7C-6

文脈理解における解釈の情報量について

住田一男・浮田輝彦・天野真家
(株) 東芝　総合研究所

1．はじめに

自然言語を扱うシステムでは，文の意味内容を正確に把握する能力が重要である．ところが，文の持つ意味は，単独では曖昧であり，文脈に強く依存している．例えば，指示名詞や省略等によって情報が陽に明示されないことも，曖昧さを生じさせる原因の１つである．

文脈を理解するためには，文の意味の曖昧性をそのままにして処理を進めるわけにはいかない．すなわち，複数の解釈が可能な場合には，文脈と照し合せてなんらかの意味で最適な解釈を選んでいくことが必要である[(1)]．会話はより少ない労力で，より多くの情報を伝達しようとする行為である．これは例えば，“協調的な会話では必要以上に情報を詳しく述べない”という Griceの“量の原則”[(3)]も暗示している．この仮定に基づけば，構文または意味的に決定できない解釈は，情報量の大きい解釈を選ぶことが妥当である．

そこで解釈に対して，評価尺度を設定し，その尺度に従って解釈を決めていくことが考えられる．大須賀は知識表現の情報量を定義し，知識表現の持つべき性質について考察している[(2)]．しかし推論規則を含む場合については考察されていない．文脈理解も，理解を通じて聞き手の持つ知識の曖昧性を減少させていく過程と考えられる．またこの過程では推論規則の果す役割は重要であると考えられる．本稿では，解釈を選ぶ評価尺度として，情報量を導入し，解釈を決定する方法について考察する．

2．モデルと情報量

文脈理解は聞き手の知識の状態の変化であると考えられる．そこで情報量を導入するために，聞き手の知識のモデルを設定しておく．聞き手の知識が，個体定項の集合Ｃに属する要素と，一階の述語の集合Δに属する要素とから構成されるものと仮定する．

$$C = \{c_n \mid 1 \leqq n \leqq N\}. \quad (1)$$

$$\Delta = \{\delta_h \mid 1 \leqq h \leqq H\}. \quad (2)$$

このとき，聞き手の知識は命題の集合ＤＰ と推論規則ＫＪから構成される．

$$D_p = \{\pi_p \mid 1 \leqq p \leqq P\}. \quad (3)$$

$$K_J = \{\kappa_j \mid 1 \leqq j \leqq J\}. \quad (4)$$

命題は文の解釈に相当するものとすると．新たな文が入力されることにより，その文の解釈に対応する命題がＤp に付け加えられていくことになる．本稿では，一変数の命題のみを考え，また簡単のためＨ＝１として説明を進める．（例えば，$D_3 = \{\delta(c1), \delta(c2), \delta(c3)\}$，$K_2 = \{\delta(c4) \rightarrow \delta(c6), \delta(c1) \wedge \delta(c3) \rightarrow \delta(c5)\}$）．始めに，推論規則を持たない場合について簡単に説明する．

①　ＫＪ が空集合である場合[(2)]

ＤＰ は，すべての命題が設定されているわけではなく，設定されていない命題に関しては真偽値は未知である．すなわちＤＰ が空集合である場合を考えると，ＤＰ は，命題の否定と肯定の組み合せによって，$\delta(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \cdots \wedge \delta(cN)$から，$\bar{\delta}(c1) \wedge \bar{\delta}(c2) \wedge \cdots \wedge \bar{\delta}(cN)$までのあらゆる可能性を含んでいる（$\bar{\delta}(x)$ は$\delta(x)$ の否定を表す）．この可能な状態の集合をＳとする．すなわち，次式のように表す．

$$S = \{\delta(C1) \wedge \delta(c2) \wedge \cdots \wedge \delta(cN), \cdots, \bar{\delta}(C1) \wedge \bar{\delta}(c2) \wedge \cdots \wedge \bar{\delta}(cN)\}. \quad (5)$$

Ｓの各要素は相互に背反であり，会話が行なわれていない状態では，いずれの要素が真であるかは不明である．そこでＳのすべての要素の事前確率が等しいとすると，そのエントロピーは，次式となる．

$$E(S) = -\sum^{2^N} 2^{-N} \log_2 2^{-N} = N. \quad (6)$$

②　ＫＪ が空集合でない場合

聞き手の側に次式の推論規則が存在する場合を新たに考える．

$$K_1 = \{\delta(C1) \wedge \delta(c2) \wedge \cdots \wedge \delta(cm\text{-}1) \rightarrow \delta(cm)\}. \quad (7)$$

この推論規則が成立する状態集合は，それに属するすべての要素が$\bar{\delta}(c1) \vee \bar{\delta}(c2) \vee \bar{\delta}(c3) \vee \cdots \vee \bar{\delta}(cm\text{-}1) \vee \delta(cm)$と矛盾しないことが求められる．このように，ある複合命題に対して矛盾しない要素をＳから取り出すことによりできる状態集合を，その複合命題の領域と呼び，Ｄp が空集合の場合次のように記述する．

Information of the Interpretation
for Context Understanding
Kazuo SUMITA, Teruhiko UKITA, Shin'ya AMANO
Toshiba Corp.

$$S_{\bar{\delta}(C1) \vee \bar{\delta}(c2) \vee \cdots \vee \bar{\delta}(cm-1) \vee \delta(cm)} \tag{8}$$

