

TM-0598

解釈の情報量を考慮した文脈理解

住山一男, 浮田輝彦

天野真家(東芝)

October, 1988

©1988. ICOT

**ICOT**

Mita Kokusai Bldg. 21F  
4-28 Mita 1 Chome  
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191~5  
Telex ICOT J32964

---

**Institute for New Generation Computer Technology**

# 解釈の情報量を考慮した文脈理解<sup>†</sup>

Context Understanding Employing Information of the Interpretation

住田一男

Kazuo SUMITA

浮田輝彦

Teruhiko UKITA

天野真家

Shin'ya AMANO

(株) 東芝 総合研究所

R&D Center, Toshiba Corp.

## 1. はじめに

質問応答システムを始めとした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、文は単独では、その意味内容を伝えるだけの十分な情報を担っておらず、文脈に依存している。例えば、指示名詞や省略等によって情報が隠に明示されない場合、その情報を文脈から回復する必要がある。この種の問題において、統語情報や意味情報だけを利用して情報を回復しようとしても、十分な精度が得られない。

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、入力される文に対して複数の解釈が可能な場合には、その候補の中から、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となる<sup>(1)</sup>。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”<sup>(2)</sup> も暗示している。話し手がより少ない労力で文を生成しているとするならば、その文を処理し理解する側も、それを仮定して文の解釈を求めていると考えてよいだろう。

以上の仮定を会話文をはじめとする文脈の処理の基準とするものとする。自然言語による情報の伝達について、情報の量に関するなんらかの尺度を決めておくことが必要となってくる。そして、その尺度にしたがって解釈を選定することにより、入力文に対してより自然な解釈が得られると期待できる。

指示先を求めたり、複合名詞の意味を求めるために、知識ベース中の推論規則を構成する各述語に意味的なコストを割振ることが考えられている<sup>(3)</sup>。しかし、体系的に矛盾なくこのようなコストを割振ることは、實際上不可能である。複数の解釈から、ある解釈を選ぶための手法として導入できない。

情報通信という観点に立てば、通信におけるエントロピーと情報量の考え方が参考になる。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<sup>(4)</sup>。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ので、文脈理解のモデルとしてそのままでは適用できない。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たす役割は重要である。

本稿では、推論規則を含む聞き手のモデルにおいて、解釈を選ぶ評価尺度として、情報量を導入する。そしてその尺度を用い、文脈と知識を背景にして解釈を求める方法について考察する。

<sup>†</sup>本研究は、ICOTからの委託により第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。

## 2. 入力文の解釈

入力文の解釈に曖昧性が生ずる原因としては、いくつか考えられるが、文中に用いられる代名詞や省略もこの原因の1つである。しかも代名詞や省略などによる指示照応の問題は、文脈理解の中心的な課題として位置付けられる。ここでは、入力文に対して可能性のある解釈が複数になる例として、指示照応による問題を考える。

現在、我々はビデオの操作法を処理タスクとした質問応答システムISACを開発している<sup>(5)・(6)・(7)</sup>。例1はビデオ操作の会話で現れる利用者の入力の一例を示している。

User : ビデオにカセットを入れて

再生スイッチを押したが、(φが)動かない。

[例1] ビデオ操作法に関する入力文の例

例1において、φは省略されていることを示す。この場合、“φが動かない”についての意味的に可能であると見なすことのできる解釈は、次の3つが考えられる。

- ① “ビデオが動かない”
- ② “カセットが動かない”
- ③ “再生スイッチが動かない”

しかし、例1の会話が行われている状態では、①の解釈、すなわちφの候補としてビデオを選ぶのが自然であろう。これは、聞き手の側に、図1のような因果的な関係を表わす知識(推論規則)が存在しており、その因果的規則に従って理解されているためと推察される。

“ビデオの電源を入れる”  
“ビデオにカセットを入れる”  
“再生スイッチを押す”  
→ “ビデオが動く”

図1 機器操作における知識ベース内のルール

ビデオの操作案内を行うような質問応答システム(すなわち聞き手)の場合、図1のような推論規則は知識ベース中になんらかの形で存在していると考えられる。例えば、

ISACでは知識はフレームとルールにより表現されており、この因果的な関係はルールによって表わされる<sup>(8)</sup>。

そこで、文脈理解では、文脈と知識を考慮して処理を行う必要がある。すなわち、文脈と知識を考慮した聞き手のモデルをたて、そのモデル上で入力文の解釈の情報量を導入することが考えられる。

