

## 第2章 音声対話インタフェースにおける 発話権管理

### 2.1 はじめに

相互作用性の高い音声対話インタフェースにおいて、ユーザが自らの思考を妨げられることなく発話できることが望まれる。このためには、心に思い浮かびくる事柄を自由に発話できることが必要である。このために、インタフェースは、ユーザに対し、話題展開の自由、発話表現の自由、発話タイミングの自由の三つの自由を保証すべきであると考えられる。話題展開の自由とは、ユーザが自らの発想で、自由な話題について発話でき、また自由な方向にその話題を展開できることを言う。発話表現の自由とは、一つの事柄を伝えるために必要な表現を妨げられず、自らが発想した自由な表現を使用できることを言う。発話タイミングの自由とは、ユーザが自由なタイミングで発話できることを言う。

話題展開の自由と発話表現の自由に関しては、これまで言語処理あるいは音声処理の立場で、さまざまな研究がなされてきた。しかしながら発話タイミングの自由に関しては、文字言語ではタイミングの概念を扱えないこと、また音声言語では、研究の機が熟していなかったことなどの理由で、これまでほとんど検討されていなかった。従来の発話タイミングを拘束した音声対話システムのデモが、一種独特の不自然さを感じさせるのに対して、人間同士の自然な対話には、必ず多くのタイミングにかかわる言い換え、言い淀みなどが生じる [15] と共に、頻繁な割り込みがある [16]。発話タイミングが自由になって初めて、対話にはリズムが生じ、自然なものになると考えられ、発話のタイミングを拘束された場合、ユーザは不自然なリズムの中で自由な思考までもが損なわれる恐れが生じる。そこで本研究ではこの発話タイミングの自由性に焦点を当て、これをユーザに保証するために必要とされる枠組について検討すると共に、タイミングの自由を保証することの効果について検討することとする。

自由なタイミングでの発話を許すためには、発話権(発話の番、turn)の管理が重要な問題となる [8]。一般的に、複数の話者による対話において、参加者の間である程度秩序をもって発話のやりとりが行われる場合には、聞き手は意識的にせよ無意識的にせよ、話し手の発話内容や動作から自分が発話権を有するのか否かを判断しているものと考えられる [9]。発話権を管理するためには、発話権の所在を示すかぎとなる現象を対話中に求めることになる。小坂は、発話権の所在を高速に推定するには発話のパワーパターンが有効であることを報告し、ペトリネットによって記述された発話権移動規則から導かれる隠れマルコフモデルを用いて、発話権の管理を行う手法を提案している [17]。本研究では発話の表層に現れる表現によって発話権の所在を推定するモデルを提案する。

また、発話タイミングが自由な場合、割り込みが頻繁に生じることになるが、ここで割り込まれた後の発話計画の修正が大きな問題となる。従来、発話の計画問題を扱った多くの研究では発話計画の単位として文を採用していた。システムが割り込みを受け付けられない場合には、文を単位として発話計画をすることは何ら問題はないが、システムが割り込みに応じる場合には、システムが計画した発話(すなわち伝えようとしたこと)と実際にユーザが受聴した発話(すなわち伝わったであろうこと)との間に差異が生じ、これが原因となってさまざまな問題を生じる。これまでも、割り込みを扱ったさまざまな研究がある [18][19] が、これら従来の研究では、システムの発話のうち、ユーザがどの部分を受聴したかには注意を払っていない。すなわち、システムが計画した発話はすべてユーザに理解されていると仮定されている。しかし、この仮定が常に成立しないことは明らかであり、インタフェースとしてユーザの割り込みに応じるからには、計画発話とユーザ受聴発話の差異を最小限に抑えるための枠組みが要求される。ここでは、システムが発話する文を、前提条件の提示/具体例の提示/など、部分部分の役割に応じて区切り、これらを発話計画単位として設定し、これらの切れ目において割り込みの有無を判断しながら対話を進める方法を提案する。

以下、2.2では、ユーザの割り込み、あいづちと発話権の移動の関係について対話コーパスを分析し、これに基づいた発話権管理方式を提案する。2.3では2.2で提案したモデルをシステム上に実現する。2.4では実際に製作したシステムを用いて、割り込みへの対処方法を評価する。また、ユーザへの影響について、対人間との比較により考察する。

## 2.2 音声対話 I/F における割り込み

### 2.2.1 対話における割り込みとあいづち

発話タイミングを自由にした対話においては、聞き手は、話し手の発話中に頻繁に発話を重ねることが知られている。この現象の問題点を整理する観点から、模擬対話を収集したのち、書き起こしテキストを作成し分析を行った。ドメインはカーナビゲーションを想定した道案内である。ユーザ役の話者は、あらかじめ目的地を決めておいて、現在地からそこまでの数ある経路の中から、システム役との対話を通じて好みのものを一つ決めるタスクである。収集・分析したコーパスは、話者数 20 名、対話数 40、ユーザ役の発話数 211、単語数 332 の規模である。対話例を表 2.1 に示す。

