Изкуствен интелект—Зимен семестър 1999/2000. Преподавател: Иван А. Держански.

Лекция 6: Предикатно смятане и резолюция в него

1 Предикатно смятане

1.1 Синтаксис на предикатната логика

Допълнения към азбуката:

- константи: обектни, функционални и предикатни символи;
- променливи;
- квантори
  - за всеобщност $\forall$ (универсална квантификация),
  - за съществуване $\exists$ (екзистенциална квантификация);
- ограничители и разделители (като при съждителната логика—според необходимостта, в зависимост от избраното представяне).

Варианти на означенията:

$$\begin{array}{ccccc}
P(x) & Px & (P\ x) & & \\
P(x,y) & Pxy & (P\ x\ y) & xPy & \\
\forall x\ P(x) & \forall x[P(x)] & (\forall x)P(x) & \bigwedge x\ P(x) & P(x) \\
\exists x\ P(x) & \exists x[P(x)] & (\exists x)P(x) & \bigvee x\ P(x) & P(\mathrm{Skolem}_x)
\end{array}$$

Термове: обектни константи, функционални изрази (функционална константа + терм(ове)).
Формули: атоми (предикатна константа + терм(ове)), съждителни формули (съдържащи конективи), квантифицирани формули (съдържащи квантори).

1.2 Правила за извод

- елиминиране на $\forall$ (конкретизиране): $\dfrac{\forall\xi\ \omega(\xi)}{\omega(\alpha)}$.
- въвеждане на $\exists$ (обобщение): $\dfrac{\omega(\alpha)}{\exists\xi\ \omega(\xi)}$.

1.3 Семантика на предикатната логика

- обекти (индивиди);
- функции;
- свойства и отношения.

Интерпретация: съпоставяне на обекти, функции и предикати (свойства и отношения) съответно на обектните, функционалните и предикатните символи.

Семантика на квантифицираните формули: $\forall\xi\,\omega$ $(\exists\xi\,\omega)$ има стойност $\top$ точно когато за всички (за някои) обекти от света, взети като стойности на ξ, ω има стойност $\top$.

2 Резолюция

2.1 Унификация

- **субституция** $s = \{\tau_1/\xi_1, \ldots, \tau_n/\xi_n\}$: променливата ξ_i се замества с терма τ_i, който не я съдържа.

  Композиция на субституции $s_1 \cdot s_2$ (асоциативна, но не комутативна);

- **унификатор** на формулите ω_1 и ω_2: субституция s, за която $\omega_1 s = \omega_2 s$.

  Най-общ унификатор.

2.2 Клаузификация

1. Елиминиране на $\rightarrow$.
2. Стесняване на обсега на $\sim$.
3. Стандартизиране на променливите, така че всеки квантор да има уникална променлива.
4. Елиминиране на $\exists$: сколемизация (всяка екзистенциално квантифицирана променлива се заменя с функция на универсално квантифицираните променливи, в чийто обсег се намира).
5. Привеждане в пренексна форма: **пренекс** (съвкупност от квантори и техните променливи) + **матрица** (съждителна формула, намираща се в обсега на всички квантори).
6. Привеждане на матрицата в конюнктивна нормална форма посредством прилагане на асоциативния и дистрибутивния закон за $\wedge$ и $\vee$.
7. Елиминиране на $\forall$.
8. Елиминиране на $\wedge$.
9. Преименуване на променливите, така че всяка клауза да има уникални променливи.

Извличане на отговор: литерал–отговор (със «служебния предикат» Answer), държащ сметка за субституциите. Резолюцията се стреми да достигне не $\perp$, а Answer(...).

Оценяване на предикати: свързване на външен изчислителен процес.

Предикатът **равенство** (рефлексивен, симетричен и транзитивен).