



Komentarze do „Emulującego wywiadu... z Rickiem Grushem”

Aaron Sloman

przekład: Paweł Gładziejewski

Tekst ten stanowi odpowiedź na wywiad przeprowadzony przez Przemysława Nowakowskiego, opublikowany w numerze 1/2010 czasopisma *Avant* [dostępne na: <http://avant.edu.pl/numery/>]

Moje własne poglądy są bardzo bliskie tym żywionym przez Grusha, uważam jednak, że niektóre z rzeczy, które powiedział, mogą być mylące. Nie wiem, czy wynika to z tego, że nie wyraził swoich opinii wystarczająco jasno, czy też z tego, że rzeczywiście chciał powiedzieć coś innego, niż sędzę, że powinien był powiedzieć. Mam nadzieję, że moje komentarze stanowią będą raczej doprecyzowanie słów Grusha niż ich krytykę.

Cytaty ze wspomnianego wywiadu przytaczać tu będę używając kursywy. Autorzy wypowiedzi oznaczani będą w następujący sposób: [Q] – przeprowadzający wywiad; [RG] – Rick Grush; [AS] – Aaron Sloman.

[RG]

Moja koncepcja emulacji jest stosunkowo prosta: emulacja to reprezentowanie czegoś przy użyciu modeli, które to coś zastępują⁵⁰.

⁵⁰ Cytaty z wywiadu z Rickiem Grushem podano za tłumaczeniem Jakuba R. Matyja i Piotra Momota.

[AS]

Popularne sformułowanie „zastępowania czegoś” jest zdecydowanie zbyt szczegółowe, aby można je było zastosować do wszystkich przypadków, do których odwołuje się Grush. Zastępowanie polega na ogół na przejmowaniu roli, jaką odgrywa coś innego. Na przykład osoba zastępująca nauczyciela sama musi umieć nauczać. To samo jednak nie zachodzi w przypadku przetwarzania informacji przez struktury umysłowe. Możesz więc dysponować informacjami na temat pewnego banana, jego położenia, stopnia dojrzałości itd. i na tej podstawie wybrać oraz przeprowadzić jedno z wielu działań, takich jak podejście do tego banana, podniesienie go, wyrzucenie go do kosza, zjedzenie itd. Nie możesz jednak podnieść, wyrzucić czy zjeść informacji na temat banana ani struktury fizycznej będącej nośnikiem tych informacji (mechanizmów fizycznego mózgu czy symboli maszyny wirtualnej, zaimplementowanej w mechanizmach mózgowych).

Użycie treści informacyjnej wymaga użycia nośnika informacji: czegoś, co może być konstruowane, analizowane, manipulowane (niekoniecznie fizycznie), dekomponowane, łączone z innymi rzeczami, przedstawiane, czy badane w różnych celach, wliczając w to zarówno cele *semantyczne* (na przykład wyciąganie wniosków na temat tego, co zachodzi lub co by zachodziło w pewnej sytuacji), jak i *syntaktyczne* (na przykład sprawdzanie, jakie inne manipulacje, połączenia, dekompozycje czy mapowania są możliwe).

Używanie informacji tak bardzo różni się na ogół od używania rzeczy, których te informacje dotyczą, że rozumienie reprezentowania w kategoriach zastępowania jest w większości przypadków niezmiernie mylące. Manipulowanie składnikami wymienionymi w przepisie może skutkować zrobieniem ciasta, jednak dowolna ilość manipulacji przeprowadzonych na samym przepisie do niczego takiego nie doprowadzi. Grush może uznać, że przypadki te są nieznacznymi wyjątkami od jego tez. Pokażę później, że nawet zasadnicze przykłady reprezentowania, na które on sam się powołuje, nie polegają na zastępowaniu czegoś przez coś innego.

[RG]

Ma to miejsce cały czas: używamy symulatorów lotów jako modeli zastępujących samoloty; używamy szachownicy, by wypróbować możliwe posunięcia, zanim wykonamy ostateczny ruch pionkiem. Wspomniane przykłady mają jedną cechę wspólną: aktywny agent wchodzi w interakcję z modelem lub emulatorem w ten sam sposób, w jaki wchodzi w interakcję z reprezentowanymi przez nie obiektami. Wchodzimy w interakcję z symulatorem lotów w ten sam sposób, w jaki wchodzimy w interakcję z realnym samolotem; wchodzimy w interakcję z „nieoficjalną” szachownicą (tą, na której sprawdzamy posunięcia), w taki sam sposób, w jaki działamy na „oficjalnej” szachownicy.

