REPREZENTACJA WIEDZY

REALIZACJE SCENARIUSZY DZIAŁAŃ

PROJEKT NR 5

Szef:
ROBERT JAKUBOWSKI

Autorzy:
Mariusz Ambroziak
Paweł Bielicki
Karol Bocian
Hanna Dziegciar
Karol Dzitkowski
Mateusz Jankowski
Wiktor Ryciuk

Warszawa, 26 marca 2014

Spis treści

1 Opis zadania

Zadaniem projektu jest opracowanie i zaimplementowanie:

- języka akcji pewnej klasy systemów dynamicznych,
- język kwerend zapewniającego uzyskanie odpowiedzi na określone pytania.

Szczegółowy opis klasy systemów dynamicznych oraz języka akcji jest opisany w rozdziale 'Opis języka akcji', natomiast język kwerend oraz zadawane pytania znajdują się w rozdziale 'Opis języka kwerend'. W tym dokumencie znajdują się również przykłady. Pokazują one konkretne przypadki użycia oraz oczekiwane wyniki działania programu.

2 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 $t \geqslant 1, t \in \mathbb{N}$,
   (c) efekt akcji.
7. Podczas trwania akcji, wartości zmiennych, na które ona wpływa, nie są znane.
8. Występujące rodzaje efektów:
   (a) środowiskowe: zmiany wartości zmiennych systemu,
   (b) dynamiczne: wystąpienie innych akcji po $d \geqslant 0$ 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.

2.1 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)

2.2 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 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.
- 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 π
  Akcja Ac_i trwająca d_i chwil jest niewykonalna, jeśli zachodzi warunek π.
- always α
  Każdy stan spełnia warunek α.

2.3 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).

2.4 Semantyka

Definicja 2.1. *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. 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 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 2.2. *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 2.3. *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 2.4. *Niech $S = (H, O, E)$ będzie strukturą dla scenariusza $Sc = (OBS, ACS)$ zgodną z opisem domeny 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 2.5. *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 2.1. Nie dla każdego scenariusza można ułożyć model. Mówimy, że scenariusz Sc jest *zgodny* jeśli istnieje do niego model zgodny z domeną D.

3 Opis języka kwerend

Zdefiniowany język akcji może być odpytywany przez poniżej zaprezentowany język kwerend, który zapewnia uzyskanie odpowiedzi $TRUE/FALSE$ na następujące pytania:

Q1. Czy podany scenariusz jest możliwy do realizacji zawsze/kiedykolwiek?

- *always/ever executable Sc*
  Oznacza, że scenariusz Sc zawsze/kiedykolwiek jest możliwy do realizacji.

Q2. Czy w chwili $t \geq 0$ realizacji podanego scenariusza warunek γ zachodzi zawsze/kiedykolwiek?

- *always/ever γ at t when Sc*
  Oznacza, że zawsze/kiedykolwiek w chwili t realizacji scenariusza Sc zachodzi warunek γ.
- *always/ever γ when Sc*
  Oznacza, że zawsze/kiedykolwiek w pewnej chwili t realizacji scenariusza Sc zachodzi warunek γ.

Q3. Czy w chwili t realizacji scenariusza wykonywana jest akcja A?

- *performing A at t when Sc*
  Oznacza, że zawsze w chwili t realizacji scenariusza Sc zachodzi akcja A.
- *performing A when Sc*
  Oznacza, że zawsze w pewnej chwili t realizacji scenariusza Sc zachodzi akcja A.
- *performing at t when Sc*
  Oznacza, że zawsze w chwili t realizacji scenariusza Sc zachodzi pewna akcja.

Q4. Czy podany cel γ jest osiągalny zawsze/kiedykolwiek przy zadanym zbiorze obserwacji OBS?

- *always/ever accesible γ when Sc*
  Oznacza, że cel γ jest osiągalny zawsze/kiedykolwiek przy zadanym zbiorze obserwacji OBS przy realizacji scenariusza Sc.

Semantyka kwerend w języku

Niech Sc będzie scenariuszem, D niech będzie opisem domeny języka, wtedy powiemy, że kwerenda Q jest konsekwencją Sc zgodnie z D (ozn. $Sc,\ D \mid\approx\ Q$)

- zapytanie kwerendą Q postaci *always/ever executable Sc*
  zwróci wynik $TRUE$ jeśli dla każdego modelu $S = (H, O, E)$ zgodnego z D scenariusz Sc zakończy się.

