

マルチタスク型音声対話システムの 対話制御のための発話識別

栗野 健太郎^{†1} 伊藤 仁^{†1}
伊藤 彰則^{†1} 牧野 正三^{†1}

本稿では容易に設計できるマルチタスク型音声対話システムを目的とし、そのシステムにおける対話制御と対話制御に必要な発話識別の方法を検討した。システム内では、確認応答型システムと一問一答型システムをサブシステムとして用いた。対話制御は発話識別部分と個々のサブシステムの対話制御部分で構成される。発話識別は話者の最初の発話に対する識別と、2回目の発話に対する識別の2種類がある。音声認識結果とテキスト入力での識別実験を行ったところ、最初の発話に対する識別ではテキスト入力で80%以上の識別率が得られた。また2回目の発話に対する識別では音声入力でも100%近くの識別率が得られた。

Utterance Discrimination for dialog control on Multi-task Spoken Dialog System

KENTARO AWANO,^{†1} MASASHI ITO,^{†1} AKINORI ITO^{†1}
and SHOZO MAKINO^{†1}

We studied dialog control and a method of utterance discrimination for a multi-task spoken dialog system that combines multiple dialog systems. Frame-based and example-based systems are used as subsystems for combination. Dialog control is composed of utterance discrimination and dialog controls which are used by each subsystem. The utterance discrimination was applied to both of first utterance and second utterance. We conducted a discrimination experiment. As a result, we obtained more than 80% accuracy in first discrimination and near 100% accuracy in second discrimination.

1. はじめに

近年の音声認識技術の発達により、音声対話システムが社会で用いられ始めている¹⁾。一般に、音声対話システムは扱うタスクに特化して設計されるため、既存のシステムに対するタスクの追加や削除が困難であるという問題がある。この問題に対する解決策の一つとして、あるタスクのみを扱う音声対話システム(サブシステム)を複数個並列に用いた、マルチタスク型音声対話システムが提案されている²⁾⁻⁵⁾。マルチタスク型音声対話システムでは、各サブシステムは互いに独立である。したがって、タスクの追加はそのタスクに対応するサブシステムを追加するだけで行えるため、タスク追加が容易にでき、同様にタスク削除も容易にできる。

本研究では、個々のサブシステムについても容易に設計できるマルチタスク型音声対話システムを目的とする。すなわち、音声認識やプログラミングといった専門知識が無いユーザでも自分の希望するシステムを自分で手軽に構築できるようなシステムを目指す。この目的の実現のため、本研究ではサブシステムとして、後述する確認応答型システムと一問一答型システムを用いる。それらを併用したシステムを図1に示す。

以前我々は、目的とするシステムで必要となる、話者の最初の発話をいずれのサブシステムで扱うべきかを判別する発話識別の方法を提案した⁶⁾。本稿では特徴量の算出法を以前よりも効果の高い方法へと変更し、確認応答型システムを1つ増やして実験を行った。実験では発話識別に用いるニューラルネットの再学習の必要性について検討した、またシステム全体の対話制御を設計し、発話識別をその中に位置付けた。そして対話制御の中で必要となる、話者の2回目の発話を識別する再発話識別の方法を検討した。

2. 本検討で用いるサブシステム

2.1 確認応答型システム

ここでいう確認応答型システムとは、比較的小規模のフレームに基づき、それを埋めるように対話を制御する音声対話システムである。このシステムでは、ユーザは表1のようなタスク記述表を作成することで確認応答型システムを設計する⁷⁾。タスク記述表から、有限オートマトンで表される認識用文法が生成され、これを用いて音声認識を行う。認識用文法

