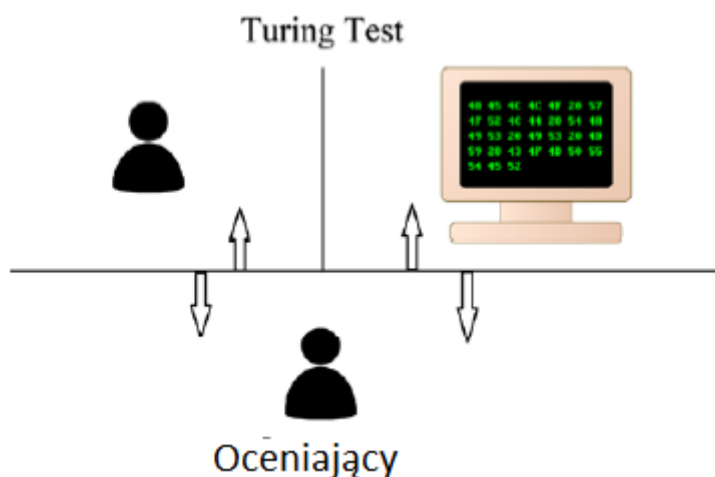


W opowiadaniu Fredrica Browna z 1954 r. „Odpowiedź” wszystkie komputery na 96 miliardach planet we wszechświecie zostały połączone w jedną super maszynę. Następnie zapytano: „Czy istnieje Bóg?” na co odpowiedział: „Tak, teraz jest Bóg”. Bez wątplenia historia Browna była z pewnością sprytna – a także nieco komiczna i mrożąca krew w żyłach! Science fiction jest dla nas sposobem na zrozumienie implikacji nowych technologii, a sztuczna inteligencja (AI) jest głównym tematem. Niektóre z najbardziej zapadających w pamięć postaci w science fiction obejmują androidy lub komputery, które stają się samoświadome, takie jak Terminator, Łowca androidów, 2001: Odyseja kosmiczna, a nawet Frankenstein. Jednak w dzisiejszych czasach niestąbnące tempo nowych technologii i innowacji sprawia, że science fiction staje się rzeczywistością. Teraz możemy rozmawiać ze smartfonami i uzyskiwać odpowiedzi; nasze konta w mediach społecznościowych dostarczają nam treści, które nas interesują; nasze aplikacje bankowe dostarczają nam przypomnień; i tak dalej. To tworzenie spersonalizowanych treści wydaje się niemal magiczne, ale szybko staje się normalne w naszym codziennym życiu. Aby zrozumieć sztuczną inteligencję, ważne jest, aby zakorzenić się w jej bogatej historii. Zobaczysz, jak rozwój tej branży był pełen przełomów i niepowodzeń. Jest też obsada genialnych badaczy i naukowców, takich jak Alan Turing, John McCarthy, Marvin Minsky i Geoffrey Hinton, którzy przesuwali granice technologii. Ale przez to wszystko był ciągły postęp.

Zacznijmy.

Alan Turing i test Turinga

Alan Turing to wybitna postać w dziedzinie informatyki i sztucznej inteligencji. Często nazywany jest „ojcem sztucznej inteligencji”. W 1936 napisał artykuł „O liczbach obliczalnych”. W nim przedstawił podstawowe koncepcje komputera, który stał się znany jako maszyna Turinga. Należy pamiętać, że prawdziwe komputery zostaną opracowane dopiero ponad dekadę później. Jednak to jego artykuł zatytułowany „Maszyny komputerowe i inteligencja” stał się historyczny dla AI. Skupił się na koncepcji inteligentnej maszyny. Ale żeby to zrobić, musiał być sposób na zmierzenie tego. Czym jest inteligencja -przynajmniej dla maszyny? To tutaj wymyślił słynny „Test Turinga”. Zasadniczo jest to gra z trzema graczami: dwoma ludźmi i jednym komputerem. Oceniający, człowiek, zadaje dwóm pozostałym (jednemu człowiekowi, jednemu komputerowi) pytania otwarte w celu ustalenia, który z nich jest człowiekiem. Jeśli oceniający nie może dokonać oceny, zakłada się, że komputer jest inteligentny. Rysunek przedstawia podstawowy przebieg testu Turinga.



Geniusz tej koncepcji polega na tym, że nie ma potrzeby sprawdzania, czy maszyna rzeczywiście coś wie, jest samoświadoma, a nawet czy jest poprawna. Test Turinga wskazuje raczej, że maszyna może przetwarzać duże ilości informacji, interpretować mowę i komunikować się z ludźmi. Turing wierzył, że

