

DZIAŁALNOŚĆ SEMINARIUM INTERDYSCYPLINARNEGO
KOŁA NAUKOWEGO STUDENTÓW FILOZOFII PRZYRODY
I OCHRONY ŚRODOWISKA
W ROKU AKADEMICKIM 1995/96

27 marca 1996 r. w pomieszczeniach dydaktycznych Katedry Fizyki KUL spotkało się ok. czterdziestu osób, m.in. Prodziekan Wydziału Filozofii, ks. prof. Zygmunt Hajduk, doktorzy: Tomasz Michniowski, Zenon Roskał, Józef Zon, kilku innych pracowników naukowych KUL, studentów różnych lat i wydziałów KUL i UMCS oraz dziennikarzy lokalnej prasy. W ten sposób zainaugurowało swą działalność nowo powołane Seminarium Interdyscyplinarne Koła Naukowego Studentów Filozofii Przyrody i Ochrony Środowiska KUL.

Spotkanie otworzył jeden z członków Koła, Jacek Poznański. Przedstawił on główne motywy, które inspirowały studentów do podjęcia inicjatywy powołania nowego seminarium. Studenci, jak stwierdzono, od jakiegoś czasu zaczęli sobie uświadamiać obszar nie wykorzystanych możliwości ujawniających się w działalności Sekcji Filozofii Przyrody KUL. Zestawienie nauk przyrodniczo-matematycznych z filozoficzną refleksją nad nimi samo niejako domaga się pewnych działań interdyscyplinarnych na polu współczesnej nauki. Zauważono również, że we współczesnej kulturze między przedstawicielami różnych jej dziedzin istnieje wiele wzajemnie drażliwych tematów. W związku z tym podkreślono potrzebę przezwyciężenia tego stanu rzeczy poprzez próbę stworzenia płaszczyzn wzajemnego zrozumienia. Odwołano się tu do listu Ojca św. Jana Pawła II do George'a Coyne'a SJ, dyrektora Obserwatorium Watykańskiego, w którym zostały poruszone wskazane problemy. Zwrócono również uwagę na potrzebę nauczania poprzez konfrontację i dyskusję, zgłaszaną przez studentów, którzy mając do zrealizowania w trakcie studiów bogaty materiał, nie mają na co dzień możliwości pełniej i w kompetentnym gronie rozważyć trudniejszych lub ciekawszych fragmentów materiału przedstawionego w ramach zajęć. Chęć spełnienia wymienionych postulatów legła u podstaw decyzji o powołaniu Seminarium. Po tym wprowadzeniu przedstawiono ogólny zarys organizacji seminarium, prosząc o wnioski i pomysły ze strony zebranych, po czym odbyła się dyskusja.

W trakcie roku akademickiego w ramach Seminarium prowadzone były prace, których wyniki dyskutowano podczas środowych, comiesięcznych spotkań. Ich tematyka była związana, najogólniej ujmując, z fizycznymi uwarunkowaniami powstania życia i świadomości we Wszechświecie. Dyskutowane było również zagadnienie poznawalności świata fizycznego i metod jego badania. Każde spotkanie rozpoczynało się referatem wprowadzającym w dyskusję. Były nimi kolejno:

Pytanie – Wszechświat – prelegent: Tomasz Michniowski.

Wykład koncentrował się na zagadnieniu Wszechświata, będącego obiektem badań nauk podstawowych. Zwrócono uwagę na fundamentalne globalne własności rzeczywistości – matematyzowalność oraz idealizowalność – i omówiono podstawowe zależności związane z konstruowaniem modeli świata, co stanowi centralne zagadnie-

nie poznawcze. Przedstawiono również historyczne przykłady modelowania Wszechświata zarówno globalnie, jak i lokalnie, oraz wyróżniono związki pomiędzy w taki sposób pojmowanymi zjawiskami fizyki lokalnej a faktami natury ogólnie kosmologicznej. Miejsce człowieka badającego świat zostało w tym ujęciu wyróżnione.

Kosmologia a poznawalność Wszechświata – prelegent: Konrad Rudnicki.

