

談話構造の伝達を目的とする発話の生成 Generation of Attention Informationally Redundant Utterances

杉山聡, 乾健太郎, 徳永健伸, 田中穂積

SUGIYAMA Akira, INUI Kentaro, TOKUNAGA Takenobu and TANAKA Hozumi

東京工業大学大学院情報理工学研究科

Department of Computer Science, Tokyo Institute of Technology

2-12-1 Ōokayama Meguro Tokyo 152 Japan

{sugiyama,inui,take,tanaka}@cs.titech.ac.jp

Abstract Discourse planners need to be able not only to keep track of unfolding discourse but also to make other conversants do so. As the structure of discourse becomes more complex, this ability of discourse planners becomes more significant. To control the locus of attention of the conversants, a speaker can use various sorts of cohesive devices such as discourse markers, metacomments and *informationally redundant utterances* (IRUs). Among those discourse markers and metacomments have been considered as expressions that computational discourse planners may generate, while IRUs have been paid little attention to in spite of their usefulness. An exception was Walker's work in which IRUs in dialogue were investigated from the functional point of view. Walker called a type of IRUs *Attention IRUs* that manipulate the attention of the conversants by making a proposition salient. Although Walker explained why IRUs appear by using a computational model of limited resources of human conversants, an important question is still open; namely, which information *Attention IRUs* should explicitly include. This paper reports our first step toward an answer to this question and presents a preliminary computational model for generating *Attention IRUs* in explanatory dialogue. We argue that in generation of *Attention IRUs* the structure of the preceding remedial subdialogues plays an important role, and that we need to devise a discourse plan that represents the more fine-grained intention structure.

1 はじめに

対話による情報伝達が成功するには、対話の談話構造 [7] に関して対話者間の合意が維持されることが必要である。しかしながら、対話の意図構造はそれぞれの対話者がもつゴールの間の相互作用によって多様な方向に成長するため、一方の対話者が自分のゴールの情報だけから意図構造の展開の仕方を予測することはほとんど不可能である。また、対話では情報伝達の失敗を修復するための対話が頻繁に生じるため、注意の焦点の移動の仕方はさらに多様である。談話構造に関する合意を維持するために、対話者ではさまざまな手段が使われていることが知られており、メタコメント、談話マーカ、照応表現などの *cohesive device* [9] の使用はその例である。これらはいずれも定型的な言語表現によって実現されることが多く、既存の対話システムの多くはひな型やフレーズ辞書をつかってこれらの表現を生成する機構をそなえている [4, 15]。

ところが実際の対話では多くの場合、既存のシステムが扱える対話よりはるかに多様で複雑な方向に談話が展開する。対話者は、この複雑な談話展開を制御するために、定

型的なメタコメントや談話マーカよりも強力な手段をつかうことがある。

例としてつぎの対話例を考えよう。なお、本稿でつかう対話例はすべて作例である。作例にあたっては地図課題対話 [1] と同様の対話状況を想定し、公開されている対話例 [6] を参考にした。G は経路情報の送り手、F は受け手をさす。

A-G1: そこから
A-F1: はい
A-G2: 左にまっすぐ
A-F2: 水平でいいんですか
A-G3: はい 水平に行くんですが えっと旗ありますか
A-F3: いえ ないです
A-G4: じゃー . . .
.
A-G7: えと だいたいその一 右上くらいのところまで水平に行ってください
A-F7: はい えーと交番の上を通るんですね
A-G8: はい 交番の上を通って旗のところまで行きます
A-F8: OKです

対話例 A

この例では、ある部分経路の伝達のための談話セグメント

[7]が発話 A-G1 で始まり A-F8 で終了している。G は、部分経路の終点の位置の参照点として「旗」をつかうことに決め、それを F が知っているか A-G3 で尋ねている。F の地図には「旗」がないので G は「旗」の位置を伝達するための埋め込み対話を A-G4 で開始する。この対話は A-G7 でもとのセグメントに復帰するまで続く。A-G7 では「旗」をつかって終点の位置を伝達している。ここで注意したいのは、A-G7 の説明で「水平に」という A-F2, A-G2 で伝達済みの内容を含んでいることである。また A-G8 でも、他の発話候補「はい」や「はい 交番の上を通ります」などに比べ冗長な情報を伝達している。

