

Hakowanie mózgu

Maria Duszczał, Michał Klichowski

Innowacja pedagogiczna rodem z *Czarnego lustra*

Pod koniec sierpnia tego roku Elon Musk – znany amerykański przedsiębiorca, twórca marek PayPal, SpaceX i Tesla – zaprezentował światu, podczas transmisji internetowej, chip wszczepiony do mózgu świni¹. To urządzenie wielkości monety, połączone z jej ośrodkowym układem nerwowym, umożliwiło odczyt aktywności neuronalnej. Można było zaobserwować ją na wykresie, kiedy zwierzę szukało pożywienia. Choć wydarzenie to było niezwykle spektakularne i nagłośnione

medialnie, warto wiedzieć, że założona przez Muska firma – Neuralink² przeprowadzała tego typu testy nie po raz pierwszy. Wcześniej wykonywano je na małpach oraz szczurach³, o czym Musk informował w trakcie odbywającej się w ubiegłym roku konferencji⁴, która miała na celu ukazanie postępów w pracach nad hakowaniem mózgu, a zatem nad próbami technologicznego włamania się do niego⁵. Ta historia to nie fabuła kolejnego sezonu serialu *Czarne lustro*. To się dzieje naprawdę.

Neurochipy strategią hakowania mózgu

Neuralink, ujmując to możliwie najprościej, zajmuje się opracowywaniem interfejsów mózg-maszyna (BMI – *brain-machine interface*), które w założeniu doprowadzą do stworzenia hybrydy człowieka i komputera, będącej realizacją jednej z najważniejszych idei procesu cyborgizacji, a zatem przekształcania ludzi w cyborgi⁶. W tym momencie zespół Neuralink jest w trakcie projektowania pierwszego implantu neuronowego, który miałby umożliwić ludziom sterowanie komputerem lub urządzeniem mobilnym. W związku z tym, że jego implantacja będzie wymagała ogromnej precyzji, równolegle trwają prace nad systemem robotycznym, który zapewniłby skuteczne i bezpieczne umieszczenie chipu w ludzkim mózgu. Co więcej, firma pracuje także nad aplikacją mobilną, dzięki której możliwe będzie sterowanie danym urządzeniem bezpośrednio myślami, a dokładniej – poprzez interpretowane przez aplikację zmiany w aktywności mózgu. Co ciekawe, potrzebne do tego ma być jedynie połączenie Bluetooth. Symulację takiej aplikacji można znaleźć na stronie internetowej Neuralink⁷.

Na tym nie koniec. Musk planuje pójść o kilka kroków dalej – chce nie tylko monitorować aktywność mózgu, ale także stymulować go, wpływać na niego, a być może także i go leczyć (na przykład naprawiać lezje czy rekonstruować przerwane obwody neuronalne)⁸. Zaprojektowany przez firmę interfejs może mieć również funkcje terapeutyczno-usprawniające. Mógłby on bowiem dać osobom z różnymi niepełnosprawnościami motorycznymi (na przykład wynikającymi z urazów rdzenia kręgowego) możliwość sterowania telefonami i komputerami za pomocą samego tylko umysłu (poprzez myśli).

Co więcej, Musk twierdzi, że chipy mogłyby pomóc w leczeniu wielu chorób związanych z zaburzeniami funkcjonowania układu nerwowego, takimi jak choćby demencja czy choroba Parkin-

sona. Uważa on, że urządzenia te mogłyby korygować sygnały elektryczne wysyłane przez neurony do mózgu, co w konsekwencji rozwiązałyby problemy neurologiczne, z którymi każdy z nas może spotkać się na pewnym etapie życia, takie jak utrata pamięci, depresja, bezsenność, napady padaczkowe czy zaburzenia lękowe, a także deficyty o innych (niż neuronalne) podłożach, jak choćby utrata słuchu, ślepota, paraliż, ekstremalny ból, zawały, a nawet uzależnienia⁹.

