

発話意図を理解する協調的対話モデル

中島 玲子 東条 敏

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

{reikona, tojo}@jaist.ac.jp

1 はじめに

コンピュータと円滑なコミュニケーションを行なうためには、ユーザとコンピュータが相互に意図を認識しながら最終的な目的遂行へ向かって協調的な対話をするようなプランニングが必要となる。しかし自然言語では、文の表している意味が必ずしも文字通りの意味と一致しないという現象があり、意図推定を難しくしている。これらは会話の含意 (conversational implicature) と呼ばれる言語現象で、発話の意味するところの確な把握のためには、言葉の表面的な理解だけではなく、さらに文脈の情報やお互いの背後知識を必要とする。このように発話の意図を探り、人間とコンピュータとの協調的対話を実現するためには、これらの自然言語の用法の特性を前もって分析する語用論的アプローチが不可欠である。

本研究の目的は、人間の会話における言語現象のうち、特に会話の含意の問題に着目し、発話から意図を推定する仕組みを論理プログラミング言語の制約解消系として定式化することである。この目的のために QUIXOTE[2] を用い、実際の対話例による表現と推論の例を示す。実装にあたっては、図書館のレファレンスサービスにおける質問応答プロセスに対話例を求めた。レファレンスサービスとは図書館資源と利用者を結びつける主要な機能の一つであり、従来非定型的な人的援助とされてきた[1]。理由としては利用者が真の目的を明かにしない、利用者が自力で情報ニーズを把握できないなどがあげられ、その結果利用者の意図推定が困難となっている。適切な情報提供の為には、利用者の情報ニーズを明確にする質問応答のプロセスが重要である。

2 含意の定式化

2.1 文のタイプと機能

文は言語学的には三つの文タイプ (sentence type) に分けられる。すなわち疑問文 (interrogative)、命令文 (imperative)、平叙文 (declarative) である [3]。¹

文タイプはあくまで文の表層上の分類であり、その文の機能と文タイプとが必ずしも一致するものではない。

¹いわゆる文法的な範疇である疑問文 (question)、命令文 (order/request)、平叙文 (assertion) とは異なる。

い。また同じ内容が違う文タイプで表現されることも多い。例えばドアを閉めるよう聞き手に依頼する言い方について考えると、以下の様に疑問文、命令文、平叙文いずれの型でも表現可能である。

- 疑問文…Can you close the door?
- 命令文…Close the door (please).
- 平叙文…I want you to close the door.

相手に行動を要求するとき、発話者はより適切に自分の立場や要求を伝えるために、状況や制約によって言い回しを変える。

2.2 含意の定式化

発話に表層的な文と隠された機能が存在する言語現象が会話の含意である。前述の “Can you pass me the salt?” という発話を考えると、この発話が食卓でなされた場合行動を求める “Pass me the salt.” と同意になり、直観的には以下のように表現できる。

“Can you pass me the salt?”

\Leftarrow “Pass me the salt.” \parallel at table

このように、表層から隠れた機能が含意された意図であり、会話の含意の解釈は、主に対人関係や文脈あるいは前提となる共有知識によって変わってくる。文脈とは広義には、状況 (situation) と同じ意味に用いられ、置かれている環境や場面などの条件を表す (言語外的) 情報も含む機能単位である。狭義の (言語的) 文脈は文と文の続きぐあいを表すものであり、これも含める [4]。この場合は、「食卓での発話」という状況が文脈情報となり、発話における表層的な文と隠された機能との関係は、文脈情報を用いてあきらかになる。

含意とは「 C という状況のもとで p といいつつ q を示す」ということであり、表層的な発話を p 、隠された機能を q とし、状況や前提知識などの背景を制約として C とすると、以下のように定式化できる。

$$p \Leftarrow q \parallel C$$

これは直接的には「 C という状況において p ということによって q をする」と解釈できる。ただしこの場合

の C (制約) は必ずしも必要ではない。また対話の全てが含意で表現されるわけではなく、当然「(C という状況のもとで) p といいつつ p を示す」こともあり得る。これは文字通りの解釈が可能であり、直接的な意図を表現している場合である。さらに深い意図があるときは、「 C_1 という状況において p ということによって q し、さらに C_2 という状況において q ということによって r する」というように、階層が深まっていく。

$$p \Leftarrow q \parallel C_1$$

$$q \Leftarrow r \parallel C_2$$

- 含意表現は以下のように分類できる

- 文字通りの意味内容… $p \Leftarrow p$
- 文脈に依存した含意… $p \Leftarrow q \parallel C$
- 文脈に依存しない含意… $p \Leftarrow q$