^{†1} 東北大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Tohoku University

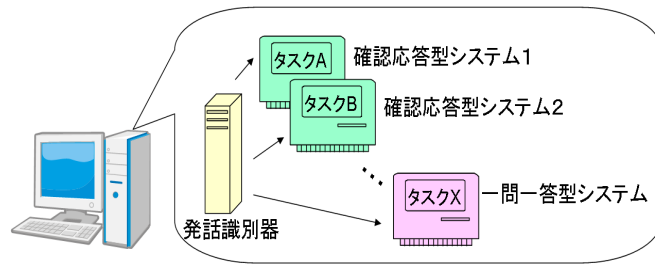


図 1 本検討で扱うマルチタスク音声対話システム
Fig. 1 Intended Spoken Dialog System

表 1 タスク記述表 (タスク: 仙台駅での切符販売)
Table 1 Task Description Table

| スロット名 | 品詞 | 種類 | 単語 | 初期値 | 前 | 後 |
|-------|----|----|-----------------|-----|--------|--------|
| 駅名 | 名詞 | 必須 | 東京, 福島, ... | φ | 仙台発 | 行き, まで |
| 切符 | 名詞 | 任意 | 切符, 新幹線, ... | 切符 | 片道, 往復 | φ |
| 枚数 | 名詞 | 任意 | 一枚, 二枚, ... | 一枚 | 大人, 子供 | φ |
| 動作 | 動詞 | 任意 | 下さい, ちょうだい, ... | 下さい | φ | φ |

は文節単位での倒置や省略, フィラー挿入などに対応できるよう生成される。また, フレームを埋めるため話者は何度か発話 (再発話) をする。その認識に必要な再発話認識用文法と再発話用タスク記述表も表 1 のようなタスク記述表から生成される。

2.2 一問一答型システム

一問一答型システムとはユーザの発話に対するシステムの応答があらかじめ決まっているシステムである。対話の際には, 発話と用例テキストとのマッチングを行い, 最大スコアになった用例テキストに対応した応答候補文を応答として返す⁸⁾。言語モデルには N-gram を用いる。ユーザは表 2 のような発話に当たる用例テキストと, 表 3 のようなシステムの応答に当たる応答候補文を作成することで一問一答型システムを設計する。

3. 対話処理の流れ

前回の報告を受けて, 提案システム全体の対話処理方式を設計した。それを図 2 に示す。最初にユーザ (話者) がシステムに対し発話すると, システムはその発話をいずれのサブシ

表 2 用例テキストの例
Table 2 Sample of Example Text

| | |
|------|-----------------------|
| #101 | おはよう+オハヨ+感動詞。+。+記号 |
| #102 | こんにちは+コンニチワ+感動詞。+。+記号 |

表 3 応答候補文の例
Table 3 Sample of Answer Text

| | |
|------|--------|
| #101 | おはよう。 |
| #102 | こんにちは。 |

表 4 発話が一問一答である対話例
Table 4 Sample of dialog

| | |
|------|-----------------------------|
| 話者 A | 「仙台の有名なお土産は何ですか」 |
| システム | 「萩の月が有名です」 |
| 話者 B | 「牛タンのおいしい店はどこ」 |
| システム | 「牛タン 6 個入りですか」 |
| 話者 B | 「牛タンのおいしい店はどこ」 |
| システム | 「お土産の注文ですか」 |
| 話者 B | 「いいえ」 |
| システム | 「申し訳ありません。では改めて最初からお願いします。」 |

表 5 発話の確認応答である対話例
Table 5 Sample of dialog

| | |
|------|---------------|
| 話者 | 「東京まで 1 枚下さい」 |
| システム | 「東京まで 2 枚ですか」 |
| 話者 | 「いいえ, 1 枚です」 |
| システム | 「東京まで 1 枚ですか」 |
| 話者 | 「はい」 |
| システム | 「分かりました」 |

ステムで処理すべきか識別する。選ばれたシステムが一問一答型である場合は応答候補文を選択して応答し, タスク外である場合は決められた応答を返すことで, 対話が終了する。

