

プラン認識に向けての対話分析

古瀬 蔵 内藤 昭三 片桐 恭弘 島津 明
NTT 基礎研究所

本稿は、どのような要因によって協調的対話を捉えるべきかについて述べる。一般的な協調的対話を扱うために、状況認識やプランの完全さなどの概念を導入し、対話の特徴を捉える。これらの概念により、話し手が発話の中で示したプランが実行できるか、実行できなければその原因は何か、などを評価する。この枠組みは従来の対話分析の枠組みをカバーし、対話の流れや命令型の依頼も扱うことができる。

Dialog Analysis towards Plan Recognition

Osamu FURUSE, Shozo NAITO, Yasuhiro KATAGIRI, Akira SHIMAZU

NTT Basic Research Laboratories
3-9-11 Midori-Cho, Musashino-shi, Tokyo 180, Japan

This paper describes the kind of factors by which we should capture a cooperative dialog. To handle general cases, we introduce the notions such as situation recognition and the completeness of a plan, and characterize a dialog. Using these notions, we evaluate the speaker's uttered plan by examining the executability and the cause of unexecutability. This framework can explain earlier frameworks for dialog analysis and handle the flow of a dialog and commanding requests.

1. はじめに

対話では、話し手の発話によってさまざまな状況が引き起こされる。それらの状況を以下、対話状況と呼ぶ。話し手の発話のたびに対話状況が生まれ、その対話状況によって次の発話がおき、対話が進行する。

協調的対話では、対話者が相手のプランを認識して、協調的な対応をするような対話状況が引き起こされる。協調的対話の理解などに関していくつかのプラン認識のAIモデル^{(1),(4),(6),(7)}が提案されているが、領域をかなり限定した特定の対話状況しか扱わない、理想的な対話状況を仮定しているなどの問題があり、一般的な対話に適用できていない。対話を一般的に扱うには、対話の特徴を捉える要因を抽出し分析する必要がある。

理想的な対話状況という制限をゆるめることに関しては、Pollackは話し手のプランの誤りを認識する観点から協調的対話を分析している⁽⁸⁾。Pollackの分析では次のような発話の中の要因によって話し手のプランを評価する。

- queried-act: 話し手が直接、実現を要請している行為
- goal-act: 話し手の最終目標の行為
- formedness: queried-actがgoal-actを導くこと

話し手のプランに対して聞き手は自分の知識をもとに評価を与える。上の要因に対し、queried-actとgoal-actは実行できる(executable)か、formedness関係が成り立つ(well-formed)かによってプランの評価を行う。三つの要因の値の組合せによって7通り (2^3-1) の評価ができる(queried-actが実行可能、goal-actが実行不能、well-formedという状況は論理的に起こり得ない)。

- (1) 「Kathyと連絡したいんだけど、病院の電話番号を教えてください。」

(1)では次のように話し手のプランが分析される。

- queried-act: 病院の番号を知る。
- goal-act: Kathyと連絡をとる。
- formedness: 病院の番号を知ることによってKathyと連絡できる。

例えば、聞き手の知識が「病院の番号は知っているが、Kathyは退院して家にいる。彼女の自宅への連絡方法は知らない。」という場合、queried-actについてはexecutable、goal-actについては

unexecutable、formednessについてはill-formedと聞き手は評価する。

Pollackの分析は比較的明確な尺度によって対話を捉えている。しかし、次のような点で一般の対話を捉えるには問題がある。

- 話し手の一回の発話からそのプランを必ず評価できることを仮定している。
 - 話し手の発話の中にqueried-actとgoal-actの二つの別個の行為が必ず存在すると仮定し、(2)のようにqueried-actとgoal-actが一致しているような場合を考慮していない。
- (2) 「Kathyへの連絡方法を教えてください。」
- goal-actは常に明示されており、プラン認識過程をかなり限定している。

以下、より一般的な協調的対話を扱うために、対話の特徴を捉えるいくつかの要因について述べる。

2. 協調的対話の枠組み

ここでの協調的対話を次のように仮定する。対話者は二人で、ゴール達成に関する各自の立場は常に変わらない。話し手はあるゴールを持ち、聞き手に言語によってゴール達成の協力を要請する。聞き手は話し手の発話からプランを認識して、話し手のゴール達成に協力する。ゴールは話し手が真に達成したいと思う行為や状態であり、ゴールを達成するための戦略がプランである。