代名詞や省略などが存在するために生じる曖昧性は、一貫性、関連性、最適性の基準の下に、解消されなければならない<sup>(1)</sup>。一貫性とは、会話の途中で、新たな文が入力された場合、その解釈は、その一文内において意味的に無矛盾であるとともに、それまで入力された文脈に対しても無矛盾であることが通常要求されるということである。すなわち、文脈と矛盾しない解釈と、矛盾する解釈との2つの可能性がある場合、矛盾のない解釈の方が好ましい。また、関連性とは、聞き手の持つ知識や、会話の状況や文脈、話題に対してなんらかのリンクを見つけ出すことが必要であるということである。

すなわち、文脈中のある文について矛盾のない可能な解釈を求め(一貫性)、可能な解釈と文脈との間に関連する知識が知識ベースに存在するかを調べ(関連性)、見つけた知識のうちどの知識を用いるのが最適であるかを判定する(最適性)ことが求められる。本稿では、この最適性に対して、情報量と言う尺度を与えようとするものである。

## 3. 聞き手のモデル

聞き手の文脈理解のモデルを図2に設定する。入力には聞き手の持つ知識ベースに基づいて解析が行われ、解析において新たに得られた知識が、また新たに知識ベースに追加されていく。知識ベースには、言語的な知識、世界の構成に関する知識、因果的な関係、話し手に関する知識などが含まれるであろう。そして、既存の知識ベースと新たに入力された知識とが矛盾した場合は、それを解消する機構が働く。すなわち、文脈理解は聞き手の知識ベースを変更していく過程であると考えられる。

ここでは、入力文の解釈の情報量を導入するため、このモデルを単純化する。矛盾の解消については考えないものとする。また、聞き手の知識ベースは、命題の集合Dと推論規則の集合Kからなっているものとし、DおよびKを式(1)、式(2)で与える。

$$D = \{ \pi_p \mid 1 \leq p \leq P \}, \quad (1)$$

$$K = \{ \kappa_j \mid 1 \leq j \leq J \}. \quad (2)$$

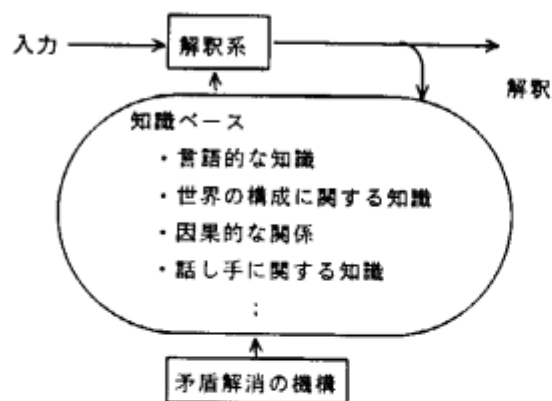


図2 聞き手のモデル

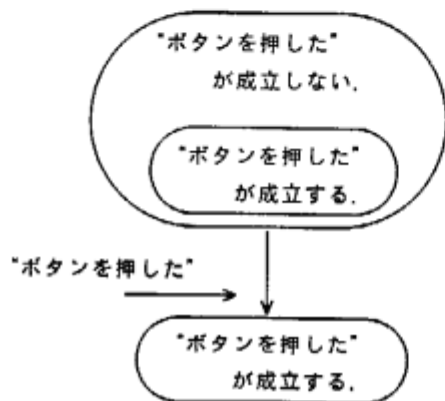


図3 新しい入力が入った時の可能な状態の変化

さらに、 $K$ の各要素である推論規則 $\kappa_j$ の条件部は命題の連言のみからなるものとする。 $D$ の要素である命題は、個体定項と多変数一階述語、その否定から構成されるものとし、この個体定項の集合 $C$ と多変数一階述語の集合 $\Delta$ の集合を、式(3)と式(4)でそれぞれ与える。

$$C = \{c_n \mid 1 \leq n \leq N\}, \quad (3)$$

$$\Delta = \{\delta_h \mid 1 \leq h \leq H\}, \quad (4)$$

ここで、命題を選言および連言を用いて合成された命題は、 $D$ には含まれない。例えば、 $D$ および $K$ は次のようになる( $\bar{\delta}(c1)$ は $\delta(c1)$ の否定を表す)。

$$D = \{\delta 1(c2, c3), \bar{\delta} 2(c1, c3, c4)\}. \quad (5)$$

$$K = \{\delta 3(c1) \wedge \bar{\delta} 4(c4) \rightarrow \delta 5(c1, c4), \delta 1(c1, c2) \rightarrow \delta 3(c3)\}. \quad (6)$$

