

Paweł Skowroński
Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk Społecznych
Instytut filozofii

Johna von Neumanna koncepcja umysłu

Urodzony 28 grudnia 1903 r. w Budapeszcie, naprawdę nazywał się Neumann János Lajos, w czasie pobytu w Niemczech nazywał się Johann von Neumann, dziś znany jest pod swym amerykańskim imieniem: John. Pochodził z rodziny żydowskiej. Już jako dziecko wyróżniała go niezwykła inteligencja. Mając sześć lat potrafił np. z dużą prędkością dzielić w pamięci ośmiocyfrowe liczby. Od wczesnej młodości wykazywał zdolności do nauk ścisłych, już w wieku 17 lat opublikował swój pierwszy artykuł matematyczny. Po zdaniu matury von Neumann studiował na kilku europejskich uniwersytetach (ETH Zürich, Budapeszt, Göttingen, Hamburg, Berlin). Bardzo trafnie jego wyjątkowe zdolności opisuje zabawna anegdota. Kolega von Neumanna miał teorię, że przypadku zadań, które mają dwa możliwe sposoby rozwiązania, pierwsze polegające na żmudnych i skomplikowanych obliczeniach albo wpadając na eleganckie, proste rozwiązanie problemu, matematycy zawsze wybierają trudniejszą metodę, gdy natomiast fizycy wybierają zawsze sposób łatwiejszy. Takim zadaniem jest zagadka z dwoma pociągami, odległymi od siebie o 100 km, zbliżającymi się do siebie tym samym torem, jeden jedzie z prędkością 30 km/h, a drugi 20 km/h. Ptak lecący z prędkością 120 km/h zaczyna lot w miejscu, gdzie znajduje się pociąg A (w momencie, gdy pociągi znajdują się od siebie w odległości 100 km), leci do pociągu B, następnie z powrotem do pociągu A i tak w koło aż do czasu, gdy oba pociągi zderzą się ze sobą. Zadanie polega na podaniu odpowiedzi na to, jaką trasę pokonał ptak do momentu, w którym zderzyły się pociągi. Von Neumann zapytany przez kolegę odpowiedział niemal natychmiast „240 kilometrów”. Kolega von Neumanna był tym zaskoczony, spodziewał się bowiem, że zrobi to trudnym sposobem, przypisując sumę do szeregu nieskończonego. Von Neumann słysząc wypowiedź kolegi wykrzyknął z zakłopotaniem, uderzając się w czoło „No tak! Jest prosty sposób!”¹.

W bardzo młodym wieku, bo już w 1927 roku, został docentem na uniwersytecie Humboldta w Berlinie, a następnie wykładał na uniwersytecie w Hamburgu. Jesienią 1929 r. został zaproszony przez Oswalda Veblena do Princeton, dokąd w 1930 r. wyjechał i rozpoczął pracę naukową na tamtejszym Uniwersytecie. W 1933 r. objął stanowisko profesora matematyki na nowo założonym, elitarnym Institute for Advanced Study. Innym znanym wykładowcą tego instytutu był Albert Einstein. W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej pozostał do końca życia.

Jego zainteresowania obejmowały różne dziedziny matematyki. Zajmował się teorią funkcji rzeczywistych, logiką matematyczną, teorią miary, geometrią, ogólną topologią, teorią ergodyczną, problemami związanymi z pierścieniami operatorów, teorią kwantów. W 1944 r. napisał, razem z Oskarem Morgensternem, *The Theory of Games and Economic*

¹ Vide: D. C. Dennett: *Dźwignie wyobraźni i inne narzędzia do myślenia* (Copernicus Center Press, Kraków 2015), p. 10.

Behavior, stając się twórcą teorii gier. W okresie gdy zaczęła światu zagrażać wojna, Neumann pracował nad zastosowaniem matematyki w fizyce opierając się na zagadnieniach dotyczących hydrodynamiki wzajemnego oddziaływania fal uderzeniowych, które były niezwykle przydatne dla celów wojskowych. Wkrótce stał się czołowym znawcą i propagatorem używania elektrycznych maszyn matematycznych do rozwiązywania nierozstrzygniętych jeszcze problemów naukowych.

Swój szczególny wkład wniósł również w rozwój informatyki stając się jednym z jej pionierów.

Zmodyfikował i ulepszył pierwszy komputer ENIAC, na którym prowadzono obliczenia zbudowany w Filadelfii dla Ballistic Research Laboratories of Army Ordnance. Następcą tej maszyny był komputer EDVAC, w którym zastosowano architekturę zwaną „architekturą Von Neumanna”, według której są budowane komputery do dnia dzisiejszego.

Opracowanie planu maszyny zostało oparte na pewnych czynnościach mózgu ludzkiego. Studiowanie neurologii i psychiatrii pozwoliło Neumannowi dojść do wniosku, że w maszynach elektrycznych można naśladować pewne uproszczone modele mózgu ludzkiego.