Zwrócono uwagę na związek postaci charakterystycznych zależności rządzących zachowaniem się Wszechświata (zasad kosmologicznych) z możliwościami badawczymi człowieka. Wyróżniono najważniejsze cechy modeli kosmologicznych oraz własności procedury modelowania w kontekście naukowych, kulturowych i historycznych uwarunkowań badacza. Zarysowany został problem świadomości i intelektu w realizacji postulatów poznawczych.

Platon czy Arystoteles ?

To spotkanie miało charakter dyskusyjny. Zastanawiano się nad wizjami przyrody i nauki implikowanymi przez systemy filozoficzne Platona i Arystotelesa, próbowano spojrzeć na ten problem w kontekście współczesnych osiągnięć i porażek nauki. Wymiana zdań zogniskowała się wokół zagadnień związanych z tzw. matematycznością przyrody, próbowano odpowiedzieć na pytanie, czy idee matematyczne mają coś wspólnego z ideami platońskimi. Zastanawiano się także nad adekwatnością pięciu dróg św. Tomasza: poddano analizie pojęcia, jakimi się posługiwał ów filozof, z punktu widzenia współczesnej filozofii nauk matematyczno-przyrodniczych. Niewątpliwym osiągnięciem tego spotkania było postawienie tego problemu i zarysowanie pola zagadnień, które należałoby poruszyć dla właściwego zrozumienia sedna sprawy.

Myśli się czy: myślę – ? (cz. 1)

Neuron – komórka biologiczna – prelegent: Iwona Komaniecka.

Podstawowy element układu nerwowego człowieka to neuron. Jest to komórka biologiczna, której zadanie polega na przekazywaniu informacji wewnątrz organizmów żywych. Ogólny schemat działania neuronu jest prosty. Może on przyjmować dwa stany – podstawowy i wzbudzony. Przejście do tego drugiego odbywa się pod wpływem impulsu zewnętrznego. Połączenie wielu tych komórek daje w efekcie coś tak wspaniałego, jak ludzki intelekt. Dlaczego? Niniejszy wykład był próbą wprowadzenia w dyskusję mającą na celu wyłonienie odpowiedzi na to pytanie.

Układ nerwowy jest to wyspecjalizowana struktura bioukładów odpowiedzialna za przekazywanie informacji. Podstawowymi elementami tego układu są neurony – komórki biologiczne, które przenoszą bodźce w postaci sygnałów elektrycznych lub chemicznych. Sposób powstawania i propagowania tych sygnałów w neuronie odgrywa istotną rolę w działaniu całości układu, a zależy on od budowy i pewnych własności neuronu, które to zostaną przedstawione poniżej.

Neuron składa się z ciała komórkowego i odchodzących od niego wypustek. Jedną spośród tych wypustek, zwana aksonem lub neurytem, jest szczególnie długa i posiada specyficzne własności, natomiast krótkie i liczne wypustki to dendryty. Kontakt pomiędzy poszczególnymi neuronami odbywa się poprzez łącza – tzw. synapsy.

Wyjątkowość aksonu polega na tym, że za jego pomocą komórka nerwowa przekazuje informacje otrzymane od innych neuronów lub receptorów odbierających bodźce z wnętrza bądź z zewnątrz organizmu. Ważną rzeczą jest sposób przekazywania tej informacji. Polega on na tym, że bodziec jest przekazywany w postaci impulsu elektrycznego (zmiana potencjału elektrycznego na powierzchni komórki). Potencjał elektryczny komórki, który w stanie podstawowym jest ujemny, w momencie pojawienia się odpowiednich czynników (pewne zjawiska fizyko-chemiczne) bardzo szybko narasta, w krótkim okresie, do wartości dodatnich. Po pewnym czasie, dłuższym niż czas narastania, wartość potencjału wraca do stanu pierwotnego. To zaburzenie lokalnej polaryzacji jest przenoszone przez akson. Istotną cechą procesu pobudzenia jest fakt, że wartość potencjału nie zmienia się przy jego propagacji w aksonie, a także to, że pobudzenie aksonu odbywa się według zasady „wszystko albo nic”. Oznacza to, że odpowiednio silny bodziec zawsze wyzwala taką samą reakcję, natomiast gdy bodziec jest za mały – reakcja nie pojawia się.