命題は文の解釈に相当し、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 $\pi$ が $D$ に付け加えられる。さらに、 $D$ と $\pi$ から導き出される命題の集合を $A$ とすると、 $A$ も $D$ に付け加える。すなわち、

$$D, \pi \vdash A, \quad (7)$$

$$D' = D \cup \{\pi\} \cup A. \quad (8)$$

$D'$ が新たに聞き手の持つ命題の集合 $D$ として設定され、繰り返し入力文の処理が行なわれることになる。

単純化したモデルでは、聞き手の知識は矛盾しないものとしている。また、図2において示した話し手に関する知識や、矛盾を解消する機能については省略している。これらを含めたモデル化も興味深いが本稿の議論の範囲を越える。

#### 4. 解釈の情報量

##### 4.1 解釈の情報量の導入

聞き手の知識の可能性を考えてみる。図3は、“ボタンを押した”という入力を受けた前後での聞き手の知識の状態を示している。“ボタンを押した”という情報を受けていない時点では、“ボタンを押した”という事実が成立しているか否かは不明である。すなわち、いずれの可能性も残されているということになる。しかし、いったん“ボタンを押した”という入力を受けると、“ボタンを押した”という事実が成立していないという可能性は捨てられなければならない。すなわち、入力文は、聞き手の知識の可能性を制約していく役目を果たしていると考えられる。

そこで、解釈の情報量を与えるため、すべての命題に関する状態の集合を考える。説明を簡単にするため、 $\Delta$ の要素が唯一の一変数の述語 $\delta$ であるものとして説明を進め、最後に多変数の一階述語が複数存在する場合について説明する。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 $K$ が空集合である場合<sup>(4)</sup>

$D$ は、 $\Delta$ と $C$ から構成できるすべての命題が設定されているわけではない。設定されている命題については真偽値は既定であるが、設定されていない命題に関しては真偽値

は未知である。いいかえれば、設定されていない命題に関しては、それらすべてについて、真であるか偽であるかの可能性が残されていることになる。すなわち  $D$  が空集合である場合を考えると、 $D$  は、命題の肯定と否定の組み合わせによって、

$\delta(c1), \delta(c2), \delta(c3), \dots, \delta(cN)$  から、  
 $\bar{\delta}(c1), \bar{\delta}(c2), \bar{\delta}(c3), \dots, \bar{\delta}(cN)$  までの

あらゆる可能性を含んでいることになる。すべての命題の真偽値が決った場合を、1つの状態とし、例えば、 $\delta(c1)$  がだけが偽で、それ以外がすべて真である場合の状態を次のように記述する。

$$\langle \bar{\delta}(c1), \delta(c2), \delta(c3), \dots, \delta(cN) \rangle, \quad (9)$$

命題の集合  $D$  に対して可能な状態の集合を  $S(D)$  と記述すると、例えば  $D$  が空集合の場合、次式のようになる。

$$\begin{aligned} S(D) &= S(\phi) \\ &= \{ \langle \delta(c1), \delta(c2), \delta(c3), \dots, \delta(cN) \rangle, \\ &\quad \langle \bar{\delta}(c1), \delta(c2), \delta(c3), \dots, \delta(cN) \rangle, \\ &\quad \langle \delta(c1), \bar{\delta}(c2), \delta(c3), \dots, \delta(cN) \rangle, \\ &\quad \vdots \\ &\quad \langle \bar{\delta}(c1), \bar{\delta}(c2), \bar{\delta}(c3), \dots, \bar{\delta}(cN) \rangle \}. \end{aligned} \quad (10)$$

$S(\phi)$  の要素の数は  $2^N$  個となる。また  $S(D)$  の各要素は相互に背反であり、いずれの状態が正しいかは未知である。そこで次のような仮定を置く。

