

TR-I-0336

雑音環境下連続音声認識および話者適応に関する研究
- 発表論文集 -

A Study of Noisy Speech Recognition and Speaker adaptation

大倉 計美
Kazumi OHKURA

1993.3.9

概要

著者は1989.9.1 ~ 1993.3.31まで、ATR自動翻訳電話研究所において行った研究の概要と発表論文をまとめたものである。研究分野は、雑音環境下連続音声認識および話者適応手法に関するものである。

ATR自動翻訳電話研究所
ATR Interpreting Telephony Research Laboratories

© (株)ATR自動翻訳電話研究所 1993

© 1993 by ATR Interpreting Telephony Research Laboratories

目次

1. まえがき	2
2. 雑音環境下連続音声認識	2
2.1 雑音を除去する方法	2
2.2 雑音に対して堅牢な距離尺度を用いる方法	2
2.3 雑音環境下音声空間から無雑音音声空間への写像により対処する方法	2
2.3.1 コードブックマッピングによる環境適応	2
2.3.2 移動ベクトル場話者適応手法を用いる雑音適応	3
2.4 耐雑音性の高いモデルを用いる方法	3
2.4.1 TDNN と HMM における耐雑音性能の向上	3
2.4.2 セグメント特徴量を用いた雑音環境下での HMM 音声認識	3
2.4.3 識別誤り規準を用いた耐雑音 HMM の検討	3
2.5 雑音モデルを用いる方法	3
3. 話者適応型連続音声認識	3
3.1 話者適応	3
3.2 発話様式適応	4
3.3 不特定話者モデルに基づく話者適応および話者選択	4
4. その他	4
5. 文献リスト	4
6. 発表論文	7

1. まえがき

自動翻訳電話実現のためには、不特定の話者がオフィス等で発声した連続音声を認識する必要がある。本報告は、1) 話者の問題と 2) オフィス等で発声した雑音環境下音声認識の問題について著者が発表した論文集である。2.には、オフィス等の実環境で問題となる雑音の問題を扱った雑音環境下音声認識手法に関する研究の要約を記す。3.には、話者の問題に対処するための話者適応手法に関する研究の要約を記す。4.には、その他の研究結果を示す。5.には、著者が発表した論文、テクニカルレポートおよび特許の文献リストを掲載する。6.には、著者が発表した発表論文を掲載する。

2. 雑音環境下連続音声認識

本章では、オフィス等の実環境で問題となる雑音の問題を扱った雑音環境下音声認識手法に関する研究の要約を記す。耐雑音性向上のために、著者等は以下の手法を提案した。

- 雑音を除去する方法。
- 雑音に対して堅牢な距離尺度を用いる方法。
- 雑音環境下音声空間から無雑音音声空間への写像により対処する方法。
- 耐雑音性の高いモデルを用いる方法。
- 雑音モデルを用いる方法。

2.1 雑音を除去する方法

田村等は、波形を入出力とした雑音抑圧ニューラルネットワーク (NRNN) による雑音除去法を提案した。このネットワークは、4層のフィードフォワード型ニューラルネットワークであり、雑音重畳音声を入力し、教師信号として無雑音音声を与えることにより、雑音を除去するためのマッピング関数を実現するものである。本 NRNN の有効性は、スペクトルサブトラクション法とのプレファレンステストによる比較により示されたが、NRNN を用いた雑音除去手法では、雑音成分のみでなく音声成分も除去されてしまい、音声に歪みが生じた。

文献 [1] [20] では、NRNN により起こった音声の歪みをコードブックマッピング手法により補正する手法を提案し、その有効性を示した。

2.2 雑音に対して堅牢な距離尺度を用いる方法

文献 [24] [32] では、雑音に対して堅牢な距離尺度を用いた離散分布型 HMM の耐雑音性向上の検討を行なった。WLR, WGD (Weighted Group Delay), SGDS (Smoothed Group Delay Spectrum) 距離尺度の比較およびケプストラムのユークリッド距離の比較を行ない、1) SGDS は WLR とほぼ同等の性能を示すこと、2) ケプストラムは雑音に対して非常に弱いパラメータであること、3) WGD は距離の正定値性が証明されていない距離尺度であるが、SGD、WLR よりも雑音に対して堅牢である優れた距離尺度であることを確認した。また、コードブックマッピングによる環境適応手法の特徴パラメータに耐雑音性の高い WGD を用いた場合と WLR を用いた場合の認識性能の比較を行った。