Zasady klasycznego komputera wg von Neumanna

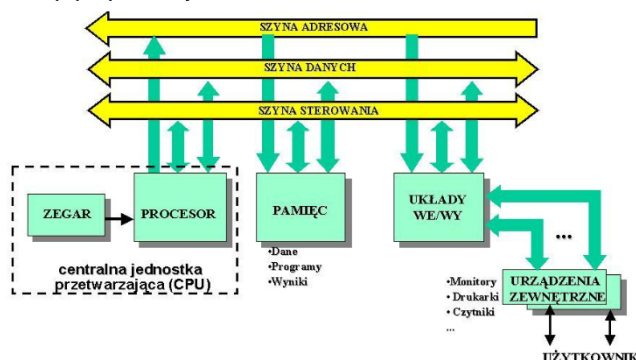
- a) program wykonywany przez procesor wraz z danymi jest umieszczony w pamięci,
- b) kolejność wykonywanych rozkazów zależy od ich umieszczenia w programie (w kolejnych komórkach pamięci), a zmiana tej zasady może być wykonana tylko:
 - przez program (rozkaz skoku);
 - przez system operacyjny np. wykrycie błędu
 - przez operatora np. reset
- c) procesor odczytuje kolejne rozkazy z pamięci wykorzystując odpowiednie adresy.

Każde działanie wykonywane przez system jest wynikiem realizacji określonego programu bądź jego fragmentu. Program umieszcza się w pamięci wczytując go, z odpowiednich nośników, za pomocą odpowiednich urządzeń wejściowych. Takimi typowymi urządzeniami przeznaczonymi do tego celu są

- a) klawiatura w przypadku pracy interakcyjnej, tzn. gdy operator na bieżąco współpracuje z komputerem;
- b) napęd dysku elastycznego, gdy operator wcześniej przygotował program i dane na dyskietce, a w odpowiednim momencie przepisuje je do pamięci komputera.

Po zapisaniu programu do pamięci może on zostać wywołany do wykonania w dowolnym momencie. Wywołanie programu następuje w momencie, gdy procesor wyśle do pamięci adres komórki, w której zapisano pierwszy rozkaz programu. Ponieważ kolejne rozkazy są w kolejnych komórkach pamięci, to zaraz po odczytaniu jednego rozkazu procesor przygotowuje do wysłania do pamięci adres następnego rozkazu. Celem łatwej realizacji tego zadania w procesorach stosuje się licznik (LR) nazywany zwykle licznikiem rozkazów PC

(program counter). Przygotowanie następnego adresu polega wówczas na dokonaniu inkrementacji zawartości tego licznika².



Model architektury von Neumanna wraz z charakterystycznymi dla niej elementami (źródło: http://83.14.239.10/komputer/syst_komput/systemy_komputerowe_pliki/architektura_komputera.html)

Ostatnia praca von Neumanna nosi tytuł „Maszyna matematyczna i mózg ludzki”. Od stycznia 1956 r. przez chorobę raka kości zmuszony był używać wózka inwalidzkiego. W dniu 8 lutego 1957 roku Neumann zakończył życie.

Komputer a mózg

Poprzednia część pracy miała charakter poglądowy na życie i działalność von Neumanna, w tej części natomiast zostanie przedstawiony problem, który jest bardziej istotny dla kognitywistów, głównie ze względu na poruszaną tematykę mózgu. Rozważania te znajdują się już we wyżej wspomnianej pracy. Autor w swojej książce podjął się zadania porównania maszyn liczących z mózgiem (a ściślej układem nerwowym). Zadanie owe zaczyna od wyłożenia podstaw budowy i funkcjonowania komputerów, gdzie wskazuje na takie elementy jak „narząd wejściowy”, „narząd wyjściowy” i „narząd aktywny” (ten ostatni jest najważniejszym elementem maszyny liczącej, jest bowiem odpowiedzialny za operacje). Operacje podejmowane przez narząd aktywny mogą być arytmetyczne, logiczne albo fizyczne (np. kontrola napięcia). Reprezentacja liczb w owych operacjach może odbywać się w przez dwie procedury, analogową lub cyfrową³, gdzie pierwsza polega na reprezentacji przez odpowiednie wielkości fizyczne, którymi może być albo kąt, o który obróciła się tarcza, albo moc pewnego prądu lub wysokość napięcia, a odpowiednie narządy miały służyć do wykonywania operacji na tych wielkościach. Reprezentacja cyfrowa (mniej popularna w czasach von Neumanna) polegała na systemie „znaczników”, które miały odpowiadać liczbom dziesiętnym, a nośnikiem znaczników miał być impuls elektryczny, sterowany przez urządzenia wpustowe, tj. bramki. Operacje w tym systemie polegały na kombinacji znaczników wedle struktur logicznych arytmetyki (np. dla dodawania odpowiada reguła: „odpowiednia cyfra sumy jest 1, jeśli liczba składników będących 1 <z cyfrą przeniesioną

