

(In)determinizm umysłu

Jakie problemy stawia rygor determinizmu, a jakie losowość indeterminizmu przy próbie opisu umysłu jako maszyny Turinga

WPROWADZENIE

W tym eseju odniosę się do dylematu, czy ludzki umysł jest komputerem cyfrowym (maszyną Turinga), większość uwagi poświęcając problemowi, czy ludzki umysł jest deterministyczny oraz rozważając przeszkody stojące na przeszkodzie do trafnej implementacji umysłu – najpierw indeterministycznego, a później deterministycznego.

Potencjalnemu indeterminizmowi ludzkiego umysłu przeciwstawię problemy, z którymi musiałaby się zmierzyć jego implementacja jako programu komputerowego, prowadząc rozważania wsparte eksperymentami myślowymi. W dalszej części pracy podejmę się analizy umysłu deterministycznego – jak się okaże, deterministyczny model umysłu również nie jest wolny od zastrzeżeń, a na drodze do jego implementacji stają trudne do zignorowania przeszkody. Tak więc, esej dzieli się na część „Umysł indeterministyczny (dzięki losowości)” oraz „Umysł deterministyczny”.

Co będzie omówione szczegółowiej w dalszej części pracy, determinizm może być rozumiany na dwa sposoby. Indeterminizm podobnie, ma co najmniej dwie interpretacje. Można na przykład przyjąć pewną niepoznawalność procesu myślowego – co jest równoznaczne z odstępianiem od prób opisania mózgu jako komputera, bo przecież nie sposób szukać algorytmu sterującego procesem, jeżeli nie jest nam w pełni znany. Inna możliwość to założyć matematyczną losowość. Jeżeli tak postąpimy, musimy odtworzyć „algorytm mózgu” korzystający z losowości, i to temu zagadnieniu poświęcam początkową część eseju.

JAK MODELOWAĆ LOSOWOŚĆ?

Korzystając z metod cyfrowych, jesteśmy w stanie stworzyć jedynie algorytm pseudolosowy, sterowany pewnym zestawem argumentów i „wyrzucający” kolejne wartości na podstawie ściśle deterministycznych reguł. Powszechnie znane są przypadki, gdzie serwisy typu kasyno on-line bankrutowały, gdyż ktoś rozszyfrował i opublikował w Internecie zasady działania algorytmu losowego i związane z tym praktyczne wskazówki.

Jestem gotów zignorować ten problem i założyć, że jesteśmy w stanie wygenerować prawdziwie losowe liczby w pewien sposób - korzystając z właściwości połowicznego rozpadu pierwiastków, mechaniki kwantowej czy dowolnych innych źródeł. Paradoksalnie, usunięcie tej przeszkody odsłania przed nami dwie, jeszcze istotniejsze. Nawet mając doskonałą losowość do dyspozycji, trzeba odtworzyć wszelkie rozkłady prawdopodobieństwa uwzględniając różne sytuacje decyzyjne

jak i różne stany, w których człowiek się znajduje. Do tego należałoby jeszcze zdecydować, gdzie dokładnie występuje losowość – alternatywnie, przy szerokim rozumieniu poprzedniego postulat, można założyć, że zdarzenie, w którym nie ma losowości, jest zdarzeniem z losowością dającą zawsze ten sam wynik.

Teraz przejdę do systematycznego omówienia następujących modeli: ludzki umysł niedeterministyczny z losowością (która, jak się okaże, powinna być raczej absolutna niż selektywna), a następnie deterministyczny (gdzie konieczne okaże się rozróżnienie na determinizm twardy i miękki, oraz pojawią się kolejne przeszkody w procesie implementacji ludzkiego umysłu jako programu).

