

**Paweł Stacewicz (Politechnika Warszawska)**

***Naturalizowanie systemów AI jako droga do ich autonomizacji***

Systemy autonomiczne stanowią najbardziej dalekosiężny cel badań nad sztuczną inteligencją, a szerzej badań nad maszynami rozwiązującymi problemy w drodze obliczeń. Działanie takich systemów musi cechować samodzielność i aktywność, a nie tylko wyrafinowany automatyzm. Ich autonomiczność uważam za cechę stopniowalną, która w odniesieniu do celów systemu może przejawiać się na trzech poziomach (nie wszystkie z nich zostały już osiągnięte): a) poziomie realizacji celów (gdy system samodzielnie dochodzi do metody osiągnięcia zadanego mu celu), b) poziomie wyboru celów (gdy system sam określa cele własnych działań), c) poziomie kryteriów akceptacji celów. Autonomia systemu musi polegać także, podobnie jak w przypadku ludzi, na budowaniu i utrzymywaniu własnej (niepowtarzalnej) tożsamości.

W swoim referacie zarysuję pewne ścieżki dochodzenia do możliwie pełnej autonomii systemów AI, polegające na wykorzystaniu obliczeń naturalnych (ang. *natural computations*). Obliczenia takie dzielą się na: a) inspirowane obserwacją natury, nie wymagające jednak użycia substratów naturalnych (jak w klasycznych sieciach neuronowych), b) realizowane w sposób naturalny i zależne w sposób istotny od właściwości pewnych procesów fizycznych (jak w przypadku obliczeń analogowych, kwantowych czy biomolekularnych). Ścieżka idąca w kierunku obliczeń typu b jest niewątpliwie interesująca, i może doprowadzić do kolejnego przełomu w badaniach nad SI, ale wiąże się z nią pewne wyzwania, które już teraz warto identyfikować. Najbardziej ogólne z nich to efektywna empiryzacja informatyki, która pozostawała przez długi czas nauką formalną (bardziej związaną z matematyką i logiką niż z naukami empirycznymi). Niezależnie od tego wyzwania program autonomizacji systemów SI rodzi wiele pytań etycznych, które zasygnalizuję w zakończeniu referatu.



**dr Paweł Stacewicz** – filozof, informatyk i dydaktyk matematyki. Obecnie pracuje w zespole filozofów na Politechnice Warszawskiej, na Wydziale Administracji i Nauk Społecznych. Jest autorem trzech monografii naukowych o tematyce z pogranicza informatyki i filozofii: „Umysł a modele maszyn uczących się” (2010), „Umysł – Komputer – Świat. O zagadce umysłu z informatycznego punktu widzenia” (2011, wspólnie z Witoldem Marciszewskim), „Pojęcia jako funkcje decyzyjne. Zagadnienia filozoficzne, metodologiczne i informatyczne” (2021) oraz redaktorem naukowym kilku monografii zbiorowych z serii „Informatyka a filozofia”. Opublikował kilkadziesiąt artykułów naukowych z dziedziny logiki, filozofii informatyki, filozofii informacji i kognitywistyki. W roku 2015 zainicjował cykl konferencji międzynarodowych pt. „Philosophy in Informatics”, które współorganizuje do dziś. Prowadzi *Seminarium Filozofii Nauki* na PW ([https://www.youtube.com/playlist?list=PLM-1yNCyvJJASLfK\\_f\\_Yf8GCa-9phQixG](https://www.youtube.com/playlist?list=PLM-1yNCyvJJASLfK_f_Yf8GCa-9phQixG)) oraz dyskusyjny blog akademicki *Cafe Aleph* (<http://marciszewski.eu/>).

**Krzysztof Sołoducha (WAT, Warszawa)**

***Dwa tryby przetwarzania informacji w głębokich sieciach neuronowych  
i właściwości systemów inteligentnych. Próba porównania***