[AS]

Należy zwrócić uwagę, że w niektórych przypadkach symulacja nie pomija niczego istotnego, np. kiedy grasz w szachy z symulatorem, może on funkcjonować jak rzeczywisty oponent. Niemożliwe jest natomiast użycie symulatora lotu samolotem jako samolotu. Do tego pierwszego nie możesz wsiąść, przelecieć się nim i wysiąść na innym kontynencie. Symulator lotu jako narzędzie nauczania działa właśnie dlatego, że służy uczeniu, a nie lataniu. Jego edukacyjne zastosowanie jest jednak ograniczone, ponieważ symulator nie może pozwolić na odtworzenie wszystkich doświadczeń, jakie pilot może mieć w sytuacjach ekstremalnych, na przykład, gdy część kokpitu płonie i wypełnia się trującymi oparami itd. Co ważniejsze, gdy zastanawiasz się, co mógłbyś zrobić w razie pożaru lub innego zagrożenia, zazwyczaj poszukujesz rozwiązania, które byłoby w takiej sytuacji racjonalne, a nie po prostu wypróbujesz możliwości i patrzysz, co się stanie. Później powrócę do tych różnic.

Wykorzystywanie symulatora gry w szachy jako oponenta jest bez wątpienia możliwe, ale (przynajmniej obecnie) symulacja tego rodzaju nie zawsze będzie adekwatna. Grając z programem szachowym, nie możesz rozkojarzyć go za pomocą mimiki twarzowej, choć możesz tak zrobić w przypadku wielu rzeczywistych szachistów. Podobnie, kiedy myślisz o możliwych ruchach w grze możesz wykorzystać wewnętrzną reprezentację oponenta, jednak reprezentacja ta będzie w wielu aspektach różnić się od rzeczywistego przeciwnika, między innymi, nie sposób będzie wprowadzić ją w błąd czy rozkojarzyć.

Co jeszcze istotniejsze, zachodzi znaczna różnica pomiędzy graniem przeciwko programowi szachowemu a wykorzystywaniem tego programu w charakterze „brudnopisu”, za pomocą którego próbuje się dobrać ruch skierowany przeciwko innemu oponentowi. Różnica ta na ogół oddziela wykorzystywanie wewnętrznego modelu lub reprezentacji w celu przeprowadzenia rozumowań od przeprowadzania działań na samej rzeczywistości zewnętrznej reprezentowanej przez model. Program szachowy wyposażony w mechanizmy wykraczające poza samą grę w szachy mógłby pozwolić ci analizować różne ruchy i ich konsekwencje bez popełniania błędów, które mógłbyś popełnić, gdybyś zamiast tego użył rzeczywistej planszy z pionkami (która to pozwalałaby ci wykonywać niedozwolone ruchy). Analogicznie, wykorzystanie programu szachowego jako „brudnopisu” mogłoby pozwolić ci na uniknięcie błędów, które popełniłbyś planując możliwe ruchy „w głowie”. W przeciwieństwie do twoich mechanizmów wewnętrznych, program może zapamiętać wszystkie wypróbowane przez ciebie ruchy, a przez to pozwolić ci na ponowne ich przeanalizowanie oraz ocenę ich zalet i wad. Wszystkie te funkcje są niedostępne przy grze z przeciwnikiem, który rzeczywiście próbuje z tobą wygrać.

Mówiąc w skrócie, istnieją różne rodzaje emulacji i nie wszystkie z nich można opisać jako „zastępujące” to, co podlega symulacji.

[RG]

Moja główna myśl jest taka, że opisany przed chwilą fenomen dotyczy również samego mózgu: mózg konstruuje modele ciała lub otoczenia, z którymi może następnie wchodzić w interakcje, aby reprezentować ciało lub otoczenie.

