

TR-I-200

一つの対話理解機構の試み：
文脈的否定現象のモデリングについて

*A Dialogue Understanding Mechanism:
A Model of Contextual Negations*

工藤育男
Ikuo KUDO

1990.3.8

概要

対話理解の研究として、対話の進行とともに、何が正しくて、何が誤っているのかを捕らえる機構(命題の真偽値の維持・管理機構)を開発した。すなわち、自然言語処理と結び付けて動作する命題の維持・管理機構を作成した。そのために、命題の真偽値を変える働きをする表現について調べた。ここでは、特に、否定表現について考察した。というのは、否定表現は、命題の真偽値の決定をし、さまざまな表現がとられるからである。ここでいう否定表現は、従来の国語学で扱ってきたような現象ではなく、命題の真偽値に影響を与える文脈的な否定現象である。この文脈的否定現象の表現、および、その機能について考察し、モデル化を行う。さらに、このモデルを実際のシステムに組み込むために、自然言語処理機構と命題の真偽値の維持・管理機構を効率的に動かす機構について設計開発した。

©ATR Interpreting Telephony Research Laboratories

©ATR 自動翻訳電話研究所

目次

1. はじめに	p.1
2. 文脈的否定現象とそのモデル	p.2
2.1文脈的否定現象	p.2
2.2前提否定の性質	p.3
2.3前提否定のモデル	p.5
2.4「方法による否定」などのモデル	p.8
3.命題の真偽値の維持・管理機構	p.9
3.1 命題の管理機構の概略	p.9
3.2 命題活性化部	p.10
3.3 命題の真偽値管理機構	p.12
4. 開発の現状と今後の課題	p.13
5.むすび	p.14

1.はじめに

人間は、「一を知り、十を知る」ということを行っている。このことを情報処理の立場から解釈すると、「一つの情報から推論し、そこから得た多くの情報から不要な情報を捨て、必要な情報のみをうまく管理する」ということに置き換えられるかと思う。人間が、会話をする時にも、このような能力を使って対話を理解しているものと考えられる。

従来の対話理解の研究の一つに、スクリプト理論[1]やプラン[2,3]がある。しかし、これらのモデルでは、事象(Event)やプラン知識の関係を静的な関係として扱ってきており、結果を履歴として蓄えるだけで、不要な情報を捨て去る機構は備えていなかった。また、対話では、対話の進行とともに、何が正しくて、何が誤っているのかと、真偽値が変化していくが、従来の研究では、このような真偽値の変化までは、扱ってこなかった。

ここでは、対話理解[4]の研究として、命題の真偽値を、対話の進行とともに管理することを試みる。すなわち、自然言語処理の機構と結び付けて動作する命題の維持・管理機構を作る。ある発言に関連した命題のみを引きだし、その命題の真偽値を判断し、不要な命題を除去し、必要な命題のみを効率的に管理することを行う。

そのために、まず、対話でどのような否定表現が使われるかについて調べる。というのは、否定表現は、命題の真偽値を変える働きをするからである。否定表現といっても、ここで対象にする表現は、従来の国語学で扱ってきたような否定現象ではなく、命題の真偽値に影響を与える否定の現象である。すなわち、文脈的な否定現象である。2章では、文脈的否定現象の表現、および、その機能について考察し、モデル化を試みる。

3章では、自然言語処理の機構と結び付けてドライブする命題の維持管理機構について提案する。まず、3.1で、この機構の概略について説明し、3.2では、言語表現に対応して必要な命題のみを取り出す命題ロディング技法について説明する。3.3では、Assumption-based Truth Maintenance System (ATMS)[5]を使っ

て、命題の真偽値を効率的に管理することを行う。

4章では、このモデルの開発の現状と今後の課題についてのべる。

2. 文脈的否定現象とそのモデル

2.1 文脈的否定現象(前の命題の値を偽とする表現)

対話における命題の真偽値の決定を難しくする原因は、相手のいうことを直接的に否定するとは限らないで、さまざまな否定表現がとられることである。例えば、(例1)のように、「払い戻しはできますか」という問いに対して「払い戻しはできません」という「直接的な否定」の答えが、いつもいつも返ってくるのなら、処理は容易である。しかし、現実の会話文の中には、(例2)~(例5)のように、質問そのものの前提を否定する場合がある。「会議に参加したい」という問いに対して「会議は中止された」と答えている。会議が中止になれば、会議に参加したくたって、参加できないことはわかる。質問の前提が成立しないのだから、そのもとで起こる事象は成立するはずがないからである。あまた、(例3)では、「コール・フォー・ペーパーを読みましたか」という問いに対して「持っていない」と答えている。「持っていない」のだから、当然「読める」はずないわけである。このような否定方法を「前提否定」と呼ぶことにする。