² Vide: <http://kwasnicki.prawo.uni.wroc.pl/pliki/Gajek%20o%20John%20von%20Neumann.pdf>

³ Vide: John von Neumann: *Maszyna matematyczna i mózg ludzki* (Państwowe Wydawnictwo Naukowe, warszawa 1963), p. 19-22

włącznie> jest nieparzysta, w przeciwnym zaś wypadku – 0⁴). Dodatkowo konieczne było stworzenie programu dla takiej maszyny i sterowania pamięciowego, w każdym razie von Neumann postrzegał komputer, analogowy i cyfrowy, jako zbiór narządów (a raczej zbiór podzbiorów narządów) zdolną do wykonywania operacji matematycznych wedle specyficznego programu.

Pierwsza część książki, której treść przedstawiłem w zarysie, miała wyłożyć materiał potrzebny do porównania mózgu z maszyną. Pomimo, że jego znajomość układu nerwowego, jak to skromnie określa, nie jest fachowa i jest świadom, że nie zna wszystkich funkcji mózgu, był pewien jednego - mózgi dokonują kalkulacji.

Autor zaczyna porównanie mózgu z maszyną od budowy neuronu i jego stymulacji, wskazuje na obszary, w których mózg górował nad komputerem, np. pod względem ekonomiczności mózg przewyższał komputery jego epoki, wykorzystywał znacznie mniej energii dla swoich procesów, wielkość „obwodów” i „podzespołów” mózgu jest nieporównywalnie mniejsza od tej, którą można było zastać w komputerach lat 50. Maszyna jednak górowała już wtedy nad człowiekiem, jeżeli chodziło o czas reakcji (czas reakcji mózgu to coś między 0.01 a 0.0001 sekundy, natomiast czas reakcji lamp elektronowych z lat 50 wynosi coś między 0.000001 a 0.0000001 sekundy). Układ naturalny dominuje jeszcze nad sztucznym, jeżeli chodzi o liczbę czynności wykonywanych w danym przedziale czasowym, ponadto pierwszy działa większą ilością narządów.

Wśród innych porównań von Neumann zaznacza, że przepływ impulsów elektrycznych w neuronie można przyrównać do podstawowych działań logicznych, koniunkcji oraz alternatywy; jeśli bowiem neuron jest połączony synapsami z aksonami dwóch innych neuronów i minimalnym wymogiem jego pobudzenia są dwa impulsy wejściowe, to neuron jest wtedy narzędziem pełniącym funkcje koniunkcji (iloczynu), gdyż reaguje tylko wtedy, gdy oba stymulatory są jednocześnie czynne, natomiast jeżeli neuron wymaga tylko jednego pobudzenia, to *per analogiam* pełni on funkcje alternatywy (sumy)⁵. Sugerowałoby to, że neurony mogą pełnić funkcje podstawowych narządów logicznych, a dzięki temu mogłyby być narządami cyfrowymi (obecność narządów cyfrowych nie czyni jednak z mózgu maszyny cyfrowej).

Rozważania nad skomplikowaną budową systemu nerwowego prowadzą matematyka do postawienia hipotezy, że ów system, jako aparat, musi być wyposażony zarówno w część arytmetyczną, jak i logiczną, a ponadto musi być dokładna. System ów musi dokonywać bardzo długich obliczeń, a w ich trakcie błędy mogą ulegać zwielokrotnieniu, zatem musi cechować się dokładnością, aczkolwiek w mniejszym stopniu niż sztuczne maszyny liczące, bo tylko do 2-3 miejsc dziesiętnych. Prowadzi to do przypuszczenia, że natura zapisu nie jest cyfrowa *sensu stricto*, lecz statystyczna (układ nerwowy polega na częstotliwości impulsu, natomiast cyfrowy polega na obecności lub nieobecności znacznika), co miałyby wynikać ze sposobu przekazywania informacji w układzie nerwowym.

Statystyczny charakter naturalnej maszyny liczącej (jeżeli tak nazwiemy mózg) prowadzi do przypuszczeń, że notacje arytmetyczne owej maszyny również muszą mieć

⁴ Vide: Ibidem, p. 24-25

⁵ Vide: Ibidem, p. 66.

własności statystyczne, co tłumaczy niższy poziom dokładności arytmetycznej i wyższą niezawodność logiczną.

Von Neumann kończy książkę problem, dotyczącym języka mózgu. Wielokrotnie wspomniany statystyczny charakter przekazywania informacji sugeruje, że język mózgu nie jest językiem matematyki (w sensie tej rozumianej jako twór cywilizacji), a zatem matematyka mózgu musi być odmienna od tej wtórnej⁶.

⁶ Vide: Ibidem, p. 93.