

発話意図タグに基づく対話構造の記述

加藤 真吾†

松原 茂樹‡

山口 由紀子‡

河口 信夫‡

†名古屋大学大学院情報科学研究科

‡名古屋大学情報連携基盤センター

1 はじめに

近年、音声対話システムに関する研究が盛んに行われており、現在、ユーザの自然な発話に適切に応答し、協調的に対話を遂行するシステムの構築が望まれている。音声対話システムが、協調的に対話を進める上で、ユーザの発話意図を理解し、現在の対話の目的と達成状況を随時把握することが重要である。その一つの解決策として、対話のモデルを対話構造として表し、個々の発話の意図を構造の中で捉えることにより、対話理解を進める手法が検討されている [1,2,3,4]。その多くは、発話間の関係や表層情報などから、ルールに基づいて構造を記述するものである。しかし、発話には、様々な多様性が存在するため、任意の発話に対応したルールをあらかじめ作成することは困難である。

本研究では、多様な発話に対応できるロバストな対話構造理解を目的とし、コーパスを用いたアプローチ [5,6,7] に注目した。コーパスを用いることにより、あらかじめルールを作成することなく、統計的に対話構造の学習が行える。本研究では、対話構造が付与されたコーパスを用いる。

本稿では、コーパスを用いた対話構造理解を目的として、対話構造の記述手法を提案し、コーパスへの対話構造への付与について述べる。本研究では、話者の意図を表す意図タグが付与されたコーパスを利用して、対話構造を二分木で記述する。また、対話構造木つきコーパスの構築において、初期作業は手作業で行い、その後は、チャート法を用いたツールによってブートストラップ的にコーパスを構築した。その結果、789 対話 8150 発話の対話構造木つきコーパスを効率的に構築できた。

2 節では、使用した意図タグつきコーパスについて説明する。3 節は対話構造の記述について、また、4 節は対話構造木つきコーパスの構築について述べる。5 節では、対話構造木つきコーパスの規模とカバー率との関係について考察する。

2 意図タグつき音声対話コーパス

本研究では、名古屋大学 CIAIR において作成された大規模車内音声対話コーパスを使用する。

名古屋大学統合音響情報研究拠点 (CIAIR) では、実環境における頑健な音声対話システムの実現を目的として 1999 年度より、実走行車内における音声及び対話

0067 - 03:24:113-03:27:338 F:O:I:DBO:

(F えー)	&	(F エー)
この	&	コノ
近くですと	&	チカクデスト
料亭の	&	リョーテーノ
行楽が	&	コーラクガ
ございますが<SB>	&	ゴザイマスガ<SB>

0068 - 03:29:819-03:31:485 F:D:I:C:

駐車場が	&	チューシャジョーガ
あるところが	&	アルトコロガ
いい<SB>	&	イー<SB>

0069 - 03:31:879-03:33:370 F:O:I:DO:

はい	&	ハイ
ございますが<SB>	&	ゴザイマスガ<SB>

図 1: 書き起こしテキストの例

を収録してきた [9]。このデータベースは 800 名を越える被験者に対して収録されており、道路案内や店情報検索タスクの対話などが行われている。また、収録した音声データは人手によって書き起こされており、多種多様な言語情報が付与されている (図 1)。本稿で利用したのは、人対人 (ドライバとオペレータ) のレストラン検索対話である。

これらの対話には、意図タグ [8] が付与されている。意図タグとは、話者の発話の意図を表すタグであり、談話行為、動作、対象、詳細情報の 4 階層で構成されており、原則として 1 発話に対して 1 つ付与されている。本研究では、このうち“詳細情報”をのぞいた第 3 レイヤーまでの、41 種類の意図タグを利用した。図 2 に意図タグつきコーパスの対話例を示す。ここで、“D”はドライバ発話を、“O”はオペレータ発話を表す。以下では、意図タグを、第 3 レイヤーまでの頭文字と話者記号を合わせた 4 文字のアルファベットで表現する。

