

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25280128

研究課題名(和文) 音声からの調音運動抽出に基づく発音マップ・調音動作アニメ表示法と発音矯正への適用

研究課題名(英文) Pronunciation training by applying the visualization of pronunciation-map and articulatory gesture based on articulatory-feature extraction

研究代表者

新田 恒雄(Nitta, Tsuneo)

早稲田大学・グリーン・コンピューティング・システム研究機構・教授

研究者番号：70314101

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円

研究成果の概要(和文)：学習者の英語発声から調音特徴を抽出し、発音矯正に役立つ形で表示する発音学習システムを開発した。研究実施にあたっては、

(1)音声から調音特徴を高精度に抽出する技術、(2)単語中の音素に対応する調音特徴を発音マップ上に表示する技術、(3)調音特徴系列とMRI画像から調音ジェスチャを推定してアニメーションとして表示する技術、および(4)実時間で動作する発音学習プロトタイプシステムを構築する技術開発の四つに焦点をあてた。

(1)では音素認識にスペクトル構造を陽に利用する多重線形写像を導入した。(2)-(4)では音声・画像を組込むことのできるHTML5を導入してwebベースのシステム開発を行った。

研究成果の概要(英文)：A novel computer-assisted pronunciation training (CAPT) system has been developed by extracting articulatory features (AF) from speech to correct pronunciation. Research items focused are (1) improvement of AF extractor performance, (2) a subsystem to plot AF on a pronunciation map, (3) a subsystem to visualize learner's articulatory gesture by comparing it with the correctly pronounced gesture, (4) a web-based CAPT system. Multiple linear mapping is applied for speech-to-phoneme recognition. In the web-based subsystems and the CAPT system, HTML5 that can handle audio and video data is introduced.

研究分野：ヒューマンインタフェース，マルチメディア信号処理，音声言語処理，マルチモーダル対話

キーワード：発音学習 調音特徴抽出 発音マップ 調音ジェスチャ HTML5

1. 研究開始当初の背景

研究開始の時点は、英語教師が学習者に指導する手法(発音を聴かせつつ、舌や口唇など調音器官の動作をface-to-faceで指導)に音声認識を導入する、CAPT (Computer-Assisted Pronunciation Training) の研究開発が盛んになりつつあった。しかし、従来の手法は、正解音素と誤り音素との調音動作の違いを単語や文に対する音声記号で示すだけであり、どの調音がどのように誤り、具体的にどのように矯正すればよいのか分かりづらいという問題があった。正しい発音を身につけるには、少人数会話教室で教師が実施するように、学習者の調音誤りをリアルタイムに、的確に指示して矯正する必要がある。このため、音声からフォルマント周波数を分析して正しい領域を表示するなどの方法も試みられたが、一般の学習者が表示から調音の矯正方法を読み取ることは困難であった。

2. 研究の目的

本研究は、音声からの調音特徴(運動)抽出に基づく発音学習システムを開発することを目指してスタートした。この実現に向け、(1) 音声から調音特徴を高精度に抽出する、(2) 単語中の音素に対応する調音特徴を発音マップ上に表示する、(3) 調音特徴系列から調音ジェスチャを推定してアニメーション表示する、(4) (1)-(3)の技術を基に、実時間で動作するプロトタイプシステムを構築する、の四つの技術を開発することを課題とした。また、教育現場においてシステムの導入効果を評価することを目標とした。

3. 研究の方法

(1) 調音特徴抽出へのアプローチ: DNN(deep neural network)の入力特徴として、音声スペクトル系列に代えて、ベクトルの内部構造を陽に表現可能なテンソル特徴を導入して性能を向上する。
 (2) 発音マップ表示開発へのアプローチ: 発音マップサブシステムをHTML5により構築すると共に、学習者の発話を調音の正解/誤り系列で表現した単語グラフ(予め変換ツールから作成)に通して評価するモジュールを組込む。
 (3) 調音アニメ表示開発へのアプローチ: 調音アニメサブシステムをHTML5により構築すると共に、教師による単語発話時のMRIデータを収集し、標準調音ジェスチャを組込む。
 (4) 発音学習システム開発へのアプローチ: 二つのサブシステムから成る発音学習システムをHTML5ベースのwebアプリケーションとして構築する。その際、学習者の利便性を考慮したGUI画面と構成方法の改善を図る。