2.3 文脈の情報による発話意図理解

会話の含意に限らず発話の解釈は文脈(あるいは状況)と密接に結びつくものであり、言外の意味を的確に把握するためには、前後の文脈や物理的状況に応じて文脈情報を用いて文間を補う必要がある [4]。たとえば比喩が比喩的な表現として理解されるためには、やはり文脈情報が必要となる。比喩の理解のためには、その発話の命題レベルの意味が理解されるだけでは十分ではない。例えば “I am in the dark now. (私は今暗闇の中にいる)” のような文は、その背後の語用論的な文脈を構成する発話の意図を決める条件が何であるかが分からない限り、その比喩的な表現としての発話の意味を一意に決めることはできない [5]。

以下の例文は典型的な含意の例だが、文字通りの意味の他に複数の解釈があり、その解釈は発話された状況に依存することを示している。これは *can_move* のような述語を使って文構造を書くことにより表現できる。

- 表層的な発話…“冷蔵庫動かさせますか?”

- 依頼…動かしてもらえますか?
 can_move(refg)
 $\Leftarrow \text{must_move(refg)} \parallel \text{目上から目下}$
- 許可…動かしてもいいか?
 can_move(refg)
 $\Leftarrow \text{may_move(refg)} \parallel \text{目下から目上}$

他にも指示表現、換喩などは、文脈情報により対称の同定を行う言語現象である。前者は “architecture” という単語が文脈によって建築物を指したり計算機の構造を指したりする「文脈に依存した指示表現」であり、後者は “Plato is on the top shelf.(プラトンは一番上の

段にある)” の発話で、“Plato” がプラトンの著作物を指すような換喩である。これらはそれぞれ以下のように表現される。

$$\text{plato} \Leftarrow \text{book(author = plato)} \parallel \text{bookshelf}$$

$$\text{plato} \Leftarrow \text{man(name = plato)} \parallel \text{person}$$

$$\text{architecture} \Leftarrow \text{machine_structure} \parallel \text{computer}$$

$$\text{architecture} \Leftarrow \text{edifice} \parallel \text{construction}$$

このように、文脈情報を用いて文間を補うものとしては文単位の含意と比喩があり、単語単位には文脈に依存した指示表現と換喩がある。言語現象の分類という観点からは含意と指示、比喩等は別問題であるが、制約解消に関しては、これらはいずれも文脈情報を用いて文間を補うものとして同じ定式化が可能と考えられる。

3 協調的応答

山田他 [6] は、協調的応答を直接応答と間接応答の2種類から構成されるとした。直接応答とは質問の直接意図に対する応答であり、省略されたり存在しない場合がある。また間接応答はそれ以外の応答で、間接的な意図、あるいはプランの実現に必要な前提条件に関する応答である。著者らはよく行われる質問応答対話を分析して、間接応答をさらに状況に応じて前提応答、情報付加応答、意図確認質問など12種に分類している。

質問応答プロセスにおいて応答者は質問者の意図を把握し、発話の生成や意図理解に関してお互いのモデルを作る。応答者は質問者の意図のつながりや、両者がとりうる行動や意図の予測を考慮して、質問、応答、拒否などから行動を選択する。応答には、通常の回答や実際の行動、訂正や修正、補足説明や情報提供などがある。しかし、質問者の質問がどこまでのことを要求しているのかは一般には不明確なので、その判断は難しい [1]。

ここでは典型的な表層的な発話とその裏の意図を組としていくつか用意し、ツリー状の意図推定知識をシステムが持つこととする。そして表層的な発話を質問者の一次意図とし、その一次意図に対する裏の意図を二次意図とする。当然二次意図に相当するものは複数存在するため、それらの候補に優先度をつけることになる。

- ユーザ発話に相当する一次意図表現→一次意図に対するレスポンス作成
- 推定される n 次意図表現→ n 次意図に対するレスポンス作成

3.1 協調的応答の定式化

協調的応答とは相手の意図を考慮し、その目的を達成できるように助ける応答である。コンピュータによる協調的応答の場合は、あらかじめ発話と意図の組み合わせを規則にして用意することになる。制約解消系として含意を表現した場合、それはある世界における真理を知識として言明した静止した文であり、因果関係を陽に示す静的な意味論 (declarative semantics) とみなせる。一方応答はある入力に対して、何が出力されるかという関係であり、動的な意味論 (operational semantics) となる。制約解消系という観点からは含意の表現も応答生成も次のように表現できる。

$$r \Leftarrow q \parallel C$$

これは直観的には「ある状況 C のもとで条件となる情報 q があれば、 r できる」と解釈でき、情報 q の内容によって以下のように応答の種類が変わってくる。

前提応答 …前提知識

情報付加応答 …問題解決に関する付加知識

理由付加応答 …遂行の可否に関する知識

協調的応答においては本来相手の意図を確認する質問による応答が含まれており、上記の形式で必要な知識が欠落した場合にシステム側から尋ねることになる。

3.2 応答の生成

$r \Leftarrow q \parallel C$ を動的な応答生成とすると、質問と応答は以下ようになる。

$$\begin{aligned} &? - r \\ &\text{if } q \text{ then } r \end{aligned}$$

if 部が複数存在する場合は応答も複数となる。複数解を以下のように解釈し、

(if $X1$ then $Y1$) or (if $X2$ then $Y2$), and no more.

制約解消系としての協調的応答を次の4種類に分類する。

応答タイプ (a) …基本的な推論による応答

応答タイプ (b) …if 部を返す

応答タイプ (c) …複数解を返す

応答タイプ (d) …未束縛の変数を返す

3.3 対話モデルの枠組

質問応答プロセスは、質問者と応答者の不完全な情報をもとにして進められる。図書館のレファレンスサービスにおいては、応答者が資料を選択する際に行うことは、利用者に関する知識と所蔵資料に関する知識の二つを結びつけることである。図書館員は、利用者の発話と

利用者に関する知識をもとに、頭の中で利用者モデルを作り上げる。さらに利用者モデルと図書館資源に関する知識を元に解釈を行なう [7]。そのためにシステムから利用者に関する知識を明確にするための前提応答、質問の応答などを行う枠組が必要となる。

3.4 質問者と応答者の知識

定式化にあたっては、知識や信念の世界はモジュールとして表現し、モジュール間の連携はルールで表現する。例えば「シェイクスピアの本がありますか」という質問では、質問者は漠然と「シェイクスピア (S) の本」を探している。応答者の頭の中では、彼自身の著作物であるか、あるいは彼に関して書かれたものが存在する、という知識がある。さらに応答者は「シェイクスピア (S) の本がありますか」と質問した場合、それは「シェイクスピア (S) が著者であるかトピックとなっている何か (X) を求めている」と解釈をする知識も持っている。すると、質問者の知識の世界から発せられた

“Do you have any books on S?”

は応答者の頭の中では

“Do you have any books (written by) S?”

“Do you have any books (written about) S?”

という質問に書き換えられる。

4 実験

QUIXOTEを用いた実際の対話例による表現と推論の例を示す。QUIXOTEは制約ベースの文法を記述でき、かつ意味の状況依存性を明示できる。また質問者の知識、応答者の知識などをモジュールとし、いくつかのサブモジュール関係によって、柔軟な推論が行なえる。

4.1 シンタックス

QUIXOTEのルールは以下の形の節で構成される。

$$\overbrace{m_0 :: H}^{\text{頭部}} \parallel \overbrace{HC}^{\text{制約}} \Leftarrow \overbrace{m_1 : B_1, \dots, m_n : B_n}^{\text{本体}} \parallel \overbrace{BC}^{\text{制約}}$$

上のルールはもし各 B_i がモジュール m_i において制約 BC の元で成り立つなら、モジュール m_0 において、 H および制約 HC が成り立つという知識を表す。下の例で uk , lk はモジュールである。属性項は [] で囲まれ、変数は大文字で表される。

Ex) $uk :: \text{book}[\text{name}=Y] \Leftarrow lk : X / [\text{name}=Y]; ;$

質問者の知識の世界を uk 、応答者の知識の世界を lk とすると、質問者の世界にある Shakespeare は

$uk :: \text{shakespeare}$

であり、応答者の世界にある Shakespeare は

```
lk :: book[author = shakespeare]
```

```
lk :: book[topic = shakespeare]
```

と表現される。よって質問者の世界と応答者の世界の連携は以下のようなルールで表現することになる。

```
uk :: shakespeare <-  
    lk : book[author = shakespeare]
```

```
uk :: shakespeare <-  
    lk : book[topic = shakespeare]
```

4.2 実行例

図書館の貸し出し期間についての *QUIXOTE* による質問応答例を示す。図書館員は利用者に関する知識と、貸し出し期間に関する「学生なら2週間、教員なら4週間」という知識を持っている。質問者は言外に前提として「学生」を念頭においてか、あるいは身分に関係なく単に貸し出し期間を質問したところ、「学生なら2週間、教員なら4週間(の2通り)です。」という答えが返ってきたと解釈される。

U: How long can I keep them out ?

L: For students 2 weeks, and For faculties 4 weeks.

実装

```
lib::user;;  
lib::borrowing[loan_period=2weeks]  
    <=user/[status->student];;  
lib::borrowing[loan_period=4weeks]  
    <=user/[status->faculty];;
```

実行例

```
?-lib::borrowing[loan_period=X].  
database> ** 2 answer exists **  
** Answer 1 **  
    IF lib:user.status =< student THEN  
        X == 2weeks  
** Answer 2 **  
    IF lib:user.status =< faculty THEN  
        X == 4weeks
```

これはif部に関して言えば前述の応答タイプ(b)にあたり、前提応答と解釈できる。また複数解を応答タイプ(c)とすると情報付加応答となる。必ずしも複数解が協調的応答とは見なされず、あらかじめシステム側から属性を聞き返し、解を絞り込む仕組みが必要である。

5 おわりに

本論文では協調的対話の実現のために、特に会話の含意(conversational implicature)の言語現象に着目し、相手の発話から意図推定する仕組みを論理プログラム

の制約解消系として定式化した。この定式化を用い、図書館のレファレンスサービスにおける質問応答プロセスを例として、拘り定規な応答ではなく発話行為を考慮して応答する協調的対話をモデル化した。協調的応答に関しては、意味に依存した言語現象からの分類とは別に制約解消系としてのアプローチから整理し直し、さらに制約解消系論理型言語である *QUIXOTE* にさまざまな表現と推論の例を示した。また本手法により、会話の含意と指示表現について制約解消系の表現により、状況に依存した意味表現として同様な形式で記述できることを示した。

しかし本研究で示したモデルは、限られたドメインを扱い、会話の含意の一部を定式化したものであり、将来的には汎用的かつ複雑な実際の協調的対話が可能なモデルに改良する必要がある。しかし引数などを用いて対人関係に依存した文脈の変化などを扱おうとすると、純粋な論理式と乖離することが考えられる。また本稿では *QUIXOTE* を用いて含意も協調的応答も同じ形式で制約式を示したため、含意の表現と純粋な論理式としての解釈が混在して無理が生じる部分がある。対話は表面的には直接的な応答に見えながら、会話全体でとらえたときにそこで含意が機能していることが考えられ、一連の話題の流れを管理する一つ高次なプログラムの検討も考慮する必要がある。

参考文献

- [1] 長沢雅男, レファレンスサービス-図書館における情報サービス. 丸善, 1997
- [2] 東条敏, 津田宏, 安川英樹, 横田一正, 森田幸伯, 言語情報処理の枠組としての *QUIXOTE*, 人工知能学会誌, Vol.9, No.6, 1994
- [3] Stephen C. Levinson, Pragmatics. Cambridge University Press, 1983
- [4] 石崎俊, 自然言語処理, 情報系教科書シリーズ第17巻, 昭見堂, 1995
- [5] 山梨正明, 比喩と理解, 認知科学選書 17, 東京大学出版会, 1994
- [6] 山田耕一, 溝口理一郎, 原田直樹, 質問応答システムにおけるユーザ発話モデルと協調的応答の生成. 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.9, pp.2265-2275, 1994
- [7] 斉藤泰則, レファレンス・インタビューにおける利用者モデル, Library and Information Science, No.27, p.69-86, 1989