一方選ばれたシステムが確認応答型の場合は, 認識用文法の認識結果を元にフレームを埋めて, 埋められたフレーム内容から応答を生成する。応答に対しユーザはその正誤を伝える再発話をする。ただし, 最初の識別誤りにより誤って確認応答型で応答し, ユーザは再発話として別のタスクの発話をするとも考えられる。そこで, 再発話を選ばれた確認応答型の認識の正誤を伝える発話なのかどうか, つまりその確認応答型システムにおける再発話なのかどうかを判定する, 再発話識別を行う。再発話がその確認応答型における再発話であると判定されれば, 以後システムの認識が確定するまで対話を続ける。逆に再発話ではないと判定されれば, 「このタスクですか?」と尋ねる再確認をし, 話者が「いいえ」と答えれば最初に戻り, 「はい」と答えれば再発話識別の対象となった発話の認識用文法による認識結果でフレームを更新する。実際の対話の例を表 4, 表 5 に示す。

4. 発話識別の方法

3 章で述べたように, 提案システムでは話者の最初の発話に対する「発話識別」と, 再発話に対する「再発話識別」が必要である。そこで本章ではそれらの手法について述べる。

4.1 識別アルゴリズム

(1) 話者の最初のシステムへの発話に対する識別

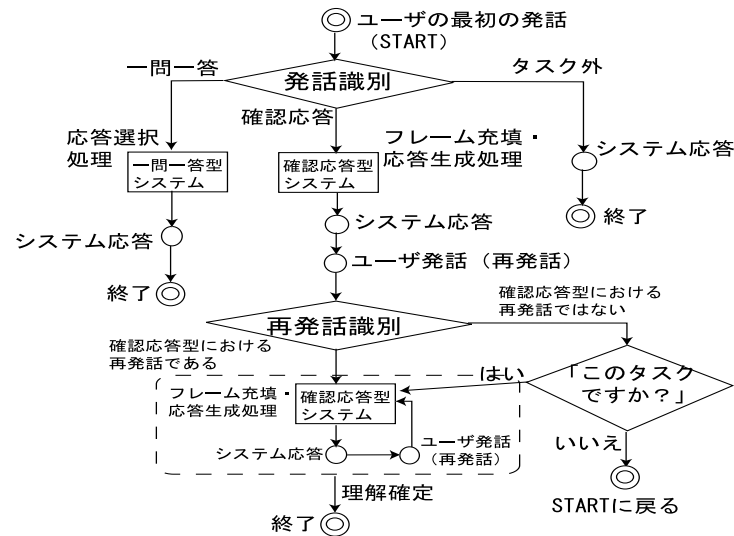


図2 提案システムにおける対話処理
Fig.2 Dialog process of the proposed system

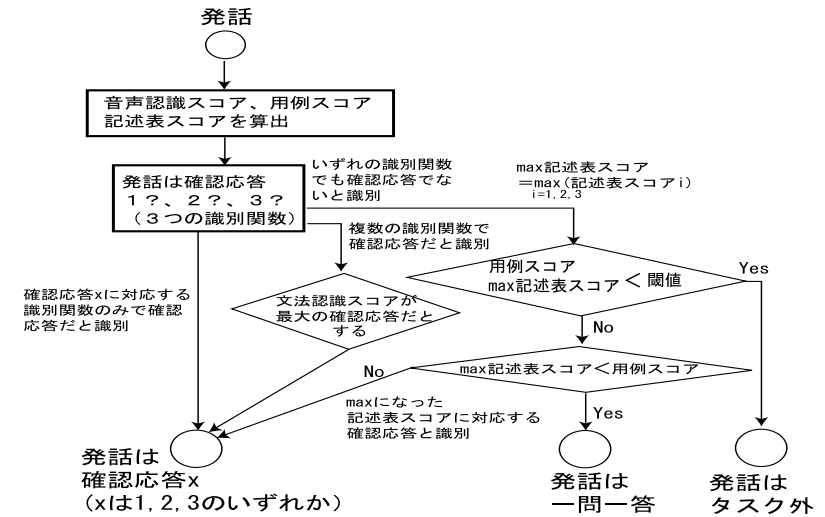


図3 確認応答型が3つの場合の識別過程
Fig.3 Method of Utterance Discrimination in this study

これまで我々は、話者の最初の入力発話に対して、それをどのサブシステムで扱うかを識別する「発話識別」の手法を提案した⁶⁾。発話は図3に示す識別アルゴリズムにより、各サブシステムのいずれか、または「タスク外」に分類される。識別に用いる特徴量と識別関数については本章で説明する。