4. 研究成果

平成25年度から平成27年度に至る研究成果を、(1) 調音特徴抽出精度の改良、(2) 発音マップ表示サブシステム、(3) 調音アニメ表示サブシステム、(4) 発音学習プロトタイプシステムを中心に説明する。

(1) 調音特徴抽出精度の改良

図1に我々が提案し、本研究においても採用する「調音運動に基づく音声認識・合成システム」を示す。調音特徴は、単音(phone)分類に用いられる調音様式(破裂音、摩擦音、破擦音、鼻音、半母音など)と調音部位(口唇、歯茎、口蓋、咽喉などの位置(子音の場合)や、舌の最も盛り上がる位置と口の開閉度(母音))の諸属性から構成される特徴量である。従って、音声から調音特徴が得られると学習者の調音動作を推定することができ、英語を含む国際音声記号(IPA)の母音や子音表に基づく発音マップ上へプロットすることが可能になる。また、調音運動を声道パラメータに変換することで、図のように学習者の発話動作をアニメで示すことも可能になる。

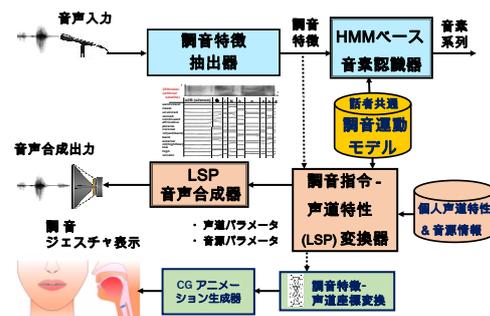


図1 調音運動のワンモデルに基づく音声認識・合成 (HMM: 隠れマルコフモデル, LSP: 線スペクトル対)

調音特徴や音素の抽出は、10層以上のニューラルネットワーク(DNN)が標準的に用いられている。またDNNの入力音響特徴としては、音声対数スペクトル(BPF)やケプストラム(MFCC; 対数スペクトルを逆フーリエ変換して得られる特徴)といったベクトル系列が採用されてきた。我々はベクトル系列の内部構造を陽に利用することで、即ちテンソル積から得られる多重線形写像の成分をDNNの入力に利用することによって、性能が大きく改善することを示した。表1に標準的な音素ラベル付き英語コーパス(TIMIT)を用いた際の音素誤認識率低減効果を示す。

表1 テンソル積による英語音素認識性能の向上 * TIMIT test data (言語モデル bi-gram)

	音素誤認識精度 [%]
ベースライン(MFCC/HMM)	20.5
+ テンソル積(bi-linear)	18.8
+ MFCC/BPF両特徴(bi-linear)	16.4
+ fMLLR (話者適応)	15.7

(2) 発音マップ表示サブシステム

英語は母音の種類が多く、正しい発音を獲得することが難しい。母音に対する発音マップ表示(図2参照)では、特に日本語音声にはなく、また二次元表示では捉えがたい「緊張、円唇、R音」の表示が問題である。そこで、図に例を示すように、正しい発音に近づいたなら、円筒表示などでそのことを学習者にフィードバックできるようにした。

子音については、調音素性の近いペアについて、図3に示すように発音マップで繰り返し発音を矯正できるよう工夫した。図で緑は正しい発音、黄色は正しい発音に近い、橙から赤は不正解を意味している。また発音の履歴は、前の発音ほど次第に薄く表示することで理解できるようにした。なお、訓練に使用する単語は図4に示す単語グラフ作成エディタを使用して、正解(@を付した音素;緑色)と間違いやすい音素(#を付した)をグラフで表現する。学習者の発音が単語グラフのどのパスを通るかを探索することで、注目音素の調音が正しいか否か、どの属性が低い値か等を診断することができる。

