

特集 「音声言語インタフェースの実用化と音声言語対話への展開」

音声対話コーパスの収集と利用

—より豊かな車内音声対話システムを目指して—

Spoken Dialogue Corpus and Its Utilization

— Towards the Development of In-Car Speech Dialogue Systems —

松原 茂樹
Shigeki Matsubara

名古屋大学統合音響情報研究拠点/情報連携基盤センター
Center for Integrated Acoustic Information Research / Information Technology Center, Nagoya University.
matubara@lang.nagoya-u.ac.jp, <http://www.lang.nagoya-u.ac.jp/~matubara/>

河口 信夫
Nobuo Kawaguchi

(同上)
kawaguti@nuie.nagoya-u.ac.jp, <http://www.inagaki.nuie.nagoya-u.ac.jp/~kawaguti/>

外山 勝彦
Katsuhiko Toyama

名古屋大学統合音響情報研究拠点/名古屋大学大学院工学研究科計算理工学専攻
Center for Integrated Acoustic Information Research / Department of Computational Science and Engineering, Nagoya University.
toyama@nuie.nagoya-u.ac.jp, <http://www.inagaki.nuie.nagoya-u.ac.jp/~toyama/>

武田 一哉
Kazuya Takeda

名古屋大学統合音響情報研究拠点/名古屋大学大学院工学研究科電子情報学専攻
Center for Integrated Acoustic Information Research / Department of Information Electronics, Nagoya University.
takeda@nuie.nagoya-u.ac.jp, <http://www.itakura.nuie.nagoya-u.ac.jp/~takeda/>

Keywords: spoken dialogue corpus, spoken dialogue system, spoken language processing, in-car speech corpus, case-based dialogue processing.

1. はじめに

より自然でより豊かな音声対話システムの実現を目指し、国内外で大規模な音声対話コーパスの収集が進められている。これまで、音声対話コーパスは、対話に特有な音声現象や言語現象を分析するための基礎データとしての役割を担ってきた。しかし、近年の計算機性能の向上や大語彙連続音声認識の成功により、対話を遂行するうえで利用可能な、より実践的なデータとして注目されつつある。

本稿では、さまざまな目的で収集されている音声対話コーパスを紹介し、音声対話システムの実現におけるコーパスの利用について述べる。特に、近年、その重要性が認識されつつある車内音声対話コーパスの収集と利用に焦点を当てる。車内音声対話では、システムの発話理解や応答生成に対話事例を直接利用する方式や、コーパスから獲得した統計情報を用いて対話を制御する技術が提案されており、コーパスの利用可能性が確認されている。音声対話コーパスの収集や利用の高度化によって、事例や統計に基づく音声対話処理が、従来のルールに基づく対話処理の枠組みを破り、新たな段階を迎えることが期待できる。

2. 音声対話コーパスとその利用

2.1 コーパスの必要性

音声対話コーパスとは、音声対話事例を大量に集めたデータベースを意味する。通常、収録音声データとその転記テキストデータから構成されるが、それ以外に、映像や操作記録などのマルチモーダル情報を含むこともある。音声対話システムには、人間との自然な音声コミュニケーションの遂行が求められるため、人間がどのような発話をするのか、また、人間に対してどのように発話すればよいのかを明らかにする必要がある。そのためには、対話事例を詳細に観察することが重要であり、事象を統計的に分析するために、大規模音声対話コーパスは不可欠である。

2.2 音声対話コーパスとその利用

単に音声対話コーパスといっても、収集目的がそれぞれ異なるということもあり、その仕様は実に多様である。対話の設定（模擬対話・自由対話など）や収集方法（対面対話・電話対話など）、転記方法（漢字かな混じり・かな表記など）などはコーパスによって異なる。このため、音声対話システム構築のために利用するときには、用途に合致したコーパスを選択しなければならない。