2.3 雑音環境下音声空間から無雑音音声空間への写像により対処する方法

2.3.1 コードブックマッピングによる環境適応

文献 [1] [5] [13] [20] [24] では、雑音環境下音声認識における音声認識の問題を、雑音環境下音声空間から無雑音音声空間への写像構成問題として捉えた雑音環境下音声認識手法を提案した。両空間の写像を実現する手段として、コードブックマッピング手法を用いた。

本手法は、雑音環境下で作成した未知話者のコードブックを用いてベクトル量子化された未知話者の学習雑音音声と、無雑音環境下で作成した標準話者のコードブックを用いてベクトル量子化された標準話者の学習音声間で非線型時間整合 (DTW) を行うことにより未知話者のコードブック中のコードベクトルと標準話者のコードブック中コードベクトルとの対応付けを行い、対応付けヒストグラムを求めるものである。認識時は、求めたヒストグラムを用いて未知話者の入力コードベクトルを標準話者のコードベクトルに変換することにより、標準話者の HMM を使用して未知話者の音声を認識するものである。また、異空間の写像を可能にするコードブックマッピング手法を用いて雑音の問題のみではなく、話者性の違いを一種の環境の違いと考え、話者環境と雑音環境という 2 つの環境の違いを同時に適応する環境適応の実現について検討し、有効性を示した。

2.3.2 移動ベクトル場話者適応手法を用いた雑音適応

文献 [5], [31] では、移動ベクトル場話者適応手法 (VFS) を用いた雑音適応方法と上記のコードブックマッピング手法を用いた雑音適応方法との比較を音素 /b, d, g, m, n, N/ 認識実験により評価し、VFS 手法の有効性を示した。

2.4 耐雑音性の高いモデルを用いる方法

2.4.1 TDNN と HMM における耐雑音性能の向上

文献 [2] では、TDNN と HMM を識別器に選び、雑音環境下での HMM-LR および TDNN-LR の性能評価と、認識性能の改善法を述べた。HMM-LR では、無音区間を再学習するという方法でかなりの認識率の改善が行なえること、高雑音下ではコードブックマッピングが有効であること、WGD 距離尺度を用いることにより雑音環境下および無雑音環境下における認識率も改善されることを示した。TDNN-LR では、雑音環境下のデータと雑音の無い環境のデータを同時に用いて学習することにより、広範囲のに対して安定した認識率を示すことを確認した。

2.4.2 セグメント特徴量を用いた雑音環境下での HMM 音声認識

文献 [3] [14] [24] では、セグメント特徴量を用いた離散分布型 HMM 音声認識 (SQ-HMM) を検討した。

離散分布型 HMM がモデルパラメータ推定用音声資料とコードブック作成用音声資料を分離できることと、コードブック作成用音声資料がモデルパラメータ推定用音声資料よりも少量で済むことを利用し、認識資料から作成したセグメント量子化 (SQ) コードブックを用いて SQ-HMM を再学習し、SQ-HMM を認識資料に適応することにより、セグメントアプローチの発話様式依存性の問題を解決することを試みた。また、発話様式依存 SQ コードブックを用いた SQ-HMM と、雑音に対して堅牢な距離尺度である SGDS (Smoothed Group Delay Spectrum) 距離尺度の組み合わせによる方法の雑音環境下音声認識における有効性を VQ-HMM との比較により検討した。

単語より切り出した 18 子音認識実験において、SQ-HMM は VQ-HMM よりも SNR = ∞ 、30dB 及び 20dB の環境において 3.9%、8.2% 及び 9.1% 高い認識率を示し、SQ-HMM は SNR = ∞ 、30dB 及び 20dB の環境において、文節認識実験で 88.2%、84.2%、52.7% の認識率を示し、VQ-HMM よりも 0.7%、10.0%、11.5% 高い認識率を示した。

