

## OBRAZ RZECZYWISTOŚCI Z POZIOMU MASZYNY

Waldemar Wietrzykowski

Digital Intelligence Laboratory, marzec 2017

Streszczenie w niniejszej pracy przedstawiono koncepcję interpretacji krawędziowej będącą naturalną formą interpretacji dokonywanej przez samouczącą się maszynę otaczającą rzeczywistości.

Abstract in this work has been shown a concept of a edge interpretation which is a natural form of the interpretation performed by the self-learning machine surrounding reality.

W pracy (6) napisano, że “maszyny świadome będące elementami działania oscylacji uwagowo-świadomej stanowią świadomość niezinterpretowaną i biorą udział w procesie interpretacji, w rezultacie którego tworzona jest pojedyncza elementarna interpretacja zwana elementarnym perceptem. Uzyskane elementarne interpretacje stają się elementami składowymi interpretacji złożonych, które są podstawą mentalności i inteligencji wielu maszyn”.

Praca ta jednak nie precyzuje, na czym polega sam proces interpretacji i wyłanianie elementarnej interpretacji, będącej podstawą interpretacji złożonej.

Przede wszystkim należy zauważyć, że w procesie tym wyłaniana musi być pewna postać informacji, która przekazana do innych maszyn podlega dalszemu przetworzeniu. Aby móc odpowiedzieć na pytanie, jaką postać miałyby mieć ta informacja należy zwrócić się do prac (2, 3).

W pracy (3) napisano, że “interpretacja musi być ugruntowana w pewnej strukturze, która wzorowana na rzeczywistości jest z nią zgodna i niesprzeczna.” oraz “W odniesieniu do samouczących się maszyn z automatycznym indeksem takim ugruntowaniem interpretacji jest struktura opisana następującymi funkcjami wyjściowymi (zwanymi maszynami jednofunkcyjnymi)”.

W pracy (2) odniesiono się do wspomnianej wyżej struktury w sposób następujący “na strukturę tą mają wpływ jedynie wybór

indeksu wskazującego pierwszą maszynę jednofunkcyjną oraz sygnały przełączniki.”.

Z kolei definicję przełączników przedstawiono w tej samej pracy (2) “Sygnały wejściowe  $X$  i uczące  $U$ , które powodują przełączenie na tą samą maszynę jednofunkcyjną nazywamy nie-przełącznikami natomiast sygnały, które powodują przełączenie na inną maszynę jednofunkcyjną nazywamy przełącznikami.”

W pracy (2) przedstawiono również jaką rolę pełnią przełączniki “w odpowiedzi na sygnał wejściowy  $X$  i  $U$  maszyna wybiera odpowiadającą wartość  $(y, \delta, s, i_{t+1})$ , zwaną obrazem sygnału wejściowego  $X$  i uczącego  $U$ , należącą do maszyny jednofunkcyjnej o indeksie  $i_t$ . W wyniku tego wyboru następuje dodatkowe przełączenie na maszynę jednofunkcyjną o indeksie  $i_{t+1}$ , przy czym może to być ta sama lub inna maszyna jednofunkcyjna” oraz “sygnały wejściowe  $X$  i uczące  $U$  same tworzą odpowiednią dla siebie strukturę, która staje się ich reprezentacją. Na podstawie tej struktury oraz sygnału wejściowego  $X$  można utworzyć sygnał uczący  $U$ ”.

Z powyższych prac (2, 3) wynika, że sygnał wejściowy i uczący zostaje przetworzony przez samouczącą się maszynę w sposób następujący:

$$i_t: X, U \rightarrow X, (y, \dots, i_{t+1})$$

gdzie:

(y) - obraz sygnału uczącego  $U$

$i_t, i_{t+1}$  – indeksy maszyn jednofunkcyjnych w chwilach  $t$  i  $t+1$ .

