

POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MATEMATYKI I NAUK  
INFORMACYJNYCH

## REPREZENTACJA WIEDZY

---

Programy działań z efektami  
domyślnymi

*Autorzy:*

Dragan Łukasz  
Flis Mateusz  
Fusiara Marcin  
Izert Piotr  
Pielat Mateusz  
Rząd Przemysław  
Siry Roman  
Waszkiewicz Piotr  
Zawadzka Anna

19 marca 2016

# 1 Opis zadania

Zadaniem projektu jest opracowanie i zaimplementowanie języka akcji dla specyfikacji podanej klasy systemów dynamicznych oraz odpowiadający mu język kwerend.

System dynamiczny spełnia podane założenia:

1. Prawo inercji
2. Niedeterminizm i sekwencyjność działań
3. Pełna informacja o wszystkich akcjach i wszystkich ich skutkach bezpośrednich
4. Z każdą akcją związany jest:
  - (a) Warunek początkowy (ew. true)
  - (b) Efekt akcji
  - (c) Jej wykonawca
5. Skutki akcji:
  - (a) Pewne (zawsze występują po zakończeniu akcji)
  - (b) Domyślne (preferowane. Zachodzą po zakończeniu akcji, o ile nie jest wiadomym, że nie występują)
6. Efekty akcji zależą od jej stanu, w którym akcja się zaczyna i wykonawcy tej akcji
7. W pewnych stanach akcje mogą być niewykonalne przez pewnych (wszystkich) wykonawców

Programem działań nazywać będziemy ciąg  $((A_1, w_1), (A_2, w_2), \dots, (A_n, w_n))$ , gdzie  $A_i$  jest akcją, zaś  $w_i$  jej wykonawcą lub  $\epsilon$  (ktokolwiek).

Język kwerend zapewnia uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

1. Czy podany program działań jest wykonywalny zawsze/kiedykolwiek?
2. Czy wykonanie podanego programu działań z dowolnego stanu spełniającego warunek  $\pi$  prowadzi zawsze/kiedykolwiek/na ogół do stanu spełniającego warunek celu  $\gamma$  ?
3. Czy z dowolnego stanu spełniającego warunek  $\pi$  cel  $\gamma$  jest osiągalny zawsze/kiedykolwiek/na ogół?
4. Czy wskazany wykonawca jest zaangażowany w realizację programu zawsze/kiedykolwiek?

## 2 Język akcji $\Omega$

### 2.1 Definicja języka

$\Omega$  jest rodziną języków, w której każdy język  $\mathcal{L}$  określony jest nad sygnaturą

$$\Upsilon = (F, A, W)$$

gdzie:

- $F$  - niepusty zbiór zmiennych (fluenty)
- $A$  - niepusty zbiór akcji
- $W$  - niepusty zbiór wykonawców (aktorów), przy czym  $\epsilon \in W$ , gdzie  $\epsilon$  oznacza kogokolwiek

### 2.2 Syntaktyka języka

W języku  $\Omega$  występują następujące typy zdań:

- **initially  $\alpha$**   
formuła  $\alpha$  zachodzi w stanie początkowym
- **$\alpha$  after  $(A_1, w_1), \dots, (A_n, w_n)$**   
formuła  $\alpha$  zachodzi po wykonaniu sekwencji  $(A_1, w_1), \dots, (A_n, w_n)$ , gdzie  $A_i$  jest akcją, zaś  $w_i$  jej wykonawcą
- **$(A, w)$  causes  $\alpha$**   
skutkiem wykonania akcji  $A$  przez wykonawcę  $w$  jest stan, w którym spełniona jest formuła  $\alpha$
- **$(A, w)$  causes  $\alpha$  if  $\pi$**   
skutkiem wykonania akcji  $A$  przez wykonawcę  $w$  w stanie spełniającym warunek  $\pi$  jest stan, w którym spełniona jest formuła  $\alpha$
- **observable  $\alpha$  after  $(A_1, w_1), \dots, (A_n, w_n)$**   
po wykonaniu sekwencji  $(A_1, w_1), \dots, (A_n, w_n)$ , gdzie  $A_i$  jest akcją, zaś  $w_i$  jej wykonawcą, w stanie początkowym może (ale nie musi) zachodzić formuła  $\alpha$
- **impossible  $(A, w)$  if  $\pi$**   
niemożliwe jest wykonanie akcji  $A$  przez wykonawcę  $w$  w stanie spełniającym warunek  $\pi$
- **$(A, w)$  releases  $f$  if  $\pi$**   
wykonanie akcji  $A$  przez wykonawcę  $w$  w stanie spełniającym warunek  $\pi$  może (ale nie musi) zmienić wartość zmiennej  $f$
- **$(A, w)$  typically causes  $\alpha$  if  $\pi$**   
skutkiem wykonania akcji  $A$  przez wykonawcę  $w$  w stanie spełniającym warunek  $\pi$  na ogół jest stan, w którym spełniona jest formuła  $\alpha$

- **always**  $\alpha$   
formuła  $\alpha$  jest spełniona w każdym stanie

gdzie  $\alpha$  jest dowolną kombinacją zmiennych (fluentów):

$$\alpha = f|\alpha|\neg\alpha|\alpha_1 \wedge \alpha_2|\alpha_1 \vee \alpha_2|\alpha_1 \rightarrow \alpha_2|\alpha_1 \leftrightarrow \alpha_2$$

## 2.3 Semantyka języka

### 2.3.1 Stan

Stanem będziemy nazywać dowolną funkcję  $\sigma : F \rightarrow \{1, 0\}$ , która przypisuje zmiennym wartości logiczne. Jeśli  $\sigma(f) = 1$ , to znaczy, że zmienna  $f$  zachodzi w stanie  $\sigma$ . Funkcję tę można rozszerzyć na zbiór wszystkich formuł nad zbiorem zmiennych  $F$  według zasad obowiązujących w klasycznej logice zdań.