協調的対話において聞き手がどのような処理をするかを簡単に図2-1に示す。

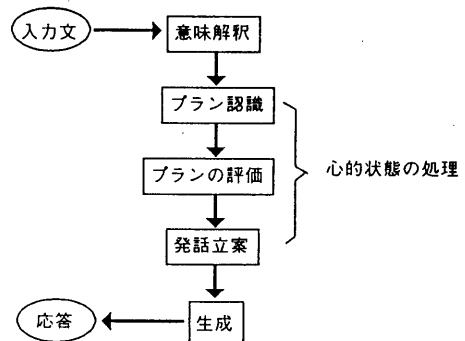


図2-1. 協調的対話での聞き手の処理の流れ

プラン認識(plan recognition)では、発話内容の意味から相手のゴールとプランを認識し、プランの評価では、そのゴールとプランが実行できるのか、誤りがあればどこに原因があるのか、どう対処すべきかなどを調べる。それらの結果をもとに応答を作り出す。例えば、(3)では風が吹くことによって桶屋が儲るという相手のプランを認識し、その評価をふまえて協調的応答をしている。

(3) Q:「桶屋を繁盛させたいんだけど、風をおこして下さい。」

R:「この辺に鼠はいませんよ。」

プラン認識では、場合によっては表層に示されたゴールよりさらに深いゴールを推論する必要がある。

(4) Q:「このあたりに郵便局はありますか。」

R:「あの角を右に曲がったところです。」

(4)でRは郵便局の有無を知るという表層ゴールからさらに推論して郵便局の所在地を知るという深いゴールを導き、その達成に協力した応答をしている。話し手のゴールの深さによって、認識すべきプランも変わってくる。従って、プラン認識でどこまで深いゴールを導出するかで対話状況や対話分析の結果が異なってくる。

3. 協調的対話における心的状態

対話者の心的状態は文脈や環境などとともに対話を構成するうえでの重要な要素である。プランの生成、認識、評価は心的状態で行われ、対話状況は話し手と聞き手の心的状態によって示すことができる。以下では図3-1の枠組みに従って協調的対話における対話者の心的状態を考察する。

3.1. 状況認識

協調的対話は話し手のゴールとプランを中心に展開される。ゴールとプランに関する対話者の心的状態について次のことを仮定する。

仮定1

ゴールとプランに関する心的状態を構成する信念は次の通りである。

(話し手の信念)

- 自分自身もつゴールとプラン
- ゴールとプランに関する状況認識

(聞き手の信念)

- 話し手が持つと推測するゴールとプラン
- ゴールとプランに関する状況認識

状況認識はゴールとプランを組み立てるのに必要な領域知識や状況知識とする。協調的対話はゴールを達成するためになされるものであり、そのために必要なだけの知識を持っているかという量の問題、持っている知識は正しいかという質の問題がある。ある信念が量の問題を満たすときその信念は完全であり、質の問題を満たすときその信念は正しいと定義する。話し手のプランの正しさや聞き手の判断の正しさについて、どのような仮定をするかは、プラン認識の定式化において一つの問題である。Kautzのプラン認識では行為者(対話では話し手に相当)のプランは正しく、観察者(対話では聞き手に相当)はプラン認識において完全で正しい知識を持つとしている⁽⁴⁾。Pollackらはこの仮定は強すぎるとして聞き手の知識は正しく完全だが、話し手のプランは必ずしも正しくないとしている^{(7),(8)}。Pollackらの仮定も一般の対話から見ると聞き手に関して強すぎるが、聞き手が話し手を助けるということに重点をおき、ここではこの仮定に従う。