以下では、音声対話コーパスの利用例を紹介する。な

お、音声対話コーパスの構築や公開に関する情報は、文献 [竹沢 95, 山本 98] などに詳しい。

§ 1 対話音声の言語分析

自然な音声対話では、フィラーや言いよどみ、言い直しなど、書き言葉には現れない実に多様な現象が頻出する。これらの分析を通して、書き言葉との文法的な違いを明らかにすることができる。このような言語分析は、大規模音声対話コーパスの収集が活発化し始めた 1980 年代後半から現在に至るまで盛んに行われている。その多くは、対話音声の体系的分析というより、むしろ、上述の言語現象を個別に調査したものである。例えば、フィラーについては、ATR 対話データベース (ADD) [勾坂 92] を用いた分析 [村上 95] や日本音響学会連続音声データベース (ASJ) [小林 92] を用いた分析 [中川 95] などがあり、フィラーの頻度や種類、発話文中における出現位置などが明らかにされている。また、言い直しについては、TRAIN コーパス [Allen 96] による分析 [Heeman 94]、ATIS コーパス [MADCOW 92] を用いた分析 [Bear 92] などがある。ただし、収録条件の違いが発話様式に大きく影響を及ぼすため、分析結果は使用したコーパスによって異なる。

§ 2 事例に基づく談話分析

対話では、一つの発話文内での文法的な性質だけでなく、発話文と発話文との間など、文を超えたレベルにおいても特徴的な事象が存在する。対話コーパスを詳細に観察することにより、対話における発話行為や談話構造などの特性を明らかにすることができる [Walker 90]。

§ 3 音声対話処理ルールの構築

コーパスの分析を通して、音声対話処理に利用可能なヒューリスティクスやルールを構築することができる。例えば、山本らは、日本音響学会連続音声データベースを用いて助詞省略や倒置の傾向を分析し、それを係り受け解析のヒューリスティクス作成に応用している [山本 92]。また、中野らは、言い直しで用いられる編集表現 (フィラーやポーズなど) に着目して対話コーパスを分析することにより、言い直しを含む発話の解析ルールを作成している [中野 98]。

§ 4 音声対話の統計的モデルの獲得

大規模音声対話コーパスから統計的に獲得できるモデルとして、対話音声認識するための音響・言語モデルや話し言葉解析のための音声言語文法、対話理解のための談話モデルなどがある。このうち、談話モデルは、談話タグつきコーパスから生成することができ、発話行為の自動推定 [Choi 99, Samuel 98] や次発話予測などに応用されている [Nagata 94, Shriberg 96]*1。

§ 5 音声対話システム評価用データ

対話システムの評価は、被験者との対話実験を通して行うことが一般的であるが、① 評価を行うたびに被験者を用意する必要がある、② 実験条件が評価のたびに異なる、などの問題がある。このため、音声対話コーパスの一部を評価用データとして取り出し、評価実験に利用することがよく行われる。システムの総合的な評価は難しいが、音声認識や言語処理、意図理解など、システムを構成するモジュールの評価に適している。

2・3 音声対話コーパスの実践的利用

連続音声認識や話し言葉処理では、音声コーパスや言語コーパスから統計モデルを獲得し、それを活用する手法が主流になりつつある。また、対訳コーパスの用例を変換パターンとして音声翻訳に直接利用したり、用例から変換ルールを構築する技術も提案されており、こうした対訳データの蓄積が今日の音声翻訳技術の実現に大きく寄与している [山本 00]。

一方、音声対話コーパスの場合、音声対話システムの実現に直結した利用方法については、これまであまり研究されてこなかった。実際、前節で示した利用法は、音声対話システムを構築するうえで効果的ではあるが、それらはいずれも、音声対話を構成する各部分を個別に捉えた活用の仕方を示しているに過ぎない。これは、対話における発話理解や応答生成などのメカニズムが、対話の状況や話者の心的状態など、コーパスには現れにくい事象と強い因果関係があることに起因しており、コーパスの実践的利用は必ずしも容易ではない。

3. 車内音声対話コーパスとその利用

3・1 車内音声対話コーパス収集プロジェクト

音声対話コーパスの収集の多くは、これまで、雑音の少ない静かな音響環境のもとで行われてきたが、より実用的な音声対話処理技術の開発のためには、実環境下での対話音声の収集が望まれる。特に、走行車室内は、エンジン音やロードノイズなどの定常雑音に加え、振動音やすれ違い音などの非定常雑音が重畳される環境であり、車内音声対話コーパスの収集は近年注目を集めている。車内は密室であり、走行中、ドライバは視覚的な操作や手による操作が制限されることから、音声対話システムの利用に望ましい環境であり、ロバストな音声認識・理解技術の開発が強く求められる。このような要請に応えるために、国内外において車内対話音声収集プロジェクトが推進されている。以下に代表例を紹介する*2。