対話では、このように一見冗長に見える発話が頻繁にあらわれる。Walker は、このような発話を冗長な情報を含む発話 (informationally redundant utterance; 以下, IRU) [17] と呼び、IRU が焦点の移動、対話の主導権の維持・譲渡、合意内容の呼び出しのための有効な手段であることを指摘している [17]。上の A-G7 は、終点の位置の情報だけを伝達する「その右上くらいのところまでです」という発話と比較すると、その位置が A-G1 で説明しはじめた部分経路の終点であることを明示的に述べている。これは、「部分経路を教える」という全体のセグメントの談話目的 (discourse segment purpose)[7] と「経路の終点を教える」という下位セグメントの談話目的との関係を明示していると考えられる。また、A-G7 は部分経路が「水平」という属性をもつことも述べているが、これは経路の方向を伝達するセグメントと終点の位置を伝達するセグメントがともに全体のセグメントのなかで姉妹の関係にあることを明示していると考えられる。A-G8 では、「旗のところまで行く」という情報が冗長であるように見えるが、終点について再び言及することによって、注意の焦点を経路の途中 (交番の上) から終点にもどし、つぎの部分経路の説明への移動をスムーズにする働きがあると考えられることもできる。同様な見方をすると、A-F3 の「はい 水平に行くんですが」も談話の展開の仕方を相手に伝達する働きをもっていることがわかる。すなわち、他の発話候補「はい」あるいは「はい 水平です」に「行くんです」を加えることによって、談話の焦点が方向を伝達する下位セグメントから経路を伝達する親セグメントに一度もどることを相手に伝えていいると見なせる。

IRU はこのように談話構造を対話相手と共有するための強力な手段として機能するため、対話システムもこれを積極的に利用すべきである。本稿では、談話の展開の仕方を相手に伝達する目的で発話される IRU を Walker にならって Attention IRU とよぶ¹ IRU は領域レベルの情報を

明示的に含む発話であるので、その言語表現はメタコメントや談話マーカーに比べはるかに多様である。したがって、IRU の生成には、発話内容と言語表現について、ひな型やフレーズ辞書をつかう方法よりも木目細かい選択を実現する必要がある。Walker は、IRU の内容を決める要因として人間の短期記憶の空間的制約をあげており、短期記憶をシミュレートする計算モデルをつかって Attention IRU を選択する実験をおこなっている。しかしながら、Walker の対話システムは極端に単純な談話構造の対話しか生成しないので、対話が複雑になった場合の Attention IRU の生成方法を示しているわけではない。たとえば、上の A-G7 で「そこから」、「右に」、「まっすぐ」という情報が選択されないことや、A-G8 で「旗の右上くらいのところ」と言わなくてもよいことなど、木目の細かい発話内容の選択を説明することができない。

本稿では、地図課題対話のように複雑な事象を相手に説明する対話状況²を想定し、プランベースの発話生成方式上で Attention IRU の内容を選択する方法について論じる。特徴的なのは、Attention IRU を生成する際、情報伝達の失敗を修復する対話 (以下、修復対話) の構造と Attention IRU の関係に着目する点である。対話例 A が示唆するように、修復対話がおこると、下位セグメントが大きくなったり、焦点の移動が複雑になったりするため、談話構造の共有が難しくなる。したがって、談話構造を共有するための手段を考えると、修復対話の種類や構造に焦点をあてることは重要である。また、もう一つの特徴として、節より小さいレベルでのターンや発話内容の選択を実現するために、従来の説明プランより葉の粒度が細かいプランを操作する点があげられる。

2 プランベースの発話生成方式

本節では、プランベースの発話生成方式について、とくに情報伝達の失敗を修復する対話 (以下、修復対話) における発話生成を中心に先行研究をふりかえる。プランベースの発話生成は、発話内容を決めるための戦略をプランライブラリとして用意し、階層的プランニングによって発話者のゴールを達成する発話プランを生成する方式が一般的である。Cawsey[4], Chu-Carroll & Carberry[5], Moore[15]などの研究があるが、ここでは、修復のための発話の生成に焦点をあてた Moore の研究をとりあげる。

システムがユーザに対話的に説明を提供する状況では、ユーザの反応を確認しながら説明をすこしずつ進めるのが望ましい。ユーザがシステムの説明を理解できなかったり、誤解したりすることを説明の失敗とよぶ。不理解は受

示する機能をもつ IRU をさす。

²説明生成を対象とする対話研究の例には Cawsey[4], McCoy[14], Moore[15] などがある。

¹Walker は、IRU を Attention IRU, Attitude IRU, Consequence IRU の 3 種類に分類している。Attitude IRU は相手の発話に対する態度 (容認または否認) を表明する機能をもつ繰り返し、言い換えなど [10] の IRU をさし、Consequence IRU は先行発話から帰結される内容を明

け手が知りたい情報にくらべて伝達された情報が不足している場合をさし、誤解は対話によって更新された受け手の信念が送り手の意図した信念と矛盾する場合をさす [11]. Moore は、説明の失敗を修復するための発話をプランベースの枠組で生成する手法を提案している。Moore の手法では、図 1 のような階層的プランオペレータをつかって説明を生成し、説明プランの失敗箇所を修正することによって修復のための説明を生成する。対話の失敗は、システムの説明に対するユーザからの問い返し (follow-up question) によって検出できる。たとえば、*Why?*, *Why are you doing X?*, *What is X?*, *Huh?* のような問い返しが扱われている。システムは焦点モデルなどを用いて失敗箇所を特定したあと、つぎの 3 種類の操作によって説明プランを修正する。