UMYSŁ INDETERMINISTYCZNY (DZIĘKI LOSOWOŚCI)

LOSOWOŚĆ SELEKTYWNA

Zakładamy, że losowość występuje tylko w niektórych momentach funkcjonowania ludzkiego umysłu. Weźmy praktyczny przykład - pytanie „czy chciałbyś pójść na film X?”. Zgodnie z pewnym poglądem, na który się natknąłem, w tym akapicie założę, że formułowanie opinii o tym, czy film w ogóle warto zobaczyć jest całkowicie nielosowe (gdyż opiera się na osobistych preferencjach, charakterze, doświadczeniach, tak jak formułowanie opinii: czy lubię książki science-fiction albo czy kibicuję Liverpoolowi czy Manchesterowi), natomiast pozostała część procesu składającego się na podjęcie decyzji jest już losowa. Jestem przekonany, że byłbym w stanie sprowadzić taki sztuczny podział do absurdu na serii konkretnych przykładów. Ten model zakłada bowiem, że decyzja jest obarczona „szumem” losowości, ale ustalenie opinii na temat filmu czy czegokolwiek innego już nie (a przecież posiada oczywiste elementy decyzyjne).

Przeprowadźmy dwa eksperymenty myślowe. Pierwszy z nich odwołuje się do losowości selektywnej, a drugi odnosi się do dowolnego typu losowości.

EKSPERYMENT MYŚLOWY I

Weźmy model, gdzie szansa danej osoby na pójście na film X w chwili t wynosi 45%, wtem zostaje zaproszona na ten film przez osobę Y, co zwiększa szansę o 15%, do tego istnieje całkowicie losowa zmienna odchyleniu standardowym np. 10% i wartości oczekiwanej 0% (niech odzwierciedla ona w matematyczny sposób element losowości w myśleniu) - jakiemu czynnikowi należy przypisać tę losowość? Co jest losowe w momencie podejmowania decyzji? Pogoda jest dana, nastawienie do osoby Y w tej chwili jest dane, nastawienie do filmu X w tej chwili jest dane, ilość czasu wolnego jest dana, charakter jest dany... A zatem – gdzie ukryty jest poszukiwany rzut kością, kiedy następuje? Czy umysł ludzki jest tak sprawny, że samodzielnie ustawia parametry losowe o odpowiednim odchyleniu standardowym, czy też procesy kwantowe zupełnie niezależnie od naszej świadomości pomagają uzyskać losowość prowadzącą do mających sens działań? Nade wszystko godne podziwu jest, że umysł „wie”, kiedy tę losowość wyzwolić! (przypomnę: w tym akapicie założyliśmy, że niektóre procesy są w pewnym stopniu losowe – np. większość decyzji, a niektóre nie – np. kształtowanie opinii).

EKSPERYMENT MYŚLOWY I – WARIACJA

Zostałem zaproszony na film X. Mam ochotę pójść, dla obserwatora z boku szansa, że pójde, to 85%. Jednak kolega filozof zadzwonił do mnie i powiedział, że podejrzewa, że w moim umyśle występuje losowość wpływająca na moje decyzje. Spytałem go, czy ta losowość jest ode mnie zależna. Odpowiedział, że nie – przecież wówczas nie byłaby losowością. Obserwator z boku podsłuchał tę rozmowę i uwzględnił w swoich obliczeniach zmienną losową – szansa 85% z poprawką na zmienną losową, zawsze pojawiającą się przy decyzji pójścia na film. Jednak ja, po rozmowie z kolegą filozofem oburzyłem się i postanowiłem już nigdy więcej nie pójść na żaden film. Obserwator z boku zauważył to i poprawił swoje notatki – szansa 0% plus zmienna losowa. Liczył, że w końcu się „poszczęści” i pójde na film dzięki zmiennej losowej, ale jednak nie. Czyżbym wyeliminował losowość ze swojego procesu myślowego?

Pozostawię ten przykład bez komentarza, gdyż zamierzam omówić jeszcze kilka zagadnień a jednocześnie utrzymać rozsądną objętość pracy.