[AS]

Jak jednak starałem się pokazać wyżej, interakcje, w które wchodzimy z modelami podczas przeprowadzania rozumowań lub planowania, na ogół różnią się od interakcji, w jakie wchodzimy z obiektami, które są modelowane. Na przykład, z modelu, ale już nie z samej rzeczywistości, mogą zostać wydzielone dyskretne komponenty znajdujące się w dyskretnych stanach. Tego rodzaju wydzielanie może być niezbędne, gdy badamy wielostopniowy proces planowania, którego złożoność obliczeniowa jest opisywalna (*tractable*) w ramach przestrzeni dyskretnych, ale która wymyka się przestrzeniom ciągłym.

Grush wydaje się sugerować w przedstawionym powyżej cytacie, że za pomocą idei „zastępowania” da się scharakteryzować wszystkie przypadki używania informacji o środowisku aby, dla przykładu, przewidzieć, co się wydarzy, zaplanować sekwencję działań czy znaleźć poprawne wyjaśnienie pewnego zaobserwowanego stanu rzeczy. Tego rodzaju radykalna teza (o ile Grush rzeczywiście ją stawia) jest fałszywa, i to fałszywa na kilka ważnych sposobów. Jest tak dlatego, że procesy takie jak planowanie, przewidywanie czy wyjaśnianie nie wymagają używania *przedmiotów*, lecz *informacji na temat przedmiotów*, a większość przedmiotów znajdujących się w środowisku nie stanowi bytów typu informacyjnego. Możesz, dla przykładu, usiąść na krześle, ale nie na informacji o krześle. Możesz wykorzystać informację o tym, jak upiec ciasto, aby upiec ciasto, jednak nie możesz w tym samym celu użyć samego ciasta: nie udostępnia ono informacji o tym, jak je zrobić (pomijając przypadki, w których osoba dysponująca znaczną ilością informacji dotyczących wypiekania wielu rodzajów ciast może wywnioskować, o który przepis chodzi po samym obejrzeniu gotowego ciasta. W takim przypadku ciasto zawiera informację o tym, który przepis należy wykorzystać w celu upieczenia go, jednak informacja ta różni się od tej, która zawiera się w samym przepisie – ten nic nie mówi przecież o tym, którego przepisu należy użyć).

[RG]

Z tym prostym pomysłem wiąże się oczywiście wiele skomplikowanych problemów, np. co jest modelowane, jak modele są zbudowane, co to właściwie znaczy używać czegoś „w ten sam sposób”, jak czegoś innego.

[AS]

W rzeczy samej, te skomplikowane problemy i różne sposoby rozumienia używania czegoś „w ten sam sposób” są istotne. Szczególnie, że w niektórych przypadkach model (czy, szerzej, pewna struktura informacyjna) wcale nie jest używana „w ten sam sposób” jak to, co podlega modelowaniu, czy jest reprezentowane.

W poniższych słowach Grush wyraża twierdzenia podobne do moich, lecz nie wyciąga z nich tych samych wniosków:

[RG]

Co do drugiej części pytania, odpowiedź brzmi: tak, myślę, że emulacja ma zastosowanie w pojęciach i wnioskowaniu. Niewątpliwie jedną z dziedzin, w której stosuje się modele, jest właśnie wnioskowanie – powodem, dla którego wypróbowuję możliwe ruchy na „modelowej” szachownicy, jest przeprowadzenie wnioskowania dotyczącego tego, które ruchy byłyby dobre, a które złe, gdybym wypróbował je w rzeczywistości. Oczywiście sam model nie wystarcza do wnioskowania – muszę wiedzieć, w jaki sposób odpowiednio użyć modelu i muszę odpowiednio interpretować wyniki – nie mogę uznać rezultatów wypróbowywanego przeze mnie możliwego ruchu za zapamiętany stan przeszły szachownicy, za percepcję jej obecnego stanu, czy też za przypuszczenie, co do stanu innej możliwej szachownicy. Muszę w jakimś sensie wiedzieć, że w tej sytuacji stan modelu reprezentuje hipotetyczny stan rzeczy – sam model nie czyni tego oczywiście.

