

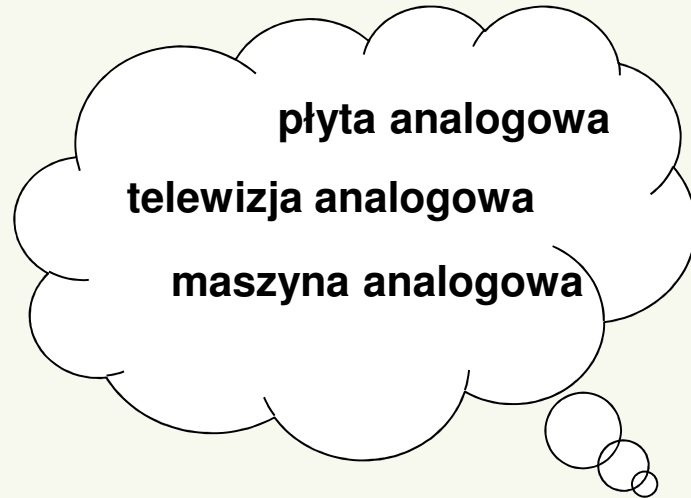
— Filozofia w informatyce, Kraków, 17-18 listopada 2016 —

**O RÓŻNYCH SPOSOBACH
ROZUMIENIA
ANALOGOWOŚCI
W INFORMATYCE**

Paweł Stacewicz

Politechnika Warszawska

Analogowe ?



dawne (przestarzałe)

nie cyfrowe (ciągłe)

działające na zasadzie (jakiejś) analogii

nie-formalne, nie-rachunkowe (np. graficzne)

Analogowość w informatyce

1. Informatyczne pojęcie **analogowości** dotyczy technik **przetwarzania danych** (obliczeń):

- ich matematycznych modeli oraz
- fizycznych implementacji.

Kontekst pojęcia (techniczno-formalny):

- przyrządy i urządzenia analogowe,
- maszyny analogowe,
- komputery analogowe,
- modele obliczeń analogowych.



Dwa główne znaczenia

2. Analiza konkretnych technik analogowych pozwala rozróżnić dwa podstawowe **znaczenia analogowości**:

(An-1) analogowe czyli **naturalne** (nie-sztuczne)

- *chodzi o techniki polegające na realizacji procesów fizycznych będących **naturalnymi analogonami** pewnych operacji matematycznych.*

(An-2) analogowe czyli **ciągłe** (nie-dyskretne)

- *chodzi o techniki pozwalające przetwarzać i generować dane **ciągłe** (opisywane co najmniej przez liczby rzeczywiste).*

Istota znaczenia An-1

(analogowe = naturalne)

3. Obliczenia analogowe w znaczeniu An-1 były realizowane przez **wczesne** (i wyspecjalizowane) układy analogowe.

Ich specyfikę określają trzy **warunki**:

- fizyczność (empiryczność),
- **analogiczność**,
- ciągłość (?).



Istota An-1: fizyczność

3a. Dane wejściowe są wielkościami fizycznymi (fizyczne parametry układu analogowego);

Wyniki – są pomiarami wielkości fizycznych;

Obliczenia, czyli operacje przetwarzania danych, polegają na realizacji **procesu fizycznego**, który odpowiada (zgodnie z pewną teorią fizyczną) określonej operacji matematycznej.

Zasada działania układu analogowego:

- 1) ustaw fizyczne parametry układu,
- 2) uruchom odpowiedni proces fizyczny,
- 3) dokonaj pomiaru wielkości wynikowych.

Istota An-1: analogiczność

3b. Analogiczność technik analogowych typu An-1 przejawia się na dwóch poziomach:

- 1) proces fizyczny, będący realizacją obliczenia, jest **analogonem** (inaczej: interpretacją fizyczną) pewnej operacji matematycznej (np. całkowania),
- 2) obliczenie podstawowe, realizowane przez pewien **proces bazowy**, może być stosowane w zagadnieniach dotyczących procesów **analogicznych** (analogicznych ze względu na wspólny im model/opis formalny).

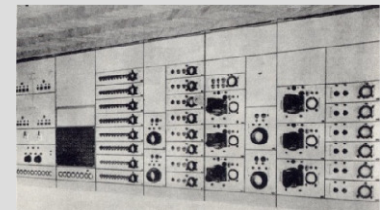
Istota An-1: ciągłość (?)

3c. Obliczenia analogowe typu An-1 są (były) realizowane przez procesy fizyczne opisywane (zwykle) za pomocą „**ciągłych**” obiektów matematycznych – jak liczby rzeczywiste, funkcje różniczkowalne, równania różniczkowe itp.

- *Czy ciągłość jednak (np. liczb rzeczywistych) jest faktyczną cechą w/w procesów, a także ich wyników (wyników pomiarów)?*
- *Czy (zakładana) ciągłość jest ważniejsza od analogiczności?*

W stronę obliczeń ciągłych (nie-cyfrowych)

4. O uznaniu **ciągłości** za najważniejszy wyróżnik obliczeń analogowych najprawdopodobniej przesądziły dwa **procesy historyczne**:
- **uniwersalizacja** maszyn analogowych (wraz z **redukcją** typów podstawowych elementów przetwarzających),
 - rozwój technik **cyfrowych** (dostosowanych do przetwarzania danych **dyskretnych**).



Analogowość jako ciągłość

(znaczenie An-2)

5. Obliczenia analogowe w znaczeniu An-2 są obliczeniami **ciągłymi** – pozwalającymi przetwarzać i generować dane ciągłe, którym w teorii odpowiadają (co najmniej) liczby **rzeczywiste**, w praktyce zaś pewne ciągłe (w świetle teorii) wielkości fizyczne.

cyfrowe → **N** (\aleph_0)

analogowe → **R** (**c**)

Modele obliczeń ciągłych

6. Obliczenia analogowe typu An-2 mają swoje ogólne **modele teoretyczne**, które określają typy operacji (funkcji) wykonywanych na danych ciągłych.

◆ Przykładowo, rozróżnia się:

(1) modele obliczeń ciągłych,
realizowanych w czasie **ciągłym**
[np. GPAC].

(2) modele obliczeń ciągłych,
realizowanych w krokach **dyskretnych**
[np. BSS czy ciągłe SSN].

Obliczenia ciągłe jako hiperobliczenia

7. Przynajmniej niektóre z obliczeń ciągłych zalicza się do tzw. **hiperobliczeń**. Dzieje się tak, ponieważ:
- ich cecha konstytutywna, tj, ciągłość, stanowi istotne **rozszerzenie** jednej z kluczowych własności tradycyjnych obliczeń turingowskich (tj. dyskretności).
 - ich teoria wskazuje, że pozwalają one (przy idealnej realizacji) rozwiązywać problemy **cyfrowo nieobliczalne**.

Nowe oblicze analogowości ?

8. Współczesnym rozwinięciem idei dawnej analogowości (An-1) zdają się być pewnego typu **nowe obliczenia naturalne**:

a) kwantowe

- *zamiast fizycznych układów makroskopowych wykorzystuje się mikro-układy kwantowe.*

b) biologiczne

- *zamiast układów fizycznych wykorzystuje się układy biologiczne (np. łańcuchy DNA).*

Informatyka, metodologia, filozofia (kilka pytań)

An-1: **Idealizacja** a dokładność obliczeń?

Fizyka czy **biologia**?

An-2: Świat dyskretny czy **ciągły**?

A umysł ?

An-1

An-2: **Uniwersalna** maszyna analogowa?