(2) 確認応答型における再発話かどうかの識別

「発話識別」では発話をシステム全体が持ついずれかのサブシステムへと分類するのに対し、「再発話識別」では発話を「発話識別」により選ばれた確認応答型システムにおける再発話であるか否かの、2クラスに分類する。そこで、再発話識別は図3にある識別関数部分と同様に行う。発話を選ばれた確認応答型における再発話かどうかを識別関数により判断する。識別関数への特徴量として、音声認識スコアと用例スコア、再発話用タスク記述表から得られる再発話用記述表スコアを用いる。

4.2 特徴量

識別に用いる特徴量は発話の音声認識結果より求める。特徴量として、記述表スコア、用例スコア、音声認識スコアを用いる。ここでは前回⁶⁾より変更した、記述表スコアと用例ス

コアについて述べる。

(1) 記述表スコア

記述表スコアは N-gram による認識結果文の確認応答型タスクらしさを表す特徴量であり、N-gram 認識結果文から求める。タスク記述表の Slot に入りうる単語が N-gram 認識結果文中に多く含まれる程、また Slot に属する単語が文中に含まれていた Slot が多し程、認識結果文は「確認応答型タスクらしい」とする。そこで、前者を「記述表適合率」、後者を「記述表再現率」と定義し、記述表スコアはこれらの調和平均とする。Slot i の重みを α_i 、 W を文 x の単語数、 M を x とタスク記述表の両方に含まれる単語数、 N をタスク記述表の Slot 数とすると、記述表適合率は式 (1) で、記述表再現率は式 (2) で表される。なお、前回の報告⁶⁾では記述表適合率を記述表スコアとしていた。

$$Tprecision(x) = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i \times S_i(x)}{\sum_{i=1}^N \alpha_i \times S_i(x) + (W - M)} \quad (1)$$

$$Trecall(x) = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i \times S_i(x)}{\sum_{i=1}^N \alpha_i} \quad (2)$$

ここで、上式における $S_i(x)$ は以下の式で表される。

$$S_i(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \text{ 中にスロット } i \text{ の単語が 1 個以上含まれている} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

よって、文 x の記述表スコアは式 (4) で表される。

$$Tscore(x) = \frac{2 \times Trecall(x) \times Tprecision(x)}{Trecall(x) + Tprecision(x)} \quad (4)$$

(2) 用例スコア

用例スコアは一問一答型タスクらしさを表す特徴量であり、N-gram 認識結果文から求める。文と用例テキストが似ている程、用例スコアは高くなるようにする。すなわち、一問一答型システムの応答選択と考え方が同じであるため、応答選択用スコアリングで用例スコアを求める。前回の報告では早川らの方法⁹⁾でスコアリングしたが、今回はより良い応答選択結果を得られた森本らの方法である、F 値¹⁰⁾で用例スコアを算出する。さらに、用例テキストの自立語形態素に重み付けをするとより識別精度が向上することが報告されている¹¹⁾ので、11)の手法で重み付けをしたうえで、F 値により用例スコア ($Escore$) を算出する。