表 2.1: 対話コーパスの対話例

S1:	[えと] 第三京浜に乗るのに、[えと] 環八にでなければいけないんですけども、環八にでるのには [ええ] 20 号と 246 とがありますが [ええ] どっちがいいですか。
U1:	246、お願いします。
S2:	[え] 246 ですね。[え] [じゃあ] 246 に乗るのに、[ま] 明治通りと山手通りを使うと。あるいは環七を使って [え] [たまたま] 246 に出るっていう方法がありますけれども、どれにしますか。
U2:	[ええ] [どれがいち] [ああ] どれが一番すいていますか。
S3:	[えと] 一番すいているのは [え] 山手通りです。
U3:	[ええ] では、山手通り {はい} お願いします。
S4:	[え] [じゃ] 山手通りにでるのに、早稲田通り、と、あるいは青梅街道がありますけれども、どっちがいいですか。
U4:	時間がかからないのなら早稲田通り {はい} を。
S5:	[えと] 早稲田通りを使って {ええ} 山手通りに出て、{ええ} 山手通りを使って [たまたま] [あ] 246 にでて 246 から環八に出るという方法ならば、[え] [まあ] 時間は早いですけどそれでよろしいですか。
U5:	よろしいです。

(注 1) [] 内は不要語、{} 内は重複した聞き手の発話を示す。

(注 2) S はシステム、U はユーザを示す。

表 2.2 に、典型的な発話の重なる例を示す。この例のように、聞き手が話し手の発話の最中に発話を重ねる現象には、相手の発話を遮って自らが発話権 (番) をとろうとする

## 第 2. 音声対話インタフェースにおける発話権管理 2.2. 音声対話 I/F における割り込み

「割り込み」と、軽い同意などを表すのみで、相手の発話を遮る意志がない「あいづち」とがある。また、話し手は割り込みを受けた際、発話を中断して発話権を渡す場合もあれば、継続して発話権を維持する場合もある。

表 2.2: 対話コーパス中の対話現象の例と頻度

---

---

(1) 割り込み (13 (6.2%))
(i) S が発話を中断した場合 (4(1.9%))
例) S: 甲州街道には早稲田通りで山手通りに*出て、
U: *ええと、やっぱり甲州街道やめます。
(ii) S が発話を継続した場合 (9(4.2%))
例) S: 環八に行くには甲州街道と 2 4 6 があります*が、甲州街道の方が早
いですが
U: *ええと、甲州街道がいいです。
(2) あいづち (53 (25.1%))
例) S: 玉川インターに行くのに*どの道がいいですか。
U: *ええ。

---

(注 1) 出現頻度は各現象の右の () 内に示し、さらにそのユーザ役の全発話に対する割合を () 内に示した。

(注 2) 発話内の\*は発話が重複し始めた場所を示す。

(注 3) S はシステム、U はユーザを示す。

### 2.2.2 発話権の管理

前節のように発話を重ねられた場合、システムは発話権の所在を確認し、その移動・維持を制御しなければならない。ここで考慮すべき発話権の移動・維持の形態としては表 2.3 のようなものが考えられる。実際の発話権のやりとりの様子を図 2.1 に示す。

対話の参加者は発話権の移動・維持に関してさまざまな思惑をもって、さまざまな行為をしている。これらの意志表示は移動・維持の形態に応じて、特有の形で対話に現れる。これらを適切にとらえることが、発話権の所在の確認に重要である。前述のコーパスには、発話権の移動あるいは維持に関する発話者の意志は次のような情報として読みとれた。

表 2.3: 発話権情報の分類

発話権の獲得	UはSの発話中にSから発話権を奪おうとする。
発話権の譲渡	Uは自分にある発話権をSに譲ろうとする。
発話権の承認	UはSが現在Sにある発話権を維持することは認めようとする。
発話権の維持	Uは自分にある発話権を維持しようとする。
対話の終了	Uは発話権をSに与えずに対話を終了しようとする。

