Програмиране в изкуствения интелект—Зимен семестър 1999/2000.
Преподавател: Иван А. Держански.

Лекция 12: Индуктивно логическо програмиране

ИЛП: сечение на машинното самообучение и логическото програмиране.

Целта е от специфични примери да се научи обща **теория**, която се изразява чрез формализма на предикатната логика (обикновено като Хорнови клаузи, още по-конкретно—като изпълнима програма на Пролог).

Предимства:

- логиката е добре разработена математическа област, разполагаща с голям арсенал от проучени понятия и похвати;
- логиката предлага единно средство за представяне на теорията с голяма изразителна мощност;
- логическите формули са по-близо до естествения език, отколкото останалите подходи, използвани в машинното самообучение.

Както предварителното (**фоново**) знание B, така и **хипотезата** H се представят като съвкупности от клаузи. Целта на ученето е теорията и фоновото знание заедно да влекат всички положителни примери E^+ (**пълнота**: $H \cup B \models E^+$), но нито един отрицателен E^- (**последователност**: $H \cup B \cup E^-$ е незадоволима).

Основни похвати: обобщение (включване на положителни примери: ИЛП отдолу нагоре) и уточнение (изключване на отрицателни примери: ИЛП отгоре надолу).

1 Обобщаване

Методи:

- елиминиране на условия (литерали) от телата на клаузите,
- замяна на константи с променливи,
- замяна на конюнкции с дизюнкции.

Относително най-малко общо обобщение (relative least general generalisation, *rlgg*): по същество обръщане на унификацията, която играе централна роля в обикновеното (дедуктивно) логическо програмиране.

rlgg C на примерите E_1 и E_2 е тяхното lgg по отношение на фоновото знание B: от

$$\begin{array}{rcl} B \wedge C_1 & \vdash & E_1 \\ C_1 & \vdash & B \rightarrow E_1 \\ & \vdash & C_1 \rightarrow (B \rightarrow E_1) \end{array}$$

имаме $C_1 \rightarrow \neg B \vee E_1$; аналогично $C_2 \rightarrow \neg B \vee E_2$, значи $\vdash C \rightarrow \mathrm{lgg}(C_1, C_2)$, откъдето $\mathrm{rlgg}(E_1, E_2) = \mathrm{lgg}((E_1 \rightarrow B), (E_2 \rightarrow B))$.

Чрез тази техника по определение не може да се научи теория, състояща се от две или повече клаузи, защото rlgg винаги е единствена клауза.

Обратна резолюция: обръщане на приложението на резолюцията (от едната входна клауза и резолвентата се възстановява другата входна клауза). Идеята е да се построи изводът на положителен пример заедно с предполагаемите правила.

Процедурата е недетерминистична и следователно може да е много неефективна.

Обратна импликация: обръщане на посоката на импликацията. ($C \to D$ точно тогава, когато всеки модел на C е модел и на D, т. е. ако $C \models D$. Тогава C е обобщение на D.)

Основен похват при рекурсивните клаузи. В общия случай прилагането му може да е много скъпо.

2 Уточняване

Методи:

- добавяне в телата на клаузите на литерали, чиито функтори и аргументи се избират чрез прилагане на евристични правила («да се избере функтор на предикат от фоновото знание», «да се избере променлива, която се съдържа в главата на клаузата» и т. н.),

- прилагане на субституция.