仮説推論を用いた問題解決

ICOT
第５研究室

井　上　克　己

不完全な知識の基での推論

仮定的知識、例外を含む知識、欠落した知識、競合する知識などの取扱い

例）鳥は通常飛ぶ。(デフォルト知識)
例外 —— ペンギン(鳥の一種)は飛ばない。
今、鳥 a がペンギンであるとする。

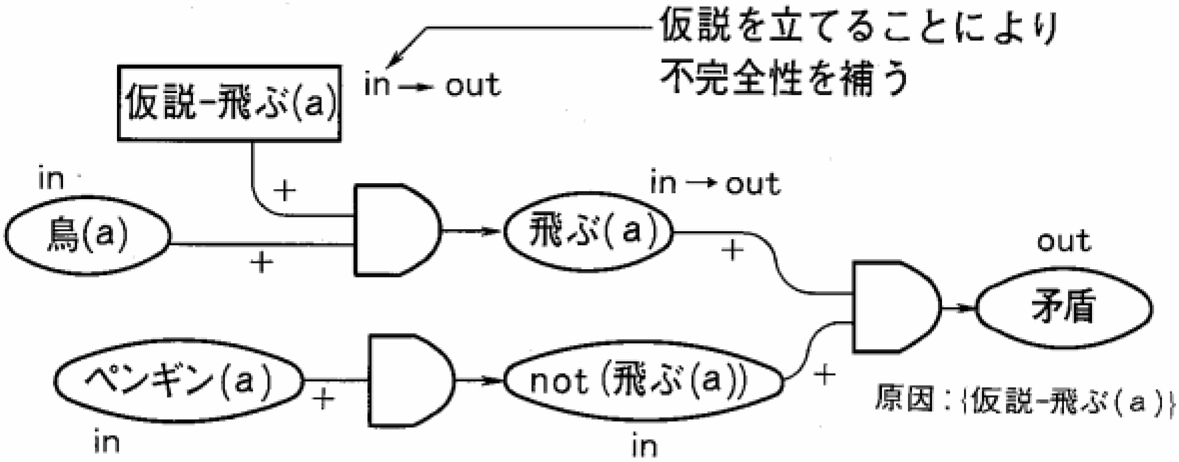
- 古典理論 —— 矛盾が導かれてしまう。
  bird(X) → fly(X)
  penguin(X) →～fly(X)
  bird(a) ∧penguin(a)
- 演えき推論 —— 完全な知識の記述は不可能。
  bird(X)∧～penguin(X)∧～wing_weak(X)∧ …→fly(X)
- 確信度による方法 —— 結論があい昧。
  IF bird(X) THEN fly(X) (0.89)
  IF penguin(X) THEN not_fly(X) (1.00)

—— 知識が不完全でも何らかの結論が得たい。

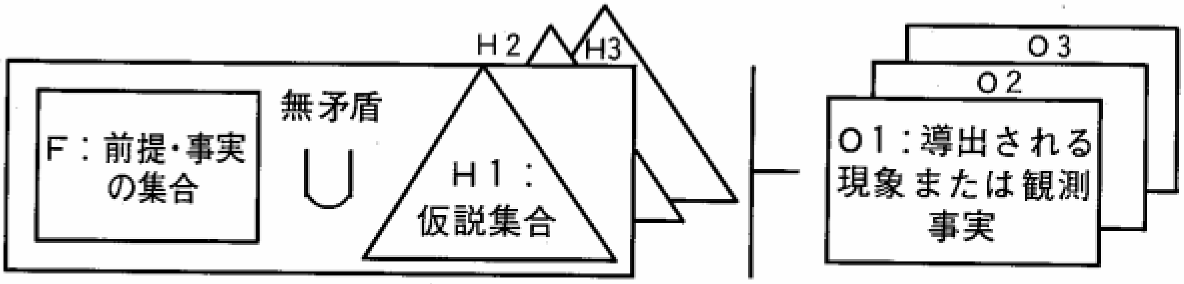
仮説推論(非単調推論の一方式)

論理矛盾：：not(X)，X→矛盾．
ルールB：：鳥(X)→assume(飛ぶ(X))．
ルールP：：ペンギン(X)→not(飛ぶ(X))．

1．鳥(a)．
2．ペンギン(a)．



仮説推論の論理的枠組み



● 観測事象を説明する仮説集合を求める —アブダクション

● 複数の無矛盾な仮説空間(コンテキスト)を同時に管理する
—ATMS

アブダクション(仮説生成)

- 1ステップ・アブダクション

$$\frac{\forall x\ \mathrm{Man}(x) \supset \mathrm{Mortal}(x) \quad \mathrm{Mortal}(\mathrm{Socrates})}{\mathrm{Man}(\mathrm{Socrates})}$$

- 一般に，結論を理由付ける説明集合の計算には全ての可能なステップを考慮しなければならない。
- アブダクション＝逆演繹
- Ｆに関してＣを説明する仮説集合を$\neg S$とすると，$S \in Th(F \cup \{\neg C\}) - Th(F)$.