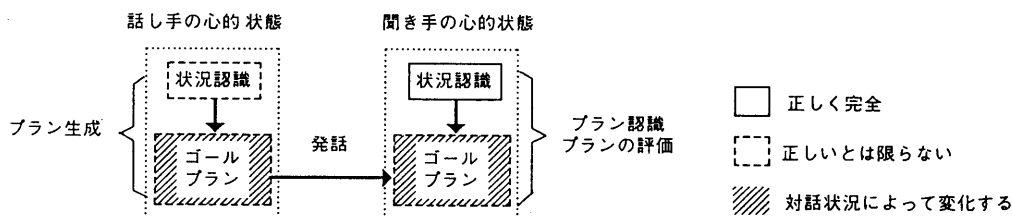


図3-1. 協調的対話における話し手と聞き手の心的状態

仮定2

- a. 話し手の状況認識は必ずしも正しくない。
- b. 聞き手の状況認識は正しい。

状況認識とゴールとプランの処理の関係に関して次の仮定を与える。

仮定3

状況認識が正しければ、ゴールとプランに対し正しい処理ができる。

すなわち、状況認識が正しければ、話し手は正しいプランとゴールを生成し、聞き手は話し手のプランとゴールを正しく認識し、正しい評価を与える。

3.2. プランの完全さ

従来の対話分析には、一つの側面でしか対話を捉えておらず、話し手と聞き手のやりとりが一回だけの対話の一場面に限ったものが多い。例えば、Pollackの分析は、聞き手は認識された話し手のプランを評価するという場面に限っている。しかし、一般に対話者は対話を重ねることによって話し手のプランを完全なものにしようとする。すなわち、話し手と聞き手の心的状態にあるプランは変化する場合もあるので、次の仮定を与える。

仮定4

話し手のプランは必ずしも完全ではないが、対話の進行により完全になり得る。

聞き手にとっての話し手のプランの不完全さには、話し手の心的状態にあるプランがもともと不完全な場合、話し手が発話で示したプランが不完全な場合がある。ここでは前者の場合について考察し、次の仮定を与える。

仮定5

話し手のプランの完全さは話し手の発話に反映される。

仮定2-b、3により聞き手は正しいプランの認識ができる。このことと仮定5により、話し手のプランの完全さを、聞き手は正しく認識する。

仮定1~5は状況認識やプランの完全さの観点から協調的対話理解を規定する。これらの仮定を緩和すれば、より一般的な対話をカバーする。ただし、プラン認識の誤りや対話者の学習など複雑な分析が必要となる。

4. 対話状況

話し手が意図するプランによって、聞き手が心的状態で行う作業の内容や難しさが異なる。すなわち聞き手が何を行うべきかということにより対話状況の特徴を表すことができる。そこで対話状況の目安を示すために、聞き手の行うべき作業によって対話状況を分類する。心的状態での作業に関係する要因を表4-1に示す。

表4-1. 聞き手の心的状態の作業に関する要因

話し手のプランの要因	聞き手に必要な作業
状況認識の正しさ	正しくなければ プランの再構築を行う
プランの完全さ	不完全ならば プランの補完を行う

プランの再構築はプランが誤りであった場合に行うプランの見直し作業である。プランの補完は情報を十分に与えてプランを完全に作る作業である。協調的対話に対し、次のような聞き手の意図理解の難しさ、あるいは複雑さのレベルを設定する。意図理解レベル1から4へとなるにつれ聞き手の対応が複雑な対話状況になる。

- 話し手の状況認識が正しく、
プランが完全(意図理解レベル1)

例

- (5) Q:「Aさんの自宅の電話番号を教えてください。」
(すぐプランを実行できる。)
R:「123-4567です。」

- 話し手の状況認識が正しく、
プランが不完全(意図理解レベル2)

例

- (6) Q:「Aさんの電話番号を教えてください。」
(プランが不完全で実行できない。)
R:「会社の方でよろしいですか。」

この後、次のような対話が続くものとする

- Q:「自宅の方です。」
R:「今、調べますからお待ちください。」

- 話し手の状況認識が正しくなく、プランが完全(意図理解レベル3)

例

(7) Q:「Aさんに連絡をとりたいのですが、自宅の電話番号を教えてください。」

(話し手のプランによってゴールを達成することはできないので、その旨を伝えたり、ゴール達成可能な別プランを提示するなどの対応をする。)

R:「Aさんは大阪に単身赴任中ですが。」

- 話し手の状況認識が正しくなく、プランが不完全(意図理解レベル4)