- zapytanie kwerendą Q postaci γ *at t when Sc*
  zwróci wynik $TRUE$ jeśli dla każdego modelu $S = (H, O, E)$ scenariusza Sc zgodnego z D zajdzie $H(\gamma, t) = 1$

- zapytanie kwerendą Q postaci γ *when Sc*
  zwróci wynik $TRUE$ jeśli dla każdego modelu $S = (H, O, E)$ scenariusza Sc zgodnego z D zajdzie $\exists_{t \in N}\ H(\gamma, t) = 1$

- zapytanie kwerendą Q postaci $performing\ A\ at\ t\ when\ Sc$
  zwróci wynik $TRUE$ jeśli dla każdego modelu $S = (H, O, E)$ scenariusza Sc zgodnego z D zajdzie $\forall_{d \in N}\ (A, t) \in E$

- zapytanie kwerendą Q postaci $performing\ A\ when\ Sc$
  zwróci wynik $TRUE$ jeśli dla każdego modelu $S = (H, O, E)$ scenariusza Sc zgodnego z D zajdzie $\exists_{t \in N}\ \forall_{d \in N}\ (A, t) \in E$

- zapytanie kwerendą Q postaci $performing\ at\ t\ when\ Sc$
  zwróci wynik $TRUE$ jeśli dla każdego modelu $S = (H, O, E)$ scenariusza Sc zgodnego z D zajdzie $\exists_{A \in Ac}\ \forall_{d \in N}\ (A, t) \in E$

- zapytanie kwerendą Q postaci *accesible* γ *when Sc*
  zwróci wynik $TRUE$ jeśli dla każdego modelu $S = (H, O, E)$ scenariusza Sc zgodnego z D zajdzie $\exists_{t \in \aleph} \exists_{A \in Ac}\ \gamma \in O(A, t)$

Uwaga 3.1. Jeśli warunek nie zajdzie program zwróci wartość $FALSE$.

4 Przykłady

4.1 Pytanie czy dany scenariusz moze wystąpić

4.1.1 Historia

Mick i Sarah są parą, więc mają wspólne produkty spożywcze, ale posiłki zwykle jadają oddzielnie. Pewnego dnia Sarah chce zrobić ciasto, a Mick naleśniki. Nie mogą być one robione w tym samym czasie ze względu konieczność użycia miksera do przygotowania obu. Ponadto, zrobienie jednego lub drugiego dania zużywa cały zapas jajek dostępnych w mieszkaniu, więc trzeba je potem dokupić.

4.1.2 Opis akcji

initially *eggs*
(making_panc,1) **causes** ¬ *eggs* **if** *eggs*
(making_cake,1) **causes** ¬ eggs **if** *eggs*
impossible {*making_pan,making_cake*}
(*buy_eggs*, 2) **causes** *eggs*

4.1.3 Scenariusze

Sc $=(OBS; ACS)$
OBS $= \emptyset$
ACS $= ((making\_panc; 1), 0), ((making\_cake, 1)2)$

Sc2 $=(OBS2; ACS2)$
OBS2 $= \emptyset$
ACS2 $=((making\_panc, 1), 0), ((buy\_eggs, 2)2), ((making\_cake, 1), 4), ((making\_panc, 1), 4)$

4.1.4 Kwerendy

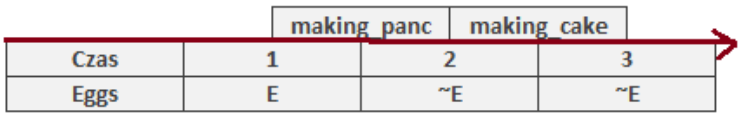
1. **performing** *making_panc* **at** 1 **when** *Sc*
2. **performing** *making_cake* **at** 2 **when** *Sc*
3. **ever executable** *Sc*
4. **ever executable** *Sc2*

4.1.5 Analiza

Odpowiedzi na kwerendy to odpowiednio:

1. `TRUE`,
2. `TRUE`,
3. `TRUE`,
4. `FALSE`,

Zgodnie z diagramem dla scenariusza *Sc2*:



Scenariusza *Sc2* nie można wykonać, ponieważ wymaga on jednoczesnego wypełnienia akcji *making_panc* i *making_cake*, co jest niezgodne z warunkami zadania.

4.2 Pytanie czy dany warunek zachodzi w danym czasie

4.2.1 Historia

Mick i Sarah są parą, więc mają wspólne produkty spożywcze, ale posiłki zwykle jadają oddzielnie. Pewnego dnia Sarah chce zrobić ciasto, a Mick naleśniki. Nie mogą być one robione w tym samym czasie ze względu konieczność użycia miksera do przygotowania obu. Ponadto, zrobienie jednego lub drugiego dania zużywa cały zapas jajek dostępnych w mieszkaniu, więc trzeba je potem dokupić.

4.2.2 Opis akcji

initially *eggs*
$(making\_panc, 1)$ **causes** $\neg$ *eggs* **if** *eggs*
$(making\_cake, 1)$ **causes** $\neg$ *eggs* **if** *eggs*
impossible $\{making\_pan, making\_cake\}$
$(buy\_eggs, 2)$ **causes** *eggs*

4.2.3 Scenariusz

$Sc = (OBS; ACS)$ $OBS = \emptyset$
$ACS = ((making\_panc; 1), 0), ((making\_cake, 1)2)$

4.2.4 Kwerendy

1. *eggs* `at` 1 **when** *Sc*
2. *eggs* `at` 2 **when** *Sc*

4.2.5 Analiza

Odpowiedzi na kwerendy to odpowiednio:

1. `TRUE`,
2. `FALSE`.

