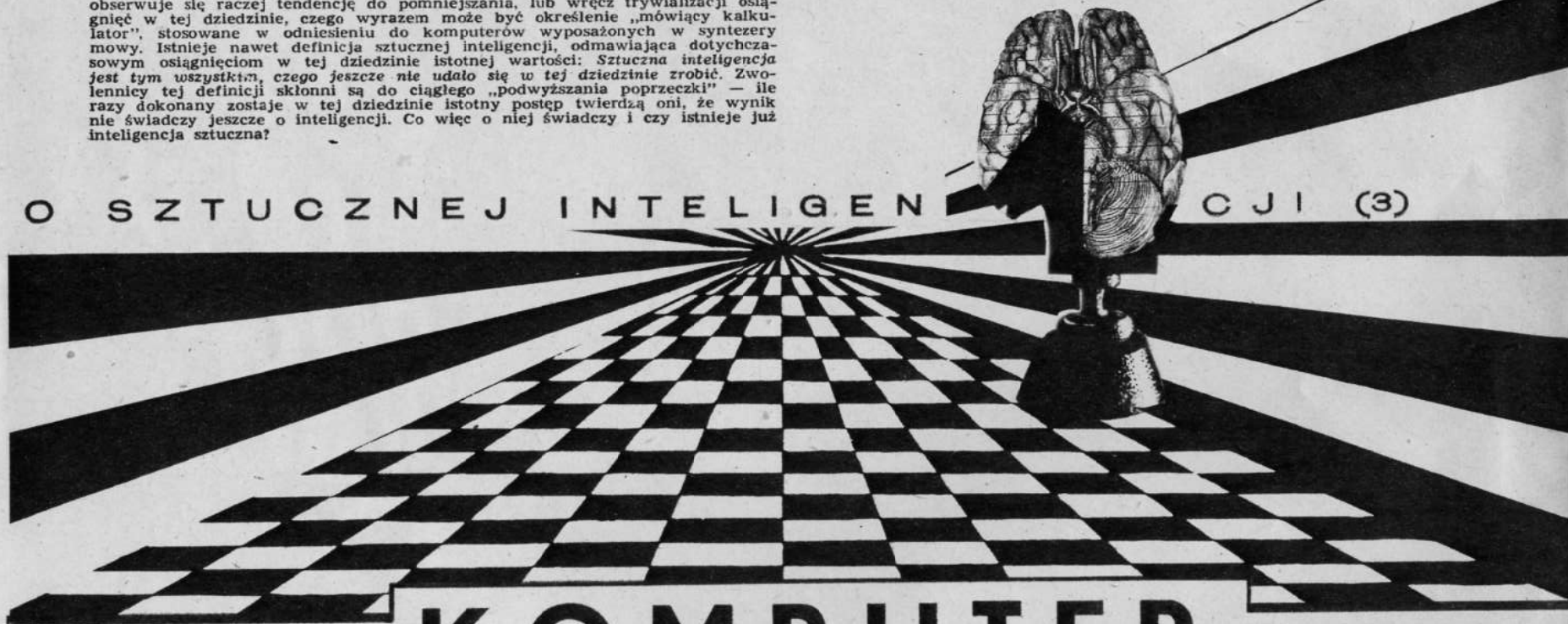


W dwóch poprzednich odcinkach (P. 1971 i P. 1972) opisywałem już, jak po okresie naiwnego i nieuzasadnionego optymizmu, kiedy to o komputerach mówiono „gigantyczne elektroniczne mózgi”, nastąpił okres refleksji i stałego, systematycznego postępu w pracach nad sztuczną inteligencją (SI). Obecnie obserwuje się raczej tendencję do pomniejszania, lub wręcz trywializacji osiągnięć w tej dziedzinie, czego wyrazem może być określenie „mówiący kalkulator”, stosowane w odniesieniu do komputerów wyposażonych w syntezery mowy. Istnieje nawet definicja sztucznej inteligencji, odmawiająca dotychczasowym osiągnięciom w tej dziedzinie istotnej wartości: *Sztuczna inteligencja jest tym wszystkim, czego jeszcze nie udało się w tej dziedzinie zrobić*. Zwolennicy tej definicji skłonni są do ciągłego „podwyższania poprzeczki” — ile razy dokonany zostaje w tej dziedzinie istotny postęp twierdzą oni, że wynik nie świadczy jeszcze o inteligencji. Co więc o niej świadczy i czy istnieje już inteligencja sztuczna?

