

Tytuł: **Czy reguły obliczeniowe są wystarczającym warunkiem dla generowania semantyki?**¹

Autor: Piotr Kołodziejczyk / pkolodziejczyk@interia.pl

Źródło: <http://www.kognitywistyka.net> / mjkasperski@kognitywistyka.net

Data publikacji: 18 V 2003

1. Czym jest semantyka obliczeniowa?

W moich rozważaniach postaram się ukazać, iż badania semantyczne prowadzone w ramach sztucznej inteligencji są warunkowane uprzednim przyjęciem pewnej teorii obliczalności. W świetle poczynionej uwagi można sądzić, że symbolom składającym się na dowolny system przetwarzający informacje z definicji przysługują własności semantyczne. Teoretycy mocnej wersji AI w całej rozciągłości akceptują bowiem tezę, że

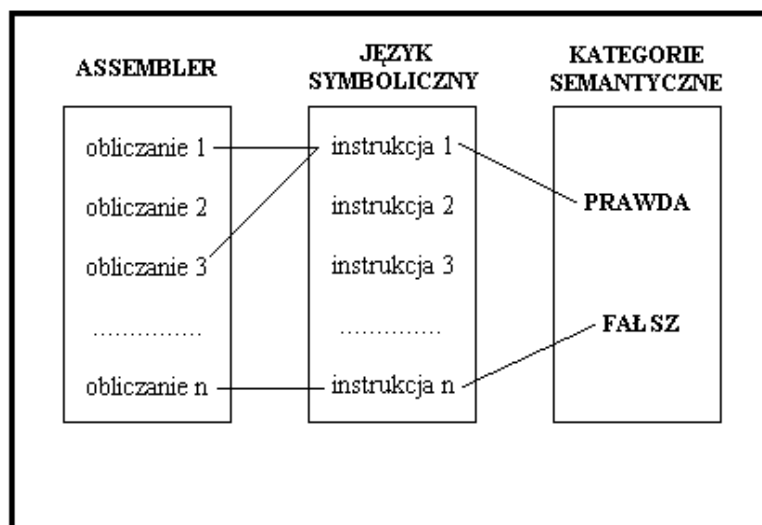
umysłowe stany i procesy mają charakter procesów obliczeniowych (...). Procesy obliczeniowe są zarówno symboliczne, jak i formalne. Są symboliczne, gdyż stanowią składową reprezentacji. Są one również formalne, ponieważ układają się w reprezentacje dzięki syntaktyce. [Fodor 1982, s. 279].

Stąd też, mianem ‘semantyki obliczeniowej’ określam te teorie, których aksjomatem jest twierdzenie o determinacji rozstrzygnięć w kwestii znaczenia i odniesienia przez zbiór formalnych reguł operowania symbolami. Należy przy tym wyraźnie zaznaczyć, że semantyka obliczeniowa jest koncepcją proceduralną. Definiując bowiem procedurę jako abstrakcję danego zjawiska, które wywołane z danym parametrem powoduje określone działanie systemu (por. Waite, Goos 1989 s. 23), okazuje się, iż badacze pracujący w paradygmacie AI traktują własności semantyczne jako interpretacje danych operacji formalnych wywołanych z odpowiednim parametrem (symbolem). Zaimplementowane w systemie symbole, twierdzą oni, muszą więc posiadać znaczenie rozumiane jako wypadkowa kauzalnych powiązań symbolu z innymi symbolami tworzącymi dany system (zob. Sloman 1986, s. 375). Na tego rodzaju ujęcie zezwala obserwacja, iż w każdym sztucznym systemie poznawczym wyróżnić można dwa poziomy przetwarzania danych.

Pierwszy – pisze Bobryk – to tak zwany poziom symboliczny (FORTRAN, PASCAL, BASIC). Jest on językiem, którym maszyna operuje na wejściach i wyjściach, służy do komunikacji między maszyną a jej użytkownikami. Drugi rodzaj kodu – język, w którym wykonywane są obliczenia [*computations*], w którym maszyna „mówi do siebie” nazywany jest kodem maszynowym lub językiem wewnętrznym. [Bobryk 1987, s. 46].