【仮定1】

$S(D)$  のすべての要素の事前確率が等しい。

この仮定を置くと、 $D$  が空集合の時、エントロピーは、式(11)で求められる。

$$E(D) = - \sum_{n=1}^{2^N} 2^{-N} \log_2 2^{-N} = N. \quad (11)$$

また、 $D$  に新たに命題  $\delta(c1)$  が設定された場合、すなわち  $D^+ = \{\delta(c1)\}$  となった場合を想定すると、 $S(D^+)$  は式(12)のようになる。

$$\begin{aligned} S(D^+) &= S(\{\delta(c1)\}) \\ &= \{ \langle \delta(c1), \delta(c2), \delta(c3), \dots, \delta(cN) \rangle, \\ &\quad \langle \delta(c1), \bar{\delta}(c2), \delta(c3), \dots, \delta(cN) \rangle, \\ &\quad \langle \delta(c1), \delta(c2), \bar{\delta}(c3), \dots, \delta(cN) \rangle, \\ &\quad \vdots \\ &\quad \langle \delta(c1), \bar{\delta}(c2), \bar{\delta}(c3), \dots, \bar{\delta}(cN) \rangle \}. \end{aligned} \quad (12)$$

$S(D^+)$  は、 $S(\phi)$  の要素の中から、 $\delta(c1)$  の成立している状態だけを取り出した集合であるので、その要素数は  $S(\phi)$  の半分になる。よってエントロピーは次式になる。

$$E(D^+) = N - 1. \quad (13)$$

命題を設定する前後で、 $D$  に対する可能な状態  $S(D)$  のエントロピーの差を、その命題の情報量とする。今の場合、 $\delta(c1)$  の情報量は1になる。

## ② $K$ が空集合でない場合

次に、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。式(14)に示すように推論規則が1つだけ存在する場合について説明する。

$$\begin{aligned} K &= \{ \kappa 1 \} \\ &= \{ \delta(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \dots \wedge \delta(c_{m-1}) \rightarrow \delta(c_m) \}. \end{aligned} \quad (14)$$

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、この推論規則と等価な合成命題である

$$\bar{\delta}(c1) \vee \bar{\delta}(c2) \vee \bar{\delta}(c3) \vee \dots \vee \bar{\delta}(c_{m-1}) \vee \delta(c_m)$$

と矛盾しないことが求められる。すなわち、 $S(D)$  から推論規則と等価な合成命題が成立する状態だけを抽出することにより求められる。このようにして抽出した状態の集合を、推論規則に関しての領域とよび  $S(D, K)$  と記述する。また、ある命題の集合  $Z$  に対して、その中の要素すべてが成立する状態からなる集合を、その集合  $Z$  に関しての領域とよび、 $S(D, Z)$  と記述する。 $S(\phi, K)$  から  $D$  の各要素に矛盾しない状態を抽出して、 $S(D, K)$  を求めても、等価であるので、先に  $S(\phi, K)$  を求める。 $\bar{\delta}(c1) \vee \bar{\delta}(c2) \vee \bar{\delta}(c3) \vee \dots \vee \bar{\delta}(c_{m-1}) \vee \delta(c_m)$  は、 $\delta(c1)$  から  $\delta(c_m)$  までのすべての肯定否定の組み合わせをとった連言すべてのうち、

$\delta(c1) \wedge \delta(c2) \wedge \delta(c3) \wedge \dots \wedge \delta(c_{m-1}) \wedge \bar{\delta}(c_m)$  を除いた合成命題の選言で分解することができる。しかもこれらの合成命題は同時に成立することはないので、各合成命題を構成する命題の集合の領域も、共通部分を持たない。そこで、 $S(\phi, K)$  は次式のようになる。

$$\begin{aligned} S(\phi, K) &= S(\phi, \{\bar{\delta}(c1), \bar{\delta}(c2), \dots, \bar{\delta}(c_{m-1}), \delta(c_m)\}) \\ &= S(\phi, \{\bar{\delta}(c1), \bar{\delta}(c2), \dots, \bar{\delta}(c_{m-1}), \delta(c_m)\}) \\ &\quad \cup S(\phi, \{\delta(c1), \bar{\delta}(c2), \dots, \bar{\delta}(c_{m-1}), \delta(c_m)\}) \\ &\quad \cup S(\phi, \{\bar{\delta}(c1), \delta(c2), \dots, \bar{\delta}(c_{m-1}), \delta(c_m)\}) \\ &\quad \vdots \\ &\quad \cup S(\phi, \{\delta(c1), \delta(c2), \dots, \delta(c_{m-1}), \delta(c_m)\}). \end{aligned} \quad (15)$$