4.3 識別関数

本稿における識別関数とは、発話が確認応答型タスクであるかどうかを判別するものである。言い替えれば、発話が確認応答型で用いる記述文法で受理可能かどうかを判別する。

発話が文法で受理可能かどうかの判別については、音声認識スコアの差分に閾値を設ける手法が提案されている^{12),13)}。この手法では閾値を調整して最適にすることで高精度な識別が可能となる。これに対し、識別関数では音声認識スコアの差分だけでなく、新たに用例スコアと記述表スコアとの差分を特徴量として加えて、SVM やニューラルネットで学習することで得る。なお、本稿ではニューラルネットを用いた。

識別関数の設計では、1つの確認応答型システムとそれ以外を識別するための関数を設計する。したがって、複数の確認応答型システムを併用する場合、複数の確認応答型タスクと判断されることがある。この場合は、選ばれた複数の確認応答型システムに対応する記述文法での音声認識の尤度を比較し、最も尤度の高いシステムの発話であると判定する。

5. 話者の最初の発話に対する識別実験

確認応答型システム3つと一問一答型システム1つを併用し、発話識別精度を調べた。実験として図3にある識別関数の学習・評価と、テキスト入力時の全体の発話識別実験を行っ

表6 入力発話内訳
Table 6 Input data

| 入力 | E | T1,2,3 | OOT | OOE | OOG |
|-------|----|--------|-----|-----|-----|
| データ A | 90 | 135 | 90 | 0 | 0 |
| データ B | 51 | 90 | 50 | 45 | 30 |

表7 入力発話種類
Table 7 Kind of input data

| E | 一問一答型タスクで、そのまま用例テキストにある |
|----------------|-------------------------|
| T _i | 確認応答型 i タスクで、文法で受理できる |
| OOT | タスク外である |
| OOE | 一問一答型タスクだが、用例テキストには無い |
| OOG | 確認応答型タスクだが、文法で受理できない |

表8 実験条件
Table 8 Experiment condition

| | 識別関数学習・評価 | 発話識別実験 |
|-------------------|------------------------------|-------------|
| データ A | 表6のうち、確認応答型ごとに135発話ずつ | 表6に示す315文 |
| データ B | 表6のうち、確認応答型ごとに90発話ずつ | 表6に示す266文 |
| 用例テキスト | 仙台観光案内タスク 522文 | |
| タスク記述表 | 切符: 81単語, 土産: 30単語, 天気: 51単語 | |
| スロット重み α_i | 必須: 事後的に最適な値を選択, 任意: 1 | |
| 図3におけるタスク外判定用閾値 | ϕ | 事後的に最適な値を選択 |
| 音響モデル | CSRC 標準成人モデル | ϕ |
| N-gram | 毎日新聞 11年分で作成 | ϕ |
| 記述文法 | 切符販売用, お土産販売用, 天気案内用の3種類 | ϕ |

た。用いた入力発話の内訳を表6と表7に示す。OOT, OOE, OOGとはそれぞれ Out of Task, Out of Example, Out of Grammar の略である。ここで OOE とは例えば「仙台の著名人は誰ですか」という一問一答型タスクの発話に対し、用例テキストにこの書き起こし文が無いとき、この発話は OOE となる。また OOG とは例えば「東京まで1枚くれ」という確認応答型タスクの発話を認識用文法で受理できないとき、この発話は OOG となる。他の実験条件を表8に示す。確認応答型1として仙台駅での切符販売, 2として仙台のお土産販売, 3として天気案内, 一問一答型として仙台の観光案内をタスクとして設定した。その他の条件として、識別関数の構造は6)と同様であり、テキスト入力での実験は図3における特徴量と閾値の大小比較により行った。

まず、識別関数学習・評価実験の結果として、データAとBによる2-fold cross validation 評価を表9に、またデータAを用いて、ある確認応答型かどうかで学習した識別関数を別の確認応答型にも適用した、データBによる文法間3-fold cross validation 評価を表10に示す。結果の数値は再現率(%)である。識別関数による識別実験では、例えば確認応答型1(切符販売)だと切符販売発話(T1)と(仙台観光案内発話(E)+タスク外発話(OOT))

