

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：82636

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24520447

研究課題名(和文)対話戦略モデルのための基盤化ネットワークの拡張

研究課題名(英文)Extended grounding network for modeling dialogue strategies

## 研究代表者

水上 悦雄(Mizukami, Etsuo)

独立行政法人情報通信研究機構・ユニバーサルコミュニケーション研究所・音声コミュニケーション研究室・主任研究員

研究者番号：30327316

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、熟練ガイドなどの対話熟練者の対話戦略をモデル化するため、ある談話のまとまりを、話者らが何を基盤化しようとしているのか、を定式化できるような貢献トピックとして整理し、談話全体を階層的な基盤化ネットワークで表現することを試みた。下層のネットワークの基盤化が達成されることで、より上層のネットワークにおける状態が遷移し、最上位のネットワークが終了状態に至れば、対話全体の基盤化が達成され、対話の目的が達成されるモデルとなっている。これをガイドと旅行者の対話97対話に適用した結果、18種類の貢献トピックが抽出され、複雑なネットワークとして表現された。これを、話し合いデータにも適応を試みた。

研究成果の概要(英文)：In this study, to model the dialogue strategies of the experts such as professional tour guides we tried to construct the framework structuring the discourse by regarding the execution of discourse as accumulated grounding process between the speakers. We expressed the discourse as a hierarchical grounding network by extending the states of network so as to involve the level of grounding, and arranging a discourse unit as a contribution topic so as to formulate what the speakers want to ground. If the lower network is grounded, then the state of upper network transit to the next state, and if the top of network is grounded, the whole discourse is grounded and achieved. We applied this framework to 97 guide-tourist dialogues. We extracted 18 kinds of contribution topics and they were expressed as complicated grounding networks. We also tried to apply this framework to the discussion data.

研究分野：コミュニケーション科学

キーワード：対話戦略モデル 基盤化 基盤化ネットワーク 貢献トピック

## 1. 研究開始当初の背景

人の対話戦略、特に、旅行案内における熟練ガイドや、ファシリテータ、モデレータなどに代表される、プロの司会進行役、コールセンターや相談窓口の熟練オペレータなど、利用者や参加者の、時に曖昧で不完全、順不同かつ予測不能な言動に対しても柔軟に対応し、限られた時間内に、最終的にそれぞれの対話のゴールに向かって対話を導く対話技術をモデル化し、スキルを伝承できるように、あるいは、音声対話システムなどの計算機システムがそれらに取って代わることができるように、様々なアプローチでの研究が進められている。

近年では、大規模なタグ付コーパスなどを利用した、統計的なフレームワークを用いた対話制御手法が主流となってきており、発話行為レベルのタグ系列を元に対話制御を学習させる手法が提案されている。また、発話や、やり取りのまとまりごとに付与された、自然さや満足度などの評価特徴量や、説明が主か、雑談が主か、などの対話状態を変数とした、隠れマルコフモデルを用いた、対話戦略の学習により、対話を制御する試みがなされている。これらの統計的モデルの利点は、ルールで書き尽くせない対話状況も、統計的に尤度の高い応答を生成できることにあるが、長い文脈・履歴を扱うことが難しく、対話全体を見通した当該発話の位置づけや、利用者の理解度合いの変化、話者間の知識共有のプロセスを扱うまでに至っていない。例えば、ユーザによる、対話途中での修正行為に対して、関連する情報のどこまでをキャンセルし、如何に対話を修復していけばよいかという、ある種の時間逆行的プロセスを許容するモデルは、容易に獲得できる制御ではない。

一方で、これらの対話を談話計画の遂行であると捉え、意図に基づく談話構造を用いた、対話制御の理論的フレームワークが古くから議論されてきたが、実際の自然談話に対する談話構造の定式化が難しく、そのままの形での応用は困難とされてきた。これは、自然対話における大局的な談話単位(segment)目的と、より下位の談話単位が、単純な階層関係にあるのではなく、縦断的・横断的に入り組んでいることも一つの要因となっていると考えられる。