よって集合  $S(\phi, K)$  の要素の数は、式(16)となる。

$$|S(\phi, K)| = 2^N \times \frac{2^n - 1}{2^{p-1}} \quad (16)$$

$S(D, \{\delta(e1), \delta(e2), \dots, \delta(en-1), \delta(en)\})$  のように、推論規則に対応して条件部の命題 ( $\delta(e1) \sim \delta(en-1)$ ) が真、結論部の命題 ( $\delta(en)$ ) が偽であるような命題の集合に関する領域を、その推論規則についての矛盾状態と呼ぶものとする。また、命題の集合  $D$  にすでに含まれる命題のうち、推論規則に関わるすべての命題の真偽の値が矛盾状態と一致する場合のことを、 $D$  がその推論規則に関する矛盾状態を内在していると呼ぶものとする。以下にその例を示す。

#### 矛盾状態を内在する

$$\{\delta(e1)\}, \{\delta(e2), \bar{\delta}(en)\}, \\ \{\delta(e1), \delta(e2), \delta(e3)\}$$

#### 矛盾状態を内在しない

$$\{\delta(e1), \delta(en)\}, \{\delta(en)\}$$

$S(D, K)$  を  $S(\phi, K)$  から求めるには、 $D$  に属しているすべての命題に矛盾しない状態を、 $S(\phi, K)$  から取り出せばよい。

今、 $D$  に属する命題のうち、式(14)の推論規則に関わる命題が  $k$  個であるとする。推論規則と関わりのない命題は  $P - k$  個である。先に、推論規則と関わりのない命題と矛盾しない状態を  $S(\phi, K)$  から取り出すことを考えると、互いに独立に真偽の組み合わせを考えればよいから、要素数は、命題を設定することに半減することになり、次式で求められる。

$$2^N \times \frac{2^n - 1}{2^n} \times \frac{1}{2^{p-1}}, \quad (17)$$

次に、この状態集合から  $D$  中の残りの命題について矛盾しない状態を取り出すことを考える。推論規則に関して矛盾状態を内在しない場合に比べ、推論規則に関して矛盾状態を内在する場合は、要素数が矛盾状態の領域の要素の分の組み合わせ分だけ減ることになる。推論規則を構成するすべての命題の真偽の組み合わせ数は  $2^k$ 、その内の  $k$  個の命題が設定された場合の組み合わせ数は  $2^{n-k}$ 、矛盾状態の組み合わせ数は 1 であるから、 $S(D, K)$  の要素数とそのエントロピーは、次式で与えられる。

$$|S(D, K)| = 2^N \times \frac{1}{2^{p-1}} \times \frac{2^{n-k} - \sigma(D)}{2^n}, \quad (18)$$

$$E(D, K) = N - P + k + \log_2 \frac{2^{n-k} - \sigma(D)}{2^n}, \quad (19)$$

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

#### ③推論規則が複数存在

推論規則が複数存在する場合、次のような仮定を置く。

##### [仮定 2]

推論規則の集合  $K$  内の任意の推論規則  $\kappa_j$  および、 $\kappa_l$  について、それらに関わる命題に共通の命題が存在しない。

この仮定を置くと、 $K$  の各要素  $\kappa_j$  に対して、矛盾状態を内在しているか否かの判断は、それぞれまったく独立して行えることになる。今、推論規則  $\kappa_j$  が  $m_j$  個の命題から構成され、それらの命題のうち  $D$  に含まれる命題の個数を  $k_j$  とする。  $D$  のそれ以外の命題の数を  $L$  とすると、エントロピーは式(19)' で求められる。

$$E(D, K) = N - L + \sum_{j=1}^J \log_2 \frac{2^{m_j-k_j} - \sigma_j(D)}{2^{m_j}}, \quad (19)'$$