maszyna przejdzie jego test dopiero na przełomie wieków. Tak, to była jedna z wielu prognoz AI, które się nie spełnią. Jak więc test Turinga trzymał się przez lata? Cóż, okazał się trudny do złamania. Należy pamiętać, że istnieją konkursy, takie jak Nagroda Loebnera i Konkurs Testu Turinga, aby zachęcić ludzi do tworzenia inteligentnych systemów oprogramowania. W 2014 roku zdarzył się przypadek, w którym wyglądało na to, że test Turinga został zdany. Dotyczyło to komputera, który twierdził, że ma 13 lat. Co ciekawe, ludzcy sędziowie prawdopodobnie zostali oszukani, ponieważ niektóre odpowiedzi zawierały błędy. Następnie w maju 2018 r. na konferencji Google I/O dyrektor generalny Sundar Pichai zaprezentował wyróżniające się demo Asystenta Google. Przed publicznością na żywo użył urządzenia, aby zadzwonić do lokalnego fryzjera, aby umówić się na spotkanie. Osoba na drugim końcu linii zachowywała się tak, jakby rozmawiała z kimś! Niesamowite, prawda? Zdecydowanie. Mimo to prawdopodobnie nadal nie przeszedł testu Turinga. Powodem jest to, że rozmowa koncentrowała się na jednym temacie - nie była otwarta. Nie powinno dziwić, że trwają kontrowersje związane z testem Turinga, ponieważ niektórzy uważają, że można nim manipulować. W 1980 roku filozof John Searle napisał słynny artykuł zatytułowany „Umysły, mózgi i programy”, w którym zainicjował własny eksperyment myślowy, nazwany „argumentem chińskiego pokoju”, aby podkreślić wady. Oto jak to działało: załóżmy, że John jest w pokoju i nie rozumie języka chińskiego. Ma jednak podręczniki, które zawierają łatwe w użyciu zasady tłumaczenia. Na zewnątrz pokoju jest Jan, który rozumie język i przekazuje postacie Johnowi. Po pewnym czasie otrzyma od Johna dokładne tłumaczenie. W związku z tym rozsądnie jest założyć, że Jan wierzy, że John potrafi mówić po chińsku.

Wniosek Searle'a:

Sedno sporu jest takie: jeśli mężczyzna w pokoju nie rozumie języka chińskiego na podstawie zaimplementowania odpowiedniego programu do rozumienia języka chińskiego, to żaden inny komputer cyfrowy nie ma tego tylko na tej podstawie, ponieważ żaden komputer, niby komputer, nie ma niczego czego człowiek nie ma

To był całkiem niezły argument – i od tego czasu jest gorącym tematem debaty w kręgach AI. Searle wierzył również, że istnieją dwie formy sztucznej inteligencji:

- Silna sztuczna inteligencja: To wtedy maszyna naprawdę rozumie, co się dzieje. Mogą być nawet emocje i kreatywność. W większości jest to to, co widzimy w filmach science fiction. Ten rodzaj sztucznej inteligencji jest również znany jako sztuczna ogólna inteligencja (AGI). Zwróć uwagę, że istnieje tylko kilka firm, które skupiają się na tej kategorii, takich jak DeepMind firmy Google.
- Słaba sztuczna inteligencja: Dzięki temu maszyna dopasowuje się do wzorca i zwykle koncentruje się na wąskich zadaniach. Przykładami tego są Siri firmy Apple i Alexa firmy Amazon.

W rzeczywistości sztuczna inteligencja jest we wczesnych fazach słabej sztucznej inteligencji. Osiągnięcie punktu silnej sztucznej inteligencji może z łatwością zająć dekady. Niektórzy badacze uważają, że może się to nigdy nie wydarzyć. Biorąc pod uwagę ograniczenia testu Turinga, pojawiły się alternatywy, takie jak:

- Test Kurzweila-Kapora: Pochodzi od futurologa Raya Kurzweila i przedsiębiorcy technologicznego Mitcha Kapora. Ich test wymaga, aby komputer prowadził rozmowę przez dwie godziny, a dwóch z trzech sędziów uznało, że to człowiek mówiący. Jeśli chodzi o Kapora, to nie wierzy, że uda się to osiągnąć do 2029 roku.
- Test kawy: To od współzałożyciela Apple, Steve'a Wozniaka. Według testu na kawę robot musi być w stanie wejść do domu nieznajomego, zlokalizować kuchnię i zaparzyć filiżankę kawy.

Mózg to ... maszyna?

W 1943 Warren McCulloch i Walter Pitts spotkali się na Uniwersytecie w Chicago i szybko się zaprzyjaźnili, mimo że ich pochodzenie było zupełnie inne, podobnie jak ich wiek (McCulloch miał 42 lata, a Pitts 18). McCulloch dorastał w zamożnej rodzinie wschodniego establishmentu, uczęszczając do prestiżowych szkół. Z drugiej strony Pitts dorastał w dzielnicy o niskich dochodach i jako nastolatek był nawet bezdomny. Mimo to partnerstwo stałoby się jednym z najbardziej znaczących w rozwoju sztucznej inteligencji. McCulloch i Pitts opracowali nowe teorie wyjaśniające działanie mózgu, które często były sprzeczne z konwencjonalną mądrością psychologii Freuda. Ale oboje myśleli, że logika może wyjaśnić moce mózgu, a także przyjrzeni się spostrzeżeniom Alana Turinga. Na tej podstawie napisali w 1943 r. artykuł zatytułowany „Rachunek logiczny idei immanentnych w aktywności nerwowej”, który ukazał się w Biuletynie Biofizyki Matematycznej. Postawiono tezę, że podstawowe funkcje mózgu, takie jak neurony i synapsy, można wyjaśnić za pomocą logiki i matematyki, powiedzmy za pomocą operatorów logicznych, takich jak AND, OR, i NOT. Dzięki nim można zbudować złożoną sieć, która może przetwarzać informacje, uczyć się i myśleć. Jak na ironię, praca ta nie spotkała się z dużym zainteresowaniem neurologów. Ale zwróciła uwagę osób pracujących na komputerach i sztucznej inteligencji.