O SZTUCZNEJ INTELIGENCJI (3)



# Kiedy KOMPUTER wygra Z ARCYMISTRZEM?

**P**rogramy rozumujące logicznie wyciągają wnioski, posługując się prawami logiki: przykładem może być tu dedukcja przy pomocy sylogizmów. Wszyscy ludzie są śmiertelni; Sokrates jest człowiekiem, a więc Sokrates jest śmiertelny. Chociaż w tym wydaniu wydaje się to nam bardzo proste, programy rozumujące logicznie w bardziej złożonych sytuacjach znaleźć mogą bardzo szerokie zastosowanie. Jednym z nowszych programów tego typu jest AURA (od Automated Reasoning Assistant, czyli Zautomatyzowany Pomochnik Rozumujący). Napisany on został przez grupę pracowników znanego amerykańskiego laboratorium badawczego — Argonne National Laboratory. Grupie tej przez ponad dziesięć lat pracy nad programem przewodził Larry Wos, niewidomy matematyk, zapalony gracz w kręgle i pokera. Program AURA poradził sobie z wieloma nie rozwiązany dotychczas

Dokończmy jednak najpierw prezentacji programów rozumujących. Czy mogą się one zbliżyć bardziej do myślenia, a więc rozumowania wzbogaconego o pewien pierwiastek twórczy? Jest to zagadnienie niezwykle trudne, gdyż problem braku algorytmu na twórcze występuje z jeszcze większą ostrością niż problem braku algorytmów dla innych form inteligentnego zachowania. Sukcesu spodziewać się można dopiero wtedy, gdy powstaną bardzo złożone systemy programów, mające na celu rozwiązywanie problemów.

Za pewne próby w tym kierunku uznać można wspomniane już programy „wymyślające” dowody matematyczne, czy geometryczne.

Program Douglasa Lenat ze Stanfordu miał na celu tworzenie koncepcji i odkrywanie faktów dotyczących elementarnej matematyki. Program ten, opierając się na pojęciu zbioru, który traktował jako pojęcie pierwotne, i zbioru

Zupełnie odrębnym zagadnieniem jest natomiast przydatność mikrokomputerów do wspomaganego tłumaczenia, lub do nauki języka. Wspominałem już o dostępnych na Zachodzie „elektronicznych tłumaczach” wielkości normalnego kalkulatora. Pomimo szumnej nazwy jest to niewiele więcej, niż mały słowniczek (pojemność pamięci zwykle nie przekracza około dwóch tysięcy słów) rozszerzony o kilkudziesiąt typowych zwrotów, jakie można znaleźć w popularnych „Rozmówkach”. Jest to nawet mniej wygodne niż normalny słownik, gdyż drobna pomyłka w pisowni uniemożliwia znalezienie wyrazu (z drugiej strony zmusza to do poprawnej ortografii). Nie mam jednak żadnej wątpliwości, iż wkrótce urządzenie takie, zwłaszcza połączone z syntezami dźwięku, które pozwolą im mówić, zawierać będą tyle informacji, co wielkie słowniki i najbogatsze „Rozmówki”. No, ale to

Wos niewidomy matematyk, zaprogramowany w kregle i pokera. Program AURA poradził sobie z wieloma nie rozwiązany dotychczas zagadnieniami w logice i matematyce. Użyto go również do projektowania bardzo skomplikowanych obwodów scalonych. Program potrafi również badać poprawność konstrukcji takich obwodów. Można się nim posłużyć do gry w szachy, sterowania procesami chemicznymi w fabrykach, dla zwiększenia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych. Potrafi nawet doradzić kiedy i czym należy nawozić kwiaty w ogrodzie.

Zanim da się go do czegokolwiek użyć, należy najpierw określić jego pole działania — a więc: czy interesują nas kwiaty i nawozy, czy fabryki i odczynniki chemiczne — sformułować pytanie oraz podać strategię prowadzącą do rozwiązania. Larry Wos twierdzi, że jeśli po 2 minutach nie ma jeszcze odpowiedzi, jego rozumujący program powinien otrzymać inną strategię działania.