ただし、ここで②の場合と同様に  $\sigma_j(D)$  は  $D$  が、推論規則  $\kappa_j$  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。また、 $L$  は次式となる。

$$L = P - \sum_{j=1}^J k_j, \quad (20)$$

#### ④多変数一階述語

多変数の一階述語が複数存在する場合、式(4)の  $\Delta$  において、 $\delta h$  が  $U_h$  変数の述語であるとする。さらに、 $\delta h$  の  $u$  項目の変数に入りうる個体定項の数が  $V_{hu}$  とする。この時、否定を用いずに  $\delta h$  から構成できる命題の数は、式(21)となる。

$$N_h = \prod_{u=1}^U V_{hu}, \quad (21)$$

よって、真偽の組み合わせを考えることにより、  
 $S(\phi, \phi)$  の要素数は、式(22)となる。

$$|S(\phi, \phi)| = \prod_{h=1}^H 2^{N_h} \quad (22)$$

状態集合の要素数を求める場合、問題となるのは命題の種類の数だけである。命題の種類は式(21)で与えられ、一変数の述語が1つだけ存在している場合とまったく同様にして、要素数を求めることができる。すなわち、エントロピーは式(19)となる。

$$E(D, K) = \sum_{h=1}^H N_h h - L + \sum_{j=1}^J \log_2 \frac{2^{n_j - k_j} - \sigma_j(D)}{2^{n_j}} \quad (19)'$$

よって、[仮定1]と[仮定2]の下で、ある命題 $\pi$ を与えた場合の状態集合のエントロピーの差により、情報量が求められる。

$$I(\pi, D, K) = \begin{cases} \log_2 \frac{2^{n_\pi - k_\pi} - \sigma_\pi(D)}{2^{n_\pi - k_\pi} - \sigma_\pi(D^-)} & (\pi \text{ が } K_j \text{ に関わる命題の時}) \\ 0 & (\pi \in D \text{ の時}) \\ 1 & (\text{それ以外}) \end{cases} \quad (23)$$

$D$  が関係する推論規則に関して矛盾状態を内在していた時に、命題 $\pi$ を入力することを考える。式(23)から明らかに、 $\pi$  が新たに設定された  $D^-$  もまた矛盾状態を内在している場合、 $\pi$  の情報量は、 $D^-$  が矛盾状態を内在しなくなる場合の  $\pi$  の情報量に比べて、大きい。矛盾状態を内在するのは、推論規則の条件部の肯定または結論部の否定だけが設定されている場合に相当している。

#### 4. 2 推論規則が共通な命題を含む場合についての考察

現実には、推論規則が共通な命題を含む場合も多く、

[仮定2]は、厳しい仮定であるといえる。以下、推論規則が共通な命題を含む場合について考察する。推論規則が共通な命題を含む場合、推論規則の集合 $K$ を全体集合として、互いに共通な命題を含む推論規則を要素とする集合 $\{\Gamma\}$ と記述)を考えることができる。 $K$ はこれらの集合 $\{\Gamma\}$ により完全に分割することが可能である。また、これらの集合 $\{\Gamma\}$ に対応させて、命題の集合 $\{\Gamma\}$ 内のすべての推論規則を構成する命題の集合)を考えることができる。これらの命題の集合において、他の命題の集合に対して共通な要素を持たないことは明らかである。そこで、状態集

合の要素数は、これらの命題の集合に含まれている命題の真偽の組み合わせ数を、掛け合わせていった値に比例することになる。また、設定する命題の情報量は、命題を付け加える前後の状態集合の要素数の比によって求められる。以上の理由から、情報量を求めるには、設定される命題と関係する推論規則が属する推論規則の部分集合と、それに対応する命題の集合のみを考慮すればよいことになる。

例えば、ある2つの推論規則が図4のように結び付いている場合について、設定される命題の情報量を求める過程を示す。

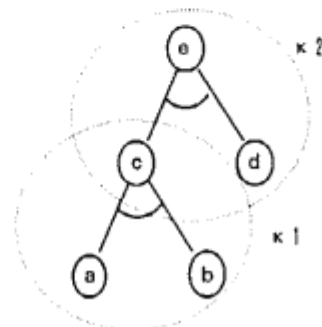


図4 推論規則に共通の命題が含まれる場合  
 $\{a \wedge b \rightarrow c, c \wedge d \rightarrow e\}$

まず始めに、推論規則中のすべての命題の真偽の組み合わせを考える(図5)。今の場合、すべての命題の組み合わせは32通になる。次に、これらの組み合わせの中から、推論規則について矛盾しない組み合わせを選ぶ(今の場合、 $\bar{a} \vee \bar{b} \vee c$ と $\bar{c} \vee \bar{d} \vee e$ とに矛盾しない組み合わせは、図5で○のついている組み合わせ24通り)。

