ca/html/Freudbot/test.html>,
20. Dr. Werner Wilhelm Webowitz's Office www.parnasse.com/drwww.shtml.

¹⁰⁷ Opracowanie własne na podstawie: www.botspot.com/pages/chatbots.html, <http://chatterbots.blogspot.com>, <http://www.cs.vu.nl/~jdruiter/c/chatterbots.htm> (styczeń 2011).

3.2. Wirtualni asystenci w Polsce

Na polskim rynku istnieje 6 firm tworzących i implementujących wirtualnych asystentów (styczeń 2011). Oto one wymienione w kolejności powstania: Fido intelligence sp. z o.o., Sztuczna Inteligencja sp. z o.o., InteliWISE S.A., DlaWas.Net, E-ASYSTENT.COM, Stanusch Technologies sp. z o.o. Każda z tych firm wypracowała własną unikalną technologię tworzenia, działania i implementacji wirtualnego asystenta. Wyzwanie, jakim jest konstrukcja bazy wiedzy i modułu przetwarzania języka naturalnego, jest szczególnie trudne w przypadku języka polskiego, stanowi bowiem zadanie dużo bardziej skomplikowane niż w przypadku tak powszechnego w użyciu języka angielskiego. Dlatego każda z polskich firm należy do nielicznego grona pionierów zajmujących się technologią wirtualnych asystentów, związanych z badaniami nad szeroko pojętą sztuczną inteligencją. Poniżej przedstawię krótko profil działalności każdej z 6 firm, a także wyczerpującą listę implementacji wirtualnych asystentów.

Zespół Fido intelligence sp. z o.o. rozwija technologię przetwarzania języka naturalnego od 2002 roku i może pochwalić się doświadczeniem z pierwszego w Polsce komercyjnego wdrożenia implementacji wirtualnego asystenta. Firma, oprócz biznesowych implementacji chatbotów, opracowała także oprogramowanie o nazwie Email Processor, służące do masowej automatycznej obsługi e-maili przychodzących do firmy. Jest to rozwiązanie unikalne na skalę europejską, a także nagrodzone w kilku konkursach branżowych (m.in. jako Innowacja Roku 2009). Firma mieści się w Gdyni, w Pomorskim Parku Naukowo-Technologicznym. Zespół Fido intelligence składa się ze specjalistów w wielu dziedzinach (informatyka, psychologia, marketing, PR, komunikacja w Internecie), dzięki czemu może podejmować się różnorodnych wyzwań i rozwijać nowe produkty w oparciu o własny dział badań i rozwoju. Zamieszczona dalej tabela zawiera wirtualnych asystentów stworzonych i utrzymywanych przez tę firmę.

Tabela 3. Wirtualni asystenci firmy Fido intelligence sp. z o.o.

Nazwa	Wizualizacja	Wiedza	Adres www	Firma	Branża
Ada	kobieta, animacja video 3D	– firma	www.fidointelligence.pl	asystent demonstracyjny	
Hubert	mężczyzna, animacja video 3D	– oferta ubezpieczeniowa – likwidacja szkody	www.hestia.pl	STU Ergo Hestia SA	ubezpieczenia
Eliza	kobieta, animacja video 3D	– firma – szczegóły inwestycji	www.apartamentynapowanie.com	Ekolan SA	budownictwo
Ewa	kobieta, fotografia	– firma – produkty	www.abg.com.pl	ABG SA	IT
Karen	kobieta, animacja video 3D	– szkoła – oferta – aktualności	www.wshifm.edu.pl www.euczelnia.com	WSHiFM	edukacja
Wiktoria	kobieta, animacja video 3D	– firma – certyfikacja energetyczna	www.builddesk.pl	Build Desk Polska	energetyka
Stanisław August Poniatowski	mężczyzna, animacja video 3D	– firma – produkty	www.skarbiecmennicy.pl	Skarbiec Mennicy Polskiej	numizmatyka
Ania	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.swps.pl	SWPS	edukacja

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z firmy Fido intelligence sp. z o.o.

Sztuczna Inteligencja sp. z o.o. powstała w 2004 roku z siedzibą w Bydgoszczy. Jest to spółka pasjonatów i profesjonalistów, których łączy zamiłowanie do sztucznej inteligencji. Firma zaimplementowała drugiego (po Fido intelligence) w Polsce komercyjnego wirtualnego asystenta – Tytusa. Firma produkuje wirtualnych asystentów w oparciu o oprogramowanie będące w całości własnym pomysłem. Poniższa tabela 4 zawiera wirtualnych asystentów stworzonych przez tę firmę.

Tabela 4. Wirtualni asystenci firmy Sztuczna Inteligencja sp. z o.o.