Cybernetyka

Podczas gdy Norbert Wiener tworzył różne teorie, jego najsłynniejsza dotyczyła cybernetyki. Skupiono się na zrozumieniu sterowania i komunikacji ze zwierzętami, ludźmi i maszynami, pokazując znaczenie pętli sprzężenia zwrotnego. W 1948 roku Wiener opublikował *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Mimo że była to praca naukowa wypełniona skomplikowanymi równaniami, książka stała się bestsellerem, trafiając na listę *New York Timesa*. Była zdecydowanie szeroka. Niektóre z tematów obejmowały mechanikę Newtona, meteorologię, statystykę, astronomię i termodynamikę. Ta książka zapowiadała rozwój teorii chaosu, komunikacji cyfrowej, a nawet pamięci komputerowej. Ale książka miała również wpływ na sztuczną inteligencję. Podobnie jak McCulloch i Pitts, Wiener porównał ludzki mózg do komputera. Co więcej, spekulował, że komputer będzie w stanie grać w szachy i ostatecznie pokonać wielkich mistrzów. Głównym powodem jest to, że wierzył, że maszyna może się uczyć, grając w gry. Myślał nawet, że komputery będą w stanie się replikować. Ale Cybernetyka też nie była utopijna. Wiener był również przewidujący w rozumieniu wad komputerów, takich jak potencjał dehumanizacji. Uważał nawet, że maszyny sprawią, że ludzie będą niepotrzebni. To było zdecydowanie mieszane przesłanie. Ale pomysły Wienera były potężne i pobudziły rozwój sztucznej inteligencji.

Historia pochodzenia

Zainteresowanie Johna McCarthy'ego komputerami wzrosło w 1948 roku, kiedy wziął udział w seminarium zatytułowanym „Mechanizmy mózgowe w zachowaniu”, które dotyczyło tego, jak maszyny będą w końcu zdolne do myślenia. Wśród uczestników byli czołowi pionierzy w tej dziedzinie, tacy jak John von Neumann, Alan Turing i Claude Shannon. McCarthy nadal zagłębiał się w rozwijającą się branżę komputerową - wliczając w to pracę w Bell Labs - a w 1956 zorganizował dziesięciodniowy projekt badawczy na Uniwersytecie Dartmouth. Nazwał to „badaniem sztucznej inteligencji”. Po raz pierwszy użyto tego terminu. Wśród uczestników znaleźli się naukowcy tacy jak Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Allen Newell, OG Selfridge, Raymond Solomonoff i Claude Shannon. Wszyscy z nich stali się głównymi graczami w sztucznej inteligencji. Cele badania były zdecydowanie ambitne:

Badanie ma opierać się na przypuszczeniu, że każdy aspekt uczenia się lub jakakolwiek inna cecha inteligencji może być w zasadzie tak dokładnie opisana, że można stworzyć maszynę do jej symulacji. Podjęta zostanie próba znalezienia sposobu na zmuszenie maszyn do używania języka, tworzenia

abstrakcji i pojęć, rozwiązywania problemów zarezerwowanych dla ludzi i samodoskonalenia. Uważamy, że w jednym lub kilku z tych problemów można dokonać znaczącego postępu, jeśli starannie dobrana grupa naukowców będzie nad nim pracować razem przez lato.

Na konferencji Allen Newell, Cliff Shaw i Herbert Simon zaprezentowali program komputerowy o nazwie Logic Theorist, który opracowali w firmie Research and Development (RAND) Corporation. Główną inspiracją był Simon (zdobycza Nagrody Nobla w dziedzinie ekonomii w 1978 roku). Kiedy zobaczył, jak komputery drukują słowa na mapie systemów obrony przeciwlotniczej, zdał sobie sprawę, że te maszyny mogą być czymś więcej niż tylko przetwarzaniem liczb. Może również pomóc w obrazach, postaciach i symbolach - wszystko to może prowadzić do myślącej maszyny. Jeśli chodzi o Logic Theorist, skupiono się na rozwiązywaniu różnych twierdzeń matematycznych z Principia Mathematica. Jedno z rozwiązań z oprogramowania okazało się bardziej eleganckie – a współautor książki Bertrand Russell był zachwycony. Stworzenie Logic Theorist nie było łatwym zadaniem. Newell, Shaw i Simon używali IBM 701, który używał języka maszynowego. Stworzyli więc język wysokiego poziomu, zwany IPL (ang. Information Processing Language), który przyspieszył programowanie. Przez kilka lat był to język z wyboru dla AI. IBM 701 również nie miał wystarczającej ilości pamięci dla teoretyka logiki. Doprowadziło to do kolejnej innowacji: przetwarzania list. Pozwalało to na dynamiczne przydzielanie i zwalnianie pamięci w trakcie działania programu. Konkluzja: Logic Theorist jest uważany za pierwszy program AI, jaki kiedykolwiek opracowano. Mimo to nie wzbudził dużego zainteresowania! Konferencja w Dartmouth była głównie rozczarowaniem. Skrytykowano nawet wyrażenie „sztuczna inteligencja”. Naukowcy próbowali wymyślić alternatywy, takie jak „złożone przetwarzanie informacji”. Ale nie były tak chwytliwe, jak sztuczna inteligencja – i termin utknął. Jeśli chodzi o McCarthy, kontynuował swoją misję promowania innowacji w sztucznej inteligencji. Rozważ następujące:

- Pod koniec lat pięćdziesiątych opracował język programowania Lisp, który był często używany w projektach AI ze względu na łatwość korzystania z danych nienumerycznych. Tworzył również koncepcje programowania, takie jak rekurencja, dynamiczne typowanie i zbieranie śmieci. Lisp jest nadal używany, na przykład w robotyce i aplikacjach biznesowych. Podczas gdy McCarthy rozwijał język, był także współzałożycielem Laboratorium Sztucznej Inteligencji MIT.
- W 1961 r. sformułował koncepcję podziału czasu komputerów, która miała przełomowy wpływ na branżę. Doprowadziło to również do rozwoju Internetu i przetwarzania w chmurze.
- Kilka lat później założył Laboratorium Sztucznej Inteligencji w Stanford.
- W 1969 r. napisał artykuł zatytułowany „Samochody sterowane komputerowo”, w którym opisał, w jaki sposób człowiek może wprowadzać wskazówki za pomocą klawiatury, a kamera telewizyjna steruje pojazdem.
- Zdobył nagrodę Turinga w 1971 roku. Ta nagroda jest uważana za Nagrodę Nobla w dziedzinie informatyki.

W przemówieniu wygłoszonym w 2006 roku McCarthy zauważył, że jest zbyt optymistycznie nastawiony do rozwoju silnej sztucznej inteligencji. Według niego „my, ludzie, nie jesteśmy zbyt dobrzy w identyfikowaniu heurystyk, których sami używamy.

Złoty Wiek AI

Od 1956 do 1974 dziedzina sztucznej inteligencji była jednym z najgorętszych miejsc w świecie technologii. Głównym katalizatorem był szybki rozwój technologii komputerowych. Przeszli od ogromnych systemów opartych na lampach próżniowych do mniejszych systemów opartych na

układach scalonych, które były znacznie szybsze i miały większą pojemność. Rząd federalny również mocno inwestował w nowe technologie. Częściowo było to spowodowane ambitnymi celami programu kosmicznego Apollo i ciężkimi wymaganiami zimnej wojny. Jeśli chodzi o sztuczną inteligencję, głównym źródłem finansowania była Agencja Zaawansowanych Projektów Badawczych (ARPA), która została uruchomiona pod koniec lat 50. po szoku wywołanym przez rosyjskiego Sputnika. Wydatki na projekty wiązały się zwykle z kilkoma wymaganiami. Celem było inspirowanie przełomowych innowacji. Jeden z liderów ARPA, J.C.R. Licklider, miał motto „funduj ludzi, a nie projekty”. W większości większość funduszy pochodziła ze Stanford, MIT, Lincoln Laboratories i Carnegie Mellon University. Poza IBM sektor prywatny był w niewielkim stopniu zaangażowany w rozwój sztucznej inteligencji. Należy pamiętać, że do połowy lat pięćdziesiątych IBM wycofał się i skupił na komercjalizacji swoich komputerów. Klienci obawiali się, że ta technologia doprowadzi do znacznej utraty miejsc pracy. Dlatego IBM nie chciał być obwiniany. Innymi słowy, wiele innowacji w sztucznej inteligencji wywodzi się ze środowiska akademickiego. Na przykład w 1959 roku Newell, Shaw i Simon nadal przesuwali granice w dziedzinie sztucznej inteligencji, opracowując program o nazwie „Ogólne rozwiązywanie problemów”. Jak sama nazwa wskazuje, chodziło o rozwiązywanie problemów matematycznych, takich jak Wieża Hanoi. Ale było wiele innych programów, które próbowały osiągnąć pewien poziom silnej sztucznej inteligencji. Przykłady obejmowały:

- SAINT lub Symbolic Automatic INTEgrator (1961): Ten program, stworzony przez badacza MIT Jamesa Slagle'a, pomógł rozwiązać problemy z rachunkiem różniczkowym dla studentów pierwszego roku. Zostałby zaktualizowany do innych programów, zwanych SIN i MACSYMA, które robiły znacznie bardziej zaawansowaną matematykę. SAINT był właściwie pierwszym przykładem systemu eksperckiego, kategorii sztucznej inteligencji
- ANALOGY (1963): Ten program został stworzony przez profesora MIT Thomasa Evansa. Aplikacja wykazała, że komputer może rozwiązać analogiczne problemy z testem IQ.
- STUDENT (1964): Pod kierunkiem Minsky'ego na MIT Daniel Bobrow stworzył tę aplikację AI do swojej pracy doktorskiej. System wykorzystywał przetwarzanie języka naturalnego (NLP) do rozwiązywania problemów algebry dla uczniów szkół średnich.
- ELIZA (1965): profesor MIT Joseph Weizenbaum zaprojektował ten program, który natychmiast stał się wielkim hitem. To nawet wywołało szum w prasie głównego nurtu. Został nazwany na cześć Elizy (na podstawie sztuki George'a Bernarda Shawa Pigmalion) i służył jako psychoanalityk. Użytkownik może wpisać pytania, a ELIZA udzieli porady (był pierwszym przykładem chatbota). Niektórzy, którzy go używali, myśleli, że program to prawdziwa osoba, co głęboko zaniepokoiło Weizenbauma, ponieważ podstawowa technologia była dość podstawowa.
- Widzenie komputerowe (1966): W legendarnej historii Marvin Minsky z MIT powiedział studentowi Geraldowi Jayowi Sussmanowi, aby spędził lato podłączając kamerę do komputera i zmuszając komputer do opisanie tego, co zobaczył. Zrobił właśnie to i zbudował system, który wykrywał podstawowe wzorce. Było to pierwsze użycie widzenia komputerowego.
- Mac Hack (1968): profesor MIT Richard D. Greenblatt stworzył ten program do gry w szachy. Jako pierwszy grał w prawdziwych turniejach i otrzymał ocenę C.
- Hearsay I (koniec lat 60.): Profesor Raj Reddy opracował system ciągłego rozpoznawania mowy. Niektórzy z jego uczniów stworzyli następnie Dragon Systems, która stała się główną firmą technologiczną.