(注) Sはシステム、Uはユーザを示す。

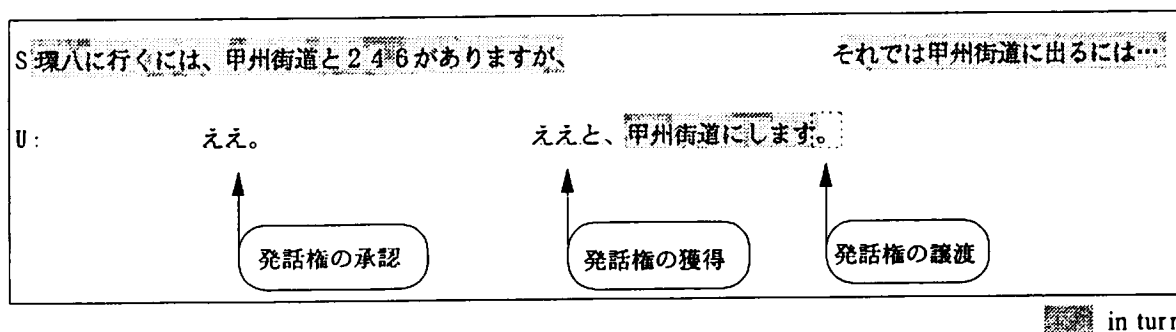


図 2.1: 実際の対話における発話権のやりとりの例

(1) 発話権の獲得の情報

話し手の発話権を聞き手が奪おうとすることであり、割り込みがそれにあたる。割り込みはナビゲーションタスクの対話コーパス注に 13 例あった。このうち約半数にあたる 6 例で「えと」「じゃあ」「あ」のような間投表現 (調整的表現) を発話冒頭において、発話権を奪おうとしていた。これらは飯田らが報告している発話の開始符号 [20] と同一の現象である。残る例は表層に現れる表現は特になく、強引に発話をかぶせることにより発話権を獲得している。そのほか、ここでは分析されなかったが、アイコンタクトなどの言語外情報によるものも考えられる。

(2) 発話権の譲渡の情報

## 第 2. 音声対話インタフェースにおける発話権管理 2.2. 音声対話 I/Fにおける割り込み

話し手が発話権を聞き手に譲り渡すことである。システム役は、ユーザ役の発話 211 発話中 140 発話で相手が言い終わるのを待っていた。つまり、ポーズが発話の多くで終了の合図となっている。

### (3) 発話権の承認の情報

あいづちによって、話し手が継続して発話権を維持することを聞き手が促すことである。

なお、あいづちの表現は固定的であり、内訳は 47 発話中「はい」34 発話、「ええ」10 発話、その他「え」「あ」「ん」が 1 発話ずつである。

### (4) 発話権の維持の情報

自分が保持している発話権を相手に渡さないことである。

割り込みをかけられても、発話権を渡していない例が少数見られる。これは、発話内容の重要度が高かったなどの理由で、発話権を奪われまいとしたものと想像するが、このときの話し手の意識がどのような現象として対話に現れたか h、書き起こしの際に無視され、現段階では確認できない、早口で発話したり強い調子で発話するといったことが予想できるが、今後検討が必要である。

### (5) 対話の終了の情報

発話権をどちらの参加者にも移動しないように対話を終了させるための合図となる発話をするをいう。例えば、ナビゲーション対話の場合では、「はい、そうしましょう」「わかりました」などがある。この際、発話権はどちらの参加者にも移動しない。

以上の発話権移動・保持の形態とそれを意図した行為を利用してシステムが発話権を管理する場合、次のような方式により発話権を管理することにする。

[発話権管理方式] システムが聞き手の立場である場合は、ユーザの一定時間以上のポーズまで発話を聞く。システムが話し手の立場である場合は、ユーザが発話(主に間投表現で始まる)をした場合には、それがあいづちであるかどうかを判断し、あいづちである場

## 第 2. 音声対話インタフェースにおける発話権管理 2.2. 音声対話 I/F における割り込み

合は発話を継続する。あいづちでない場合には発話の重要性を考え、重要な場合は声を大きくして発話を続ける。重要度が低い場合は発話を中断し、発話権を相手に渡す。

### 2.2.3 ユーザ受聴発話と発話計画の単位

ユーザの割り込みに対し、中断をもってシステムが答えた場合、最も問題となるのは、システムが計画した発話とユーザが聞き取った発話(ここではユーザ受聴発話と呼ぶ)とのずれである。

表 2.4: システム計画発話とユーザ受聴発話のずれ

例)	
S:	20号に行くには明治通りと山手通りがあります*が、
U:	*ええと、どちらが早いですか。
S 計画発話	20号に行くには明治通りと山手通りがありますが、山手通りの方が早いのですがそれでいいですか。
S 発話	20号に行くには明治通りと山手通りがありますが、
U 受聴発話	20号に行くには明治通りと山手通りがありますが、

(注1) Sはシステム、Uはユーザを示す。

(注2) \*は発話の重複が始まる場所を示す。

表 2.4 の例において、システムは「20号に行くには明治通りと山手通りがありますが、山手通りの方が早いのですが、どちらにしますか」という発話を計画していたと仮定する。このとき、ユーザが「山手通りがあります」のタイミングで割り込んだとすると、山手通りの方が早いことはユーザに伝わっていないのだから、以降、このことをユーザが知っていることを前提として発話を計画したのは混乱を来す。かといって、少なくとも、明治通りと山手通りが候補としてあることは伝わったはずであるから、このことは知っているものとして以後の発話計画を立てなければ対話はちぐはぐなものとなる。

このずれの問題を防ぐためには、システムはユーザが発話を受け取ったか否かを判断する適切な単位を設定し、この単位を基に発話を計画しなければならない。この発話計画の単位としては、先の例に示したように文のような長い単位では機能しないことが明らかであるが、あまり細かい単位でとらえるのも無意味である。例えばユーザ受聴発話が「山手通りが」であるか「山手通り」であるかは多くの場合問題にならない。

## 第 2. 音声対話インタフェースにおける発話権管理 2.3. 発話権管理を行う実験システム

そこでここでは、このシステム発話の文を、前提条件の提示/具体例の提示/プロンプティングなどその部分が伝えるべき情報は何かという役割に応じて区切りを定め、これらを単位として発話計画を行うことにする。