*1 このようなタグ付きコーパスを手で作成するのは多大な労力を要するという問題に対して、談話モデルを用いて自動的にタグ付けする方法が示されている [Reithinger 97]。

*2 これらのほかに、騒音環境下における音声認識のロバスト化を目的として車内音声の収集が行われている [Aubauer 99, Hunt 99]。

- (1) **SpeechDat-Car** SpeechDat とは、欧米の各国で進められている多言語音声コーパス収集プロジェクトの名称である。その中で、特に車室内の音声を集めることを目的として、SpeechDat-Car と呼ばれるプロジェクトが実施されている [Moreno 00, Van den Heuvel 99]。このプロジェクトでは、共通のマイク、発話セットさえ準備すれば、オープンに参加可能であり、互いのデータを共有して利用できる。
- (2) **CU-Move** 米国 DARPA の Communicator プロジェクトは航空機、レンタカー、ホテルの予約を電話で簡単に行う Communicator と呼ばれる音声対話エージェントの構築を目指している [Pellom 00]。その中で Colorado 大学は、CU-Move と呼ばれる道案内の車内音声対話ナビゲーションシステムの研究を進めている。実際に米国各州を走行し、携帯電話と WOZ システムを用いた音声収録を行っている [Pellom 01]。
- (3) 名古屋大学 CIAIR 文部科学省 COE 名古屋大学統合音響情報研究拠点 (CIAIR) [武田 00] は、1999 年度から開始された学際的な研究プロジェクトであり、ロバストな音声対話システムの実現を一つの目標として定めている。車内音声対話収録システムを構築し [河川 01b]、世界最大規模のマルチモーダル音声対話コーパスを収集している [Kawaguchi 01a]。

このうち、名古屋大学 CIAIR のプロジェクトでは、被験者が実際に車両を運転しながら発声した対話音声を収集している点に特徴がある [Kawaguchi 00a]。車内音声対話の収録車の概要を図 1 に示す。音声に加え、画像入力、ハンドル、アクセル、ブレーキ、車両位置などをすべて同期して収録しており、実走行車内対話をモデル化するための基礎資料として有用である。2000 年度までに、道案内や店検索などをタスクとする対話音声を、約 500 名の被験者により、約 140 時間分収集している。収集したセッションの概要を表 1 に示す。1999 年度は、ナビゲータ役 (人間) との模擬対話を被験者 1 人あたり 11 分間、また、2000 年度は、より実地的な収録を目指し、WOZ システムおよび音声対話システムを導入し、被験者 1 人あたりそれぞれ 5 分間の対話音声を収集して

