

知的対話機能の エキスパートシステムによる実現

中村 孝 小川 均 田村進一

(大阪大学 基礎工学部 情報工学科)

1. はじめに

最近、専門家の知識を実現・利用するエキスパートシステムなどの知的動作を行なう知識ベースシステムの構築が盛んに行なわれている。しかしこれらのシステムもユーザにとっての使いやすさからみるとまだまだであるといえる。使いやすい計算機システムの実現のためには良いマンマシンインタフェースが不可欠である。本論では、使いやすい計算機システムはユーザに対し知的に振る舞わなければならないとの立場から、エキスパートシステムの手法をマンマシンインタフェースに応用して知的対話機能を持たせる(知的インタフェースを実現する)ことについて考える。

マンマシンシステムが人間と同レベルの対話能力を持つために必要な能力として次の3つがある。[1]

- 1) ユーザの目標・要望・期待を、直接的・間接的のいずれでも検知する。
- 2) それらにもとづき矛盾なく推論を行なう。
- 3) 満足のいく応答を生成する。

これらの能力を実現する方法は、知的インタフェースを「対話の専門家」——対話行動についての知識と対象システムについての知識をもとに場面情報を利用し、適切な推論を行なってユーザと対象システムとの対話を仲介するシステム——ととらえ、エキスパートシステムとみなすことである。知的なマンマシンシステムはユーザの思考モデルを持つ必要がある[2]という立場からみると、ユーザの思考モデルを対話行動についての知識としてエキスパートシステムにより(模擬的に)実現し独立させたのが知的インタフェースだといえる。

本論では対話の手段としては自然言語を取り扱うこととし、音声・図形・画像は含めないとする。自然言語処理の分野でも文脈理解・談話理解・質問応答などの対話処理研究が進められている。[3][4]以下、知的インタフェースに必要な機能・機構について、対話の特徴、知的対話機能、場面情報の利用などの面から従来の対話処理研究の紹介を含めて議論し、知的インタフェースのモデル化を試みる。

2. 対話の特徴と知的対話機能

対話を取り扱う場合には一般の自然言語処理にくわえて対話独自の処理が必要となる。ユーザと計算機システムとの対話についてその特徴とどのような処理が必要か従来の研究

を考慮しつつ議論する。

(1) 大沢、米沢は対話の特徴を次のようにのべている。 [5]

- ① 対話をしている者双方が対話の流れをコントロールできる。
- ② 質問に対して間接的な答え方ができる。
- ③ 質問に対して省略した返答が行なえる。
- ④ 前の表現を受けて省略した表現が使える。
- ⑤ 代名詞などによる前方照応が行なえる。
- ⑥ ある程度決まった対話のパターンがある。

(2) Pollack らはユーザとエキスパートシステムとの対話を話し合い・交渉の過程 (negotiation process) ととらえ、その特徴を次のように述べている。 [1]

- ① ユーザは単に質問を出して受け身的に応答を受け取ることはほとんどなく、問題の定義や解決に積極的に参加する。
- ② ユーザと専門家とは用語・対象世界・解答の受け入れ基準などについて共通に理解するために状況を話し合う。

(3) 通常の対話において話者は次の原則に従い対話の目的・方向から要求される風に対話を運ぶ。 [6]

G r i c e の協調原理 (cooperative principle)

- ① 量 (情報の量に関するもの)
 - a. (その時点での目的に) 必要なだけ十分な情報を与えること。
 - b. 必要以上の情報をあたえないこと。
- ② 質 「真実を言うこと」
 - a. 偽と信ずることをいうな。
 - b. 十分な証拠のないことをいうな。
- ③ 関係
無関係なことをいうな。
- ④ 様態 「明白なれ」
 - a. 分かり難い表現を避ける。
 - b. あいまいさを避ける。
 - c. 簡潔に。(不必要に冗漫にならないこと)
 - d. 順序よく、等々。

(Joshi らはこの協調原理にもとづき対話相手が誤った推論をしないように適切な応答文を返すシステムについて述べている。 [7])

