

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 ϵ (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 π prowadzi zawsze/kiedykolwiek/na ogół do stanu spełniającego warunek celu γ ?
3. Czy z dowolnego stanu spełniającego warunek π cel γ jest osiągalny zawsze/kiedykolwiek/na ogół?
4. Czy wskazany wykonawca jest zaangażowany w realizację programu zawsze/kiedykolwiek?

2 Język akcji Ω

2.1 Definicja języka

Ω 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 ϵ oznacza kogokolwiek

2.2 Syntaktyka języka

W języku Ω występują następujące typy zdań:

- **initially** α
formuła α zachodzi w stanie początkowym
- α **after** $(A_1, w_1), \dots, (A_n, w_n)$
formuła α 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** α
skutkiem wykonania akcji A przez wykonawcę w jest stan, w którym spełniona jest formuła α
- (A, w) **causes** α **if** π
skutkiem wykonania akcji A przez wykonawcę w w stanie spełniającym warunek π jest stan, w którym spełniona jest formuła α
- **observable** α **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 α
- **impossible** (A, w) **if** π
niemożliwe jest wykonanie akcji A przez wykonawcę w w stanie spełniającym warunek π
- (A, w) **releases** f **if** π
wykonanie akcji A przez wykonawcę w w stanie spełniającym warunek π może (ale nie musi) zmienić wartość zmiennej f
- (A, w) **typically causes** α **if** π
skutkiem wykonania akcji A przez wykonawcę w w stanie spełniającym warunek π na ogół jest stan, w którym spełniona jest formuła α

- **always** α
formuła α jest spełniona w każdym stanie

gdzie α 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 σ . 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:

- Σ - 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. $Res_0 : A \times W \times \Sigma \rightarrow 2^\Sigma$ konstruowane na podstawie zdań efektów akcji.

$$\forall_{a \in A, w \in W, \sigma \in \Sigma} Res_0(a, \sigma) = \{\sigma' \in \Sigma : ((a, w) \text{ causes } \alpha \text{ if } \pi) \in D \wedge (\sigma \models \pi) \Rightarrow (\sigma' \models \alpha)\}$$

Oznacza to, że Res_0 konstruuje się bez minimalizacji zmian.

2. Funkcję Res^- wyznacza się stosując minimalizację zmian.
3. Funkcję $Res^+ : A \times W \times \Sigma \rightarrow 2^\Sigma$ spełniającą warunek $\forall_{a \in A, w \in W, \sigma \in \Sigma}$:

$$Res_0^+((a, w), \sigma) =$$

$$\{\sigma' \in Res_0((a, w), \sigma) : ((a, w) \text{ typically causes } \beta \text{ if } \pi) \in D \wedge (\sigma \models \varphi) \Rightarrow (\sigma' \models \beta)\}$$

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

- Σ jest zbiorem stanów z dziedziny D

- każde zdanie obserwacji i każde zdanie wartości z dziedziny D jest prawdziwe w S
- $\forall_{a \in A, w \in W, \sigma \in \Sigma} ResN((a, w), \sigma)$ jest zbiorem tych wszystkich stanów $\sigma' \in Res_0^+((a, w), \sigma)$, dla których zbiory $New((a, w), \sigma, \sigma')$ są minimalne
- $\forall_{a \in A, w \in W, \sigma \in \Sigma} ResAb((a, w), \sigma) = Res^-((a, w), \sigma) | ResN((a, w), \sigma)$

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 $\Psi_S : (A \times W)^* \times \Sigma \rightarrow \Sigma$ wygląda następująco:

- $\Phi_S(\epsilon, \sigma) = \sigma$ gdzie ϵ oznacza ciąg pusty
- jeśli $\Phi_S(((A \times W)_1, \dots, (A \times W)_n), \sigma)$ jest określona to
$$\Phi_S(((A \times W)_1, \dots, (A \times W)_n), \sigma) \in ResAb((A \times W)_n, \Phi_S((A \times W)_1, \dots, (A \times W)_{n-1}))$$

$$\cup ResN((A \times W)_n, \Phi_S((A \times W)_1, \dots, (A \times W)_{n-1}))$$

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 π prowadzi zawsze/kiedykolwiek/na ogół do stanu spełniającego warunek celu γ ?**
always/ever/typically accessible γ if π when SC
- **Czy z dowolnego stanu spełniającego warunek π cel γ jest osiągalny zawsze/kiedykolwiek/na ogół?**
always/ever/typically accessible γ if π
- **Czy wskazany wykonawca jest zaangażowany w realizację programu zawsze/kiedykolwiek?**
always/ever partakes w when SC