本研究では、各対話に付与された意図タグが、対話構造において、自然言語文における品詞の役割を果たすと考え、意図タグを用いた対話構造の構築を試みる。

3 対話構造の記述

本節では、2 節で述べた意図タグつきコーパスを用いて、対話構造を記述する手法について述べる。まず、その指針を得るために行った、対話の分析について述べる。

発話番号	話者	発話内容	意図タグ			意図タグ 記号
			第一 (談話行為)	第二 (動作)	第三 (対象)	
6998	D	洋食で何かおすすめめの店ないかなあ	示唆	検索	店	SKMD
6999	D	特にオムライスが食べたいんですけど予算がせん五百円ぐらいまでで食べれるところをお願いします	依頼	検索	店	IKMD
7000	O	はいかしこまりました	陳述	提示	意思内容	CTRO
7001	O	そうしますとレッドロosterがおすすめてございますが	陳述	提示	検索結果	CTKO
7002	D	それはどこにありますか	依頼	提示	店情報	ITMD
7003	O	こちらのほう約三キロ先になりますが	陳述	提示	店情報	CTMO
7004	D	そこは駐車場もあります	依頼	提示	店情報	ITMD
7005	O	はいご用意しております	陳述	提示	店情報	CTMO
7006	D	そこは今込んでますかねえ	依頼	提示	店情報	ITMD
7007	O	ただいまの時間は約半分ほど席は埋まっておりますが	陳述	提示	店情報	CTMO
7008	D	じゃそこのお店を案内してください	依頼	案内	店	IAMD
7009	O	かしこまりました	陳述	提示	意思内容	CTRO
7010	D	それではレッドロosterまでご案内いたします	表明	案内	店	HAMO

図 2: 意図タグつきコーパスの対話例

3.1 レストラン検索対話の特徴

対話の構造を記述する上で、重要となる対話の特徴や性質などを把握するため対話を分析した。その結果、以下の知見が得られた [10]。

1. 一つの対話タスク中に検索、情報提示、選択、案内等のサブタスクが存在する。
2. 上記の4つのサブタスクの中に小さなサブタスク（検索依頼や案内依頼等）がさらに存在し、それらは繰り返し現れることがある。
3. 原則としてユーザとオペレータの発話是一对一で対応する。但し、同一話者が連続して発話する場合、その連続発話でサブタスクを形成する。
4. あいづちや了解、確認等の発話は、対話の構造には直接関係しない

これらの特徴はいずれの対話にも共通することであった。

3.2 部分対話の記述

対話のタスクを達成するためにはいくつかのサブタスクを達成する必要があるが、これは、対話がいくつかの部分対話から構成されることを意味する。これらの部分対話の意味を考えることで、部分対話間の関係を記述できる。そこで、意味的にまとまった意図タグ系列を、POD(Part-Of-Dialogue)で表す。PODの種類は、観察から得られた知見の1,2点目を考慮して、表1に示す計11種類を作成した。

3.3 構造の記述手法

3.1節にて述べた『ユーザとオペレータの発話是一对一で対応する』ことと、計算機上で扱いやすいことが

表 1: PODの種類と内容

POD	内容
genre	店のジャンルを決定する
guide	店や駐車場に案内する
p_info	駐車場情報、駐車場の有無、近辺の駐車場等に関する情報のやり取りを行う
p_srch	駐車場の検索を行う
s_info	店情報値段、メニュー、場所、定休日等に関する情報のやり取りを行う
slct	店や駐車場を選択する
srch	店を検索する
srch_rqst	検索依頼をする
rsrv	予約を行う
rsrv_dtl	予約依頼の詳細情報のやり取りを行う
rsrv_rqst	予約依頼をする

ら、二分木により対話の構造を記述する。以下の手順で、ボトムアップに作り上げる。

1. 構造木の葉にあたる各発話に対して、対応する意図タグを与える
2. 意図タグを時系列の早い順に参照しながら、発話内容から判断して左右どちらかの意図タグと意味的なペアを作れるか調べ、可能であれば、該当するPODをその親に与える
 - 原則的にドライバとオペレータの意図タグをペアにする。但し、同一話者の連続発話で一つのサブタスクを成す場合はそれらをペアにする
 - 但し、以下の場合にはPODではなく、該当する意図タグを与える
 - (a) 知見の4より、あいづちや了解、確認の発話は、対話の構造に直接影響を与えないので、事前発話とペアを構成し、その親には事前発話の意図タグを与える
 - (b) 同一の意図タグが連続する場合、時系列で早い順にペアを構成し、親には同一の意図タグを与える
3. PODと意図タグ、もしくはPODとPODのペアを作り、該当するPODをその親に与える
 - 但し、どちらかの子がもう一方の主従関係となる場合は、主となるPODを親に与える（例えば「srch」と「slct」のPODがあった場合、選択を行うために検索は行われると考えるので、その親には「slct」を与える）
 - 同一のPODが連続する場合、意図タグの場合と同様、時系列で早い順にペアを構成し、その親には同一のPODを与える

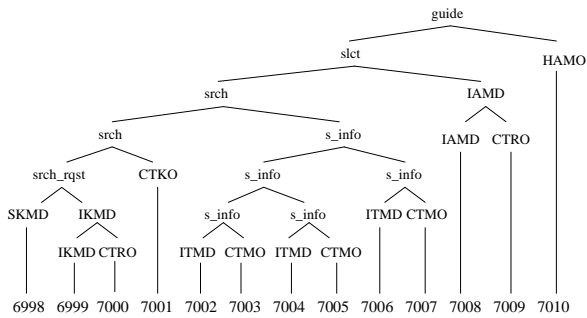


図 3: 図 1 の対話における対話構造木

guide→slct	HAMO	slct→srch	IAMD	srch→srch	s_info
srch→srch_rqst	CTKO	srch_rqst→SKMD	IKMD	IKMD→IKMD	CTRO
s_info→s_info	s_info	s_info→ITMD	CTMO	IAMD→IAMD	CTRO