### 2.3.2 Struktura

Strukturą nazywamy układ  $S = (\Sigma, \sigma_0, ResAb, ResN)$ , gdzie:

- $\Sigma$  - zbiór stanów
- $\sigma_0 \in \Sigma$  - stan początkowy
- $ResAb, ResN : A \times W \times \Sigma \rightarrow 2^\Sigma$  są funkcjami przejść.  $ResAb$  jest funkcją przejść nietypowych,  $ResN$  jest funkcją przejść typowych oraz  $ResAb \cap ResN = \emptyset$

### 2.3.3 Model dziedziny

W celu zdefiniowania pojęcia modelu dziedziny wprowadzone zostaną następujące funkcje pomocnicze:

1.  $Res_0 : Ac \times \Sigma \rightarrow 2^\Sigma$  konstruowane na podstawie zdań efektów akcji.

$$\forall_{A \in Ac, \sigma \in \Sigma} Res_0(A, \sigma) = \{\sigma' \in \Sigma : (A \textbf{ causes } \alpha \textbf{ if } \pi) \in D \wedge (\sigma \vdash \pi) \Rightarrow (\sigma' \vdash \alpha)\}$$

Oznacza to, że  $Res_0$  konstruuje się bez minimalizacji zmian.

2. Funkcję  $Res^-$  wyznacza się stosując minimalizację zmian.

3. Funkcję  $Res^+ : Ac \times \Sigma \rightarrow 2^\Sigma$  spełniającą warunek  $\forall_{A \in Ac, \sigma \in \Sigma}$ :

$$Res_0^+(A, \sigma) = \{\sigma' \in Res_0(A, \sigma) : (A \textbf{ typically causes } \beta \textbf{ if } \pi) \in D \wedge (\sigma \vdash \varphi) \Rightarrow (\sigma' \vdash \beta)\}$$

Niech  $D$  będzie dziedziną akcji języka  $AT$  i niech  $S = (\Sigma, \sigma_0, ResAb, ResN)$  będzie strukturą dla  $AT$ . Mówimy, że  $S$  jest modelem  $D \leftrightarrow$  spełnione są warunki:

- $\Sigma$  jest zbiorem stanów z dziedziny  $D$
- każde zdanie obserwacji i każde zdanie wartości z dziedziny  $D$  jest prawdziwe w  $S$

- $\forall_{A \in Ac, \sigma \in \Sigma} ResN(A, \sigma)$  jest zbiorem tych wszystkich stanów  $\sigma' \in Res_0^+(A, \sigma)$ , dla których zbiory  $New(A, \sigma, \sigma')$  są minimalne
- $\forall_{A \in Ac, \sigma \in \Sigma} ResAb(A, \sigma) = Res^-(A, \sigma) | ResN(A, \sigma)$

Warto zwrócić uwagę na to, że skutki *pewne* dla akcji traktowane są jak *typowe*.

### 2.3.4 Funkcja przejścia

Niech  $S = (\Sigma, \sigma_0, ResAb, ResN)$  będzie strukturą dla języka. Konstrukcja funkcji  $\Psi_S : Ac^* \times \Sigma \rightarrow \Sigma$  wygląda następująco:

- $\Phi_S(\epsilon, \sigma) = \sigma$  gdzie  $\epsilon$  oznacza ciąg pusty
- jeśli  $\Phi_S((A_1, \dots, A_n), \sigma)$  jest określona to
 
$$\Phi_S((A_1, \dots, A_n), \sigma) \in ResAb(A_n, \Phi_S(A_1, \dots, A_{n-1})) \cup ResN(A_n, \Phi_S(A_1, \dots, A_{n-1}))$$

## 3 Język kwerend

- **Czy podany program działań jest wykonywalny zawsze/kiedykolwiek?**  
always/ever executable  $SC$
- **Czy wykonanie podanego programu działań z dowolnego stanu spełniającego warunek  $\pi$  prowadzi zawsze/kiedykolwiek/na ogół do stanu spełniającego warunek celu  $\gamma$  ?**  
always/ever/typically accessible  $\gamma$  if  $\pi$  when  $SC$
- **Czy z dowolnego stanu spełniającego warunek  $\pi$  cel  $\gamma$  jest osiągalny zawsze/kiedykolwiek/na ogół?**  
always/ever/typically accessible  $\gamma$  if  $\pi$
- **Czy wskazany wykonawca jest zaangażowany w realizację programu zawsze/kiedykolwiek?**  
always/ever partakes  $w$  when  $SC$