Nazwa	Wizualizacja	Wiedza	Adres www	Firma	Branża
Jakub	mężczyzna, fotografia	– firma	www.sztuczna inteligencja.pl	asystent demonstracyjny	
Inguaris	kobieta, fotografia	– firma	www.inguaris.pl	asystent demonstracyjny	
Tytus	mężczyzna, fotografia	– firma rekrutacja	www.egb.pl	EGB Investments SA	windykacja należności
Beata	kobieta, fotografia	– produkty	www.oriflame.konsultantka.com/ beata www.konsultantka.com www.konsultantka.eu	Beata Opic, PH firmy Oriflame	kosmetyki

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z firmy Sztuczna Inteligencja sp. z o.o.

InteliWISE S.A. powstała w 2005 roku w Gdyni, osadzając się w Pomorskim Parku Naukowo–Technologicznym. W kwietniu 2009 r. firma otworzyła biuro sprzedaży w Dolinie Krzemowej w Kalifornii, które w zasadzie stało się jej główną siedzibą, a gdyńskie biuro pełni obecnie rolę produkcyjno–usługową. Firma tworzy technologie wykorzystujące algorytmy sztucznej inteligencji, w tym sieci semantyczne, wspierające wyszukiwanie informacji, marketing, sprzedaż i obsługę klientów firm prowadzących działalność w Internecie. Aplikacje tworzone przez firmę znajdują zastosowanie przede wszystkim w dziedzinach eCRM, eCustomer Service i eCommerce. Zamieszczona dalej tabela 5 zawiera wirtualnych asystentów stworzonych przez tę firmę.

Tabela 5. Wirtualni asystenci firmy InteliWISE S.A.

Nazwa	Wizualizacja	Wiedza	Adres www	Firma	Branża
Bot	kobieta, animacja video 3D	– firma	www.inteliwise.com	asystent demonstracyjny	
Katarzyna	kobieta, animacja video 3D	– produkty – usługi	www.lot.com	PLL LOT SA	linie lotnicze
Delfina	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.dlf.pl	DLF sp. z o.o.	import/dystrybucja innowacyjnych produktów
Wirtualna Ankieterka	kobieta, animacja video 3D	– prowadzenie ankiety badawczej	ankieta PBI (projekt czasowy)	Polskie Badania Internetu sp. z o.o.	usługi
Monika	kobieta, animacja video 3D	– projekt pilotażowy, obsługa najczęściej zadawanych pytań w iBOA	www.era.pl (projekt czasowy)	PTC ERA sp z o.o.	usługi/telekomunikacja
Susan	kobieta, animacja video 3D	konsultant intranetowy	intranet firmy Arvato USA	Arvato Media Services	usługi/telekomunikacja
Wirtualny Konsultant Kraft	kobieta, animacja video 3D	konsultant intranetowy	intranet globalny koncernu Kraft Foods	Kraft Foods	FMCG

Hutchinson	mężczyzna, animacja video 3D	konsultant intra- netowy	intranet Hutchinson Technologies	Hutchin- son Tech- nologies	sprzęt me- dyczny
Vivid Jewelers	kobieta, animacja video 3D	konsultant sprzedaży	www.vividjewelers. com (projekt czasowy)	Vivid Jewelers	sprzedawca internetowy

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z firmy InteliWISE S.A.

Firma Dlawas.Net powstała w 2006 roku i działa na terenie Warszawy. Świadczy usługi związane głównie z Internetem, tworzeniem stron www i projektów graficznych. Oferta firmy skierowana jest głównie do małych i średnich firm wszystkich branż i do osób prywatnych. Projekt Czatbot to oddzielnie rozwijane przedsięwzięcie dotyczące budowy wirtualnego asystenta, który w 2007 roku doczekał się komercyjnej implementacji w postaci Ad@ma. Poniższa tabela zawiera wirtualnych asystentów stworzonych przez tę firmę.

Tabela 6. Wirtualni asystenci firmy DlaWas.Net, projekt Chatbot.

Nazwa	Wizualizacja	Wiedza	Adres www	Firma	Branża
Tribot	mężczyzna, animowana grafika	– firma	www.chatbot.pl	asystent demonstracyjny	
Ad@m	mężczyzna, animowana grafika	– firma	www.viessmann.edu.pl	Akademia Viessmann	edukacja

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z firmy DlaWas.Net, projekt Chatbot.