Jednakże nadrzędnym celem, jaki przyświeca działaniom Muska, jest nadludzkie poznanie (*superhuman cognition*), które mogłyby zostać osiągnięte dzięki interfejsowi mózg-maszyna, a to z kolei miałyby umożliwić ludziom dotrzymanie kroku dynamicznie rozwijającej się sztucznej inteligencji¹⁰. W związku z tym wizje Muska obejmują również bezpośrednie podłączenie mózgu człowieka do internetu, przechowywanie wspomnień w chmurze czy wgrywanie engramów ludzkiej pamięci do robotów¹¹.

Pierwsze zhakowanie

Choć w ostatnim czasie, właśnie za sprawą Muska i jego medialnie nagłaśnianych wystąpień, o chipach zrobiło się szczególnie głośno, to pierwsza implantacja chipu miała miejsce już w 1998 roku¹². Wtedy to brytyjski naukowiec, Kevin Warwick, poddał się eksperymentowi chirurgicznego wszczepienia implantu w swoje przedramię. Chip ten emitował unikalny sygnał identyfikacyjny, który był rozpoznawalny przez komputer połączony z różnymi elementami tak zwanego inteligentnego budynku. W konsekwencji Warwick mógł „bezdotykowo” obsługiwać jego wyposażenie, na przykład windy, oświetlenia czy drzwi.

To, można powiedzieć, historyczne wydarzenie. Stanowi jednak tylko pewien element większego przedsięwzięcia, Projektu Cyborg¹³, i jest jedynie swoistym wstępem do osiągnięcia celu przyświecającego Warwickowi, bardzo zbliżone-

go do tego, jaki stawia przed sobą Musk, a mianowicie stworzenia hybrydy człowieka i maszyny, innymi słowy – cyborga¹⁴.

Co ciekawe, już w tamtym czasie (pod koniec XX wieku) naukowiec ten mówił o ogromnym potencjale kryjącym się w technologii chipów, na przykład o możliwości zastąpienia implantami takich codziennych obiektów, jak karty płatnicze, kluczyki/piloty samochodowe czy bilety komunikacji miejskiej. Implanty – jak dalej argumentował Warwick – to także potencjalne nowe nośniki kluczowych informacji, takich jak grupa krwi czy numer ubezpieczenia społecznego (mogłyby one także wczytywać przyznane właścicielowi implantu mandaty). Podkreślał on przy tym, że możliwa byłaby ciągła aktualizacja tych danych, a ponadto dane zapisane w chipach byłyby w pełni bezpieczne, same zaś implanty nie powodowały jakiegokolwiek, nawet najmniejszego, dyskomfortu¹⁵.

Codziennosc hakowania

W latach 90. ubiegłego wieku futurystyczne wizje Warwicka przypominały jedynie kadry filmów *science fiction*. Dziś są one jednak rzeczywistością, współcześnie chipy są już bowiem ogólnodostępne. Aby je sobie zaimplantować, nie potrzebna jest nawet pomoc specjalisty. Można zrobić to samemu w domu, korzystając z odpowiedniego, dostępnego w sklepach internetowych, sprzętu. Osoby, które wolą skorzystać z usługi implantacji, mogą udać się zarówno do centrum medycznego, ale także do studia tatuażu lub piercingu. Przykładem sklepu oferującego zarówno chipy, jak i narzędzia do ich wszczepiania jest internetowy sklep *I am ROBOT*¹⁶, w którego ofercie znaleźć możemy chipy oparte na technologii NFC (*near-field communication* – komunikacja bliskiego zasięgu) lub RFID (*radio-frequency identification* – systemy identyfikacji radiowej). Ceny implantów zaczynają się już od mniej niż 30 dolarów i zależą od parametrów oraz możliwości, jakie zapewnia

użytkownikowi dany model. Funkcji oferowanych przez dostępne w sklepie chipy jest bardzo wiele. Przykładowe z nich to:

- przekazywanie danych kontaktowych prosto na inne urządzenie, na przykład smartfona,
- odblokowanie smartfona,
- umożliwienie dostępu do usług, takich jak Dropbox, Google Maps czy kontaktów,
- pełnienie funkcji karty członkowskiej na przykład siłowni czy klubu fitness,
- zastąpienie biletu okresowego,
- przechowywanie danych dotyczących zdrowia, takich jak grupa krwi, przyjmowane leki i ich dawki, choroby i kontakty do osób, z którymi należy kontaktować się w razie wypadku,
- połączenie chipu z innymi urządzeniami,
- otwieranie i zamykanie drzwi,
- logowanie do różnych urządzeń zawierających hasło dostępu.

Jak widać chipy są urządzeniami multifunkcyjnymi i mogą być wykorzystywane w złożonych i zróżnicowanych kontekstach. Generalnie jednak mają one zwiększać bezpieczeństwo naszych danych, zapewniać nam do nich szybki dostęp, a także podnosić komfort użytkowania różnorodnych narzędzi technologicznych.

W internecie można znaleźć wiele osób, które właśnie w ten sposób, a więc zgodnie z fundamentalną dla procesu cyborgizacji (czy szerzej: filozofii transhumanistycznej) ideą, dążą do pokonania ograniczeń własnego ciała za pomocą technologii¹⁷. Jedną z nich jest na przykład trzydziestokilkuletnia kobieta, która w swojej lewej ręce ma wszczepiony chip RFID zastępujący klucze, a w prawej chip NFC, będący odpowiednikiem karty kredytowej i nośnikiem informacji medycznych. Ponadto, w jednym z jej palców umiejscowiony został magnes, który, jak twierdzi, przydaje jej się w pracy. Niemniej nie wszystkie ulepszenia, jakich kobieta ta dokonała, są aż tak praktyczne – posiada ona bowiem również na przykład dwa implanty LED, o funkcji ozdobnej (to jakby świecące

tatuże). Co warte podkreślenia, niektóre z tych implantacji nie były kwestią jej wyboru czy fanaberii, a koniecznością spowodowaną wypadkiem samochodowym. Rzepka wydrukowana w technologii 3D umożliwiła jej ponownie chodzenie¹⁸.

Z kolei pewien młody mężczyzna dokonuje implantacji chipów, ponieważ dąży do tego, aby mieć inteligentne dłonie (*smart hands*)¹⁹ – analogicznie do inteligentnych sprzętów typu smartfon, smartwatch czy smart TV²⁰. Cyborg ten swoją pierwszą implantację nazywa chrztem technologicznym (*technological baptism*), który rozpoczął jego cybernetyczne (cyborgiczne?) życie.

Jednak należy zwrócić uwagę na fakt, że sposobów wykorzystania chipów jest znacznie więcej. Na przykład rząd Indonezji rozważał wszczepianie chipów wszystkim przestępcom seksualnym, którzy opuszczali więzienia, aby możliwe było ich całodobowe śledzenie²¹. Kilka lat wcześniej w jednej z prowincji tego kraju planowano także chipowanie pacjentów z HIV/AIDS w celu zapobiegania rozprzestrzenianiu się tej choroby²². Co więcej, niektóre firmy, jak na przykład Three Square Market, dają swoim pracownikom możliwość wszczepienia chipu, który pozwala im na przykład na wejście do budynku, otworenie drzwi, zalogowanie się do komputera czy nawet dokonanie jakiejś płatności²³.

Warto natomiast zauważyć, że proces implantowania, czyli endorozszerzania ciała i procesów poznawczych, nie odnosi się wyłącznie do chipów. Jest to pojęcie o wiele szersze i ma swoje źródło w procesie endousprawniania osób z niepełnosprawnością wzrokową i słuchową²⁴. Za egzemplifikację posłużyć tu może technooko, czy inaczej oko cyborga (*eyeborg*). Na jego przykładzie zauważyć można, że takie implanty (jak sztuczne oko) nie tylko kompensują braki, ale także rozszerzają pewne funkcje, jak w tym wypadku umożliwiając kręcenie okiem filmów, korzystanie z internetu bezpośrednio przez oko czy skanowanie okiem kodów QR²⁵.

