

1

知識工学

岡山大学大学院

講師 竹内孔一

2

本日の内容

- 非単調性の続き
 - デフォルト推論
 - 閉世界仮説
 - TMS (truth maintenance system)

3

非単調性について

- 非単調性とは
 - 例外を加えることで定理が否定され導かれる理論が減少すること
- 非単調性の取り扱い
 - 論理体系に取り込む
 - 極小限定(サーカムスクリプション)
 - 論理の拡張
 - デフォルト推論 (推論を拡張)
 - ATMS (仮説を中心)

4

デフォルト推論

- 目標
 - 知識の例外を扱う
- アイデア
 - ある知識が否定されないかぎり推論が成立するという推論規則の導入

$$\frac{X : MY}{Z}$$

$\neg Y$ が成立しないなら
 X ならば Z が成立
 M は様相記号

$$\frac{X : MZ}{Z}$$

$\neg Z$ が成立しないなら
 X ならば Z が成立
正規デフォルト規則

5

練習4

- 次の命題間の関係をデフォルト推論で記述せよ
 - X : 炊飯器がある
 - Y : 炊飯器が故障していない (つまり正常)
 - Z : 炊飯器でご飯を炊ける

さて、ここでわかってることは何でしょう?

6

閉世界仮説

- 閉世界仮説
 - P が証明できない限り P は成立しないと考える
 - 推論の拡張
 - もし論理式 P が成立しないなら $\neg P$ を加える

デフォルト推論との関係

$$\frac{A : M\neg P}{\neg P}$$

様相記号 M を使うとデフォルト推論によって閉世界仮説は表現できる

閉世界仮説の世界観

- なぜ否定を加えるか？
(前提) 公理系は扱いたい知識が書かれているはず
 - 書かれていないものは普通は成立しない
 - なので成立しないとして未知の知識を入れても問題は起きないはず
 - 知識が不足しておかしい結果がある場合は公理系を整備すべき

練習

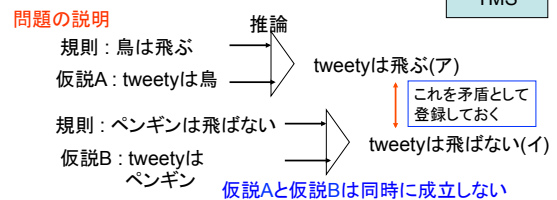
- 公理系 PVQVR に対して P, Q, R を新たに加えたいとする。閉世界仮説ではどのように拡張されるか述べてよ。
- デフォルト推論ではどのように拡張されるか述べてよ

p.94-94の事例

- d1, d2 の計算の際、「鯨である(ゆったり)」が真であることに注意

Truth Maintenance System (真理維持システム)

- 問題設定
 - 知識+仮説の組み合わせで複数の推論結果
 - 我々は推論結果が矛盾かどうかだけ指定できる
- 目的
 - 推論結果が成立した理由を保持→説明
 - 推論結果の矛盾を教えるとTMSはどの仮説の組なら無矛盾か教える



TMS

- Justification-based TMS (TMS)
 - Doyle 1979
 - 正当化: justification ベース
- Assumption-based TMS (ATMS)
 - de Kleer 1986
 - 仮説: assumption ベース
 - 推論結果から矛盾の無い仮説集合を求める

仮説: 成立するかどうかはわからないもの
 前提: いつも成立するもの
 ノード: 推論結果 or 仮説 or 前提
 正当化: 推論結果が成立する理由付け

ATMSの例 スタート

仮説ノード1(A1) penguin(tweety)
 仮説ノード2(A2) bird (tweety)
 前提ノード1(P1) penguin (x) -> not fly(x)
 前提ノード2(P2) bird (x) -> fly (x)
 ノード1(N1) penguin(tweety)
 ノード2(N2) bird (tweety)
 ノード3(N3) not fly (tweety)
 ノード4(N4) fly (tweety)