1. 仮説を新たなゴールとして部分プランを展開する: プランオペレータには「ユーザは説明でつかわれるオブジェクトを知っている必要がある」のような前提条件をもつものがあるが、システムはユーザの知識を正確には知らないで、前提条件が成り立つと仮定してプランを展開することがある。この仮説が誤りであることがわかれば、それを成り立たせるようにプランを展開する。
2. optional な未展開のサブゴールを展開する: *satellite* のサブゴールのなかには展開するかどうかを任意に決められるものがある。これらのゴールは、*nucleus* のサブゴールから展開される説明に対して補足的な説明を生成する。
3. 失敗したプランと同じ効果をもつ別の未使用プランを展開する。

同様の手法で対話の修復を実現するものに Carletta [3] のシステムがある。Carletta は上の 3 つの場合に加え、情報の受け手が説明方法 (使用するプラン) を提案する場合も論じている。この場合、システムはプラン認識の手法をもちいてユーザがどのプランを提案しているかを推定し、そのプランをつかって説明を生成する。また Carletta は、Moore の枠組ではプランの修正操作がいつも同じ順序で適用される (上の 1, 2, 3 の順序) という問題を指摘し、プラン遂行のコストという尺度をもちいて最適と評価される修正をつねに選択するという枠組を提案している。

```
EFFECT: (GOAL ?hearer (DO ?hearer ?act))
CONSTRAINTS: (NUCLEUS)
NUCLEUS: (RECOMMEND ?speaker ?hearer (DO ?hearer ?act))
SATELLITES: ((PERSUADED ?hearer (DO ?hearer ?act)) *optional*)
              (PERSUADED ?hearer (DO ?hearer ?act)) *optional*)
```

図 1: プランオペレータ

修復の仕方については上で述べたようにいくつかの研究が報告されているが、修復対話からもとの対話に復帰する

際の問題点についてはあまり議論されていない。たとえば、Moore の扱っている対話では、修復対話の成功が全体の対話の成功を直接導く場合がおおく、修復対話からの復帰の仕方はあまり問題にならない。対話はユーザが “Okey” と言った時点で対話が終了する。一方、Cawsey がとりあげている教育的対話では、修復対話からの復帰後、もとの話題に戻ったり、つぎの話題に進んだりする必要があるので、復帰の仕方が重要である。Cawsey の枠組では、説明内容を決めるのにつかう内容プランオペレータの他に、*opening-exchange* → *teaching-exchange* → *closing-exchange* のような典型的な対話の流れを談話プランオペレータとして記述し、これを内容プランオペレータと組み合わせることによって対話の流れを制御している。

3 談話構造を維持するための発話

本節では、Attention IRU がおこる状況をプランベースな発話生成方式の観点から整理し、Attention IRU の内容の選択に影響をあたえる要因について論じる。Attention IRU の内容は、まずプラン上のどの範囲の内容に言及するかを決め、その中から実際に発話に明示的に含める情報を選択することによって決定するものとする。まず以下の議論で仮定しているプランの構造的特徴について 3.1 節で述べたあと、3.2 節で Attention IRU の言及範囲の選択について述べ、3.3 節で言及範囲内での情報の取捨選択について述べる。

3.1 プラン

プランライブラリとして図 2 のようなプランオペレータの集合を仮定する。これは、Cawsey の内容プラン (*c-plan*) [4] と同様に、ある対象の説明にはどのような属性について説明すればよいかを記述した規則である。たとえば、図のオペレータは、地図課題の部分経路 (対象) を説明するというゴールが始点、移動方向、経路の形、経由点、終点、移動などの属性を説明するというサブゴールからなることを表している。

```
EFFECT: (KNOW-ABOUT ?hearer ?path)
CONSTRAINTS: (FORM (?path straight))
NUCLEUS: (RECOMMEND ?speaker ?hearer (DO ?hearer move))
SATELLITES: ((KNOW-REF ?hearer (?path source))
              (KNOW-REF ?hearer (?path dir))
              (KNOW-REF ?hearer (?path form))
              (KNOW-REF ?hearer (?path through-pos))
              (KNOW-REF ?hearer (?path dest)))
```

図 2: 経路を説明するプランオペレータ

Moore にならって、ゴールとサブゴールの関係を *nucleus*, *satellite* であらす。nucleus はゴールを達成するのに必須の中心的なサブゴールであり、satellite はゴールを達成するのに補足的な役割を持ったサブゴールで、必ずしも明示的に達成されなくともよい。個々の satellite は一般には独

