

Paweł Nowak

Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki

Brain on a chip

Podstawową jednostką budowy mózgu jest neuron. Największa część mózgu - kora mózgowa - zawiera od 15 do 33 miliardów neuronów¹, w porównaniu do 731 milionów tranzystorów w procesorze Intel Core i7². Połączeń pomiędzy neuronami - czyli synaps - jest jeszcze więcej: od 10^{14} do 5×10^{14} . Pojedynczy neuron jest dużo bardziej skomplikowany od tranzystora, ciągle nie znamy w pełni ich zasady działania.

Już w latach 70-tych zaczęły się badania nad interfejsami komputer-mózg, łączących komputery z układem nerwowym. Do mózgu zostaje wszczepiony implant, który komunikuje się poprzez impulsy elektryczne. Niezwykła plastyczność mózgu pozwala mu nauczyć się jak rozumieć te bodźce. Badania te skupiają się przede wszystkim na wykorzystaniu urządzeń elektronicznych w celu leczenia niepełnosprawności, np. za pomocą kamery wysyłającej obraz do mózgu niewidomego, albo protez kontrolowanych myślą. My jednak pójdziemy w zupełnie innym kierunku i zamiast wykorzystywać technologie w celu pomocy ludziom, pomyślimy jak można wykorzystać (niekoniecznie ludzki) mózg aby wspomóc komputery.

Istnieje wiele zagadnień które przysparzają komputerom nie lada problem, a które są codziennością dla ludzi, np. rozpoznawanie ręcznego pisma. Jedną z technik używanych do rozwiązywania tego typu problemów są sztuczne sieci neuronowe. Symulują one działanie neuronów w uproszczonym modelu, w którym każdy neuron jest parametryzowaną funkcją matematyczną z wieloma wejściami i jednym wyjściem. Sieć taką można uczyć na przykładowy zbiorze danych z wynikami, np. zdjęciach wraz z informacją co na nich jest, po czym będzie ona w stanie również identyfikować te przedmioty na zdjęciach innych niż przykładowe.

Podejście to jednak błędnie w porównaniu do możliwości ludzkiego mózgu. Moc obliczeniowa dzisiejszych komputerów nie pozwala na symulowanie tak wielkich ilości neuronów, a uproszczony model ich działania jest marną imitacją prawdziwych neuronów. Jeśli prawo Moora będzie trwać dalej to będziemy mieli szanse przełamać te bariery (zakładam że postęp w zakresie neurobiologii jest pewny). Mamy jednak inną możliwość, nad którą już pracują naukowcy z Max Planck Institute for Biophysical Chemistry³. Wyhodowali oni na silikonowej płytce komórki neuronowe ślimaka, połączone z układem elektronicznym umożliwiającym stymulowanie neuronów i rejestrowanie napięcia. W przyszłości takie biologiczno-elektroniczne układy mogą stać się podstawą sztucznej inteligencji (czy słowo „sztucznej” jeszcze tu aplikuje?). Być może kiedyś znajdą się obok karty graficznej w każdym komputerze.

1.1 Pelvig, DP; Pakkenberg, H; Stark, AK; Pakkenberg, B (2008). "Neocortical glial cell numbers in human brains". *Neurobiology of Aging* 29 (11): 1754-1762. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2007.04.013. PMID 17544173.

2 http://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count

3 Zeck, Günther, and Peter Fromherz. "Noninvasive neuroelectronic interfacing with synaptically connected snail neurons immobilized on a semiconductor chip." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98.18 (2001): 10457-10462.

Gdzie mogło by być wykorzystane to urządzenie? Na początku najprawdopodobniej tam, gdzie już wykorzystuje się techniki uczenia maszynowego (do których należą sztuczne sieci neuronowe). Są to zadania takie jak odczytywanie treści zdjęć, wydobywanie informacji z tekstu, rozpoznawanie mowy, rozpoznawanie wzorców i klasyfikacja (np. czy dany e-mail to spam?), prowadzenie samochodów, przewidywania rynkowe, czy po prostu rozmowa z człowiekiem. Wiele osób słyszało o tym, że samo-prowadzące się samochody już istnieją (ale nadal nie potrafią jeździć przy ulewnym deszczu⁴), lub rozmawiało już ze swoim telefonem. Niestety, Google Now czy Siri są raczej rozczarowujące w porównaniu do sztucznej inteligencji znanej z filmów science-fiction, którą moglibyśmy stworzyć dzięki prawdziwym sieciom neuronowym.

Zanim mózg na czipie stanie się rzeczywistością będziemy musieli pokonać wiele przeszkód natury technicznej. Problemem będzie utrzymanie neuronów przy życiu: będzie to wymagać utrzymywania niezwykle skomplikowanego, odpowiedniego środowiska i ciągłego dostarczenia składników odżywczych. Układ taki nie może zostać wyłączony i prawdopodobnie będzie miał krótki czas życia. To powoduje, że nie wydaje mi się aby znalazły się one w zwykłych domowych komputerach. Bardziej prawdopodobna jest wizja wielkich serwerowni, gdzie martwe układy są na bieżąco wymieniane na nowe. Mózgi były by wynajmowane klientom przez Internet, tak jak dzisiaj wynajmuje się komputery w chmurze.

Poza przeszkodami technicznymi będziemy musieli się zmierzyć z moralnością i etyką. Pojawi się pytanie czy wyhodowana na silikonowej płytce sieć neuronów posiada świadomość, czy pojedynczy neuron posiada świadomość i konsekwentnie gdzie jest granica przy której nabywana jest świadomość? Dziedzina ta jest tak obszerna, że można by zadawać pytań w nieskończoność. Jednak wydaje mi się, że nie zatrzyma to nas dopóki układy te nie nabiorą wręcz ludzkiego poziomu inteligencji - w końcu mózg na czipie nie może krzyknąć, jeśli nie ma ust.

4 <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2739765/Is-Google-s-driverless-car-fair-weather-friend-Vehicle-WON-T-work-heavy-rain-snow-insider-reveals.html>