Firma **E-ASYSTENT.COM** powstała w 2006 roku, jest krakowską agencją reklamową. Projekt e-asystent to oddzielnie rozwijane przedsięwzięcie dotyczące budowy wirtualnego asystenta dla klientów zagranicznych w oparciu o technologię dostarczoną przez polską firmę Cog-Lab, która produkuje technologie z branży obsługi klienta, głównie narzędzia do tworzenia wirtualnych asystentów oraz inne, związane z automatyzacją komunikacji tekstowej i przetwarzaniem języka naturalnego; obecnie twórcy Cog-Lab opracowują nową technologię przetwarzania języka naturalnego o nazwie Denise 6, po ukończeniu której powstanie równoległe firma Denise Systems sp. z o.o. Zamieszczona dalej tabela 7 zawiera wirtualnych asystentów stworzonych przez tę firmę.

Tabela 7. Wirtualni asystenci firmy E-ASYSTENT.COM, projekt e-asystent.

Nazwa	Wizualizacja	Wiedza	Adres www	Firma	Branża
Horacy	mężczyzna, fotografia	– firma	www.horacy.e-asystent.com.pl	asystent demonstracyjny	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z firmy E-ASYSTENT.COM, projekt e-asystent.

Stanusch Technologies Sp. z o.o. powstała w 2007 r., spółka ma siedzibę w Warszawie. Posiada też swoje laboratorium technologiczne w Górnośląskim Inkubatorze Technologicznym w Rudzie Śląskiej. Firma zajmuje się pracami badawczo-rozwojowymi nad wykorzystaniem sztucznej inteligencji w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Firma specjalizuje się w tworzeniu oprogramowania wykorzystującego sztuczną inteligencję, które potrafi komunikować się z człowiekiem w języku naturalnym oraz symulować procesy myślowe. Głównym produktem firmy jest Wirtualny Doradca, z którym można prowadzić rozmowę przy użyciu języka naturalnego. Tabela 8 zawiera wirtualnych asystentów stworzonych przez tę firmę.

Tabela 8. Wirtualni asystenci firmy Stanusch Technologies sp. z o.o.

Nazwa	Wizualizacja	Wiedza	Adres www	Firma	Branża
Ewa	kobieta, animacja video 3D	– firma	www.stanusch.com	asystent demonstracyjny	
Ewa	kobieta, fotografia	– firma – produkty	www.okaycrm.com	Clix Software sp. z o.o.	IT
Radek	maskotka, animowana grafika	– aktualności – przygotowania Polski do Euro 2012	www.polskieradioeuro.pl	Polskie Radio SA	masmedia

Nazwa	Wizualizacja	Wiedza	Adres www	Firma	Branża
Ewa	kobieta, animacja video 3D	– firma – rynek IT	www.teleinfo24.pl	Migut Media SA	IT
Anna	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty – usługi	www.infornext.pl	INFORNEXT.pl sp. z o.o.	reklama (media in- ternetowe)
Adam	mężczyzna, animacja video 3D	– firma – produkty – usługi	www.getinbank.pl	GETIN Bank SA	bankowość
Ewa	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty – usługi	www.flota.com.pl	Wydawni- ctwo IPM sp. z o.o.	prasa moto- ryzacyjna
Inga	kobieta, animacja video 3D	– produkty	www.zblizeniowa.pl	ING Bank Śląski	technologia kart zbliże- niowych
Ewa	kobieta, animacja video 3D	– firma	www.biznes2biznes.com	Gazeta Małych i Średnich Przedsię- biorstw	sektor B2B
Mika	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.amica.pl	Amica Wronki SA	sektor AGD
Ewa	kobieta, animacja video 3D	– firma – reali- zowane projekty	www.progra.pl	Progra	doradztwo zawodowe
Domi- nika	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.bpsc.com.pl	BPSC SA	IT
Anna/ Adam	kobieta/męż- czyzna animacja video 3D	– firma – produkty	www.paczkomaty.pl	InPost	usługi pocztowe
Focunia	kobieta, animacja video 3D	– czasopis- mo – quiz	www.focus.pl	Wydawni- ctwo G & J	prasa popularno- naukowa
Adam	mężczyzna, animowana grafika	– firma – produkty	umieszczony wewnątrz robota	Telekomuni- kacja Polska SA	usługi tele- komunika- cyjne
Ewa	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.beyond.pl	Beyond	IT
Karolina	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.paradyz.com.pl	Ceramika Paradyż	branża ceramiczna

Nazwa	Wizualizacja	Wiedza	Adres www	Firma	Branża
Ewa	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.investbank.pl	Invest Bank	bankowość
Magda/ Piotr	kobieta/męż- czyzna animacja video 3D	– firma – produkty	www.dobrzeogrzan- dom.pl	Gaspol	energetyka
Ewa	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.bcp.pl	Business Club Polska	przedsię- biorczość
Kamila	kobieta, animacja video 3D	– firma – produkty	www.archideko.pl	Archideko	wyposaże- nie wnętrz

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z firmy Stanusch Technologies sp. z o.o.