Ciekawą ilustracją²⁶ endorozszerzeń mogą być także implanty wykorzystujące technologię rzeczywistości rozszerzonej (AR – *augmented reality*)²⁷. Na uwagę zasługują również nanoroboty, czyli urządzenia wielkości atomu. Miałyby one pomóc w leczeniu różnych chorób, przemieszczając się w naszym krwiobiegu, ale także dostarczać wiedzę i umiejętności bezpośrednio do mózgu (budując ich neuronalne reprezentacje), tak jak wgrywa się dane do komputera²⁸. To z kolei miałyby już swoje implikacje dla edukacji, bo zapowiadałyby w pewnym sensie zmierzch tradycyjnych form nauczania²⁹. Po co bowiem się uczyć, skoro można wgrać wiedzę bezpośrednio do mózgu?

Hakowanie przeczaszkowe

Istnieją jednak jeszcze inne technologie, niezwiązane z procesem implantowania, umożliwiające hakowanie mózgu. Jedną z nich jest przeczaszkowa stymulacja magnetyczna mózgu (TMS – *transcranial magnetic stimulation*), która pozwala nieinwazyjnie stymulować mózg przy pomocy szybko zmieniającego się pola magnetycznego, bez konieczności otwierania czaszki (cewkę tego urządzenia przykładają się po prostu do głowy, w miejscu wyznaczonym przez narzędzie pozwalające na zdalną neuronawigację)³⁰. Stymulacja oznacza tu pobudzenie (depolaryzację) neuronów w jakimś obszarze mózgu lub zakłócenie ich zdolności do generacji i przewodzenia impulsów czynnościowych (hiperpolaryzacja)³¹.

Ostatnie eksperymenty pokazują istotny potencjał TMS w zakresie hakowania mózgu. Dla przykładu, wykazano, że stymulacja grzbietowo-bocznej części kory przedczołowej (dlPFC – *dorsolateral prefrontal cortex*), biorącej udział w procesie rekonsolidacji pamięci lęku, zapobiega jego nawrotom³², natomiast stymulacja tylnej części zakrętu skroniowego dolnego (pITG – *posterior inferior temporal gyrus*), jednego z kluczowych elementów neuronalnej sieci liczenia, poprawia efektywność umy-

słowych obliczeń matematycznych³³. Odpowiednia stymulacja mózgu może doprowadzać do rekonstruowania innych typów śladów pamięciowych czy usprawniania innych procesów poznawczych, a w konsekwencji do konstruowania określonych myśli czy umiejętności. Co istotne, stymulacja TMS prowadzi do zmian w komunikacji pomiędzy neuronami, a więc do przeobrażeń w obrębie obwodów/sieci neuronalnych (zarówno w zakresie struktury połączeń, jak i ich siły); zmianie nie podlegają natomiast struktury mózgu³⁴. Czyli dokładnie tak, jak w procesie uczenia się, tyle że w wypadku TMS, zamiast stymulujących mózg doświadczeń, mamy do czynienia z włamaniem się do mózgu i bezpośrednią (nieopartą na żadnym faktycznym doświadczeniu czy procesie realnego uczenia się) modyfikacją jego funkcjonowania.

Aparatura TMS to olbrzymi sprzęt, a sama stymulacja odbywa się tylko w specjalnie zaprojektowanych neurolaboratoriach czy gabinetach terapeutycznych³⁵. Ponadto w zasadzie nie prowadzi się badań nad edukacyjnymi zastosowaniami TMS. Mało jest bowiem interdyscyplinarnych badaczy, łączących w swoich naukowych działaniach wiedzę neuronaukową, pedagogiczną i technologiczną (NET – *Neuro-Edu-Techno*)³⁶.