Mniej uniwersalne, lecz również skomplikowane, są programy wyszukujące specyficzne informacje z banków danych. Przypuśćmy, że socjologa interesuje liczba rozwiedzionych kobiet posiadających dzieci nie starsze, niż dwa lata, oraz informacja w jakich dzielnicach takie kobiety najczęściej mieszkają. Informacja w tej formie oczywiście nie istnieje w żadnym banku danych. Można ją jednak wydobyc, pisząc odpowiedni program. Do napisania tego rodzaju programów nie trzeba już zatrudniać ludzi, wystarczy „elektroniczny programista”. Istnieją już bowiem programy na tyle inteligentne, że wystarczy sformułować pytanie w języku potocznym, napisać je na klawiaturze komputera, by pytanie to zostało zanalizowane, zrozumiane, odpowiedni program pomocniczy napisany, a wyniki, wraz z opisem, pojawiły się na ekranie. Tak więc mamy już programy, które same piszą inne programy!

Program ten, opierając się na pojęciu zbioru, który traktował jako pojęcie pierwotne, i zbiorze pojęć dotyczących tego, co jest „interesujące” w matematyce, odkrył pojęcie liczenia, dodawania, mnożenia, pojęcie liczby pierwszej, a nawet postawił hipotezę — wysuniętą po raz pierwszy w 1742 roku przez Goldbacha i do dzisiaj nie udowodnioną — o tym, że każdą liczbę parzystą przedstawić można w postaci sumy dwóch nieparzystych liczb pierwszych.

Sa to jednak zaledwie pierwsze próby, ograniczone do teorii liczb; na bardziej twórczą pomoc tego rodzaju matematycy nie mogą jeszcze liczyć. Mogą natomiast liczyć na programy dokonujące symbolicznych operacji algebraicznych, analitycznych (w odróżnieniu od numerycznego, który stosuje się już od dawna) rozwiązywania równań, różniczkowania, a nawet znajdowania całek nieoznaczonych. Programy takie uznawane są w niektórych kategoriach zagadnień algebraicznych za bardziej sprawne, niż ludzie. Bardzo przydatne są również w fizyce. Profesor Stephen Hawkins, uznawany za najwybitniejszego na świecie specjalistę w teorii czarnych dziur i grawitacji, uważa, że do końca tego wieku fizykę tworzyć będą głównie programy komputerowe.

Skoro już mowa o twórczości — na obecnym poziomie muzyki komputerowej, czy sztuki komputerowej raczej nie zalicza się do zagadnień wchodzących w zakres sztucznej inteligencji. Bowiem najpierw należałoby stworzyć programy posiadające wrażliwość lub pewne formy uczuć, by można było mówić o sztuce komputerowej. Na razie komputer może stać się doskonałym narzędziem dla artysty, a nie twórcą.

Z myśleniem, czy też rozumowaniem nierozzerwalnie związane są zagadnienia językowe. Najprostsze z pozoru, jak np. tłumaczenie mechaniczne, dość szybko doprowadziły do ujawnienia się podstawowych problemów nauki o sztucznej inteligencji. Początkowo myślano, że wystarczy zaprogramować duży słownik, zbiór reguł gramatycznych obu języków oraz zbiór idiomów, by otrzymać dobre tłumaczenia. Ale wiadomo, że konieczne jest przy tym posiadanie bogatego obrazu świata, przekładanie znaczenia, a więc bardziej „ducha”, niż litery. Jak jednak wyposażyć program w taki bogaty obraz świata?

zawierać będą tyle informacji, co wielkie słowniki i najbogatsze „Rozmówki”. No, ale to „dopiero” za 2—3 lata.

Innym z zagadnień językowych jest rozumienie naturalnego języka (przymiot „naturalny” jest tu użyty dla odróżnienia od sztucznego, to jest wymyślonego specjalnie w celu programowania komputera), jak również identyfikacja słów języka mówionego. Jeśli chodzi o rozumienie języka, to chociaż poczyniono pewne postępy, problem sprowadza się tu znowu do tego samego co w przypadku tłumaczenia, czy myślenia, a więc do wyposażenia programu w pewien obraz świata. Rozpoznawanie mówionych słów jest na razie możliwe jedynie w dość ograniczonym zakresie, jednak w najbliższych latach spodziewany jest w tej dziedzinie znaczny postęp i do końca obecnego dziesięciolecia rozmowy z komputerem, czy też maszyny piszące bezpośrednio pod dyktando staną się rzeczywistością.