立でなく、それぞれの達成について相互作用があるものとする。たとえば、地図課題では、始点・終点と形がまっすぐであることがわかれば方向が特定できるなどの依存関係がある。このことは地図課題に特殊なことではな。たとえば、Cawsey は、ある装置の構成要素と機能について説明するを説明すればその装置自身を説明することになるという c-plan を書いているが、構成要素を伝えればその機能がある程度推測できるというようにサブゴールは依存しあっている。したがって、satellite のサブゴールはたがいに相補的關係にあると言える。1つの(サブ)ゴールを達成するプランが複数ある場合、それらのプランのうちどれか1つが成功すればよい。このとき、それらのプランの間の関係を代替的關係とよぶことにする。以上をまとめると、プラン・ゴール間の関係には以下の3種類がある。

補足的関係 satellite と nucleus の関係にあるサブゴール間の関係

相補的關係 satellite 間の関係であり、サブゴール間の関係
代替的關係 同じゴールを達成するサブプラン間の関係

プランはサブゴールを順に展開していくことにより達成される。サブゴールが複数ある場合、展開する順番はプランオペレータごとに部分的にあたえられているとする。順番は、談話の焦点の流れがスムーズになるように、プランライブラリの設計者があらかじめ与えるものとする。地図課題では、談話の焦点の移動は地図上の焦点の移動にほぼ対応すると考えてよい。たとえば、図2の例では、satellite のサブゴールを上から順に達成することにより、スムーズな焦点の移動が保たれる。

3.2 Attention IRU の言及範囲

Attention IRU の言及範囲を調べるため、Attention IRU を次の3つの機能的側面から分析する。ただし、ここで談話セグメントは1つのプランを実行するための対話をさす。

1. 談話セグメント間の焦点の遷移を補助する機能(焦点遷移機能)
2. 談話セグメント間の意味的關係を伝達する機能(関係伝達機能)

Walker は Attention IRU の下位分類として、open segment IRU, close segment IRU, deliberation IRU の3種類をあげている。open/close segment IRU はいずれも焦点遷移機能と関係伝達機能をもちうる。とくに、close segment IRU はセグメントのサイズが大きくなる場合、どちらの機能的側面から見ても重要である。deliberation IRU は、発話内容を支持する証拠や根拠などを salient にする IRU であり、主として関係伝達機能をもつと見なせる。

Attention IRU は少なくとも次の2種類の状況で必要になることがあると考えられる。

1. 焦点を祖先のセグメントにもどす場合
2. 過去のセグメントに関する割込的修復対話から復帰する場合

以下では、各状況ごとに Attention IRU の言及範囲を決定する条件について論じる。

3.2.1 焦点を祖先のセグメントにもどす場合

談話セグメントが終了すると、そのセグメントは焦点スタックからポップされ、焦点は祖先のセグメントにもどる。「OK」や「話をもとにもどすと」のような談話マーカーに比べ、Attention IRU はセグメントを何段ポップしたいかを明示的に相手に伝達できるというより強力な焦点遷移機能をもつ[17]と同時に、上位セグメントと現在のセグメントの意味的關係を明示できる場合もある。

例として対話例Aにおける発話A-G3について再び考える。1節で述べたように、「行くんですが」の部分は、方向を伝えるセグメントから経路を伝える親のセグメントに焦点をもどす焦点遷移機能を持つとともに、親子のセグメント間の意味的關係を明示する関係伝達機能も持っていると考えられる。「はい、水平です」という発話にはどちらの機能もないことに注意したい。この例で、焦点を明示的に親にもどすのが有効だと考えられるのは、A-G3の後半で開始しようとしているセグメント終点のサイズが大きくなることが予想されるためである。セグメントが大きくなり、構造が深くなると、プランの葉の部分に対応する情報(この例では「旗」)に言及するためには焦点を何段も遷移させなければならない。これは聞き手にとって負担になるが、その前に話し手が明示的に焦点を親セグメントにもどしておけば、その負担を多少軽減することができると考えられる。そこで次のような仮説が得られる。

仮説1: 後続するセグメントが大きくなると予想される場合は、現在のセグメントと親セグメントの関係を salient にするために Attention IRU をつかうことがある。このときの Attention IRU の言及範囲は、現在焦点が当たっているセグメント、親のゴール、親のプランの nucleus からなる部分プランである。これに対し、隣接するセグメント(たとえば、A-G2 の方向と形)の構造がともに小さい場合は明示的に親のセグメントにもどる必要はない。

大きな下位セグメントから上位のセグメントにもどるときも注意が必要である。例えば、図3のように、G3を談話目的とするセグメントが大きくなった場合、セグメントの談話目的があいまいになる恐れがある。また、このセグメントに先行する姉妹セグメントの内容や親セグメントとの関係も salient でなくなる。このことは人間の短期記憶の空間的制約を扱った Walker の計算モデルからも支持される。

そこで、この場合も関係伝達機能をもつ Attention IRU が使われる可能性がある。例えば対話例 A では、終点を説明

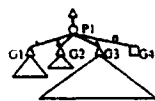


図 3: セグメント間の関係

するためのセグメントが大きくなってしまったので、それが終了する時点では、先行する姉妹セグメントの内容(方向や経路の形など)に加え親セグメントの構造が salient でなくなっている。このため、A-G7「右上くらいのところまで行って水平に行ってください」のような関係伝達機能をもつ Attention IRU が使われている。