### 2.3 発話権管理を行う実験システム

本章では、発話権管理の規則により発話タイミングを自由にするための効果を調べるための実験システムの構成を説明する。

#### 2.3.1 各部の機能

前章に述べた発話権管理の方式の効果を調べるために、実験システムを製作し、音声対話実験を行った。まず、システムの全体の構成を図 2.2 に示す。

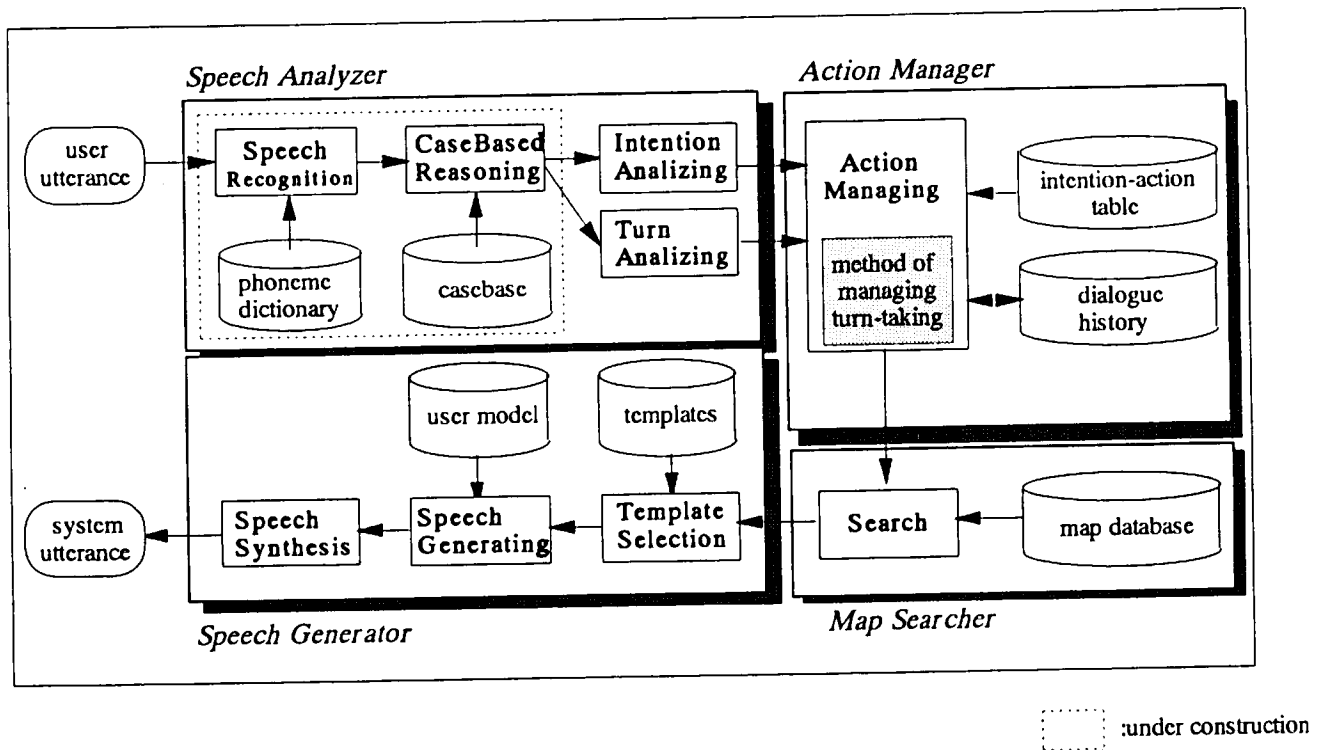


図 2.2: 音声対話インタフェースの全体構成

システムが行う地図データベース検索の部分とそれ以外の音声対話インタフェース部分とを分離し、更に発話生成のプロセスを管理するために発話理解のプロセスと発話生成の



## 第2章 音声対話インタフェースにおける発話権管理 2.3. 発話権管理を行う実験システム

プロセスを並列に処理できる構成にした。これらのブロックとそれぞれの動作を管理する動作管理部は以下のような機能をもつ。

### [発話解析部]

発話を解析した結果、発話権情報のほか、発話意図を得る。発話意図解析はさまざまな手法が提案されており [21]、音声対話システムに利用されている [22][23]。ここでは、音声情報からシステムの内部表現である意図に落す方式を仮定する。発話意図の形態としては、動作管理部が地図検索や発話生成を管理するために必要な情報をもつものとする。

ただし、音声認識は現時点でリアルタイム処理が困難なため、Wizard of Oz 手法 [24] を用いる。つまり、システムの裏にいる操作者が、被験者の発話意図、発話権情報をあらかじめ用意されたパネルからマウスで入力し、それを発話解析部の出力結果とする。