W tym okresie nastąpiło rozprzestrzenianie się artykułów naukowych i książek o AI. Niektóre z tematów obejmowały metody bayesowskie, uczenie maszynowe i widzenie. Ale generalnie istniały dwie główne teorie dotyczące sztucznej inteligencji. Jednym kierował Minsky, który powiedział, że muszą istnieć systemy symboliczne. Oznaczało to, że sztuczna inteligencja powinna opierać się na tradycyjnej logice komputerowej lub programowaniu wstępnym, czyli korzystaniu z podejść takich jak instrukcje If-Then-Else. Następnie był Frank Rosenblatt, który uważał, że sztuczna inteligencja musi używać systemów podobnych do mózgu, takich jak sieci neuronowe (to pole było również znane jako koneksjonizm). Ale zamiast nazywać wewnętrzne funkcjonowanie neuronów, nazwał je perceptronami. System byłby w stanie uczyć się w miarę przyjmowania danych w miarę upływu czasu. W 1957 roku Rosenblatt stworzył do tego celu pierwszy program komputerowy, nazwany Mark 1 Perceptron. Zawierał kamery, które pomagały odróżnić dwa obrazy (miały 20 × 20 pikseli). Perceptron Mark 1 używałby danych, które miały losowe wagi, a następnie przechodził przez następujący proces:

1. Weź wejście i wymyśl wyjście perceptronu.
2. Jeśli nie ma dopasowania, to
 - a. Jeśli wyjście powinno wynosić 0, ale było 1, waga dla 1 zostanie zmniejszona.
 - b. Jeśli wyjście powinno wynosić 1, ale było 0, waga dla 1 zostanie zwiększona.
3. Powtarzaj kroki 1 i 2, aż wyniki będą dokładne.

To było zdecydowanie przełomowe dla AI. New York Times napisał nawet dla Rosenblatta, wychwalając „Marynarka wojenna ujawniła dziś zarodek elektronicznego komputera, który oczekuje, że będzie w stanie chodzić, rozmawiać, widzieć, pisać, reprodukować się i być świadomym swojego istnienia”. Ale wciąż były dokuczliwe problemy z perceptronem. Jednym z nich było to, że sieć neuronowa miała tylko jedną warstwę (głównie z powodu braku mocy obliczeniowej w tym czasie). Następnie badania nad mózgiem wciąż znajdowały się na początkowym etapie i nie oferowały wiele w zakresie zrozumienia zdolności poznawczych. Minsky napisałby wspólnie z Seymourem Papertem książkę zatytułowaną Perceptrons (1969). Autorzy bezlitośnie atakowali podejście Rosenblatta, które szybko zniknęło. Zauważ, że na początku lat pięćdziesiątych Minsky opracował prymitywną maszynę sieci neuronowych, na przykład używając setek lamp próżniowych i części zamiennych z bombowca B-24. Zauważył jednak, że technologia nie była w stanie funkcjonować. Rosenblatt próbował walczyć, ale było już za późno. Społeczność AI szybko zmieniła się w sieci neuronowe. Rosenblatt zginął kilka lat później w wypadku na łodzi. Miał 43 lata. Jednak w latach 80. jego idee zostałyby ożywione, co doprowadziłoby do rewolucji w sztucznej inteligencji, przede wszystkim wraz z rozwojem głębokiego uczenia się. W większości złoty wiek sztucznej inteligencji był swobodny i ekscytujący. Niektórzy z najzdolniejszych naukowców na świecie próbowali stworzyć maszyny, które naprawdę potrafią myśleć. Ale optymizm często dochodził do skrajności. W 1965 roku Simon powiedział, że w ciągu 20 lat maszyna może zrobić wszystko, co potrafi człowiek. Następnie w 1970 roku, w wywiadzie dla magazynu Life, powiedział, że stanie się to za 3–8 lat (nawiasem mówiąc, był doradcą przy filmie 2001: Odyseja kosmiczna). Niestety kolejna faza AI byłaby znacznie ciemniejsza. Było więcej naukowców, którzy stali się sceptyczni. Chyba najgłośniejszym wypowiedział się filozof Hubert Dreyfus. W książkach takich jak What Computers Still Can't Do: A Critique of Artificial Reason⁸ przedstawił swoje poglądy, że komputery nie są podobne do ludzkiego mózgu i że sztuczna inteligencja żałośnie nie spełniłaby wzniosłych oczekiwań.