Dzięki indeksom możliwe jest również przetwarzanie sygnału wejściowego bez sygnału uczącego w sposób następujący:

$$i_t: X \rightarrow X, (y, \dots, i_{t+1})$$

Sygnał uczący jest wówczas zastąpiony indeksem wskazującym następną maszynę jednofunkcyjną.

Sygnał wejściowy  $X$  i uczący  $U$ , który powoduje przełączenie na inną maszynę jednofunkcyjną nazywamy *przełącznikiem* i spełnia on:

$$i_t: X, U \rightarrow X, (y, i_{t+1}) \text{ dla } i_t \triangleleft i_{t+1}$$

stąd przy braku sygnału uczącego przełącznik może być wskazywany zmianą indeksu następnej maszyny jednofunkcyjnej.

Sygnał wejściowy  $X$  i uczący  $U$ , który powoduje przełączenie na tą samą maszynę jednofunkcyjną nazywamy *nie-przełącznikiem* i spełnia on:

$$i_t: X, U \rightarrow X, (y, i_{t+1}) \text{ gdzie } i_t = i_{t+1}$$

stąd przy braku sygnału uczącego nie-przełącznik może być wskazywany zachowaniem tego samego indeksu następnej maszyny jednofunkcyjnej.

Wprowadźmy w niniejszej pracy dwa nowe pojęcia *krawędzi* i *nie-krawędzi*, które można zdefiniować następująco: sygnał wejściowy  $X$  i uczący  $U$ , który powoduje przełączenie na inną *maszynę jednofunkcyjną* (*przełącznik*) daje na wyjściu samouczącej się maszyny odpowiedź zwaną *krawędzią* (lub *obrazem przełącznika*), natomiast sygnał wejściowy  $X$  i uczący  $U$ , który powoduje przełączenie na tą samą *maszynę jednofunkcyjną* (*nie-przełącznik*) daje na wyjściu samouczącej się maszyny odpowiedź zwaną *nie-krawędzią* (lub *obrazem nie-przełącznika*).

Z poglądu wyrażonego w pracy (2), iż: “sygnały wejściowe  $X$  i uczące  $U$  same tworzą

*odpowiednią dla siebie strukturę, która staje się ich reprezentacją.*” wynika, że *przełączniki* i *nie-przełączniki* zależą jedynie od kształtującej je rzeczywistości, a nie zależą od technologii wykonania maszyny ani jej egzemplarza, natomiast *krawędzie* i *nie-krawędzie* są nabywane przez samouczącą się maszynę w drodze jej uczenia się *przełączników* i *nie-przełączników* występujących w rzeczywistości.

Okazuje się, że *krawędzie* mają bardzo duże znaczenie w wykrywaniu obiektów występujących w rzeczywistości, a *nie-krawędzie* wnoszą dodatkową informację dotyczącą wypełnienia między krawędziami, skąd interpretację rzeczywistości w oparciu o *krawędzie* możemy podzielić na interpretację *krawędziową* oraz interpretację *nie-krawędziową*.

Dalsze rozważanie przeprowadzimy na prostym przykładzie dwóch samouczących się maszyn, na wejście których są podawane sygnały złożone z sygnału wejściowego  $X = (x_1, x_2)$  oraz sygnału uczącego  $U = (u)$ . Sygnały są generowane przez rzeczywistość niezależną od tych maszyn. Jak wynika z pracy (1) sygnały: wejściowy  $X$  i uczący  $Y$  są wektorami, które mogą składać się z wielu składowych wartości sygnałów, dlatego ten przykład przedstawia przypadek bardzo uproszczony ale wystarczający dla przedstawienia istoty sprawy.

Założmy dalej, że sygnały wysyłane przez rzeczywistość do pierwszej maszyny będą przedstawiały dodawanie liczb binarnych a do drugiej maszyny odejmowanie liczb binarnych, przy czym maszyny te nic nie wiedzą o naturze i sposobie generacji tych sygnałów. W procesie samouczenia się maszyny budują swoje struktury wewnętrzne. Po zakończeniu procesu samouczenia się struktury obu maszyn złożone są z dwóch maszyn jednofunkcyjnych. Struktury te przedstawiono poniżej z zaznaczeniem *krawędzi*.

