

# 1F-7 アバウト推論における多階層推論方式

湯川 高志      松澤 和光      桃井 茂晴

NTT 情報通信網研究所

## 1 はじめに

知識の不足、矛盾のもとでも適切な解を導くアバウト推論の研究を進めている [1]。アバウト推論では、多観点概念ベース [2] を利用した不足知識の代替などにより、不完全な知識に対する推論を行なう。適切な類似知識の選択のためには、まず問題を抽象化することにより概略的な解を求め、その解を観点や制約として利用することでより詳細な解を求める階層的な推論動作が必要となる。さらに、概略解は厳密ではないため緩い制約として扱うべきであり、制約の緩和が必要となる。

本稿では、アバウト推論に必要な多階層推論方式の概要を述べ、多階層推論における制約緩和手法について提案する。

## 2 アバウト推論における多階層推論

アバウト推論では、与えられた問題を抽象化して概略解を求め、その概略解に基づいて順次詳細な解を求める。これにより、知識の不足に対する適切な代替、矛盾の解消が可能となる。

例として、図 1 に示すような武蔵野市の事業所から横須賀市の事業所への出張計画を考える。従来の推論系では与えられた経路の断片のなかから条件を満たす組み合わせを探索する。したがって、経路の断片が完全に与えられていない場合には「解なし」となる。

一方、アバウト推論では 以下の手順で経路計画問題を解決する(図2)。

1. 多観点概念ベースでの被覆性を利用し概略解を生成。この例では、地域レベルの経路と所要時間の概算値を概略解として求める。
2. 上記概略解での地域および所要時間の概算値を制約として用い、解を詳細化。この際、日程、時刻などの制約が満足できない場合はそれらの制約を緩和。
3. 詳細解が求まらない場合には、多観点概念ベースの類似性を利用し代替解を生成。

A Hierarchical Inference Framework for a Robust Problem Solving.  
Takashi YUKAWA, Kazumitsu MATSUZAWA and Shigeharu MO-MOI  
NTT Network Information Systems Labs.

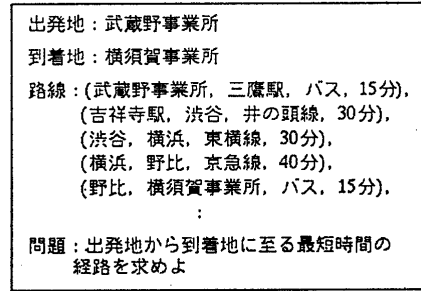


図 1 出張計画問題の例

概略解の利用が詳細解の絞り込みの効果を持つことは従来の階層推論 [3] と同様であるが、概略解を厳密には考えず、緩和可能な制約として扱う点が異なる。また、代替解の生成は、問題の抽象化の際に得られる観点をを用いて、多観点概念ベースから類似の知識を抽出することにより行なう。知識の代替により問題として与えられた制約を必ずしも満足しなくなるため、この際にも制約の緩和が必要となる。