Zima AI

Na początku lat 70. entuzjazm dla sztucznej inteligencji zaczął słabnąć. Stało się znane jako „zima AI”, która trwała do 1980 roku (termin pochodzi od „zimy nuklearnej”, wydarzenia polegającego na

wymieraniu, w którym słońce jest blokowane, a temperatury spadają na całym świecie). Mimo że sztuczna inteligencja poczyniła wiele kroków, nadal byli głównie akademicy i zaangażowani w kontrolowane środowiska. W tym czasie systemy komputerowe były jeszcze ograniczone. Na przykład DEC PDP-11/45, który był powszechny w badaniach nad sztuczną inteligencją, miał możliwość rozszerzenia pamięci do zaledwie 128 KB. Język Lisp również nie był idealny dla systemów komputerowych. W świecie korporacji skoncentrowano się raczej na FORTRANIE. Ponadto, podczas rozumienia inteligencji i rozumowania wciąż było wiele złożonych aspektów. Tylko jedno to ujednoznacznienie. To sytuacja, w której słowo ma więcej niż jedno znaczenie. Zwiększa to trudność programu AI, ponieważ będzie również musiał zrozumieć kontekst. Wreszcie, środowisko gospodarcze w latach 70. było dalekie od solidnego. Nastąpiła utrzymująca się inflacja, powolny wzrost i zakłócenia dostaw, takie jak kryzys naftowy. Biorąc to wszystko pod uwagę, nie powinno dziwić, że rząd USA zaostrzał środki finansowe. W końcu dla planisty Pentagonu, jak użyteczny jest program, który może grać w szachy, rozwiązywać twierdzenia lub rozpoznawać podstawowe obrazy? Niestety niewiele. Godnym uwagi przykładem jest program badań rozumienia mowy na Uniwersytecie Carnegie Mellon. Dla Agencji Zaawansowanych Projektów Badawczych Obrony (DARPA) uważano, że ten system rozpoznawania mowy może być używany przez pilotów myśliwców do wydawania poleceń głosowych. Ale okazało się to niewykonalne. Jeden z programów, który nazywał się Harpia, mógł rozumieć 1011 słów, czyli tyle, ile zna typowy 3-latek. Urzędnicy DARPA faktycznie myśleli, że zostali oszukani i wyeliminowali roczny budżet programu w wysokości 3 milionów dolarów. Jednak największy cios w sztuczną inteligencję pochodził z raportu profesora Sir Jamesa Lighthilla, który ukazał się w 1973 roku. Finansowany przez brytyjski parlament był całkowitym odrzuceniem „wspaniałych celów” silnej sztucznej inteligencji. Zauważył, że głównym problemem była „eksplozja kombinatoryczna”, która powodowała, że modele były zbyt skomplikowane i trudne do dostosowania. Raport stwierdzał: „W żadnej części pola odkrycia dokonane do tej pory nie wywarły większego wpływu, jaki wówczas obiecywano”. Był takim pesymistą, że nie wierzył, że komputery będą w stanie rozpoznać obrazy lub pokonać wielkiego mistrza szachowego. Raport wywołał także publiczną debatę, która była transmitowana w telewizji BCC (filmy można znaleźć na YouTube). To był Lighthill przeciwko Donaldowi Michie, Richardowi Gregoryemu i Johnowi McCarthyemu. Mimo że Lighthill miał ważne punkty - i ocenił dużą ilość badań - nie dostrzegł siły słabej sztucznej inteligencji. Ale to nie miało znaczenia, gdy nadeszła zima. Sprawy potoczyły się tak źle, że wielu badaczy zmieniło swoje ścieżki kariery. A ci, którzy nadal studiowali sztuczną inteligencję, często odnosili się do swojej pracy innymi terminami, takimi jak uczenie maszynowe, rozpoznawanie wzorców i informatyka!

Powstanie i upadek systemów eksperckich

Nawet podczas zimy AI nadal pojawiały się duże innowacje. Jednym z nich była propagacja wsteczna, która jest niezbędna do przypisywania wag dla sieci neuronowych. Potem nastąpił rozwój rekurencyjnej sieci neuronowej (RNN). Dzięki temu połączenia mogą przechodzić przez warstwy wejściowe i wyjściowe. Ale w latach 80. i 90. pojawiły się również systemy eksperckie. Kluczowym czynnikiem napędzającym był gwałtowny rozwój komputerów osobistych i minikomputerów. Systemy eksperckie opierały się na koncepcjach logiki symbolicznej Minskyego, obejmującej złożone ścieżki. Były one często opracowywane przez ekspertów z różnych dziedzin, takich jak medycyna, finanse i produkcja samochodów. Chociaż istnieją systemy eksperckie, które sięgają połowy lat sześćdziesiątych, nie znalazły one komercyjnego zastosowania aż do lat osiemdziesiątych. Przykładem był XCON (eXpert CONfigurer), który John McDermott opracował na Uniwersytecie Carnegie Mellon. System pozwalał na optymalizację doboru komponentów komputerowych i początkowo posiadał około 2500 reguł. Pomyśl o tym jako o pierwszym silniku rekomendacji. Od wprowadzenia na rynek w 1980 roku, okazał się dużą oszczędnością dla DEC dla linii komputerów VAX (około 40 milionów dolarów do 1986 roku). Gdy firmy zobaczyły sukces XCON, nastąpił boom na systemy eksperckie - przekształcenie

