

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：34316

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500225

研究課題名(和文) 初等中等教育における教育・学習支援のための音声言語処理の研究

研究課題名(英文) Studies of spoken language processings for teaching/learning support on elementary and secondary educations

研究代表者

南條 浩輝 (Hiroaki, NANJO)

龍谷大学・理工学部・助教

研究者番号：50388162

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：初等中等教育での学校教育の情報化が推進されている状況のもと、音声言語情報処理技術を用いた教育・学習支援システムの基盤形成のための研究を推進した。授業音声にさまざまな情報を付与したうえで保存し、利用者(教員や児童・生徒)の求めに応じて適切な授業音声を利用(視聴など)できるようにするための基盤技術の確立を目的として研究を推進し、次の成果を得た。

小学校授業音声を収録したうえで、種々の情報の付与し、基礎資料となりうるデータベースを構築した。子供向け授業音声の自動書き起こし技術(音声認識技術)について研究を行い、知見を得た。求めに応じて授業音声を検索する技術について研究を行い、知見を得た。

研究成果の概要(英文)：Fundamental studies for learning/teaching-support systems have been investigated. We have tried to realize basic technologies which enable both teachers and students to get lecture recording materials (e.g. movies) on elementary and secondary education schools. We have achieved several results as follows.

1) Elementary school lecture database (corpus) were developed. Lectures were recorded and several information including transcriptions were annotated. 2) Automatic speech recognition techniques were investigated and significant knowledges were obtained. 3) Information retrieval (spoken document retrieval) techniques were investigated and significant knowledges were obtained.

研究分野：音声言語情報処理，音声ドキュメント処理

キーワード：音声言語情報処理 音声認識 初等中等教育

1. 研究開始当初の背景

日本国において、学校教育の情報化が推進されており、初等中等教育現場への情報通信設備の整備が進められている状況にあった。これらの設備をどのように活用し教育に役立てていくかについて、我々の研究グループは、実際に何が実現可能かを情報通信処理の専門家から提供すること(シーズの提供)が重要と考えていた。我々の研究グループは、情報通信処理の技術のうちでも音声言語情報処理技術を専門としたメンバーで構成されたグループであり、これに関連する諸技術および知見を有していた。

当時、音声言語情報処理技術や設備を用いた教育支援の研究は、我々の研究グループに限らず、基本的に高等教育向け、すなわち大学講義や学術講演を対象として行われていた。これらの技術や設備を初等中等教育における授業支援・学習支援に活かそうとする取り組みは十分に行われておらず、また、どのように活かせるか、活かすべきかの知見についても不十分であった。

2. 研究の目的

本研究は、初等中等教育における授業音声を対象とし、授業音声の再利用システムの基盤形成を試みたものである。すなわち、授業音声にさまざまな情報を付与したうえで保存し、利用者(教員や児童・生徒)の求めに応じて適切な授業音声を利用(視聴など)できるようにするための基盤技術の確立を目的としたものである。

まず、既存の技術の適用可能性を調査した上で、新たに実現すべき技術を明らかにし、それらの実現(確立)を目指した。

3. 研究の方法

授業音声の再利用システムの基盤形成のために、以下の研究を行った。

(1) 日本語の初等中等教育での授業(以下、子供向け授業)の音声の収集・コーパス作成、および子供向け音声の特徴の調査

(2) 子供向け授業を対象とした音声認識システムおよび技術に関する研究

(3) 再利用のための検索技術に関する研究

4. 研究成果

(1) 子供向け授業音声の収集・コーパス作成、および子供向け音声の特徴の調査について

子供向け授業音声を収集し、種々の情報を付与してコーパスの作成を行った。また子供向け授業音声の特徴についても調査を推進した。

小学校において14名(男性5名、女性9名)の教師による44授業の収録を行った。学年(低学年向け、中学年向け、高学年向け)や教科(算数、国語など)ができるだけ偏らないように収集した。これらの音声に対して、書き起こしテキストを付与し、各種の発話イベント(言いよどみや言い直しなど)に関するタグを付与し、コーパス化することができた。これは今後の関連研究の基礎的資料となりうるものである。