2.4.3 識別誤り規準を用いた耐雑音 HMM の検討

文献 [7] [26] では、雑音のない環境において識別率最小規準に基づく学習則 (Minimum error classification training (MEC)) を用いて学習した HMM の雑音重畳資料における認識性能の把握と、MEC 学習を用いた耐雑音性の高い HMM の構築方法を述べた。同文献では、学習則 (MEC 学習と最尤推定: Maximum likelihood training (ML)) による HMM の耐雑音性の比較を行ない、複数雑音レベルの音声資料を用いて学習した MEC-HMM は、高い耐雑音性をもつことを示した。

2.5 雑音モデルを用いる方法

文献 [10] では、LPC ケプストラムベクトルの線形伸縮モデルを一般化し、雑音モデルを用いて雑音レベルを推定することにより雑音抑圧を行なう手法の有効性を示した。

3. 話者適応型連続音声認識

本章では、話者の問題と発話様式の問題に対処するための適応手法に関する研究の要約を記す。両問題への対処のために著者等は以下の研究を行った。

- ・ 話者適応手法。
- ・ 発話様式適応手法。
- ・ 不特定話者モデルに基づく話者適応および話者選択手法。

3.1 話者適応

文献 [6] [15] [19] [21] では、不十分な学習資料で混合連続分布 HMM を学習した場合に生じる、未学習モデルの存在の問題とモデルの推定誤差の問題を解決する移動ベクトル場平滑化話者適応方式 (Vector Field Smoothing: VFS) について述べ、有効性を示した。

文献 [12] では、VFS における k 近傍数とファジネスの関係について検討し、 k 近傍則を用いることにより、ファジネスの変化に対して安定した認識率が得られることを示した。

文献 [17] では、言語の統計的特徴を Bigram で表現した全音素エルゴディック HMM と移動ベクトル場平滑化話者適応方式に基づく教師なし話者適応を提案し、その有効性を示した。

文献 [30] では、信州大学で研究されている話者適応方式と移動ベクトル場平滑化およびヒストグラムに基づく両コードブックマッピング手法の比較を行った。

3.2 発話様式適応

文献 [6] [15] [19] [21] では、VFS を発話様式適応へ応用し、その有効性を示した。

3.3 不特定話者モデルに基づく話者適応および話者選択

文献 [8] では、VFS の不特定話者モデルに基づく話者適応における有効性を示した。また、同文献では、入力話者の性別により標準話者を選択することにより認識性能が向上することを示した。