このようにアバウト推論では、上位階層の解を弱い制約として扱ったり代替を行なうため、制約緩和メカニズムが不可欠である。

## 3 多階層推論に適した制約緩和手法の提案

アバウト推論では、以下の二種類の制約に対する緩和が必要となる。

数値的緩和：概略解の含まれる日程、時刻などの制約の緩和

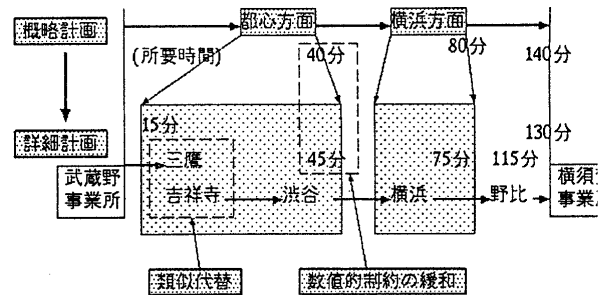


図 2 出張計画問題を例とした推論動作

記号的緩和： 制約を満足する知識が不足の場合の類似知識による代替

記号的緩和を必要とする点が、数値的制約式の充足度のみをファジメンバシップ関数として扱うファジー数理計画法 [4] と、アバウト推論が本質的に異なる点である。

上記のような制約緩和を扱う手法として、制約緩和探索法を提案する。従来の探索では、図3(A)に示すように、探索ツリーの各ノードに対し制約違反をチェックして制約違反のないノードを展開して行くことにより、問題に含まれるすべての制約を満足する解を求める。本探索法ではこれを拡張し、図3(B)に示すように、制約チェックにおいて充足度がある閾値（要求される解の厳密性を示す値）以上のものを展開する。さらに、探索ツリーのノード展開において、多観点概念ベースを利用して類似知識による代替を行なう。具体的なアルゴリズムを以下に示す。

制約充足度の定義

記号的制約： 二つの記号の同値条件に対し、これら記号の類似度を多観点概念ベースを利用して求め制約充足度とする。

数値的制約： 二つの数値の同値関係、大小関係に対する充足度関数を図4に示すように定義する（ファジー数理計画と同様）。

制約緩和探索法のアルゴリズム

- step 1: 問題全体の充足度  $S$  を1に初期化する。
- step 2:  $S$  が閾値以上のノードを一個展開する。このノードに対し制約をチェックして制約の充足度と

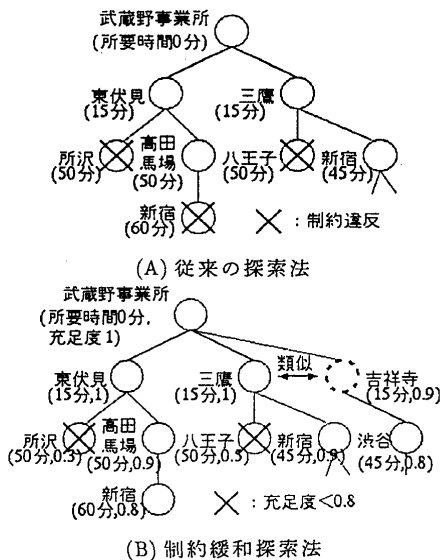


図3 制約緩和探索法の探索ツリー

$S$  の積を求め、これを新たに  $S$  とする。もしも展開すべきノードがなければ、多観点概念ベースからの類似知識を用いて展開する。

step 3: ノードが探索ツリーの葉ならば  $S$  を調べ、 $S$  が閾値以上ならば解として出力する。

step 4:  $S$  が閾値以上のノードに対し、step 2, step 3 を繰り返す。

このようにすることで、制約の充足度をかけあわせたものが閾値以上であるような組み合わせを解として求めることができる。また、多観点概念ベースを利用して類似知識も解候補に含めるため、知識が欠落していても、解を得ることが可能である。

4 まとめ

アバウト推論の推論機構である多階層推論の概要を述べ、数値的制約緩和、記号的制約緩和の二種類の制約緩和が必要であることを明らかにした。また、これら二種類の制約緩和を同時に扱える制約緩和探索法を提案した。本探索法では、記号的制約と数値的制約の両者に対して制約充足度を定義し、問題に含まれる制約の充足度の積が閾値以上になるものを解とする。多観点概念ベースによる類似知識の検索との組み合わせにより、知識が欠落していても充足度の高い解を求めることができる。

制約緩和探索での探索空間の削減、および、詳細解から概略解へのフィードバックによる探索の効率化の検討が今後の課題である。

参考文献

- [1] 松澤他：“アバウト推論：柔らかな知識処理の提案”，本大会予稿集(1992).
- [2] 笠原他：“アバウト推論における多観点概念ベース”，本大会予稿集(1992).
- [3] J.Christensen：“A Hierarchical Planner that Generates its Own Hierachies”，Proc. AAAI (1990).
- [4] 石井：“ファジィ組み合わせ最適化”，日本ファジィ学会誌 Vol. 4 No. 1 (1992).

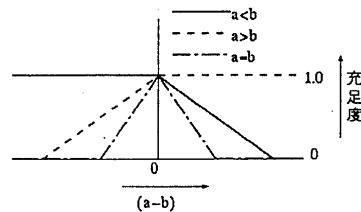


図4 数値制約の充足度関数