表 9 データ A と B による 2-fold cross validation
Table 9 Accuracy by Discriminant function with 2-fold cross validation

| 種類 | 切符 | 土産 | 天気 |
|------------|------|------|------|
| データ A で学習時 | 98.9 | 100 | 100 |
| データ B で学習時 | 96.3 | 97.8 | 99.3 |
| 平均 | 97.6 | 98.9 | 99.7 |

表 10 文法間 3-fold cross validation
Table 10 Accuracy by Discriminant function with 3-fold cross validation

| 種類 | 切符 | 土産 | 天気 |
|-----------|------|-----|-----|
| 切符かどうかで学習 | 98.9 | 100 | 100 |
| 土産かどうかで学習 | 98.9 | 100 | 100 |
| 天気かどうかで学習 | 100 | 100 | 100 |

表 11 テキスト入力の場合の発話識別精度
Table 11 Accuracy of utterance discrimination in Text input

| 入力 | 識別率 (再現率) (%) | | | | タスク外判定用 閾値 | 必須スロット重み |
|-------|---------------|------|------|------|---------------|----------|
| | 全体 | 一問一答 | 確認応答 | タスク外 | | |
| データ A | 99.4 | 100 | 99.3 | 98.9 | 0.77 | 10 |
| データ B | 83.8 | 89.6 | 80.8 | 80.0 | 0.55 | 10 |

の識別をしており、他も同様である。結果から、高精度な識別関数が得られ、またある識別関数を別の確認応答型用として使用しても高い識別率が得られた。

一方従来法^{12),13)}では実験的に最適な閾値を見つける必要があり、実際最適にすると識別関数とほぼ同等の結果が得られた。したがって、従来法と同等の識別率が得られ、かつ使い回しの効く識別関数は、本稿で扱うマルチタスク型システムに適していることが示された。

次に、発話識別実験の結果を表 11 に示す。閾値と必須スロット重みを様々に変えて実験を行い、全体識別正解率が最大になったときを結果とした。なお、データ B では OOE, OOG をそれぞれ一問一答、確認応答であるとした。データ A に比べデータ B は識別率が低下したが、これは主に OOE と OOG に多数の識別誤りがあったためであった。これらには、用例スコアと記述表スコアが閾値よりも小さくなったことでタスク外である、と誤って識別されたものが多く見られた。横軸を用例スコア、縦軸を記述表スコアとして、表 6 に示した各カテゴリ別データのスコア分布を図 4、図 5 に示す。他には、データ B ではタスク外の識別率がデータ A に比べ低下していたが、これは最適な閾値がデータ B ではデータ A に比べ低かったためである⁶⁾。

6. 再発話に対する発話識別実験

5 章と同じ対話システムを用いて再発話識別実験を行った。実験として再発話かどうかを識別する、再発話識別関数を学習して評価した。使用した再発話の内訳と例を表 12 に示す。

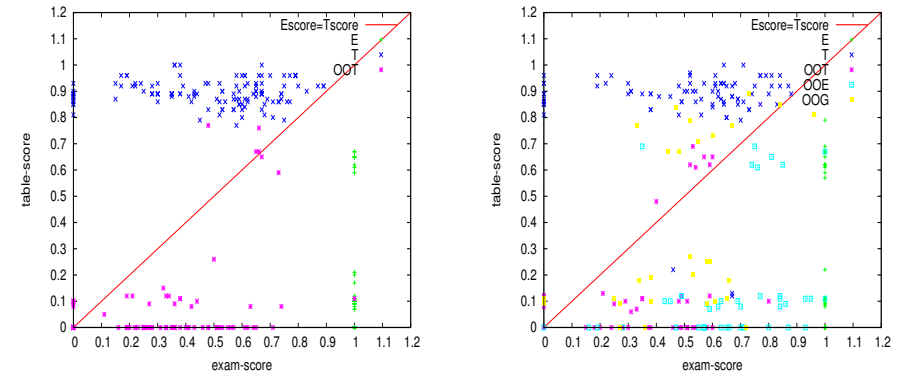


図 4 データ A の用例スコアおよび記述表スコアの関係 図 5 データ B の用例スコアおよび記述表スコアの関係
Fig. 4 Relation between *Escore* and *Tscore* in data set A Fig. 5 Relation between *Escore* and *Tscore* in data set B