最終結果

N3, N4を
 NOGOOD
 と指定すれば
 A1とA2は同時に
 成立しないと
 わかる

justification を行う

仮説集合

N1 <- A1
 N2 <- A2
 N3 <- N1 (なぜなら、前提ノード(P1))
 N4 <- N2 (なぜなら、前提ノード(P2))

N1 A1
 N2 A2
 N3 A1
 N4 A2

ATMS 例2 13

仮説ノード1(A1) penguin(tweety)
 仮説ノード2(A2) bird (tweety)
 仮説ノード3(A3) penguin (x) -> not fly(x)
 仮説ノード4(A4) bird (x) -> fly (x)

ノード1(N1) penguin(tweety)
 ノード2(N2) bird (tweety)
 ノード3(N3) not fly (tweety)
 ノード4(N4) fly (tweety)
 ノード5(N5) penguin (x) -> not fly(x)
 ノード6(N6) bird (x) -> fly (x)

justification

N1 <- A1	N5 <- A3
N2 <- A2	N6 <- A4
N3 <- N1 & N5	
N4 <- N2 & N6	

得られた仮説集合(環境)

N1 A1
 N2 A2
 N3 A1 & A3
 N4 A2 & A4

N3,N4はNOGOOD
 とするとA1,A2,A3,A4
 が同時に成立しない

ダメ {A1,A2,A3,A4}
 OK {A1,A2,A3} {A1,A2,A4}...
 {A1,A3} {A2,A4} ...
 {A1} {A2} {A3} {A4}

グラフ理論の記号

ATMSの結果の解釈 14

- デフォルト推論との関係
 - MZ/Z のZつまりデフォルトが仮説に対応
 - MZ/Zが成立しない
 - Zの否定が成立することがわかった
- 例2の場合
 - {A1,A2,A3}や{A1,A3,A4}などはOK
 - {A1,A2,A3,A4}と同時に成立するのはダメ
- 解釈
 - {A1,A2,A3}の場合
 - A4は成立しない、つまり、
「鳥は飛ばないかもね」という場合を意味する

参考:
吉岡先生
との議論

例題練習 15

• 下記の状態状態からATMSの挙動を書き、成立する仮説集合の組を答えよ

仮説ノード1(A1) penguin(tweety)
 仮説ノード2(A2) bird (tweety)
 仮説ノード3(A3) penguin (x) -> not fly(x)
 仮説ノード4(A4) bird (x) -> fly (x)

ノード1(N1) penguin(tweety)
 ノード2(N2) bird (tweety)
 ノード3(N3) not fly (tweety)
 ノード4(N4) fly (tweety)
 ノード5(A5) penguin (x) -> not fly(x)
 ノード6(A6) bird (x) -> fly (x)

ただしN3,N4は
NOGOODである

JTMSとの違い 16

– JTMSの(SL<IN><OUT>)の依存関係を整理
 – 仮説(という名前付け)を明示的に与える
 – 仮説集合(ラベルという)の組を調べ、どれかが成立するかを計算する

JTMSでの関係づけである
SLの内容をそのまま書くと

```

      ~N-2 → N-0 → N-1
      N-2 → N-3
    
```

ATMSでは
仮説ノードと導出をわけて整理

```

      A0 → N-0 → N-1
      A1 → N-2 → N-3
    
```

仮説A0: 到着<8:40 N-0
 : 出発=9:00 N-1
 仮説A1: 到着>8:40 N-2
 : 出発>9:00 N-3

justification

N-0 <- A0
 N-1 <- N-0
 N-2 <- A1
 N-3 <- N-2

得られた仮説集合

N-0 A0
 N-1 A0
 N-2 A1
 N-3 A1

N-1とN-3が
nogoodだと
するとA0または
A1が成立

→ 手順

例題 17

下記の問いに答えよ

- justification とはどのようなもの
- ATMS における出力は何?
- JTMSとATMSの違いは?