Czego jeszcze można się spodziewać w najbliższych latach? W wywiadzie dla znanego miesięcznika amerykańskiego „National Geographic” przedstawiciel japońskiego ministerstwa przemysłu, pan Sozaburo Okamatsu, stwierdził, że opanowanie technologii inteligentnych maszyn jest dla Japonii sprawą priorytetową. Dotychczas Japończycy ulepsiali, miniaturyzowali i produkowali, jednakże inwencją zawsze ustępowali Amerykanom i Europejczykom. Tym razem postanowili być pierwsi i zakładają, że do 1990 r. posiadać będą prototyp myślącego programu. Zdolny on będzie do wykonywania większości prac zarezerwowanych obecnie wyłącznie dla ludzi. Będzie więc zdolny do rozumienia mowy, mówienia samemu, zadawania pytań, tłumaczenia, pisania listów i redagowania tekstów, wnioskowania i wydawania sądów, a także do uczenia się. Wypowiedź pana Okamatsu nie jest tak naiwna, i opiera się na raczej ostrożnych ocenach postępu, jaki dokonuje się w nauce o sztucznej inteligencji. Można ją więc uznać za wiarygodną. Podobnie myśli profesor Marvin Minsky z Massachusetts Institute of Technology, założyciel tamtejszego laboratorium badań nad sztuczną inteligencją; powie-

dział on: Pogląd, że maszyny robią to, co się im każe, jest mylący... Samoświadome, inteligentne komputery i roboty są odległą pewnością.

Następną grupą zagadnień związanych z SI jest **widzenie**: rozpoznawanie pisma drukowanego różną czcionką, pisma ręcznego, pism używających innego systemu znaków, niż alfabet łaciński (chiński, japoński itd.). W dziedzinie tej zrobiono już bardzo dużo i niektóre z istniejących programów zatrudnić można w roli eksperta-grafologa. Natomiast to, co nam przychodzi z łatwością: rozpoznawanie obiektów, rysunków, twarzy — do zaprogramowania nie jest bynajmniej łatwe.

Jednym z pierwszych zastosowań technik rozpoznawania obrazu jest, niestety, prowadzenie międzykontynentalnych rakiet z głowicami jądrowymi typu „Cruise”, które, poruszając się nisko nad ziemią, porównują obraz Ziemi, widziany z rakiety, z obrazem zakodowanym w programie mikrokomputera, który się na niej znajduje. Z powodu takich właśnie zastosowań wojsko finansuje znaczną część badań nad sztuczną inteligencją...

Jeśli trudno jest wyposażyć komputerowy program w obraz całego świata — należy zacząć od obrazu jego części. Jednym z pierwszych zastosowań SI stały się więc programy będące ekspertami w jakiejś dziedzinie: analiza danych chemicznych, geologicznych, systemów komputerowych i przedsięwzięć inżynierskich, stawianie diagnoz medycznych... Dziedzin, w których osiągnięto znaczne postępy, jest więcej. Peter Hart, dyrektor silnego ośrodka SI w Stanfordzie, twierdzi, że program **PROSPECTOR**, opracowany w tym ośrodku, zawiera wspólną wiedzę najtęższych geologów świata. Komputerowy ekspert nie tylko wyciąga wnioski z przedstawionych mu danych, lecz również wyjaśnia na żądanie przebieg swojego rozumowania.

Program **DENDRAL** jest w stanie określić strukturę cząsteczek organicznych na podstawie danych spektrometrycznych. Program **MYCIN** pozwala na diagnostykę różnych typów infekcji i zaleca ich leczenie. Henry Pople i Jack Myers z Uniwersytetu w Pittsburgu opracowali program **CADUCEUS**, który może się wkrótce pojawić na rynku amerykańskim, sprzedawany jako doradca dla lekarzy.

Zna on więcej chorób, niż zapamiętać może pojedynczy lekarz, potrafi stawiać diagnozy i określać ich stopień prawdopodobieństwa, stawiać pytania i zarządzać dodatkowe testy oraz wyciągać wnioski. Nawet w przypadkach złożonych chorób jest na poziomie specjalistów. Jest to program, który potrafi się uczyć, a więc nabiera doświadczenia i to nie tylko na swoich błędach...