発話権情報は、表 2.3 に示したもののうち、割り込みの対処に必要な、「発話権の獲得」「発話権の譲渡」「発話権の承認」を用いる。

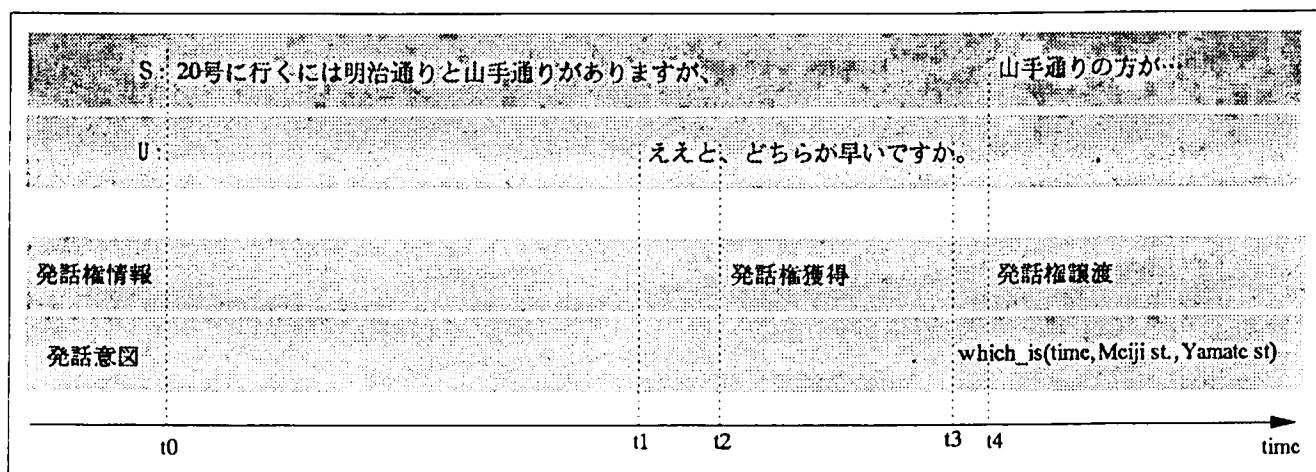


図 2.3: ユーザの発話意図と発話権情報解析のタイミング

ここで、発話意図と発話権情報が解析され、動作管理部に送信されるタイミングの例を

## 第 2. 音声対話インタフェースにおける発話権管理 2.3. 発話権管理を行う実験システム

図 2.3 に示す。「ええと、どちらが早いですか」というユーザの発話に対して、発話意図としては「どちらが早いですか」に対応する "which\_is(time, Meiji st., Yamate st.)" が、発話権情報としては、「ええと」という間投表現より「発話権の獲得」が、操作手により発話後すぐに入力される。このことは、リアルタイム処理により、時刻  $t_3$  の時点で発話意図が解析され、時刻  $t_2$  の時点で発話権情報が解析されるという仮定に相当する。

### [動作管理部]

発話解析部から入力される発話意図と発話権情報を判断し、各部のプロセスを制御する。管理部の管理機構に関しては、次節に動作例と共に詳細に述べる。

### [地図検索部]

システムの問題解決部にあたる。地図データに対して、基本的な道案内の機能を果たすことができる地図検索を行う。地図データには道路名、場所、距離、混雑度といった道路の属性が記述されている。

### [発話生成部]

道案内のような説明発話は定型的であることから、システム発話として定型を用意する。動作管理部から送信された発話定型の識別子 (ID) に相当する定型を選択する。ここで、定型は例えば図 2.4 に示すように  $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$ 、 $p_4$ 、 $p_5$  の五つの部分に分割される。この分割方法は、道案内を行う際に伝えるべき情報を最小に区切ることに基づいている。これらの各部分が分割して発話され、発話中にユーザから割り込みがなければユーザ受聴発話としてユーザモデルに記録される。更に、発話後も割り込みがなければ同じ定型が選択され、ユーザモデルに記録されていない部分の発話を行う。

例えば、図 2.3 のような割り込みの場合も、ユーザ受聴発話として図 2.4 の " $p_1$ "、" $p_2$ "、" $p_3$ " をユーザモデルに記録しておけば、「20号に行くには明治通りと山手通りが」までの発話しか受聴されていないと判断できるため、ユーザ発話を矛盾なく理解できる。

route_select(goal,route1,route2)	
「goalに行くにはroute1とroute2がありますがどちらにしますか」	
p1	「goalに行くには」
p2	「route1と」
p3	「route2が」
p4	「ありますが」
p5	「どちらにしますか」

図 2.4: システム発話定型の例

### 2.3.2 動作管理部における各プロセスの制御

動作管理部において、発話解析、地図検索、発話生成の各プロセスを制御する方法を表 2.5 に示す。これは、発話解析部からの 2 種類の出力に対応して次のような動作を管理する。

#### (1) 発話意図

地図の検索、確認の要求などシステムの応答に関する意図が発話解析部から出力される。これに基づいて、動作管理部は応答の方法を決める。

例えば、図 2.5 に示すように、“which\_is(time, Meiji-st, Yamate-st)” という意図を発話解析部から送信された場合には、意図動作変換テーブルと対話履歴情報参照により、地図検索プロセスを起動し、“which\_fast” コマンドの ID を送信する。地図検索部において検索結果が得られ、結果を送信された後、今度は発話生成プロセスを起動して、地図検索結果およびシステム発話定型“compare\_route” の ID を送る。また、システムの発話定型およびユーザの発話意図は対話履歴情報に記録される。