文献 [27] では、混合連続分布 HMM を用いた話者選択による音声認識手法の基礎検討を行った。

4. その他

文献 [4] [22] では、音声翻訳実験システムである SL-TRANS2 の性能評価を行った。

文献 [16] [23] では、HMM の学習を多種の発話様式をもつ音声資料から作成することにより、文章発声音声認識性能の向上を行った。

5. 文献リスト

日本音響学会 - 研究発表会講演論文集

- [1] 大倉 計美, 杉山 雅英: “波形入出力による雑音抑圧ニューラルネットワークの音声認識への応用,” 日本音響学会平成 2 年度秋季研究発表会講演論文集, 1-8-3, pp. 5-6, (Sep. 1990).
K. Ohkura and M. Sugiyama: “The Application of the Noise Reduction Neural Network to Speech Recognition,” ASJ Fall Meeting, 1-8-3, pp. 5-6, (Sep. 1990).
名古屋 (名城大学) 1990. 9. 19 - 9. 21 8
- [2] 大倉 計美, 杉山 雅英: “雑音環境下における HMM と TDNN の文節認識性能の評価,” 日本音響学会平成 3 年度春季研究発表会講演論文集, 2-5-9, pp. 71-72, (Mar. 1991).
K. Ohkura and M. Sugiyama: “Phrase recognition using HMM-LR and TDNN-LR under noisy environment,” ASJ Spring Meeting, 2-5-9, pp. 71-72, (Mar. 1991).
東京都八王寺市 (拓殖大学) 1991. 3. 27 - 3. 29 10
- [3] 大倉 計美, 杉山 雅英: “セグメント特徴量を用いた雑音環境下での HMM 音声認識の検討,” 日本音響学会平成 3 年度秋季研究発表会講演論文集, 1-5-6, pp. 11-12, (Oct. 1991).
K. Ohkura and M. Sugiyama: “Segment-based HMM Applied to Noisy Speech Recognition,” ASJ Fall Meeting, 1-5-6, pp. 11-12, (Oct. 1991).
長野 (信州大学) 1991. 10. 2 - 4 12
- [4] 竹沢寿幸, 大倉 計美, 森元 暉, 嵯峨山 茂樹, 樽松明: “日英音声言語翻訳実験システム SL-TRANS2” 日本音響学会平成 3 年度秋季研究発表会講演論文集, 1-5-24, pp. 47-48, (Oct. 1991).
T. Takezawa, K. Ohkura, T. Morimoto, S. Sagayama and A. Kurematsu: “SL-TRANS 2: an Experimental System for Translating Japanese Speech to English,” ASJ Fall Meeting, 1-5-24, pp. 47-48 (Oct. 1991).
長野 (信州大学) 1991. 10. 2 - 10. 4 14
- [5] 大倉 計美, 土井 啓輔, 杉山 雅英: “移動ベクトル場平滑化話者適応方式を用いた雑音環境下音声認識,” 日本音響学会平成 4 年度春季研究発表会講演論文集, 2-Q-16, pp. 189-190, (Mar. 1992).
K. Ohkura, K. Doi, M. Sugiyama: “Noisy Speech Recognition Based on Transfer Vector Field Smoothing Adaptation,” ASJ Spring Meeting, 2-Q-16, pp. 189-190 (Mar. 1992).
東京 (芝浦工業大学) 1992. 3. 17 - 3. 19 16
- [6] 大倉 計美, 杉山 雅英, 嵯峨山 茂樹: “混合連続分布 HMM を用いた移動ベクトル場平滑化話者適応方式,” 日本音響学会平成 4 年度春季研究発表会講演論文集, 2-Q-17, pp. 191-192 (Mar. 1992).
K. Ohkura, M. Sugiyama, S. Sagayama: “Speaker Adaptation Based on Transfer Vector Field

Smoothing Model with Continuous Mixture Density HMMs,” ASJ Spring Meeting, 2-Q-17, pp. 191-192, (Mar. 1992).

東京 (芝浦工業大学) 1992. 3. 17 - 3. 19 18

- [7] 大倉 計美, David Rainton, 杉山 雅英: “識別誤り規準を用いた耐雑音 HMM の検討,” 日本音響学会平成 4 年度秋季研究発表会講演論文集, 1-7-14, pp. 73-74 (Oct. 1992).

K. Ohkura, D. Rainton, M. Sugiyama: “Noise-robust HMMs Based on Minimum Error Classification,” ASJ Fall Meeting, 1-7-14, pp. 73-74, (Oct. 1992).

高知市 (高知大学) 1992. 10. 5 - 10. 7 20

- [8] 大倉 計美, 杉山 雅英, 嵯峨山 茂樹: “混合連続分布 HMM 移動ベクトル場平滑化話者適応方式の文節認識性能の評価,” 日本音響学会平成 4 年度秋季研究発表会講演論文集, 2-5-4, pp. 125-126 (Oct. 1992).

K. Ohkura, M. Sugiyama, S. Sagayama: “Evaluation of Speaker Adaptation Method Based on Transfer Vector Field Smoothing Model with Continuous Mixture Density HMMs,” ASJ Fall Meeting, 2-5-4, pp. 125-126, (Oct. 1992).

高知市 (高知大学) 1992. 10. 5 - 10. 7 22

- [9] 北研二, 森元逞, 大倉 計美, 嵯峨山 茂樹, “HMM-LR による連続発声の文認識” 日本音響学会平成 4 年度秋季研究発表会講演論文集, 1-1-15, pp. 29-30 (Oct. 1992).