表 12 使用した再発話の内訳

Table 12 Re-speech used in this experiment

| 発話種類 | 例 | 個数 |
|---------------|---------------------|-----|
| 肯定 (関数学習・評価用) | 「はい」「はい、そうです」 | 60 |
| 訂正 (関数学習・評価用) | 「いいえ、東京です」「いいえ、萩の月」 | 150 |
| 肯定 (受理可能) | 「はい、明日の天気です」 | 20 |
| 訂正 (受理不可能) | 「二枚です」「そうではなくて一箱です」 | 20 |

す。学習データは、各確認応答型ごとに表 12 における再発話 35 発話と 5 章で用いたデータ A60 発話 (E30, OOT30) との計 95 発話ずつで構成した。評価データも 5 章で用いたデータ B60 発話を用いることで同様に構成した。再発話用タスク記述表については、表 8 に示すものとほぼ同じだが、登録単語数が若干異なる。他の実験条件は表 8 と同じである。

まず、再発話識別関数学習・評価実験の結果として、学習データと評価データによる 2-fold cross validation 評価を表 13 に、またある確認応答型における再発話かどうかで学習した識別関数を別の確認応答型にも適用した、文法間 3-fold cross validation 評価を表 14 に示す。再発話識別関数による識別実験でも先程と同様に、例えば確認応答型 1 (切符販売) だと切符販売タスクにおける再発話と (仙台観光案内発話 (E)+タスク外発話 (OOT)) の識別をしている。最初の発話に対する識別関数と同様、高精度な識別関数が得られ、また学習

表 13 学習・評価 2-fold cross validation
Table 13 Accuracy by Discriminant function
with 2-fold cross validation

| 種類 | 再切符 | 再土産 | 再天気 |
|-----------|-----|-----|------|
| 学習データで学習時 | 100 | 100 | 100 |
| 評価データで学習時 | 100 | 100 | 97.9 |
| 平均 | 100 | 100 | 98.9 |

表 14 文法間 3-fold cross validation
Table 14 Accuracy by Discriminant function
with 3-fold cross validation

| 種類 | 再切符 | 再土産 | 再天気 |
|-----------|------|-----|-----|
| 切符かどうかで学習 | 100 | 100 | 100 |
| 土産かどうかで学習 | 98.9 | 100 | 100 |
| 天気かどうかで学習 | 100 | 100 | 100 |

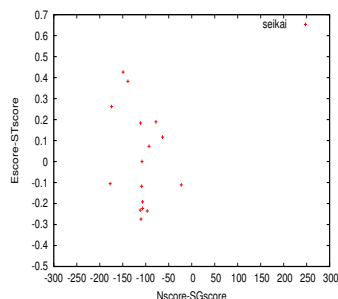


図 6 肯定 20 発話の認識スコア差分および用例スコアと再発話用記述表スコアの差分の関係

Fig. 6 Relation between likelihood difference and $Escore - Tscore$ in yes

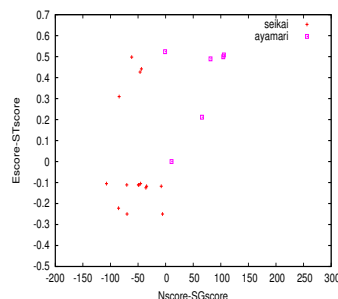


図 7 否定 20 発話の認識スコア差分および用例スコアと再発話用記述表スコアの差分の関係

Fig. 7 Relation between likelihood difference and $Escore - Tscore$ in correction

