

「関連性」を用いた推論手法

5C-6

牧野 俊朗

NTTコミュニケーション科学研究所

1 はじめに

理解能力を持つコンピュータの実現にはまず、様々な知識を持つ大規模な知識ベースが必要である。利用する知識の規模が大きくなると、それにつれて推論に要する時間も増加する。ところで、人間が感覚器から入力される情報を処理する場合、必ずしも自分の持つ全ての知識を用いて可能な解釈を全て導きだすわけではない。例えば、人が対話中に相手の話すことを理解する場合、時間的な制約もあるので、相手の発話と自分の知識から推論できる全てのことを考えるわけではない。大規模知識を持つコンピュータにおいてもその時にその場で必要な知識だけを用いて情報を処理すれば、知識全体の規模が大きくてもある1つの情報を処理するために要する時間は短くなることが予想される。本稿では、システムが持つ知識の中から「関連性」という基準に基づいて部分知識を動的に選択し、その部分知識を用いて推論する手法を提案する。

2 関連性

本手法では部分知識選択の基準として関連性理論における「関連性」を用いる。関連性理論^[1]は、D.SperberとD.Wilsonによって提唱された発話理解のメカニズムに関する理論である。関連性理論における「関連性」の程度は文脈効果が大きいほど大きく、発話の処理に要する労力が少ないほど大きい。ここで文脈とは聞き手が発話を処理する際の前提となる、話題となっていることに関する想定集合を指す。文脈は動的に変化する。発話の処理とは話し手がその発話によって伝達したい事を理解するために聞き手が行う推論過程のことである。文脈効果には以下の3つがある。なお、以下で発話から直接(推論を必要とせずに)得られる情報を入力情報と呼び、文脈中の想定を旧情報と呼ぶ。

1. 文脈含意

入力情報の集合{P}は次の場合に、かつその場合に限って文脈{C}において情報Qを文脈的に含意する。

- (1) $\{P\} \cup \{C\} \vdash Q$
- (2) $\{P\} \not\vdash Q$
- (3) $\{C\} \not\vdash Q$

つまり、入力情報と旧情報の両方を使って推論を行なうことによって新情報が得られる場合に、文脈含意が存在する。

2. 文脈強化

入力情報が旧情報の確信度を高める。

3. 矛盾

入力情報が文脈と矛盾する。

文脈効果の程度や発話の処理に要する労力の程度の数量化に関しては関連性理論では定義されていない。我々の提案する定量化の方法に関しては3.4節で述べる。

関連性理論は話し手が聞き手に対して何かを伝えたいという意図を持ち、その意図を話し手と聞き手の双方に顕在化する行為である意図明示行為を対象としている。関連性理論によると意図明示行為は関連性が最大になるように行なわれる。つまり話し手は自分の伝えたいことを聞き手が最小の処理コストで理解できるような発話を行い、聞き手は、話し手はその伝えたいことを聞き手が最小の処理コストで理解できるような発話表現で伝達しているという前提に基づいて、発話を処理する。

3 関連性を用いた推論手法

ここでは、対話システム、マンマシンインタフェースなどで必要とされるコンピュータの理解能力のための推論のための手法を考える。このような用途の場合、人は自分の話すことをコンピュータに理解してもらいたいと考えているので、上記の意図明示行為を行っていると考えられる。

3.1 構成

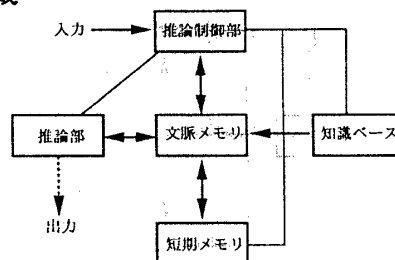


図1 構成図

Inference Method Based on Relevance

Toshiro MAKINO

NTT Communication Science Laboratories

1-2356 Take Yokosuka-Shi Kanagawa 238-03 Japan

本手法を用いた推論システムは図1のような構成を持つ。

各コンポーネントは以下のような働きをする。

1. 推論制御部

入力情報及びその否定が既に文脈メモリ中に存在するか否かを判断し、存在しない場合は推論部に入力情報を渡し、推論を実行させる。否定が存在する場合は矛盾が生じるのでまず、矛盾解消を行なう。推論部から文脈効果の程度に関する情報を受け、関連性が極大になるように文脈の制御を行う。文脈の制御は文脈メモリに知識ベースや短期メモリから必要な知識を移したり、推論に用いない知識を文脈メモリから短期メモリへ移したりすることによって行う。