小学校授業の収録においては児童・生徒の音声の混入を避ける処置を講じること、また、混入が避けられない場合には、収録音声から教師の発話だけをきれいに取り出すことが、再利用システムにおける新たな課題であることがわかった。

授業における発話の速度や大きさ、およびその変動の調査と子供向け発話特有の表現の調査を推進し、それらと授業における強調箇所や重要箇所の関係の調査を推進した。子供向け授業発話は、発話速度や抑揚の変動が大きい傾向がみられることを指摘し(これは子供の注意をひくためと考えられる)、再利用処理において、これらに注意を払う重要性を指摘できた。

(2) 子供向け授業を対象とした音声認識システムおよび技術に関する研究について

言語モデル

子供向け授業で使われる表現には、話し言葉表現と子供向け表現が含まれるため、これらをモデル化する重要性がわかった。具体的には、大人向けのテキストでのモデル化が難しいことを確認したうえで、話し言葉表現のモデル化用に大人向けの講演音声の書き起こしテキストを、子供向け表現のモデル化用に子供向けWEBサイトテキストを選び、この両者を用いることで、子供向け授業の言語的表現が従来(大人向けのテキストのみを用いる)より高精度にモデル化できることを明らかにした。また、子供向け表現のモデル化のための学習データ量が不足する問題から、明示的に「子

供向け」と示されていないWEBサイトのなかから、子供向け表現を多く含むテキストを自動抽出する方法についても研究を行い、アルゴリズムの提案を行った。

実際の子供向け授業音声((1)で収集したコーパス)の書き起こしテキストを用いて子供向け授業音声認識のための言語モデル学習を行うことの有効性を確認できた。より多くの子供向け授業音声の収集とコーパス化の必要性を指摘できた。

音響モデル

大人向けの発話で学習した音響モデルを用いた子供向け授業音声の認識では、高い音声認識精度を得ることができないことを明らかにした。大人向けの発話の中から教師の発話と特徴が似ているものを選んで学習しても高い音声認識精度を得ることができないこともわかった。一方、実際の子供向け授業音声((1)で収集したコーパス)で学習した音響モデルでは、従来(大人向けの発話で学習)よりも高精度に認識ができることがわかった。このことは、子供向け授業音声は大人向け音声と音響的特徴が異なることを示している。我々は、人間の感覚として両者の発話スタイルが異なることを指摘してきたが、それが裏付けられた格好と認識している。

デコーディング方式

複数のモデルを用いて音声認識し、さまざまな結果(候補)を、重要度を考慮して統合するデコーディング方式(拡張ROVER法)について研究を推進し、アルゴリズムの提案とプログラムの実装を行った。

子供向け授業音声認識システムの構築とベンチマーク結果

種々の言語・音響モデルのうちから最も適切と考えるモデルを選択し、デコーダと組み合わせて音声認識システムを構築した。これを用いて、実際に子供向け授業(4件)の大語彙連続音声認識を行い、その認識率(ベンチマーク結果)を示した。この結果は今後の関連研究のベースラインとなる重要な指標といえる。

(3) 再利用のための検索技術に関する研究

授業音声の再利用のために、利用者が必要とするものを検索・表示する要素技術を研究した。収集した子供向け授業は件数が少ないので、大規模な大人向け音声のデータベースで代用して要素技術の研究と評価を行った。

音声ドキュメント検索(内容検索)

検索対象の音声の集合(音声ドキュメント)から、利用者が知りたい内容に合致する箇所の検索技術(自然言語による音声ドキュメント検索)の研究を推進した。その際、子供による利用を想定し、入力を補助する技術(クエリ拡張)に重点を置いて研究を推進した。これらの要素技術を発展させるための研究基盤の整備(NTCIR-10, NTCIR-11のタスク設置)を行った。

