

Paweł Stacewicz

# ŚWIATOPOGŁĄD INFORMATYCZNY

## POJĘCIA I TEZY

Lektura do wpisu blogowego o podobnym tytule, prezentująca główne pojęcia i tezy informatyzmu, wywodzące się z informatyki (lub jej matematycznych podstaw), lecz interpretowane szerzej (np. w kontekście modelowania umysłu). Podstawę uwag stanowią wybrane fragmenty książki „Umysł – Komputer – Świat” oraz niektóre wpisy z blogu. Uwagi te mogą stanowić punkt wyjścia do wystąpienia seminaryjnego lub artykułu prezentującego światopogląd informatyczny.

### **Kluczowe pojęcia:**

*informacja (dane), algorytm (program), automat, kod (sterujący, cyfrowy, analogowy), system informatyczny, maszyna Turinga, obliczalność (t-obliczalność, nt-obliczalność), złożoność (czasowa, pamięciowa), moc obliczeniowa, informatyczne/obliczeniowe modele umysłu, dynamika umysłu.*

**1.** Zdecydowana większość pojęć opisujących światopogląd informatyczny (ŚPI) wywodzi się z *informatyki teoretycznej*, w ramach której definiuje się je ściśle, w odniesieniu do konstrukcji matematyczno-inżynierskich (jak maszyna Turinga). Specyfika ŚPI polega jednak na maksymalnie szerokiej interpretacji tychże pojęć (np. w odniesieniu do umysłu rozumianego jako system do przetwarzania informacji).

**2.** Najważniejsze pojęcia *informatyczne*, które leżą u podstaw ŚPI, są powiązane ze sobą siatką następujących znaczeń:

**a.** *System informatyczny* jest pewnym *automatem*, który przetwarza *dane* w sposób *algorytmiczny* (czyli zaprogramowany).

**b.** *Dane* są to *informacje zakodowane* w sposób adekwatny do możliwości przetwarzającego je *automatu* (np. cyfrowo lub analogowo).

Krócej: dane są *tworzywem* systemów informatycznych.

**c.** Informatyczne *kody* mają *moc sprawczą*, co rozumie się tak, że odpowiednie sekwencje symboli kodowych powodują (ze względu na konstrukcję automatu) odpowiednie akcje automatu.

Krócej: informatyczny kod jest *kodem sterującym*.

**d.** *Algorytm* jest to schemat operacji możliwych do wykonania przez pewną *maszynę informatyczną*:

d1) uniwersalną maszynę Turinga UMT (algorytm rozumiany wąsko, choć najbardziej precyzyjnie); d2) jakąkolwiek maszynę (algorytm rozumiany szerzej).

**e.** Algorytmy – służące do rozwiązywania określonych klas problemów – mają różną *złożoność* (czasową i pamięciową), która jest miarą ich *efektywności*. Cechę złożoności przypisuje się również samym problemom: złożoność problemu P jest to złożoność

najbardziej efektywnego (czyli najmniej złożonego) spośród wszystkich algorytmów rozwiązujących problem P.

f. Nawet w dziedzinie problemów jasno określonych (a tylko te są domeną informatyki) istnieją problemy *algorytmicznie nierozwiązywalne*:

f1) *bezwzględnie* – gdy nie istnieje (w sensie obiektywnym) algorytm rozwiązujący wszystkie szczególne przypadki danego problemu; lub

f2) *praktycznie* – gdy dla danego problemu nie istnieje algorytm o dostatecznie niskiej złożoności czasowej.

Problemy nierozwiązywalne bezwzględnie nazywa się *nieobliczalnym*<sup>1</sup>.

g. Zależnie od przyjętego *modelu obliczeń/algorytmizacji* (np. turingowskiego lub innego) mówi się o różnych rodzajach *obliczalności* (i nieobliczalności). Problemy rozwiązywalne za pomocą UMT nazywa się *t-obliczalnymi*, obliczalne za pomocą innego rodzaju maszyny: *nt-obliczalnymi*.

h. *Moc obliczeniowa* maszyny określonego typu (np. cyfrowej; typ maszyny zależy od przypisanego jej modelu obliczeń) jest to zakres rozwiązywalnych przez nią *problemów*.

## Uwagi

**2.1.** W związku z powyższą siatką znaczeń można sformułować definicję informatyki (technicznej; w przeciwieństwie do ogólnej, której istnienie postuluje informatyzm) jako nauki o systemach do algorytmicznego, czyli zautomatyzowanego, przetwarzania danych (tj. odpowiednio kodowanych informacji).