[AS]

Wypowiedź ta wstępnie wyraża powody, dla których używanie wewnętrznych informacji w wielu przypadkach zupełnie nie przypomina używania tego, czego te informacje dotyczą. Powiem o tej sprawie więcej poniżej.

[RG]

Co do pojęć: nie wiem. Zajęcie się tym tematem pochłonęłoby dużo czasu. Niech mi będzie wolno tylko powiedzieć, że uważam za pożyteczne uznanie artykułowanych emulatorów za pojęciowe, w takim sensie, że artykulanty mają wiele cech pojęć. Nie będę jednak kontynuował tych rozważań. Problem tego, czym są pojęcia, jest skomplikowany i jeżeli mam być szczery – nie leży w centrum moich zainteresowań.

[AS]

Pomijając spory o definicje (np. definicję „pojęcia”) widzimy, że rzekome podobieństwo pomiędzy wewnętrznymi emulatorami używanymi do przeprowadzania rozumowań a obiektami emulowanymi jest pozorne. Użyteczny wewnętrzny model pewnej zewnętrznej struktury, procesu czy mechanizmu będzie się pod wieloma względami różnił od samego tego mechanizmu. Mówiąc precyzyjniej, użytkownik modelu musi być zdolny stosować model w taki sposób, w jaki nie może użyć samego mechanizmu modelowanego.

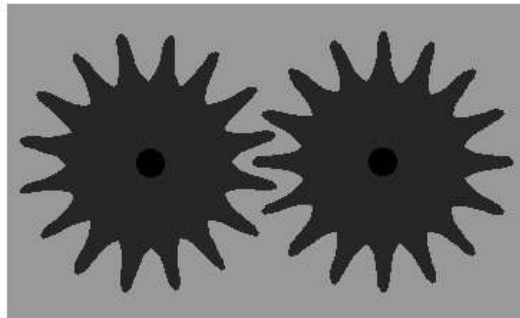
Co więcej, również mechanizmy fizyczne mogą zostać użyte do przeprowadzania rozumowań, jednak i w tym przypadku zastosowanie ich jako modeli różni się od używania ich po prostu w charakterze fizycznych mechanizmów. Dla przykładu, aby odpowiedzieć na pytania dotyczące zwykłych własności pewnego mechanizmu, powiedzmy, na pytanie dotyczące związku pomiędzy kierunkami obracania się pary zazębionych kół, nie wystarczy zacząć obracać jednego z kół i sprawdzić, jak obracać będzie się drugie. Należy także wykorzystać (świadomie lub nie) wiedzę o tym, że koła zrobione są z nieprzenikliwego i twardego materiału oraz wziąć pod uwagę to, jak rotacja jednego z kół sprawia, że jego zęby wchodzi w kontakt z zębami drugiego koła i jak to, które zęby się w stykają podlega zmianie wraz z rozwojem ruchu. Dopiero kiedy tego rodzaju szczególności ujęte są *explicite* można wywnioskować, że jeśli jedno z kół się porusza, drugie musi poruszać się w przeciwnym kierunku. Małe dziecko bawiące się zazębionymi kołami może przecież zaobserwować empirycznie, że koła zawsze poruszają się w przeciwnych kierunkach, jednak bez zrozumienia, że jest *niemożliwe*, aby poruszały się w tym samym kierunku. Podczas gdy brzdąc wykorzystuje koła jako mechanizm fizyczny, osoba dorosła badająca działanie tego mechanizmu, aby wyjaśnić, dlaczego koła zębate muszą obracać się w przeciwnych kierunkach (przy zachodzeniu określonych warunków), wykorzystuje ten sam mechanizm jako reprezentację, w której zakodowane są istotne informacje dotyczące jej własnego działania. Takie, odpowiednio, empiryczne i eksplanacyjne wykorzystania są bardzo różne (choć pełne uzasadnienie tego twierdzenia wymagałoby pokazania dokładnie, jak te różne użycia mogą być przeprowadzone na jednej, funkcjonującej maszynie i na czym polega różnica pomiędzy nimi).