¹ Artykuł poniższy jest szkicem autorskiego wystąpienia na II Filozoficznym Forum Młodych, Bielsko-Biała.

Instrukcje języka symbolicznego można bowiem traktować jako reprezentacje obliczeń dokonywanych w języku assemblera, natomiast relacje między instrukcjami – jako kategorie semantyczne generowane przez dany system przetwarzający informacje. Zależność tą oddaje następujący schemat:

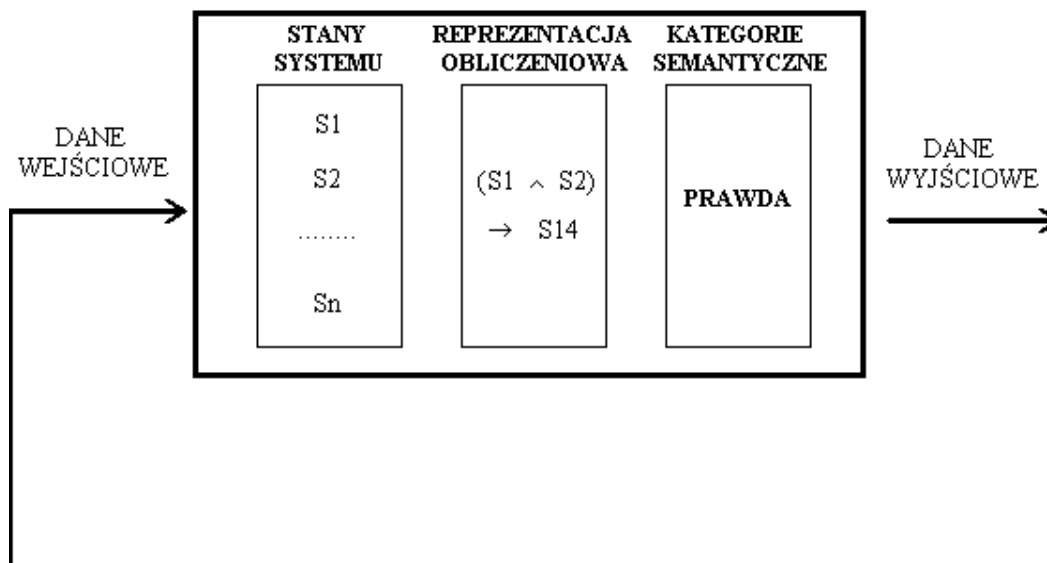


Proceduralne rozumienie semantyki obliczeniowej implikuje określenie jej mianem koncepcji holistycznej. Holizm ów wiąże się z przyjęciem założenia, iż kategorie semantyczne tworzone przez dany system są zdeterminowane przez wewnętrzne relacje zachodzące pomiędzy poszczególnymi składnikami tego systemu (zob. Fodor 1987, s. 60). Wedle tego poglądu

treść myśli – pisze Fodor – jest metafizycznie konstytuowana przez rolę w systemie przekonań danej osoby. [Fodor 2001, s. 16].

Dlatego też, próba opisanie/wyjaśnienia sposobu generowania semantyki w dowolnym systemie przetwarzającym informacje zakłada ujęcie tego systemu jako układu izolowanego. Oznacza to, że badanie własności semantycznych tego układu nie zakłada analizy interakcji pomiędzy systemem a jego środowiskiem zewnętrznym (por. Bobryk 1984, ss. 48-49).

Wydaje się, iż przytoczona teza prowadzi wprost do internalistycznego ujęcia semantyki obliczeniowej, zgodnie z którym treści semantyczne traktowane są „wąsko” (por. Fodor 2001, s. 17). Mówiąc inaczej, tylko na podstawie zaimplementowanych w systemie formalnych reguł operowania symbolami można wnosić, że „dla dowolnego układu O i pewnego stanu A wyrażającego sąd P istnieje („obliczeniowa”/”funkcjonalna”) relacja oraz mentalna reprezentacja MP taka, że MP oznacza P oraz O zawiera A wtedy, gdy w O zachodzi relacja pomiędzy P i MP ” (Fodor 1975, s. 75 oraz por. Fodor 1987, s. 17). Stąd zaś nietrudno wywieść, że dla każdego stanu, w którym może się znaleźć dany system, istnieją obliczeniowe relacje między nim a danymi stanami systemu. Relacje tego rodzaju stanowią podstawę dla semantycznej reprezentacji procedur realizowanych przez system. Przykładową zależność tego typu ilustruje ten oto schemat:



Na podstawie rysunku zdaje się być widocznym, że internalistyczne ujęcie semantyki obliczeniowej ściśle wiąże się z tezą głoszącą, iż

znaczenie wyrażenia jest określone przez jego położenie w sieci stanów (danego systemu, przyp. P. K.) jak również poprzez sposób, w jaki korzystają z niego różne procedury rozumujące przy użyciu tej sieci. [Rapaport 1988, s. 94].

Ze względu na problematyczność przytoczonego twierdzenia należy poświęcić szczególną uwagę jego analizie.

2. Ujęcie kategorii ‘znaczenia’ w badaniach AI

Charakteryzując koncepcje semantyczne sformułowane w ramach teorii Sztucznej Inteligencji można dostrzec pewien związek z klasycznymi rozstrzygnięciami semantycznymi. Związek ten polega na próbie wpisania wniosków sformułowanych przez badaczy AI w trójstopniowy schemat teorii referencji. Jeśli przyjąć, że schemat ten zakłada istnienie relacji pomiędzy nazwą, znaczeniem (sensem) oraz denotatem danej nazwy [zob. Pańniczek 1988, ss. 92-93], to w przypadku badań semantycznych prowadzonych w ramach teorii Sztucznej Inteligencji jest on przeformułowywany w strukturę: symbol – znaczenie (sens) – przedmiotowe odniesienie symbolu (por. Rumelhart 1999, s. 241).

Pod pojęciem symbolu teoretycy Sztucznej Inteligencji rozumieją zazwyczaj konwencjonalny zbiór słów i zdań różnych języków (zob. Fetzer 1997, s. 353). Jeśli więc systemy ‘inteligentne’ są systemami symbolicznymi, to ich definicyjną cechą jest to, że

manipulacje symbolami muszą być semantycznie interpretowalne – i to nie tylko lokalnie, ale globalnie: wszystkie te interpretacje symboli i manipulacji muszą sobie wzajemnie odpowiadać, jak ma to miejsce w arytmetyce, na poziomie symboli indywidualnych, formuł i ciągów formuł. Wszystkie te interpretacje muszą mieć semantyczny sens zarówno w całości, jak i w części. [Harnard 1995, s. 381 por. także Fodor i Pylyshyn 1988, ss. 48-55].

Przyjęcie kryterium semantycznej interpretowalności symboli wymusza wniosek o obliczeniowym podłożu formułowanej w ramach AI koncepcji znaczenia. Wprawdzie o kwestii tej pisałem już wyżej, to warto w tym miejscu dodać rzecz taką, że jeżeli systemy 'inteligentne' są układami przetwarzającymi ciągi symboli, to muszą one być wyposażone w interpreter przypisujący tym ciągom znaczenie. Mówiąc słowami Johna Haugelanda:

Jeśli posiadamy dany system symboli wraz z ich interpretacjami, to znaczenia znaków będących przedmiotami wprowadzania, przechowywania, manipulacji i wprowadzania „dba o siebie samą”. [Haugeland 1981, s. 24].

Innymi słowy, znaczenie jest automatycznie przypisywane danemu symbolowi (lub ciągowi symboli). Na czym jednak polega ów automatyzm? Aby odpowiedzieć na to pytanie skonstruuję następujący system symboliczny:

- (1) System S jest 'inteligentnym' systemem języka naturalnego.
- (2) Niech A oznacza alfabet systemu, czyli zbiór niezinterpretowanych symboli będących stałymi nazwowymi oraz zmiennymi indywiduowymi oraz predykatami. Zbiór ten jest skończony; $A = \{a, b, c, x, y, z, P, Q, R, (\dots)\}$.
- (3) System zawiera także zbiór R zawierający reguły operowania symbolami: $R = \{\rightarrow, \sim, \wedge, \vee, \equiv\}$.
- (4) Składową systemu są również kwantyfikatory (ogólny i szczegółowy): \forall, \exists .
- (5) Zakładam, że do systemu wprowadzane są dane wejściowe (DW), system zawiera moduł przechowujący przetworzone informacje (M), zaś reakcjami systemu (R) są odpowiedzi na dostarczane DW.