Gdyby jednak mechanizmy oddziaływania TMS zostały odzwierciedlone w neurochipach, a badaniami nad takimi implantami zajęli się pedagodzy, być może już niedługo tego typu hakowanie mózgu stałoby się jedną z najbardziej przełomowych innowacji pedagogicznych. Patrząc jednak na to, jak różnie oceniane są przez społeczeństwo neurochipy, a także to, że wśród wielu osób budzą one niepokój, a czasem są wręcz nieakceptowalne³⁷, hakowanie mózgu zapewne stałoby się także najbardziej kontrowersyjną edukacyjną innowacją w historii. Jednak, jak powiedział James Westland, „proces innowacji z definicji jest w konflikcie z konwencjami”³⁸, musi więc budzić ostre spory i polemiki. Niemniej każda innowacja ostatecznie zawsze usprawnia nasze życie.

Przypisy

- 1 *Neuralink progress update, summer 2020*, www.youtube.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 2 *Neuralink*, neuralink.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 3 I.A. Hamilton, *Elon Musk says he's tested his brain microchip on monkeys, and it enabled one to control a computer with its mind*, 2019, www.businessinsider.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 4 *Neuralink launch event*, www.youtube.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 5 J. Wakefield, *Elon Musk reveals brain-hacking plans*, 2019, www.bbc.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 6 M. Klichowski, *Narodziny cyborgizacji. Nowa eugenika, transhumanizm i zmierzch edukacji*, Poznań 2014, s. 155.
- 7 *Interfacing with the brain: Innovation pushing the boundaries of neural engineering*, neuralink.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 8 *Neuralink: Elon Musk unveils pig with chip in its brain*, 2020, www.bbc.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 9 *Elon Musk's "Neuralink" looks to implant chips into the human brain*, 2020, www.cbsnews.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 10 M. Klichowski, *People copy the actions of artificial intelligence*, „Frontiers in Psychology” 2020, nr 11 (1130).
- 11 *Elon Musk's "Neuralink" looks to implant chips into the human brain*, op. cit.
- 12 S. Connor, *Professor has world's first silicon chip implant*, 1998, www.independent.co.uk, data dostępu: 6.11.2020.
- 13 K. Warwick, *Project Cyborg 1.0*, www.kevinwarwick.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 14 M. Klichowski, *Edukacja cyborgów. Jak działać, by nowe technologie były sprzymierzeńcem, a nie wrogiem?*, w: J. Pyżalski (red.), *Kompetencje wychowawcze i społeczno-kulturowe współczesnych nauczycieli*, kompetencjenauczyciela.pl, data dostępu: 20.02.2016.
- 15 K. Warwick, *Project Cyborg 1.0*, op. cit.
- 16 *I am ROBOT*, chip-implants.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 17 M. Klichowski, *Narodziny cyborgizacji. Nowa eugenika, transhumanizm i zmierzch edukacji*, op. cit., s. 105.
- 18 F. Gillan, *The transhumanists who are "upgrading" their bodies*, 2019, www.bbc.com, data dostępu: 6.11.2020.
- 19 Ibidem.
- 20 M. Klichowski, P. Bonanno, S. Jaskulska, C. Smaniotto Costa, M. de Lange, F. R. Klauser, *CyberParks as a new context for smart education: Theoretical background, assumptions, and*