(例1 直接的な否定)

- ▶「もし、途中から不参加になった場合、払い戻しはできますか」
- 「あいにく、払い戻しはできません」

(例2 質問の前提の否定1)

- ▶「会議に参加したいのですが...」
- 「会議は中止されました」

(例3 質問の前提の否定2)

- ▶「コール・フォー・ペーパーを御覧になりましたか」
- 「いいえ、まだ、持っておりません」

(例4 質問の前提の否定3)

- 「スピーカとして応募するためには、いつまでに論文をお送りすればよろしいのですか」
- 「残念ながら、もう締め切られました」

(例5 質問の前提の否定4)

「クレジットカードの名前と番号を教えてください」

「申し訳ありませんが、私は、クレジットカードをもっていないのですが」

前提否定だけではなく、(例6)に示すように、「方法による否定」という場合がある。「クレジットカードで支払いたい」という問いに対して別の方法を指定している。裏の意味として、「クレジットカードでは、困る」ということを言っているわけである。

(例6 方法による否定)

▶「クレジットカードで支払いたいのですが」

●「銀行振り込みでお願いします」

裏の意味「クレジットカードでは、ダメである」

また、(例7)のように、時間的關係を利用した否定もある。「資料はあるか」という問いに対して「出来しだい、送る」といっている。この答えには、裏の意味として「今は、ない」ということもちゃんと含まれている。

(例7 時間による否定)

▶「資料はありますか」

●「出来しだい、お送りします」

裏の意味「今は、資料はない」

このように、否定の方法といっても、「前提否定」や「方法による否定」や「時間による否定」などの形態が存在している。

2.2 前提否定の性質

前提否定が使われる理由としては、以下のことが考えられる。

(1)直接的な否定を使うと、かどが立つ表現になる。相手が行おうとしていることを真っ向から否定するのだから、かどが立つ表現になる。例えば、(例2)のように断らず、(例8)のように直接的に断らたらどうであろうか。

(例8) 「会議に参加したいのですが...」

「会議には、参加できません」

このような不必要な感情の表出をさけるために、前提否定を使うと考えられる。

(2)前提否定の性質として、前提条件を否定した方が、直接的な否定より、情報量が多いということである。「あなたは、会議に、参加できません」という情報より、「会議が中止になった」という情報の方が、情報量が多い。なぜなら、前者は後者の情報から、判断できるからである。一つの情報からより多くの情報を推測することができるからなのである。

(3)前提否定の場合は、Yes,No型の質問にも、5W1H型質問にも、同じ答えが適用できる。この性質は、知識を整理するときに役立つ。例9の場合、「会議がある」という関係と「会議が中止される」という関係の間には、任意格の影響をうけていないことがわかる。その理由としては、会議が中止になってしまえば、会議があると想定した場合の会議の属性(5W1H)を尋ねる意味がないからである。

(例9)

「会議がありますか」

「会議はいつありますか」

「会議はどこでありますか」

「会議は中止されました」

(例10)

「会議の費用は、いつまでに、支払えばよいのですか」

「会議の費用は、どのように、支払えばよいのですか」

「会議の費用は、銀行振り込みで、支払えばよいのですか」

「いえ、会議は無料です」

前提否定の一番大事な性質は、答えの文の命題の真偽値だけではなく、質問の文の命題に関する真偽値も決めているということである。例えば、会議が中止になれば、会議に参加したくたって、参加できない。前提となっている事象が成立しないのだから、当然、そのもとで起こる事象は成立しない。このように、答

えの真偽値が、他の命題の真偽値にも影響しているということである。このような性質は、質問の文の命題と答えの文の命題にある関係を利用して行われていると思われる。

2.3 前提否定のモデル

ここでは、前提否定が成立するためには、モデルについて考える。すなわち、命題間にどのような関係が成立し、命題間の真偽値を管理するためには、どのような機構を備えていなければならないかについて考える。もし、命題が互いに独立して、真偽値について影響を及ぼさないなら、「一を知って十を知る」ということは、起こらない。命題間には、上位の命題が成立するという状況のもとで下位の命題が成立するという関係が成り立っている。この関係を表示したのが、図1である。このモデルでは、一つの値付きのネットワークモデルで表現されている。

- A1:「会議が開催される」 → 開催する<_,会議>
- A2:「会議が中止される」 → 中止する<_,会議>
- B1:「会議に参加する」 → 参加する<X,会議>
- C1:「お金を持つ」 → 持つ<X,お金>

