

# 1 Opis języka akcji

Język akcji zaprojektowany na potrzeby zadania spełnia następujące warunki:

1. Prawo inercji.
2. Sekwencyjność działań.
3. Możliwe akcje niedeterministyczne.
4. Liniowy model czasu - czas dyskretny.
5. Pełna informacja o wszystkich:
  - (a) akcjach,
  - (b) skutkach bezpośrednich.
6. Akcja posiada:
  - (a) warunek początkowy,
  - (b) czas trwania  $t \geq 1, t \in \mathbb{N}$ ,
  - (c) efekt akcji.
7. Podczas trwania akcji, wartości zmiennych, na które ona wpływa, nie są znane.
8. Występujące rodzaje efektów:
  - (a) środowiskowe: zmiany wartości zmiennych systemu,
  - (b) dynamiczne: wystąpienie innych akcji po  $d \geq 0$  jednostkach czasu od zakończenia akcji przyczynowej.
9. W pewnych stanach akcje mogą być niewykonalne, przy czym stany takie podane są albo przez podanie konkretnych punktów czasowych, albo przez określenie warunków logicznych.
10. Stany opisywane częściowo przez obserwacje.
11. Pewne stany mogą rozpocząć wykonywanie pewnych akcji.

Językiem odpowiadającym powyższym założeniom jest język *AL* opisujący domeny akcji z czasem liniowym.

## 1.1 Sygnatura języka

Sygnaturą języka jest następująca trójka zbiorów:  $\psi = (F, Ac, \mathbb{N})$ , gdzie:

$F$  – zbiór zmiennych inercji (fluentów)

$Ac$  – zbiór akcji

$\mathbb{N}$  – zbiór liczb naturalnych (czas trwania akcji)

## 1.2 Opis domeny

Rodzaje zdań występujących w projektowanym języku (domena języka):

Oznaczenia:

$f$  – fluent

$Ac_i, Ac_j \in Ac$   
 $\alpha, \pi \in Forms(F)$   
 $d_i, d \in \mathbb{N}$

- initially  $\alpha$   
Określa stan początkowy fluentów w formule  $\alpha$ .
- $(Ac_i, d_i)$  causes  $\alpha$  if  $\pi$   
Akcja  $Ac_i$  trwająca  $d_i$  chwil powoduje stan  $\alpha$ , jeśli zachodzi warunek  $\pi$ .
- $(Ac_i, d_i)$  invokes  $(Ac_j, d_j)$  after  $d$  if  $\pi$   
Akcja  $Ac_i$  trwająca  $d_i$  chwil powoduje wykonanie akcji  $Ac_j$  trwającej  $d_j$  chwil po  $d$  chwilach od zakończenia akcji  $Ac_i$ , jeśli zachodzi warunek  $\pi$ .
- $(Ac_i, d_i)$  releases  $f$  if  $\pi$   
Akcja  $Ac_i$  trwająca  $d_i$  chwil powoduje uwolnienie  $f$  po zakończeniu akcji  $Ac_i$ , jeśli zachodzi warunek  $\pi$ .
- $\pi$  triggers  $(Ac_i, d_i)$   
Akcja  $Ac_i$  trwająca  $d_i$  chwil jest wykonywana, jeśli zajdzie warunek  $\pi$ .
- impossible  $(Ac_i, d_i)$  at  $d$   
Akcja  $Ac_i$  trwająca  $d_i$  chwil jest niewykonalna w chwili  $d$ .
- impossible  $(Ac_i, d_i)$  if  $\pi$   
Akcja  $Ac_i$  trwająca  $d_i$  chwil jest niewykonalna, jeśli zachodzi warunek  $\pi$ .
- always  $\alpha$   
Każdy stan spełnia warunek  $\alpha$ .

