

Ludzie są jednymi z najbardziej zaawansowanych i złożonych systemów biologicznych na Ziemi. Nasze mózgi posiadają zdolności obliczeniowe zdolne do przetwarzania milionów zadań jednocześnie, umożliwiając organizmowi funkcjonowanie w bardzo zmiennych warunkach. Ludzkie oko, nasz narząd wzroku, ewoluowało przez miliony lat do jednego z najbardziej wyrafinowanych systemów przechwytywania i analizowania informacji wizualnych. Warto zauważyć, że oko zawiera najbardziej dostępną część sieci neuronowej mózgu - ludzką siatkówkę - którą można badać za pomocą stosunkowo kompaktowych i nieinwazyjnych metod optycznych. Układ wzrokowy ma dobrze zdefiniowane wejścia w postaci milionów fotoreceptorów i wyjścia poprzez włókna nerwowe, które łączą oko z mózgiem. Każde z tych włókien nerwowych jest połączone z komórkami zwojowymi siatkówki (RGC), które są odrębnymi węzłami zbierającymi informacje przetwarzane przez siatkówkę z określonych, przestrzennie ograniczonych grup fotoreceptorów (pól receptyjnych).

Ponadto, struktura i funkcja obwodów neuronalnych siatkówki są stosunkowo dobrze poznane, a metody optyczne pozwalają nam już obserwować aktywność neuronów podczas stymulacji fotoreceptorów u genetycznie zmodyfikowanych zwierząt. Przy niewielkich modyfikacjach, techniki te mogłyby skutecznie służyć jako pomost między komputerami a siecią neuronową ludzkiej siatkówki *in vivo* - bez konieczności modyfikacji ludzkiego ciała. Taki interfejs mógłby być dalej rozwijany w kierunku autonomicznego systemu komunikacji z mózgiem, zdolnego do wykonywania wstępnych zadań obliczeniowych na poziomie siatkówki. Jednak podstawowym pytaniem, na które należy najpierw odpowiedzieć, jest to, czy możliwe jest uzyskanie informacji o stanie funkcjonalnym obwodów neuronalnych siatkówki - zarówno wejść, jak i wyjść - przy użyciu nieinwazyjnych metod optycznych.

Czy nie moglibyśmy wykorzystać przynajmniej ułamka tych możliwości obliczeniowych do obliczeń, które wykonujemy każdego dnia w ramach naszej pracy lub rozrywki? Czy nie możemy stworzyć odpowiedniego interfejsu mózg-komputer, aby przenieść część obliczeń wykonywanych przez współczesne komputery do biologicznych systemów obliczeniowych, których architektura została wyrzeźbiona przez miliony lat ewolucji? Co się stanie, jeśli będziemy w stanie wykorzystać na przykład niewielką część sieci neuronowej ludzkiego mózgu do wykonywania obliczeń jak komputery lub wnioskowania jak sztuczne sieci neuronowe? Czy bylibyśmy w stanie wykorzystać indywidualne podobieństwa w sposobie analizowania danych, aby wykorzystać sieć rozproszonych jednostek obliczeniowych składających się z milionów biologicznych sieci neuronowych w ludzkich ciałach, zsynchronizowanych przez komputer sterujący? Czy moglibyśmy wtedy zwiększyć szybkość i efektywność energetyczną przetwarzania? Wykorzystajmy zatem biologiczną sieć neuronową do przeprowadzania wnioskowania i sprawdźmy, czy możemy znaleźć indywidualne podobieństwa, aby takie przetwarzanie było możliwe do przeniesienia między różnymi osobami. Jak możemy tego dokonać?

Pierwszym krokiem jest opracowanie odpowiednich narzędzi, które pozwolą nam odczytywać aktywność komórek neuronalnych w sposób nieinwazyjny i bezkontaktowy. Aby opracować takie narzędzia, musimy odpowiedzieć na fundamentalne pytanie, czy możliwe jest uzyskanie informacji o stanie funkcjonalnym neuronów siatkówki za pomocą metod optycznych. W naszej pracy opracujemy odpowiednią metodologię, aby odpowiedzieć na to pytanie.