**2.2.** Powyższe wyjaśnienia dotyczące informacji i danych (gł. punkty a i b) sugerują, że przedmiotem informatyki nie jest informacja w ogóle, lecz informacja zredukowana do danych (tworzywa systemów informatycznych). Redukcja ta – konstytuująca jedno tylko ze znaczeń terminu informacja (inne to np. treść ludzkiej myśli) – znajduje swoje rozwinięcie w redukcjach kolejnych, polegających np. na przyrównywaniu umysłu do systemu informatycznego.

**3.** Typowa dla ŚPI *szeroła* interpretacja pojęć technicznych (zob. 2a do 2h), prowadzi do różnorodnych *tez i pytań*, które dotyczą umysłu i świata.

Stają się one sensowne (i zrozumiałe) pod warunkiem, że założymy wstępnie, iż: (a) umysł stanowi pewien system do przetwarzania informacji, (b) pewne fragmenty świata (lub nawet cały świat) mają określoną zawartość informacyjną – warunkującą ich strukturę i działanie.

## Uwagi

**3.1.** Szeroka interpretacja w/w pojęć technicznych stanowi jednocześnie redukcję pojęć ogólniejszych do technicznych. Mówiąc obrazowo: uogólnianie i redukcja spotykają się jakby w pół drogi.

**3.2.** Założenie (a) jest typowe dla takich dyscyplin jak psychologia poznawcza czy kognitywistyka; zaś założenie (b) odnosi się z pewnością do organizmów żywych, które mieszczą w sobie warunkujący ich rozwój kod DNA.

**3.3.** Założenie (b) wydaje się szersze niż (a), ponieważ umysł stanowi fragment świata; ze względu jednak na szczególne właściwości umysłu (będącego nie tylko fragmentem

---

<sup>1</sup> Problemy algorytmicznie nierozwiązywalne lub nieobliczalne nazywa się także *algorytmicznie niedostępnymi*. Nazwa ta wydaje się trafna, bo choć w sensie obiektywnym pewne problemy mogą mieć rozwiązania (jak problem stopu maszyny Turinga), to okazuje się, że za pomocą żadnego (lub: żadnego dostatecznie efektywnego) algorytmu nie możemy uzyskać dostępu do wiedzy o tym rozwiązaniu.

świata, lecz przede wszystkim podmiotu/ów poznającego/ych świat) założenia (a) i (b) należy rozróżnić.

4. Zgodnie z kolejnością założeń wymienionych w punkcie 3 w centrum ŚPI sytuuje się *zagadka ludzkiego umysłu*, który z jednej strony przypomina sztuczne systemy do przetwarzania danych (komputery), a z drugiej strony, ma nad nimi poznawczą (szerzej: życiową) przewagę.

#### Uwagi

4.1. O niewątpliwej przewadze umysłu nad komputerem świadczy fakt, że współcześnie to człowiek jest pomysłodawcą, konstruktorem i programistą systemów informatycznych (a nie odwrotnie). Krótko: systemy informatyczne są wytworem i narzędziem ludzkiego umysłu. Czy tak będzie zawsze i czy istnieją jakieś zasadnicze przeszkody na drodze ku wytworzeniu maszyn/systemów autonomicznych? – oto jedno z pytań stawianych w ramach światopoglądu informatycznego.

4.2. Zagadkowość umysłu potęguje fakt, że jak dotychczas na polu żadnej z nauk nie udało się przekonująco wyjaśnić takich własności/funkcji umysłu, jak świadomość, inwencja czy poznawcza intuicja. A wydaje się, że funkcje te decydują o poznawczej skuteczności człowieka.

4.3. O tym, że umysł ludzki przypomina komputer, świadczą analizy wielu czynności poznawczych (jak wnioskowanie, dowodzenie, uczenie się), które mają charakter algorytmiczny – to znaczy polegają na systematycznym i efektywnym przetwarzaniu odpowiednio dobranych symboli. Świadczą o tym także udane komputerowe realizacje takich czynności; są one przedmiotem specjalnego działu informatyki, zwanego sztuczną inteligencją (o nim dalej).

5. Z ogólnonaukowego punktu widzenia najlepszy wgląd w zagadkę umysłu daje konstrukcja i analiza (naukowych) *modeli umysłu*.