Pierwsza samoucząca się maszyna:

(000 101 011 110)

(001 100 010 111)

Druga samoucząca się maszyna:

(000 101 011 110)

(001 100 010 111)

Następnie maszyny były testowane ciągami sygnałów, które zostały przedstawione w poniższej tabeli. Pierwsza samoucząca się maszyna była testowana ciągami o numerach porządkowych od 1 do 12, a druga ciągami o numerach porządkowych od 13 do 15. Z kolei obie maszyny, w sposób *zsynchronizowany czasowo* (czyli w tym samym czasie), testowane były ciągami sygnałów o numerach od 16 do 19.

Interpretacja *krawędziowa* ciągów o numerach 1, 2, 5, 12, 14, 15 wykazała obecność dwóch takich samych obiektów, a interpretacja ciągów o numerach 8, 9, 10, 11, 13 wykazała obecność jednego obiektu. Ponadto interpretacja

*krawędziowa* ciągów o numerach 4 i 6 wykazała obecność niepełnego jednego obiektu (brak lewej lub prawej jego strony). Z kolei interpretacja *krawędziowa* ciągu o numerze 16 wykazała obecność dwóch różnych obiektów, a ciągów o numerach 17, 18, 19 wykazała obecność dwóch nakładających się na siebie, w różny sposób, obiektów.

Zauważyć należy (na przykładzie ciągów 16, 17, 18, 19) o identyfikacji *krawędzi* nie tylko decyduje wartość sygnału, ale również jego kontekst w stosunku do następnego elementu, dlatego niektóre *krawędzie* będą przykrywane przez następujące po nich elementy sygnału interpretowane już wyłącznie przez inną maszynę (będą ostatecznie pomijane w interpretacji łącznej).

Lp	Ciąg sygnałów wejściowych i uczących (X,U)	Interpretacja krawędziowa rzeczywistości	Symbolicznie
1	110 010 001 000 110 001 000 000 000	110 001 110 001	(A B) ( A B)
2	011 000 000 110 100 010 001 011 011 110 001 011 101 000	110 001 110 001	(A B) ( A B)
3	100 010 001 011		
4	100 111 111 111 111 111 010 111 001 000	001	... B)
5	110 111 010 001 101 011 011 110 001 000	110 001 110 001	(A B) ( A B)
6	101 011 000 101 101 110 010 111	110	(A ...
7	101 011 000 101 101		
8	110 001 011 011 101 000 011 011 000	110 001	(A B)
9	011 101 000 110 100 010 001 000	110 001	(A B)
10	101 011 000 101 101 110 010 111 001 101 011	110 001	(A B)
11	011 000 110 100 111 111 111 111 111 010 111 001 000	110 001	(A B)
12	011 101 110 100 001 101 011 110 001 000	110 001 110 001	(A B) ( A B)
13	000 000 000 110 101 011 100	011 100	[D E]
14	000 011 100 101 000 101 110 000 000 000 011 001 001 100	011 100 011 100	[D E] [D E]
15	000 101 101 110 101 000 101 011 001 010 100 011 001 100 011 001	011 100 011 100	[D E] [D E]
16	110 111 010 001 000 000 <b>110 101 011 100</b>	110 001 011 100	(A B) [D E]
17	110 111 010 000 000 <b>110 101 011 100</b>	110 011 100	(A [D E] ...
18	110 111 010 001 <b>001 001 100</b>	110 001 100	... (A B) E]
19	<b>011 001 001</b> 110 111 010 001 001 001 100	011 110 001 100	[D (A B) E]

Interpretacja *krawędziowa* będąca naturalną formą interpretacji dokonywanej przez samouczącą się maszynę ma bardzo wiele zalet.