Dopóki naszym celem jest jedynie wiedza empiryczna, manipulowanie samym mechanizmem ma swoje zalety: na ogół, rezultaty eksperymentów przeprowadzonych na jedynie wyobrażonych maszynach nie są tak wiarygodne, jak eksperymentów przeprowadzonych na maszynach fizycznych. W przeciwieństwie do tego, gdy chcemy zrozumieć *dlaczego* coś musi się dzieć w *danych okolicznościach*, nie wystarczy zweryfikowanie prawdziwości pewnej generalizacji. W takim wypadku tworzymy raczej wyjaśnienie, które po części przypomina dowód wykorzystujący eksperyment myślowy jako podstawę dla wyciągania wniosków.

Nasz przykład z kołami zębatymi można wykorzystać także w celu przeprowadzenia eksperymentu myślowego. Wymagałoby to wzięcia pod uwagę detali dotyczących tego, co się dzieje, gdy jedno koło obraca się wokół ustalonej osi, jak wpływa ono na drugie koło poprzez zazębiające się zęby, jak twardość i nieprzenikliwość materiałów określa

efekty poruszania się zębów oraz jak zasady geometrii sprawiają, że zawsze co najmniej jeden z zębów znajdujących się na jednym z kół styka się z zębem na drugim kole (co nie zachodziłoby gdyby koła zrobione były według innego projektu, na przykład, gdyby zęby różniły się od siebie długością). Używanie wszystkich tych informacji w celu przeprowadzania rozumowań na temat percypowanego procesu różni się od prostego dowiadywania się empirycznie, co dzieje się, gdy jedno z kół się porusza albo mentalnego symulowania tego procesu i obserwowania efektów tej symulacji.

Rys. 1



Możemy więc postawić na głowie argumentację za istnieniem emulacji. Ktoś pragnący *wywnioskować*, jakie będą konsekwencje zajścia pewnego procesu, czy zdarzenia w określonym mechanizmie, może wykorzystać w tym celu reprezentacje wszystkich istotnych zależności i ograniczeń dotyczących działania tego mechanizmu, sprawdzić, jakie zmiany zachodzą w określonych częściach takiej reprezentacji i w ten sposób wyprowadzić odpowiednie wnioski. Jednakże w niektórych przypadkach proces jest zbyt złożony, aby go przeprowadzić za pomocą symulacji mentalnej i lepiej zamiast tego użyć zewnętrzny diagram, a nawet sam mechanizm fizyczny, na przykład złożenie pary kół zębatych. Tym samym, przeprowadzając rozumowania dotyczące procesów przyczynowych zachodzących pomiędzy elementami mechanizmu, można by wykorzystać zewnętrzną, obserwowaną strukturę odgrywającą rolę pamięci zewnętrznej. Takie wykorzystanie różniłoby się jednak od samego empirycznego testowania zachowania mechanizmu, na przykład poprzez poruszenie jego części. Przypominałoby ono raczej konstrukcję dowodu w ramach geometrii euklidesowej poprzez modyfikację części diagramu, zgodnie z tym, jak to wyjaśniłem w: (Sloman 1971).

Kiedy w celu przeprowadzania rozumowań stosowana jest zewnętrzna wersja wewnętrznego modelu, nie jest istotne, by fizyczne komponenty tej struktury posiadały własności (takie jak długość czy prosty kształt), które byłyby wymagane do poprawnego działania samego modelowanego mechanizmu. Potrzebne jest jedynie, by ten zewnętrzny model mógł być używany w celu wsparcia rozumowań dotyczących tego, jakie zmiany zostaną wywołane w docelowym mechanizmie, zakładając, że części tego mechanizmu mają określone własności. Podobnie, dla matematyka dowodzącego teorematu geometrii euklidesowej nie jest niezbędne, by linie diagramu były, jak zakłada teoremat, nieskończenie cienkie czy nieskończenie proste. Jest tak dlatego, że potrafimy rozumować o tego typu własnościach nawet kiedy nie są one przez nic egzemplifikowa-

ne, a jedynie dysponujemy wiedzą o nich, która reprezentowana jest w używalny dla nas sposób.

