

Applikace: Znalostní báze



Znalostní báze

- je systém, který *dostává fakta o prostředí a dotazy* o něm.
- *Znalostní báze je agentem ve větším systému*, který obsahuje prostředí (také agent), správce (agent), popřípadě další agenty.
- *Správce* ukládá do znalostní báze fakta o prostředí.
- *Prostředí* používáme jako model vnějšího světa.
- Chceme, aby *stav prostředí* poskytoval úplný popis (relevantních rysů) vnějšího světa.
- *Lokální stav znalostní báze* popisuje informace, které báze má o světě a o lokálním stavu správce.

Tento neformální popis poskytuje ještě hodně volnosti, jak modelovat globální stavy.

V nejjednodušším případě přijímáme tato omezení

- *vnější svět lze popsat výrokově* pomocí výroků z konečné množiny Φ .
- *vnější svět je stabilní*, tj. pravdivostní hodnoty výroků popisujících svět se s časem nemění.
- *Správce* má úplnou informaci o vnějším světě.

- Vše, *co je uloženo* ve znalostní bázi *je pravdivé*.
- Nejsou *žádné předběžné (a priori) znalosti* o vnějším světě nebo o tom, co bude do znalostní báze uloženo.

Pro reprezentaci systému plyne

- Vnější svět lze popsat pravdivostním ohodnocením α prvotních formulí z množiny Φ , které se v průběhu práce s databází nemění.
- Stav správce obsahuje ohodnocení α a posloupnost faktů, která do báze uložil.
- Lokální stav znalostní báze obsahuje posloupnost A_1, \dots, A_n faktů, které dosud byly uloženy. Jsou to výrokové formule.
- Globální stav označujeme $(\alpha, \langle A_1, \dots, A_n \rangle)$.

Databáze uchovávající jen výroková tvrzení

- *Do znalostní báze* se ukládají a jsou dotazovány *jen fakta o vnějším světě* (vyjádřitelná ve výrokových formulích) a ne fakta o bázi samé.
- Vše, *co je uloženo* ve znalostní bázi, *je pravdivé*.
- Nejsou *žádné předběžné (a priori) znalosti* o vnějším světě nebo o tom, co bude do znalostní báze uloženo.

Tyto předpoklady představují omezující podmínky pro konstrukci odpovídajících Kripkeho struktur

Jak má báze odpovídat na dotazy? Možnost a)

Předpokládáme, že v bodu (r, m) je báze tázána dotazem B , kde B je výroková formule. Protože báze nemá přímý přístup ke stavu prostředí, B *nemůže být interpretováno jako dotaz na stav vnějšího světa, ale jen na to, co o něm báze ví.*

Znalostní báze by měla odpovědět

$$\begin{cases} \text{ANO} & \text{jestliže } (I^{rb}, r, m) \models K_{rb} B \\ \text{NE} & \text{jestliže } (I^{rb}, r, m) \models K_{rb} \neg B \\ \text{NEVÍM} & \text{jinak} \end{cases}$$

Možnost b)

Většinou si znalostní báze pamatuje konjunkci toho, co do ní bylo uloženo.

Předpokládejme, že báze je v lokálním stavu $\langle A_1, \dots, A_k \rangle$, že $k = A_1 \wedge \dots \wedge A_k$ a znalostní báze ví jenom to, co plyne z k .

Potom báze může odpovědět dvojím způsobem

ANO právě když $\begin{cases} B \text{ je důsledkem } k \\ \text{nebo} \\ K_{KB} B \text{ je důsledkem } K_{KB} k \end{cases}$

VZ 2009

Když se do znalostní báze se ukládají a jsou dotazovány jen fakta o vnějším světě (vyjádřitelná ve výrokových formulích) a ne fakta o bázi samé, vyjdou obě možnosti a) i b) **nastejno**:

Věta 1.

Předpokládejme, že

$$r_{KB}(m) = \langle A_1, \dots, A_k \rangle, \quad k = A_1 \wedge \dots \wedge A_k$$

a B je výroková formule.