Z węższego, tj. informatycznego, punktu widzenia (który jest istotą ŚPI) za najbardziej adekwatną strategię modelowania umysłu uznaje się strategię *informatyczną* – zgodnie z nią umysł modeluje się jako taki czy inny system do przetwarzania danych (np. cyfrowy i logicystyczny zarazem).

#### Uwagi

5.1. Modelowany informatycznie umysł trzeba rozumieć jako złożony system poznawczy, który obejmuje mózg jako swój podsystem (umysł i mózg nie są systemami rozłącznymi; mózg można określić jako biologiczną podstawę umysłu).

5.2. Informatyczne modele umysłu są modelami cząstkowymi – to znaczy dotyczą konkretnych (nierzadko izolowanych) czynności poznawczych, jak percepcja, wnioskowanie czy uczenie się.

5.3. Informatyczna strategia modelowania ma różne warianty, wyznaczone przez różne typy systemów informatycznych modelujących umysł. Są wśród nich układy regułowe (logicystyczne), sieciowe (koneksyjne) i ewolucyjne.

6. Metodologiczna zaleta informatycznych modeli umysłu polega na tym, że opisują one dobrze bardzo ważną, jeśli nie najważniejszą, funkcję umysłu, jaką jest *rozwiązywanie problemów* (systemy informatyczne służą właśnie rozwiązywaniu odpowiednio kodowanych problemów).

## Uwagi

**6.1.** Rozwiązywanie problemów uznaje się powszechnie za domenę ludzkiej inteligencji (wg. jednej z definicji „inteligencja to tyle co zdolność do rozwiązywania problemów”). Z tego powodu najlepszym źródłem modeli umysłu są strictly informatyczne badania nad sztuczną inteligencją (podzielone na szereg działów i szczegółowych badawczych pól).

**6.2.** Mimo przydatności (adekwatności?) wielu modeli wywodzących się z badań nad SI, konstrukcje takie trudno uznać za wystarczające modele umysłu (nawet tylko w warstwie poznawczej). O inteligencji ludzkiej świadczy bowiem nie tylko sam fakt i sposób rozwiązywania problemów, ale przede wszystkim zdolność od ich stawiania (dostrzegania) oraz rozumienia (a nie tylko symbolicznego opisu).

**7.** Dzięki konstrukcjom i modelom informatycznym udało się uzyskać precyzyjną wiedzę o różnych poziomach (klasach) *złożoności problemów*, przed którym staje ludzki umysł (nierzadko wspomagany komputerem). Udało się także zidentyfikować problemy algorytmicznie nierozwiązywalne lub trudno-rozwiązywalne (zwane nieobliczalnymi; zob. pkt 2f).

**7a.** Istnienie problemów nieobliczalnych, a więc istnienie formalnych ograniczeń technik informatycznych, może skłaniać do przyjęcia tezy o *ponadmaszynowej mocy ludzkiego umysłu* – który potrafi ograniczenia takie pokonywać, a przynajmniej identyfikować.

## Uwagi

**7.1.** Pisząc o pokonywaniu wskazanych ograniczeń, mamy na myśli dwie kwestie: (a) rozwiązywanie problemów nieobliczalnych praktycznie (tych o zbyt dużej złożoności czasowej/pamięciowej) w sposób przybliżony, lecz ze względów praktycznych wystarczający; (b) obmyślanie nowych modeli obliczeń (algorytmów), na gruncie których problemy nieobliczalne stają się obliczalne (chodzi np. o model obliczeń analogowych).

**7.2.** Z kwestą (b) wiąże się jednak znamienity fakt, osłabiający tezę o ponadmaszynowej mocy ludzkiego umysłu. Otóż zidentyfikowane dotychczas ograniczenia informatyki nie muszą dotyczyć wszelkich technik informatycznych (modeli obliczeń), lecz tych tylko, które wynaleziono i opisano (w tym cyfrowych)

**8.** Z perspektywy rozważań o złożoności problemów stają się widoczne dwa, sprzężone ze sobą, zjawiska kulturowe: (a) złożoność problemów we współczesnym świecie ustawicznie rośnie; jednocześnie jednak (b) nieustannie wzrasta moc obliczeniowa systemów informatycznych (które wspomagają ludzi w rozwiązywaniu tychże problemów).