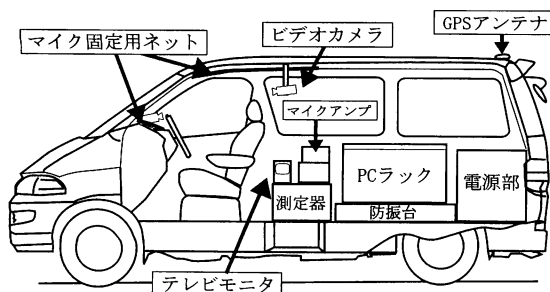


図 1 実走行車内対話データベースの収録車

表 1 被験者 1 人あたりの収集セッション

1999 年度	
ナビゲータとの模擬対話	11 分間
音素バランス文 (アイドリング)	50 文
音素バランス文 (走行中)	25 文
単語収録	30 単語
連続数字	4 桁×20
2000 年度	
ナビゲータとの模擬対話	5 分間
WOZ システムとの対話	5 分間
音声対話システムとの対話	5 分間
音素バランス文 (アイドリング)	50 文
音素バランス文 (走行中)	25 文
単語収録	30 単語
連続数字	4 桁×20

```

0001 00:01:543-00:10:148 MD:EN:
ちよつと & チョット
小籠 <H> が & コバラ <H> ガ
すいたんだけど <H> & スイタンダケド <H>
この & コノ
近くに & チカクニ
ファーストフード店で <H> & ファーストフードテンテ <H>
あるのかなあ <SB> & アルノカナー <SB>
0002 00:10:583-00:13:969 FO:EN:
はい & ハイ
マクドナルドと & マクドナルドト
モスバーガーが & モスバーガーガ
ございます <SB> & ゴザイマスガ <SB>
0003 00:14:156-00:17:905 MD:NN:
(F あっ)じゃ & (F アッ)ジャ
マクドナルドの & マクドナルドノ
場所を & バシヨオ
教えてほしいんだけど <SB> & オシエテホシダケド <SB>
0004 00:18:092-00:21:136 FO:EN:
はい & ハイ
マクドナルドは & マクドナルドワ
ドライブスルーされますか <H> <SB> & ドライブスルーサレマスカ <H> <SB>

```

図 2 車内音声対話コーパスの転記テキスト

いる。

収集した音声データの転記作業は、人手によって行っている。データの分析にあたり、日本語話し言葉コーパス (CSJ) [前川 00] の音声書き起こし基準に準拠したタグ付け作業を行っている。図 2 に転記テキストの例を示す。各発話単位 ID、開始・終了時間、性別 (男性/女性)、話者役割 (ドライバ/ナビゲータ)、対話タスク (道案内/情報検索など)、雑音状況 (有/無) に関する情報を付与している。収集した対話の言語的特徴について分析するとともに [河川 00b, 河川 01c]、本コーパスを活用した車内音声対話システムの構築に関する研究を進めている。

以下では、音声対話処理へのコーパスの実践的な利用の例として、CIAIR 車内音声対話コーパスを使用した手法について概説する。

3.2 発話事例に基づく対話処理

Murao らは、音声対話コーパスを直接利用した対話処理方法として、事例に基づく手法を提案している [Murao 01]。これは、外国語初学者の会話方式を模倣した枠組みである。例えば、会話例

A: How long does it take to Osaka ?

B: It takes 2 hours and 30 minutes.

を習得しているとき、質問発話

How long does it take to Nagoya ?

に対して、名古屋までの所要時間が 2 時間であることがわかっていれば、事例を応用することにより、

It takes 2 hours.

と応答できる。限定されたドメインの対話であれば、ユーザ発話に対する動作や応答は、高度な意味解析や文生成を実行しなくても、過去の事例を模倣することにより対処できる場合が多い。

事例に基づく対話処理の重要な点は、最適な対話事例を選ぶことと対話状況に合致するように事例を修正することである。この手法では、対話事例として、発話文に意味記述が付与されたコーパスを用いる。例えば、検索対話であれば検索式と検索結果を発話に付与する。二つの発話の類似性が高ければ、その意味も類似するとみなし、ユーザ発話に最も類似した事例をコーパスから取り出す。発話間の類似度は、キーワードの一致率に基づいて計算する。

事例に基づく店情報検索対話手法の構成を図3に示す。本手法は、事例に基づく発話理解、検索実行、および、事例に基づく応答生成からなる。事例に基づく発話理解では、ユーザ発話とコーパス発話との類似性に基づいてシステムの動作を定める。ユーザ発話「スパゲティのお店に行きたいな」に対して、その最類似発話として「カレーの店に行きたい」がコーパスから抽出されたとする。コーパス発話の検索式が