これらを参考にして以下の議論の前提となる対話の特徴とそれについての仮定などについてまとめると次のようになる。

1) 状況・場面に応じた処理

話者はその時点での状況・場面に応じて発話を生成し理解する。

対話の流れ、文脈の上でどういう状況・場面であるかが問題となる。

一般の自然言語処理と同様、文脈処理（照応関係同定、省略の補完、あいまいさの除去 etc.）が必要である。

2) 対話の目的

話者は普通は特定の目的を持って対話に参加する。

ひとりごとや目的のないおしゃべりについては考えない。

話者の目的や意図の検知が問題となる。

3) 協調的態度

話者は相手の意図にそうように考え、行動すると仮定する。

共に協調原理に従い協調的応答を返すよう努力する。

4) 対話の流れ

対話の流れ・パターンがある程度定まっており、その流れにそって対話が進行する。

「流れ」は状況・場面の变化であるが、この変化も状況・場面に依存する。

この流れ・パターンのコントロールを「対話制御」と呼ぶことにする。

重要なのは意図の検知、文脈処理、協調的応答、対話制御などの対話に関する処理はすべてその時点での状況・場面に依存するということである。同じ発話であってもその解釈理解は発話がなされた時点の環境に左右される。知的インタフェースは対話の中でどういう状況・場面であるかという情報（場面情報）を持ち、それを利用して適切な発話理解、応答生成を行なう。もちろん場面情報を利用した処理（協調的応答や対話制御さらには場面情報そのものの構築など）は対話行動や対象システムについての知識をもとに行なわれる。（図1）この場面情報を利用した処理が知的対話機能の鍵となる。

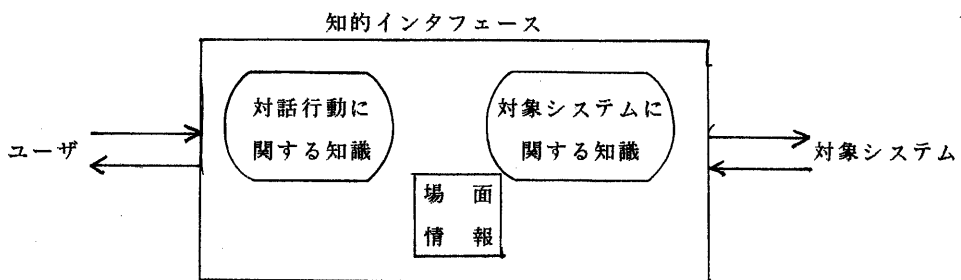


図1. 知的インタフェースの構成要素

3. 場面情報とその利用

2. で述べたように知的対話機能のポイントは場面情報の利用である。どのような場面情報をいかに得ていかに利用するかが問題となる。本章では場面情報の記述方法およびその利用法について議論する。

3. 1 場面情報の記述

対話の中で状況・場面を表わす方法として次の2つの立場が考えられる。

- ① 決められた台本上の一点として場面を記述する。

(スクリプト、シナリオ、状況オブジェクト [3] etc.)

あらかじめ場面変化を台本として記述しておき台本上の位置で場面を表わす。

場面ごとの情報はそれぞれ台本の所定の位置に書かれる。

- ② 個々の状況記述の集積として場面を記述する。

(場の情報と文脈情報果積 [8]、中期記憶 [9] [10]、社会的状況変数 [10]、
話題ベース [11] etc.)

その状況・場면을構成するすべての情報・記述を集めることにより場면을記述する。

その時点における情報だけでなくそれまでにおこったことも含めて考える。

本論では以下②の立場をとり、場面情報といった場合には状況記述の集積を示すことにする。②のほうが記述は困難であろうがより一般的だと考えるからである。

場面情報の内容すなわち状況記述にはどれだけのものが必要だろうか。まず文献[8] - [11] で提案されている記述の内容について紹介する。

- ・ [8] 場の情報…話題・話者同士の共通知識に対応、時間的経過を反映。

文脈情報果積…談話の構造。

「場という前提に文意味情報を作用させると文脈情報が更新される」

- ・ [9] 中期記憶…今話題になっている談話の内容を理解し蓄積するためのメモリー。

explicit部…談話で直接言及された事実を記憶。

implicit部…常識を用いるなどして推論した結果を記憶。

- ・ [10] 中期記憶…場面的変位、話者の言ったこと、したこと、感じの蓄積。

社会的状況変数・現場面…参加者、目的、場面、相互作用、道具、方言、

目標水準、会話事象、会話基調 etc.