例

(8) Q:「週末に仙台へ旅行したいのですが。」

(話し手のプランを補完するが、そのプランでゴール達成はできないので、その後、別プランを提示するなど新たな対応が必要である。)

R:「予算はいくらですか。」

この後、次のような対話が続くものとする

Q:「20000円です。」

R:「それは少し無理です。30000円ではどうですか。」

聞き手の作業はその対応能力にもよるが、以上の対話状況では、仮定2-bより聞き手の状況認識は正しいとする。対話一般では、必ずしも聞き手の状況認識が正しくない場合もある。しかし、ここでは、聞き手が話し手のゴールを実現させるという状況に限定して上の4つのレベルの対話状況をもとに対話分析をどのように行っていくべきか考える。

5. 対話の分析

対話はどの対話状況を迎えているかという対話の流れ、それぞれの対話状況で話し手のプランをどう評価するか、について考察する。

5.1. 対話の流れの分析

聞き手は話し手のプランが不完全であれば対話を受け、プランを完全にしようとする。従って、プランが完全かどうかによって対話状況の局面を特徴づけることができる。すなわち、話し手のプランが不完全で評価ができないか、完全にプラン

が評価できるかに対話状況の局面は分かれる。対話の流れは次の(A)から(B)への対話状況の変化ということになる。

(A) 話し手のプランが不完全である。

(意図理解レベル2,4)

例 (9) Q:「パンを買ってきて。」

R:「どんなパン。」

(B) 話し手のプランが完全である。

(意図理解レベル1,3)

例 (10) Q:「フランスパンを2個買ってきて。」

R:「はい、わかりました。」

(11) Q:「フランスパンを2個買ってきて。」

R:「この辺の店はフランスパンは売ってませんよ。」

(A)では聞き手にとってプランが不完全であり、聞き手は話し手への質問などによって対話を続け、プランを完全にする必要がある。(B)では話し手のプランが完全で、プランを評価できる。協調的対話において聞き手は話し手のゴールを達成するために、プラン認識に努め、(A)から(B)の状況へと向かう。(9)の対話は聞き手がプラン認識を行っている段階である。認識がすめば(10)、(11)のような状況に移行する。(9)から(10)は意図理解レベル2から1への流れ、(9)から(11)は意図理解レベル4から3への流れである。図5-1に話し手のプランの完全さの変化による対話の流れを示す。

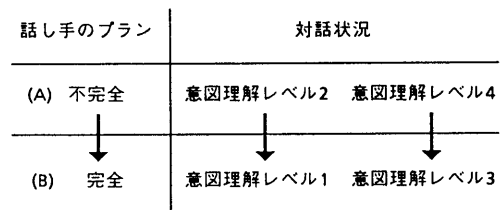


図5-1. 対話の流れの分析

一般には聞き手の状況認識は必ずしも完全ではないので次の(12)のような対話も起こる。

(12) Q:「フランスパンを買ってきて。」

R:「店は開いていますか。」

(12)では、聞き手はプランを認識したものの、プランに対する状況認識が不完全なため、プランの評価はまだできない状況にある。プランを評価するためには情報をさらに収集する必要がある。

5.2. プランの評価に対するプラン認識の影響

聞き手が話し手のプランを理解したら、そのプランについて評価を行う。プランの評価結果によって聞き手の対応が方向づけされる。そのためには評価する対象を明確にする必要がある。ところで、Pollackの分析では依頼の段階で`queried-act`と`goal-act`が常に明示され、`query`がプラン全体を表現しているようなものであった。しかし、`query`で単一の行為のみ示され、その行為はゴールとは限らず、プランの一部を提示していることもある。従って、Pollackの分析方法は適用範囲がかなり限定されてしまう。`query`の内容から推論し、ゴールは何か、どんなプランかを認識する必要がある。協調的応答をするには`query`の評価だけでなく、`query`から推論されるプランも評価する必要がある。`query`では単一の行為でも、プラン認識の結果、複数の行為によってプランを構成している場合もある。

