

## 知識ベースに基づく発話内容先行型対話管理手法

高野 敦子 平井 誠 北橋 忠宏

兵庫大学 経済情報学部

松下電器産業株式会社 中央研究所

大阪大学 産業科学研究所

本研究では、知識ベースに基づいてまず発話内容を導く内容先行型の対話管理の枠組みを提案する。発話の前提条件や効果を認識する代わりに、ユーザの興味と思考の状態を推測する。それに基づいて、知識ベース上での情報間の関係によって伝達する情報を決定する方法である。システムは利用者の発想を支援する可能性のある情報を提示することが目的であり、それに対する利用者の発話によって、システムの応答の効果を推測することになる。この枠組みは、対話管理の考え方は、従来の計画立案に基づく管理と相対するものであるが、運用上は相補的な関係にあると考えている。

## A Framework of man-machine dialogue for book information retrieval

Atsuko Takano Hirai Makoto Tadahiro Kitahashi

Faculty of Economics Information Science Hyogo University,

Center Research Laboratories, Matsusita Electric Industrial. Co.,

The Institute of Scientific and Industrial Research Osaka University

In this paper, we propose a framework for controlling system-user dialogue for book information retrieval. We have been pursuing a dialogue control scheme which aims to satisfy incompletely defined users' needs through a dialogue between users and system. In this scheme, the system does not require users to formulate a queries. The system constructs an image of the view of users' interests based on their inputs and responds with the information according to the image through system-user interaction. In order to realize the control scheme, we introduce a "knowledge base" approach based on users' interests and a method which reconstructs the knowledge base by grouping analogous concepts in view of users' interests.

## 1 はじめに

近年、パソコン通信やインターネットの普及に伴い、情報散策と呼ばれるような明確な目的を持たない情報検索の利用が増加している。それに伴いユーザフレンドリーなインタフェースの必要性が高まり、そこでは自然言語処理技術の利用も求められている。自然言語処理技術の導入として、大きく2つのアプローチが考えられる。1つは、インタフェースの入出力を自然言語で行うというもので、これはかなり以前から研究されている。それに加えて本研究で我々が注目したのは、対話管理手法の導入である。ところが、従来から研究されてきた対話管理手法は駅や郵便局の窓口業務に代表されるような目的が明確に形式化できるような対話を対象としたものがほとんどであり、情報散策のI/Fに類する対話の管理にはあまり適さない。そこで本研究では、目的が不明確かつ流動的な場合に、ユーザに有効な情報とは何かを検討し、それを与えることを目指した対話を実現するための管理手法を提案する。

従来の管理手法が対象としてきた対話は、対話の構造をレベルの差はあれ、予め用意することができた。その中で最もよく用いられてきたのがAllenによって提唱された計画立案[Allen 83]に基づいた対話管理手法である。このような場合には、システムの応答発話はまず、構造を明示的に定式化した対話モデルに基づいて、トップダウンに、先行する発話との大局的な関係が決められる。次に、それに基づいて発話内容が決定される”関係先行型”の対話管理と言える。それに対して、ここで扱う対話では、対話自体の構造は予め用意できない、あるいは用意してもあまり有用ではない。これは、”不明確な目的のもとでの情報検索”というタスクの性格に依拠している。この場合は、検索対象であるデータベースとユーザの知識状態に基づいてシステムの応答発話内容を決定することになるが、一般的にはこれらを大局的な整合性を持たせて結合することは困難であり、ユーザの目的が流動的なことを考慮すると、整合性を持たせる意味もない。従って、この場合には、情報間の内容の局所的な関連度に着目して応答内容を導き、その後で対話としての一貫性や連結性を満足するように発話間の関係を当てはめる”内容先行

型の応答生成”が適当と考えた。これは、我々が対話において連想機能を働かせる場合のモデル化とも考えられ、我々は本研究を通して実際の対話における連想機能の重要性を確認することができた。

また、入出力の手段として自然言語を用いる、という点に関しても、本研究は従来の対話研究と異なるアプローチをとる。本研究では、ユーザの入力発話とデータベース中の情報単位の照合等の処理は自然言語のままで行う。利用者の漠然とした要求を扱う上で、通常は問題点となる意味の文脈依存性や表記の多様性といった自然言語の性質を逆に利用して、情報を柔軟に処理しようとする試みである。本稿ではそのための道具立てとして、近傍概念群と名づけた自然言語で表現された類似情報単位のグループ化を導入する。