(3) 調音アニメ表示サブシステム

学習者の調音ジェスチャをアニメーションでフィードバックすると共に、同じ単語に

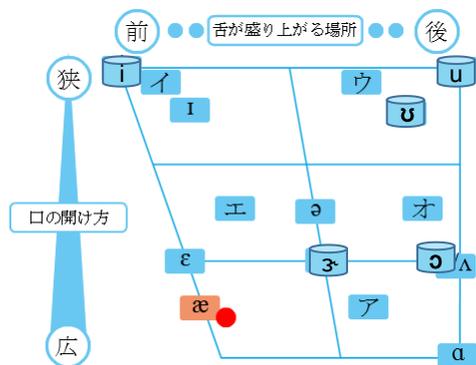


図2 母音発音マップ(緊張/円唇/R音)

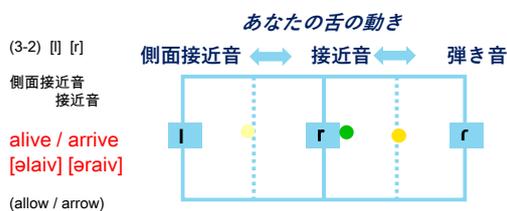


図3 /l/-/r/ の発音マップ例

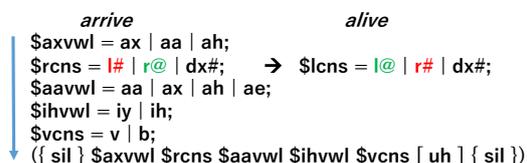


図4 単語グラフ作成エディタ



図5 調音アニメにおける特徴点ハイライト

対する教師の調音を比較できるようにして発音矯正を図った。またこの際、図に示すように、キーとなる調音特徴点をハイライトで示すようにした。この機能を利用して、側面接近音(/l/)と接近音(/r/)の舌の位置の違いを指摘するなど、教師と学習者の調音部位の違いを具体的に指摘することができる。さらに調音アニメ表示では、音声再生速度を学習者が変えることができ、調整バーを操作しながら特徴点の違いを確認することができる。

なお、学習ソフトとして利用可能なMRI画像(単語発声)を追加収集し、不足していた教師動画サンプルを補填することができた。

(4) 発音学習プロトタイプシステム

クライアント部とサーバ部から構成される開発システム(発音先生)を開発した。試作システムは同一PC内にWebサーバを起動し、クライアント(ブラウザ)からサーバをアクセスする形を採っている(Windows7/8.1 64bit)。開発言語は、HTML5およびJavaScriptを使用した。メイン画面からは二つのアプリ、発音マップと調音アニメをボタンで指定し、続いて発音単語リストから学習したい調音を含む単語を選択して発声する。

研究開始時点では、システムを教育現場で評価する計画であったが、開発遅れから期間中に終わることができなかった。今後、本基盤研究を発展的に引き継ぐ科研「音声からの発話動作可視化技術に基づく発話訓練支援の研究」(基盤(C)H27- H29: 代表者入部)の中で、システム改良と共に実現していきたい。

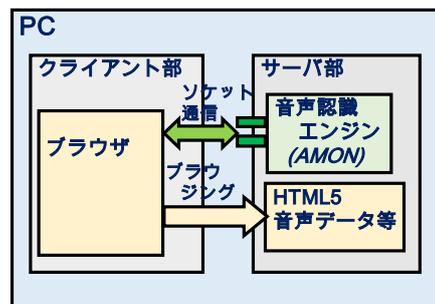


図6 webベース発音学習システム構成

* AMON: Articulatory Movement Orbiter by N-lab.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7 件)

[1] Seng Kheang, Kouichi Katsurada, Yurie Iribe and Tsuneo Nitta: "Using Reversed Sequences and Grapheme Generation Rules to Extend the Feasibility of a Phoneme Transition Network-based Grapheme-to-Phoneme Conversion," IEICE Trans. On Info. And System, 査読有, Vol.E99-D, No.4, pp.1182-1192 (2016).

[2] Noriaki Katagiri and Goh Kawai: "Designing XML schema for classroom discourse visual representation through XSLT," J. of the Hokkaido Univ. of Education (Humanities and Social Sciences), 査読有, 66(2)pp.1-16 (2016).