Ciekawy jest także sposób pobudzania aksonu. Nadchodzące bodźce z innych neuronów lub z receptorów powodują wyzwolenie w synapsach substancji chemicznych, zwanych mediatorami. Proces ich rozkładania (po wyzwoleniu) odbywa się stosunkowo powoli. Tak więc, gdy bodźców nadchodzących z zewnątrz jest dużo lub gdy przychodzą one z dużą częstotliwością, to wydzielane są większe ilości mediatorów. Gdy ich ilość przekroczy pewną progową wartość, następuje pobudzenie komórki. Mamy więc do czynienia ze zjawiskiem „sumowania” sygnałów.

Powyższy opis neuronu nie jest wyczerpujący, lecz zwrócono w nim uwagę na te jedynie cechy neuronu, które zostały wykorzystane przy budowie sztucznych sieci neuronowych. Procesy, które zachodzą w układzie nerwowym, są bardzo skomplikowane i cechy neuronu opisane powyżej nie wystarczałyby do ich opisu. Wiemy jednak, że wyżej wymienione właściwości neuronów są istotne dla działania układu nerwowego jako całości. Pewne własności neuronu możemy opisać matematycznie. Wiele jednak wskazuje na to, że właściwości układu nerwowego jako całości nie da się wyprowadzić przez proste zsumowanie cech jego elementarnych składników. Należy więc szukać całościowych teorii funkcjonowania tego układu. Jest to bardzo ciekawy kierunek badań, choć dziś nie możemy jeszcze powiedzieć, czy u jego kresu czeka nas cel – wiedza o tym, czy „myśli się” czy „myśle”.

Matematyczny opis funkcji neuronu – prelegent: Przemysław Grądzki.

Człowiek już dawno zauważył, że matematyka jest wyjątkowo dobrym narzędziem opisu otaczającego nas świata. Także neuron – podstawowa komórka układu nerwowego – podlega tej zasadzie. Jego matematyczny model można utworzyć, używając w tym celu rachunku macierzowego. Komórka nerwowa, jako składnik ludzkiego mózgu, „centrum myślowego”, podlega również ścisłym prawom opisu matematycznego. Nasuwa się pytanie, czy działanie całego mózgu, a także związane z nim różne aktywności umysłowe człowieka, są sprowadzalne do podstawowych transformacji matematycznych.

Neurony są to komórki biologiczne, z których zbudowany jest układ nerwowy organizmów żywych. Jego podstawową rolą jest przetwarzanie informacji. Ta właśnie cecha została wykorzystana przy budowie sieci neuronowych. Punktem wyjścia przy

ich konstruowaniu były fundamentalne badania z zakresu neurofizjologii, natomiast podstawowymi dla samej dziedziny sieci neuronowych pracami były rezultaty badań przedstawione w: W. S. McCulloch, W. Pitts, *A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity* („Bulletin of Mathematical Biophysics” 1943, No 5, pp. 115-133 – praca historyczna, pierwszy matematyczny opis komórki nerwowej i wskazanie na możliwości zastosowania tego modelu w przetwarzaniu informacji) oraz J. von Neumann, *The Computer and The Brain* (New Haven 1958, Yale Univ. Press – ujęcie technicznych aspektów sieci neuronowych), W. K. Taylor, *Computers and the nervous system. Models and analogues in biology* (Cambridge 1960, Cambridge Univ. Press – prace zawierające główne informacje o biologicznym neuronie. Pierwsza z nich określiła zakres badań nad sieciami neuronowymi, dwie pozostałe były solidnym przyczynkiem do rozwoju tej dziedziny nauki).