Automatyczne generowanie znaczeń może (w systemie S) przebiegać następująco:

- (1) Niech DW stanowią te oto zdania:
 - a. „Pewne samochody są zielone”.
 - b. „Pewne samochody są szybkie”.
 - c. „Niektóre samochody są drogie”.
- (2) Korzystając z A , system wygeneruje następujące reprezentacje DW:
 - a. $\exists_x (P_x \wedge Q_x)$
 - b. $\exists_x (P_x \wedge T_x)$
 - c. $\exists_x (P_x \wedge S_x)$
- (3) Moduł zawierał będzie więc informacje:
 - i) „Pewne samochody są zielone” i „Pewne samochody są szybkie” oraz „Niektóre samochody są drogie”, co w S jest wyrażalne jako:

$$D) \exists_x (P_x \wedge Q_x) \wedge \exists_x (P_x \wedge T_x) \wedge \exists_x (P_x \wedge S_x).$$
- (4) Na mocy zasady uproszczenia koniunkcji przechowywana informacja będzie miała postać: $\exists_x [P_x \wedge (Q_x \wedge T_x \wedge S_x)]$.
- (5) Niech system otrzyma kolejną DW w postaci pytania: „Co jest szybkie?”.
- (6) Wówczas S identyfikuje, że w M występuje jednoargumentowy predykat T_x reprezentujący własność 'bycia szybkim'. Jako, że predykat ten pozostaje w relacji do predykatu P_x , reakcją systemu będzie wygenerowanie formuły: $R) \exists_x (P_x \wedge T_x)$, czyli zdania: „Pewne samochody są szybkie”.

Jest przy tym jasne, że w zależności od liczby danych wejściowych, zasób wiedzy systemu będzie się zmieniał (por. Biela, Wojtylak 1993, ss. 129-132). Konstatacja ta nie pełni jednakże żadnej doniosłej roli w rozważaniach semantycznych. Najbardziej istotną

konsekwencją związaną z konstrukcją systemów izomorficznych z S jest, w opinii teoretyków mocnej wersji AI, fakt, iż znaczenie rozumiane jako element danej sieci symboli posiada moc kauzalną (por. Jifeng, Hoare 1990, ss. 406-409). Idąc tokiem Fodorowskich rozstrzygnąć można więc stwierdzić, że

żywienie przekonania, pragnienia itp. są to relacje, jakie zachodzą między systemami intencjonalnymi a reprezentacjami umysłowymi, które zostały wyrażone (w ich, niejako, głowach). Wyrażenie reprezentacji umysłowej ma przyczynowe konsekwencje. Całość takich konsekwencji implikuje sieć wzajemnych relacji przyczynowych między postawami. [Fodor 1999, s. 44].

W związku z tym, poszczególne znaczenia generowane przez dany system nie mogą być traktowane atomistycznie, lecz holistycznie.

Sieć znaczeń – pisze Fodor – jest wytworzona przez relacje inferencyjne zachodzące między sądami i relacje inferencyjne należą prawdopodobnie do istotnych własności każdego sądu. [Fodor 1999, s. 31].

Na przykład – analiza zdania: „Piotr jest wyższy niż Jan”, pozwala (na mocy zasady inferencji) wnosić, iż Jan jest niższy od Piotra. Zatem, zbiorowi symboli tworzących system znaczeń można przypisywać własność referencji.

Wydaje się, że problem referencji znaczeń generowanych w systemach AI stanowi najślabszy punkt badań semantycznych realizowanych w paradygmacie mocnej wersji sztucznej inteligencji. Uznanie twierdzenia głoszącego, iż element danego systemu może odnosić się tylko do innego elementu tego układu (zob. Baeten, Verhoef 1995, s. 160) implikuje, iż możliwość stwierdzenia równoważności pomiędzy sztucznymi a naturalnymi systemami poznawczymi w kwestii generowania i adaptacji znaczenia jest wysoce dyskusyjna. Sedno krytyki bazuje na refutacji 'wąskiego' ujęcia treści semantycznych.