この問題に対して、大局的な談話目的が、局所の談話単位や交換における、話者間の基盤化過程の積み重ねで構築されると捉え、様々なレベルのデビット・トラウム(1994)が提案した基盤化ネットワークで記述することで、対話をモデル化することができるのではないかと考えるに至った。基盤化ネットワ

ークは、状態遷移モデルの一つであるので、対話戦略を、ネットワークとして計算機でそのまま扱える形式のモデルとなり得る。ただし、表層・深層間の関係性や、理解・知識共有の程度を基盤化の強度に類する枠組みで扱えるモデルでなくてはならず、概念・フレームの拡張が求められる。

## 2. 研究の目的

そこで本研究では、任意の階層の談話単位を、話者間の一つの基盤化過程と捉え、局所の基盤化過程が積み重なって、大局的な談話目的を達成するような基盤化ネットワークを構成するようなモデルを想定した上で、以下の項目を明らかにすることを目指す。

(1) 特定の対話コーパスに対して、談話単位境界を階層的に付与し、上位・下位関係、談話単位の目的を把握可能なラベリング手法を開発する。

(2) 従来の基盤化ネットワークモデルを、話者の理解程度や、共有の度合いを定式化できるように、かつ、重層的に入り組んで存在し得るレベルの異なる談話単位を、ネットワーク的に接続できるように、拡張する手法を提案する。

(3) 複数の対話に対して、1および2を適用し、得られた個々のネットワークを一つのネットワークとして接続・統合する手法を確立し、対話熟練者の、対話戦略をモデル化する。

(4) 異なる対話熟練者の対話戦略を比較できるような手法を確立する。

(5) 異なる領域の対話熟練者と利用者の対話をモデル化し、汎用性を確認する。

## 3. 研究の方法

上記の目的を達成するために、以下のよう

に研究を進めた。

(1) 対象とする熟練ガイドによる観光対話データを整備

(2) 談話単位の定式化、各単位間の有機的な階層関係を考慮した機能タグ設計

(3) 基盤化の強度を考慮した、基盤化に関するタグ設計および基盤化ネットワークの拡張

(4) 整備したデータに対する、タグ付け作業・ネットワークの記述

(5) データを基に、ネットワーク間の接続、統合をし、ガイドの対話戦略のモデル化

(6) 複数のラベラーによるラベル手法の安定性の確認

(7) 異なる領域の談話への手法の適用を行い、その汎用性の確認

## 4. 研究成果

(1) 対象データの整備：本研究を遂行するにあたり対象としたのは、熟練ガイドと旅行者の遠隔対話である。旅行者は、GPS 機能付きの携帯電話を持ち、実際に京都をめぐるながら、現地で生じた質問、相談をガイドとの電話対話を通じて解消するというもので、電話の呼び出しから、電話を切るまでの一連の対話が、一つの対話セッションである。ガイドは、旅行者の大まかな位置は取得できるが、リアルタイムの位置や方角は把握できないので、それを確認しながら、対応することになり、両者の基盤化過程がより明確な形で対話に表出すると考えられた。この書き起こしデータに対して、以降のラベルを付与することを前提に 10 名分計 97 対話データの整形を行った。