[3] 吐師道子, 小玉明菜, 三浦貴生, 大門正太郎, 高倉祐樹, 林良子: "日本語語尾撥音の調音実態: X線マイクロビーム日本語発話データベースを用いて," 『音声研究』, 査読有, 第18巻2号, pp.95-105 (2014-8).

[4] Seng Kheang, Kouichi Katsurada, Yurie Iribe and Tsuneo Nitta: "Solving the phoneme conflict in Grapheme-To-Phoneme conversion using a two stage neural network-based approach," IEICE Trans. on Info. and System, Vol.97-D, No.4, pp.901-910 (2014-4).

[5] Narpendyah W. Ariwardhani, Yurie Iribe, Kouichi Katsurada and Tsuneo Nitta: "Mapping Articulatory Features to Vocal-Tract Parameters for Voice Conversion," IEICE Transaction on Information and System, Vol.E97-D, No.4, pp.911-918 (2014-4).

[6] 桂田浩一, 勝浦広大, 入部百合絵, 新田恒雄, "Suffix Arrayを用いた高速音声検索語検出システムの性能評価," 電子情報通信学会論文誌, Vol.J96-D No.10 pp.2540-2548 (2013-10).

[7] 木村優志, 入部百合絵, 桂田浩一, 新田恒雄, "調音特徴—声道音響パラメータ変換を用いた調音特徴運動HMM音声合成", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J96-D No.5 pp.1356-1364 (2013-5).

〔学会発表〕(国際会議 計 23 件,
国内学会発表 計 26/30 件
; 学会発表 合計 49/53 件)

< 国際会議 >

[1] Satoshi Tamura, Hiroshi Ninomiya, Norihide Kitaoka, Shin Osuga, Yurie Iribe, Kazuya Takeda, Satoru Hayamizu: "Audio-visual speech recognition using deep bottleneck features and high-performance lipreading," Proc. of APSIPA ASC (2015-12 Hong Kong, China).

[2] Takumar Kanazaki, Tetsunori Kobayashi, Shunji Sugimoto, Kouichi Katsurada, Junsei Horikawa, and Tsuneo Nitta: "Syllable recognition from EEG based on higher-order subspace method," Proc. of The 2nd Annual

Meeting of the Society for Bioacoustics, p.22 (2015-12 Kyushu Univ., Fukuoka).

[3] Kohei Asahara, Shunji Sugimoto, Kouichi Katsurada, Tsuneo Nitta, and Junsei Horikawa: "EEG during Japanese vowel recall task," Proc. of The 2nd Annual Meeting of the Society for Bioacoustics, p21 (2015-12 Kyushu Univ., Fukuoka).

[4] Kota Nakazawa, Junsei Horikawa, Shunji Sugimoto, Tsuneo Nitta, and Kouichi Katsurada: "Noise reduction from EEG using denoising autoencoder," Proc. of The 2nd Annual Meeting of the Society for Bioacoustics, p20 (2015-12 Kyushu Univ., Fukuoka).

[5] Yurie Iribe, Norihide Kitaoka, Shuhei Segawa: "Development of new speech corpus for elderly Japanese speech recognition," Proc. of 0-COCOSDA 2015 (2015-10 Shang-hai, China).

[6] Satoshi Tamura, Hiroshi Ninomiya, Norihide Kitaoka, Shin Osuga, Yurie Iribe, Kazuya Takeda, Satoru Hayamizu: "Audio-visual processing toward robust speech recognition in cars," Proc. of. DSP in vehicle 2015 (2015-10 San Francisco, USA).

[7] Satoshi Tamura, Hiroshi Ninomiya, Norihide Kitaoka, Shin Osuga, Yurie Iribe, Kazuya Takeda, Satoru Hayamizu: "Investigation of DNN-based modeling for audio-visual speech recognition," Proc. of MSLSP 2015 (2015-9 Aizuwakamatsu, Japan).

[8] Hiroshi Ninomiya, Norihide Kitaoka, Satoshi Tamura, Yurie Iribe and Kazuya Takeda: "Integration of Deep bottleneck features for audio-visual speech recognition," Proc. of InterSpeech 2015, pp.563-567 (2015-9 Dresden, Germany).