3. Niektóre problemy semantyczne w ramach badań nad AI

Przyjęcie, iż podstawę formułowania koncepcji semantycznych stanowią formalne reguły operowania symbolami, teoretycy AI narażają się na szereg zarzutów, które ująć można następująco:

- (1) 'Inteligentne' systemy przetwarzające informacje niejednokrotnie nie uwzględniają problemu ekstensji generowanych przez siebie ciągów wyrażień.

Z tego punktu widzenia – pisze Bobryk – jest czymś mało istotnym, że sądy „Edyp poślubia Jokastę” i „Edyp poślubia swoją matkę” mają tę samą denotację, czyli dotyczą tych samych faktów. Ważne jest natomiast, czy w umyśle utrwalona jest informacja „Jokasta jest matką Edypa”. [Bobryk 1996, s. 101].

Toteż, systemom tym trudno orzec, czy wypowiedzi wyjściowe typu: „Aleksander Kwaśniewski” i „obecny prezydent RP” odnoszą się do tego samego obiektu. Trudność ta związana jest z tzw. zagadnieniem 'wąskiej treści'. Mówiąc słowami Putnama, nietrudno wykazać, że znaczenia generowane przez dowolny system poznawczy „nie są w głowie”.

(2) „Znaczenia nie są w głowie”. Pisze Putnam:

Jeśli idzie o mózgi w naczyniu – jakim sposobem fakt, że język ma ustalone przez program związki z odbieranymi bodźcami zmysłowymi, które ani ze swej istoty, ani na żadnej konwencjonalnej zasadzie nie reprezentują (...) niczego zewnętrznego, może sprawić, by cały system reprezentacji, język w jego użyciu rzeczywiście odnosił się do drzew, lub reprezentował drzewa, bądź cokolwiek zewnętrznego? Odpowiedź brzmi: nie może. [Putnam 1998, s. 313].

Jest tak, ponieważ, treść semantyczna tworzona przez sztuczne podmioty poznawcze jest 'wąska'. Oznacza to, iż odnosi się ona do symboli (wyrażeń) zaimplementowanych w danym systemie, nie zaś do obiektów zewnętrznych wobec siebie. Za Putnamiem można zatem stwierdzić, że gdyby te systemy posiadały zdolność bezpośrednich interakcji ze środowiskiem, wówczas miałyby zdolność do tworzenia takich samych kategorii semantycznych jak podmioty ludzkie (por. Putnam 1998, ss. 305-306). Wtedy jednak treść semantyczna traktowana byłaby 'szeroko'. Takie ujęcie prowadziłoby do ugruntowania zbioru symboli tworzących dany system, a w konsekwencji do skonstruowania semantyki robotycznej.

Semantyka tego rodzaju zakładała, iż symbole składające się na dany system oraz reguły operowania nimi nie są dostatecznym warunkiem dla generowania semantyki. Odrzucam bowiem stanowisko funkcjonalistyczne i związaną z nim tezę o niezależności realizacji własności poznawczych. Moje stanowisko jest, rzecz jasna, narażone na konieczność odrzucenia teorii obliczalności jako podstawy rozstrzygnięć semantycznych. Wydaje się jednak, iż ma ono tę zaletę, że nie miesza poznania z obliczaniem. Uważam bowiem, że aby możliwe było tworzenie kategorii semantycznych przez dany system, musi być on być wyposażony w organy sensomotoryczne. Stąd też, za Harnardem, można stwierdzić, że:

własności symboliczne muszą być ugruntowane we własnościach robotycznych. Wiele sceptycznych rzeczy można powiedzieć o robocie (...), ale nie można powiedzieć, że wewnętrzne symbole tego robota dotyczą przedmiotów, zdarzeń i stanów rzeczy, do których się odnoszą tylko dlatego, że są w taki sposób przeze mnie interpretowane, ponieważ ten robot sam może i faktycznie oddziałuje, autonomicznie i wprost na te przedmioty (...) w sposób, który odpowiada interpretacji. (...) Cena jednak, jaką trzeba zapłacić za ugruntowanie systemu jest to, że nie jest on już jedynie obliczeniowy. Dla robotycznego ugruntowania (semantyki, przyp. P.K.) niezbędne jest przynajmniej przetwarzanie sensomotoryczne, a przetwarzanie nie jest obliczaniem. [Harnard 1995, s. 388].

