

帰納的学習を用いた質問応答例からの質問表現生成規則の獲得

村山耕一 荒木健治 柄内香次

北海道大学大学院工学研究科

〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目

E-mail:{kou,araki,tochinai}@media.eng.hokudai.ac.jp

ユーザとシステムの対話を想定した場合、ユーザから与えられた情報だけではシステムが処理を行うための情報が不足している場合が出てくる。このような場合には、システムがユーザに質問を行うことも必要になってくると考えられる。そこで本研究では対話のこの点に注目してシステムがユーザに質問を行うシステムの研究を行ってきた。本手法では、質問応答例において質問と応答の意味構造を比較することにより、その質問がどのような情報を獲得するための質問であるかという関係、即ち獲得する情報と質問表現との関係を帰納的に学習する。評価実験を行った結果、本手法が質問応答例から質問表現を効率的に獲得している様子が確認された。

Acquiring Rules of Generation of Query Expressions from Query Response Examples Using Inductive Learning

Koichi Murayama Kenji Araki Koji Tochinai

Graduate School of Engineering, Hokkaido University

N13-W8, Kita-ku, Sapporo 060-8628, Japan

E-mail:{kou,araki,tochinai}@media.eng.hokudai.ac.jp

In this paper, we have described the learning method which acquires rules of generation of query expression from query response examples. In the dialog between a user and a system, only cooperative replying by the system does not mean completely reply. the system needs to reply to the user using query expressions. To resolve this problem, we proposed a method of acquiring rules of generation of the query expression. In this method, the system acquires the rules by comparing a user's utterance with a system's one. From the results of the evaluation experiment, we confirmed the effectiveness of this method.

1. はじめに

効率的な対話システムを構築するためには、ユーザの問い合わせに対して、システムが適切に回答するだけでは不十分である。例えば、ユーザの問い合わせに対し、ユーザの発話のみではシステムが回答するための情報が不足している場合には、逆にシステムがその不足した情報を得るために、ユーザに対して質問を行うような場合も必要となる。そこで、本研究ではこの点に注目し、ユーザの発話に対し不足した情報を補うために質問を行うシステムの構築を目標としている。

対話処理を行う古典的なシステムの一つに ELIZA[1]があるが、このシステムに代表される対話処理では、ユーザの入力した文を、あらかじめ用意されているパターンと比較し、そのパターンに応じてシステムが回答をおこなうという仕組みになっている。

ここで上記のようなシステムを質問文の生成に適用した場合、ユーザの入力によってのみシステムの行なう質問が決まるため、システムは入力された情報をシステム内で処理しながらユーザと対話をすることはできない。それゆえ、質問により獲得され得る情報が同じでも、ユーザの発話が異なる場合は、たとえ発話の内容が一緒だとしても、その発話に対応するパターンを獲得していなければシステムは適切な質問をすることができない。また、文脈によりシステムの行なう質問が決定される場合でも、質問に関わってくる一連の文脈全てをパターンとして用意しなければならず、多岐にわたる文脈全てのパターンを用意する必要性を考慮すると、学習によりシステムを構築することは非常に困難であるといえる。この問題を解消するためには、システムがユーザの入力によってどんな情報を獲得したのかを、システム自身が管理できるようなシステム構築が必要になってくると考えられる。

また、本研究において著者らは質問に用いられる表現はどのような場面でも質問内容が等しければ同様の構造を持っているはずで、その表現を限定するのが文脈およびタスクの要素であると考え、本研究でもこの点を踏まえて対話システムの目的に限定されない汎用的な質問表現の獲得を目指す。

以下、2章では本手法により導入される状況に

関する説明を、3章では質問応答例から状況を導く理由を述べ、4章では本手法で扱う質問応答例について述べる。5章ではルール獲得処理を例示し、6章では実験および本手法の考察、最後に7章では本研究の今後の方向性について述べる。

2. 状況と質問応答例

本手法は、質問文と応答文を1つの組とするデータに対して、それらを比較することにより、その質問文がどのような状況で行われたのかという規則を獲得していく。つまり、質問が行われる状況とその状況に対して適切な質問文を生成するという関係を質問表現生成規則として獲得していくものである。以下ではまず、本手法における質問を行う「状況」とは何を指しているのかについて述べ、続いて、何故そのような枠組みを導入してシステムが質問を行うべきなのかについて述べていく。

2.1 状況の定義

本研究においてシステムが質問を行うということは、それによってシステムが何らかの情報をユーザから獲得する手段だと考えている。ここで、システムが質問を行うまでの過程を考えるとシステムが何らかの情報を獲得する必要性が生じた場合、その情報を獲得するためにはその情報を獲得できるような表現で質問をする必要があると考えることができる。つまり、最初にユーザの入力やそれまでの対話からその時点でシステムが必要とする情報が決定され、次にその情報を獲得するためにシステムはその情報に従った質問表現を生成するという処理過程が見えてくる。

このことから、本研究で扱う質問を行う「状況」とは、ある質問文について、その質問文はどのような情報を獲得するための質問文なのか、その情報と質問の関係を定式化したものだと考えられる。つまり、質問を行う「状況」とは、「どのような情報を得るのか」をパターン化したものである。

また、本研究ではシステムが質問を行う過程を、

- 1) ユーザの入力もしくは文脈から獲得すべき情報が何であるかを決定する。
- 2) 決定された情報を得るための質問を質問表現

生成規則から検索する。

3) 規則に従って質問文を出力する。

という構造として捉えているが、現時点では、まず最初に情報を獲得するためにシステムはどのような質問を行えばよいのかという部分のみを扱いシステム構築を目指すことにし、ユーザの入力もしくはそれまでの文脈からシステムが必要とする情報が何であるかを導出する処理は、今後の課題とする。これは、システムが何を必要とするかという問題は、対話における焦点移動のような文脈処理の分野での問題を多分に含んでおり、本稿で扱う質問表現生成に関する処理とは分離して扱われるべき問題と考える方が自然だと思われるためでもある。

2.2 状況を導入する必要性

著者らはこれまでに、ユーザの入力とシステムの質問を組としたデータから、システムが質問文を生成する規則を獲得していくシステムの構築を研究してきた[2]。このシステムは ELIZA に代表される典型的なパターン处理的対話を行うシステムの応答生成規則部分を、ユーザの入力とシステムの質問(応答)を組として帰納的学習により獲得していくシステムであった。

ここで、ユーザの入力に対してシステムが質問文を生成する場合を考えると、例えば次のような対話例の場合

- (1)[U]会議室を予約したいのですが？
- (2)[S]時間と部屋番号をお願いします。
- (3)[U]午後3時から予約したいのですが。
- (4)[S]部屋はどちらですか？

U:ユーザ S:システム

(1),(2)の組ではユーザの発話に対してシステムは自然な質問を行っていると考えられることができるが、(3),(4)の組を考えると、ユーザの入力(3)に対してシステムが自然な質問を行っていると考えられることはできない。これは直前の発話だけではなく(1)から(3)までの対話全てを考慮して初めて自然な応答だと言うことができる。

このような問題に対処するためにはユーザの入

力に対して直接応答を生成するのではなく、ユーザの入力とそれ以前の対話から、どんな情報を得るべきかという構造を抽出し、その情報を得るために質問を行うと考えた方がより人間に近い処理であると言うことができ、また、文脈処理の問題と質問表現生成の問題を分離することにより、会話の状況に限定されない汎用的な質問表現を獲得していくことができると考えられる。

3. 質問応答例から状況を導く仕組み

3.1 質問文と応答文の比較

本稿において著者らは、質問応答例に対して質問文とその質問を満足するような応答文を組としたときに、その質問と応答の組の間には以下のような性質(以後、質問応答間の性質と呼ぶ)があると考える。

応答文が質問文を満足する場合、

- 1) 質問文と応答文は共通の事柄をそれぞれ表している。
- 2) その応答は質問時に未知であった事柄(情報)を提供する内容である。
- 3) 質問文と応答文を比較したとき、両者の差異部分において、応答文にのみ現われる部分が質問に対する応答の中心的表現である。
- 4) 質問文と応答文を比較したとき、両者の差異部分において質問文にのみ現われる部分が質問文における中心的表現である。

ここで以下のような例を考えると、

質問：太郎はどこにいますか？

応答：太郎は食堂にいます。

このような質問応答例の場合、質問と応答に共通して 1)太郎のいる場所が話題になっており、2) 応答は質問時に未知であった「太郎のいる場所(食堂)」という情報を提供している。また、3)応答文にのみ現われる部分(食堂)が応答の中心であると考えられ、一方、4)質問文にのみ現われる部分(どこ)が質問の中心であると考えられることができる。

本システムでは質問応答例におけるこれらの性質を利用して、質問応答の組を比較することで質

問表現と応答表現の抽出を行い、質問表現生成規則を帰納的学習により獲得することを目標としている。

3.2 質問文の分類

本稿では質問文を次の3つに大別する[3]。

- 1) 一般質問文：疑問詞を用いず「はい」「いいえ」で回答可能な質問文
- 2) 選択質問文：2者以上の中から、いずれかを選擇するような疑問詞を用いない質問文。
- 3) 特殊質問文：疑問詞を用いる質問文。

本システムではここで述べた中で、3)に分類される質問文のみを対象としている。その理由として、本システムは前節で述べた質問応答間の性質を基本として動作するため、1)や2)の質問文を扱うのに適していないことがあげられる。

4. 対象とする質問応答例

本研究において、全ての質問表現を生成するような規則を獲得することが最終目標ではあるが、本稿では、まず最初に2.1で述べた質問応答間の性質を満たすような質問応答例を対象に質問表現生成規則を獲得していくことを目標とする。

4.1 質問文の分類

具体的には2.2節で分類した3)のみを対象とするわけだが、ここで1)と2)が対象からはずされる利用として、まず第一に、1)の一般質問文の場合は、質問と応答を比較したとき、質問表現自体が抽出されることはないと考えられるからである。また、一般質問文における質問と応答の関係では、与えられた内容が肯定されるか否定されるのみが扱われるために、質問と応答を比較して質問表現生成規則を獲得する必然性が低いように考えられることもあげられる。

次に、選択質問文の場合には、本手法は質問文と応答文の差異部分に注目して処理を行っていくのに対し、選択質問文と応答文の組では、応答文の内容は質問文から選択されたものであり、質問応答間に差異部分は生じないと考えられる。この場合に対処するためには、選択質問に適した手法

を導入してシステム構築を行っていく必要性があると考えられるが、それは今後の研究課題の一つとし、本稿では扱わないこととする。

4.2 質問文の構成

実際の対話において、質問表現は質問文のみから構成されるだけではない。2.2節で述べた質問文が核となり（以後、質問核と呼ぶ）、それを補助するような発話片（以後、質問補助句と呼ぶ）が隣接して一つの質問表現を構成することがしばしばある[4]。例えば、「明日雨が降った場合、キャンプはどうなるのでしょうか？」という文において「明日～場合」が質問補助句に相当する。

しかし、質問補助句はあくまでも質問核の内容に対する付加説明に過ぎず、さらに、次章で詳しく述べるが本手法は質問表現を質問文全体から抽出する操作を行うことを基本操作としているために、質問文に質問表現以外の内容を付加する質問補助句は本手法による規則獲得にはなんら影響を与えないと考えることができる。また、文の構造から質問核と質問補助句の分離が可能であることも踏まえ、本システムで扱う質問応答例では質問補助句が付加しない質問核のみから成る質問文を扱うこととする。

以上のことから、本システムは疑問詞を含む質問文であり、かつ、質問補助句を持たない質問核のみから成る質問文に限定した質問応答例を扱うことにしていく。しかしこれは現時点での仕様であり、今後システムの拡張に伴いこれらの制限範囲を緩めて行く予定である。

5. 質問表現生成規則の獲得

本システムでは、より柔軟な制御を行うために、質問文と応答文を表層表現のままでは扱わずに、表層表現を格フレームから成る意味表現に変換したものを扱う。今後、他の研究分野において意味解析ツールの開発が十分期待され得ることを考慮すれば、本システムが意味表現を扱うことにさほど問題はないと考えられる。

5.1 意味構造

本研究で扱う意味構造はスロットとスロット値

からなる一つ以上の格フレームにより構成される。また、意味構造は(株)日本電子化辞書研究所のEDR 電子化辞書における日本語コーパス内の意味構造[5]を参考にした。

例)郵便局は銀行の前にある。

```
[ [main ある]
  [place [ [main 前]
            [mod 銀行]]]
  [obj 郵便局]]
```

上の例は、主となる概念を示すスロット main、事象の成立する場所を示す place、動作・変化の影響を受ける対象を示す obj、修飾関係を示す mod から構成されている。

5.2 質問表現生成規則の獲得

質問と応答それぞれの意味構造の共通部分・差異部分を求め、さらにスロットが共通の場合はそのスロット値が一致するか否かを判断材料とし、質問応答間の性質から質問文における差異部分に質問表現が用いられていると判断する。また同様にして、応答文においては差異部分が獲得したかった情報だとみなすことができるので、その部分を"UNKNOWN"というスロット値に置き換える。これにより、ユーザの入力から獲得すべき情報が抽出されると仮定すると、その情報に対応した値をとりうる質問表現を、UNKNOWN の場所に当てはめることで質問文が生成されることになる。次に、簡単な例を示す。

◆質問例) 郵便局はどこにありますか?

```
[ [main ある]
  [place どこ]
  [obj 郵便局]]
```

◆応答例) 郵便局は銀行の前にある。

```
[ [main ある]
  [place [ [main 前]
            [mod 銀行]]]
  [obj 郵便局]]
```

◆獲得規則

```
[ [main @1 (ある)]
  [place UNKNOWN]
  [obj @2 (郵便局)]]
```

*質問表現 place どこ/応答表現 銀行の前
このように質問表現と応答表現が抽出されて、それぞれの情報が相補的に機能することにより質問表現生成規則が獲得されていく。

6. 実験および考察

6.1 実験概要

英会話のテキスト[6]から疑問詞を含む質問応答例を100組用意した。使用するのはテキストの日本語訳部分で、これを人手により意味表現へ変換した結果を用いて規則獲得状況を観察する。

尚、実験の際に品詞情報・構文情報・概念情報のような情報は使わずに、各情報は空の状態から始め、入力データから情報を蓄積していく。

6.2 実験結果

まず、100組のうち53組から質問表現および応答表現の抽出が行われ、規則が生成された。この内訳は質問表現が1単語からなるもの、たとえば「どこ」「何」「どれ」といった疑問詞のみから構成されるものが37組で、残りの16組は2単語以上から成る質問表現、たとえば「何時」「どのような～」「どういう～」「どの～」「～のどれ」といったものが獲得されていた。

表1 共通部分が存在しない例

どんなゲームがやりたい？
何でもいいです。
政治の本はどこですか？
大人向きの書籍部門の第4書架にあります。

表2 応答が質問表現に対する答えのみの例

どちらへ行くべきですか？
西の方角です。
どの駅で乗車されましたか？
ポートランドです。

一方で、ルールを獲得できなかった組は 47 組あり、内訳は質問表現の絞込みができなかった組が 1 組、共通部分が存在しないために本手法が適用できなかった組が 32 組(表 2)、応答が質問表現に対する答えのみから構成されているために本手法が適用できなかった組が 14 組(表 3)存在した。

6.3 考察および評価

本手法では品詞情報などのデータを与えていないにもかかわらず、約半数のデータから正しい質問表現(疑問詞を含む表現)の獲得が観察できた。ここで、質問文同士の比較により質問表現の一般化を行う手法で本手法と同様の規則を獲得することも考えられるが、本手法を用いることで質問表現自体が一般化されてしまう危険性を回避することができ、また、質問応答の組が一組あるだけで規則が獲得できることを考えると、規則の獲得スピードが格段に早いと考えられる。

一方、ルールを獲得できなかった組を観察すると、今回約半数のデータで見られたようにユーザの応答がたとえ質問を満足する内容であっても、必ずしも質問と同様の表現を用いて応答するとは限らないことがわかる。また、繰り返し部分を省略した応答を返す場合も見られる。これは、規則獲得の制限として共通部分が存在することを前提としている本手法において大きな問題点といえる。このような省略や言い換えの問題は質問表現生成にとって大きな問題である。

しかし、先に述べたような質問表現同士を比較することで一般化されたルールを獲得する手法を本手法と組み合わせることにより、今回規則を獲得できなかったデータからも新たな規則が獲得できる可能性もあり、それは今後の研究課題としていきたい。

7. おわりに

本稿では質問応答例から帰納的学習により質問表現生成規則を獲得する手法を提案した。実験の結果、本手法が有効である質問応答例が決して少なくないことがわかった。しかし、一方で本手法のみでは全ての事例を扱うことができない対話の性質も明らかになった。今後はより多くの対話例を扱えるよう、本手法の適用範囲の拡大を行う予

定である。

また、今回は単語情報・品詞情報・構文情報・概念情報のような情報は何もない状態から規則の獲得を行ってきたため、100 組のデータから質問規則を獲得することはできても、その獲得した規則の適用範囲を広げることが困難である。しかしここで、文を生成するための基本的な情報だと考えられる格構造や概念情報を、質問応答例のみから獲得する理由はなく、これらの情報は質問応答例以外の文からも獲得するのが自然であると考えられる。今後はこの点も踏まえ本手法の拡張を行って行く予定である。

参考文献

- [1]Weizenbaun, J.: ELIZA - A Computer Program for the Study of Natural Language Communication Between Man And Machine, Communications of the Association for Computing Machinery, vol.9, No.1, pp.36-45(1966)
- [2]村山耕一, 荒木健治, 柄内香次: 帰納的学習による意味表現を用いた質問文生成ルールの獲得, 情報処理北海道シンポジウム 2000 講演論文集, pp54-57(2000)
- [3]高橋潔, 田部滋(編): 改訂新版チャート式シリーズ基礎からの新総合英語, 数研出版(1991)
- [4]石川由紀子, 加藤恒昭: 質問表現生成のための発話内容決定機構 - 質問内容の特徴に基づく発話内容の決定, 人工知能学会誌, Vol. 10, No. 6, pp962-970(1995).
- [5]日本電子化辞書研究所: EDR 電子化辞書仕様説明書(1995).
- [6]日本放送協会(編): NHK テレビ やさしい英会話 1998 年度版, 日本放送出版協会(1998)