〈Search all “カレー”〉

であることと、二つの発話間で「スパゲティ」と「カレー」が異なることに着目して事例を修正すると、入力発話の検索式は、

〈Search all “スパゲティ”〉

となり、スパゲティの店が検索される。

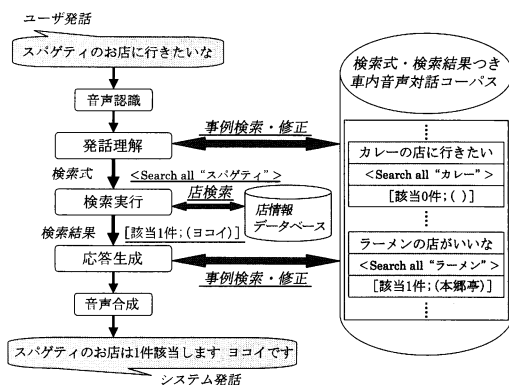


図3 対話事例に基づく音声対話手法

一方、事例に基づく応答生成では、ユーザ発話に加え、その検索結果も類似した事例を選択する。先の例の場合、該当がなければ、コーパス発話「カレーの店に行きたい」が類似事例となるが、1件該当すれば「ラーメンの店がいいな」が選択され、その応答事例「ラーメンのお店は1件該当します本郷亭です」を修正し、「スパゲティのお店は1件該当しますヨコイです」を生成する。

本手法により、人の自由な発話や多様な入力発話に対応可能なロバストな音声対話処理を実現できる。また、人と人との対話を事例として用いるため、人間に似た表

現力豊かな応答生成が可能である。

3.3 発話事例を用いた意図推定

前節で説明した事例に基づく手法は、質問応答のような対話文脈への依存度が低い単純なタスクには向いているものの、スケジューリングや旅行相談など、対話状況が対話の進め方に重要な影響を及ぼすタスクには必ずしも十分な枠組みとはいえない。また、発話の意味をコーパスに統一的に記述できればよいが、タスクによっては難しい場合がある。

それに対して木村らは、より複雑な対話制御と実行するために、ユーザ発話の意図を対話事例を用いて推定する手法を提案している[木村 02]。意図推定の流れを図4に示す。この手法では、発話意図を表すタグを各発話に付与した意図タグ付きコーパスを使用する。意図タグは、談話行為タグ[荒木 99]を車内対話タスクに合わせて拡張することにより、個々のタスクに依存したレベルにまで詳細化して定めている。意図推定では、入力発話に形態素および係り受け解析を与え、その結果に従って、コーパス中の各発話との類似度を計算する。また、対話コーパスから獲得した意図系列の生起確率と入力発話の生起前の対話履歴を比較することにより、各類似度の重み付けを行う。最終的にスコアが最大の発話に付与された意図が入力発話の意図であるとみなす。例えば、車内対話における「近くに駐車場はあるかな」というユーザ発話の意図は、現在地付近の駐車場の検索依頼（駐車場検索）か、それとも、検索された店付近の駐車場の存在に関する問合せ（駐車場存在質問）かという二つの解釈が存在するが、対話履歴とコーパス事例を照合することにより、それを解消することができる。

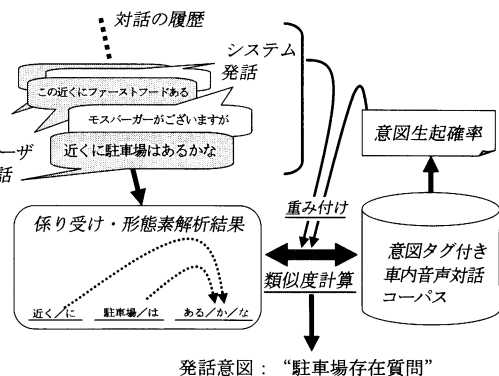


図4 対話事例に基づく発話意図推定

4. 課 題

音声対話システム構築のための音声対話コーパス活用の観点から、コーパス収集と利用の課題について述べる。

4.1 コーパス収集の課題

実用的な音声対話システムの実現のために、より実践的な対話コーパスを収集する必要がある。しかし、そのようなデータを大量に収集するといっても、事態はそれほど単純ではない。

一般に、収集される対話音声の内容や様式は、収録された環境の影響を受ける。特に、対話相手の会話能力の差は、我々が大人と話すときと子どもと話すときとで話し方が異なることと同様、対話内容に決定的な違いを生み出す。収集したコーパス内の発話を適切に処理するシステムを開発したとしても、入力される発話がコーパス発話と異なれば、システムがそれを正しく処理できるとは限らない。すなわち、実践的なデータとは、理想的に言えば、構築を目指す対話システムとの間で生起するような対話音声である。このため、実環境下で収録することはもちろんのこと、そのような対話システムと同等の性能を備えた機械との対話を収録することが望まれるということになる。しかし、このことは、実現する音声対話システムが存在しないと、その実現に使用する音声対話コーパスの作成に着手できないことを意味しており、矛盾が生じる。