Ugruntowanie to umożliwia jednakże przypisanie systemowi robotycznemu własności intencjonalności, a więc wyposażenia go w te własności poznawcze, co podmiot naturalny. Dla rozwoju badań nad sztuczną inteligencją jest to fakt niebagatelny, ponieważ teorie intencjonalności sformułowane w ramach mocnej wersji AI narażone są na szereg trudności teoretycznych, których omówienie może być tematem innych analiz.

Literatura:

- [1] J. Beaten, C. Verhoef, *Concrete process algebra*, w: *Handbook of Logic in Computer Science vol. 4*, red. S. Abramsky, Oxford, 1995, ss. 150-268.
- [2] A. Biela, M. Wojtylak, *Automatyczne dowodzenie twierdzeń*, Katowice 1993.

- [3] J. Bobryk, *Locus umyśłu*, Wrocław 1987.
- [4] J. Bobryk, *Akty świadomości i procesy poznawcze*, Wrocław 1996.
- [5] J. Fetzer, *Thinking and Computing. Computers as Special Kinds of Signs*, w: "Minds and Machines", Nr 3/1997, ss. 345-364.
- [6] J. Fodor, *Language of Thought*, New York 1975.
- [7] J. Fodor, *Methodological Solipsism. Considered as Research Strategy in Cognitive Psychology*, w: Husserl, *Intentionality and Cognitive Science*, red. H. Dreyfus, Cambridge Mass 1982, s. 279.
- [8] J. Fodor, *Psychosemantics. The Problem of Meaning in the Philosophy of Mind*, Cambridge Mass 1987.
- [9] J. Fodor, Z. Pylyshyn, *Connectionism and Cognitive Architecture: A Critical Approach*, w: "Cognition", Nr 28/1988, ss. 48-55.
- [10] J. Fodor, *Jak grać w reprezentacje umysłowe*, tłum. Z. Chlewiński, w: *Modele umyśłu*, red. Z. Chlewiński, Warszawa 1999, ss. 17-49.
- [11] J. Fodor, *Ekspersi od więzów. Język myślenia i jego semantyka*, tłum. M. Gokieli, Warszawa 2001.
- [12] S. Harnard, *Computation Is Just Interpretable Manipulation. Cognition Isn't*, w: "Minds and Machines", Nr 4/1995, ss. 379-390.
- [13] J. Haugeland, *Semantic Engines. An Introduction to Mind design*, w: *Philosophy, Psychology, Artificial Intelligence*, red. tenże, Cambridge Mass 1981, ss. 1-34.
- [14] H. Jifenog, C. Hoare, *Categorial Semantics for Programming Language*, w: *Mathematical Foundations of Programming Semantics*, red. M. Main M., Berlin-Heidelberg-New York, 1990, ss. 402-416.
- [15] J. Paśniczek, *Meinongowska wersja logiki klasycznej*, Lublin 1988.
- [16] H. Putnam, *Mózgi w naczyniu*, tłum. A. Grobler, w: H. Putnam, *Wiele twarzy realizmu i inne eseje*, Warszawa 1988, ss. 295-324.
- [17] W. Rapaport, *Syntactic Semantics: Foundation of Computational Language Understating*, w: *Aspects of Artificial Intelligence*, red. J. Fetzer, Dordrecht 1988, ss. 81-131.
- [18] D. Rumelhart, *Architektura umyśłu. Podejście konekcyjne*, tłum. H. Grzegołowska-Klerkowska, w: *Modele...*, red. Z. Chlewiński, 1999.
- [19] A. Sloman, *Reference without Causal Links*, ss. 369-381, w: *7'th European Conference of Artificial Intelligence*, red. B. Dolay, J. Steels, Amsterdam 1986.
- [20] W. M. Waite, G. Goos, *Konstrukcje kompilatorów*, tłum. A. Litwiniuk, Warszawa 1989.