Wszystko to pokazuje, że mechanizmy fizyczne oraz modele wewnętrzne mogą być używane w podobnych celach. Jednak zarówno jedne, jak i drugie mogą mieć dwa różne rodzaje zastosowania, mianowicie: (a) empiryczne odkrywanie lub przypominanie tego, jakie skutki będzie miało wprowadzanie określonych modyfikacji; (b) rozumowanie na podstawie własności, jakie posiadają mechanizmy prowadzące do tego, jakie skutki *muszą* mieć określone modyfikacje. Wiele zwierząt dysponuje (a), ale nie (b) (na tyle, na ile możemy to oszacować). Piaget (1983) opisuje eksperyment pokazujący zachodzenie wysoce nieregularnego wzrostu tego rodzaju kompetencji w trakcie pierwszych 12 lat życia. Teoria przedstawiona w: (Karmiloff-Smith 1992) stanowi znaczący krok w kierunku wyjaśnienia tego rozwoju. Wierzę, że wszystkie te badania w ostatecznym rozrachunku dowiodą słuszności niektórych spośród poglądów Kanta na temat natury wiedzy matematycznej (Kant 1781)⁵¹.

Większość konstruktorów robotów ignoruje różnice pomiędzy (a) a (b) i próbuje konstruować roboty zdolne realizować jedynie (a). Dlatego ich roboty nie potrafią wyjaśnić dlaczego czegoś nie zrobiły czy wnioskować na temat tego, co by się stało, gdyby to zrobiły, a wiele spośród nich nie potrafi także myśleć o tym, co mogłyby wykonać i jakie byłyby konsekwencje tego, że tak postąpiły: reagują one tylko na każdą nową sytuację tak, jak zostały nauczone. Maszyny, które mogą wybrać jedno z wielu działań poprzez ich uprzednie planowanie są inne.

[Q]

Wydaje się Pan stosunkowo często krytykować enaktywistyczną koncepcję poznania. Jak w kontekście ucieleśnionych, enaktywistycznych, usytuowanych teorii lokuje Pan swoją własną?

[RG]

To, co łączy te koncepcje z moją, to odejście od pewnego sposobu myślenia o poznaniu i reprezentacjach mentalnych. Nie postrzegamy ich jako problemów natury przede wszystkim logicznej lub językowej, jako ciągi symboli; uznajemy, że poznanie wiąże się z i bazuje na ucieleśnionym zaangażowaniu motorycznym. Główna różnica leży w tym, że poglądy te mają często charakter antyreprezentacjonalistyczny i nierzadko zakładają, że poznanie nie zachodzi w głowie. Według mnie, odpowiednie zrozumienie tego, czym są reprezentacje umysłowe – mianowicie: nie zdaniem (sentences), a modelami

⁵¹ Niektóre spekulacje na temat natury tych mechanizmów oraz ich rozwoju i ewolucji zawarte są w: (Sloman 2008a, 2008b, 2009a, 2009b, 2010), a także w wielu innych prezentacjach i artykułach znajdujących się na tej samej stronie internetowej.

– doskonale uzmysławia nam sens idei reprezentowania mózgowego oraz fakt, że proponowane tu pojęcie reprezentacji jest tak samo, jeśli nie bardziej niż w tamtych koncepcjach, związane z zachowaniem motorycznym. Pokazuje też, jak reprezentacje mentalne i poznanie mogą zachodzić całkowicie w mózgu. Nie twierdzą jednak, że tak jest zawsze: możemy używać zewnętrznych modeli i często faktycznie to robimy. Moje stanowisko jest jednak słabsze od wspomnianych – reprezentacje i poznanie mają wobec mózgu przeważnie charakter wewnętrzny.

[AS]

Ja natomiast uważam, że niezależnie od tego, czy reprezentowanie i poznawanie mają charakter całkowicie wewnętrzny, czy też korzystają z zasobów zewnętrznych, różnią się one od tego, co dzieje się, kiedy zwierzę lub robot po prostu działa w środowisku albo gdy silnik gry komputerowej symuluje fragment świata fizycznego, aby pokazać skutki symulowanego działania. Wiele zwierząt oraz, jak się wydaje, ludzkie noworodki nie potrafią rozumować o możliwościach i związkach koniecznych: wydają się one być zdolne jedynie do odczuwania i reagowania. Niektóre inne zwierzęta, wliczając w to kruki, naczelnie, słonie i wiewiórki (zdolne omijać specjalne zabezpieczenia zainstalowane na karmikach dla ptaków), a także starsze niemowlęta oraz małe dzieci dokonują przejścia ze zdolności czystego reagowania do zdolności do *rozumowania* na temat konieczności i koniecznych uwarunkowań, także przy wykorzystaniu wsparć o charakterze zewnętrznym. Jednak nawet jeśli ta ostatnia zdolność wymaga zachowania motorycznego, to wymaga ona także wiele więcej. Można odwołać się tu do procesu reprezentacyjnej deskrypcji postulowanego jako hipoteza w: (Karmiloff-Smith 1992).