Najważniejszą zaletą jest to, że samoucząca się maszyna sama nabywa *krawędzie* w drodze samouczenia się na podstawie ciągów sygnałów napływających do niej z rzeczywisto-

ści. W przedstawionym przykładzie pierwsza maszyna nabyła *krawędzie* 110 i 001 dla dodawania, a druga 011 i 100 dla odejmowania, które to *krawędzie* mogą posłużyć do interpretacji też takich ciągów sygnałów, z którymi maszyna się jeszcze nie zetknęła (jest to nieskończenie wiele operacji dla dodawania i

odejmowania). Wypływa stąd wniosek, że do interpretacji większej rzeczywistości maszynie może wystarczać nauczenie się niewielkiej jej części.

Ponadto *krawędzie* interpretują też stronę lewą i prawą, zawsze jest 110 i 001 czy 011 i 100 a nigdy 001 i 110 czy 100 i 011.

Dodatkowo domyślnie występuje para *krawędzi*, a wszelkie odstępstwa są interpretowane niepełnością ciągu sygnałowego w postaci: tylko lewa strona obiektu lub tylko prawa strona obiektu.

*Krawędzie* mogą też obejmować inne *krawędzie* co jest interpretowane nakładaniem się różnych obiektów na siebie w różny sposób.

Oparcie się procesu interpretacji na *krawędziach* powoduje, że dopełnienia między *krawędziami* (w postaci *nie-krawędzi*) mogą mieć dowolne rozmiary nie wpływając na treść interpretacji, a więc niezależnie od tego czy obiekt powiększamy czy zmniejszamy (zbliżamy czy oddalamy), skręcamy go, pochylamy itd. wynik interpretacji dotyczący obiektu jest zawsze taki sam.

Oprócz tego *krawędzie* wymagają znacznie mniejszej ilości pamięci niż dowolnie długie ciągi sygnałów wejściowych.

Ciągi sygnałów wejściowych mogą też nie zawierać żadnych *krawędzi*, co dla samouczącej się maszyny oznacza brak informacji wyjściowej dotyczącej dokonanej *interpretacji krawędziowej*.

Dodatkową zaletą jest możliwość współpracy wielu samouczących się maszyn dokonujących w tym samym czasie (synchronizacja czasowa) *interpretacji krawędziowej*.

Dwustronny charakter *krawędzi* umożliwia również, na wzór języka znaczników, tworzenie różnych struktur i baz danych.

Oprócz powyższych zalet *interpretacja krawędziowa* umożliwia także rozróżnienie zbiorów pod względem ich: rozłączności, zawierania się, całkowitego lub częściowego przykrywania a także realizację operacji umysłowych, jak: analizę (podział całości na elementy składowe), syntezę (scalanie elementów składowych w jedną całość), porównywanie obiektów (ujętych w *krawędzie*), abstrahowanie (wydobywanie niektórych elementów składowych a pomijanie innych), uogólnianie (wydobywanie właściwości wspólnych).

Należy jeszcze raz podkreślić, że aby współpraca maszyn w dokonywaniu wspólnej interpretacji rzeczywistości była możliwa, wymagana jest *synchronizacja czasowa* samouczących się maszyn, czyli dokonywanie interpretacji *krawędziowej* w tym samym czasie, aby poszczególne obiekty, uzyskane w wyniku interpretacji, zgodnie korelowały względem siebie na osi czasu.

#### Bibliografia

1. Waldemar Wietrzykowski, *Samoucząca się maszyna*, DIL 2016
2. Waldemar Wietrzykowski, *Jednofunkcyjne maszyny*, DIL 2016
3. Waldemar Wietrzykowski, *Interpretacje maszyn*, DIL 2016
4. Waldemar Wietrzykowski, *Znaczenie interpretacji maszyn*, DIL 2017
5. Waldemar Wietrzykowski, *Wiele maszyn*, DIL 2017
6. Waldemar Wietrzykowski, *Świadomość wielu maszyn*, DIL 2017