- pre-service teachers' rating, „American Journal of Educational Research” 2015, nr 3, s. 1–10.
- ²¹ M.-A. Russon, *Indonesia wants all child sex offenders to be tracked using RFID microchips*, 2016, www.ibtimes.co.uk, data dostępu: 6.11.2020.
- ²² *Indonesian province plans microchip implants for AIDS patients*, 2008, www.cbc.ca, data dostępu: 6.11.2020.
- ²³ T. Gillies, *Why most of Three Square Market's employees jumped at the chance to wear a microchip*, 2017, www.cnbc.com, data dostępu: 6.11.2020.
- ²⁴ M. Klichowski, *Narodziny cyborgizacji. Nowa eugenika, transhumanizm i zmierzch edukacji*, op. cit., s. 153.
- ²⁵ Ibidem, s. 154.
- ²⁶ Inne ciekawe przykłady zostały opisane w artykule: L.M. Smith, *Cyborgs, robots, and biohackers: The first-ever survey of transhumanism*, 2020, www.designboom.com, data dostępu: 6.11.2020.
- ²⁷ M. Klichowski, M. Przybyła, *Cyborgization yesterday, today and tomorrow: Selected perspectives and educational contexts*, w: E. Solarczyk-Ambrozik (red.), *Lifelong learning for labour market needs*, Poznań 2016, s. 171–173.
- ²⁸ Ibidem, s. 173.
- ²⁹ M. Klichowski, *Narodziny cyborgizacji. Nowa eugenika, transhumanizm i zmierzch edukacji*, op. cit.
- ³⁰ M. Klichowski, G. Króliczak, *Mental shopping calculations: A transcranial magnetic stimulation study*, „Frontiers in Psychology” 2020, nr 11 (1930).
- ³¹ W. Potok, A. Maskiewicz, G. Króliczak, M. Marangon, *The temporal involvement of the left supramarginal gyrus in planning functional grasps: A neuronavigated TMS study*, „Cortex” 2019, nr 111, s. 16–34.
- ³² S. Borgomaneri, S. Battaglia, S. Garofalo, F. Tortora, A. Avenanti, G. di Pellegrino, *State-dependent TMS over prefrontal cortex disrupts fear-memory reconsolidation and prevents the return of fear*, „Current Biology” 2020, nr 30, s. 3672–3679.
- ³³ M. Klichowski, G. Króliczak, *Rola tylnej części dolnego zakrętu skroniowego w powszednich obliczeniach arytmetycznych*, „Kosmos” 2020, nr 69, s. 145–156.
- ³⁴ Walsh, A. Cowey, *Transcranial magnetic stimulation and cognitive neuroscience*, „Nature Reviews Neuroscience” 2000, nr 1, s. 73–80.
- ³⁵ Zdjęcia takiego sprzętu i takiej przestrzeni można znaleźć w artykułach: M. Klichowski, G. Króliczak, *Rola tylnej części dolnego zakrętu skroniowego w powszednich obliczeniach arytmetycznych*, op. cit. i M. Klichowski, G. Króliczak, *Mental shopping calculations: A transcranial magnetic stimulation study*, op. cit.
- ³⁶ T. Przybyła, M. Klichowski, *Neuro-Edu-Techno (NET) approach in studies on educational therapy for developmental delays: A case of focal cortical dysplasia*, „Studia Edukacyjne” 2019, nr 52, s. 97–106.
- ³⁷ C. Funk, B. Kennedy, E. Podrebarac Sciupac, *Public opinion on the future use of brain implants*, 2016, www.pewresearch.org, data dostępu: 6.11.2020.
- ³⁸ J. Westland, *Global innovation management: A strategic approach*, New York 2008, s. 37.

Abstract

Brain hacking. A pedagogical innovation straight from the „Black Mirror”

At the end of August this year, Elon Musk presented a chip implanted in a pig's brain. This is yet another brain-hacking attempt by Neuralink – a company run by Musk. There are also other ways to break into the brain, but they all lead to a world straight from the „Black Mirror” series, where teaching is replaced by directly hacking the brain. In this essay we show that it is no longer fiction but a new educational reality.

Maria Duszcak

Studentka pedagogiki na Wydziale Studiów Edukacyjnych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Michał Klichowski

Profesor Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, pracuje w Zakładzie Badań nad Procesem Ucznia (Wydział Studiów Edukacyjnych) oraz w Laboratorium Badania Działania i Poznania (Wydział Psychologii i Kognitywistyki).