NIEADEKWATNOŚĆ LOSOWOŚCI SELEKTYWNEJ

Przyjrzyjmy się faktowi, że założyliśmy, że losowość występuje tylko w danych sytuacjach. Jest to potężne, skazane na porażkę uproszczenie. Taka losowość powinna występować także w niedecyzyjnych momentach swobodnego myślenia (rozmyślam o planach na jutro), snu (mam sen), czy stanu pogrążenia w wykonywanej czynności (maluję obraz, czytam książkę, gram w grę)! Jeżeli nie, to wówczas nie wyobrażam sobie sposobu ścisłego wydzielenia sytuacji myślowych, w których losowość brałaby udział oraz takich, w których by go nie brała. Na jakiej podstawie umysł miałby rozróżnić, czy stosować losowość, i dlaczego ta losowość miałaby być całkowicie zależna od woli umysłu, nigdy nie mając, powiedzmy, „niezależnej inicjatywy”? Nie jestem w stanie sobie tego wyobrazić ani na poziomie rozumowania ludzkiego, ani na poziomie ośrodków funkcyjnych mózgu, ani na poziomie molekularnym. Akceptowalne wydaje mi się jedynie *continuum* losowości – owszem, po części powołuję się tu na intuicję co do ludzkiego procesu myślowego.

LOSOWOŚĆ WSZECHOBECNA

Założmy więc, że losowość występuje absolutnie we wszystkich procesach myślowych. Winniśmy określić sposób działania owej losowości na tyle, żeby wyjaśnić indeterminizm zachowań człowieka, jednocześnie uzasadniając spójność i poprawność umysłu jako obiektu gromadzącego i przetwarzającego informacje pomimo owej losowości. To znaczy: dlaczego losowość w umyśle miałaby prowadzić do losowych decyzji, za to nie „psułaby” przetwarzanych informacji – przecież ich przetwarzanie zawsze kończy się w pewnym sensie sukcesem: w szczególności, nie może zająć niedorzeczność w przetwarzaniu informacji – nigdy nie nazwę autobusu „matematyka”, albo „cześć” w wyniku błędu w sięganiu do słowa nazywającego ten obiekt. Podsumowując: fascynująca wręcz jest „subtelność” i „inteligencja” tej hipotetycznej losowości. Taka losowość wydaje się wręcz nielosowa.

Pozostajemy jednak jeszcze przy losowości absolutnej, która i tak wydaje się znacznie bardziej wiarygodna, niż selektywna. Poniższy eksperyment będzie przeprowadzony kolejny raz na sytuacji decyzyjnej i ma na celu skłonienie do rozważenia, jak ma wyglądać użycie funkcji losowej w naszym programie i czy odwzorowałyby poprawnie proces myślowy.

EKSPERYMENT MYŚLOWY II

Antek jest pytany przez Bartka, czy wyjdzie do niego na podwórko. Obserwator doskonale znający parametry sytuacji, jednak niebędący Antkiem, powiedziałby, że szansa, że Antek się zgodzi, to 10% (jest dość marna pogoda, zostały mu lekcje do odrobienia, boli go noga...). Antek ma więc podjąć decyzję. Ale jest inteligentnym chłopcem, którego nurtuje pytanie, czy ludzkie myślenie jest deterministyczne, czy nie, i rozważa, czy występuje w nim element losowości. Czuje impuls, żeby nie iść, ale tknęła go obawa, że to nic innego jak jego wbudowana losowość wylosowała znacznie bardziej prawdopodobną opcję, bo rzeczywiście, wolałby nie iść, więc na przekorę postanawia pójść. Ale nie, jednak lepiej nie iść – może to determinizm uwarunkował go do takiej właśnie przekory? „Nie, Bartek, nie dzisiaj” – w końcu nie poszedł.