się w przemysł wart miliardy dolarów. Rząd japoński również dostrzegł okazję i zainwestował setki milionów, aby wzmocnić swój rynek krajowy. Jednak wyniki były w większości rozczarowaniem. Wiele innowacji miało miejsce w Stanach Zjednoczonych. Weź pod uwagę, że IBM użył systemu eksperckiego do swojego komputera Deep Blue. W 1996 roku w jednym z sześciu meczów pokonała wielkiego mistrza szachowego Garriego Kasparowa. Deep Blue, który IBM rozwijał od 1985 roku, przetwarzał 200 milionów pozycji na sekundę. Ale były problemy z systemami eksperckimi. Często były wąskie i trudne do zastosowania w innych kategoriach. Co więcej, w miarę jak systemy eksperckie rozrastały się, zarządzanie nimi i podawanie danych stało się trudniejsze. W rezultacie w wynikach było więcej błędów. Następnie testowanie systemów często okazywało się złożonym procesem. Nie oszukujmy się, były chwile, kiedy eksperci nie zgadzali się w fundamentalnych sprawach. Wreszcie, systemy eksperckie nie uczyły się z czasem. Zamiast tego konieczne były ciągłe aktualizacje podstawowych modeli logicznych, co znacznie zwiększyło koszty i złożoność. Pod koniec lat 80. systemy eksperckie zaczęły tracić na popularności w świecie biznesu, a wiele startupów połączyło się lub upadło. W rzeczywistości pomogło to spowodować kolejną zimę AI, która trwała do około 1993 roku. Komputery PC szybko zjadały rynki sprzętu z wyższej półki, co oznaczało gwałtowny spadek liczby maszyn opartych na Lisp. Finansowanie rządowe na sztuczną inteligencję, na przykład z DARPA, również wyschło. Z drugiej strony zimna wojna szybko dobiegała końca wraz z upadkiem Związku Radzieckiego.

Sieci neuronowe i głębokie uczenie

Jako nastolatek w latach 50. Geoffrey Hinton chciał zostać profesorem i studiować sztuczną inteligencję. Pochodził z rodziny wybitnych naukowców (jego prapradziadkiem był George Boole). Jego mama często mawiała: „Bądź naukowcem albo porażką”. Nawet podczas pierwszej zimy AI Hinton pasjonował się sztuczną inteligencją i był przekonany, że podejście Rosenblatta do sieci neuronowych było właściwą ścieżką. Tak więc w 1972 otrzymał doktorat na ten temat na Uniwersytecie w Edynburgu. Ale w tym okresie wiele osób myślało, że Hinton marnuje swój czas i talenty. AI była zasadniczo uważana za obszar marginesowy. Nie myślano o tym nawet jako o nauce. Ale to tylko bardziej zachęciło Hintona. Cieszył się swoją pozycją outsidera i wiedział, że jego pomysły w końcu zwyciężą. Hinton zdał sobie sprawę, że największą przeszkodą dla sztucznej inteligencji jest moc komputera. Ale widział też, że czas jest po jego stronie. Prawo Moore'a przewidywało, że liczba elementów w chipie podwaja się co 18 miesięcy. W międzyczasie Hinton pracował niestrudzenie nad rozwojem podstawowych teorii sieci neuronowych – czegoś, co w końcu stało się znane jako głębokie uczenie. W 1986 roku napisał – wraz z Davidem Rumelhartem i Ronaldem J. Williamsem – przełomowy artykuł zatytułowany „Learning Representations by Back-propagating Errors”. Przedstawiono kluczowe procesy wykorzystania wstecznej propagacji w sieciach neuronowych. W rezultacie nastąpiła znaczna poprawa dokładności, na przykład w przypadku przewidywań i rozpoznawania wizualnego. Oczywiście nie działało się to w odosobnieniu. Pionierska praca Hintona opierała się na osiągnięciach innych badaczy, którzy również wierzyli w sieci neuronowe. A jego własne badania pobudziły lawinę innych ważnych osiągnięć:

- 1980: Kunihiko Fukushima stworzyła Neocognitron, system rozpoznawania wzorców, który stał się podstawą spłotowych sieci neuronowych. Były one oparte na korze wzrokowej zwierząt.
- 1982: John Hopfield opracował „Sieci Hopfielta”. Była to w zasadzie rekurencyjna sieć neuronowa.
- 1989: Yann LeCun połączył sieci konwolucyjne z propagacją wsteczną. Takie podejście znalazłoby przypadki użycia z analizą odręcznych czeków.
- 1989: Rozprawa doktorska Christophera Watkina „Uczenie się z opóźnionych nagród” opisuje Q-Learning. Był to duży postęp w pomaganiu w uczeniu się przez wzmocnianie.

- 1998: Yann LeCun opublikował „Uczenie oparte na gradientach stosowane do rozpoznawania dokumentów”, w którym wykorzystano algorytmy zstępujące do poprawy sieci neuronowych.