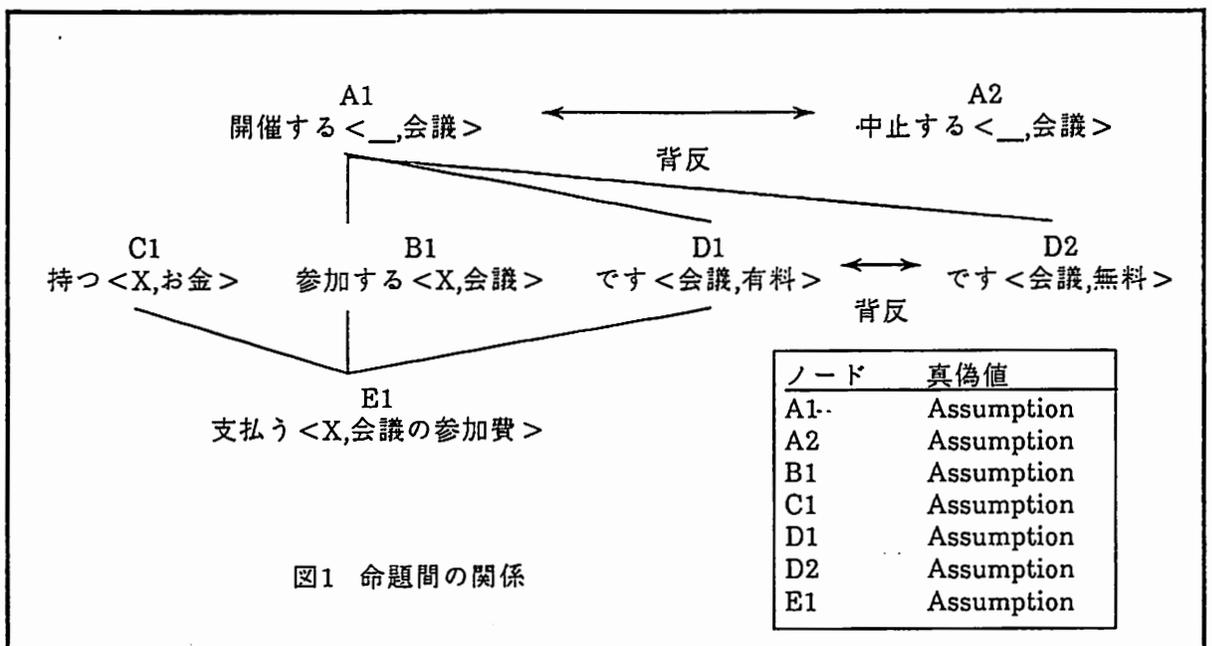


図1 命題間の関係

- D1:「会議は有料です」 → です<会議,有料>
- D2:「会議は無料です」 → です<会議,無料>
- E1:「会議の参加費を支払う」 → 支払う<X,会議の参加費>

各ノードは、命題を表し、真偽値を持つ。真偽値は、右下の表に書かれている。各ノードの真偽値は、現在、定かでないのでAssumptionとして捉える。否定されるまでは、真であると考え。そして、ノード間の関係には、上位の命題が成立するという状況のもとで下位の命題が成立するという関係が成り立っている。例えば、「会議に参加すること(B1)」が成り立つためには、「会議が開催される(A1)」が成り立っていることが前提になる。また、これらの関係以外にも、命題間には背反関係(A1とA2、D1とD2)が成り立っている。

(例2 質問の前提の否定1)

- ▶「会議に参加したいのですが...」
- 「会議は中止されました」

これらの関係を使って、(例2)の場合を説明してみよう。(例2)の場合、A2「会議が中止される」が成立すると、背反の関係より、A1「会議が開催される」が否定される。A1を前提にして成り立っていたB1とD1とD2が否定され、さらに、