Gwałtowny rozwój technologii obliczeniowych artefaktów poznawczych w ostatnich latach dokonał się m. in. dzięki przełomowym odkryciom w zakresie architektur przetwarzania informacji o różnych modalnościach (języka naturalnego, dźwięku, obrazu i filmu). Takie osiągnięcia, jak: technologia głębokich sieci neuronowych, sieci konwolucyjnych, tokenizacji oraz osadzania (*embedding*), modeli podstawowych, mechanizmu uwagi i architektury transformerów oraz zbudowana na nich technologia modeli generatywnych czy ostatnio architektury typu *jea* (*joint embedding architecture*), nakazują przemysleć na nowo starą tezę J.D. Boltera o „technologii

definiującej”, jako kontekście technologicznym, którego osiągnięcia pozwalają na nowo spojrzeć na systemy poznawcze wytworzone ewolucyjnie, jak na przykład ludzkie systemy poznawcze. Można nawet zaryzykować twierdzenie, że te dokonania stanowią argument na rzecz sformułowanej przez Luciano Floridiego tezy na rzecz uznania teorii informacji za nową filozofię pierwszą. W mojej prezentacji postaram się odnieść do powyżej postawionych hipotez o wadze rozwoju technologii dla rozbudowy wiedzy o systemach biologicznych, a kluczem do tego będzie sformułowane przez Geoffreya Hintona dystynkcja pojęciowa pomiędzy przetwarzaniem informacji typu „śmiertelnego” (*mortal computing*) oraz przetwarzaniem typu „nieśmiertelnego” (*immortal computing*) (Hinton 2023). To odróżnienie pozwala na porównanie strukturalnych oraz poznawczych cech systemów biologicznych i artefaktów obliczeniowych, a z tej perspektywy na zinterpretowanie wyników różnego rodzaju testów porównawczych, którym w ostatnich latach poddawane były systemy AI.



**dr hab. Krzysztof Sołoducha** – pracownik Zakładu Nauk Humanistycznych, Wydziału Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Studiował filozofię na Uniwersytetach w Lublinie, Warszawie, Bochum i Londynie. Uzyskał doktorat w Instytucie Filozofii i Socjologii PAN na podstawie pracy na temat logiki hermeneutycznej Georga Misch (Życie i wiedza. Georg Misch w poszukiwaniu postmetafizycznej metafizyki. Warszawa 2008), potem kontynuował pracę nad szkołą logików z Getyngi w pracy habilitacyjnej (Język i poznanie. O immanentnej kategoryzacji w filozofii Hansa Lippsa. Warszawa 2015). Idąc za tezę Boltera i Floridiego od 2014 roku zajmuje się filozofią informatyki oraz filozofią informacji. Wydał w 2018 roku zbiór tekstów pt. *Studia z filozofii informatyki*. Autor kilkudziesięciu artykułów naukowych z dziedziny filozofii. Oprócz filozofii zajmuje się także teorią komunikacji oraz filozofią architektury. Wydał kilka książek z tego zakresu.

**Andrzej Zykubek (Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń)**

### ***Inteligencja organoidów?***

#### ***Czego mózgowie organoidy mogą nauczyć się od sztucznej inteligencji?***

Postępy w dziedzinie organoidów mózgowych pochodzących z ludzkich komórek macierzystych dają obiecujące wyniki na odtworzenie krytycznych, choć wciąż słabo poznanych, molekularnych i komórkowych aspektów uczenia się i pamięci oraz prawdopodobnie aspektów poznawczych *in vitro*. Już dziś mówimy o swoistej *inteligencji organoidów* (OI). Konstruowane są złożone sieciowe interfejsy, w których organoidy mózgowie są połączone z rzeczywistymi czujnikami i urządzeniami wyjściowymi, a ostatecznie ze sobą nawzajem i z organoidami narządów zmysłów (np. organoidami siatkówki), i są szkolone przy użyciu: (i) biofeedbacku, (ii) różnorodnych procesów przechowywania, zarządzania i analizy olbrzymich ilości danych, które pochodzą z różnych źródeł i mają różnorodną strukturę, (iii) metod uczenia maszynowego.

Organoidy mózgowie rzeczywiście mogą „uczyć się” i wykonywać zadania dzięki technikom szkoleniowym opartym na sztucznej inteligencji, inspirowanym neuronauką i uczeniem maszynowym. Technologie sztucznej inteligencji są tutaj niezbędne, ponieważ dekodują złożone dane neuronowe z organoidów umożliwiając obserwowanie, w jaki sposób żywe neurony dostosowują swoje sieci komórkowe w odpowiedzi na bodźce. Algorytmy sztucznej inteligencji kontrolują również sygnały sprzężeń zwrotnych tworząc biologiczne pętle sprzężeń, które pozwalają organoidom na adaptację, a nawet wykazanie cech pamięci krótkotrwałej.

Przewiduje się, że systemy biokomputerowe oparte na OI pozwolą na szybsze podejmowanie decyzji, ciągle uczenie się podczas wykonywania zadań oraz większą efektywność energetyczną i wydajność w przetwarzaniu danych. Co więcej, rozwój „inteligencji organoidów” może pomóc w wyjaśnieniu patofizjologii wyniszczających chorób rozwojowych i zwyrodnieniowych (np. demencji) potencjalnie pomagając w identyfikacji nowych podejść terapeutycznych.