Zgodnie z diagramem dla scenariusza *Sc*:

				making_panc	
	making_panc	buy_eggs		making_cake	
Czas	1	2	3	4	5
Eggs	E	~E	?E	E	~E

Oczywiście warunek akcji *making_panc* nie jest spełniony w momencie 2.

4.3 Pytanie czy dana akcja jest wykonywana w pewnym czasie

Ten przykład pokazuje przypadek kwerendy, która pyta, czy dana akcja jest wykonywana w pewnym czasie.

4.3.1 Historia

Mamy Billa i psa Maxa. Jeśli Bill idzie, to Max biegnie. Jeśli Bill gwiżdże , Max szczeka. Jeśli Bill zatrzymuje się, Max również. Jeśli Bill przestaje gwizdać, to Max przestaje szczekać.

4.3.2 Opis akcji

initially $\neg go\_Bill$ **and** $\neg run\_Max$ **and** $\neg whistle\_Bill$ **and** $\neg bark\_Max$
«««¡ HEAD $(goes\_Bill, 2)$ **causes** $running\_Max$
$(goes\_Bill, 2)$ **invokes** $(run\_Max, 2)$ **after** 1
$(whistles\_Bill, 1)$ **causes** $barking\_Max$
$(whistles\_Bill, 1)$ **invokes** $(barks\_Max, 1)$ **after** 1
======= $(goes\_Bill, 2)$ **causes** run_Max
$(goes\_Bill, 2)$ **invokes** $(runs\_Max, 2)$ **after** 0
$(runs\_Max, 2)$ **causes** $\neg run\_Max$
$(whistles\_Bill, 1)$ **causes** $bark\_Max$
$(whistles\_Bill, 1)$ **invokes** $(barks\_Max, 1)$ **after** 0
»»»¿ aa9ef548055754b9fa23c94c698f6c83e37c2a3c

4.3.3 Scenariusz

$Sc = (OBS, ACS)$
$OBS = \emptyset$
$ACS = (goes\_Bill, 0 + 1), (whistles\_Bill, 5 + 2), (goes\_Bill, 7 + 2)$

4.3.4 Kwerendy

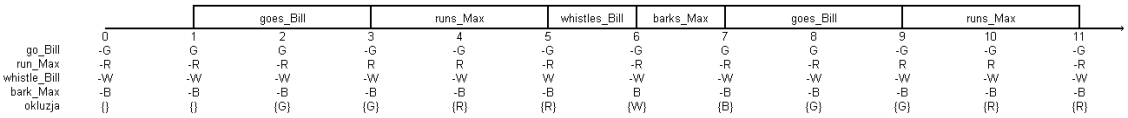
1. **performing** $running\_Max$ **at** 8 **when** Sc
2. **performing** $running\_Max$ **when** Sc
3. **performing at** 8 **when** Sc

4.3.5 Analiza

Odpowiedzi na powyższe kwerendy są następujące:

1. `FALSE`,
2. `TRUE`,
3. `TRUE`.

Ilustruje to poniższy diagram:



4.4 Brak integralności

Przykład *Brak integralnośći* pokazuje scenariusz, który mimo zgodności z warunkami zadania, jest sprzeczny z logiką *common sense* (z powodu braku warunków integralności).

4.4.1 Historia

Mamy Billa oraz komputer. Bill może nacisnąć przycisk *Włącz* lub odłączyć komputer od zasilania. Komputer jest wyłączony i podłączony do zasilania. Jeżeli zostanie naciśnięty jego przycisk *Włącz*, to komputer włącza się.

4.4.2 Opis akcji

initially $\neg on\_computer$ **and** $connects\_power\_computer$ **and** $\neg swithing\_on\_computer$
$(click\_button\_on, 1)$ **causes** $switching\_on\_computer$
$(click\_button\_on, 1)$ **invokes** $(switch\_on\_computer, 2)$ **after** 1
$(switch\_on\_computer, 1)$ **causes** $on\_computer$
$(disconnect\_power, 1)$ **causes** $on\_computer$ **and** $\neg swithing\_on\_computer$

4.4.3 Scenariusz

$Sc = (OBS, ACS)$
$OBS = \emptyset$
$ACS = (click\_button\_on, 0+1), (disconnect\_power, 3+1), (click\_button\_on, 4+1)$

4.4.4 Kwerendy

1. $swithing\_on\_computer$ **at** $6+2$ **when** Sc
2. $swithing\_on\_computer$ **and** $\neg on\_computer$ **at** $6+2$ *when* **Sc**

4.4.5 Analiza

Powyższy scenariusz jest prawidłowy, lecz zawiera pewną niezgodność. W chwili $t = 4+1$ komputer zostaje odcięty od zasilania. Powinien więc wyłączyć się. Bill chwili $t = 5+1$ naciska przycisk *Włącz*.Komputer zacznie włączać się mimo iż jest odcięty od zasilania. Zachodzą dwa sprzeczne ze sobą stany, tj. $swithing\_on\_computer = T$ i $on\_computer = T$. Odpowiedzi na powyższe kwerendy

będą odpowiednio: 1. `TRUE` i 2. `FALSE`. Należy zaznaczyć, że odpowiedzi zgodnie z logiką *commonsense* powinny być sobie równe.