仮説 2: 現在のセグメントが大きくなった場合、それと親セグメントの関係を呼び出すするために Attention IRU をつかうことがある。このときの Attention IRU の言及範囲は親セグメントに対応する部分プラン全体である。

3.2.2 過去のセグメントに関する割込的修復対話から復帰する場合

次の例では、B-G1 で言及された方向と形の情報が B-F2 で割込的に問い返されている。B-G3 はこれに対する修復対話であるが、質問内容に対する応答「はい まっすぐに」に加え、「だいたい駅の下まで行って」という冗長な内容を含んでいる。

B-G1: そこから 東の方向に
B-F1: はい
B-G2: 駅の下ぐらいの位置まで いってー
B-F2: そこもまっすぐ東に
B-G3: はい まっすぐ東にだいたい駅の下までいって

対話例 B

このときのプランを図示すると図 4 のようになる。B-G1, B-G2 によって、プラン (1) から (4) にそれぞれ対応する 4 つの姉妹セグメント「そこから」、「東の方向に」、「駅の下ぐらいの位置まで」、「いきます」が終了している。B-G2 が終了した時点での焦点は最後のセグメント「いきます」にある。B-F2 は 2 番目のセグメントに関する問い返しであるので、そのあと焦点はそのセグメントに移動する。「いってー」という表現から示唆れるように G が現在の部分経路の説明の後にすぐ次の部分経路の説明をつなげたいと考えているとすると、一旦方向にもどってしまった焦点をふたたび終点にもどす必要がある。B-G3 は焦点を終点に移動させる焦点遷移機能をもっていると考えることができる。このことよりつぎの仮説が得られる。

仮説 3: 過去のセグメントに関する割込的修復対話から復帰する場合、焦点をふたたびもとのセグメントにも

どすために Attention IRU が使われることがある。このときの、言及範囲はすでに実行済みのプラン構造のうち、修復対話のプランと復帰先セグメントのプランに囲まれた部分である。

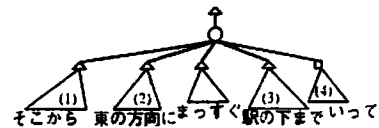


図 4: 埋め込み対話からの復帰

一方、最初の説明では言及しなかった話題に対して相手から割込的質問を受ける場合があるが、その話題があとで言及する予定のものであれば、それに関する埋め込み対話から復帰する際にもとの対話の話題に戻らずそのまま次の話題に移れることがある(つぎの例を参照)。これは Clark らの指摘 [10]「次の話題に移ることを相手が示唆した場合、それは相手がそれまでの話題については理解したことを証拠づける」にもとづいている。

C-G1: そこから 左にー
C-F1: まっすぐでいいんですか
C-F2: はい まっすぐに ゴリラの右下あたりまで

対話例 B

3.3 Attention IRU の伝達内容の選択

Attention IRU は基本的には過去の合意内容を再度呼び出す発話であるので、文脈照応的である。したがって、3.2 節で述べたような要因から決まる言及範囲のなかのすべての情報を明示する必要はなく、主要な合意内容と呼び出すのに必要十分な手がかりを含んでいればよい。すなわち、Attention IRU は言及範囲の合意内容の要約であるといえる。ここでは、言及範囲から要約に必要な情報(セグメント)を取捨選択するための基準を、セグメントどうしが補足的関係・相補的關係・代替的關係にある場合それぞれについて考察する。

3.3.1 補足的関係にあるサブゴール間の選択

2 つのサブゴールが補足的関係にある場合、その間の選択の仕方は補足的関係の定義からある程度自明である。

仮説 4. 補足的関係にあるサブゴール間の選択: 2 つのサブゴールが補足的関係にある場合、nucleus のサブゴールが優先的に選択される。

ただし、「旗の右上くらいのところ」が「旗のところ」と要約できるように場所などに関する補足的情報は省略されやすいが、「ちょっと右上」の「ちょっと」など、省略しにくい補足的情報もある。このような制約を記述するには、補完的關係の下位分類が必要であると考えられる。