Jednym z najważniejszych czynników, dzięki którym problematyka sieci neuronowych została postawiona jako problem naukowy, było matematyczne wymodelowanie działania neuronu. Model zbudowany na podstawie tego opisu składa się z:

dendrytów „ x_1, x_2, \dots, x_n ”, czyli wejść sygnałów;

elementu odpowiadającego za przekształcanie danych wejściowych „ $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = y$ ”;

aksonu „ y ” – wyjścia przetworzonego sygnału;

Już w samym nazewnictwie widoczne są analogie do komórek biologicznych. Funkcja przetwarzająca dane wejściowe jest złożeniem dwóch funkcji składowych – jednej o postaci „ $y = \sum x_i * w_i$ ”, gdzie „ w_i ”, tzw. wagi synaptyczne, to uporządkowany szereg pewnych współczynników, które mogą się zmieniać w procesie uczenia sieci (o czym będzie mowa dalej). Natomiast druga – to w najprostszym przypadku funkcja liniowa (tzw. liniowe sieci neuronowe), w bardziej skomplikowanych przypadkach są to różnego rodzaju funkcje nieliniowe (nieliniowe sieci neuronowe). Ze względu na to, że sygnały wejściowe i wagi synaptyczne można rozpatrywać jako wektory w n -wymiarowej przestrzeni, wartością pierwszej funkcji składowej jest więc iloczyn skalarny wektorów W i X (gdzie W i X to wektory o składowych odpowiednio „ x_1, x_2, \dots, x_n ” i „ w_1, w_2, \dots, w_n ”). Na podstawie własności iloczynu skalarnego, według której tym większa jest wartość tej funkcji, im bardziej kierunki obu wektorów są do siebie zbliżone, można powiedzieć, że w neuronach o charakterystyce liniowej sygnał wyjścia jest „miarą podobieństwa” wektorów wejściowych. Natomiast w przypadku sieci nieliniowych (np. dla funkcji progowej) działanie neuronu można interpretować jako przyporządkowanie wektora wejściowego do jednej z dwóch podprzestrzeni n -wymiarowej przestrzeni wektorowej, oddzielonych hiperpłaszczyzną, której kształt zależy od wartości wag synaptycznych poszczególnych neuronów w sieci. Ta interpretacja wskazuje na możliwość wykorzystania sieci neuronowych przy rozpoznawaniu różnego rodzaju danych wzorcowych.

Powyżej naszkicowany model jest tworem statycznym – umożliwia on jedynie uzyskiwanie odwzorowań liniowych bądź nieliniowych, które są dane poprzez wartości wag synaptycznych. Natomiast biologiczny układ nerwowy posiada pewien aspekt dynamiczny. Przykładowo: ten sam bodziec (np. obraz komputera) może wywoływać, zależnie od wiedzy obserwatora, różne skojarzenia (laik widzi jedynie skomplikowane urządzenie, fachowiec zwraca uwagę na jego użyteczność), a także w danym momen-

cie może pobudzić bardzo skomplikowany ciąg procesów (przypomnienie innych wydarzeń czy sytuacji). Także w sieciach neuronowych istnieją analogony tych zjawisk. Pierwszy z nich jest związany z problemem „uczenia sieci”, drugi można odnieść do tzw. autoasocjacyjności sieci.

Uczenie sieci jest to odpowiednie modyfikowanie wag synaptycznych poszczególnych neuronów tak, by sieć rozwiązywała postawione przed nią zadania. Opracowywanie skutecznych metod uczenia sieci i ich empiryczne testowanie to jeden z najciekawszych działów wśród badań prowadzonych nad sieciami. Jest tak, ponieważ istnieją pewne parametry stosowane przy uczeniu sieci, dla których brak teoretycznego wyjaśnienia co do wyboru konkretnej ich wartości dla danego przypadku. Jedynym kryterium ich doboru jest test, który potwierdzi lub obali tezę o słuszności użycia danej wartości. Co ciekawe – wyniki badań przeprowadzonych z wykorzystaniem konkretnych wartości odpowiednich parametrów czasami nie powtarzają się z równie dobrymi efektami w innym doświadczeniu, z zachowaniem tych samych warunków. Odkrycie teorii wyjaśniającej te anomalie będzie na pewno znaczącym krokiem w rozwoju dziedziny sieci neuronowych.