NIEUCHWYTNÓŚĆ PROCESU LOSOWEGO

Ten przykład miał na celu odrzucenie w rozważaniach prostego modelu losowości jako pewnego rodzaju funkcji `random()` (nawet i korzystającej z efektów kwantowych, zatem prawdziwie losowej) wywoływanej w momencie decyzji. Ludzki proces myślowy tak nie wygląda, a na jego przestrzeni następują drobne wahania i ewaluacja najróżniejszych czynników. Prosty model z rzutem `random()` mógłby mieć sens dla analizy behawioralnej (poszedł / nie poszedł = tak / nie, w innych przypadkach: opcja 1 / opcja 2 / ... / opcja n), ale tak, jak już zazaczyłem - nie jestem w stanie sobie wyobrazić opisu ludzkiego procesu myślowego za pomocą „funkcji losowej”. Patrząc z perspektywy procesu myślowego, jest to po prostu nadmierne uproszczenie.

LOSOWOŚĆ WYNIKAJĄCA Z PROCESÓW KWANTOWYCH?

Nim zakończę rozważania na temat umysłu indeterministycznego, spojrzę jeszcze na to zagadnienie z perspektywy nieco bardziej fizycznej. Rozważmy efekty kwantowe: zasada nieoznaczoności, równanie Schrodingera i fluktuacje kwantowe. Zauważmy, że choć te efekty mogą mieć wpływ na efekty w skali makro, to jednak nawet stare modele (np. mechanika Galileusza / Newtona, elektrodynamika klasyczna Maxwella), najczęściej dobrze opisują zjawiska fizyczne – a przecież nie odwołują się do mechaniki kwantowej. Być może więc wpływ tych efektów jest również zaniedbywalny w przypadku umysłu, przynajmniej w skali makro.

Powstaje jednak ważny dylemat: jeżeli pominiemy efekty kwantowe, to nie otrzymamy trafnego modelu umysłu, gdyż pominęliśmy coś, co ma na niego wpływ. Z drugiej strony, bardzo możliwe, że efekty kwantowe nie mogą wytłumaczyć losowości na taką skalę, jak niektórzy zdają się spekulować – na co wskazują przykłady z historii fizyki.

Uważam więc, że konieczne jest zaimplementowanie kwantowości w modelu umysłu, ale nawet wtedy, umysł zapewne pozostałby obiektem deterministycznym w sensie funkcjonowania – myślenia i zmysłów, zgodnie z obecnym stanem nauki (choć zaznaczę jeszcze raz – te efekty miałyby pewien losowy wpływ na funkcjonowanie umysłu. Ale przede wszystkim - pamiętajmy o analogii do teorii fizycznych – indeterminizm występuje i ma znaczenie, ale nie potrafimy go uwzględnić w modelu na wyższym poziomie abstrakcji)

UMYSŁ DETERMINISTYCZNY

Ponieważ odrzuciłem indeterminizm opierający się na prostej losowości, przejdę do rozważenia stanowiska deterministycznego. Jeżeli umysł jest deterministyczny, to powinno być możliwe zastosować systematyczne podejście, poznając najpierw jego strukturę, a następnie odzwierciedlając ją na maszynie cyfrowej. Wierne odwzorowanie struktury molekularnej mózgu jest daleko poza zasięgiem współczesnej nauki – nie tylko pod względem badawczym, ale i analitycznym – tak potężna ilość danych o poszczególnych cząsteczkach, ich łądunkach, spinach, itp. byłaby nieznośnie kłopotliwa, aby stworzyć na jej podstawie matematyczny model.

Dlatego założmy, że chcemy przeanalizować umysł człowieka neuron po neuronie. Mózg ludzki ma około 10^{11} neuronów. Dla porównania, prosty organizm *Caenorhabditis elegans* którego neurony udało się zadowalająco dobrze (ale niedoskonale) „zmapować”, ma jedynie 300 neuronów. Muszki owocowe, które są częstym przedmiotem badań, mają około 100 000 neuronów i przedstawiają wiele skomplikowanych, niewyjaśnionych zachowań. Rządzi tu prawidłowość, że skomplikowanie modelu rośnie wykładniczo wraz ze wzrostem liczby neuronów.