**dr Andrzej Zykubek** – biolog i filozof, nauczyciel i miłośnik filozofii przyrody, dyskutujący ewolucjonista, zainteresowany genezą życia i umysłu poszukiwacz zatrudniony od niedawna w Katedrze Kognitywistyki UMK; od wielu lat związany z Wydziałem Filozofii KUL. Sympatyk torfowisk, rowerów i górskich wędrówek, wypraw kajakowych i bardzo dobrej muzyki. Wieloletni Członek Komitetu Organizacyjnego i Organizator [Lubelskiego Festiwalu Nauki](#), [Letniej Szkoły Kognitywistyki](#) i [Warsztatów Filozofii Przyrody](#). Wbrew pseudonimowi nadanemu mu przez studentów lubi innych przedstawicieli gatunku *Homo sapiens sapiens*.

## **Edward W. Piotrowski (Uniwersytet w Białymstoku)**

### ***Kwantowy komputer uniwersalny a sztuczna inteligencja***

W ostatnich latach docierają do nas wiadomości o uruchomieniach wysoce skomplikowanych konstrukcji kontrolujących efekty kwantowe, które to urządzenia można uznać jedynie za komputery kwantowe specjalnego przeznaczenia. Z powodzeniem prowadzone są eksperymenty testujące kryptografię kwantową. Liczni uczeni snują hipotezy, jak rozwiną się technologie prowadzące do powstania uniwersalnego komputera kwantowego. W tym kontekście spróbuję odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób może zapoczątkować on jakościowo nowy etap rozwoju algorytmów z klasy tzw. sztucznej inteligencji.



**prof. dr hab. Edward W. Piotrowski** – pracuje w Katedrze Metod Matematycznych Fizyki na Wydziale Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku. Jest znany z analizy strategii kwantowych, w których ukazał związki między kryterium Kelly’ego, termodynamiką a szczególną teorią względności. W dziedzinie ekonofizyki odkrył własności ekstremalne punktów stałych dla zysków elementarnych taktyk handlowych. Publikował prace w dziedzinach fizyki statystycznej, teorii gier kwantowych oraz ekonofizyki.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Edward\\_W.\\_Piotrowski](https://en.wikipedia.org/wiki/Edward_W._Piotrowski)

<http://alpha.uwb.edu.pl/ep/sj/index.shtml>

**dr hab. Robert Poczobut, prof. UwB (Uniwersytetu w Białymstoku)**

***Systemy inteligentne i ich substraty – perspektywa kognitywistyczna***

W kontekście kognitywistyki do klasy systemów inteligentnych standardowo zalicza się systemy naturalne (biologiczne – ludzie i inne zwierzęta), sztuczne (wytworzone w substratach niebiologicznych) oraz hybrydowe (tworzone na bazie komponentów naturalnych i sztucznych). Zakłada to szerokie rozumienie systemu inteligentnego jako systemu obliczeniowego, który potrafi odbierać informacje ze świata, przetwarzać je, podejmować na ich podstawie decyzje (w sposób autonomiczny, adaptacyjny, a nawet twórczy) oraz rozwiązywać problemy. Systemy inteligentne są systemami informacyjnymi pełniącymi szereg funkcji poznawczych, takich jak uczenie się czy pamięć, a także pozapoznawczych, takich jak kontrola zachowania czy sterowanie działaniem maszyny.

Substraty systemów inteligentnych to materiały lub struktury (układy komponentów), z których systemy te są zbudowane, i na bazie których działają. Wyróżnia się: substraty biologiczne (np. neurony w mózgach ludzi innych zwierząt – inteligencja naturalna), substraty elektroniczne (krzemowe układy scalone wykorzystywane przez większość współczesnych systemów AI), substraty oparte na fotonach, substraty molekularne (przetwarzające informacje na bazie reakcji chemicznych) oraz substraty quasi-biologiczne (sztuczne sieci neuronowe wbudowane w specjalne materiały naśladujące mózg, takie jak neuromorficzne chipy).