本研究では、「ぐりーんぶつくす‘96」という広い意味での「ぐりーん‘分野の本500冊からなる書籍データベースの検索処理を事例としてとりあげ、実験検討を進めている。実験システムでは、ユーザは自由に興味や要求を入力し、システムとの対話的やりとりを通して彼ら自身の要求を明確化し、それをもとに検索を行う。これは、情報検索の作業の過程の中で、最も困難な作業の1つである検索条件の定式化におけるユーザの負担削減を狙ったOddyの文献検索プログラム[Oddy 77]の考え方に基づいている。

従来の手法は、生成されたシステムの応答を予め用意したモデルと照合することによって、その評価を客観的に行うことがある程度可能である。それに比べて、本手法の有効性はユーザの主観性に依存する部分が多く、システムの応答の有効性を客観的に評価することが困難である。本稿では、ユーザの擬似入力発話に対するシステムの動きを追い、分析することによって、本手法の問題点や有効性について議論し、その評価方法について検討する。本枠組みは、対話管理の考え方は、従来の関係主導型の管理と相対するものであるが、運用上は両者を場合に依りて使い分ける相補的な関係にあると考えている。

## 2 対話管理の基本的枠組み

本枠組みが対象とする情報散策のI/Fに代表される対話では、ユーザに有効な情報を提示すること自体が、システムの役割である。有効な情報とはユーザが新しい発想を生み出したり、手持ちの情報を組み立てて知的興味を満足させるために用いられる情報である。したがって、データベースの構造自体がそこでのタスクの構造を表していると考えられる。本研究ではデータベースを意味ネットワーク形式に変換し、それを知識ベースとして議論を進める。一般に、本研究が対象とする対話は、そのような意味ネットワークに変換可能な知識ベースをシステムが持ち、それがタスクの構造を表すと考え、処理の中心に位置づける。そして、知識ベースが情報単位間をリンクで結んだネットワークで表されているとすると、システムがユーザに情報を提供するとは、ユーザに情報単位間にリンクを張ってみせることだと考えた。

システムの有する知識ベースはその作成者の観点から構造化されている。システムはその知識ベースにユーザとの対話の過程で得られるユーザの興味と認識の状態を漸進的に結合する。つまり、知識ベース上にユーザモデルを組み込む。そして対話の進め方、具体的にはシステムが次にユーザに提示する情報をこの知識ベースをたどることによって決める。その情報は、ユーザの認識・興味の状態と思考過程を考慮して、その時点でのユーザの思考の進行を助けることを意図して導くものである。これを実現するための具体的なアイデアを以下に述べる。

### 2.1 利用者の発話の浅く流動的な認識

計画立案に基づく対話管理手法を用いる場合には、ユーザの入力発話からその意図を認識する必要があり、領域知識を用いた深い認識が必要である。それに対して本研究では、ユーザの入力発話の解析は、表層的照合を用いた浅い解析によるキーワードの抽出に止める。なぜなら、ここで対象とするユーザは目的も明確化しておらず、当然、要求する情報が十分に定式化されていない段階で入力しているので的確な表現をしているとは限らない。そのことを考慮すると、ユーザの発話

をシステムが単独で深く意味解析することは意味がない。

そこで、ユーザの入力発話は知識ベース上の情報単位と表層的な曖昧性を残したままで照合するに止める。つまり、利用者がイメージしている概念を表現している可能性のある複数の情報単位と照合させる。さらにそれらのどの情報単位の中にもユーザのイメージする概念が含まれていない可能性も認める。したがって、システムの応答発話は、このように照合が不十分であることを前提としている。後で述べるように対話の初期の段階でのシステムの応答発話はユーザの発想を広げることを意図するので見当はずれの照合も深刻な問題にはならない。ユーザとシステムは情報のやりとりを繰り返す中で、利用者の発想を広げるなど相互に作用しあいながら、システムはユーザのイメージする要求を漸進的に知識ベース上に対応づけていく。このような処理機構が実現できれば、ユーザの最初のイメージを単に実現するだけでなくユーザが興味に応じてイメージを変更、拡大することを支援することも可能である。これはユーザの要求定式化作業が試行錯誤的要素を有することを考慮すると、有効な機能と言える。

