

# 知識工学

岡山大学大学院  
講師 竹内孔一

## 本日の内容

- 記号論理の周辺
  - 述語論理による推論
    - prolog

## 知識を用いた計算

- 否定を利用して知識を抽出

- 知識: 述語の集合
- 推論: 三段論法  $\rightarrow$  否定による推論
- 質問(述語)を入力すると解を得る

三段論法

$$\begin{array}{l} A \rightarrow B \text{ というのは } \neg A \vee B \\ B \rightarrow C \text{ というのは } \neg B \vee C \\ \hline A \rightarrow C \quad B \vee \neg A \quad \neg B \vee C \end{array}$$

言語:prolog

融合法

$$\neg A \vee C$$

必ずV(または)の  
関係で融合する

矛盾してい  
もの同士消去

## 知識を用いた計算

- Prolog による推論

- 知識をばらばらに記述できる

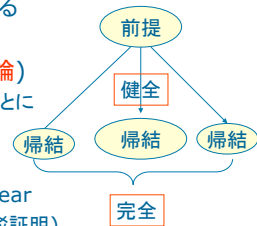
- 入力が楽

- 知識から推測ができる(推論)

- $\rightarrow$  述語で記述された知識をもとに  
質問応答できる

- 証明過程で利用する方法

- SLD融合法 (selective linear  
definite resolution) (反駁証明)
- 健全であるが完全ではない  
反駁完全 (帰結の否定で矛盾を導ける)



## Prolog 言語

プログラム節

知識の記述

father(X, Y) :- parent(X, Y), male(X).  
 (XはYの親でかつXは男)  
 parent(X, Y) ∧ male(X)  $\rightarrow$  father(X, Y)  
 parent(mark, mary).  
 (markはmaryの親)  
 :- parent(ken, mary).  
 (ken は maryの親ではない(否定の意味))  
 $A \rightarrow B \Rightarrow B :- A \quad \neg A \vee B$

変数

必ずピリオド

定数

## Prolog 言語

質問の記述

質問は否定の形

ゴール節と呼ぶ

Yes-No型

?- parent(mark, mary).

(mark は mary の親ですか?)

答えは yes または no で帰ってくる

What型

?- parent(mark, X). (mark を親に持つのは誰?)

X = mary

$\rightarrow$  こうした答えを得るには単一化と融合法を使う

## 簡単な計算例1

### • Prolog による問題解決

**知識**  
parent(mark, mary).

融合法と背理法による証明

?- parent (mark, mary). parent(mark, mary).

単一化: 値の代入

?- parent (mark, X). parent(mark, mary).

{X/mary}

□ X=mary 回答は X=mary

## 練習15

- 先ほどの家族データに対して「純の母は誰?」という質問に答える過程を記述せよ。

**家族関係知識**

- ①parent(okao, jun).
- ②parent(okako, jun).
- ③male (okao).
- ④male (jun).
- ⑤female(okako).

- ⑥father(X,Y):- parent(X,Y), male(X).
- ⑦mother(X,Y):- parent(X,Y), female(X).

## もう少し複雑な計算例

**質問**

?- father(okao, jun).

{X/okao, Y/jun}

?- parent(okao, jun), male(okao).

?- male(okao).

□

矛盾が証明できたので, okao はjunの父

**家族関係知識**

- ①parent(okao, jun).
- ②parent(okako, jun).
- ③male (okao).
- ④male (jun).
- ⑤female(okako).

- ⑥father(X,Y):- parent(X,Y), male(X).
- ⑦mother(X,Y):- parent(X,Y), female(X).

⑥

①

③

## prolog の推論

### • 解の探索

- 途中で行き詰まった場合
- 他にもう一つの解がある場合
  - バックトラック (back-tracking method)を行う

?- parent(X, jun). (純の親は誰?)

{X/okao}

□ X=okao

parent(okao, jun).

parent(okako, jun).

□ X=okako

解を出してとまるのでバックトラックを命令して他の解を探索させる

## 練習16

- 下の家族データに対してokakoの子供は誰?という質問に答える過程を示せ

- ①parent(okao, jun).
- ②parent(okako, jun).
- ③male (okao).
- ④male (jun).
- ⑤female(okako).
- ⑥father(X,Y):- parent(X,Y), male(X).
- ⑦mother(X,Y):- parent(X,Y), female(X).
- ⑧parent(okao, kazu).
- ⑨parent(okako, kazu).
- ⑩female(kazu).

## 帰納論理プログラミング

### • 帰納推論

- 事例からクラスに共通するモノを自動で認識
- (例)Web上のテキストデータを分類
- 確率的手法 (決定木)と論理的手法

### • 帰納論理プログラミング

- 帰納推論を述語論理で行う
  - prolog上で実現