K. Kita, T. Moromoto, K. Ohkura and S. Sagayama, Continuous Utterance Recognition Using HMM-LR Parsing ,” ASJ Fall Meeting, 1-1-15, pp. 29-30 (Oct. 1992).

高知市 (高知大学) 1992. 10. 5 - 10. 7 24

- [10] 杉山 雅英, 大倉 計美, “レベル可変雑音モデルによる雑音抑圧法,” 日本音響学会平成 4 年度秋季研究発表会講演論文集, 1-7-12, pp. 69-70 (Oct. 1992).

M.Sugiyama, K.Ohkura “Level Variable Noise Model for Noise Restroration,” ASJ Fall Meeting, 1-7-12, pp. 69-70 (Oct. 1992).

高知市 (高知大学) 1992. 10. 5 - 10. 7 26

- [11] 山口 耕市, 永井 明人, 鷹見 淳一, 大倉 計美, 他: “ATREUS: ATR における連続音声認識諸方式の比較,” 日本音響学会平成 4 年度秋季研究発表会講演論文集, 2-Q-5, pp. 181-182, (Oct. 1992).

K. Yamaguchi, A. Nagai, J. Takami, K. Ohkura and et al: “Comparisons between Continuous Speech Recognition Systems (ATREUS) at ATR,” ASJ Fall Meeting, 2-Q-5, pp. 181-182, (Oct.1992).

高知市 (高知大学) 1992. 10. 5 - 10. 7 28

- [12] 大倉 計美, 杉山 雅英, 嵯峨山 茂樹 “連続分布 HMM 移動ベクトル場話者適応方式の一検討,” 日本音響学会平成 5 年度春季研究発表会講演論文集, 2-Q-17, pp. 117-118, (Mar. 1993).

K.Ohkura, M.Sugiyama and S.Sagayama: “A study of speaker adaptation method based on transfer vector field smoothing model with continuous mixture density HMMs,” ASJ Spring Meeting, 2-Q-17, pp. 117-118, (Mar. 1993).

東京 (東京工業大学) 1993. 3. 17 - 3. 19 30

電子情報通信学会 - 音声研究会

- [13] 大倉 計美 服部 浩明 杉山 雅英 鹿野 清宏: “コードブックマッピングを用いた雑音環境下での音声認識,” 信学技報, SP90-12, pp. 25-32 (Jun. 1990).

K. Ohkura, H. Hattori, M. Sugiyama and K. Shikano: “Speech Recognition of Under Noisy Environment by Codebook Mapping,” IEICE, SP90-12, pp. 25-32 (Jun. 1990).

仙台 (東北大学) 1990. 6. 28 - 6. 29 32

- [14] 大倉 計美, 杉山 雅英: “セグメント特徴量を用いた雑音環境下での HMM 音声認識,” 信学技報, SP91-55, (Sep. 1991).

K. Ohkura and M. Sugiyama: “Segment-based HMM Applied to Noisy Speech Recognition,” IEICE, SP91-55, (Sep. 1991).

東京 (機械振興会館) 1991. 9. 26 - 9. 27 40

- [15] 大倉 計美, 杉山 雅英, 嵯峨山 茂樹: “混合連続分布 HMM を用いた移動ベクトル場平滑化話者適応方式,” 電子情報通信学会技術研究報告, SP92-16, pp. 23-28, (Jun. 1992).K. Ohkura, M. Sugiyama,