- ・ [11] 話題ベース…話題となっている時間、日、期間、人、行事

ユーザの要求事項、話題の焦点

[8] - [10] は概念的なものは述べているが、具体的な記述内容や方法については述べていない。[11] は実際のシステム（秘書システム：会議のスケジューリングなどを行なう）に使われているが、処理対象をごく小さく限ることにより成功しており記述内容はそれほど一般的ではないと考えられる。（実際にはある程度分野を限らないとシステムは実現できないだろうが、...）

次節ではここで紹介した例を参考にして場面情報をいかに利用するかを考えてみるにより場面情報の記述を明確にすることを試みる。

3. 2 場面情報の利用

場面情報を利用した処理として①対話制御、②協調的応答、③場面情報の構築について

考える。

3. 2. 1 対話制御

対話制御とは対話の流れ・パターンを話者がコントロールすることである。ユーザ側の対話制御の試みを検知することは場面情報構築時に問題となる。インタフェース側の対話制御は話題を限定するなどして対話の流れ・パターンについてあらかじめ分かっている場合には可能である。パターンの特徴にもとづき流れの中を遷移するようなルールをかいっておけばよい。いずれにしても現在どういう場面かをはっきりと記述しておく必要がある。

3. 2. 2 協調的応答

協調的応答とは相手の意をくみとった「親切的な」応答である。例えば質問応答において、必ずしもユーザの質問に直接的に答えることが親切だとは限らない。ときには間接的な応答や情報を付加した応答により質問者の必要を満たしたり応答をより有益にすることが必要である。ユーザの本当の意図は何かということと、その場面においてどんな応答が適切かということが問題となる。

3. 2. 3 場面情報の構築

対話制御にしても協調的応答にしても場面情報が明確に記述されていることが処理の前提となるので、結局問題は必要な場面情報をいかに構築するかということになる。場面情報を構築するためにも場面情報そのものが必要である。その時点での場面情報をもとにユーザからの入力解釈され、場面情報が更新される。まず構文・意味・文脈解析により入力文の意味表現を得る。対話の履歴を取るために意味表現は対話の進行とともに系列として残される。その意味表現の系列をもとに推論して主題や焦点の抽出、話者の態度や意図の検知などを行なう。これらは得られた結果が場面情報の内容と異なっているならその記述が更新される。

最も重要な場面情報はユーザの意図（目標・要望・期待）だと考えられる。ユーザからの入力文の意味表現からその意図を抽出する処理の手法が決まればその処理に必要な場面情報を決定できるはずである。

構文・意味・文脈解析については現在盛んに研究されている分野であり、解析手法もいろいろと提案されているが、それ以後の処理についてはいまだに手法としてまとまったものはない。話題を限定して可能性の数を少なくした場合には個々の場合についてルールとして処理方法を書いておくことにより処理できる。

4. 知的対話機能の実現手法

知的対話機能をエキスパートシステムとして実現する手法・機構について考える。場面情報を利用できることから、場面情報をデータ（もしくは作業記憶：WMの一部）にとらえ、対話行動や対象システムに関する知識をルールとするルールベースシステムで実現できる。さらに処理が場面に依存することから、知識を場面ごとにルール群としてモジュール化し、メタルールによって適用するルール群を制御することができればなお効率的であ

ろう。

4. 1 知的インタフェースに必要なルール

知的インタフェースをルールベースシステムで実現する場合、どのようなルールが必要か対話例にもとづき考える。例として建築法規についての質問応答システムをとりあげる。

例えば次のような対話について考える。(U: ユーザ、C: 計算機システム)

- (1) U: 建物の設計値をチェックしたい
- (2) C: どのような項目についてですか?
- (3) U: 階段の幅
- (4) C: どのような階段ですか?
- (5) U: 小学校の児童用
- (6) C: 階段・踊り場の幅は140cm以上必要です
- (7) U: 蹴上げ?
- (8) C: 16cm以下です
- (9) U: 踏み面は25cmで大丈夫か?
- (10) C: いいえ、26cm以上必要です

(1)から(5)までの対話でユーザの意図(情報の要求というような高レベルのものから、設計値のチェックである、小学校の児童用階段の幅を知りたい、という低レベルのものまで)を含めた場面情報が確定し(6)で応答が与えられる。(7)(9)はその場面情報をもとに同じ対象の別な項目に対する情報要求だと解釈され、それぞれ応答が返される。起動されるルールは次のようなものであろう。

(1)から(10)全体に共通なもの

- ・ if 処理に必要な場面情報がそろっていない
場面情報を更新する推論が行なえる
then 場面情報を推論により更新する
- ・ if 処理に必要な場面情報がそろっていない
場面情報を更新する推論が行なえない
then ユーザへの質問により必要な場面情報を得る
- ・ if 入力の意味表現が完成していない
文脈解析による意味表現の補完が可能
then 意味表現の補完を行なう