Autoasocjacyjność sieci oznacza istnienie w niej sprzężeń zwrotnych. Są to połączenia naruszające zasadę przebiegu informacji od wejścia do wyjścia; w tym przypadku dochodzą połączenia niektórych wyjść z wejściami sieci. Skutkiem tego jest pojawienie się pewnych przebiegów dynamicznych w sieciach, które, w zależności od warunków, mogą zakończyć się stanem stabilnym, oscylacjami, rozbieżnością parametrów lub stanami chaotycznymi. Do celów praktycznych najwygodniejsze są przebiegi kończące się stanami stabilnymi, dla zaistnienia których niezbędne są jednak pewne warunki brzegowe. Ciekawe dla sieci autoasocjacyjnych jest użycie do nich opisu, w którym ich stany określa się mianem „energii sieci”, a przechodzenie do stanu stabilnego nazywa się „minimalizacją funkcji energii” (nasuwa się tu od razu skojarzenie z fizycznymi układami termodynamicznymi).

Liczne zastosowania sieci neuronowych wskazują na to, że dziedzina nauki zajmująca się ich badaniem podlega stałemu rozwojowi. Wielość prac i publikacji ukazuje rosnące zainteresowanie tą problematyką. Jest to związane z co najmniej dwoma czynnikami – z jednej strony możliwość różnorodnych aplikacji sieci neuronowych otwiera szerokie pole zastosowań praktycznych, z drugiej – liczba nie wyjaśnionych faktów ukazuje braki w teoretycznych podstawach uprawianych dyscyplin naukowych, co stanowi dodatkową motywację do prowadzenia dalszych badań i poszukiwań.

„Myśli się” czy: „myśle”- ? (cz. 2)

Z historii komputera – prelegent: Tomasz Michniowski.

W nawiązaniu do pytań zadanych podczas poprzedniego wykładu i dyskusji zostały przedstawione najważniejsze fakty z historii przetwarzania informacji. Odtworzona została historyczna droga budowy coraz to doskonalszych maszyn informatycznych, od abaków i liczydeł, poprzez mechaniczne maszyny liczące, maszynę różnicową Babbage’a, komputery sekwencyjne kolejnych generacji, aż po obecnie produkowane komputery i superkomputery binarne. Zwrócono uwagę zarówno na stronę techniczną

zagadnienia, jak i (przede wszystkim) na rozwój koncepcji informacji i metod jej przetwarzania w kontekście aktualnej wiedzy przedmiotowej w zakresie nauk podstawowych, głównie fizyki i matematyki.

Algorytm a sieć neuronowa – prelegent: Przemysław Grądzki.

Gdy w XIX w. Babbage próbował zrealizować swój genialny pomysł maszyny liczącej, na pewno nie spodziewał się, jak bardzo jego idee zrewolucjonizują XX-wieczną technikę. Skonstruowany na podstawie jego koncepcji komputer podbił świat, znajdując zastosowanie w niemal każdej dziedzinie życia. Matematyczny model działania komputera algorytmicznego jest niezwykle prosty. Jednak w kilku zasadniczych punktach różni się on od sposobu funkcjonowania innego przedstawiciela rodziny maszyn matematycznych – sieci neuronowej. Ta z kolei przypomina nieco w działaniu ludzki mózg. Dostrzeżenie różnic pomiędzy komputerami algorytmicznymi a neuronowymi może być krokiem na drodze do poznania kolejnych tajemnic ludzkiego umysłu.

Jednym z pierwszych urządzeń do przetwarzania informacji był „abakus” – starożytny liczydło. Wraz z rozwojem cywilizacji powstawały coraz doskonalsze urządzenia mające na celu wesprzeć działania umysłowe człowieka. Wiek XX przyniósł szczególnie szybki postęp techniczny, a także naukowy. W związku z tym powstała potrzeba znacznego usprawnienia ludzkiej aktywności umysłowej. Właściwym w tym celu narzędziem okazał się komputer sekwencyjny, którego działanie oparte jest na tzw. schemacie von Neumanna. Praktyka wykazała, że jest on użyteczny dla wielu celów. Posiada jednak liczne słabości, szczególnie widoczne w zestawieniu z innym urządzeniem pełniącym podobne funkcje – siecią neuronową. Konfrontacja idei, na których oparte są wyżej wymienione konstrukcje, przedstawiona jest poniżej.