- S. Sagayama: "Speaker Adaptation Based on Transfer Vector Field Smoothing Model with Continuous Mixture Density HMMs," IEICE Technical Report, SP92-16, pp. 23-28, (Jun. 1992).
 仙台 (東北大学) 1992. 6. 29 - 7. 1 46
- [16] 北 研二、森 元暹、大倉 計美、嵯峨山 茂樹: "統計的言語情報を用いた HMM-LR 文章発声音声認識の評価," ヒューマンインタフェース 44-4, pp. 25-32, (Sep. 1992).
 K. Kita, T. Morimoto, K. Ohkura, S. Sagayama: "Evaluation of the HMM-LR Speech Recognition System against Continuous Sentential Utterances," Human-Interface 44-4, pp. 25-32, (Sep. 1992).
 北海道 (北海道大学) 1992. 9. 10 - 9. 11 (障害、福祉、聴覚及び一般) 52
- [17] 宮沢 康永、大倉 計美、嵯峨山 茂樹: "全音素エルゴディック HMM による教師なし話者適応," 電子情報通信学会技術研究報告, SP92-75, pp. 15-20, (Oct. 1992).
 Y. Miyazawa, K. Ohkura, S. Sagayama: "Unsupervised Speaker Adaptation Using all-phoneme Ergodic HMM," IEICE Technical Report, SP92-75, pp. 15-20, (Oct. 1992).
 名古屋市 (名古屋大学) 1992. 10. 21 - 10. 22 60
- [18] 永井 明人、山口 耕市、鷹見 淳一、大倉 計美、他: "ATR における連続音声認識システム "ATREUS" の諸方式と性能," 電子情報通信学会技術研究報告, SP92-122, pp. 51-58, (Jan. 1993).
 A. Nagai, K. Yamaguchi, J. Takami, K. Ohkura and et al: "ATREUS: Performance of Continuous Speech Recognition Systems at ATR Interpreting Telephony Research Laboratories," IEICE Technical Report, SP92-122, pp. 51-58, (Jan. 1993).
 京都 (ATR) 1993. 1. 18 - 1. 19 66
- 電子情報通信学会 - 時限研究専門委員会
 「マルコフモデル・ニューラルネットワークを包含する新しい音声認識手法」
- [19] 大倉 計美、杉山 雅英、嵯峨山 茂樹: "混合連続分布 HMM を用いた移動ベクトル場平滑化話者適応方式," 電子情報通信学会「マルコフモデル・ニューラルネットワークを包含する新しい音声認識手法」時限研究専門委員会資料, SPREC-91-2, pp. 49-50 (Feb. 1992).
 K. Ohkura, M. Sugiyama, S. Sagayama: "Speaker Adaptation Based on Moving Vector Field Model with Continuous Mixture Density HMMs," Continuous Speech Recognition Symposium, pp. 49-50 (Feb. 1992).
 静岡 (館山寺温泉 ビューホテル開華亭) 1992. 2. 7 - 2. 8 74
- 国際学会
- [20] K. Ohkura and M. Sugiyama: "Speech Recognition in a Noisy Environment Using a Noise Reduction Neural Network and a Codebook Mapping Technique," Proc. of ICASSP91, S14.13, pp. 929-932, (May 1991).
 Toronto CANADA 1991. 5. 14 - 5. 17 76
- [21] K. Ohkura, M. Sugiyama, S. Sagayama: "Speaker Adaptation Based on Transfer Vector Field Smoothing with Continuous Mixture Density HMMs," Proc. of 1992 International Conference on Spoken Language Processing, Vol. 1, pp. 369-372 (Oct. 1992).
 Banff, ALBERTA, CANADA 1992. 10. 12 - 10. 16 80
- [22] T. Morimoto, T. Takezawa, K. Ohkura, M. Nagata, F. Yato, S. Sagayama and A. Kurematsu, "Enhancement of ATR's spoken language translation system: SL-TRANS2," Proc. of 1992 International Conference on Spoken Language Processing, Vol. 1, pp. 397-400 (Oct. 1992).
 Banff, ALBERTA, CANADA 1992. 10. 12 - 10. 16 84
- [23] K. Kita, T. Morimoto, K. Ohkura and S. Sagayama, "Continuously Spoken Sentence Recognition by HMM-LR," Proc. of 1992 International Conference on Spoken Language Processing, Vol. 1, pp. 305-308 (Oct. 1992).
 Banff, ALBERTA, CANADA 1992. 10. 12 - 10. 16 88
- [24] K. Ohkura, M. Sugiyama: "Noisy Speech Recognition with Codebook Mapping and Segmental Approaches," Proc. of IEEE Workshop on Interactive Voice Technology for Telecommunications Applications, VII.3, New Jersey (1992.10).
 Piscataway, New Jersey, AMERICA 1992. 10. 19 - 10. 20 92