### 1.3 Scenariusze działań

Scenariusze działań opisane są w następujący sposób:

- $Sc = (OBS, ACS)$
- $OBS = \{(\gamma_1, t_1), \dots, (\gamma_m, t_m)\}$ , gdzie:  
 $m \geq 0$  – ilość obserwacji,  
każda obserwacja jest stanem częściowym (stanem spełniającym warunek  $\gamma_i$  w pewnym punkcie czasu  $t_i$ ).  
 $\gamma_i \in Forms(F)$
- $ACS = \{((Ac_1, d_1), t_1), \dots, ((Ac_n, d_n), t_n)\}$ , gdzie:  
 $n \geq 0$ ,  
 $Ac_i$  – akcja,  
 $d_i$  – czas trwania akcji,  
 $t_i$  – punkt w czasie (rozpoczęcie akcji).

### 1.4 Semantyka

**Definicja 1.1.** *Semantyczną strukturą języka AL nazywamy system  $S = (H, O, E)$  zgodny z dziedziną  $D$  taki, że:*

- $H : F \times \mathbb{N} \longrightarrow \{0, 1\}$  jest funkcją historii, pozwala ona stwierdzić, jaki stan ma pewny fluent w danej chwili czasu. Dziedzinę tej funkcji możemy łatwo rozszerzyć do zbioru wszystkich formuł, dlatego też tą funkcję będziemy utożsamiać z rozszerzoną.
- $O : Ac \times \mathbb{N} \longrightarrow 2^F$  jest funkcją okluzji. Dla pewnej ustalonej akcji  $A \in Ac$ , chwili czasu  $t \in \mathbb{N}$ , funkcja  $O(A, t)$  zwraca zbiór fluentów, na który akcja  $A$  ma wpływ, jeśli będzie ona trwała w chwili  $t$ . Wartość funkcji okluzji będziemy nazywać regionem okluzji.
- $E \subseteq Ac \times \mathbb{N} \times \mathbb{N}$  jest relacją wykonań akcji. Trójka  $(A, t, d)$  należy do relacji  $E$  jeśli akcja  $A$  trwająca  $d$  czasu jest rozpoczęta w czasie  $t$ . W naszym modelu zakładamy warunek sekwencyjności działań. Oznacza on, że tylko jedną akcję możemy wykonać w danym czasie tak, więc jeśli  $(t_1, t_1 + d_1) \subseteq (t_2, t_2 + d_2)$  lub  $(t_2, t_2 + d_2) \subseteq (t_1, t_1 + d_1)$  oraz  $(A, t_1, d_1) \in E$  i  $(B, t_2, d_2) \in E$ , to  $A = B$ ,  $t_1 = t_2$ ,  $d_1 = d_2$ . Natomiast jeżeli  $(t_1, t_1 + d_1) \not\subseteq (t_2, t_2 + d_2)$ ,  $(t_2, t_2 + d_2) \not\subseteq (t_1, t_1 + d_1)$  oraz  $(A, t_1, d_1) \in E$  i  $(B, t_2, d_2) \in E$ , to  $t_1 + d_1 < t_2$  lub  $t_2 + d_2 < t_1$ .

Niech:  $A, B$  będą akcjami,  $f$  - fluentem,  $\alpha, \pi$  - będą formułami,  $d, d_2, d_3$  - liczbami naturalnymi (oznaczającymi czas trwania akcji) oraz  $fl(\alpha)$  będzie zbiorem fluentów występujących w  $\alpha$ . Wtedy dla zdań języka  $AL$  muszą być spełnione następujące warunki:

- Dla każdego wyrażenia (*initially*  $\alpha$ ) mamy  $H(\alpha, 0) = 1$ .
- Dla każdego wyrażenia  $((A, d) \text{ causes } \alpha \text{ if } \pi) \in D$  i dla każdego momentu w czasie  $t \in \mathbb{N}$ , jeżeli  $H(\pi, t) = 1$  oraz  $(A, t, d) \in E$ , wtedy  $H(\alpha, t + d) = 1$  oraz dla każdego momentu w czasie  $d' \in \mathbb{N}$  takiego, że  $1 \leq d' \leq d$  mamy  $fl(\alpha) \subseteq O(A, t + d')$ .
- Dla każdego wyrażenia  $((A, d) \text{ release } f \text{ if } \pi) \in D$  i dla każdego momentu czasu  $t \in \mathbb{N}$ , jeżeli  $H(\pi, t) = 1$  oraz  $(A, t, d) \in E$ , wtedy dla każdego momentu w czasie  $d' \in \mathbb{N}$  takiego, że  $1 \leq d' \leq d$  mamy  $f \in O(A, t + d')$ .
- Dla każdego wyrażenia  $(\pi \text{ triggers } (A, d)) \in D$  i dla każdego momentu czasu  $t \in \mathbb{N}$ , jeżeli  $H(\pi, t) = 1$ , wtedy  $(A, t, d) \in E$ .
- Dla każdego wyrażenia  $((A, d_1) \text{ invokes } (B, d_2) \text{ after } d \text{ if } \pi) \in D$  i dla każdego momentu czasu  $t \in \mathbb{N}$ , jeżeli  $H(\pi, t) = 1$  oraz  $(A, t, d_1) \in E$ , wtedy  $(B, t + d + d_1, d_2) \in E$ .
- Dla każdego wyrażenia (*impossible*  $(A, d)$  at  $t$ ) mamy  $(A, t, d) \notin E$ .
- Dla każdego wyrażenia (*impossible*  $(A, d)$  if  $\pi$ ) i dla każdego momentu czasu  $t \in \mathbb{N}$ , jeżeli  $H(\pi, t) = 1$ , wtedy  $(A, t, d) \notin E$ .
- Dla każdego wyrażenia (*always*  $\alpha$ ) i dla każdego momentu czasu  $t \in \mathbb{N}$ , mamy  $H(\alpha, t) = 1$ .

**Definicja 1.2.** Niech  $S = (H, O, E)$  będzie strukturą języka  $AL$ ,  $Sc = (OBS, ACS)$  będzie scenariuszem, oraz  $D$  dziedziną. Powiem, że  $S$  jest strukturą dla  $Sc$  zgodnym z opisem domeny  $D$  jeśli:

- Dla każdej obserwacji  $(\alpha, t) \in OBS$ ,  $H(\alpha, t) = 1$
- $ACS \subseteq E$

**Definicja 1.3.** Niech  $O_1, O_2 : X \longrightarrow 2^Y$ , mówimy, że  $O_1 \prec O_2$  jeżeli  $\forall x \in X$   $O_1(x) \subseteq O_2(x)$  oraz  $O_1 \neq O_2$ .

**Definicja 1.4.** Niech  $S = (H, O, E)$  będzie strukturą dla scenariusza  $Sc = (OBS, ACS)$  zgodną z opisem dziedziny  $D$ . Mówimy, że  $S$  jest  $O$ -minimalną strukturą, jeżeli nie istnieje struktura  $S' = (H', O', E')$  dla tego samego scenariusza i domeny taka, że  $O' \prec O$ .

**Definicja 1.5.** Niech  $S = (H, O, E)$  będzie strukturą dla scenariusza  $Sc = (OBS, ACS)$  zgodną z opisem domeny  $D$ .  $S$  będziemy nazywać modelem  $Sc$  zgodnym z opisem  $D$  jeżeli:

- $S$  jest  $O$ -minimalny
- Dla każdego momentu w czasie  $t, d \in \mathbb{N}$ ,  $\{f \in F: H(f, t) \neq H(f, t + d)\} \subseteq O(A, t + d)$  dla pewnej akcji  $A$ .
- Nie istnieje, żadna struktura  $S' = (H', O', E')$  dla  $Sc$  zgodna z opisem  $D$  która spełnia poprzednie warunki oraz taka, że  $E' \subset E$ .

**Uwaga 1.1.** Nie dla każdego scenariusza można ułożyć model. Mówimy, że scenariusz  $Sc$  jest zgodny jeśli istnieje do niego model zgodny z dziedziną  $D$ .