Konieczny jest też matematyczny model neuronu. Przykładem takiego modelu jest model Hodgkin'a–Huxley'a, w którym neuron jest układem elektrycznym opisanym za pomocą równań różniczkowych. Taki model jest sam z siebie dostatecznie nieelementarny, a mając danych 10^{11} takich układów sytuacja staje się skrajnie skomplikowana pod względem potrzebnej ilości obliczeń. To jednak nie jest jeszcze największa słabość tego podejścia. Niestety, model ten nie jest doskonały. W neuronach i pomiędzy nimi występują bardzo skomplikowane ruchy jonów, gdzie działają również prawa fizyki kwantowej, dlatego nierzadko może się zdarzyć, że założenie deterministycznych prądów opisanych zwykłym równaniem różniczkowym okaże się błędne, i to może spowodować, że neuron nie zostanie uaktywniony, gdyż nie osiągnie danego progu – a w rzeczywistości uaktywniłby się ze względu na fluktuacje w ruchu jonów. Stąd można pociągnąć konsekwencję w myśl teorii chaosu – ta różnica mogłaby mieć skutki w skali makro (np. dana osoba powzięłaby bieganie jako hobby lub też nie, co z kolei wpływa na to jak spędza czas, z kim utrzymuje kontakt itp.)

NIEUNIKNIONE PRZESZKODY NATURY POZNAWCZEJ

Modelowanie neuronów jest niezmiernie trudne, przyjrzyjmy się więc ludzkiemu umysłowi jeszcze raz, na poziomie myśli i reakcji. Choć założenie determinizmu usunęło zastrzeżenia co do istoty losowości, to jednak nie może uniknąć konfrontacji ze skomplikowanym sposobem przetwarzania danych, jakim dysponuje człowiek. Pomyślmy o iluzjach optycznych. W ramach maszyny cyfrowej nie możemy mówić o doświadczeniu iluzji, i stanowi to prosty dowód na to, że proces kognitywny człowieka jest wysoce skomplikowany oraz naznaczony intelektem, zrozumieniem i inteligencją, które tak często pojawiają się jako argumenty rozróżniające człowieka i maszynę.

Zadanie matematycznego opisu sposobu przetwarzania oraz reakcji na zewnętrzne bodźce jest poważnym wyzwaniem. Weźmy prostą reakcję na bodziec, np. na żółte światło podczas jazdy samochodem. Nie jest to banalny algorytm typu jeśli droga hamowania jest dostatecznie krótka to jedź, nie jedź w.p.p., lecz raczej zależy od skomplikowanych czynników takich jak charakter,

historia życia (np. kiedyś miałem wypadek na świątłach), nastrój, umiejętności, bieżąca sytuacja (np. jadę na spotkanie) i jej interpretacja w obrębie aktualnego stanu („nie chce mi się, nie zamierzam się spieszyć”).

Ta skomplikowana sieć zależności może tworzyć *continuum* i wcale nie ma pewności, czy uda się je ściśle opisać. Poprzez analogię - mimo wieloletnich starań psychologii, nie mamy doskonałego modelu osobowości człowieka – niektóre modele wyróżniają kilka głównych cech i modelują ich natężenie, inne przypisują osobie zbiór szczegółowych cech, które posiada lub nie. Staramy się stworzyć jak najtrafniejszy model, ale nie jesteśmy w stanie przedstawić matematycznego opisu osobowości człowieka, ani w matematyczny lub fizyczno-biologiczny sposób takiego modelu poszukiwać, tak jak jesteśmy w stanie opisać zjawisko grawitacji albo sklasyfikować rodzaje kwarków. Czy nie tak samo byłoby z rozważaniem czynników wpływających na proces myślowy? A przecież te czynniki (jak i osobowość) winniśmy wiernie zaimplementować, jeżeli umysł jest maszyną Turinga!

