

Лекция 5: Представяне на знание чрез правила

1 Представяне на знание за реалния свят

Системи, основани на знание (knowledge-based systems): програми, извършващи разсъждения за големи бази от знание, които са необходими за решаване на задачи от реалния свят. Изисквания: модифицируемост, разширяемост. (Дори ако предметната област е постоянна, на което не винаги можем да разчитаме, обикновено не всички случаи могат да се предвидят по време на разработването на системата.)

Основни теоретични свойства на системите за логически разсъждения:

- здравина: всички изведени резултати са верни;
- пълнота: всички верни изводи могат да се направят;
- изпълнимост (обозримост).

Предикатното смятане е **полуразрешимо**: нито опровержението чрез резолюция, нито който и да е друг метод може винаги да покаже, че една формула *не* се влече от множество от други. Освен това всички здрави и пълни методи за предикатното смятане от първи ред са необозрими за големи задачи. По-ефективно разсъждение се получава за сметка на здравина, пълнота и(ли) изразителност.

2 Използуване на хорнови клаузи

- Извод назад (от целта към правилата и фактите): Пролог. Правила с най-много един положителен литерал: $p \vee q_1 \vee \dots \vee q_n$. (Търсенето е в дълбочина. Съществено значение има редът на представяне на клаузите в програмата, защото използването им в същия ред влиза в определението на работата на системата.)
- Извод напред (от фактите и правилата към целта): OPS5. Правила в стандартна импликационна форма: $q_1 \wedge \dots \wedge q_n \rightarrow p$. Разрешаване на конфликти при приложимост на повече от едно правило.

3 Динамични бази от знание

Извод напред чрез автоматично обновяване на истинностни стойности в “електронни вектори” (**spreadlines**): вид **системи за поддържане на истинност (truth maintenance systems)**.

- Предпоставки: факти (атоми от съждителното смятане).
- Обосновки: правила в дизюнктивна нормална форма (дизюнкции от конюнкции от литерали, обикновено хорнови клаузи).

Стойности на атомите:

- неопределена (OUT: α^-),
- определени (IN: $\alpha = 0$ ‘лъжа’ или $\alpha = 1$ ‘истина’).

Немонотонен извод: оттегляне на направени изводи, когато някой неопределен атом, който участва в обосновката, получи стойност.

Диагностика чрез **системи за поддържане на истинност, основани на предположения (assumption-based truth maintenance systems)**: използване на “електронни вектори” в обратна посока. Етикети: съвкупности (дизюнкции) от множества (конюнкции) от литерали, представляващи условието на правилото, на което етикетираният атом е следствие.

4 Експертни системи

Системи, съдържащи и използващи знание за специфична област на човешката дейност, с което специалистите (експертите) разполагат интуитивно. Служат за диагностика или разработка. Изграждат се от информатик (инженер по знанието, knowledge engineer) в сътрудничество с опитен специалист в предметната област.

Компоненти:

- подсистема за придобиване на знание, проверяваща за противоречия, непоследователна и непълна информация и изискваща мнението на експерта в такива случаи;
- база от знание (в предикатен вид, обикновено хорнови клаузи — факти, правила, евристики) — изменяща се част на системата;
- машина за извод (съвкупност от процедури, извеждащи информация от базата от знание — резолюция, свързване напред или назад) — постоянна част на системата;
- подсистема за обяснение на предположенията и поведението на системата, анализираща структурата на разсъжденията и отговаряща на въпроси за това защо е била поискана определена информация или направен даден извод;
- потребителски интерфейс (естественоезиков, графичен, ...).

На всеки цикъл от обучението на системата нейните изводи се сравняват с изводите на експерта и при разминаване се открива причината с помощта на подсистемата за обяснение, след което причината се отстранява, като се добави или уточни нужната информация.

Системи с несигурни правила: коефициенти на сигурност.

5 Учене на правила

Видове учене:

- индуктивно: извличане на правила от наблюдения;
- дедуктивно: създаване на нови правила от известни правила и факти.

5.1 Индуктивно учене на правила от съждителното смятане

Ученето има за цел формулиране на система (дизюнкция) от правила (конюнкции от литерали), която представлява описание на някакво понятие.

Примери: положителни и отрицателни.

Изменения в процеса на ученето:

- уточняване на правило чрез добавяне на литерали;
- обобщаване на системата чрез добавяне на правила.

“Лаком” метод “отделяй и владей” (“separate and conquer”): едно максимално общо правило ($T \rightarrow \dots$) се уточнява, докато (почти) престане да покрива отрицателни примери, след което то се добавя към съвкупността научени правила, а покриваните от него положителни примери излизат от играта. Това се повтаря, докато (почти) не останат непокрити положителни примери. (Уговорката “почти” се отнася за случая на “шумни” данни.) Правилата могат да подлежат на по-нататъшно опростяване.

5.2 Индуктивно учене на правила от предикатната логика от първи ред

Индуктивно логическо програмиране: учене на хорнови клаузи и програми.

Ученето има за цел формулирането на клауза със зададена глава. В процеса на ученето към първоначално максимално общото тяло ($\dots :- \text{true}$) се добавят литерали, образувани в съответствие с определени правила и избрани с помощта на евристики.

5.3 Дедуктивно учене: обобщение, основано на обяснение

Обяснение: съвкупност от факти, използвани в доказателство.

Обобщенията се използват за формулиране на правила, които съкращават процеса на извод, но увеличават разклонеността, затова тяхната полезност подлежи на оценяване.