音声対話コーパスを利用した音声対話システムの構築は、コーパスの作成とシステムの実現のいずれが先かといった問題ではなく、コーパス収集とシステム開発をスパイラルに進めることが望ましい^{*3}。音声対話システムを開発しそれを用いて対話データを集める過程と、データの分析結果に基づいてシステムを改良する過程を交互に実施する。改良したシステムとの間でデータ収集を行えば、以前のデータとは違った現象が現れることになり、そこでまた新たな課題が生じる。このようなサイクルを短い周期で繰り返すことにより、より実践的なコーパスの作成も、より実用的なシステムの作成も、ともに実現できる。

4.2 コーパス利用の課題

前章では、事例に基づく対話処理方式について述べたが、その方式には、システムが主導で対話を進めるための戦略が欠如している。質問応答システムのような単純な対話、あるいは、ELIZA [Weizenbaum 66] のような対話自体が目的であるような対話であれば、そのような方式でも対処できる可能性はある。実際、上述の事例ベース手法はいずれも、車内対話のレストラン検索タスクに適用され、その有効性が確認されている。しかし、動的に戦略を作成する対話制御機構は、本来、システムによる適切な発話生成に不可欠である。そのような機構

の振舞いは、対話状況やシステム知識、ユーザモデルなどの要因に大きく依存するため、それを対話事例だけで実現することは難しい^{*4}。事例ベース手法とルールベース手法を組み合わせで設計することが有望であり、それらを統合するしくみについて検討する必要がある。

5. おわりに

本稿では、音声対話コーパスとその利用法について述べた。特に、名古屋大学 CIAIR で収集している車内音声対話コーパスとそれを活用した音声対話処理手法について説明した。国内外でコーパスの作成と共有化が進み、近年、対話研究に利用可能な音声対話コーパスが急速に充実してきている。より高度で実用的な音声対話システムの実現のために、音声対話コーパスが一層効果的に活用されることが望まれる。

謝 辞

本稿で述べた著者らの研究は、文部科学省科学研究費補助金 COE 形成基礎研究費（課題番号 11CE2005「多元音響の統合的理解」代表：名古屋大学板倉文忠教授）の補助を受けて行われている。日頃、有益なご議論をいただく CIAIR メンバ諸氏に感謝致します。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Allen 96] Allen, J. F., Miller, B. W., Ringger, E. K. and Sikorski, T.: A Robust System for Natural Spoken Dialogue, *Proc. of 34th Conference of Association for Computational Linguistics*, pp. 62-70 (1996)
- [荒木 99] 荒木雅弘, 伊藤敏彦, 熊谷智子, 石崎雅人: 発話単位標準化案の作成, *人工知能学会誌*, Vol. 14, No. 2, pp. 251-260 (2000)
- [Aubauer 99] Aubauer, R., Kern, R. and Leckschat, D.: Optimized Second Order Gradient Microphone for Hands-Free Speech Recordings in Cars, *Proc. of Robust Methods for Speech Recognition in Adverse Conditions*, pp. 191-194 (1999)
- [Bear 92] Bear, J., Dowding, J. and Shriberg, E.: Integrating Multiple Knowledge Sources for Detection and Correction of Repairs in Human-Computer Dialogue, *Proc. of 30th Annual Meeting of Association for Computational Linguistics*, pp. 56-63 (1992)
- [Choi 99] Choi, W. S., Cho, J. and Seo, J.: Analysis System of Speech Acts and Discourse Structure Using Maximum Entropy Model, *Proc. of 37th Annual Meeting of Association for Computational Linguistics*, pp. 230-237 (1999)
- [Heeman 94] Heeman, P. and Allen, J.: Detecting and Correcting Speech Repairs, *Proc. of 32th Annual Meeting of Association for Computational Linguistics*, pp. 295-302 (1994)
- [Hunt 99] Hunt, M. J.: Some Experience in In-Car Speech Recognition, *Proc. of Robust Methods for Speech Recognition in Adverse Conditions*, pp. 25-31 (1999)
- [Kawaguchi 00a] Kawaguchi, N., Matsubara, S., Iwa, H., Kajita, S., Takeda, K., Itakura, F. and Inagaki, Y.: Construction of