表 2.5: 動作管理部における各プロセスの制御方法

プロセス	起動時期	終了時期
発話解析	対話開始前に起動し、常に動かす。	入力発話の意図と発話権情報の解析終了時。解析結果は動作管理部に送信。
地図検索	発話解析部から地図検索を要求する意図が送信された際に起動する。	地図検索が終了時。検索結果は動作管理部に送信。
発話生成	地図検索部から結果が得られた際に、もしくは確認を行う際に起動する。	発話生成終了時または発話解析部より発話権獲得の情報が送信された時。

## (2) 発話権情報

2.2.2 に述べた発話権管理方式により、発話権解析部より発話権情報として「発話権の獲得」が送信された場合、発話生成プロセスを中断する。その際、送信された時刻が発話中であれば、発話された発話内容は、ユーザ受聴発話とはせず、時刻が発話後であれば、ユーザ受聴発話としてユーザモデルに記録される。

「発話権の譲渡」が送信された場合には、そこまでの対話履歴情報と意図動作変換テーブルから発話定型を決定し、起動した発話生成プロセスにその定型の ID を送信する。また、「発話権の承認」が入力された場合には現在動作中の発話生成プロセスを継続する。

## 2.4 発話権管理方式の評価実験結果

ここでは、音声対話インタフェースに提案した発話権管理方式を用いて、ユーザの割り込みに対処し、ユーザに自由なタイミングで発話することを許し、それによってユーザにどのような影響を与えるかを調べる実験の結果について述べる。

まず、システムがユーザの割り込みを受け付けることにより、対話時間が短くなりインタフェースとしての効率が上がることが予想される。また、ユーザは割り込みやあいづちを自由にできることにより、ユーザにとっての発話タイミングが自由になり、自発的な発話が可能になることが予想される。ここで、対話時間と発話の自発性は実際には関連して

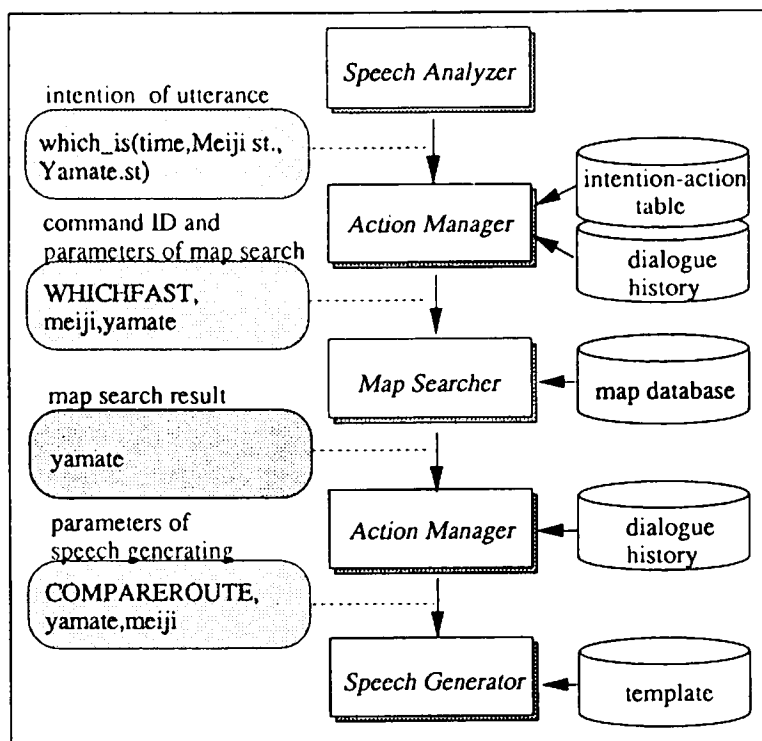


図 2.5: システムの動作例

現れると考えられる。従って、対話時間に関しては同じ対話内容に対して割り込みをさせることにし、対話の自発性に関しては自由に対話させることにして、それぞれ発話権管理方式を適用する場合と適用しない場合の二つの方針で比較した。

以下に、二つの実験方法と発話権管理方式の評価およびユーザへの影響について述べる。

### 2.4.1 実験方法

#### [実験 1] 対話時間の比較

被験者に、対話の動機を与える状況設定を与え、あらかじめ決めた場所と内容で割り込み発話を行わせる。被験者にとっては同じ条件で2回の対話を行い、最初は発話権管理方式を適用していないシステムが割り込みを受け付けず、次は発話権管理方式を適用したシステムが割り込みを受け付けるというようにシステムの方針を変える。なお、設定した割り込みの位置と内容は表 2.6 に示すものである。