- [25] S. Sagayama, M. Sugiyama, K. Ohkura, J. Takami, A. Nagai, H. Singer, H. Hattori, K. Fukuzawa, Y. Kato, K. Yamaguchi, J. Murakami, and A. Kurematsu: "ATREUS: Continuous Speech Recognition Systems at ATR Interpreting Telephony Research Laboratories," Proc. SST92 (Dec. 1992). Brisbane, AUSTRALIA 1992. 12. 1 - 12. 3 97
- [26] K. Ohkura, D. Rainton and M. Sugiyama: "Noise-Robust HMMs Based on Minimum Error Classification," Proc. of ICASSP93, TAB.2, (Apr. 1993).
Mineapolic, AMERICA 1993. 4. 27 - 30 103

テクニカルレポート

- [27] 大倉 計美, 杉山 雅英 "話者選択手法を用いた音声認識の基礎検討," TR-I-0265 (Jun. 1992).
K. Ohkura, M. Sugiyama, "A Study of speech recognition using speaker selection approach" TR-I-0265 (Jun. 1992).....
- [28] 大倉 計美, 杉山 雅英, 嵯峨山 茂樹 "混合連続分布 HMM を用いた移動ベクトル場平滑化話者適応方式," TR-I-0266 (Jun.1992).
K. Ohkura, M. Sugiyama, S. Sagayama, "Speaker Adaptation Based on Transfer Vector Field Smoothing Model With Continuous Mixture Density HMMs," TR-I-0266 (Jun.1992).....
- [29] 大倉 計美, 杉山 雅英, 嵯峨山 茂樹: "混合連続分布 HMM 移動ベクトル場平滑化話者適応方式の文節認識性能の評価," TR-I-0284 (Oct. 1992).
K. Ohkura, M. Sugiyama, S. Sagayama: "Evaluation of speaker adaptation method based on transfer vector field smoothing model with continuous mixture density HMMs," TR-I-0284 (Oct. 1992).....
- [30] 丸山 康, 大倉 計美: "教師なしおよび教師あり話者適応手法の検討," TR-I-0314 (Mar.1993).
Y. Maruyama, K. Ohkura: "A Study on Unsupervised and Supervised Speaker Adaptation," TR-I-0314 (Mar.1993).....
- [31] 土井 啓輔, 大倉 計美: "ベクトル場モデル適応方式を用いた雑音環境下音声認識の検討," TR-I-0315 (Mar. 1993).
K. Doi, K. Ohkura: "Speech Recognition Based on Vector Field Model Adaptation In a Noisy Environment," TR-I-0315 (Mar. 1993).....
- [32] 大倉 計美, 杉山 雅英: "雑音環境下文節認識実験による WLR・WGD・SGDS 距離尺度の比較," TR-I-0316 (Mar. 1993).
K. Ohkura, M. Sugiyama: "Comparison among WLR, WGD and SGDS distance measure under noisy environment with HMM-LR," TR-I-0316 (Mar. 1993).....

出願特許

- [33] 大倉 計美, 杉山 雅英: "雑音除去と話者適応の機能を有する音声認識装置," (Sep. 1990).....
- [34] 大倉 計美, 嵯峨山 茂樹: "隠れマルコフモデル学習方法," (Aug. 1992).....

電子情報通信学会 - 論文誌

- [35] 大倉 計美, 杉山 雅英, 嵯峨山 茂樹: "混合連続分布 HMM 移動ベクトル場平滑化話者適応方式," 電子情報通信学会論文誌 投稿中
K. Ohkura, M. Sugiyama and S. Sagayama: "Speaker adaptation based on transfer vector field smoothing method with continuous mixture density HMMs," submitted to IEICE.....
- [36] 大倉 計美, 杉山 雅英: "コードブックマッピング手法を用いた雑音環境下音声認識," 電子情報通信学会論文誌 投稿中.
K. Ohkura and M. Sugiyama: "Noisy Speech Recognition Using a Codebook Mapping Technique," submitted to IEICE.....