(13)Q:「新聞を見たいのですが。」

R:「新聞はないですが、巨人は勝ちましたよ。」

(13)では、聞き手は、ある文脈から話し手のゴールは巨人の勝敗を知ることであり、新聞を見ることはプランの一部であると推論している。また、`query`でプランの全容が示されていると思ったのが、プラン認識によりプランの一部であることが示される可能性もある。すなわち、`goal-act`がゴールでなく、プランの一部だったりする。例えば、(14)では和子でなく洋子と連絡をとることがゴールであると推論している。

(14)Q:「和子と連絡したいのですが、電話番号教えて下さい。」

R:「和子は洋子の電話番号知りませんよ。」

このように`queried-act`と`goal-act`について評価するより、プラン認識よりプランとゴールを導出し、それらについて評価するほうが一般的な分析ができる。

5.3. プランの評価

認識が完了すれば、プランの評価ができる。すなわち、話し手のプランが完全であるような意図理解レベル1,3に対して、プランの評価が行われる。話し手の状況認識が正しければ、仮定3より正しいプランが生まれる。従って、プランの正しさについて対話状況を次の二つに分けることができる。

- Ⓐ 話し手の状況認識は正しいので、
話し手のプランは正しい

(意図理解レベル1)

- Ⓑ 話し手の状況認識は正しくなく
一般に、話し手のプランは正しくない

(意図理解レベル3)

意図理解レベル2,4の対話状況は認識の途中であり、プランの正しさはまだわからない。認識がすめば、図5-1のように対話状況が変化し、ⒶかⒷに評価される。

話し手の状況認識が誤ってプランが実行できない意図理解レベル3では、誤りの内容により発話立案など次の処理での対応が異なってくる。そのためにもう少し、プランを細かく分析する必要がある。Pollackの分析もそのような観点からプランが誤った場合を分類したものである。

プラン認識などで行為の枠組みを`action schema`によって表すことがあるが、プランも`action schema`によって形式的に表すことができる。例えば、「太郎に電話をして連絡する」、「太郎に電話をして花子と連絡する」をそれぞれ次のように表してみる。`precondition`は`body`を実行するための条件を示す。また、`body`が`header`を導くための条件として`schema condition`を設定する。これはPollackの`generation-enabling condition`⁽⁶⁾に対応する。

Header	太郎と連絡をとる。
Precondition	太郎の電話番号を知っている。
Body	太郎に電話をかける。
Schema condition	太郎は電話のそばにいる。

Header	花子と連絡をとる。
Precondition	太郎の電話番号を知っている。
Body	太郎に電話をかける。
Schema condition	太郎は花子の連絡方法を教える。

ここでプランが成り立たない可能性として次のようなことが考えられる。

(a) preconditionの実現が不可能、

太郎の電話番号がわからないので連絡できない

(b) schema conditionの実現が不可能、

太郎に電話をかけても、太郎は花子との連絡方法を教えられないので花子に連絡できない

プランが正しくなくゴールが達成できない場合、話し手のゴールを達成するためにはプランの再構築が必要である。プランの再構築でのゴール達成の試みが聞き手によって行われる。対話状況を各要因ごとに評価した分類を表5-1に示す。

Pollackの分析でプランの構成がill-formedに対応する表5-1のIV,Vの評価は、queried-actの実行可能性に言及していない。プラン構成がwell-formedであるかどうかはプランの骨組みが正しいかという要因であり、プランの構成がill-formedであれば、queried-actの実行可能性はゴール達成と関係がなくなる。例えば、「太郎に電話をかけても花子に連絡できない」というill-formedの場合、太郎に電話をかけることはどうでもよくなる。

以上、表5-1の分類によりPollackの分析による七つの評価を説明することができる。

また、Pollackの分析では単一の行為でプランを構成する(15)のような命令型の依頼⁽³⁾は扱えない。

(15) 「ペンキを塗って下さい。」

この場合、プランとして次のようなheaderとbodyが同じaction schemaを考える。headerとbodyが同じためにschema conditionは恒真である。

Header ペンキを塗る。
Precondition ペンキがある。
Body ペンキを塗る。

ペンキを塗るというプランができないとすればその原因は(a)の要因だけである。また、このスキーマはprimitiveなプランなので代替方法がなく、誤りの分析としては表5-1のIIIしかない(ペンキがないのでペンキを塗れずどうしようもない)。実行できればIと評価される。