^{*3} コーパスを用いて音声処理や言語処理のソフトウェアを構築するうえで、ソフトウェアを開発しながらコーパスを作成するといった方法論が存在するが [黒橋 00], 音声対話処理においても同様の考え方が成り立つ。

^{*4} 対話処理におけるこの事実は、ユーザ入力とシステム出力の対応関係が一意に定まりやすい翻訳処理との決定的な違いである。

- Speech Corpus in Moving Car Environment, *Proc. of 6th Int. Conf. on Spoken Language Processing*, Vol. III, pp. 362-365 (2000)
- [河口 00b] 河口信夫, 松原茂樹, 若松佳広, 梶田将司, 武田一哉, 板倉文忠, 稲垣康善: 実走行車内音声対話コーパスの設計と特徴, 電子情報通信学会技術研究報告, SP-107, pp. 61-66 (2000)
- [Kawaguchi 01a] Kawaguchi, N., Matsubara, S., Takeda, K. and Itakura, F.: Multimedia Data Collection of In-Car Speech Communication, *Proc. of 7th European Conf. on Speech Communication and Technology*, pp. 2027-2030 (2001)
- [河口 01b] 河口信夫, 牛窪誠一, 松原茂樹, 梶田将司, 武田一哉, 板倉文忠: 走行車室内音声対話収録システムの開発, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J84-D-II, No. 6, pp. 1122-1129 (2001)
- [河口 01c] 河口信夫, 松原茂樹, 武田一哉, 板倉文忠, 稲垣康善: 実走行車内音声対話データベース, 情報処理学会研究報告, SLP-39, pp. 141-146 (2001)
- [木村 02] 木村晋一, 松原茂樹, 河口信夫, 山口由紀子, 稲垣康善: 車内音声対話システムのための事例に基づく発話意図推定, 情報処理学会研究報告, SLP-40, pp. 115-120 (2002)
- [黒橋 00] 黒橋禎夫: コーパスが先かパーサーが先か, 情報処理, Vol. 41, No. 7, pp. 769-773 (2000)
- [小林 92] 小林哲則, 板橋秀一, 速水 悟, 竹沢寿幸: 日本音響学会研究用連続音声データベース, 日本音響学会誌, Vol. 48, No. 12, pp. 888-893 (1992)
- [MADCOW 92] MADCOW: Multi-Site Data Collection for a Spontaneous Language Corpus, *Proc. of 2nd Int. Conf. on Spoken Language Processing*, pp. 903-906 (1992)
- [前川 00] 前川喜久男, 籠宮隆之, 小磯花絵, 小椋秀樹, 菊池英明: 日本語話し言葉コーパスの設計, 音声研究, Vol. 4, No. 2, pp. 51-61 (2000)
- [Moreno 00] Moreno, A., Lindberg, B., Draxler, C., Richard, G., Choukri, K., Euler, S. and Allen, J.: SpeechDat-Car: A Large Speech Database for Automatic Environment, *Proc. of 2nd Language Resource and Evaluation Conf.* (2000)
- [村上 95] 村上仁一, 嵯峨山茂樹: 自由発話音声における音響的な特徴の検討, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J780-D-II, No. 12, pp. 1741-1749 (1995)
- [Murao 01] Murao, H., Kawaguchi, N., Matsubara, S. and Inagaki, Y.: Example-based Query Generation for Spontaneous Speech, *Proc. of 2001 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding* (2001)
- [Nagata 94] Nagata, M. and Morimoto, T.: An Information-Theoretic Model of Discourse, *Trans. on Information Processing Society of Japan*, Vol. 35, No. 6, pp. 1050-1061 (1994)
- [中川 95] 中川聖一, 小林 聡: 自然な音声対話における間投詞・ポーズ・言い直しの出現パターンと音響的性質, 日本音響学会誌, Vol. 51, No. 3, pp. 202-210 (1995)
- [中野 98] 中野幹生, 島津 明: 言い直しを含む発話の解析, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 6, pp. 1935-1943 (1998)
- [Pellom 00] Pellom, B., Ward, W. and Pradhan, S.: The CU-Communicator: An Architecture for Dialogue Systems, *Proc. of 6th Int. Conf. on Spoken Language Processing*, Vol. II, pp. 723-726 (2000)