(2) 貢献トピックの定式化：音声発話をその基礎とする共同活動においては、話し手による一つ一つの発話が、受け手に理解された証拠が提示され、それを話し手も認識することによって、共有基盤を積み重ね、共同活動はその目的を達成していく。この、ある発話が受け手に理解されたことを示すまで発話の連鎖を、貢献 (Contribution) と呼ぶ。ある談話のまとまりを、何を基盤化しようとしているのか、を定式化できるような、談話単位に対応する「貢献トピック」として定義し、かつ、基盤化のレベルを、内部状態として持つように状態を拡張し、対話全体を階層的にモデル化することを試みた。基盤化のレベルとは、トラウムのモデルにおける中間状態を拡張し、不十分な基盤化状態と、修復を要する基盤化の失敗状態のような、基盤化以前の、対話参加者の共有対象の理解状態をレベル分けしたものである。貢献トピックと、談話セグメントの違いは、発話列のどこから、どこまでを一つの貢献とみなすのかの基準を、共有すべき命題 (「旅行者の要求は X である」「X に対する回答は Y である」など) が、対話者間で基盤化完了に至ったかどうか、に置く点、および、トピックを対象ドメイン (本研究においては電話観光案内) において、ある程度共通性をもってラベリングし、レベル (階層) 分け可能なようにデザインする点にある。また、一つの発話が、複数の命題を内包する場合には、それを並列して、ラベルすることを許容した。

(3) 基盤化ラベル (アクト) の設計：基盤化アクトに関してはトラウムの 7 つ (Initiate, Continue, Ack, Repair, ReqRepair, ReqAck, Cancel) をほぼそのまま用いたが、複数の談話ユニットをつなげて表現するために、Ack/Initiate, という便宜的な基盤化アクトを加え、間に受け手の相槌 (Ack) を挟んだ、開始者の Initiate の続きとなる発話に関しても、Continue を付与した。また、ReqAck の解釈を、単なる承認の要求だけでなく、(自分の認識の) 確認のための Yes/No 質問もこれに含めた。

(4) データへのラベル付与とネットワーク

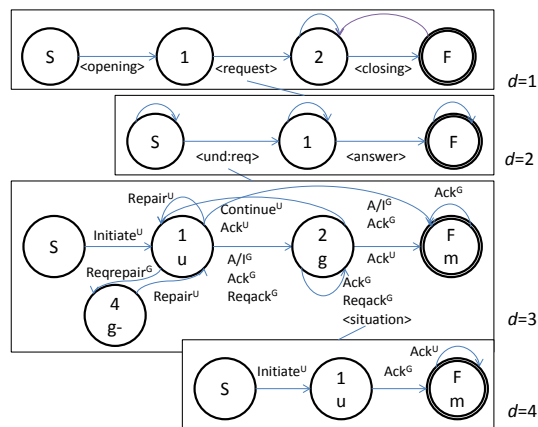


図 1 観光案内対話の遷移ネットワーク例

の記述：設計した「貢献トピック」と「基盤化アクト」を実際の対話データに付与し、ネットワークの記述を行った。図 1 に、その例を示す。最上段 (深さ  $d=1$ ) は談話全体を表すトップレベルの遷移ネットワークであり、対話の開始のやり取り <opening> の貢献トピックを経て状態 1 に、依頼-回答の連鎖 <request> を経て状態 2 に、対話の終了のやり取り <closing> を経て終了状態に至る。それぞれの貢献トピックは、さらに下位階層のネットワークで表現され、図 1 の例では、第 4 階層までのネットワークで表現されている。結果として、対話データ全体でドメイン依存/非依存のラベルを含めて 18 種類の貢献トピックを定義する必要があった。最下層は、基盤化アクトによって、状態遷移がなされ、各状態は、ガイドおよび旅行者の基盤化状態を示す。例えば、図 1 の最下段のネットワークは、<situation> (状況確認) の基盤化過程を示しており、初期状態から、ユーザ (旅行者) の Initiate (開始) で状態 1 (旅行者側の基盤化状態) へ、ガイドの Ack (承認) で終了 (ガイドの基盤化とともに、相互基盤化) 状態に至っている。第 3 階層の状態 u, g は、それぞれの話者の不完全な基盤化状態を示し、g-とあるのは、ガイドに疑義が生じ、旅行者にそれを示す質問を投げかけ、非理解 (基盤化の失敗) 状態に至っていることを示している。