Nie wszystkie choroby mają podłoże wyłącznie somatyczne. Wydawać by się mogło, że ekspertyzy elektronicznych „lekarzy” w przypadku chorób psychosomatycznych, lub psychiatrycznych, nie na wiele się zdadzą. Zmieniłem swoje zdanie na ten temat po spotkaniu z programem Josepha Weizenbauma **DOCTOR** (w dostępnej mi wersji na mini-komputer program ten sprzedawany był pod nazwą **ELIZA**). Program ten udaje psychoterapeutę, używając wymyślonej przez Carla Rogersa techniki psychoterapii niedyskretywnej. Pacjent używa sprężonej z komputerem klawiatury, odpowiedzi programu pojawiają się na ekranie.

Oto króciutki fragment rozmowy jednej z pacjentek z **DOCTOR-em** (sformułowania programu drukowane są dużymi literami):

— Wszyscy ludzie są tacy sami.

— **W JAKI SPOSOB?**

— Zawsze czepiają się czegoś.

— **CZY MOŻESZ PODAĆ JAKIŚ KONKRETNY PRZYKŁAD?**

— Mój chłopak chciał, żebym tu przyszła.

— **TWOJ CHŁOPAK CHCIAŁ ZEBYŚ TU PRZYSZŁA?**

— Mówi, że często chodzę przygnębiona.

— **PRZYKRO MI SŁYSZEĆ ŻE CHODZISZ PRZYGNĘBIONA**

— To prawda. Jestem nieszczęśliwa.

— **CZY MYSLISZ ŻE WIZYTA TUTAJ CI POMOŻE?**

Weizenbaum w swojej książce **MOC KOMPUTERÓW I LUDZKI ROZSADEK** pisze tak: **ELIZA** wytworzyła w umysłach wielu ludzi, którzy z nią rozmawiali, niezwykle zdumienie. Wydawało im się, że program ich rozumie. Często domagali się zezwolenia, by rozmawiać z nią bez świadków. Po pewnym czasie takiej rozmowy upierali się, pomimo moich wyjaśnień, że maszyna naprawdę ich rozumie.

Kilkakrotnie już cytowany w tym artykule profesor Herbert Simon, laureat Nagrody Nobla z ekonomii, jest również szefem grupy badaczy SI, koncentrujących się nad szachami, algebrą i fizyką. W opublikowanym niedawno wywiadzie dla „Science” powiedział on: *Szachy, algebra i fizyka służą jako Dro-*

*sophila, Neurospora i Escherichia Coli* (organizmy najczęściej używane przez genetyków w badaniach nad biologią molekularną), w *studiach nad ludzkimi zdolnościami poznawczymi*.

Dlaczego szachy? Gra ta, zwłaszcza w swojej fazie środkowej, jest tak bogata, że poszukiwania optymalnych posunięć metodą rozważania wszystkich możliwości nie wchodzi w ogóle w rachubę. Dobrzy gracze zwykle widzą jedynie dobre ruchy, eliminując w jakiś sposób nieprzebraną liczbę ruchów nie prowadzących do celu. Wiedza dobrego szachisty tkwi głęboko w jego podświadomości i nie jest on w stanie podać reguł, które pozwalają mu widzieć tylko korzystne posunięcia. Powszechnie uważa się, że pierwszy program, który wygra w szachy z mistrzem świata, przełamie pewną barierę inteligencji.

Za pierwszy poważny sukces uznać tu można program Davida Slate, który wziął udział w Amerykańskim Turnieju Szachowym w 1976 r. Nikt, łącznie z jego twórcą, nie traktował go poważnie. Grał on w klasie B. Po czterech wygranych ludzie zaczęli się buntować. W końcu program wygrał turniej w swojej kategorii. Nie jest to jednak jeszcze kategoria mistrzowska. W 1981 wielki mistrz Helmut Pfleger, grając w Hamburgu z 26 graczami naraz, przegrał tylko dwie partie. Kiedy powiedziano mu, że jeden z graczy, z którymi przegrał, wykonywał ruchy podpowiadane mu przez program komputerowy **BELLE**, mistrz był zaszokowany.

Liczba szachistów na świecie mogących dotrzymać pola najlepszym programom komputerowym nie przekracza obecnie kilkuset. Jednakże z powodu braku funduszy na pisanie programów mistrzowsko grających w szachy — nowe pomysły realizowane są dość wolno i minie prawdopodobnie około 20 lat, zanim program komputerowy pokona mistrza świata. □

Czy opisane tu postępy w dziedzinie sztucznej inteligencji powinny napawać nas optymizmem, czy pesymizmem? Czy naprawdę możliwe jest, by maszyny stały się świadome? W następnej części tego artykułu proponuję zastanowić się nad takimi właśnie pytaniami.