#### [実験 2] 発話の自発性の比較

被験者に実験 1 と同じ状況設定を与えるが、ここでは、あらかじめ発話権内容にタイミ

表 2.6: 実験 1 で設定したユーザ割り込み位置と内容

S1:	環八に行くには、青梅街道と早稲田通りがありますが、どちらがいいですか。
U1:	青梅街道がいいです。
S2:	青梅街道に行くには、山手通りと明治通りが*ありますが、どちらがいいですか。
U2:	*あ、どちらがすいていますか。
S3:	山手通りの方が、明治通りよりすいています。
U3:	じゃあ、山手通りにします。
S4:	山手通りに行くには、早稲田通りでいいですか。
U4:	はい。
S5:	では、最初から言うと、早稲田通りから山手通りに出て、*山手通りから青梅街道に出て、青梅街道から環八に出るという方法でいいですね。
U5:	*あの、やっぱりいいです。

(注 1) 表中、\*は発話の重複が始まる場所を示す。

(注 2) S はシステム、U はユーザを示す。

ングは定めない。つまり、被験者には自由に発話させることにし、システムは実験 1 と同様に二つの方針で対話を行う。

各実験を、10 人の被験者に対して 2 度ずつ行い、実験後、被験者に対して、それぞれの実験についてのシステムの評価を求める質問をした。

#### 2.4.2 発話権管理方式の評価

ここでは、特に提案した発話権管理方式を評価するために、実験 2 で被験者に自由に発話させた際の対話の中で、システムが割り込みにどのように対処したかを分析する。

表 2.7 に示すように、ユーザの割り込みを受け付けたのは 16 回中 9 回であり、その中には即座に (1 文節内で) 受け付けたケースと少し時間を経過して (数文節内で) 受け付けたケースがある。前者は本方式が完全に機能し、ユーザに不満を与えなかった場合である。それに対して、後者はシステム発話の分割した一単位が複数の文節をサービスのために、割り込まれた時刻から発話中の発話が終了するまでに余計な時間がかかり、ユーザにストレスを与えた場合である。この対策として、音声合成のキャンセル機能が要求される。

また、割り込みを受け付けなかった 7 回のケースは、割り込みを受け付けた割り込み時刻が発話終了の直前であり、割り込まれた後のシステム発話が重要な意味を持たない部分

## 第2. 音声対話インタフェースにおける発話権管理 2.4. 発話権管理方式の評価実験結果

であったために結果的に発話をすべて終えてからになったケースと、割り込み時刻が発話終了から数文節前であるにもかかわらず受け付けなかったケースがある。前者のケースは、ユーザの割り込みに即座に対応しているため、ユーザにはストレスを与えなかったように思われる。後者のケースは、操作者の入力ミスで、発話権情報として、「発話権の獲得」を入力すべきときに、誤って「発話権の継続」を入力した場合である。

以上の分析から、実際のシステムでは起こり得ない操作者の入力ミスを除けば、システム発話中のユーザの割り込みには、音声合成をキャンセルするという機能を加えれば、本方式で割り込みに対処することができると言える。

表 2.7: 実験2におけるシステムの割り込みへの対処例

(1) 割り込みを一文節内で受け付けたケース [6]
例) S: 環八に行くには、青梅街道と早稲田通りがあります*が、 U: *あ、えっとお。環八はすいていますか。
(2) 割り込みを数文節内で受け付けたケース [3]
例) S: 明治通りから青梅街道に出て、*青梅街道から環八に出るという方法 で。 U: *ちょっと待って下さい。かん。環七はどうですか。
(3) 割り込みを発話後に受け付けたケース [5]
例) S: 山手通りと明治通りがありますが、どちら*がいいですか。 U: *すいてる方に行きます。すいてる方がいいです。
(4) 割り込みを全く受け付けなかったケース [2]
例) S: 青梅街道の方が、早稲*田通りより、すいています。 U: *ええと、そうじゃなくて、えっと。そうじゃなくて。環八はすいて ますか。

(注1) 表中の [] 内の数字は各ケースの頻度である。

(注2) \*は発話の重複が始まる場所を示す。

(注3) Sはシステム、Uはユーザの発話を示す。

### 2.4.3 割り込み対処によるユーザへの影響

被験者の応答をまとめると、発話権管理方式を用いた場合の割り込み処理の効果を実験1では9人が、実験2では5人が認めた。割り込み処理の効果を認める理由として、割り込めた方が自由に発話できるという意見が主であった。また、割り込みに対するシステム

の反応の自然さも若干ではあるが認められた。なお、割り込む位置と内容を定めなかったという点で、実験 2の方が実験 1より自由度の高い設定であるにもかかわらず、割り込み処理の効果を認めた人数が減少した。実験後のアンケートによれば、実験 2においては、システムの反応のタイミングの遅れや許容される話題数の少なさにより、自由に話せなかったという意見がよせられており、これが実験 2において割り込み処理の効果が低下した原因と考えられる。これらの要因のうち、システムの反応の遅れは、使用しているハードウェア環境の問題である。また、許容する話題数の少なさは、話題展開の自由度にかかわる問題で、本実験の対象外の問題である。どちらの意見を述べた被験者も、自由に割り込むことができるようになったことを認めており、上記の要因に対処することで、割り込み処理の効果を上げる可能性があると考えられる。