Zakłada się, że warunkiem możliwości istnienia systemów AI jest możliwość realizacji procesów informacyjnych (poznawczych) w innych substratach niż substraty biologiczne. Powstaje pytanie: Czy i w jakim stopniu natura substratu limituje możliwości systemu inteligentnego, który można w nim stworzyć? Czy będzie to system szybki, czy powolny, równoległy czy szeregowy, ciągły czy dyskretny? Czy będzie umiał tworzyć nowe idee, czy tylko liczyć (przetwarzać informację w sposób deterministyczny, algorytmiczny)? Czy będzie energooszczędny, czy też wymagający ogromnych zasobów energetycznych? Z punktu widzenia kognitywistyki ważne jest również pytanie, czy takie terminy, jak „inteligencja”, „uczenie się”, „pamięć” czy „rozwiązywanie problemów”, mają to samo znaczenie w odniesieniu do systemów biologicznych oraz systemów AI. Jakie podobieństwa i jakie różnice wchodzą tutaj w grę?



**dr hab. Robert Poczobut, prof. UwB** – prodziekan Wydziału Filozofii i Kognitywistyki ds. kognitywistyki, kierownik Zakładu Epistemologii i Kognitywistyki. W latach 1993-2000 asystent, a następnie adiunkt w Zakładzie Logiki i Metodologii Nauk UMCS. Od roku 2000 pracuje na Uniwersytecie w Białymstoku. Stypendysta Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej (2003), laureat Nagrody im. Tadeusza Kotarbińskiego (2001). Członek zarządu Polskiego Towarzystwa Kognitywistycznego w kadencjach: 2014-2016, 2016-2018, 2018-2020. Opublikował cztery książki oraz przeszło siedemdziesiąt artykułów naukowych z filozofii logiki, filozofii umysłu i filozofii kognitywistyki. Za pracę *Między redukcją a emergencją. Spór o miejsce umysłu w świecie fizycznym* (2009) uzyskał wyróżnienie Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej. Redaktor i współredaktor (m.in. z Marcinem Miłkowskim, Witoldem Henslem i Dariuszem Surowikiem) licznych prac zbiorowych – *Analityczna metafizyka umysłu. Najnowsze kontrowersje* (2008), *Przewodnik po filozofii umysłu* (2012), a także dwóch kognitywistycznych numerów (pt. *Cognitive Systems* oraz *Interfiled Integration in Cognitive Science*) czasopisma „Studies in Logic, Grammar and Rhetoric” (2015, 2017). Obecnie pracuje nad monografią „Umysł i artefakty”.

**mgr inż. Wojciech Głazewski (Uniwersytet w Białymstoku)**

***Pojęcie substratu a język opisu fizycznego podłoża systemów inteligentnych***

W referacie zostanie przedstawione rozumienie pojęcia substratu, czyli fizycznego podłoża systemów inteligentnych, zarówno biologicznych jak i sztucznych. Na polu samej kognitywistyki, w różnych dziedzinach pojęcie to posiada kilka desygnatów: może opisywać materiał z którego wykonane jest tworzywo układu (substrat jako podbudowa), może oznaczać zespół funkcjonalny wielu elementów realizujący określone zadanie (substrat czynności), stosowany też jest jako generalne odniesienie do natury bytów inteligentnych, ich biologicznego lub technicznego pochodzenia (substrat naturalny lub sztuczny). Wielość desygnatów i brak ścisłej definicji sprawiają jednak trudności w jego precyzyjnym stosowaniu, co widać na przykładzie tzw. zasady niezależności od substratu, której formułowaniu zawsze towarzyszy uściślający komentarz. Dla porównania, precyzyjne rozumienie kwestii związanych z fizycznymi podłożami, zostanie w referacie pokazane na przykładzie języka używanego w inżynierii. Samo słowo substrat nie jest tam stosowane w generalnym sensie, zamiast niego funkcjonuje siatka adekwatnych pojęć, takich jak materiał, tworzywo, technologia, element, podzespół, katalog części, ustrój. Zostanie także zaproponowana autorska definicja substratu, która w zamierzeniu ma pozwolić na precyzyjne określenie jego desygnatu oraz wprowadzić do filozofii intuicje bliższe technice, trafniej opisujące specyfikę fizycznych podłoży systemów inteligentnych.



**mgr inż. Wojciech Głazewski** – inżynier i filozof. Ukończył automatykę i robotykę na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej oraz filozofię w Instytucie Filozofii Uniwersytetu w Białymstoku. Twórca wielu projektów robotycznych, w tym robotów mobilnych, UAV i manipulatorów. Zawodowo inżynier projektant mechaniki, specjalista ds. rozwoju technologii i ekspert naukowy. Główne zainteresowania obejmują naturę informacji, inteligencję ludzką i sztuczną, sztuczny umysł oraz rozwój fizycznych substratów systemów inteligentnych.