$\bigcirc a, b, c, d, e$   $\bigcirc a, \bar{b}, c, d, e$   $\bigcirc \bar{a}, b, c, d, e$   $\bigcirc \bar{a}, \bar{b}, c, d, e$   
 $\times a, b, c, d, \bar{e}$   $\times a, \bar{b}, c, d, \bar{e}$   $\times \bar{a}, b, c, d, \bar{e}$   $\times \bar{a}, \bar{b}, c, d, \bar{e}$   
 $\bigcirc a, b, c, \bar{d}, e$   $\bigcirc a, \bar{b}, c, \bar{d}, e$   $\bigcirc \bar{a}, b, c, \bar{d}, e$   $\bigcirc \bar{a}, \bar{b}, c, \bar{d}, e$   
 $\bigcirc a, b, c, \bar{d}, \bar{e}$   $\bigcirc a, \bar{b}, c, \bar{d}, \bar{e}$   $\bigcirc \bar{a}, b, c, \bar{d}, \bar{e}$   $\bigcirc \bar{a}, \bar{b}, c, \bar{d}, \bar{e}$   
 $\times a, b, \bar{c}, d, e$   $\times a, \bar{b}, \bar{c}, d, e$   $\times \bar{a}, b, \bar{c}, d, e$   $\times \bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, d, e$   
 $\times a, b, \bar{c}, d, \bar{e}$   $\times a, \bar{b}, \bar{c}, d, \bar{e}$   $\times \bar{a}, b, \bar{c}, d, \bar{e}$   $\times \bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, d, \bar{e}$   
 $\times a, b, \bar{c}, \bar{d}, e$   $\times a, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}, e$   $\times \bar{a}, b, \bar{c}, \bar{d}, e$   $\times \bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}, e$   
 $\times a, b, \bar{c}, \bar{d}, \bar{e}$   $\times a, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}, \bar{e}$   $\times \bar{a}, b, \bar{c}, \bar{d}, \bar{e}$   $\times \bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}, \bar{e}$

図5 図4に示す推論規則の下での  
 命題の真偽の組み合わせ

推論規則と矛盾しないこれらの組み合わせを用いて、新たな命題が設定された場合の、その命題の情報量を求めるこ

とができる。すなわち、前後の組み合わせの数の比の対数をとればよい。

Dが空集合である時に、推論規則に関わる命題をDに設定した場合について、情報量を求めると、表1のようになる。それぞれ設定した命題が推論規則中で占める位置（推論規則の左辺に出現するか、右辺に出現するかなど）と、肯定・否定によって、値が異なっている。しかし、条件部の肯定（a, b, d）または、結論部の否定（ $\bar{c}$ ,  $\bar{e}$ ）を設定した場合の方が、条件部の否定（ $\bar{a}$ ,  $\bar{b}$ ,  $\bar{d}$ ）または結論部の肯定（c, e）を設定した場合より情報量が多いという傾向が見られる。

表1 新たに設定される命題の情報量  
(推論規則が図4,  $D = \phi$ の場合)

| 設定する命題                 | 情報量                   |
|------------------------|-----------------------|
| a or b                 | $\log (24/10) = 1.26$ |
| d                      | $\log (24/10) = 1.26$ |
| c                      | $\log (24/12) = 1$    |
| e                      | $\log (24/14) = 0.78$ |
| $\bar{a}$ or $\bar{b}$ | $\log (24/14) = 0.78$ |
| $\bar{d}$              | $\log (24/14) = 0.78$ |
| $\bar{c}$              | $\log (24/12) = 1$    |
| $\bar{e}$              | $\log (24/10) = 1.26$ |

一般に、同様の手続きにより設定される命題の情報量を求めることは可能である。しかし、情報量を求める一般式の導出に関しては今後の課題である。

## 5. 曖昧さのある文の

### 解釈の決定への利用

2章で示したような曖昧さのある文の解釈を決定する場合を考えてみる。例1の“(φ)が動かない”という文が、“ビデオが動かない”、“カセットが動かない”、“再生スイッチが動かない”のいずれであるかは、意味的な情報だけでは決めがたい。どの対象も“動く”ことは可能である。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それぞれについて求め、情報量の大きい解釈を選択すればよい。ここでは、すでに提案されている最適解釈判定法と本稿で示した解釈の情報量についての関係を示す。

