

# ブースティングとキーワードフィルタリングによるシステム要求検出\*

佐古淳, 滝口哲也, 有木康雄 (神戸大)

## 1 はじめに

近年, 音声によるインターフェイスが実用化されつつある. 特に, ロボットとのコミュニケーションや, カーナビの操作など, 手を使うことが困難な機器の操作への適用が顕著である. 現在の音声インターフェイスとして, ネットワーク文法を用いたもの [1] がある. キーワードとなる単語単体ではなく, ネットワーク文法を用いることで, わき出しを減らすことができる. しかし, 人手によって詳細なネットワーク文法を構築するには大きなコストがかかることや, システムに対してサービスを要求する発話 (以後, システム要求発話と言う) の柔軟性・多様性が失われてしまい, 決まった発話を暗記しないとシステムを操作できないといった問題が生じる.

本稿では, 音声認識によって得られた言語情報に対し, ブースティングによってシステム要求を検出する手法について述べる. ブースティングを用いることにより, わき出しに強く, 多様性のある発話を柔軟に識別することが可能となる. また, ブースティングによる学習において, 素性として選択されなかった単語がガベージモデルの役割を果たすことにより, 未知語に対しても頑健な識別が可能となる.

## 2 システム要求判別コーパス

本タスクでは, まず, 二人以上の人間とシステムが同時に存在することを想定する. これは, ロボットを操作する際に周囲に人がいる場合や, カーナビを操作する際に助手席に同乗者がいる場合のように, 自然な状況であると考えられる. 二人以上の人間が互いに会話を行いながら, 任意にシステムへの要求発話を行う. 本研究では, “システム” として, 音声により移動, 写真撮影などの動作を行うロボットを用いた. 典型的な利用方法としては, 少し離れた場所から「こっちに来て」とロボットを呼ぶ, 「写真を撮って」と写真を撮ってもらう, などがある. 収録は, 二人の発話者それぞれの胸元に取り付けたマイクで行った. 発話数は 330 で, 内 49 発話がシステム要求発話であった.

## 3 提案手法

本章では, ブースティングを用いたシステム要求検出手法について述べる. ブースティングには AdaBoost を用いた.

### 3.1 AdaBoost によるシステム要求検出

AdaBoost は, いくつかの識別器を組み合わせるひとつの高度な識別器を構成する *ensemble learning method* のひとつである. 本研究では, Schapire ら [2] の提案している学習アルゴリズムを用いた.

AdaBoost を用いたテキスト分類手法としては, 文献 [2, 3] などが提案されている. これらの文献では, テキスト分類のための弱学習器として, Decision Stumps が用いられている. Decision Stumps とは, ある素性の有無に基づいて分類を行う単純な手法である. 素性には, 単語や単語 bi-gram, ラベル付き順序木などが用いられる. 本研究では, 音声認識結果の単語 unigram, bi-gram を素性として用いた.

AdaBoost は, 学習時には, 学習サンプルを最もうまく分類するような “素性” を選択し, その際の重みを得る. その後, 選択された素性により正しく分類できた学習データの重みを下げ, 正しく分類できなかった学習データの重みを上げる. これを繰り返すことにより, 徐々に識別境界を学習していく. 識別時には, 学習によって得られた全ての素性について, 識別対象中にその素性があるか, ないかを調べる. その有無によって重み付き投票を繰り返し, 最終的に得票数の多かったクラスに識別する.

### 3.2 キーワードフィルタリング

ブースティングによる学習の結果, 単語は, “システム素性”, “雑談素性”, “その他” の 3 つに分類される. “その他” の単語は音声認識はされるものの, システム要求検出には用いられない. すなわち, 発話中に未知語が現れた際に, “その他” の単語として認識されればシステム要求検出に悪影響を及ぼさない. また, 通常, 未知語は雑談として扱われるものと考えられる. このことから, 未知語が “雑談素性” の単語として認識された場合も悪影響は少ないものと考えられる.

これは, 通常用いられるキーワード・スポッティングと類似した特性であるが, 以下の点において異なっている.

- キーワード・スポッティングでは, ガベージモデルを適切に設計する必要がある. これに対し, 本手法では, 自動的に “その他” の単語が学習され, これがガベージモデルとなる.
- 本手法では, ネットワーク文法ではなく, ブースティングによるシステム要求識別を用いる.