と異なる文法に対して使っても高い精度が得られた。

次に、識別関数の学習と評価に用いなかった再発話 40 を正しく識別できるか調べた。まず、肯定発話（受理可能）20 については全て正しく再発話であると識別された。また訂正発話（受理不可能）20 については 71.4%の識別率であった。肯定・訂正それぞれを識別がうまくいったもの（凡例では seikai）・いかなかったもの（凡例では ayamari）に分けて、縦軸を用例スコアと再発話用記述表スコアとの差分、横軸を N-gram と再発話認識用文法との音声認識スコア差分としてプロットした図を図 6、図 7 に示す。図 7 より、受理不可能な再発話では音声認識スコア差分がプラスのものもいくつか見られる。したがって、識別関数と従来法のどちらでも完全に正しく識別することは難しいと考えられる。

7. ま と め

本稿では容易に設計できる音声対話システムとして確認応答型システムと一問一答型シ

ステムを併用した、マルチタスク型音声対話システムの構築を目的とし、それに必要な発話識別方法を検討した。まず、発話の認識用文法での受理可能・不可能を識別する手法では、従来法と同等の識別率でかつ使い回しが効くという結果が得られた。また、テキスト入力による発話識別実験の正解率は全体で 83.8%となった。

今後は本稿で提案した対話処理や発話識別方法を実際に音声対話システムに実装して対話実験を行う予定である。それにより本手法が対話全体にどのくらい有効か調べたい。

参 考 文 献

- 1) 河原達也, “音声情報処理技術の最先端: 4. 話し言葉による音声対話システム”, 情報処理学会誌, Vol.45, No.10, pp.1027-1031, 2004
- 2) 長森誠 他, “マルチドメイン音声対話システムの構築手法”, 情報処理学会研究報告, 2000-SLP-31-7
- 3) 池田智志 他, “マルチドメインシステムにおけるトピック推定と対話履歴の統合によるドメイン選択の高精度化”, 情報処理学会研究報告, 2007-SLP-69-48
- 4) 中野幹生 他, “複数のエキスパートに基づくロボット対話行動制御モデル構築ツール”, The 21st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 3B5-4, 2007
- 5) 北村任宏 他, “公共音声対話システムにおける N-gram と Grammar の融合によるタスク拡張”, 信学技報, NLC2005-74, SP2005-107(2005-12), pp.13-18, 2005
- 6) 栗野健太郎 他, “複数の音声対話システム併用のための発話識別”, 情報処理学会研究報告, 2009-SLP-76-15
- 7) T.Konashi *et al.*, “A spoken dialog system based on automatic grammar generation and template-based weighting for autonomous mobile robots”, Proc.ICSLP, vol.1, pp.189-192, 2004.
- 8) 西村竜一 他, “実環境研究プラットフォームとしての音声情報案内システムの運用”, 信学論, Vol.J87-D-II, No.3, pp.789-798, 2004
- 9) 早川直樹 他, “音声情報案内システムの応答文選択におけるスコアリング手法の改善”, 日本音響学会秋期講演論文集, 3-2-8, pp.87-88, 2006
- 10) 森本高弘 他, “自動作成質問応答データベースを用いた音声対話システムの複数タスクにおける評価”, 日本音響学会春季講演論文集, 3-5-4, 2009
- 11) 栗野健太郎 他, “マルチタスク音声対話システムにおける発話識別精度向上を目的とした用例テキストの重み付け”, 日本音響学会秋季講演論文集, 3-1-1, 2009
- 12) 目黒豊美 他, “音声対話システムにおけるタスク外発話判定法の検討”, 日本音響学会春季講演論文集, 1-P-27, pp.177-178, 2007
- 13) 福林雄一郎 他, “音声対話システムにおける発話検証を利用したシステム想定外発話の誤受理抑制”, 情報処理学会第 69 回全国大会, pp.2-415-416, 2007