図 4: 図 3 の対話構造木から得られる構造規則

3.4 対話構造木の作成例

3.3 にて挙げた記述手法を図 2 の対話に適用すると、図 3 のようになる。紙面の都合上、木の葉にあたる発話内容は図 2 の発話番号で表示する。

まず、全発話に対して該当する意図タグを与える。今回は意図タグつきコーパスで与えられている意図タグをそのまま使用する。

方針 2-(a) より、7000 や 7009 の「かしこまりました」は、事前発話とペアを構成し、IKMD や IAMD を親に与える。

次に、6998 の「洋食で何かおすすめのお店ないかなあ」では店の検索を示唆し、その次の「特にオムライスが...」ではより直接的に検索を依頼しており、これらを合わせて検索依頼として「srch_rqst」を与える。但し、6999 と 7000 は結びついて IKMD となっているため、6998 はこの IKMD とペアを構成する。

このように、意図タグのペアを構成していくと、7001 の「そうしますとレッドロブスターがおすすめでございますが」がペアを形成できずに残ってしまうが、この発話は、それより前の検索依頼の発話系列 (6998-7000) を受けての応答であり、これら全体で検索を行っていると考えられるので、「srch」を与える。

発話系列 7002-7007 に三つの「s_info」を与えたが、これらは方針 3 の「同一 POD が連続する場合」に該当するので、時系列の早い順に、7002-7003 と 7004-7005 でペアを作った後、それらと 7006-7007 とのペアを作り、「s_info」を与える。

6998-7001 の「srch」と 7002-7007 「s_info」のペアに「srch」を与えたのは、方針 3 の「POD の主従関係」により、店情報は検索における付加情報（従属関係）であるとみなしたためである。

表 2: 作成された対話構造木つきコーパス

対話数	789
発話数	8150
構造規則数	297
対話構造木の種類数	659
意図タグ系列の種類数	657

4 対話構造木つきコーパスの構築

対話構造木つきコーパスの構築において、全て手作業で行うのはコストの面で望ましくない。そこで、作成した構造木が文脈自由文法で表現されることを利用して、言語解析アルゴリズムを用いて対話を解析し、抽出された複数結果の中から正しい構造を取り出すことにより、構造付与作業の軽減を行う。

まず学習用の対話に対して手作業で対話構造を与え、図 4 のような構造規則を抽出する。それを用いてチャート法 [11] により、新たな対話データを解析する。解析の結果、正しい構造木が含まれていればそれを採用し、含まれない場合は新たに与える。さらにそれらを学習用に加えて構造規則を抽出し、新たな対話データを解析する。

実際に、100 対話の学習による 50 対話への解析では、34 対話に正しい構造が含まれていた。このうち、16 対話は正しい結果だけを持っており、132 個の結果を持った 1 対話を除き、残り 17 対話の平均解析結果数は 8.35 となっていた。よって、構造が含まれなかった 16 対話に対する構造付与と、132 個の結果を持った 1 対話から選び出すことが実質の作業であり、構造付与の負担が軽減できていることがわかる。

この作業を繰り返すことにより、ブートストラップ的に対話構造木つきコーパスの構築を行った。構築されたコーパスの概要を表 2 に示す。結果的に、平均発話長が 10 程度の 789 対話に対し、構造木を付与することができた。必要となった規則は 297 規則である。

5 解析実験

本節では、4 節にて構築した対話構造木つきコーパスを用い、対話構造理解への利用可能性について検討を行う。

5.1 実験の概要

対話構造が付与された 789 対話を用いて、100 対話をテストセットとし、残りの 689 対話を学習セットとした。50 対話ずつ学習量を増やして、構造規則を抽出し、4 節同様、チャート法にてテストセットを解析する。今回の評価は以下で定義するカバー率を用いた。これにより、コーパスを用いて対話構造を付与する際、どれだけ対話に正しい構造が与えられるかを示す。