- [Pellom 01] Pellom, B., Ward, W., Hansen, J., Hacıoglu, K., Zhang, J., Yu, X. and Pradhan, S.: University of Colorado Dialogue Systems for Travel and Navigation, *Proc. of 4th Human Language Technology Conf.* (2001)
- [Reithinger 97] Reithinger, N. and Klessen, M.: Dialogue Act Classification using Language Models, *Proc. of 5th European Conf. on Speech Communication and Technology*, pp. 2235-2238 (1997)
- [匂坂 92] 匂坂芳典, 浦谷則好: ATR 音声・言語データベース, 日本音響学会誌, Vol. 48, No. 12, pp. 878-882 (1992)
- [Samuel 98] Samuel, K., Carberry, S. and Vijay-Shanker, K.: Dialogue Act Tagging with Transformational-based Learning, *Proc. of 18th Int. Conf. on Computational Linguistics*, pp. 1150-1156 (1998)
- [Shriberg 96] Shriberg, E. and Stolcke, A.: Word Predictability After Hesitations - A Corpus-based Study, *Proc. of 4th Int. Conf. on Spoken Language Processing* (1996)
- [Stolcke 96] Stolcke, A. and Shriberg, E.: Automatic Linguistic Segmentation of Conversational Speech, *Proc. of 4th Int. Conf. on Spoken Language Processing* (1996)
- [武田 00] 武田一哉, 板倉文忠: 文部省 COE プログラム統合音響情報研究拠点 (CIAIR), 日本音響学会誌, Vol. 56, No. 11, pp. 748-751 (2000)
- [竹沢 95] 竹沢寿幸, 末松 博: 音声・テキストコーパスとその構築技術, 標準化動向, 人工知能学会誌, Vol. 10, No. 2, pp. 168-180 (1995)
- [Van den Heuvel 99] Van den Heuvel, H., Boudy, J., Comeyne, R., Eurler, S., Moreno, A. and Richard, G.: The SpeechDat-Car Multilingual Speech Databases for In-Car Application: Some First Validation Results, *Proc. of 6th European Conf. on Speech Communication and Technology* (1999)
- [Walker 90] Walker, M. and Whittaker, S.: Mixed Initiative in Dialogue: An Investigation into Discourse, *Proc. of 28th Annual Meeting of Association for Computational Linguistics*, pp. 62-70 (1990)
- [Weizenbaum 66] Weizenbaum, J.: ELIZA-A Computer Program for the Study of Natural Language Communication between Man and Machine, *Communications of the ACM*, Vol. 9, pp. 36-45 (1966)
- [山本 92] 山本幹雄, 中川聖一: 音声対話文における助詞落ち・倒置の分析と解析手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 33, No. 11, pp. 1322-1330 (1992)
- [山本 98] 山本幹雄: 音声対話データベース構築の現状, 日本音響学会誌, Vol. 54, No. 11, pp. 797-802 (1998)
- [山本 00] 山本誠一: コーパスベース音声翻訳技術, 電子情報通信学会誌, Vol. 83, No. 8, pp. 604-611 (2000)

2002 年 3 月 25 日 受理

著者紹介



松原 茂樹 (正会員)

日本通訳学会, ACL 各会員。



河口 信夫 (正会員)

会, 日本音響学会, 日本ソフトウェア科学会各会員。

外山 勝彦 (正会員) は, 前掲 (Vol. 17, No. 2, p. 241) 参照。



武田 一哉

1983 年名古屋大学工学部電気工学科卒業。1985 年名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了。同年国際電信電話 (KDD) (株) 入社。エイ・ティ・アール自動翻訳研究所, KDD 研究所において音声合成・認識システムの研究を行う。1994 年名古屋大学大学院工学研究科電子情報学専攻助教授。工学博士。IEEE, 電子情報通信学会, 情報処理学会, 日本音響学会, 映像情報メディア学会各会員。