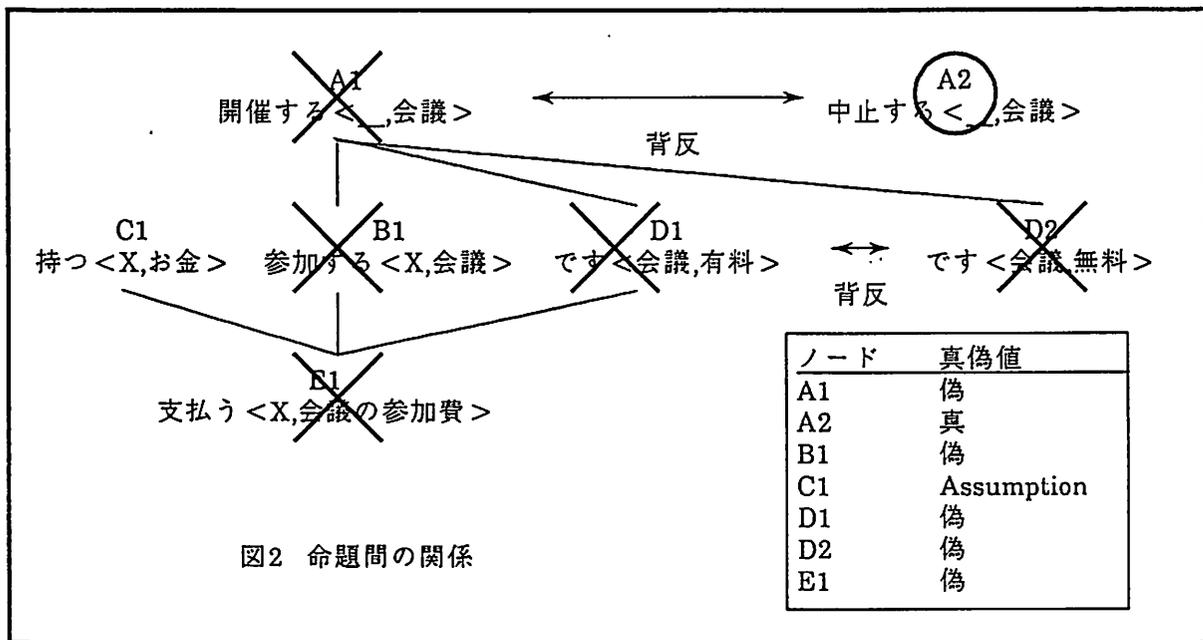


図2 命題間の関係

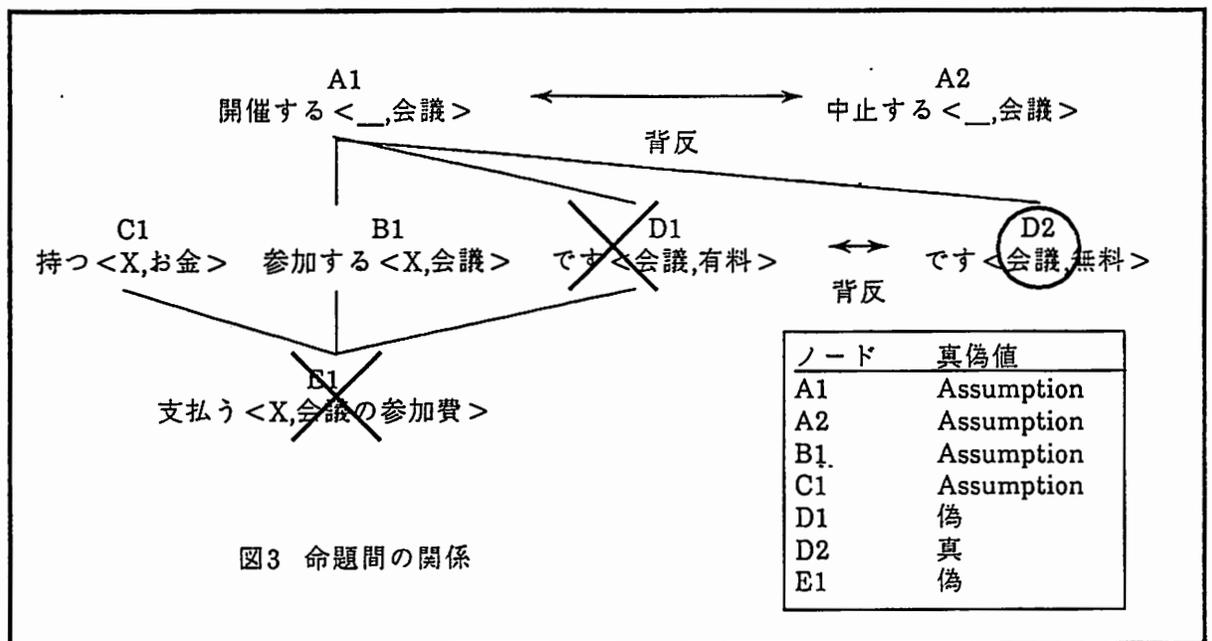
B1とD1を前提にして成立していた、F1も否定されることになる。すなわち、「会議が中止になれば」「会議に参加すること(B1)」も「会議の参加費を支払うこと(F1)」も、意味を失うことになる。すなわち、図2のような関係が成立していると考えられる。

次の例題について考えてみよう。この例の場合、図1の状態から、D2「会議は無料である」が成立し、D1「会議は有料である」が否定される。その結果、D1を前提にして成立していたE1も否定される。

(例11)

「会議の費用はいつ支払うのでしょうか」

「いえ、会議は無料です」



「前提否定」の場合、上位の命題が成立するという状況のもとで下位の命題が成立するという関係をつくり、その命題間の関係を利用することにより、真偽値を変更することにより、「前提否定」を説明することができる。