## 5. 1 最適解釈判定法(1)

最適解釈判定法の概要を以下に示す。照応先の候補として、先の文脈から1つ以上の候補が存在する場合に、その照応を含む文に対応した複数の解釈が得られる。最適性の判定では、推論規則との照合がどのように行なわれたかという情報を利用する。照合に成功した推論規則は、その照合の仕方（否定の一致か不一致か、照合したのが結論部か条件部か）によって4つのタイプに分類できる。図6にこれを示す。

“X”は処理中の事象を表し、“A”および“B”はその他の文脈中に現れた1つ以上の事象を示す。ここで分類している推論規則のタイプは照合の結果決まるものであって、あらかじめ決められた固定的なものではない。

複数の解釈について複数の推論規則が照合した場合は、図5のaからdの順で優先することにより最適性の判定を行う。処理アルゴリズムを図7に示す。

- a. if A then  $\bar{X}$
- b. if A,  $\bar{X}$  then B
- c. if A, X then B
- d. if A then X

図6 照合に基づく推論規則のタイプの分類

- ① 可能な解釈の候補すべてについて、否定の表現を除き、条件部または結論部と照合する推論規則を探索する。これらの規則は、解釈の候補とその規則の否定の値によって、図6のいずれかのタイプに分類する。
- ② 探索した推論規則の残りの条件部と結論部について、文脈の事象と照合し、1つ以上の項が照合した規則のうち優先度の高いタイプに分類された規則を、その解釈に照合する規則とする。
- ③ 同じタイプの推論規則が複数照合した場合は、より多くの文脈内の事象と照合する規則と照合する解釈を優先する。

図7 最適解釈判定法処理アルゴリズム

## 5. 2 解釈の情報量との関係

図7で示したアルゴリズムでは、照合した推論規則に対して、解釈の候補が推論規則中の条件部または結論部との

照合する仕方によって、優先順位を決定していた、このことは、4章で述べた解釈の情報量によれば、命題の集合Dに新たに設定した命題が、関係する推論規則の矛盾状態を内在するかどうかを判断することに相当している。よって、最適解釈判定法と等しい結果を得ることができる。

ただし、4章で明らかになったように解釈の情報量は、推論規則に対して照合する場合、条件部の肯定と結論部の否定に関しての照合は、同じ情報量の値となる。このため最適解釈判定法における図6の優先順位は、aとcは等しく、bとdは等しく、aはdより優先する、というように修正する必要がある。

## 6. さいご

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。本稿で示した聞き手にモデルは、聞き手の知識は命題と、推論規則から構成されて、文脈の理解の過程に対応している。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。最後に、解釈の情報量に基づいて、最適解釈判定法を再評価した。情報量を求めて優先順位を決定する方法は、最適解釈判定法と等価である。

本稿では、聞き手の知識に基づいた解釈の情報量について考察した。しかし本来、聞き手は自分自身の持っている“話し手の知識”に基づいて理解を行っていると考えられる。今後、聞き手の持つ“話し手の知識”を考慮したモデル化が必要になろう。

## 〔参考文献〕

- (1) 住田他：“最適解釈判定法による会話文の理解”，  
信学技報，NLC87-10(1987)。
- (2) H.P.Grice：“Logic and conversation”，  
Syntax semantics, Vol.8, Speech acts,  
Seminar press, pp.48-58(1975)。
- (3) J.Hobbs, et al.：“Interpretation as abduction”，  
Proc., 24th Annual Meeting of ACL, New York,  
June 1988, pp.95-103。
- (4) 大須賀：“知識の表現に関する一考察”，情報学論，  
Vol.25, No.4, pp.685-694(1984)。
- (5) 浮田，住田，木下，佐野，天野：“談話理解機能を持

つ機器操作案内システム—概要—”，

情報処理学会第35回大会，7T-7(1987)。

- (6) 住田，浮田，天野：“談話理解機能を持つ機器操作案内システム—談話処理—”，

情報処理学会第35回大会，7T-8(1987)。

- (7) 浮田，住田，木下，天野，佐野：“自然言語入力による機器操作案内システム”，

信学技報，OS88-18(1988)。

- (8) 木下，佐野，浮田，住田，天野：“文脈理解のための知識の表現と推論”，Proc. The Logic Programming Conf. '88, pp.205-212(1988)。