実験 1において、対話時間の変化は表 2.8に示すように一人当たり 76.5 秒から 70.5 秒と 7%減少した。このことは、割り込みを扱うことにより、同じタスクを完了するのに要する時間の短縮が生じ、インタフェースとしての効率が上がる可能性が示されたと言える。システムに発話権管理方式を適用した場合の対話例を表 2.9に示す。

表 2.8: 実験 1の対話における対話時間の比較

発話権管理規則	平均対話時間 (sec)
非適用時	76.5
適用時	70.5

実験 2において、発話の自発性を比較するために、収録した対話について被験者の話題提起数を調べ、その結果を表 2.10に示す。ここで、話題提起数とは、ユーザが現在の話題とは異なる話題を積極的に提起して発話した発話の数であり、具体的には、システム発話定型およびユーザ発話意図を話題の単位とし、ユーザ発話の発話意図が直前のシステム発話のシステム発話定型に対応していない場合に、新たな話題を提起したものと仮定する。表 2.10において、発話権管理の方式を適用しない場合とする場合とで対話時間がほとんど変化してないのに対して、被験者の話題提起数が 21% 増している。また、話題内容も表 2.10に示すとおり、7種類から 11種類と 4種類増えている。これらのことは、発話のタイミングを自由にすることがユーザの自発的な発話を引き出したことを示している。

以上のことから、ユーザの割り込みに対処して発話のタイミングの自由を保証すること



表 2.9: 実験 2 における発話権管理時の対話例

S1:	環八に行くには、青梅街道と早稲田通りが*ありますが、
U1:	*玉川、[24] 246にします。
S2:	246に行くには、山手通りと明治通りがありますが、どちらがいいですか。
U2:	山手通りにします。
S3:	山手通りに行くには、青梅街道と早稲田通りが*ありますが、
U3:	*ちょっと待って下さい。どっちがすいていますか。
S4:	青梅街道の方が、早稲田通りよりすいています。
U4:	青梅街道にします。
S5:	青梅街道に行くには、明治通りでいいですか。
U5:	はい。
S6:	では、最初から言うと、明治通りから青梅街道に出て、山手通りに出て、{ええ} 246に出て、246から環八に出るという方法でいいですね。
U6:	はい。

(注 1) [] 内は不要語、{} 内は重複した聞き手の発話を示す。

(注 2) \*は発話が重複する場所を示す。

(注 3) Sはシステム、Uはユーザの発話を示す。

により、迅速かつ的確にユーザの目的を得ることが可能になると言える。

表 2.10: 実験 2 の対話における被験者の話題提起数の比較

発話権管理規則	S 発話	U 発話	単語	平均対話時間	割り込み	話題提起	提起話題種類
非適用時	77	85	125	106.7[sec]	10	38	7
適用時	77	93	103	107.1[sec]	16	46	11

(注 1) Sはシステム、Uはユーザを示す。

(注 2) 平均対話時間は二者の対話時間を示す。また、その他特に明記していない項目は全てユーザ発話における頻度に関するものとする。

#### 2.4.4 考察

あらかじめ割り込み場所と内容を設定した実験 1 において 20 回のユーザ割り込み要求に対して、システムは 15 回の要求を受け付けた。残りの 5 回はすべて、システムが発話

をし始めたときかその直前にユーザが割り込みをかけた場合であり、この際、必ず発話の一部が重複するために、ユーザに大きな心理的負担を与えたと思われる。実際に、実験2のデータでは被験者が割り込みに失敗して言い淀むケースが見られた。具体的には2.4に述べた各ケースについて、割り込みを受け付けた6回では言い淀みが全く見られなかったのに対して、すぐに割り込みを受け付けなかった11回では5回の言い淀みが見られる。言い淀みは、ユーザに与えた時間的拘束の現れとしても、理解の対象としても好ましくない。システムはこれを減少するべきである。この対策としては、前述したように、システムの音声合成をキャンセルすることにより、重複部分を少なくすることが考えられる。

但し、話題や情報の重要性や状況により、システムが発話を積極的にユーザに伝えるべき場合には、重複を覚悟で割り込みを無視するべきであると考えられる。従って、このような要因を考慮しつつ、対話を相互的に行おうとする姿勢が今後の音声インタフェースに望まれているものと考えられる。

## 2.5 まとめ

本章では、音声対話インタフェースにおいて、ユーザの割り込みに対処して、自由な発話タイミングでの発話を許すために発話権を管理するモデルを立てた。実際に被験者とシステムの対話実験を行った結果、発話権管理の方式を用いた場合の割り込み処理の効果が10人中5人に認められた。また、あらかじめ割り込み場所と内容を設定した場合、一人当たりの対話時間が7%減少し、自由に発話させた場合は話題提起数が21%増した。これらのことからインタフェースの効率の向上が、主観的にも客観的にも認められたと言える。

本章で示した発話権管理を基本として、音声対話インタフェースにおけるコミュニケーション調整機構はさまざまな調整行為を制御できなければならない。次章には、まず音声対話インタフェースの機能目標を模擬対話実験およびアンケートにより明らかにしたうえで、その結果として重要と考えられる状態提示行為を制御するモデルを説明する。