Problem z wieloma teoretykami poznania ucieleśnionego polega na tym, że ignorują oni wiele spośród typów funkcji, których pełnieniu służyć może działanie (oryg. *physical action*) a także wiele typów refleksyjnego poznania, które mogą to działanie poprzedzać, towarzyszyć mu lub następować po nim. Ich teorie mogą w przybliżeniu trafnie opisywać poznanie insektów czy mikrobów. Sądzę, że filozofia matematyki Immanuela Kanta opiera się na tych dystynkcjach, chociaż filozof ten pozbawiony był niektórych narzędzi pojęciowych niezbędnych do myślenia o mechanizmach wyjaśniania. On sam widziałby w Sztucznej Inteligencji doniosły, nowy sposób uprawiania filozofii.

Uwaga:

Biorąc pod uwagę fakt, że wiele spośród opisanych tu idei może być obca większości czytelników wywodzących się z filozofii, w bibliografii dodałem kilka odnośników do niektórych z moich własnych prób bardziej szczegółowego objaśnienia tych idei.

Aaron Sloman



(archiwum A.S.)

Bibliografia:

- Kant, I. 1781/2001. *Krytyka czystego rozumu*. Przeł. R. Ingarden. Kęty: Wydawnictwo Antyk.
- Karmiloff-Smith, A. 1992. *Beyond Modularity: A Developmental Perspective on Cognitive Science*. Cambridge: MIT Press.
- Piaget, J. i in. 1987. *Possibility and Necessity Vol. 2. The role of necessity in cognitive development*. Przeł. H. Feider. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Sloman, A. 1971. Interactions between philosophy and AI: The role of intuition and non-logical reasoning in intelligence. *Artificial Intelligence*, 2: 209-225. Dostępne na stronie: <http://www.cs.bham.ac.uk/research/cogaff/04.html#200407>.
- Sloman, A. 2008a. *Evolution of minds and languages. What evolved first and develops first in children: Languages for communicating, or languages for thinking (Generalised Languages: GLs)?* Dostępne na stronie: <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cosy/papers/#pr0702>.
- Sloman, A. 2008b. *A New Approach to Philosophy of Mathematics: Design a young explorer, able to discover "toddler theorems"*. Dostępne na stronie: <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cogaff/talks/#toddler>.
- Sloman, A. 2009a. From "Baby Stuff" to the World of Adult Science: Developmental AI from a Kantian viewpoint: 10-16. Red. F. McNeill. *Proceedings Workshop on Matching and Meaning, AISB 2009 Convention*. Dostępne na stronie: <http://www.aisb.org.uk/convention/aisb09/Proceedings/MATCHING/FILES/Proceedings.pdf>.
- Sloman, A. 2009b. Some Requirements for Human-like Robots: Why the recent over-emphasis on embodiment has held up progress: 248-277. Red. B. Sendhoff, E. Koerner, O. Sporns, H. Ritter, K.

Doya. *Creating Brain-like Intelligence*. Berlin: Springer-Verlag. Dostępne na stronie: <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cosy/papers/#tr0804>.

Sloman, A. 2010. If Learning Maths Requires a Teacher. Where did the First Teachers Come From?: 30-39. Red. A. Pease, M. Guhe, A. Smaill. *Proceedings of the International Symposium on Mathematical Practice and Cognition, AISB 2010 Convention*. Dostępne na stronie: <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cogaff/10.html#1001>.

Dodatkowe prezentacje odnoszące się do poruszanych tu tematów znaleźć można w spisie moich wykładów na stronie:

<http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cogaff/talks/>