$\bar{\delta}(c1) \vee \bar{\delta}(c2) \vee \bar{\delta}(c3) \vee \cdots \vee \bar{\delta}(cm-1) \vee \delta(cm)$は，$\delta(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \delta(c3) \wedge \cdots \wedge \delta(cm-1) \wedge \bar{\delta}(cm)$以外の連言のすべての組合せに展開することができ，式(8) は共通要素を持たない集合の和として展開できる．例えば，$m=3$ の場合，$\delta(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \bar{\delta}(c3)$以外の連言の組合せすべてに対する領域の和として，次式で表される．

$$\begin{aligned}
&S_{\bar{\delta}(c1) \vee \bar{\delta}(c2) \vee \delta(c3)} \\
&= S_{\bar{\delta}(c1) \wedge \bar{\delta}(c2) \wedge \delta(c3)} + S_{\bar{\delta}(c1) \wedge \bar{\delta}(c2) \wedge \bar{\delta}(c3)} \\
&\quad + S_{\bar{\delta}(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \delta(c3)} + S_{\bar{\delta}(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \bar{\delta}(c3)} \\
&\quad + S_{\delta(c1) \wedge \bar{\delta}(c2) \wedge \delta(c3)} + S_{\delta(c1) \wedge \bar{\delta}(c2) \wedge \bar{\delta}(c3)} \\
&\quad + S_{\delta(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \delta(c3)}.
\end{aligned} \tag{9}$$

Ｄｐ が空集合でない場合は，Ｄｐ 中で真偽が既定の命題についてのみ矛盾しない状態を式(8) から取り出せばよいことになる．

$S_{\delta(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \delta(c3) \wedge \cdots \wedge \delta(cm-1) \wedge \bar{\delta}(cm)}$のように条件部の命題（$\delta(c1) \sim \delta(cm-1)$）が真，結論部の命題（$\delta(cm)$）が偽である領域を，その推論規則についての矛盾状態と呼ぶ．また例えば$m=3$ で，$\delta(c1)$が真，$\delta(c2)$が真，$\delta(c3)$は真偽が未知である状況のように真偽値が既定の命題について矛盾状態と一致する場合を，その推論規則に関しての矛盾状態を内在していると呼ぶものとする．真偽が既定の命題について矛盾しない状態を取り出す場合，推論規則に関しての矛盾状態を内在する状況に対応する状態数は，矛盾状態の領域の要素の分だけ減るということになる．すなわち，今の場合，領域は式(9) より

$S_{\delta(c1) \wedge \bar{\delta}(c2) \wedge \delta(c3)} + S_{\delta(c1) \wedge \bar{\delta}(c2) \wedge \bar{\delta}(c3)}$となる．

推論規則中の命題に共通の命題が存在しないという仮定を置くと，同様の議論は，述語および推論規則が複数存在する場合にも進めることができる．すなわち，ある述語 δh に入りうる個体定項の総数をNh，推論規則κj に関わるmj 個の命題のうち真偽が未知である命題の個数をkj，それ以外の真偽が既定の命題の総数をLP とすると，エントロピーは次式で求められる．

$$E(Dp, KJ, \Delta, C) = \sum_{h=1}^{H} Nh - LP + \sum_{j=1}^{J} \log_2 \frac{2^{m_j - k_j} - \sigma j(DP)}{2^{m_j}} \tag{10}$$

ただし，ここで$\sigma j(DP)$はDP について，推論規則κj に関しての矛盾状態を内在する場合については１，それ以外は０を与える関数である．

ある命題（解釈）$\pi P+1$ を与えることで変化するエントロピーの差がその命題の持つ情報量に相当するので，諸相においての命題の情報量は，次式で求められる．

$$I(\pi P+1) = \begin{cases} \log_2 \dfrac{2^{m_{j_0} - k_{j_0}} - \sigma j_0(DP)}{2^{m_{j_0} - k_{j_0} - 1} - \sigma j_0(DP+1)} & (\pi p+1 \text{ が } \kappa j_0 \text{ に関わる命題である時}) \\ 0 & (\pi p+1 \in DP \text{ の時}) \\ 1 & (\text{それ以外}). \end{cases} \tag{11}$$

３．曖昧さのある文の解釈の決定への利用

質問応答システムで，曖昧さのある文の解釈の決定する場合を考えてみる．例えばビデオの操作法に関する質問応答において，“それが動かない”という文が，動く（ビデオデッキ），動く（テープ）のいずれかであると解析できた場合などが考えられる[1]．どちらの対象も“動く”ことは可能であり，構文的にも意味的にも決定できない．会話はより少ない労力で，より多くの情報を伝達しようとする行為であるという仮定に基づけば，情報量の大きい解釈を選ぶことが要求される．解釈を命題として知識に設定した時の情報量を式(11)を用いて，それぞれについて求める．情報量の大きい解釈を選択する．

４．まとめ

命題の集合と推論規則を知識として持つ場合について，命題の情報量について考察した．これは，文脈の理解の過程に対応しており，構文的にも意味的にも決定できない曖昧性のある解釈について，情報量という評価尺度を用いることにより解釈を選択することができる．

本稿では，聞き手が一変数述語しか有していない場合について考察したが，同様の議論を多変数述語が複数ある場合に拡張することは容易である．しかし推論規則については，命題の場合についてしか述べていない．より一般的な場合についての拡張が必要と考えられる．

なお，本研究はICOTからの研究委託により第５世代コンピュータプロジェクトの一環として行っている．

［文献］

(1) 住田他：“最適解釈判定法による会話文の理解”，信学技報，NLC87-16(1987).

(2) 大須賀：“知識の表現に関する一考察”，情処学論，Vol.25, No.4, pp.685-694(1984).

(3) H.P.Grice ：“ Logic and conversation ”，Syntax semantics，Vol.3，Speech acts，Seminar press，pp.48-58(1975).