説明の選択

1．指定した述語から構成される説明を選択
　── 仮定可能なサブ・ボキャブラリを用意

2．最も弱い説明を選択
- $H_2 \models H_1$のときH_1を優先
  例．$H_2 = \{C_1, C_2\}$，$H_1 = \{C_1\}$ →H_2は冗長
- $F \cup H_2 \models H_1$のときH_1を優先
  例．$F = \{A \supset B, B \supset O\}$，$H_2 = \{A\}$，$H_1 = \{B\}$

3．最も特殊な説明を選択

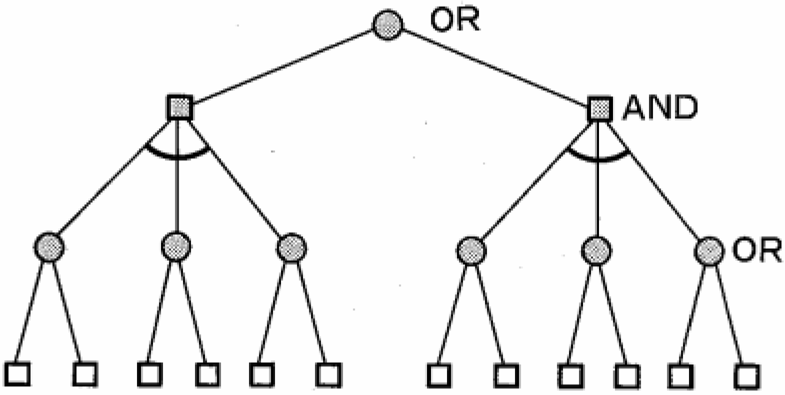
4．領域固有のヒューリスティックスを利用

仮説生成の効率化

1．推論の制御
- 無駄な導出やチェックを行わせない
- ネットワーク表現上のアルゴリズム

2．探索空間の縮小
- 知識の分割 → 階層化，部分問題
- 制御の局所性

問題解決と探索