EMERGENCJA – PROBLEM DLA DETERMINIZMU I MASZYNY CYFROWEJ

Na chwilę zapomnijmy o poważnej przeszkodzie, jaką jest brak doskonałego modelu neuronu czy złożoność procesu poznawczego i załóżmy, że mamy doskonały matematyczny model neuronu oraz całej sieci neuronowej mózgu. Wtedy na przeszkodzie staje zjawisko emergencji, powszechne w przyrodzie. Atomy nie mają koloru, lecz w większej strukturze odbijają światło o określonej częstotliwości, a więc mają już kolor. Mitochondrium czy wodniczka nie są żywe, ale komórka już jest. Jeden neuron nie potrafi myśleć, ale ich sieć – już tak. W świecie maszyn cyfrowych to zjawisko może występować – jednak to nie gwarantuje, że za pomocą emergencji w świecie maszyn cyfrowych możemy zawsze osiągnąć taki sam rezultat, jak powstał w naturze (świecie „analogowym” i żywym). A zatem prawdopodobne jest, że w arsenale naszych możliwości zabraknie tak istotnego narzędzia, pozwalającego uzyskać zamierzony efekt – symulację umysłu. Zjawisko to nie jest łatwe do zbadania i uważam, że raczej pasuje do modelu zjawisk niedeterministycznych niż deterministycznych, wprowadzając nowy, skomplikowany poziom abstrakcji. Z drugiej strony, niektórzy powołują się na nie próbując pogodzić determinizm z wolną wolą – według nich, choć na poziomie molekularnym umysł jest deterministyczny, to nie musi oznaczać, że jako całość też musi być ściśle deterministyczny, tzn. myśli i działania mogą nie być deterministyczne w taki sposób, jak atomy podlegają nieubłaganim prawom fizyki.

DWOJAKOŚĆ DETERMINIZMU

Wobec zagadnienia wolnej woli, któremu „służy” m. in. zjawisko emergencji, musimy określić, co rozumiemy przez „determinizm” w odniesieniu do umysłu. Możemy uważać, że każdy jego kolejny stan da się przewidzieć, gdyż ruchy atomów podlegają prawom fizyki lub też, że na poziomie molekularnym jest on deterministyczny, co nie implikuje, że jego działania (myślenie abstrakcyjne, czucie, kreatywność) są deterministyczne. Tutaj docieramy do sedna konfliktu wolnej woli i determinizmu. Czy determinizm jest sprzeczny z wolną wolą? Twardy determinizm utrzymuje, że tak, miękki determinizm (kompatybilizm), że nie. Do tego istnieje pogląd, że umysł jest indeterministyczny i dlatego człowiek posiada wolną wolę (metafizyczny libertarianizm), i wreszcie pogląd, że umysł jest indeterministyczny i przez to człowiek nie ma wolnej woli, gdyż na jego umysł mają wpływ nieuporządkowane procesy natury losowej (twardy indeterminizm).

Proszę zauważyć, że w tej pracy nie musiałem rozróżnić pomiędzy metafizycznym libertarianizmem a twardym indeterminizmem, a jedynie rozważyłem możliwość, że wolna wola, jej iluzja, czy też nieuporządkowanie w ludzkim procesie myślenia (zależnie od poglądów) opiera się na losowości – a następnie przeciwstawiłem jej kilka eksperymentów myślowych wraz z ogólnymi rozważaniami. Odnosząc moje dalsze rozważania do przedstawionych stanowisk filozoficznych, determinizm twardy i miękki trzeba koniecznie rozróżnić, rozważając możliwość zapisania umysłu jako maszyny Turinga. Jeżeli bowiem zakładamy determinizm miękki, to jednocześnie przyznajemy, że pomiędzy poziomem molekularnym, a poziomem abstrakcji odpowiadającym procesowi myślowemu zachodzi bliżej niewyjaśnione zjawisko – emergencji lub podobne, przez które systematyczna analiza poziomu molekularnego nie może dać dobrego modelu tego, co dzieje się na innym poziomie abstrakcji. Jest to swego rodzaju przyznanie się do „wyższości” umysłu nad technologią cyfrową, w której tego typu zjawisko jest nieosiągalne, a mogłoby być co najwyżej niedoskonale symulowane (skuteczne algorytmy behawioralne). A zatem, przedstawienie ludzkiego umysłu jako maszyny Turinga byłoby skazane na porażkę.