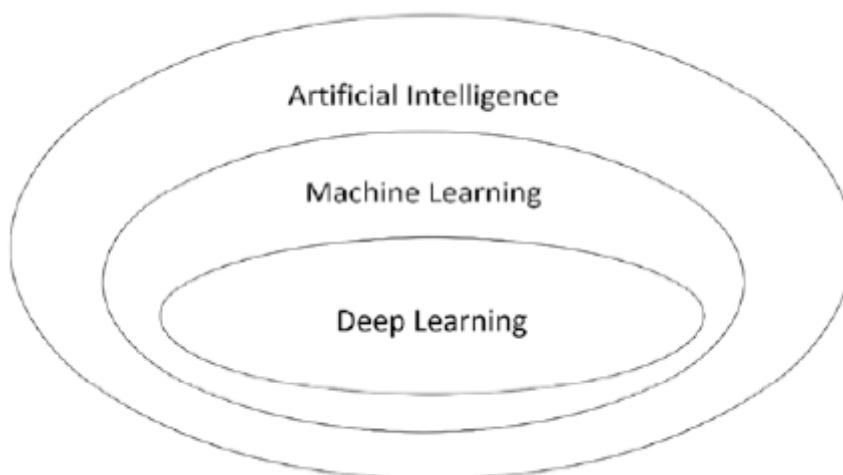
Technologiczne czynniki napędzające nowoczesną sztuczną inteligencję

Oprócz postępów w zakresie nowych podejść koncepcyjnych, teorii i modeli, sztuczna inteligencja miała kilka innych ważnych czynników. Oto spojrzenie na główne:

- Wybuchowy wzrost zbiorów danych: Internet był głównym czynnikiem dla sztucznej inteligencji, ponieważ umożliwił tworzenie ogromnych zbiorów danych. W następnym rozdziale przyjrzymy się, jak dane zmieniły tę technologię.
- Infrastruktura: być może najbardziej znaczącą firmą dla sztucznej inteligencji w ciągu ostatnich 15 lat był Google. Aby nadążyć za indeksowaniem sieci – która rosta w zawrotnym tempie – firma musiała wymyślić kreatywne podejście do budowy skalowalnych systemów. Rezultatem są innowacje w klastrach serwerów towarowych, wirtualizacji i oprogramowaniu open source. Google był również jednym z pierwszych użytkowników głębokiego uczenia się, wraz z uruchomieniem projektu „Google Brain” w 2011 roku. Aha, a kilka lat później firma zatrudniła Hintoną.
- Procesory graficzne (Graphics Processing Units): Ta technologia chipowa, której pionierem była firma NVIDIA, była pierwotnie przeznaczona do szybkiej grafiki w grach. Ale architektura GPU byłaby ostatecznie idealna również dla sztucznej inteligencji. Zauważ, że większość badań dotyczących głębokiego uczenia się odbywa się za pomocą tych chipów. Powodem jest to, że przy przetwarzaniu równoległym prędkość wynosi wielokrotności wyższe niż w przypadku tradycyjnych procesorów. Oznacza to, że obliczenie modelu może zająć dzień lub dwa w porównaniu z tygodniami lub nawet miesiącami. Wszystkie te czynniki wzmocniły się, dodając paliwa do rozwoju sztucznej inteligencji. Co więcej, czynniki te prawdopodobnie pozostaną żywe przez wiele nadchodzących lat.

Struktura AI

Omówiliśmy wiele pojęć. Teraz zrozumienie organizacji AI może być trudne. Na przykład często zdarza się, że terminy takie jak uczenie maszynowe i uczenie głębokie są mylone. Ale ważne jest, aby zrozumieć różnice, które omówimy szczegółowo w dalszej części tej książki. Ale w ogólnym ujęciu rzeczy, Rysunek pokazuje, w jaki sposób główne elementy sztucznej inteligencji są ze sobą powiązane. Na szczycie znajduje się sztuczna inteligencja, która obejmuje szeroką gamę teorii i technologii. Następnie możesz podzielić to na dwie główne kategorie: uczenie maszynowe i uczenie głębokie.



Wniosek

Nie ma nic nowego w tym, że sztuczna inteligencja jest dziś modnym hasłem. W ramach tego terminu pojawiły się różne cykle skręcające żołądek, takie jak boom-bust. Może po raz kolejny wyjdzie z łask? Być może. Ale tym razem istnieją prawdziwe innowacje związane ze sztuczną inteligencją, które zmieniają firmy. Mega techniczne firmy takie jak Google, Microsoft i Facebook uważają tę kategorię za główny priorytet. Podsumowując, wydaje się, że to dobry zakład, że sztuczna inteligencja będzie nadal się rozwijać i zmieniać nasz świat.

Kluczowe dania na wynos

- Rozwój technologii często trwa dłużej niż pierwotnie zakładano.
- AI to nie tylko informatyka i matematyka. Kluczowy wkład wniosły takie dziedziny, jak ekonomia, neuronauka, psychologia, językoznawstwo, elektrotechnika, matematyka i filozofia.
- Istnieją dwa główne typy AI: słaba i silna. Silny jest tam, gdzie maszyny stają się samoświadome, podczas gdy słaby jest w przypadku systemów, które koncentrują się na określonych zadaniach. Obecnie sztuczna inteligencja jest na słabym etapie.
- Test Turinga jest powszechnym sposobem sprawdzenia, czy maszyna potrafi myśleć. Opiera się na tym, czy ktoś naprawdę myśli, że system jest inteligentny.
- Niektóre z kluczowych czynników napędzających sztuczną inteligencję obejmują nowe teorie badaczy takich jak Hinton, gwałtowny wzrost danych, nową infrastrukturę technologiczną i procesory graficzne.