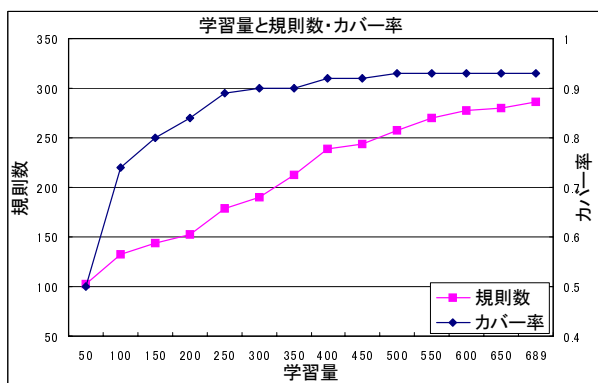


図 5: 学習量と規則・カバー率の関係

$$\text{カバー率} = \frac{\text{解析結果の中に正しい構造を含む対話数}}{\text{解析した対話数}}$$

5.2 結果・考察

実験結果を図 5 に示す。300 対話の学習データより得られた 190 個の構造規則で、約 90 % の対話構造を記述できた。689 対話の学習量でも解析できなかった 7 対話の原因は、3 対話が発話の省略によるものであり、2 対話は時間的に離れた発話が対応関係にあるものであった。また、残りの 2 対話は例外的な対話であった。このような対話に対しては、本手法では構造を付与することが困難である。しかしながら、100 対話中 93 対話に対して、500 対話から得られた規則により、構造が付与できたことから、本研究で扱っているレストラン検索対話においては、500 対話規模のコーパスから得られる規則数で、対話に構造を与えることが可能であると考えられる。

学習量が 300 対話より増えた場合において、カバー率はほぼ変化しないが、規則数は増加傾向にあった。その原因として、学習データに含まれていた特殊な対話から得られた構造規則が新しい構造規則として追加されていると考えられる。

6 まとめ

本稿では、対話構造の理解を目的として、対話構造の記述手法を提案し、大規模な対話コーパスへの対話構造の付与について述べた。意図タグつきコーパスを用いて、対話の分析から得られた知見をもとに、意図タグの対応関係と、POD の概念を導入して、部分対話の意味を表し、二分木で対話の構造を記述した。また、言語解析アルゴリズムを用いることで構造木の作成を半自動化して、構造付与作業の負担を軽減することができた。その結果としてレストラン検索対話の 789 対話 8150 発

話の対話構造木つきコーパスが構築された。また、対話構造木つきコーパスを用い、対話構造理解への利用可能性について検討したところ、300 対話から得られる 190 個の構造規則で 90 % の対話の構造を記述できることが確認できた。また、それ以上学習量の数を増やしても、カバー率はほとんど増加しないことより、今回作成した規模でも十分に利用できることが示された。

今後の課題としては、コーパスの規模を増やし、構築した対話構造木つきコーパスを用いて、確率対話構造木を作成すること、さらに、それらから確率構造規則を生成して、対話システムにおける対話制御や次発話予測への応用などが挙げられる。

謝辞

本研究に対して、貴重なコメントを頂いた入江友紀氏に感謝いたします。本研究の一部は、日本学術振興会科研費基盤研究 (B)(2)(No. 15300045) によります。

参考文献

- [1] Daniel Marcu: Building Up Rhetorical Structure Trees, Proc. of AAAI-96, Vol.2, pp.1069-1074(1996)
- [2] 横山 憲司, 難波 英嗣, 奥村 学: Support Vector Machine を用いた談話構造解析, 自然言語処理 154-27, pp.193-200(2003)
- [3] 巖寺 俊哲, 石崎 雅人, 森本 逞: 表層表現パターンを用いた対話構造の認識, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.8, pp.2452-2464(1998)
- [4] 高野 健治, 島津 明: 交通経路案内対話の分析 - 局所構造に注目して -, 言語処理学会第 10 回年次大会発表論文集, pp.181-184(2004),
- [5] 北 研二, 中村 哲, 永田 昌明: 音声言語処理 - コーパスに基づくアプローチ -, 森北出版株式会社
- [6] 入江 友紀, 河口 信夫, 松原 茂樹, 山口 由紀子, 稲垣 康善: 意図タグつきコーパスを用いた発話意図推定手法, 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-A301-03, PP.7-12(2003)
- [7] 野呂 智哉, 橋本 泰一, 徳永 健伸, 田中 穂積: 大規模日本語文法の開発, 自然言語処理論文誌, vol.12 No.1, pp3-32(2005)
- [8] Yuki IRIE, Shigeki MATSUBARA, Nobuo KAWAGUCHI, Yukiko YAMAGUCHI, Yasuyoshi INAGAKI: Design and Evaluation of Layered Intention Tag for In-Car Speech Corpus, pp.82-86(2004)
- [9] 河口 信夫, 松原 茂樹, 山口 由紀子, 武田 一哉, 板倉 文忠: CIAIR 実走行車内音声データベース, 電子情報通信学会技術研究報告, SPLC-2003(2003).
- [10] 加藤 真吾, 松原 茂樹, 山口 由紀子, 河口 信夫: 意図タグ出現パターンに基づく対話の構造解析, 電気関係学会東海支部連合大会, 2004
- [11] 田中穂積 “自然言語解析の基礎” 産業図書