3.3.2 相補的關係にあるサブゴール間の選択

相補的關係にある2つのサブゴールは共通の nucleus ゴールに対し補足的關係にある。第1に, Attention IRU が文脈照応的であることを考えると, システムがどのゴールを指しているかをユーザが特定できればよいのだから, ゴールを一意に特定するための手がかりとして有効な情報が優先的に選択される。ここでは, 参照表現を生成するための Appelt の理論 [2] が参考になると思われる。第2に, 照応対象を容易にするためには, 語彙結束 [8] のような道具をつかうのが有効である。先行文脈で使われた表現を優先することは, すでに展開されているサブゴールを優先することに対応する。第3に, ユーザが重要と考えているサブゴールを優先すべきである。これは, ユーザからの問い返しを手がかりとして推測することができる。最後に, 過去に観察されたあいづちや反復, 言い換えによる問い返しなどの言語手段 (Attitude IRU) から個々のユーザの理解度 (ゴールの達成度) がある程度推定できる [10, 17]。この情報も Attention IRU の内容の選択に影響をあたえらる。たとえば対話例 A の「交番の上を通過して旗のところまで行きます」では, A-F7 においてあいづちが返っているのを, 文脈参照の制約により, 「旗の右上くらい」の「右上くらい」の部分省略することができる。対話例 B では相手の理解度に関する証拠が不足しているため, 「駅の下」と省略せずに発話した方がよいと考えられる。まとめると以下のようなようになる。

仮説 5. 相補的關係にあるサブゴール間の選択: 任意個のサブゴールを選択することができる。以下のようなサブゴールが優先される。

1. 親ゴールを一意に特定するために必要な情報を含むサブゴール
2. すでに展開されているサブゴール
3. 過去にユーザの問い返しによって顕現性が高くなったサブゴール
4. 達成度の推定値が低いサブゴール

3.3.3 代替的關係にあるサブプラン間の選択

代替的關係にある2つのサブプランはゴールを共有しているので, どちらか一方を選択すればよい。成功したプランのなかでユーザが提案したプランがもっとも優先される。また, 経済性を考えると, 複数のゴールを達成するプランの方が優先されると予想される。たとえば, 対話例 A の A-G7 で「左に」や「まっすぐ」を生成するプランの呼び出しよりも「水平に」を生成するプランの呼び出しを優先した方がよいと考えられるのは, 方向(「左に」), 形状(「まっすぐ」)のサブゴールがともに「水平に」のプランによって(部分的に)達成されるので, 「水平に」のプラン

をつかえば経済的に両方のサブゴールを呼び出すことができるためである。まとめると以下のようなになる。

仮説 6. 代替的關係にあるサブプラン間の選択: 代替的關係にあるサブプランのなかから選択されるサブプランは高々1つである。以下のようなサブプランが優先される。

1. 成功したプラン
2. ユーザが提案したプラン
3. ゴールを達成するのに最後に使われたプラン
4. 複数の効果を持つプラン

4 対話システムのモデル

本節では, 対話例 A での Attention IRU が3節での分析を利用して, どのように生成されるのか説明する。

4.1 プランの運用と対話管理

本稿では図5に示すようなプラン木とプランライブラリを用いる。これらは問題を解決するためのドメイン知識である。本稿では従来の説明プランよりも粒度の細かい部分までプランを用いている。例えば, focus-shift-to-obj(旗)は「旗」に焦点を移すことを目的としたプランであり, ふたつ上の dest-by-pos(path1,loc3)は経路 path1 の終点を loc3 で示すことを意図している。また, inform-straight-path(path1)は経路 path1 をいくつかの特徴から伝達することを意図したプランである。このように葉にあたるプランは, 1つの名詞句で実現できる程度に細かい単位である。本稿では, 従来のようにプランの葉だけを発話プランと見なすのではなく, 部分プラン木から表現が生成され则认为。例えば, horizontal(path1) だけからは「水平に」が生成されるが, 図の点線で囲った部分からは「水平に行く」が生成される³。また, 破線で囲んだまともからは「交番の上を通過して旗の右上まで行く」が生成される。このようにプランを運用することにより, 「旗の右上まで」と「旗のところまで」のような細かな違いを一般的な談話プランと同じように扱うことができる。

対話システムにはプランナと対話管理部があるとする。プランナは各時点で可能な限りすべてのプランの展開を行なう。対話管理部は展開されたプラン木を走査し, 次発話の言及範囲を決定する⁴。対話により部分プランの実行が成功したのなら, 次に発話する部分プラン木の対話を行なうというように, プラン木を漸進的に実行して行く。また,

³プランの部分木を言語表現に変換する言語表現生成部の実現は今後の課題である

⁴小磯らは, 話し手が音韻的特徴などを利用して聞き手にあいづちのタイミングを示唆する場合があることを指摘している [12]。また中野らは, 数発対話におけるターンの長さが, 対話のモード(初期説明・修復対話・復習)に依存すると指摘している [16]。漸進的生成におけるターンの決定方式については今後の課題である。