2. 推論部

入力情報と文脈メモリ中の知識を用いて推論を行い、導出された結果を文脈メモリに加える。入力が質問などの解答を必要とするもの場合は、解答を出力する。

3. 文脈メモリ

推論に使われる知識を蓄える。文脈メモリ中の知識は文脈管理部により無矛盾に維持される。

4. 知識ベース

推論に使われる可能性のある知識を蓄えておく。知識ベース中の知識は矛盾を含んでも良い。

5. 短期メモリ

文脈メモリ中の知識のうち推論に使われなかったものを一時的に蓄える。短期メモリ中の知識は推論制御部により必要に応じて文脈メモリに戻される。短期メモリはある一定の容量を持ち、容量を越えた場合は、古い知識から順に削除される。

3.2 知識の表現形式

本手法では、次に示す確信度付きの知識表現を用いる。

<関係名(引数列), 確信度>

例えば、自動車がエンジンを持つことが確実なら、

<部分(自動車, エンジン), 1.0>

のように表す。推論ルールは前提に関係名(引数列)を1つ以上持ち、結論にも1つ以上の関係名(引数列)を持つ。

3.3 文脈制御の方法

本手法において文脈とは文脈メモリの内容のことである。文脈は必要に応じて拡張・縮小される。まず、文脈の縮小から説明する。推論部は推論を行う際に、推論に用いた知識に印をつける。推論制御部は関連性が極大に

なる所で推論を停止させ、文脈メモリ中の印のついていない知識を全て短期メモリに移すことによって文脈を縮小する。次に文脈の拡張について説明する。文脈の拡張は段階的に行われる。まず、現在の文脈を用いて推論を行い、推論結果を文脈に加え、その際の関連性の程度を求める。関連性の程度に関しては次節で述べる。次に、入力情報中に出現する物に関する知識、例えば、入力が「部分(自動車, エンジン)」なら、自動車やエンジンに関する知識を知識ベースまたは、短期メモリから文脈メモリに移すことによって文脈を拡張し(第1次拡張)、その文脈を用いて推論を行い、結果を文脈に加え、関連性の程度を求める。ここで以前の関連性の程度より高ければ、さらに先ほど文脈メモリに新たに移した知識中に出現する物に関する知識を文脈に加える(第2次拡張)。これを関連性の程度が以前より減少するまで行う。関連性の程度が減少した時点で一つ前の状態に戻すことによって関連性が極大となる文脈を決定する。

3.4 関連性の定義

関連性の程度は文脈効果と処理コストに基づいて決定する。推論によって新たに得られた情報の数を X 、既存の情報の確信度の上昇の総和を Y 、矛盾が生じた場合に矛盾解消により取り消された旧情報の数を Z とし、文脈効果の程度 $E = \alpha X + \beta Y + \gamma Z$ とする。一方処理コスト C は、推論のステップ数を A 、文脈拡張のコストを B とした場合、 $C = \delta A + \epsilon B$ とする。ただし、 α 、 β 、 γ 、 δ 、 ϵ はあらかじめ設定された係数である。文脈拡張のコストは短期メモリ中の知識を用いて拡張する方が知識ベースの知識を用いる場合よりも小さい。また拡張段階が高次になるほど拡張コストは大きくなる。

上記の文脈効果の程度 E と処理コスト C を用いて、関連性の程度 R を $R = E/C$ で定義する。

4 おわりに

コンピュータに発話理解の能力を持たせるための1手法として、関連性を用いた推論手法を提案した。今後さらに検討を進め、実験を行うことにより関連性の定義における各パラメータを調整し、具体的なシステムとしたいと考えている。

参考文献

- [1] D.Sperber and D.Wilson:Relevance:Communication and cognition, Blackwell, Oxford,1986.