特に(7) - (8)、(9) - (10)についてはそれぞれ

- ・ if 入力の意味表現が質問として完全でない
ユーザが直前に質問を発している
then ユーザは直前の質問と同様なことをべつの項目について求めている
- ・ if 質問に対する対象システムの直接的応答が'いいえ'である

応答に適切な情報付加を行なえる

then 適切な情報付加を行なった間接的な応答を返す
が起動される。

別な例についてみると

(11) U: 高校の生徒用階段について寸法を知りたい

(12) C: 階段各部における寸法・形状の規定は次のとおりです

階段・踊り場の幅 … 140 cm 以上

蹴上げ … 18 cm 以下

踏み面 … 26 cm 以上

踊り場を設けなくてよい高さ … 3 m 以下

(13) U: 蹴上げ?

(14) C: 蹴上げとは階段の段差、一段あたりの高さのことです

(13)は入力としては (7)と同じであるが、場面・状況が違うため反応も変わる。起動されるルールは今度は

・ if ユーザの質問が以前の応答のなかの項目についてである

then ユーザはその項目の定義・意味を求めている

となる。

4. 2 メタルールの利用

場面情報をルールベースシステムで利用する方法としては、場面情報をデータとしてとらえそのパターンによってルールを起動してデータを操作すればよい。しかしそれだけではあまり効率が良いとはいえない。なぜなら①場面を検知するためのルールの起動パターン(条件部)が非常に大きなものになる②ルールの数が多くなるとその探索効率が問題となる、からである。これらを解決するためにルールをモジュール化することが考えられる。[12]これによりある範囲の場面で有効なルールをルール群としてモジュール化し、場面の変化に対してはメタルールがルール群を切り替えることにより対応することができる。ルールに明示されている場合や現在起動されているルール群内のルールでは処理できない場合にメタルールが起動されルール群の切り替えが行なわれる。

メタルールは場面への対応だけでなく、一定の処理手順を実現するのにも利用できる。まず最初に文脈処理を行なうなど処理の手順がはっきりしている場合それぞれの処理ごとにルール群をまとめておき順番に適用していく。処理手順・場面对応に対応してメタルール・ルールが階層的に構成される場合もある。

5. まとめ

エキスパートシステムの手法を用いて実現するという立場から知的インタフェースのモデル化を試みた。場面情報を重視して知的インタフェースを対話行動と対象システムについての知識を持った対話の専門家ととらえてみた。まだ具体的なシステムが実現されてい

ないことからおおまかな枠組みを述べるにとどまっているが、プロトタイプの実現などを
含めて今後も考察を進めていく予定である。

参考文献

- [1] M.E.Pollack, J.Hirschberg and B.Webber : User Participation in the Reasoning Processes of Expert Systems , Proc.AAAI-82 pp.358-361 (1982)
- [2] 諏訪, 石川, 大表, 田村, 中島, 仁木, 久野: マンマシンシステムへの思考モデルの導入, 第28回情報処理学会全国大会講演論文集pp.1079-1080 (1984)
- [3] 西田: 対話の計算機モデル(サーベイ),
「対話行動の認知科学的研究」研究会資料pp.146-160 (1984)
- [4] テナント著, 森他訳: 自然言語処理入門-第7章談話-, pp.231-256 (1984)
- [5] 大沢, 米沢: オブジェクト指向方式による対話理解システム,
情報処理学会自然言語処理研究会資料44-7 (1984)
- [6] 太田: 否定の意味-意味論序説-, p184 (1980)
- [7] A.Joshi, B.Webber and R.M.Weischedel : Living up to Expectations: Computing Expert Responses , Proc.AAAI-84 pp.169-175 (1984)
- [8] 野村, 島津, 飯田: 機械翻訳への知能处理的アプローチ
情報処理学会自然言語処理研究会資料30-5 (1980)
- [9] 田中: 談話のモデル
長尾編「言語の機械処理」pp.184-193 (1984)
- [10] 堀: 対話モデルの構築に向かって,
特定研「言語」「対話構造の言語心理学的モデルの開発」研究報告書 (1980)
- [11] 東田, 和佐野, 森原: Prologを用いた秘書エキスパートシステム,
情報処理学会知識工学と人工知能研究会資料35-5 (1984)
- [12] H.Ogawa, K.S.Fu and J.T.P.Yao: Knowledge Representation and Inference Control of SPERIL- II; Proc. of the 1984 Annual Conference of ACM pp.42-49 (1984)