2.4 「方法による否定」などのモデル

「方法による否定」や「時間による否定」や「場所による否定」をモデリングしようとする、それに対し、命題間にある関係そのものが、最初から規定することができず、動的に規定していかなければならないという問題が生じる。

(例12) 方法による否定

「会議の参加費は、円で支払えますか」

「円でも結構です」

(例13) 方法による否定

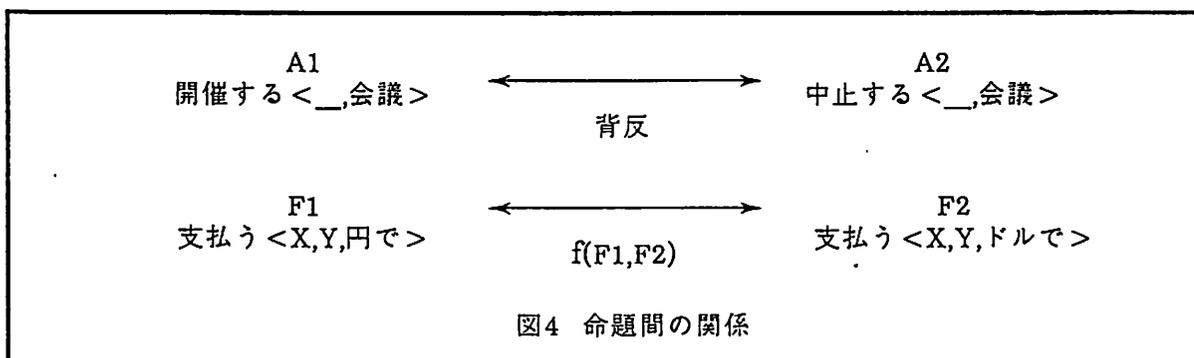
「会議の参加費は、円で支払えますか」

「ドルをお願いします」

(裏の意味で、円で支払うことを拒んでいる)

「会議が有料」か「会議が無料」という二つの命題の関係は、言葉の上から背反関係として確定済みであるが、「円で支払う」と「ドルで支払う」という二つの命題の関係は、実際の世界(Real World)に照らし合わせて、動的に規定しなければならない。つまり、会議の運営状況については、例12のように、「円でも、ドルでも、支払うことができる」のか、例13のように、「ドルで支払うことができても、円では支払えないことになっている」のかについて、前もって決めておくことはできない。

このような命題間にある不確定な関係を記述する方法として、このモデルでは、図4の $f(F1, F2)$ という関数を導入する。この関数は、仮定値(Assumption)、独



立、背反という3種類に値を取る。関数の値が確定するまでは、仮定値をとる。すなわち、背反であることが確定されるまでは、独立であるとする。

$$f(F1,F2)=\text{仮定値(Assumption)、独立、背反}$$

また、この関係を決める要因の一つとして、言語表現がある。この関数は、言語表現と、直接対応して、記述する。例えば、例12や例13の場合では、言語的な共起条件のもとで、先の関数が決まるということになる。

