1 Opis języka akcji

Język akcji zaprojektowany na potrzeby zadania, musi spełniać 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 $t \geqslant 1, t \in \mathbb{N}$,
   (c) efekt akcji.
7. Podczas trwania akcji, wartości zmiennych, na które ona wpływa, nie są znane.
8. Występujące rodzaje efektów:
   (a) środowiskowe,
   (b) dynamiczne.
9. Akcje mogą być niewykonalne.
10. Stany opisywane częściowo (obserwacje). (TODO wyjaśnić)
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

$\psi = (F, Ac, \mathbb{N})$
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
$Ac_i, Ac_j \in Ac$

$\pi \in Forms(F)$
$d_i, d \in \mathbb{N}$

- initially α
  Określa stan początkowy fluentów w formule α.
- (Ac_i, d_i) causes α if π
  Akcja Ac_i trwająca d_i chwil powoduje stan α, jeśli zachodzi warunek π.
- (Ac_i, d_i) invokes (Ac_j, d_j) after d if π
  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 π.
- (Ac_i, d_i) releases f if π
  Akcja Ac_i trwająca d_i chwil powoduje uwolnienie f po zakończeniu akcji Ac_i, jeśli zachodzi warunek π.
- π triggers (Ac_i, d_i)
  Akcja Ac_i trwająca d_i chwil jest wykonywana, jeśli zajdzie warunek π.

1.3 Scenariusze działań

Scenariusze działań opisane są w następujący sposób:

- $Sc = (OBS, ACS)$
- $OBS = \{(\gamma_1, t_1), ..., (\gamma_m, t_m)\}$, gdzie:
  $m \geqslant 0$ – obserwacje, gdzie każda obserwacja jest stanem częściowym (stanem spełniającym warunek γ w pewnym punkcie czasu t).
  γ – zbiór (np. $x_1 = True, x_2 = True, x_3 = False$).
- $ACS = \{((Ac_1, d_1), t_1), ..., ((Ac_n, d_n), t_n)\}$, gdzie:
  $n \geqslant 1$,
  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 $S = (H, O, E)$ 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.*
- $O : Ac \times \mathbb{N} \longrightarrow 2^F$ *jest funkcją okluzji. Dla pewnej ustalonej akcji A i chwili czasu $t \in \mathbb{N}$ funkcja $O(A, t)$ zwraca zbiór fluentów, na który akcja A ma wpływ, jeśli zostanie zakończona od czasu $t - 1$ do t.*
- $E \subseteq Ac \times \mathbb{N} \times \mathbb{N}$ *jest relacją wykonań akcji. Para (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 akcje możemy wykonać w danym czasie tak, więc jeśli $(A, t, d) \in E$ oraz $(B, t, d) \in E$, to $A = B$.*

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

- Dla każdego wyrażenia $((A, d)\ causes\ \alpha\ if\ \pi) \in D$ i dla każdego momentu w czasie $t \in \mathbb{N}$, jeżeli $H(\pi, t) = 1$ oraz $(A, t, d) \in E$, wtedy $H(\alpha, t + d) = 1$ i $fl(\alpha) \subseteq O(A, t + d)$.
- Dla każdego wyrażenia $((A, d)\ release\ f\ if\ \pi) \in D$ i dla każdego momentu czasu $t \in \mathbb{N}$, jeżeli $H(\pi, t) = 1$ oraz $(A, t, d) \in E$, wtedy $f \in O(A, t + d)$.
- Dla każdego wyrażenia $(\pi\ triggers\ (A, d)) \in D$ i dla każdego momentu czasu $t \in \mathbb{N}$, jeżeli $H(\pi, t) = 1$, wtedy $(A, t, d) \in E$.
- Dla każdego wyrażenia $((A, d_1)\ invokes\ (B, d_2)\ after\ d\ \ if\ \pi) \in D$ i dla każdego momentu czasu $t \in \mathbb{N}$, jeżeli $H(\pi, t) = 1$ oraz $(A, t, d_1) \in E$, wtedy $(B, t + d + d_1, d_2) \in E$.

Definicja 1.2. *Niech $S = (H, O, E)$ będzie strukturą języka AL, $Sc = (OBS, ACS)$ będzie scenariuszem, oraz D domeną. 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 domeny D. Mowimy, 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 $t, d \in \mathbb{N}$, jeżeli istnieje $f \in F$: takie, że$H(f, t) \neq H(f, t + d)$ to istnieje pewna akcja $A \in Ac$ trwająca d czasu, taka, że $f \in O(A, t + d)$.*
- *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 domeną D.