意図理解レベル3の対話状況の中で表5-1のII~Vと評価される対話例を示す。

依頼文:

(16)Q: 「太郎に電話をして連絡したいんですが。」

(16)の応答例(分析結果IIとなる):

(17)R: 「私は太郎の電話番号知りませんが、次郎に聞けばわかると思いますよ。」

(16)の応答例(分析結果IIIとなる):

(18)R: 「すみません。太郎の電話番号知らないんですよ。」

表5-1. プランの評価とPollackの分析との対応

分類	話し手の状況認識	誤りの原因	プラン再構築によるゴール達成	Pollackの分析		
				プランの構成	queried-act	goal-act
I	正しい (意図理解レベル1)	誤りなし	—	well-formed	executable	executable
II	正しくない (意図理解レベル3)	preconditionの誤り	可能	well-formed	unexecutable	executable
III		preconditionの誤り	不可能	well-formed	unexecutable	unexecutable
IV		schema conditionの誤り	可能	ill-formed	executable or unexecutable	executable
V		schema conditionの誤り	不可能	ill-formed	executable or unexecutable	unexecutable

依頼文:

(19)Q:「太郎に電話をして花子と連絡したいんですが。」

(19)の応答例(分析結果Ⅳとなる):

(20)R:「太郎では連絡方法わからないと思いますよ。でも私、花子の電話番号知ってますから大丈夫です。」

(19)の応答例(分析結果Ⅴとなる):

(21)R:「残念ですが、太郎は花子の連絡方法知らないと思いますけど。」

以上、状況認識と誤り原因とプラン再構築により話し手のプランを評価する方法を示したが、その他の要因として意図のpersistence⁽²⁾がある。次のような状況では、行為者は意図を維持しない。

- (a) 意図する行為や状態が達成不可能だとわかったとき
- (β) 意図する行為や状態がすでに達成されているとわかったとき

話し手のプランが(a),(β)の状況であることが分かれば、聞き手はプランを実行しようとしなない。(a)はプランの再構築が不可能な場合に相当する。(β)は話し手の状況認識の正しさがプランの実行に結びつかない場合である。例えば、(22)で聞き手は、窓を開けるとい話し手の意図を改めて実現してやろうとはしない。この現象を説明するために意図の性質などの観点からも対話分析の方法を考察する必要がある。

(22)Q:「窓を開けて。」

R:「もう開いているよ。」

6. おわりに

一般的な協調的対話を扱えるように、どのような要因によって対話を捉えるべきか述べた。状況認識やプランの完全さなどにより対話の流れや対話状況の特徴を捉えた。本報告で示した分類はPollackの分析の七つの場合をカバーし、Pollackが対象としなかった命令型の依頼も扱える。より一般的な対話を扱うためには聞き手の状況認識が不完全な場合などについても考えていく必要がある。

参考文献

- (1) Allen, J.F. and Perrault, C.R. : Analyzing Intention in Utterances, *Artificial Intelligence* 15, pp143-178, 1980
- (2) Cohen, P.R. and Levesque, H.J. : Persistence Intention and Commitment, in *Proceedings of the 1986 Workshop, Reasoning about Actions and Plans*, pp297-340
- (3) 片桐: 依頼行為の構造について、*日本認知学会第5回大会発表論文集* pp48-49, 1988
- (4) Kautz, H.A. and Allen, J.F. : Generalized Plan Recognition, in *Proceedings of the AAAI-86*, pp32-37, 1986
- (5) Hinkelman, E.A. and Allen, J.F. : Two Constraints on Speech Act Ambiguity, in *Proceedings of the 27th annual meeting of the ACL*, pp212-219, 1989
- (6) Litman, D.J. and Allen, J.F. : A Plan Recognition Model for Subdialogues in Conversation, *Cognitive Science* 11, pp163-200, 1987
- (7) Konolige, K. and Pollack, M.E. : Ascribing Plans to Agents "Preliminary Report", in *Proceedings of the IJCAI-89*, 1989
- (8) Pollack, M.E. : Inferring Domain Plans in Question-Answering, *SRI Technical note* 403, 1986