(例12) 支払う<X,Y,円で>,結構です<Y,円で> :共起条件

(例13) 支払う<X,Y,円で>お願する<Y,ドルで> :共起条件
 $f(F1,F2)=\text{背反}$

3. 命題の維持管理機構

ここでは、前章まで論じてきたモデルを計算機処理のモデルとして、どのようにして実現するかについて述べる。

3.1 命題の維持管理機構の概略

命題の維持管理機構の構成について述べる。この機構は、図6に示すように命題活性化部と命題の真偽値管理機構という二つの部分からなっている。命題活性

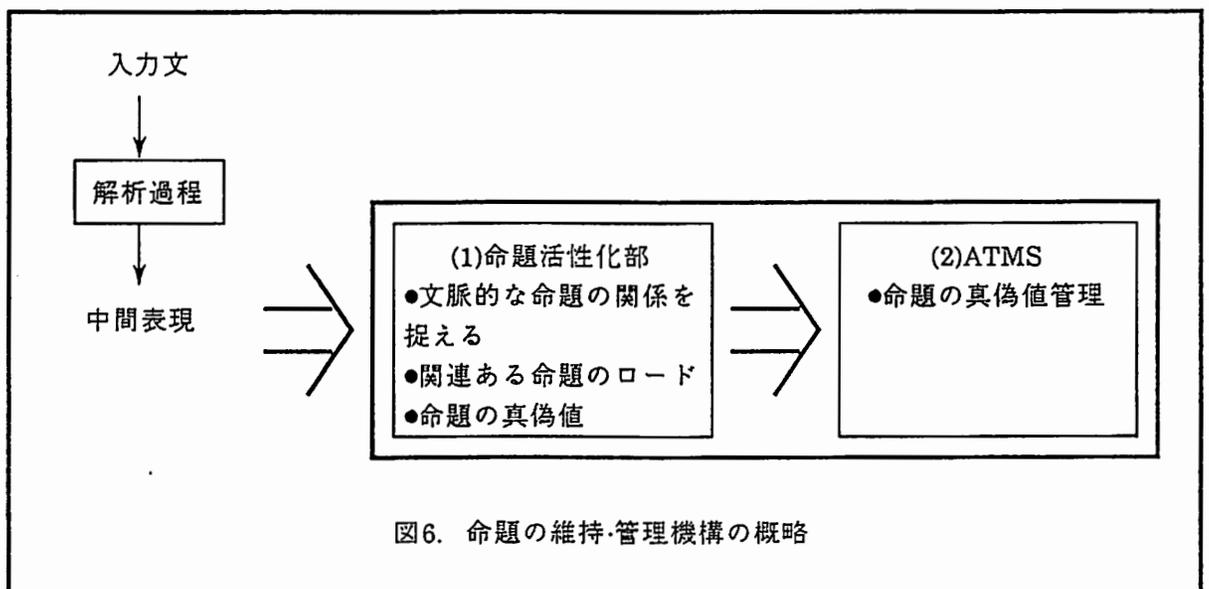


図6. 命題の維持管理機構の概略

化部では、入力された文が、履歴上の文と、どんな関係(例えば、前提条件の否定や方法による否定なのか)で結びつくのかを捕らえ、話題に関連した命題を命題管理機構にロードしたり、命題の真偽値を決めることを行う。命題活性化部でロードされた命題は、ATMSと呼ばれる命題管理機構で管理され、命題間の真偽値の整合性が計られる。

3.2 命題活性化部

命題活性化部は、言語表現と命題の維持管理機構を結びつける役割する。命題活性化部の記述は、以下のような条件部と規定部からなっている。

- | | |
|----------------|-------|
| (条件部) | :規定部 |
| (a)<述語形式、述語形式> | :規定項目 |
| (b)<述語形式> | :規定項目 |

(a)の形式は、文脈には依存する命題を規定し、(b)は、文脈に依存しない命題を規定する。規定部は、真偽値の管理機構に渡すべき命題間の関係、および、命題の真偽値の決定する。

命題をロードするときの問題のなるのは、全ての命題を命題管理機構にロードしたのでは、計算量がかかりすぎるし、話題と関係のない不要な命題を管理することになってしまう。そこで、ある話題と非常に関連の深い命題の集合をグループ化しておき、そのグループの中のある命題が呼ばれたときに、そのグループに属する全ての命題をロードする。これを、命題のグループ・ロディング手法と呼ぶことにする。

次に例を示す。命題Aの前提となる命題{B,C,D}を

$$\text{前提}(A) = \{B, C, D\}$$

と関数表現で記すと、例2では、前提関係にあるものは、以下の4つである。

$$\text{前提}(\text{参加する} \langle X, \text{会議} \rangle) = \{\text{開催する} \langle _, \text{会議} \rangle\}. \quad \textcircled{1}$$

$$\text{前提}(\text{です} \langle \text{会議}, \text{有料} \rangle) = \{\text{開催する} \langle _, \text{会議} \rangle\}. \quad \textcircled{2}$$

$$\text{前提}(\text{です} \langle \text{会議}, \text{無料} \rangle) = \{\text{開催する} \langle _, \text{会議} \rangle\}. \quad \textcircled{3}$$

$$\text{前提}(\text{支払う} \langle X, \text{会議の参加費} \rangle)$$

={持つ<X,お金>,参加する<X,会議>,です<会議,有料>}. ④

また、背反関係にあるものは、以下の2式である。

背反{開催する<__,会議>,中止する<__,会議>}. ⑤

背反{です<会議,有料>,です<会議,無料>}. ⑥

以上のような関係がある場合には、以下のように命題をグルーピングをする。

group(A)={⑤}

group(B)={①,⑤}

group(C)={①,③,⑤,⑥}

group(D)={①,②,③,④,⑤,⑥}

以下の条件の時に、上記のグループにある関係を命題の真偽値管理機構(ATMS)にロードする。

条件部 : 規定部

開催する<__,会議>:group(A).

中止する<__,会議>:group(A).

参加する<X,会議>:group(B).

持つ<X,お金>:

です<会議,有料>:group(C).

です<会議,無料>:group(C).

支払う<X,会議の参加費>:group(D).