音声ドキュメント検索(音声検索語検出)

検索対象の音声集合のなかで、利用者が指定したキーワード(検索語)が出現する箇所を検索する技術である、音声検索語検索について研究を推進した。様々な音声認識結果を統合的に利用して高精度に検出する方法や、クエリ拡張に基づいて誤検出を抑制する方法について研究を推進した。これらの要素技術を発展させるための研究基盤の整備(NTCIR-10, NTCIR-11のタスク設置)を行った。

検索システムの構築

子供による検索を想定し、タブレット型PCを利用者端末とする音声ドキュメント検索システム(内容検索)を構築した。これは実際のユーザによる検索実験(被験者実験)を行うための基盤と位置付けている。実際の被験者実験は、実用上どの程度の音声認識精度および検索精度を要するか(目標)を明らかにするために重要と考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

(1) 西尾友宏, 南條浩輝, 吉見毅彦, "講演音声ドキュメント検索のための擬似適合性フィードバック", 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.5, pp.1573--1584, 2014 査読有

(2) Satoshi Natori, Yuto Furuya, Hiromitsu Nishizaki, Yoshihiro Sekiguchi, "Spoken Term Detection Using Phoneme Transition Network from Multiple Speech Recognizers' Outputs," Journal of information processing, Vol.21, No.2, pp.176-185, 2013 査読有

(3) 伊藤慶明, 西崎博光, 中川聖一, 秋葉友良, 河原達也, 胡新輝, 南條浩輝, 松井知子, 山下洋一, 相川清明. "音声中の検索語検出のためのテストコレクションの構築と分析", 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.2, pp.471-483, 2013 査読有

〔学会発表〕(計 29 件)

(1) 南條浩輝, 西崎博光, "初等教育における授業音声の収集と音声認識の基礎的検討", 情報処理学会第 221 回自然言語処理研究会第 106 回音声言語情報処理研究会合同研究会 2015 年 5 月 25 日~2015 年 5 月 26 日 東北大学片平さくらホール

(2) 堂元健太郎, 宇津呂武仁, 澤田直輝, 西崎博光, "音声認識結果から生成した補助的キーワード集合を利用する最良照合 STD", 日本音響学会 2015 年春季研究発表会, 2015 年 3 月 16 日~2015 年 3 月 18 日, 中央大学後楽園キャンパス

(3) 澤田直輝, 名取賢, 西崎博光, "2 つの手法を組み合わせた STD におけるクエリの特徴分類性能調査と考察", 日本音響学会 2015 年春季研究発表会, 2015 年 3 月 16 日~2015 年 3 月 18 日, 中央大学後楽園キャンパス

(4) Tomoyosi Akiba, Hiromitsu Nishizaki, Hiroaki Nanjo and Gareth J. F. Jones, "Overview of the NTCIR-11 SpokenQuery&Doc Task", NTCIR-11 Workshop Meeting, 2014 年 12 月 9 日~2014 年 12 月 12 日, National Center of Sciences, Tokyo, Japan

(5) Hiroaki Nanjo, Takehiko Yoshimi, Sho Maeda and Tomohiro Nishio, "Spoken Document Retrieval Experiments for SpokenQuery&Doc at Ryukoku University (RYSdT)", NTCIR-11 Workshop Meeting, 2014 年 12 月 9 日~2014 年 12 月 12 日, National Center of Sciences, Tokyo, Japan

(6) Kentaro Domoto, Takehito Utsuro, Naoki Sawada, Hiromitsu Nishizaki, "Selection of Best Match Keyword Using Spoken Term Detection for Spoken Document Indexing," the 6th Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference 2014, 2014 年 12 月 9 日~2014 年 12 月 12 日, Sokha Angkor Resort Hotel, Siem Reap, the city of Angkor Wat, Cambodia