### 2.2 利用者の発想を支援する情報の提示を目的としたシステムの応答

本研究では、システムの応答発話を構成する要因の1つを、ユーザの思考状態であると考えられる。例えば、初期の検索段階では、発想を広げる情報やそれまで意識上ではあまり興味を持っていなかった情報が求められ、ある程度検索の目処が立った段階では興味が集めてきた検索対象の情報に集中することが求められる。そこで本研究では、ユーザの思考状態を”新しい概念の導入”、”思考の発散”、”思考の収束”の3つに分類し、各状態に応じた知識ベースのたどり方を規定する。

もう1つの要因はユーザの認識・興味の状態である。ユーザとのやりとりの過程で、ユーザの認識・興味の状態を情報単位間の関連度として知識ベース上に組み込み、それに基づいて思考状態に応じた方法でネットワークをたどることにより、ユーザに提示する情報単位を導く。そして、ユーザが入力発話で言及した情報単位と、新たに導い

た情報単位と、ネットワークで規定されているそれらの間の関係で応答発話を構成する。ここで、ネットワークをたどる際に用いたのは単に情報間の関連性の強さであり関係ではないので、これによって、先に応答内容を導き、その後で先行発話と関係づけるという内容先行型のボトムアップ的制御を実現する。

## 2.3 対話管理の概要

上記の考え方に基ついて、ユーザの入力発話を受けてから、応答を生成するまでのシステムの1サイクルの処理の概要を以下に示す。

1. ユーザの発話からキーワードを抽出し、それを基に発話を知識ベース上の情報単位に対応づける。それと同時にユーザの認識・興味の状態を知識ベースに組み込む。
2. ユーザの発話からユーザの思考状態を推測する。
3. (1)で対応づけられたノードを出発点にしてユーザの思考状態に応じた方法で知識ベースをたどり、提示する情報単位を導く。それが応答発話で新しく導入する内容である。
4. 導入する情報単位と出発点のノードが示す情報単位との関係がユーザの入力発話とシステムの応答発話の関係を特定する。

## 3 ユーザの発話認識とユーザの認識・興味の状態の知識ベースへの組み込み

### 3.1 知識ベース

知識ベースはシステムが扱う情報単位全てをノードで表し、その間の関係をリンクで表す。今回の事例研究（ぐりーんぶっくす'96）では、書籍名、副題1、副題2、著者、出版社、出版年、概要、大分類、小分類の9種類の情報単位を扱う。但し、ほとんど情報の種類には無関係に同様の処理が施される。リンクの種類も現段階では応答発話生成時に情報間の関係を規定するときのみに利用する。今回使用した知識ベースは、既に電子化

されていたデータベース本体から自動的に生成した。1881個のノードと2774個のリンクから構成される。

### 3.2 ユーザの入力発話の認識

ユーザの入力発話は、複文は分解していくつかの単文（これを断片的情報と呼ぶ）の集まりと考える。まず、各断片的情報を表層的照合によって知識ベース中の1個以上情報単位と対応づけ、それらを各情報断片に対する照合概念と呼ぶ。次に、1入力発話中に含まれる情報断片すべてを合成し、それに対する知識ベース上の情報単位を入力発話に対する照合概念と呼び、システムが応答の中で提示する新しい情報はこの情報単位を開始ノードとしてネットワークをたどることにより導く。両照合概念の生成方法を以下に示す。

知識ベース中のすべての概念（ノード）は形態素解析した結果の形態素のリストとしても表現しておく。入力された情報断片もそれぞれ形態素解析を施した結果である形態素のリストで表す。それらを知識ベース中のノードの形態素リストと照合し、共通する自立語数が最大となるノードをすべて抽出し、これらを情報断片に対する照合概念と呼ぶ。次に、1入力発話中の全ての情報断片の形態素のリストから自立語を取り出し、それらとの集合を作る。この集合と最大個数の共通自立語を形態素リストが含むノードをその入力に対する照合概念とする。

[入力発話例1]