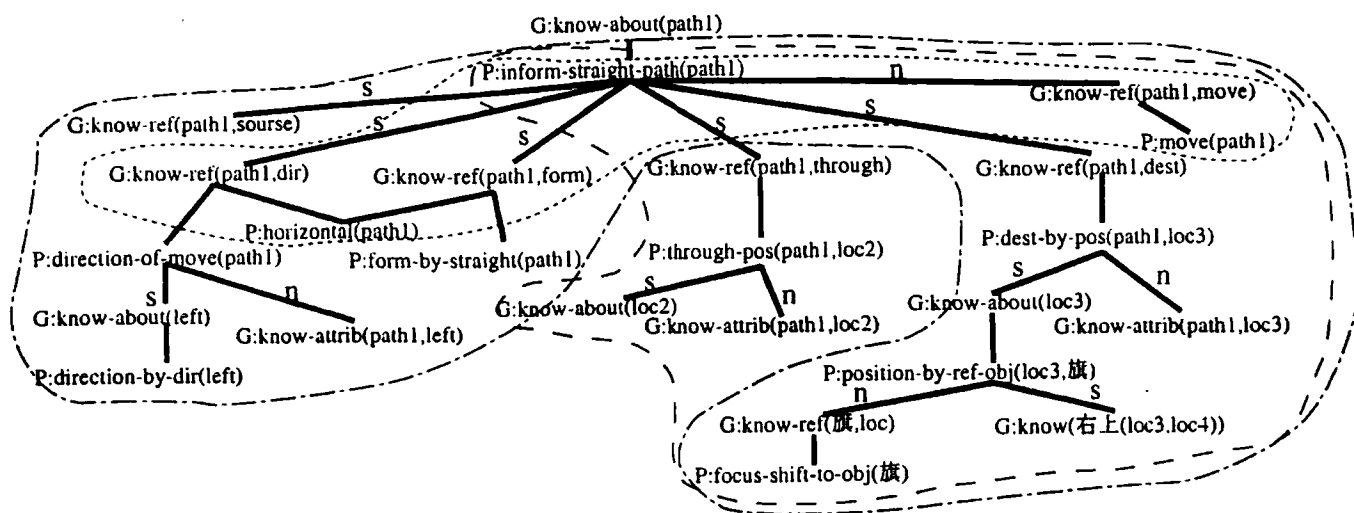


図 5: 対話例 A のプラン木

ここでは、ユーザの発話をプラン認識し、相手のプランを推測するモジュールがあると仮定する。対話管理部は、自身の発話とプラン認識モジュールからの報告をもとに、談話履歴を記録し、ユーザモデルを更新する。

4.2 動作例

対話例 A の Attention IRU どのように生成されるかを図 5 を用いて説明する。

まず、A-G1 から A-F2 までの対話が終わり、A-G3 で「はい」と答えた段階で焦点は horizontal(path1) にあたっている。この時点で後続するプランとして dest-by-pos(path1,loc3) を指定し、focus-shift-to-obj(旗) を実行すると対話管理部が決めたと仮定する。その場合、後続するプランが大きくなると予想されるため仮説 1 が適用される⁵。仮説 1 より、Attention IRU の言及範囲は図の点線で囲った部分部分になる。選択される伝達内容として、

- 仮説 4 より、nucleus である know-ref(path1,move) が選択される。
- horizontal(path1) はユーザからの問い合わせのあったプランであり、仮説 6.2 から選択される。

以上から A-G3 では、「水平に行くんですが」が発話される。

A-G7 が発話される前の時点では、focus-shift-to-obj(旗) に焦点があたっている。ここでは、部分プラン dest-by-pos(path1,loc3) を伝達するとともに、次の経路に話をスムーズに移せるようにしたい。そこで、仮説 2 より、A-G7 で言及される候補は図の一点鎖線で囲われた部分になる。伝達される内容の選択として、

- 仮説 4 より know-ref(path1,move) が選択される。

⁵ プランナが各時点で可能な限りのプランの展開を行なっているの、仮説 1 で言及したように、次に実行する予定のプランがどの程度か、そうかがある程度予測できるとする

- 仮説 5 より dir と form,dest に関するサブゴールが選択される。
- A-G3 における説明と同様、仮説 6 より horizontal(path1) が選択される。
- この時点では「旗の右上」にあたる部分はユーザモデルには「伝達」したとしか記録されていない。したがって仮説 5.4 より、know-ref(右上(loc3,loc4)) が選択される。

以上による取捨選択により、一点鎖線で囲まれた候補の中で言及されないゴールは know-ref(path1,source)、プランは direction-of-move(path1), form-by-straight(path1) であり、A-G7 が発話される。

A-F7 の発話を受けることにより、焦点が through-pos(path1,loc2) にうつる。これは過去のセグメントに関する割込的問い返しであり、仮説 3 により Attention IRU を生成する。言及範囲は破線で囲った部分である。伝達内容の選択として、

- 仮説 4、仮説 5.2、仮説 5.3 より 3 つのサブゴールとも選択される。
- A-G7 においてユーザからのあいづち観察されているので dest-by-pos(path1,loc3) が理解されているとユーザモデルに記録されている。know-about(loc3) は仮説 5.1 により選択されるが、know-ref(右上(loc3,loc4)) は仮説 5.4 により省略される。