命題の真偽値は、助述表現[6]に照らして与える。例えば、

「したいのですが」なら、その命題=Assumption

「したいのですか」なら、その命題=Assumption

「しました」なら、その命題=真,

「されました」なら、その命題=真,

「しません」なら、その命題=偽,

「されません」なら、その命題=真,

3.3 命題の真偽値管理機構(ATMS)

例えば、「会議に参加したいのですが」と入力されると、構文解析、格解析により、“参加する<X,会議>”という表現になる。この条件に合う“group(B)={①,⑤}”が命題の真偽値管理機構(ATMS)側に渡される。すなわち、以下の値が渡される。

“参加する<X,会議>=Assumption”

前提(参加する<X,会議>)={開催する<_,会議>}. ①

背反{開催する<_,会議>,中止する<_,会議>}. ⑤

ATMSでは、この関係より計算し、次の内部状態(1)を作り出す。

内部状態(1):

“参加する<X,会議>=Assumption”

“開催する<_,会議>=Assumption”

“中止する<_,会議>=Assumption”

前提(参加する<X,会議>)={開催する<_,会議>}. ①

背反{開催する<_,会議>,中止する<_,会議>}. ⑤

次に、「会議は中止されました」と入力された場合には、“中止する<_,会議>”の条件に合う“group(B)={⑤}”が渡される。真偽値は、

“中止する<_,会議>=真”

背反{開催する<_,会議>,中止する<_,会議>}. ⑤

この値を受け取ったATMSでは、①と⑤の関係を使って、次の内部状態(2)を作り出す。

内部状態(2):

“参加する<X,会議>=偽”

“開催する<_,会議>=偽”

“中止する<_,会議>=真”

前提(参加する<X,会議>)={開催する<_,会議>}. ①

背反{開催する<_,会議>,中止する<_,会議>}. ⑤

すなわち、“開催する<_,会議>=偽”という前提条件が否定されたので、その結果として、“参加する<X,会議>=偽”が導かれるわけである。

4 開発の現状と今後の課題

ここでは、言語データベース[7~11]を知識源(Knowledge Source)として、命題を抽出したが、残念ながら、抽出された命題間の関係までは、対応づけてはいない。言語データベースにある142会話から、格関係を利用して、命題を生成した結果、1471個の命題が生成された。その例を以下に示す。「会議」と「料金」を含むもののみを取り出した。この中から、同義語関係や反義語関係や前提関係が含まれている。

ある<会議>	ある<料金>
募集する<_,会議>	です<料金, _>
ご覧になる<_,会議>	含む<_,料金>
始める<_,会議>	払う<_,料金, _>
開く<_,会議>	返す<_,料金>
開催する<_,会議>	かかる<料金, _>
聞く<_,会議, _>	書く<_,料金>
持つ<_,会議>	持つ<_,料金>
成る<_,会議>	なる<料金, _>
行う<_,会議>	送る<_,料金, _>
送る<_,会議, _>	お願いする<_,料金>
教える<_,会議, _>	教える<_,料金, _>
終わる<会議>	知る<_,料金>
参加する<_,会議>	
締め切る<_,会議>	
知る<_,会議>	
する<_,会議>	

処理の機構としては、インプリメントはすでに完了している。インプリメントは、SUN-4上のQuintus Prolog (Version 2.5)を用いて行った。プログラムについては、as01の“/usr1/kudo/atms”を参照のこと。なお、このプログラムは、C言語にもインクリメンタル・コンパイルが可能である。また、Prologで記述したATMSの他にも、LISPで記述したATMS[12]もある。

従って、この処理機構のテストは、行われていない。今後の課題としては、

以下の事柄が残っている。

(1)一般の問題へ適用するためには、命題を自動的に関係づける方法を考える必要がある。例えば、生成された1471個の命題は、それぞれ、全ての命題について関係があるわけではない。非常に関連の深い命題と関係のみられない命題があるように思われ、しかも、非常に関連の深い命題は、小規模のグループをなしているように思われる。すなわち、命題間の関係は、非常に疎な(スパースな)関係であると思われる。このような関係のある観点から、自動的に抽出する方法を考える必要がある。

(2)自然言語から命題の管理機構をドライブするためには、自然言語の表現と命題を対応づけなくてはならない。自然言語の表現は、命題と対応づけて整理されていない。既存の辞書には、反意語の記述だけでは不十分である。例えば、「申し込みを受けつける」の否定関係にある表現には、「申し込みを締め切る」もあれば、「申し込みは終わる」という表現もある。人間には、このような関係は当たり前過ぎるが、機械処理にかけるには、自然言語の表現を整理する必要がある。動詞と動詞の関係、特に、真偽値に影響を与えるテンス・アスペクトの関係を整理する必要がある。

