

# 知識工学

岡山大学大学院

講師 竹内孔一

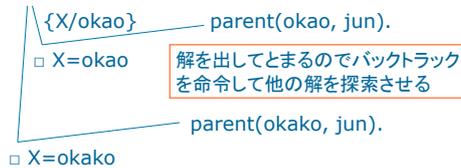
## 本日の内容

- 記号論理の周辺
  - 練習16
  - 述語論理による推論
    - 帰納論理プログラミング

## 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?)



## 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
  - 確率的手法 (決定木)と論理的手法 (ここでは後者)
- 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
    - 詳細は参考文献参照

## 帰納論理プログラミング(例)

- 下記の例で以下の前提知識があるとき

- ①parent(okao, jun).
- ②parent(okako, jun).
- ③male(okao).
- ④male(jun).
- ⑤female(okako).
- ⑥zzz(okao, jun).
- ⑦zzz(okao, kazu).
- ⑧parent(okao, kazu).
- ⑨parent(okako, kazu).
- ⑩female(kazu).

このときに zzz(X,Y).はどういう規則かを推測する

注) zzzは事例がのみあるが  
zzz(X,Y):- parent(X,Y), male(X).  
は前提には入ってない

## 推論方法

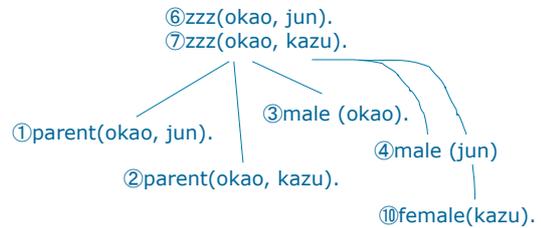
- 注意
  - 帰納推論は演繹で求まるものではない
  - 予測が入る (正しいとは限らない)
- 推論の方法
  - 成立している述語の組み合わせで推論する (バージョン空間法に似ている)
  - (どの述語からどう組み合わせで探索すれば速く正解が求まるか理論的・実験的に議論されている)

前例の場合

⑥ zzz(okao, jun).  
⑦ zzz(okao, kazu).      まずここからはじめる

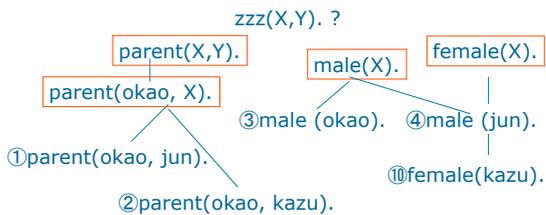
## zzz(X,Y)の推測1

⑥⑦に関連する述語を考える



## zzz(X,Y)の推測2

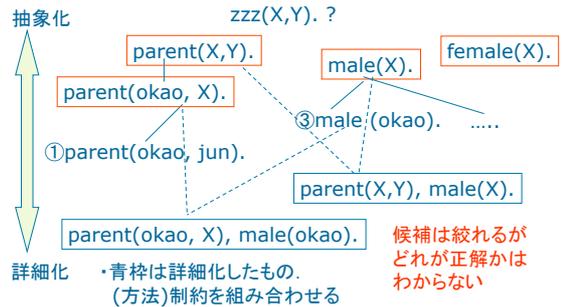
⑥⑦に関連する述語の抽象化と具体化を考える



• 上記の赤枠は抽象化  
(方法) 共通部分があれば変数にまとめる  
前提知識を利用してまとまる述語はまとめる

## zzz(X,Y)の推測3

⑥⑦に関連する述語の抽象化と具体化を考える



抽象化  
↑  
↓  
詳細化  
• 青枠は詳細化したもの。  
(方法) 制約を組み合わせる  
候補は絞れるがどれが正解かはわからない

## 練習17

- 下記の例で以下の前提知識があるとき

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

このときに mother(X,Y)はどのような規則か帰納論理プログラミングで推論したい。述語を一般化、詳細化させて、mother(X,Y)の候補となる述語を複数記述せよ。

## 帰納論理プログラミング(まとめ)

- 特徴
  - 述語論理で帰納推論を行う
  - prolog 上で実現できる
- 推論方法
  - 述語の一般化と具体化を行う
  - 事例を満たす述語がすべて解候補
- 欠点
  - 複数の解が得られる(どれが最適かは別の評価法が必要)
  - 膨大な述語の組み合わせが出る
  - 探索はヒューリスティクス(ある限定した条件でうまく行く方法)に依存する

## 帰納論理プログラミングの詳細

- 参考になる本  
古川康一・尾崎知伸・植野研, 帰納論理プログラミング, 共立出版