以上による取捨選択により、破線で囲った候補の中で言及されないゴールは know-ref(右上(loc3,loc4)) であり、A-G8 が発話される。

4.3 対話を管理する知識

Cawsey はドメイン知識を c-plan、対話を管理する知識を d-plan とにわけ、これらを互いに展開しあうことにより

対話を管理する手法を提案している [4]。そこでは c-plan により what-to-say をきめ、それを対話相手に伝達するための方法を d-plan によって決定している。この方法は、本来異なった知識を分けて記述している点、対話を管理する知識をプラン言語で表現している点など、参考にするべき点が多くある。しかし、このシステムでは c-plan が d-plan を呼び出すことにより対話を制御しているため、d-plan によるセグメントの制御は自身のセグメントと親のセグメントの間だけに限られる。したがって、セグメントを何段かポップする際にはひとつずつ行なうしかないなど、対話を管理する部分が局所的であることからの制約が多い。本稿で議論してきたような対話を扱うためには、埋め込まれた d-plan を別の次元から操作できる構造をつくるなどの、なんらかの工夫が必要であろう。本稿で述べたような談話管理のための知識を記述する枠組の開発が必要である。

5 おわりに

Attention IRU がおこる状況をプランベースな発話生成方式の観点から整理し、Attention IRU の内容の選択に影響を与える要因を 6 つの仮説としてまとめた。また、節よりも小さいレベルでのターンや発話内容の選択を実現するための枠組として、従来の説明プランよりも葉の粒度の細かいプランを操作し、発話をおこなう方法を用いて、Attention IRU の生成モデルの動作例を示した。

今後は分析の規模を広げるとともに、補足的関係、相補的關係という荒い区別のかわりに RST[13] のような修辭関係をつかってモデルの洗練を試みる予定である。また、発話の重なりの問題、漸進的生成との統合方法についても検討する必要がある。

参考文献

- [1] 青野元子, 市川薫, 小磯花絵, 佐藤伸二, 仲真紀子, 土屋俊, 八木健司, 渡部直也, 石崎雅人, 岡田美智男, 鈴木浩之, 中野有紀子, 野中慶子. 地図課題コーパス (中間報告). 人工知能学会第 9 回言語・音声理解と対話処理研究会, pp. 25-36, 10 1994.
- [2] D. E. Appelt. *Planning English Sentences*. Cambridge University Press, 1985.
- [3] Jean Carletta. *Risk-taking and Recovery in Task-Oriented Dialogue*. Ph.D. thesis, University of Edinburgh, 1992.
- [4] A. Cawsey. *Explanation and Interpretation*. The MIT Press, 1992.
- [5] J. Chu-Carroll and S. Carberry. A plan-based model for response generation in collaborative task-oriented dialogues. In *National Conference on Artificial Intelligence*, pp. 799-805, 1994.
- [6] 堂下修司. 音声・言語・概念の統合的処理による対話の理解と生成に関する研究. 平成 6 年度文部省科研費重点領域研究, 1994.
- [7] B. J. Grosz and C. L. Sidner. Attention, intentions, and the structure of discourse. *Computational Linguistics*, Vol. 12, No. 3, pp. 175-204, 7 1986.
- [8] M. A. K. Halliday. *System and Function in Language*. Oxford University Press, 1976.
- [9] M. A. K. Halliday and R. Hassan. *Cohesion in English*. Longman, 1976.
- [10] Edward F. Schaefer, Hervert H. Clark. Contributing to discourse. *Cognitive Science*, Vol. 13, No. 2, pp. 259-294, 1989.
- [11] Graeme Hirst, Susan McRoy, Peter Heeman, Philip Edmonds, and Diane Horton. Repairing conversational misunderstandings and non-understandings. In *ATR International Workshop on Speech Translation*, 11 1993.
- [12] 小磯花絵, 堀内靖雄, 土屋俊, 市川薫. 下位発話単位の音声的特徴と「あいづち」との関連について. 人工知能学会研究会資料, Vol. SIG-J-9501, pp. 9-16, 1995.
- [13] W. C. Mann and S. A. Thompson. Rhetorical structure theory: A theory of text organization. In L. Polany, editor, *Discourse Structure*. Ablex, Norwood, 1987.
- [14] K. F. McCoy. Reasoning on a highlighted user model to respond to misconceptions. *Computational Linguistics*, Vol. 14, No. 3, pp. 52-63, 9 1988.
- [15] Johanna D. Moore. *PARTICIPATING IN EXPLANATORY DIALOGUES*. MIT Press, 1995.
- [16] 中野有紀子, 加藤恒昭. 教示対話における発話内容と対話ストラテジー — 談話履歴と被教示者の理解度による影響 —. 人工知能学会第 12 回言語・音声理解と対話処理研究会, pp. 24-31, 10 1995.
- [17] M. A. Walker. *Informational Redundancy and Resource Bounds in Dialogue*. Ph.D. thesis, University of Pennsylvania, 1993.