(3)自然言語から命題への変換の問題がある。論理式では、並列句、代用表現、埋めこみ文の扱いなどを許してはいない。このような構造の違う式をどのようにマッピングをはかるかということが問題になる。

(4)実際の会話文では、応答の順序や方法が、必ずしも規則的でないため、入力文が、文脈上のどの文に対する発話であるのかを捕らえる必要がある。

以上の課題のうち(3)と(4)の問題については、文脈処理の技術として、ある程度までは解決する見とおしができている[13~15]。(1)と(2)を解決していくことが重要と思われる。

5.むすび

命題の真偽値を、対話の進行とともに動的に管理する対話理解機構のモデルについて提案した。まず、最初に、会話における否定現象を分析し、否定表現の種

類の豊富さ(前提否定、方法否定、など)について述べた。次に、これらの文脈的な否定現象が命題へどのような作用をしているかについて考察し、これらの現象を説明するための計算機モデルを提案した。現状としては、まだ、計算機システム上で十分な実験を行っていないので、このモデルの効果および欠点について明確になってはいない。しかし、従来の理解機構のモデルに反映されていなかった不要な情報をどのようにして管理するかという機構を導入した。また、自然言語処理と結び付けて、必要な情報のみを効率的に見つけだすための機構として、命題のグループ・ロディング手法を導入した。この機構により、システムは与えられた知識を全解探索する必要なくなり、処理に必要な知識のみを効率的に管理することができるようになる。

このような対話理解機構をつくる時には、自然言語処理の処理能力と対話理解機構の処理能力とのギャップをどううめるかが最大のカギとなる。このギャップは、対話理解機構側の問題としては、大規模の機構を実現するための方法論が開発されていないことにある。その解決方法の一つが、言語データベースを知識源(Knowledge Source)として、利用することであると思われる。この研究の中では、そこまで到達できなかったのが残念である。

謝辞

この研究に際しまして、貴重な助言をいただいたATR自動翻訳電話研究所 樽松明社長、ならびに、討論に参加していただいた研究員の方々に感謝いたします。また、言語データベースを利用させていただいた森元逞室長、江原暉将主幹研究員、小倉健太郎主任研究員(現在NTT復帰)、井上直己研究員、橋本一男研究員(現在オージー情報システム株式会社復帰)、幸山秀雄研究員、篠崎直子研究員(現在退社)に感謝いたします。

参考文献

- (1)R.C.Schank and R.P.Abelson: "Scripts, Plan, Goals and Understanding", Erlbaum, Hillsdale , NJ, (1977).
- (2)D.J.Litman and J.F.Allen: "A plan Recognition Model for Subdialogues in Conversations", Cognitive Science, Vol.11, pp163-200, (1987).
- (3)飯田, 有田「4階層プラン認識モデルを使った対話の理解」情報処理学会論文誌Vol.31, No.6, (1990, 1) pp.810-821.
- (4)工藤育男、森元 暉「対話における Assumptionの役割」情報処理学会全国大会, (1988. 9)
- (5)Johan de Kleer: "An Assumption-based TMS" Artificial Intelligence, pp.127-162, (1986).
- (6)首藤, 植原, 吉田「日本語の機械処理のための文節構造モデル」電子通信学会論文誌, 79/12 Vol.J62-D No.12 pp.872-879.
- (7)小倉, 橋本, 森元「言語データベース統合管理システム」情報処理学会 自然言語処理研究会69-4, (1988.12.6).
- (8)橋本, 小倉, 森元「フレーム表現による検索機能を有する言語データベース管理システム」 Proceedings of Advanced Database Symposium' 89 , Kyoto Research Park, Kyoto, Japan, December 7-8, (1989).
- (9)井上, 小倉, 森元「係り受け意味関係の問題点とその考察」電子情報通信学会, 研究会資料NLC87-25, (1987).
- (10) Terumasa Ehara, Kentaro Ogura and Tsuyoshi Morimoto, "ATR Dialogue Database" International Conference on Spoken Language Processing, Koube (1990).
- (11)工藤育男、森元 暉「キーボード会話収録システムについて」ATRテクニカルレポート, TR-I-0046, (1988.10).
- (12)John K. Myers : "The ATMS Manual, (Version 1.1)", ATRテクニカルレポート, TR-I-0074, (1989.2).
- (13)工藤育男「対話翻訳システムのための文脈処理機構について」ATRテクニカルレポートTR-I-199, (1991.3).
- (14)工藤育男「文と文の結束性を捕らえるための知識」情報処理学会自然言語研究会資料76-7, (1990,3,9).
- (15)Ikuo Kudo : "Local Cohesive Knowledge for a Dialogue-machine Translation System", Proceedings of the 13th International Conference on Computational Linguistics, Helsinki, August, Vol. 3, pp.391-393, (1990).