下層のネットワークの基盤化が達成される (終了状態に至る) ことで、より上層のネットワークにおける状態が遷移し、最上位のネットワークが終了状態に至れば、対話全体の基盤化達成される、すなわちその対話の目的が達成されるというモデルとなっている。

(5) ガイドの対話戦略のモデル化：対象データに対する基盤化ネットワークは多岐にわたり、複雑なものとなったが、これらの共通ネットワークを抽出したところ、3 階層 (第 1 階層:1, 第 2 階層:3, 第 3 階層:5) の基本ネットワークとして表現された。これは、電話による観光案内対話一般の基盤化ネットワークと言えるが、対象データの各対話のネットワークはこれを拡張したものとなる。また、ガイドの対話戦略は、各ネットワークを

重ね合わせ、ネットワークのどの部分がより複雑化し、遷移が多重化したかで表現され得る。ただし、旅行者の要求が、道案内なのか、質問なのか、相談なのか、また、それぞれの要求の難易度によっても、ネットワークは同様に複雑化する。これらを計算機モデルとして実装するには、ユーザの要求の種類に応じたネットワークの切り替えなどが必要になるが、本研究では検討できなかった。

(6) ラベル手法の安定性の確認：二名のラベラーにより、典型的な対話データに対するラベルを行い、その一致度を測定したところ、旅行者の発話要求が単一（質問形式）の典型的な会話の場合には、ラベラー間一致度は、貢献トピックの開始／終了の発話位置、ラベルの種類は、9割以上、基盤化アクトの種類、基盤化状態の一致度は8割以上と高かったのに対して、会話の中で複数の貢献が並行する（道案内の中で質問に答えるなど）場合には、トピックの開始／終了位置、種類の一貫度は、5割程度に低下する場合もあった。

(7) 異なる領域の談話への手法の適用：本手法を、異なる対話の領域である話し合いの会話データにも適用を試みた。特に対面での話し合いであるため、電話の会話とは異なり、傾きなどの非言語的な理解の提示も基盤化の証拠として利用され得る。そこで、6名による合意形成を目的とした話し合いのデータに対して、傾きのアノテーションを実施したうえで、同様のラベルを実施した。結果として、貢献トピックの種類は一部（openingやclosing）を除き、再定式化する必要がある、ドメインに依存的事であること、複数の話者の基盤化状態を記述するには、さらなる拡張が必要であったこと、司会役割がいる場合には、ある程度ネットワークとして記述可能であるのに対して、司会役割がない話し合いは、談話全体が構造化されていないため、階層構造を整合的に記述することが難しいことなどが明らかとなり、課題として残った。

また、当初計画にあった対話システムへのモデルの実装は、モデル実装のためのツール構築とその検討を行うに留まり、やはり今後の課題となった。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計4件）

① 水上悦雄・柏岡秀紀，旅行案内電話対話のモデル化における基盤化ネットワークの拡張と適用，日本認知科学会第29回大会，2012年12月15日，仙台国際センター（宮城県）

② Etsuo Mizukami and Hideki Kashioka, What are they achieving through the conversation - modeling guide-tourist dialogues by extended grounding networks,

4th International Workshop Series on Spoken Dialogue Systems Technology, 2012年11月29日，Castle of Ermenonville, エルメノンビル（フランス）。

③ Etsuo Mizukami, Teruhisa Misu and Chiori Hori, Dialogue System on Smartphones - Its Development and Implementation for Field, 1<sup>st</sup> International Workshop on Field Speech and Mobile Data, 2013年6月8日，Univ. Milan, ミラノ（イタリア）

④ 水上悦雄・岡本拓磨・堀智織，多言語音声翻訳・対話システム構築ツールの公開に向けて，人工知能学会 SIG-SLUD 研究会，2014年12月16日，東京工業大学（東京都）

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

水上 悦雄 (MIZUKAMI ETSUO)

(独)情報通信研究機構ユニバーサルコミュニケーション研究所音声コミュニケーション研究室・主任研究員

研究者番号：30327316

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：