Potom následující tvrzení jsou ekvivalentní

(i) $(I^{kb}, r, m) \models K_{KB} B$

(ii) $k \rightarrow B$ je výroková tautologie

(iii) $M_n^{st} \models K_{KB} k \rightarrow K_{KB} B$

VZ 2009

Databáze pracující NEJEN s výrokovými tvrzeními

Jak by měla odpovídat na dotazy, které nejsou výrokové, například $B \equiv (p \rightarrow K_{KB} p)$ "jestliže platí p , ví to znalostní báze?"

Zde bychom také rádi měli odpovědi na dotaz B :

$$\begin{cases} \text{ANO} & \text{jestliže } (I^{kb}, r, m) \models K_{KB} B \\ \text{NE} & \text{jestliže } (I^{kb}, r, m) \models K_{KB} \neg B \\ \text{NEVÍM} & \text{jinak} \end{cases}$$

Kdy platí formule $K_{KB}(p \rightarrow K_{KB} p)$? (1)

Platí, že $K_{KB}(p \rightarrow K_{KB} p)$ je ekvivalentní formulí

$$K_{KB} p \vee K_{KB} \neg p \quad (2)$$

VZ 2009

Odpověď na dotaz B odpovídající formulí (1) bude díky (2)

ANO, pokud p nebo $\neg p$ plyne z toho, co bylo do báze uloženo a

NEVÍM jinak.

Přitom odpověď NE není možná, protože pro formulí

$$B \equiv (p \rightarrow K_{KB} p)$$

platí

$$K_{KB} \neg B \leftrightarrow K_{KB}(p \wedge \neg K_{KB} p)$$

a na pravé straně ekvivalence je formule sporná s S5 (cvičení)

VZ 2009

Formule, které nejsou výrokové, lze také vkládat do znalostních bází, i když je to trochu složitější.

Například předpokládejme, že do znalostní báze, jejíž veškeré informace reprezentuje posloupnost formulí $\langle F_1, \dots, F_i \rangle$ je vložena další informace $F_{i+1} = (p \rightarrow K_{KB} p)$, která říká „je-li pravdivé p , potom báze o tom ví“.

Taková informace může být velmi užitečná, pokud báze umí ověřit co ví a co neví. Pokud například $\langle F_1, \dots, F_i \rangle \vdash \neg K_{KB} p$, pak může odvodit, že p není pravdivé.

Tento příklad ukazuje, že když báze získává informace o své znalosti vnějšího světa, pak ona sama může prostřednictvím introspekce odvodit důsledky o vnějším světě.

VZ 2009

Jsou-li bázi dávana tvrzení, která nejsou výroková, pak už nemůžeme reprezentovat její znalosti jako dosud **konjunkcí tvrzení**, která do ní byla vložena.

Příklad: Můžeme totiž do báze vložit fakt, který

- byl pravdivý v okamžiku, kdy byl vložen,
- ale nezůstává platný v žádném dalším časovém bodu.

Předpokládejme, že primitivní výrok p je ve vnějším světě pravdivý, ale báze zatím o tom (až do taktu j) nedostala žádnou informaci. V takové situaci je jistě pravdivá formule

$$p \ \& \ \neg K_{KB} p \quad (3)$$

Tuto pravdivou formulí tedy může správce v taktu $j+1$ poskytnout znalostní bázi jako novou informaci. Ovšem i když báze získala informaci (3), jistě neplatí, že báze ví (3), tj. $K_{KB}(p \ \& \ \neg K_{KB} p)$, neboť tato formule je ve sporu s S5.

VZ 2009

$p \ \& \ \neg K_{KB}p$ (3)

Víme už, že **neplatí**, že báze ví (3), tj. $K_{KB}(p \ \& \ \neg K_{KB}p)$

Nicméně, znalostní báze by přece jen měla něco získat vložním informace (3) : měla by vědět, že p je pravdivé, tj. po té, co do báze vložíme (3) by mělo platit $K_{KB}p$.

Jak zajistit to, aby s informacemi tohoto typu znalostní báze zacházela tak, jak odpovídá naší intuici? Určitě znalostní báze *nemůže pracovat stejným způsobem* jako v případě výrokovém. **Je třeba popsat jiný postup**, pokud hodláme připustit, aby do báze byla vkládána fakta obsahující tvrzení o jejích znalostech.

VZ 2009

Další zdroje informací

Fagin R., Halpern J.Y., Moses Y., Vardi M.Y.:
Reasoning about Knowledge, MIT Press
2003, 2nd edition

VZ 2009