Każdy komputer zbudowany jest z następujących elementów:
jednostki centralnej (zawierającej procesor), która wykonuje wszystkie operacje (tzn. zadany program);
pamięci, w której przechowywane są programy i dane;
układów transmisji oraz wejścia-wyjścia, służących do komunikacji wewnętrznej oraz ze światem zewnętrznym;

Najważniejsze części zadania realizuje mikroprocesor. Wykonywane działanie składa się z pewnych elementarnych operacji (instrukcji maszynowych), które możemy pogrupować w następujący sposób:

- rozkazy transmisji danych;
- rozkazy arytmetyczne i logiczne;
- rozkazy przetwarzające łańcuchy danych;
- rozkazy sterujące skokami oraz wywołujące programy;
- rozkazy organizujące pętle (powtórzenia tych samych sekwencji rozkazów);
- rozkazy dotyczące przerw (krótkich podprogramów na stałe umieszczonych w pamięci komputera);
- rozkazy sterujące pracą procesora.

Rozkazy pobierane są z pamięci (w postaci zakodowanej w określone ciągi liczbowe), natomiast dane, na których mikroprocesor wykonuje działania, są pobierane z pamięci lub z układów wejścia-wyjścia.

Analizę metody działania komputerów algorytmicznych rozpoczniemy od przedstawienia sposobu, w jaki rozwiązuje on przykładowe zadanie – dodawanie dwóch liczb „ $a + b = c$ ”. Aby komputer zrealizował powyższe obliczenie, musi on wykonać następujący ciąg elementarnych operacji:

pobierz typ działania („+”);

pobierz pierwszy argument („a”) z układu wejściowego do układu liczącego;

pobierz drugi argument („b”) z układu wejściowego do układu liczącego;

wykonaj działanie („ $a + b = c$ ”);

prześlij wynik („c”) do układu wyjściowego.

Pierwszym spostrzeżeniem wynikającym z analizy powyższego przykładu jest sam fakt istnienia algorytmu. Sieć neuronowa nie potrzebuje konkretnej metody wykonania zadania, jedynie określonych wartości wag synaptycznych. Wiąże się z tym pierwsza cecha odróżniająca oba narzędzia – komputer algorytmiczny potrzebuje algorytmu danego z zewnątrz dla każdego działania, natomiast sieć neuronowa „uczy się” poprzez przykładowe zadania, dzięki którym za pomocą jednej strategii uczenia modyfikowane są wagi synaptyczne neuronów. Sieć jest więc (w przeciwieństwie do komputerów algorytmicznych) zdolna do samoorganizacji i adaptacji do konkretnego zadania.

Kolejnym spostrzeżeniem jest długość algorytmu, a w konsekwencji czas jego wykonania. Komputer algorytmiczny nie może wykonać jednocześnie wielu operacji elementarnych na raz (z pewnymi wyjątkami). Dla skomplikowanych zadań liczba elementarnych operacji jest ogromna, przez co czas realizacji zadania znacznie się wydłuża. W przypadku sieci neuronowych czas wykonania zadania znacznie się zmniejsza ze względu na równoległość przetwarzania danych.

Faktem wartym odnotowania jest nie wyjaśnione do końca zjawisko odporności sieci neuronowych na niektóre uszkodzenia jej elementów. W przypadku komputerów algorytmicznych jest nie do pomyślenia awaria któregośkolwiek elementu, gdyż zniekształcenie lub brak sygnału najczęściej powodują znaczne zmiany w działaniu całego urządzenia.