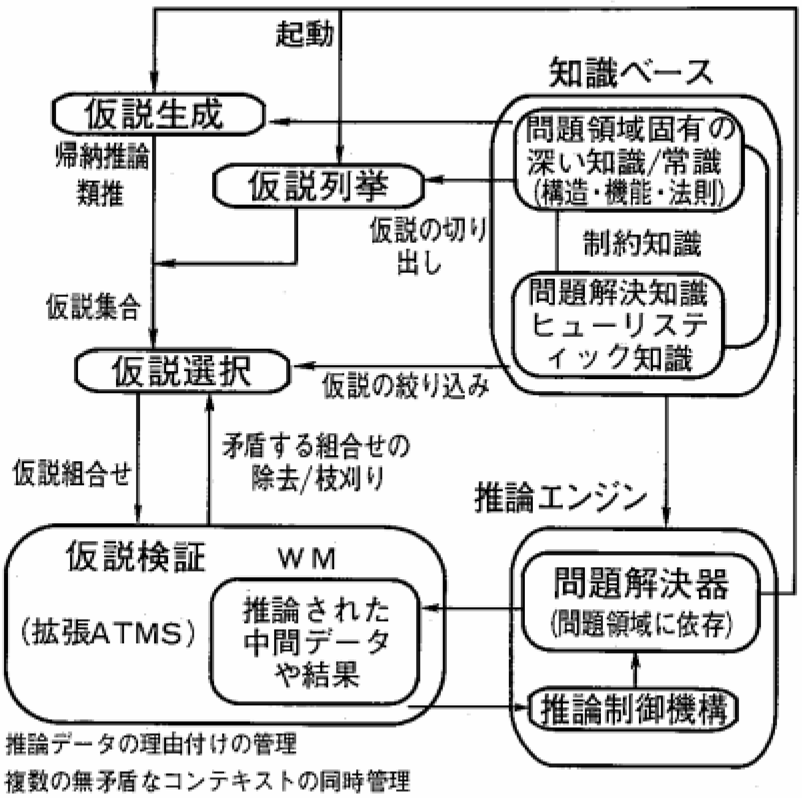
従来の仮説推論の問題点

仮説推論の構造が平板（各仮説はすべて同レベル）

—— 階層構造が扱えない

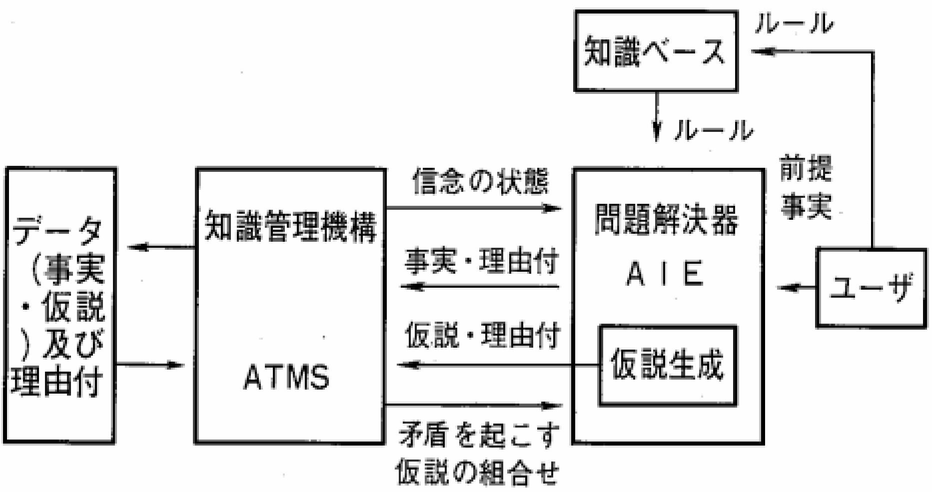
- 仮説世界の階層性を自然に表現でき枠組みを提案。
- 特に，この表現を用いた効率的な探索アルゴリズムを発案。

仮説推論システムAPRICOT

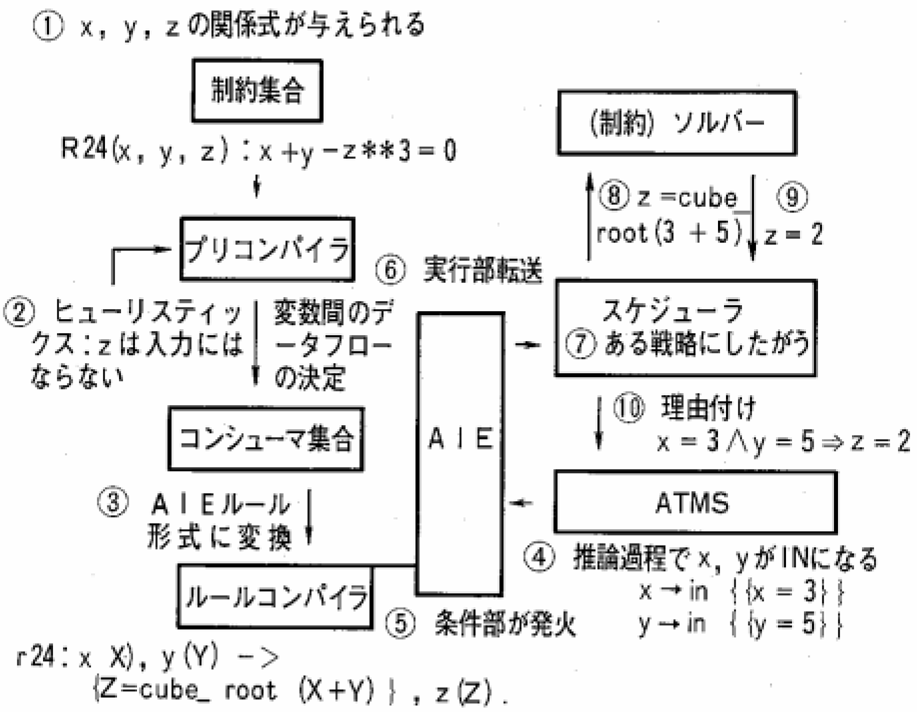


APRICOT／0

- RETE＋ATMS
  - 競合解消なし，複数のコンテキストを扱うルールエンジン
  - RETE 自体にもATMS を利用 → ルールの追加・削除



APRICOT/0による制約問題解決



ま と め

● 仮説推論の基礎と問題解決への応用

今後の課題

● 仮説生成・選択の効率的なメカニズム

● 仮説推論を利用・拡張した常識推論のメカニズム

● アブダクション ⟶ 非単調推論の証明手続き