Jedynie przedstawiając pogląd twardego determinizmu można snuć wizje przedstawienia umysłu ludzkiego jako maszyny cyfrowej. Pogląd ten obarczony jest złą sławą, gdyż wobec niego, wszelkie zasady moralne, zasługi i dokonania nie mają żadnej wartości, gdyż musiały się stać. Nie można winić zabójcy, bo przecież musiał zabić – taka po prostu była konfiguracja atomów w jego mózgu, która ponadto była do przewidzenia dowolną liczbę lat wstecz. Niemniej jednak, jest to tylko dygresja etyczna, która nie stanowi argumentu przeciwko ewentualnej prawdziwości twardego determinizmu. Dla mnie jednak silnie przekonujące jest zjawisko emergencji, a nade wszystko to, że współczesna nauka jasno wskazuje na to, że świat z natury nie jest deterministyczny – najlepszym przykładem są zjawiska kwantowe – zasada nieoznaczoności, fluktuacje kwantowe i wiele innych dowodów na indeterminizm leżą u podstaw świata.

PODSUMOWANIE

W tej pracy postawiłem się w roli inżyniera oprogramowania, którego zadaniem jest napisanie programu, który będzie działał dokładnie tak samo, jak ludzki umysł. Najpierw przyjąłem, że umysł jest indeterministyczny. Jedyne osiągalny indeterminizm w maszynie to losowość, więc spróbowałem z niej skorzystać. Jednakże po rozważeniu tej możliwości i po przeprowadzeniu dwóch eksperymentów myślowych uznałem, że takie podejście jest uproszczone i dalekie od sposobu, w jaki myślą ludzie.

Wobec tego powziąłem myśl, że umysł jest deterministyczny. Postanowiłem poznać zasadę działania umysłu, obserwując zachowanie neuronów. Niestety, poprawne wymodelowanie neuronu, a co dopiero sieci 10^{11} neuronów okazało się przeszkodą. W neuronie poruszają się jony, podlegające zjawiskom kwantowym, co jest wbrew naturze determinizmu. Do tego zjawisko emergencji, być może spowodowane biologiczną i żywą naturą umysłu położyło się cieniem na możliwości implementacji umysłu jako maszyny. Doszedłem też do niewygodnego wniosku, że wątpliwe jest, żeby w świecie opierającym się u swoich podstaw na probabilistyce umysł stanowił ostoję determinizmu, ignorując prawa fizyki kwantowej.

Tak więc, uznaję próbę zapisania ludzkiego umysłu jako maszyny Turinga jako skazaną na porażkę. Jedynie zakładając, że umysł jest deterministyczny (a człowiek nie ma wolnej woli) pojawiła się nadzieja na taki opis, jednak w obliczu opisanych obiekcji odrzuciłem ją.

Bibliografia:

1. Cafe Aleph (blog.marciszewski.eu), seria artykułów „Co to znaczy, że umysł jest maszyną Turinga?”
2. „Maszyny liczące a inteligencja” – przekład artykułu A. Turinga „Computing Machinery and Intelligence” na język polski
3. Stephen M. Barr – „Fizyka współczesna a wiara w Boga”
4. <http://www.kuro5hin.org/story/2003/3/15/15956/6995> - „Is the brain equivalent to a Turing machine”?
5. http://www.100fps.com/how_many_frames_can_humans_see.htm “How many frames per second can the human eye see”
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Neuron#Neurons_in_the_brain
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Libertarianism_\(metaphysics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Libertarianism_(metaphysics))
8. <http://mol.redbarn.org/objectivism/writing/PeterVoss/FreeWillAndDeterminism.html>
9. <http://plato.stanford.edu/entries/incompatibilism-theories/>
10. <http://compassioninpolitics.wordpress.com/2011/12/30/do-humans-have-freewill-is-the-universe-deterministic-is-the-brain-deterministic/>