Dlaczego więc sieci neuronowe nie wyparły jeszcze komputerów algorytmicznych, pomimo wyraźnej przewagi sieci nad nimi? Odpowiedzi należy szukać w tym, że jest jeszcze dużo niewiadomych odnośnie do działania sieci neuronowych (np. problem znajdowania stanu stabilnego w sieci BAM). Natomiast działanie komputerów algorytmicznych jest w pełni zrozumiałe i jedyny problem stanowi konstruowanie coraz efektywniejszych rozwiązań programowych i sprzętowych. Jednak można przypuszczać, że postępujące badania nad sieciami neuronowymi pozwolą usunąć przynajmniej część ich dotychczasowych mankamentów i staną się one w pełni użytecznym narzędziem przetwarzania danych.

Komputer kwantowy – prelegent: Jacek Poznański.

W analizie określonych stanów psychicznych wyróżnia się bardzo ważną cechę – „pojedynczość”, która jest przeciwstawiana wielkiej liczbie jednoczesnych działań. Próby zrozumienia tego fenomenu za pomocą schematu działania komputerów równoległych są raczej nieprzekonywujące. Schemat ten staje się bardziej zrozumiały w

światle dotychczasowych osiągnięć związanych z modelowaniem działania nieprogramowalnej pracy mózgu za pomocą tak zwanych sieci neuronowych.

Jak się wydaje, możliwy jest pewien związek między „pojedynczością” świadomości i kwantowym paralelizmem, z którego wynika, iż na poziomie kwantowym rozmaite stany układu mogą współistnieć w postaci liniowej superpozycji. Świadczyłyby to o tym, iż pojedynczy stan kwantowy może obejmować jednocześnie rozmaite procesy. Pomysł ten znalazł zastosowanie w teoretycznych, a od niedawna i praktycznych rozważaniach nad koncepcją tzw. komputera kwantowego. Pojęcie to wprowadził D. Deutsch w 1985 r. W przypadku komputera kwantowego paralelizm kwantowy miałby dotyczyć np. dwóch rachunków, przy czym chodziłoby tu o informacje wytworzoną przez superpozycję pary rachunków. Zalety takiego komputera pojawiają się gdy mamy do wykonania bardzo dużą liczbę równoległych rachunków, a interesuje nas wynik będący kombinacją wyników rachunków cząstkowych.

Aby zbudować taki komputer, potrzebna jest konstrukcja kwantowej wersji bramek logicznych, w których wynik działań logicznych zależałby od pewnej operacji zastosowanej do danych wejściowych: mówi się tu o operacji U (ewolucja wektora stanu) oraz operacji R (redukcja wektora stanu). Niedawno udało się zbudować taką bramkę, wykorzystując układ trzech elektronów.

Pomysł Deutscha stoi jednak przed wieloma problemami; nie wiadomo, jak znaczącą rolę w procesach neuronalnych odgrywają zjawiska kwantowe, a przede wszystkim, czy istnieją neurony wewnątrz mózgu czułe na pojedyncze kwanty. Nie wiadomo też, jak można by kierować procesami zachodzącymi w procedurze U i na ile wyniki tych procesów są wiarygodne. Poza tym okazuje się, że mózg jest zbyt „gorący” (wysoki poziom energii szumów), aby procesy w nim zachodzące mogły dostatecznie długo zachować kwantową koherencję. Z analiz Deutscha wynika, że komputery kwantowe nie różnią się zasadniczo od klasycznych, gdyż nie potrafią wykonywać operacji niealgorytmicznych.

Wysunięte trudności nie eliminują omawianych komputerów z dyskusji nad sztuczną inteligencją, gdyż nie znamy dostatecznie głęboko zarówno zjawisk fizyki kwantowej, jak i (przede wszystkim) procesów zachodzących w mózgu.

Problematyka sztucznej inteligencji oraz sieci neuronowych spotkała się z żywym zainteresowaniem uczestników Seminarium, dlatego też podczas następnych spotkań przewidziane jest poszerzenie dyskusji i referatów o tematykę z zakresu teorii systemów, teorii informacji oraz o neurofizjologię mózgu. Uważamy, że te działania przyczynią się do wzbogacenia naszej wiedzy na temat otaczającej nas rzeczywistości, a także przybliżą nas choć o krok do celu, którym jest odpowiedź na pytanie o naturę myślenia.

*Przemysław Grądzki
Tomasz Michniowski
Jacek Poznański*