[9] Tetsuji Ogawa, Kenshiro Ueda, Kouichi Katsurada, Tetsunori Kobayashi and Tsuneo Nitta: "Bilinear map of filter-bank outputs for DNN-based speech recognition," Proc. of InterSpeech 2015, pp.16-20 (2015-9 Dresden, Germany).

[10] Yaming Zhang and Ryoko Hayaishi: "Perception of syllable-final consonants by Chinese speakers and Japanese speakers," Proc. of the 18th International Congress of Phonetic Sciences, 1041 (2015-8 Glasgow, UK).

[11] Seng Kheang, Kouichi Katsurada, Yurie Iribe and Tsuneo Nitta: "Model prioritization voting schemes for phoneme transition network-based grapheme-to-phoneme conversion," Proc. of CIST2015, No.100 (2015-5 Ottawa, Canada).

[12] Goh Kawai: "Online learning of introductory technical writing using figures and tables," Proc. of the Teaching English to Speakers of Other Languages Conf.

- (TESOL 2015) (2015-03 Toronto, Canada).
- [13] Yuichi Kubota, Motoi Omachi, Tetsuji Ogawa, Tetsunori Kobayashi, Tsuneo Nitta: "Effect of frequency weighting on MLP-based speaker canonicalization," Interspeech2014, pp. 2987-2991 (2014-9 Singapore).
- [14] Seng Kheang, Kouichi Katsurada, Yurie Iribe and Tsuneo Nitta: "Novel two-stage model for Grapheme-to-Phoneme conversion using new grapheme generation rules," Proc. of ICAICTA2014, pp. 110-115 (2014-8 Bandung, Indonesia).
- [15] Goh Kawai and Akio Ohnishi: "Teaching technical writing online using figures and tables," Proc. of the Language Education and Technology Conf. (LET 2014) (2014-8 Fukuoka, Japan).
- [16] Akio Ohnishi and Goh Kawai: "Case study of an online English language course that emphasizes self-assessment of speaking and writing," Proc. of the World Conf. on Educational Media & Technology (EdMedia 2014) (2014-6 Tampere, Finland).
- [17] Akio Ohnishi and Goh Kawai: "Online learning of introductory technical writing by using captions of figures and tables for English as a foreign language," Proc. of the American Association for Applied Linguistics Conference (AAAL 2014), (2014-3 Portland, USA).
- [18] Noriaki Katagiri and Goh Kawai: "Improving the classroom discourse of non-native teachers of English language by developing, annotating, and analyzing spoken language corpora," Proc. of the American Association for Applied Linguistics Conference (AAAL 2014) (2014-3 Portland, USA).
- [19] Narendyah W. Ariwardhani, Yurie Iribe, Kouichi Katsurada and Tsuneo Nitta: "Voice conversion for arbitrary speakers using articulatory-movement to vocal-tract parameter mapping," Proc. of MLSP2013 (International Workshop on Machine Learning for Signal Processing) (2013-9 Southampton, UK).
- [20] Rongna A, Ryoko Hayashi, Tatsuya Kitamura: "Naturalness on Japanese pronunciation before and after shadowing training and prosody modified stimuli," Proc. of Interspeech 2013 satellite workshop on speech and language technology in education (SLaTE), pp. 143-146 (2013-9 Grenoble, France).
- [21] Kouichi Katsurada, Seiichi Miura, Kheang Seng, Yurie Iribe, Tsuneo Nitta: "Acceleration of spoken term detection using a suffix array by assigning optimal threshold values to sub-keywords," Proc. of Interspeech2013, pp. 581-585 (2013-8 Lyon, France).
- [22] Akio Ohnishi and Goh Kawai: "Visualizing pitch contours may improve production and reception of intonation," Proc. of WorldCALL Conference (WorldCALL 2013) (2013-7 Glasgow, UK).
- [23] Yurie Iribe, Silasak Manosavanh, Kouichi Katsurada, Ryoko Hayashi and Chunyue Zhu, Tsuneo Nitta: "Introducing articulatory anchor-point to ANN training for corrective learning of pronunciation," Proc. of ICASSP 2013, pp. 3716-3720 (2013-5 Vancouver, Canada).
- 〈 国内学会発表 〉
- [1] 入澤浩太郎, 桂田浩一, 新田恒雄, 入部百合絵: "オートエンコーダと話者性変換ユニットを用いた声質変換法の提案," 日本音響学会講演論文集, 1-R-33 (2016-3 桐蔭横浜大学).
- [2] 石原元気, 桂田浩一, 新田恒雄, 入部百合絵: "Suffix Arrayを用いた高速STDシステムにおけるリスクアリング法の検討," 音響学会講演論文集, 1-R-12 (2016-3 桐蔭横浜大学).
- [3] 入澤浩太郎, 桂田浩一, 新田恒雄, 入部百合絵: "オートエンコーダと話者性変換ユニットを用いた声質変換法の提案," 音響学会講演論文集, 1-R-33 (2016-3 桐蔭横浜大学).
- [4] 石原元気, 桂田浩一, 新田恒雄, 入部百合絵: "Suffix Arrayを用いた高速STDシステムにおけるリスクアリング法の検討," 音響学会講演論文集, 2-R-12 (2016-3 桐蔭横浜大学).
- [5] Goh Kawai: "Developing a college freshman course for spoken language analysis," Sapporo Gakuin University CALL-Plus Workshop 2015 (2015-11 Sapporo).
- [6] Goh Kawai: "Active learning of English language," Training Session for Hokkaido High School Teachers of English Language (2015-10 Hakodate).
- [7] 田村哲嗣, 二宮宏史, 北岡教英, 大須賀晋, 入部百合絵, 武田一哉, 速水悟: "深層学習によるボトルネック特徴量を用いたマルチモーダル音声認識," 電子情報通信学会技術報告, SP2015-69, pp. 57-62 (2015-10 神戸大学).
- [8] 渡辺拓也, 桂田浩一, 新田恒雄, 入部百合絵: "AutoEncoderを用いた Active Appearance Modelsの性能評価," 第2回サイレント音声認識ワークショップ (2015-10 神戸大学).
- [9] 田村哲嗣, 二宮宏史, 北岡教英, 大須賀晋, 入部百合絵, 武田一哉, 速水悟: "深層学習によるマルチモーダル音声認識 - 画像特徴量の改善," 第2回サイレント音声認識ワークショップ (2015-10 神戸大学).
- [10] 田村哲嗣, 二宮宏史, 北岡教英, 大須賀晋, 入部百合絵, 武田一哉, 速水悟: "深層学習によるマルチモーダル音声認識 - 深層学

習の活用法の調査,” 第2回サイレント音声認識ワークショップ (2015-10 神戸大学).

[11] 渡辺拓也, 桂田浩一, 新田恒雄, 入部百合絵: ” AutoEncoderを用いた Active Appearance Modelsの性能評価,” 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2015-85, pp. 135-140 (2015-9 愛媛大学).

[12] 田村哲嗣, 二宮宏史, 北岡教英, 大須賀晋, 入部百合絵, 武田一哉, 速水悟, ” 深層学習による音響・画像特徴量を用いたマルチモーダル音声認識,” 音響学会講演論文集, (2015-9 会津大学).

[13] 上田賢次郎, 小川哲司, 小林哲則, 桂田浩一, 新田恒雄: ” テンソル積による基底変換に基づく音声認識方式の検討,” 音響学会講演論文集, 1-1-3, pp. 7-10 (2015-3 中央大学).

[14] 久保田雄一, 大町基, 小林哲則, 新田恒雄: ” 話者正準化を用いた連続音声認識における改良,” 音響学会講演論文集, 1-1-1, pp. 1-2 (2015-3 中央大学).

[15] 入澤浩太郎, 桂田浩一, 入部百合絵, 新田恒雄: ” 調音運動に基づく HMM 歌声合成における予測残差音源の自然性向上,” 音響学会講演論文集, 2-Q-49 (2015-3 中央大学).

[16] 入澤浩太郎, 桂田浩一, 入部百合絵, 新田恒雄: ” 調音運動に基づく HMM 歌声合成における駆動音源の改善,” 電子情報通信学会技術研究報告, SP2014-127, pp. 1-6 (2015年1月 じゅうろくプラザ, 岐阜市).

[17] 入部百合絵: ” 調音運動抽出アルゴリズムに基づく発話学習支援システムの開発,” 教育システム情報学会東海支部総会講演 (2014-12 名城大学).

[18] Goh Kawai : ” Developing a college freshman course for spoken language analysis,” Sapporo Gakuin University CALL-Plus Workshop 2015 (2014-11 Kobe).

[19] 久保田雄一, 大町基, 小川哲司, 小林哲則, 新田恒雄: ” MLP を用いた話者正準化に基づく音声認識の検討,” 音響学会講演論文集 (2014-9 北海学園大学)

[20] 桂田浩一: ” 認識に使用する顔領域の違いによる読唇性能の比較,” 第1回サイレント音声認識ワークショップ, No. 14 (2014-8 九州工業大学).

[21] 久保田雄一, 大町基, 小川哲司, 小林哲則, 新田恒雄: ” 標準話者母音スペクトルへの変換に基づく話者正準化,” 音響学会講演論文集 (2014-3 日本大学).

[22] Don Hinkelman and Goh Kawai: ” Flip the classroom: Gimmick or revolution?,” Sapporo Gakuin University CALL-Plus Workshop 2013 (2013-11 Sapporo).

[23] Goh Kawai and Akio Ohnishi: ” Online learning of introductory technical writing using figures and tables,” Sapporo Gakuin University CALL-Plus Workshop 2013 (2013-11 Sapporo).

[24] Goh Kawai and Akio Ohnishi: ” How to convert a printed textbook and DVD to

CALL,” Proc. of the Japan Association of Language Teachers Conference (JALT 2013) (2013-10 Portopia, Kobe).

[25] 張亜明, 林良子, Donna Erickson, 吐師道子, 阿栄娜: ” 日本人英語学習者による母音産出の特徴-聴覚評定実験による検討-, ” 音響学会講演論文集, p553-554 (2013-9 豊橋技術科学大学).

[26] Goh Kawai and Akio Ohnishi: ” How to bring a printed textbook and DVD online,” Proc. of the Language Education and Technology Conference (LET 2013) (2013-8 Bunkyo Gakuin Univ., Tokyo).

〔図書〕 (計 1 件)

[1] Mayako Niikura, Ryoko Hayashi, Markus Rude und Gabriela Schmidt: ” Muendliche kommunikation im daf-unterricht: phonetik, gespraech und rhetoric,” Iudicium社, 総ページ数169頁 (2015-9).

〔産業財産権〕

○ 出願状況 (計 2 件)

名称: 音声認識方法及び音声認識プログラム
発明者: 新田恒雄

権利者: 早稲田大学

種類: 特許

番号: 特願2014-39639号

出願年月日: 平成26年9月12日

国内外の別: 国内

名称: パターン分類装置, パターン分類方法
およびパターン分類プログラム

発明者: 新田恒雄

権利者: 早稲田大学

種類: 特許

番号: 特願2015-044117号

出願年月日: 平成27年3月5日

国内外の別: 国内

○ 取得状況 (計 0 件)

〔その他〕なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新田 恒雄 (Tsuneo Nitta)

早稲田大学 グリーン・コンピューティング
・システム研究機構 客員上級研究員・教授
(豊橋技術科学大学 名誉教授)

研究者番号: 70314101

(2) 研究分担者

入部 百合絵 (Yurie Iribe)

愛知県立大学・情報科学部 講師

研究者番号: 40397500

林 良子 (Ryoko Hayashi)

神戸大学・大学院国際文化学研究所 教授

研究者番号: 20347785

河合 剛 (Goh Kawai)

北海道大学 外国語教育センター 教授

研究者番号: 70314101

桂田 浩一 (Kouichi Katsurada)

東京理科大学・理工学部 准教授

研究者番号: 80324490

(3) 連携研究者 なし