情報断片 1a : もともと農薬の危険性には興味があった。

情報断片 1b : 桜沢の理論を読んで、自然食にも興味を持った。

情報断片 1c : それは実践的でわかりやすかった。

上記の入力発話例1は3個の情報断片からなる。最初の情報断片は1個の自立語（農薬または危険性）を共有する39個のノードと照合される。同様に情報断片1bは2個情報断片1cは6個のノードと照合される。さらに、発話全体は2個の自立語を共有する以下の3個のノードと照合さ

れる。最初の2件は概要を表すノードで最後の1件は副題である。

照合ノード1：「自然食ってなんだろう、人類の食べものの歴史とその現状、自然食運動の理論と現状、食べものと社会のかかわり、おいしく食べよう自然食基本料理・応用料理、自然食品店・レストランガイド他。」

照合ノード2：「自然食の店「ぐりん・びいす」に集まった元気印たちが、環境問題のマコトの姿を求めて、清掃工場や無農薬田んぼに飛び出した！イラスト満載のレポートに、環境・女性・国際交流等グループリスト400件を添えて送る迫力本。あなたの街でもきつと作りたくなる！」

照合ノード3：「桜沢・大森の正食医学理論」

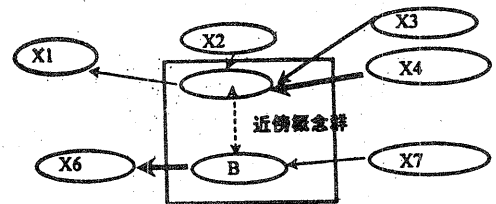
### 3.3 近傍概念群を用いた知識ベースへのユーザの認識・知識状態の組み込み

我々は、ネットワーク構造とは独立にユーザの認識（興味）という観点に基づいて情報単位間を動的にたどる仕組みを実現するために、「ユーザの認識（興味）という観点から類似する」情報単位をグループ化し、それを介してネットワーク上の情報単位に新たな関連性を与える仕組みを導入している。[高野 96a] ここで、「ユーザの認識（興味）という観点」の理解が必要であるが、これを明示的に理解することは困難である。そこで、「ユーザが言及する」ことを「ユーザが認識している（興味を持っている）」ことであると考え。そして、ユーザの入力発話中の1つ情報断片に同時に照合されるネットワーク上の複数の情報単位は、ユーザの言及した内容に対応するという意味で類似すると考えられるので、これらの情報単位をグループ化し、「近傍概念群」と呼ぶことにする。このグループ化によって、対話の進行に伴ってネットワーク上にユーザの認識・興味の状態を組み込んでいくことができる。この近傍概念群による構造を既存のネットワークによる構造に結合させてノード間をたどることによって、近傍概念群に属するノードを介してもとのネットワーク構造上ではなかった新たな情報単位間の関連性を発

生させることができる。その関連性によってユーザの入力発話のイメージにより近い情報単位あるいはそれを見つけるための手がかりとなる情報単位にたどり着く可能性を持つ。実際前述の入力発話例1では、情報断片1cは6個の情報単位を含んだ近傍概念群を構成するが、この内訳は、アレルギーの分野に属する情報単位が2件、酒、科学物質・農業、マクロビティクス、農業の各1件づつの分野に属したものであり、本来のネットワーク上では全く離れた情報単位から構成されていることがわかる。

具体的には図1に示すように、ネットワークをたどる際に同一近傍概念群に属するノードを同一のノードと見なすことによって結合する。つまり、ノードAとノードBが同一の近傍概念群に属する場合、ノードAにたどり着くと、同時にノードBにもたどり着いたとみなし、次のノードはノードAと同様にノードBからもたどることを許す。つまり、X3からAにたどり着き、その後Bに移ってX6へたどることが可能となる。これによって、利用者が興味を持っている概念の周辺では利用者の興味という観点から類似した概念を介して、既存のネットワーク上ではつながっていないノードへの移動が可能となる。

図1. 近傍概念群を介したネットワークの結合



この仕組みを用いて発想の発散を狙ったたどり方をすることによって、ユーザが自分自身で検索条件を定式化する場合には検索されることのない発展性のある連想関係を抽出することができ、ユーザへの新たな発想の支援を可能にする。

### 3.4 ユーザの認識・興味の状態の管理

ユーザの認識・興味の状態は、各情報単位に対するユーザの認識・興味の強さの度合いで表す。

その度合いは各情報単位をユーザが言及した回数とシステムが応答発話の中で提示した回数の合計で表し、これを各ノードの活性値として保持する。ここでユーザが言及するとは、その情報単位がユーザの入力中の情報断片に対する照合概念となることとする。

## 4 ユーザの思考状態の分類とその推定方法

### 4.1 ユーザの思考状態の分類

Ellis [Ellis 89] は社会学者の情報検索活動が主として6つのカテゴリーに分類できると主張している。それは、開始、連鎖、ブラウジング、分別、追跡・監視、抽出である。一方、発想支援の研究では人間の思考状態をしばしば発散状態と収束状態に分類する。本研究では、ユーザの思考状態を新しい概念の導入、思考の発散状態、思考の収束状態の3種類に分類する。これは、ユーザが明確な目的を持たない場合には、その活動をあまり詳細に分類しても意味がないとの考えからである。ユーザは思いつきで新しい概念を導入し、発想の発散と収束を繰り返しながら焦点を絞っていくものとする。

### 4.2 思考状態の推定方法

後で述べるように、システムの応答はユーザの発想の収束を支援する情報と発散を支援する情報から構成する。そこで、ユーザの思考状態を、ユーザがシステムの提示した情報の中で、どちらのタイプの情報に多く言及したかによって推測する。具体的には直前のシステムの応答の中で、発散タイプの情報と収束タイプの応答それぞれと共有する自立語の総数を求め、多い方のタイプに対する状態であると推定する。そして、まったく共有する情報がない場合、新しい概念の導入状態であると推測する。

## 5 応答生成

### 5.1 提示する情報内容の導き方

ユーザの入力発話に対するシステムの応答は、先に述べたように、収束タイプと発散タイプの情報を組み合わせて構成する。1度にユーザが処理可能な情報量という観点から3個の言明から構成することにした。そして、システムが情報を提供するとは、情報単位間にリンクを張ってみせることであるという考えのもとに、1個の言明は開始ノード、通過ノード(ない場合もある)、到着ノードおよびその間の関係によって構成する。3タイプの応答を構成するために、3タイプの言明を以下のように手続的に定義する。

**位置づけタイプ** : ユーザが新たに導入した概念を先行対話の中に位置づける。  
直接あるいは近傍概念群を介してリンクされており、先行対話のなかで既に言及されているノードの中で最も活性値の高いノードを到着ノードとする。

**収束タイプ** : 直接あるいは近傍概念群を介してリンクされており、先行対話のなかでまだ言及されていないノードの中で最も活性値の高いノードを到着ノードとする。

**発散タイプ** : ユーザが既に認識している概念との関係を示す既知情報想起タイプと、認識していないあるいは興味を持っていない概念との関係を示す未知情報提示タイプに分かれる。

- まず、近傍概念群の中で最も活性値の低いまだ言及されていないノードに移り、そこから未言及の活性値が最大のノードをたどる。(既知情報想起タイプ)
- 直接あるいは近傍概念群を介してリンクされており、まだ言及されていない最も活性値の低いノードを到着ノードとする。(未知情報提示タイプ)

システムの応答は、ユーザの思考状態にあわせて、上記の言明を以下のように組み合わせて構成する。言明(1)の開始ノードがユーザの入力

発話に対する照合概念であり、以降は前の言明の到着ノードが開始ノードになる。

導入状態の場合：

- (1) 位置付けタイプ
- (2) 既知情報想起タイプ
- (3) 未知情報提示タイプ

収束状態の場合：

- (1) 既知情報想起タイプ
- (2) 収束タイプ
- (3) 収束タイプ

発散状態の場合：

- (1) 収束タイプ
- (2) 既知情報想起タイプ
- (3) 未知情報提示タイプ

## 5.2 応答発話の構成方法

応答発話は提示情報の関係毎に発話テンプレートを用意し、上記の方法で求めたタイプの情報単位を埋めていくという単純でごく初歩的な方法を用いている。以下に発話入力例1に対する応答発話を示す。[ ] で囲んだ中があてはめた情報単位である。【 】 で囲んだ中が近傍概念群内を移動する際に連想に使われた概念である。

- 位置付けタイプ  
さきほどの本 [食べ物で病気は治せる] の副題は [桜沢・大森の正食医学理論] です。
- 既知情報想起タイプ  
【自然食運動の理論】としては [自然食ってなんだろう、…レストランガイド他] という内容の本 [自然食] があります。
- 未知情報提示タイプ  
その著者は [大田竜] です。

## 6 実験結果の分析

現在実験は、環境に関する印刷物に寄せられた質問やお便りを編集した擬似入力発話を用いて行っている。入力発話例1の後続対話中の入力発話例2を用いて以下の議論を行う。

[入力発話例2]

情報断片 2a : 有機野菜が買える店のガイドが欲しい。

情報断片 2b : 玄米食など食生活の改善法をわかりやすく書いた本。

### 6.1 近傍概念群の効果と弊害

近傍概念群の効果としては、まず、自然言語の多様性を特別なシソーラスなどを用いずに処理できることである。例えば、無農薬、有機野菜、減農薬、低農薬など類似の用語はたくさんあり、実際にはある程度の定義はあるものの、それぞれが好みで用いている。人間であれば、それらを柔軟に解釈することができるが、計算機にさせるためには、従来の自然言語処理の多様性・多義性の問題となってしまう。ここでは、入力発話1で「農薬」ということばが出たことにより、それと同じ情報単位中で使われていたかなりの類似用語が近傍概念群に含まれることになり、それらをたどる可能性が生じている。実際、情報断片2a中の「有機野菜」を含む情報単位は2個しかない。しかし、そのうちの1個の中に「農薬」という表現が使われていることによって39個の情報単位があたかも「有機野菜」を含むかのように扱える。

次に、ユーザの言語使用や認識の特徴を漸進的に取り入れていくことができる。例えば、情報断片1cのなかで、「実践的」と「わかりやす(い)」を同時に使っており、この2語を共通とする近傍概念群が生成されている。このことから、片方のことばを用いた場合、もう1方の言葉を用いた情報をたどることも生じるようになる。必ずしも、的確に認識できるとは限らないが、情報探索のようなタスクの性質を考慮すると、有効に働く可能性のある機能だと考えられる。

また、我々人間がなにげなく行う連想処理を実現する可能性をもっている。例えば、情報断片

1bで「桜沢」を共通概念とする近傍概念群が生成されると、対話の過程で「桜沢」という名前がでてきたり、あるいはその名前を含んだ情報をたどった時、それをキーにして、連想機能を働かせて新しい情報に移っていくことができる。特に明示的にキーとして用いるのではなく、なにかの拍子に、「そう言えば…」というわれわれの連想機能実現する可能性があるように思う。

しかし、上記の3点は、過剰処理を行ってユーザを混乱させる危険と隣り合わせといえる。ただし、固いシステムの厳密な入力への要求に対する我々の負担に比べて、必要な情報の取捨選択を行う負担のほうが軽いのではないかと考えられる。

## 7 まとめ

従来の計画立案に基づく対話管理に対して、知識ベースに基づいて、まず提示情報を求めボトムアップに対話を組み立てる管理方法を提案した。今回、重点を置きながら議論できなかったのが、手法やシステムの評価方法である。先に述べたように客観的な評価が困難な機能を目指しているといえるが、いくつかの点についてはある程度の客観的な評価が可能である。例えば、対話として、ユーザに不自然さをあまり感じさせない程度に、一貫性や連結性がみたまされているか、という点である。我々はまず、この評価から手を付け、順次本質的な評価の議論に移りたいと考えている。

## 参考文献

- [Allen 83] Allen.J.F. : Recognizing intention from natural language utterances, in Cambridge MA : MIT Press(1983)
- [Oddy 77] R.N.Oddy, : Information Retrieval through Man-Machine Dialogue, Journal of Documentation, Vol.33, No.1, pp.1-14(1977)
- [高野 96a] 高野, 平井, 北橋, : ユーザの興味を考慮し発想支援を目指した応答生成手法について, 電子情報通信学会技術報告, Vol.96 No4.4, pp21-26(1996)

[Ellis 89] David Ellis, : A Behavioural Approach to Information Retrieval System Design, Journal of Documentation, Vol.45, No.3, pp171-212(1989)

[高野 96b] 高野, 平井, 北橋, : 発話間の意味的結束性のモデル化, 電子情報通信学会和論文誌D [2], Vol.J79-ZD-2 No.12, pp2146-2153(1996)