\*System Request Detection Based on Boosting and Keyword Filtering, by Atsushi SAKO, Tetsuya TAKIGUCHI and Yasuo ARIKI (Kobe University)

Table 1 音声認識結果を用いたシステム要求判別結果

	適合率	再現率	F 値
AdaBoost (unigram)	0.92	0.92	0.92
AdaBoost (bi-gram)	0.94	0.92	0.93

上記のような違いから，キーワード・スポッティングではなく，キーワード・フィルタリングと呼ぶものとする．

## 4 実験

本章では，提案手法を用いたシステム要求検出実験について述べる．まず，音声認識を行い，その結果を用いて AdaBoost の学習を行う．その後，システム要求検出の再現率・適合率を求めた．

### 4.1 音声認識条件と結果

音響モデルは，まず，CSJ モニター版のうち男性話者 200 名の講演音声を用いて作成し，これにテストセット・クローズドな話者適応を行ったものを用いた．適応データの分量は，約 10 分であった．言語モデルは，実験で用いた発話を書き起こしたテキストから作成した．ただし，テストセットに対してオープンとなるように，話者 B の発話のみを用いて話者 A の認識用言語モデルを作成した．テストセット・パープレキシティはそれぞれ，57.7, 70.3 であった．音声認識実験の結果，単語正解精度は 42.1% であった．

### 4.2 システム要求検出結果

前節によって得られた認識結果に対し，提案手法によるシステム要求判別を行った．学習とテストは leave-one-out 法により行った．素性は unigram，及び bi-gram を用いた．結果，F 値が最も高かったケースを表 1 に示す．

Decision Stumps に基づくブースティングを用いる利点として，素性語が明確に得られることがあげられる．このときに選択された素性語の例を表 2 に列挙する．システム要求に投票を行う素性には bi-gram が多く選択されていることがわかる．これは，システム要求発話がある程度決まったフレーズによって行われているためと考えられる．また，<s> や </s> との組み合わせが多数存在することから，システム要求発話は，一旦会話を区切った上で為されているものと考えられる．unigram を用いるよりも bi-gram を用いる方が高い性能を示した．特に，bi-gram を用いることでわき出しを減らすことができていた．

### 4.3 キーワードフィルタリングの効果

本手法におけるキーワード・フィルタリングの効果を検証するために，「システム要求素性語」「雑談素性語」に対する再現率・適合率を求めた．実験は，既知

Table 2 AdaBoost によって選択された素性語の例

システム要求	雑談
て+ください <s>+ここ 場所 て+</s> 来+て <s>+写真 <s>+向こう ください+</s>	たら、+て、+</s> ってそれねこれとか ふふふ ないあーけど

Table 3 キーワードフィルタリングの効果

	システム要求素性語		雑談素性語	
	再現率	適合率	再現率	適合率
既知語	0.92	0.89	0.61	0.61
未知語	-	0.98	-	0.91

語（音声認識辞書に登録されている単語），未知語の両方に対して行った．結果を表 3 に示す．

結果より，特に，システム要求素性語について高い精度が得られている．未知語の大半は，本研究におけるガベージモデルである“その他”の素性単語として認識されていることがわかる．また，未知語の方が既知語よりも精度が高くなっているが，これは，既知語が「あー」「まあ」「って」などの発音のあいまいな誤認識しやすい単語を多く含んでいるのに対し，未知語の大半は「ガソリン」「設定」「実際」のように，比較的是っきり発話される単語であることが原因であると考えられる．既知語のうち，雑談素性についての誤認識が比較的多いが，ブースティングにおいて適切な重みを与えることにより，うまく機能しているものと考えられる．

## 5 おわりに

本稿では，ブースティングを用いた雑談中からのシステム要求検出手法について述べた．ブースティングを用いることで，高精度にシステム要求を検出することが可能であった．また，システム要求素性でも雑談素性でもない，“その他”の単語がガベージモデルとして働くことにより，未知語に対しても頑健なシステム要求検出ができるものと考えられる．

今後の課題として，大規模なコーパスを構築し実験を行うこと，タスクの難易度を上げることがあげられる．

## 参考文献

- [1] 石塚, SP98-5, Apr. 1998.
- [2] R.Schapire, Annals of Statistics, vol.26, no.5, pp.1651-1686, Oct. 1998.
- [3] 工藤, 情処学会論文誌, Vol.45, No.9, pp.2146-2156, 2004 年 9 月.