## Uwagi

**8.1.** W związku z powyższym sprzężeniem wyłania się doniosłe światopoglądowo pytanie o „nadażanie” wzrostu mocy obliczeniowej za wzrostem złożoności problemów. Prócz ogólnych odpowiedzi typu TAK (drugi proces podąża za pierwszym), lub NIE (pierwszy proces jest „szybciej” rozbieżny do nieskończoności), są możliwe różne bardziej subtelne warianty. Wśród nich i taki (pesymistyczny), że jeśli umysł jest poznawczo/algorytmicznie równoważny komputerom cyfrowym, to pewne problemy pozostaną dla niego na zawsze nierozwiązywalne (przeciwstawia mu się z kolei pogląd optymistyczny, oparty na założeniu o braku wspomnianej równoważności).

**8.2.** Zauważyć trzeba, że za wspomnianą wyżej rosnącą złożoność problemów we współczesnym świecie odpowiada także sama informatyka (czy też jej narzędzia). Za jej sprawą zaistniało np. nowe (po części internetowe) zjawisko nadmiaru informacji czy nawet chaosu informacyjnego. Ze zjawiskiem tym wiąże się doniosły problem odpowiedniej selekcji informacji, a także ich efektywnej weryfikacji.

9. Rozumiejąc i/lub modelując umysł informatycznie, zakłada się w sposób konieczny, że wypełniające umysł informacje są w określony sposób *kodowane*. Przyjmuje się zatem istnienie *wewnątrz-umysłowego kodu* (WUK) – który podobnie jak kody dla maszyn informatycznych jest kodem sterującym, a ponadto może zostać (co najmniej w pewnym przybliżeniu) odzwierciedlony w liczbach.

### Uwagi

9.1. Założenie o istnieniu kodu WUK (który jest w pewnej części kodem sterującym) eliminuje z rozważań o umyśle problem psycho-fizyczny<sup>2</sup>.

9.2. Podobnie jak w przypadku maszyn informatycznych kod WUK musi występować w dwóch przynajmniej postaciach: (a) statycznej – chodzi o kod przetwarzanych danych, jak np. dane zmysłowe czy pamięciowe; (b) dynamicznej – chodzi o kod schematów (algorytmów) odpowiedzialnych za przetwarzanie danych (jest to kod sterujący).

9.3. Przyjmując, że kod indywidualnego umysłu daje się odzwierciedlić w liczbach, a nawet zapisać (przy pewnej metodzie kodowania) jako jedna gigantyczna super-liczba, natykamy się na różne pytania o naturę owej liczby.

Na pierwszy plan wybijają się dwa: (a) „*Czy jest to liczba wymierna, czy niewymierna?*”, oraz (b) „*Czy jest to liczba obliczalna, czy nieobliczalna?*”. Pytanie (b) ma sens pod warunkiem, że dopuścimy niewymierne kody WUK.

9.4. Odnosząc powyższe pytania do zjawisk wewnątrz-umysłowych (opisywanych przez takie czy inne liczby), dochodzimy do wniosku, że dotyczą one arcyważnego zagadnienia dyskretności/ciągłości dziedziny mentalnej.

Wyraża się ono następującym pytaniem: „*Czy zjawiska wewnątrz-umysłowe są dyskretne* (gdyby takie były, dałyby się opisać za pomocą liczb obliczalnych, tworzących zbiór przeliczalny, a więc dyskretny), *czy też są to zjawiska ciągłe* (gdyby takie były, do ich opisu byłyby niezbędne również liczby nieobliczalne, tworzące zbiór nieprzeliczalny, a więc ciągły).

---

<sup>2</sup> Oto skrótove objaśnienie tej kwestii, zaczerpnięte z książki „Umysł-Komputer-Świat”.

„Na gruncie informatyzmu problem psychofizyczny (sformułowany pierwotnie w ramach kartezjańskiego dualizmu duszy i ciała) zyskuje wyjaśnienie przez analogię – analogię, której trzonem jest któremu siłę daje pojęcie informacji. Wiemy bowiem, że zakodowana w algorytmach informacja jest, z jednej strony, czymś materialnym (ma swój nośnik fizyczny), a z drugiej strony czymś abstrakcyjnym (definiującym pewien schemat działania). Wiemy nadto, że owe abstrakcyjne schematy mogą być przyczyną fizycznej interakcji maszyny ze środowiskiem. Wiedza ta nasuwa z kolei tezę, że umysł niczym system przetwarzający informację odbiera z zewnątrz pewne dane, przekształca je w oparciu o wewnętrzne algorytmy i na podstawie uzyskanych wyników kieruje zachowaniem cielesnego automatu. W ten sposób problem psycho-fizyczny znika, a unicestwia go „materialno-niematerialne” pojęcie informacji.