(7) Naoki Sawada, Satoshi Natori, Hiromitsu Nishizaki, "Re-Ranking of Spoken Term Detections Using CRF-based Triphone Detection Models," the 6th Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference 2014, 2014 年 12 月 9 日~2014 年 12 月 12 日, Sokha Angkor Resort Hotel, Siem Reap, the city of Angkor Wat, Cambodia

(8) 堂元健太郎, 宇津呂武仁, 澤田直輝, 西崎博光, "最良照合 STD による音声ドキュメント索引付けの評価および分析", 日本音響学会 2014 年秋季研究発表会, 2014 年 9 月 3 日~2014 年 9 月 5 日, 北海学園大学豊平キャンパス

(9) 南條浩輝, 吉見毅彦, "講演音声ドキュメント検索における反復的擬似適合性フィ

ードバックの検討", 日本音響学会 2014 年秋季研究発表会, 2014 年 9 月 3 日~2014 年 9 月 5 日, 北海学園大学豊平キャンパス

(10) 南條浩輝, 前田翔, 吉見毅彦, "音声検索語検出のためのクエリ拡張の検討", 情報処理学会第 216 回自然言語処理研究会 第 101 回音声言語情報処理研究会合同研究会, 2014 年 5 月 22 日~2014 年 5 月 23 日, 東京工業大学大岡山キャンパス

(11) 西崎博光, "音声言語処理のための要素技術と音声ドキュメント処理への応用", 電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会, 2014 年 5 月 15 日~2014 年 5 月 16 日, 東京理科大葛飾キャンパス

(12) 南條浩輝, 西尾友宏, 吉見毅彦, "段階的検索と擬似適合性フィードバックを用いた講演音声ドキュメント検索", 第 8 回音声ドキュメント処理ワークショップ, 2014 年 3 月 14 日~2014 年 3 月 15 日, 豊橋市民センター(カリオンビル)

(13) 西尾友宏, 南條浩輝, 吉見毅彦, "講演音声ドキュメント検索のための多段検索と検索質問文拡張", 日本音響学会関西支部第 16 回関西支部若手研究者交流研究発表会, 2013 年 12 月 8 日, 産業技術総合研究所関西センター

(14) Satoshi Natori, Yuto Furuya, Hiromitsu Nishizaki, Yoshihiro Sekiguchi, "Entropy-based False Detection Filtering in Spoken Term Detection Tasks," the 5th Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference, 2013 年 10 月 29 日~11 月 1 日, Kaohsiung, Taiwan

(15) 西崎博光, 古屋裕斗, 名取賢, 関口芳廣, "条件付き確率場を用いた音声中の検索語検出の検討", 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会, 2013 年 9 月 25 日~2013 年 9 月 27 日, 豊橋技術科学大学

(16) 南條浩輝, 堀智織, "初等中等教育の授業を対象とした音声認識の基礎的分析", 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会, 2013 年 9 月 25 日~2013 年 9 月 27 日, 豊橋技術科学大学

(16) 南條浩輝, 谷奥大喜, "初等中等教育授業における教師発話の言語的特徴のモデル化のための学習データ選択方法の検討", FIT2013 第 12 回情報科学技術フォーラム, 2013 年 9 月 4 日~2013 年 9 月 6 日, 鳥取大学鳥取キャンパス

(17) Hiroaki NANJO, Tomohiro NISHIO and Takehiko YOSHIMI, "Spoken Document Retrieval Experiments for SpokenDoc-2 at Ryukoku University (RYSdT)", NTCIR-10 Workshop Meeting, 2013 年 6 月 18 日~6 月 21 日, National Center of Sciences, Tokyo, Japan

(18) Yuto Furuya, Daiki Nakagomi, Satoshi Natori, Hiromitsu Nishizaki and Yoshihiro

Sekiguchi, "STD and SCR Techniques and Their Evaluations on the NTCIR-10 SpokenDoc-2 Task," NTCIR-10 Workshop Meeting, 2013年6月18日~6月21日, National Center of Sciences, Tokyo, Japan

(19) 西尾友宏, 南條浩輝, 吉見毅彦, "講演音声ドキュメント検索のための擬似適合性フィードバック", 情報処理学会第211回自然言語処理研究会 第96回音声言語情報処理研究会合同研究会 2013年5月23日~2013年5月24日, 北陸先端科学技術大学院大学東京サテライト

(20) 古谷遼, 南條浩輝, "音声認識エンジンJuliusの認識結果を用いた拡張ROVERの評価", 日本音響学会 2013年春季研究発表会, 2013年3月13日~2013年3月15日, 東京工科大学八王子キャンパス

(21) 米倉千冬, 太田晃平, 西崎博光, 関口芳廣, "電子ノート作成支援システム上での音声での検索語検出技術の検証", 日本音響学会 2013年春季研究発表会, 2013年3月13日~2013年3月15日, 東京工科大学八王子キャンパス

(22) 西尾友宏, 南條浩輝, 吉見毅彦, "ドキュメント長を考慮した擬似適合性フィードバックによる音声ドキュメント検索", 第7回音声ドキュメント処理ワークショップ, 2013年3月2日~2013年3月2日, 名古屋大学東山キャンパス

(23) 古屋裕斗, 西崎博光, 関口芳廣, "音声での検索語検出のための音素遷移ネットワークのエンタロピー分析", 第7回音声ドキュメント処理ワークショップ, 2013年3月2日~2013年3月2日, 名古屋大学東山キャンパス

(24) 西尾友宏, 南條浩輝, 吉見毅彦, "擬似適合性フィードバックを用いた音声ドキュメント検索におけるドキュメント長の影響の調査 - 音声の長さに着目した検索質問文拡張に基づく動画検索-", 日本音響学会関西支部 第15回関西支部若手研究者交流研究発表会, 2012年12月9日, 産業技術総合研究所関西センター

(25) Yuto Furuya, Satoshi Natori, Hiromitsu Nishizaki, and Yoshihiro Sekiguchi, "Introduction of False Detection Control Parameters in Spoken Term Detection," the 4th Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference, 2012年12月3日~2012年12月6日, Hollywood, California, U.S.A

(26) 太田晃平, 西崎博光, 関口芳廣, "講義で利用できる音声と画像を融合した電子ノート作成支援システムの開発", 日本教育工学会研究会, 2012年10月27日, 岡山大学津島キャンパス

(27) 西尾友宏, 南條浩輝, 吉見毅彦, "講演音声ドキュメント検索におけるクエリ拡張の検討", 日本音響学会 2012年秋季研究発表

会, 2012年9月19日~2012年9月21日, 信州大学長野(工学)キャンパス

(28) 南條浩輝, 久木一平, 和田祐樹, "初等中等教育の授業音声認識のための子供向け表現の抽出と言語モデル学習", 日本音響学会 2012年秋季研究発表会, 2012年9月19日~2012年9月21日, 信州大学長野(工学)キャンパス

(29) 古屋裕斗, 西崎博光, 関口芳廣, "STDのための音素遷移ネットワークのエンタロピーによる分析", 日本音響学会 2012年秋季研究発表会, 2012年9月19日~2012年9月21日, 信州大学長野(工学)キャンパス

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計1件)

名称: 音声ドキュメント検索方法および音声ドキュメント検索システム
発明者: 南條 浩輝, 西尾 友宏, 吉見 毅彦
権利者: 学校法人龍谷大学
種類: 特許
番号: 特願 2012-196357, 特開 2014-052803
出願年月日: 2012年9月6日
国内外の別: 日本

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者
南條 浩輝 (NANJO Hiroaki)
龍谷大学・理工学部・助教
研究者番号: 50388162

(2) 研究分担者
西崎 博光 (NISHIZAKI Hiromitsu)
山梨大学・総合研究部・助教
研究者番号: 40362082

(3) 連携研究者
()

研究者番号: