

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 22 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24300263

研究課題名(和文) モバイルクラウドブロードバンド型の聴覚障害者用遠隔教育・コミュニケーションの研究

研究課題名(英文) Research on distance education and communication for hearing-impaired persons using mobile cloud broadband

研究代表者

小林 正幸 (KOBAYASHI, MASAYUKI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：50215365

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,400,000円

研究成果の概要(和文)：筆者らは、発話内容をリアルタイムで速記用キーボードやパソコン要約筆記で入力することで、受講者の漢字の読み能力に応じた難読な漢字のみにルビ、又は括弧付きの読みを自動的に付加して字幕を提示する聴覚障害者のためのリアルタイム字幕提示システムを開発した。リアルタイム字幕は、Hi-Fiアクセスポイントを用いることで実際の視野に重ねてシースルーメガネ型ディスプレイやAndroid OSやiOSを搭載したスマートフォン、タブレット端末でも同時に提示可能である。又、リアルタイム字幕は、仮想専用サーバを用いることで遠隔地からでも入力可能である。

研究成果の概要(英文)：We have developed a system that presents real-time speech content using sentences containing kana and Chinese characters that are presented with pronunciation or parentheses alongside Chinese Characters by a stenography keyboard or PC Note Take for hearing-impaired person. We can present Head Mounted Display or Smartphone with Caption. We can input Real-time Caption using virtual private server form distant place.

研究分野：教育工学

キーワード：字幕 リアルタイム ルビ 学年別 HMD スマートフォン モバイル Wi-Fi

1. 研究開始当初の背景

研究代表者の小林は、1990年頃から様々な聴覚障害者用のリアルタイム字幕提示システムを開発し、410回程度使用した。その際の本学産業技術学部の学生(全員聴覚障害者)を対象としたリアルタイム字幕提示の質問紙調査の結果では、(1)「仮名漢字混じり字幕の依存度」は、「たいへん頼った」が21名(61.8%)、「少し頼った」が12名(35.3%)であった。(2)全ての漢字にルビを付加する字幕に関しての「ルビ提示の必要性」では、「ある方がよい」が21名(65.6%)、「講義理解でのルビ提示の有効性」では、「ある方がよい」が20名(62.5%)とし、自由記述には「難しい漢字のみにルビを付けて欲しい」との回答があった。(3)携帯電話を用いた際の「講義理解での字幕提示の有効性」では、「役に立つ」が13名(76.5%)であった。(4)携帯電話での「必要な機能」では、「映像表示」、「図表表示」、「字幕付き映像の録画」、「メモ」と回答した。

これらの背景と経緯を踏まえて、聴覚障害者が各自の読字力の能力に応じて、ルビ付加のレベルを選択できる様々なモバイル機器向けの学年別ルビ付きリアルタイム字幕とともに様々なコンテンツを配信・視聴できるモバイルクラウドブロードバンドシステムを中心に研究・開発を行う。

2. 研究の目的

最近、次世代型の超高速・低遅延のモバイルブロードバンド技術を用いたLTE(Long Term Evolution)方式の“Xi(クROSSシィ)”、“WiMAX(ワイマックス)2”や無線LANアクセスポイントの開発と提供にともない、いつでもどこでも利用できる環境が整った。これらの技術背景を基にして、次世代型のLTEを搭載したスマートフォン、タブレット端末やヘッドマウントディスプレイ等に、遠隔地で話者の音声を聞きながら速記キーボードやパソコン要約筆記“IPtalk”で入力された文字列に、難読な漢字のみに自動でルビを付加してリアルタイム字幕を提示する聴覚障害者・者用の遠隔教育、モバイルコミュニケーションや災害時情報支援にも活用できるユビキタス型モバイルクラウドブロードバンド型の情報保障システムについて研究するのが目的である。

3. 研究の方法

モバイル機器であるスマートフォンやタブレット、ウェアラブル機器のヘッドマウントディスプレイ(HMD)等やWi-Fiマルチキャスト技術を用い、いつでもどこでも簡単にリアルタイムで難読な漢字にルビを付加して提示するとともに、映像、図表等様々なコンテンツを一斉同報配信するモバイルミニ放送局のようなシステムを中心に、研究、開発を行う。その後、これらのシステムを情報難民ともいわれる聴覚障害者のための遠隔

教育・教材、コミュニケーションや講義支援に活用し、視聴実験等の質問紙調査によりリアルタイム字幕等のマルチメディアコンテンツの提示形式等を検討する。

4. 研究成果

(1)マルチモバイル端末向け学年別ルビ付きリアルタイム字幕提示システム

研究代表者の小林らは、遠隔地で話者の音声を聞きながら速記キーボードやパソコン要約筆記“IPtalk”で入力された文字列に、難読な漢字のみに自動でルビを付加して“Android”や“iOS”を搭載した様々なスマートフォン、タブレット端末やパソコンにも同時に提示するマルチモバイル端末向けの情報支援システムを開発した。本システムの最も特徴的な機能は、視聴者の読字力により各自が自由に学年(ルビレベル)を選択することである。学年は、すべての漢字にルビを振る全ルビ、小学1年~6年、中学、高校までの中から1つを設定できる。

具体的なモバイル端末の設定機能は、次の通りである。 学年(ルビレベル):すべての漢字にルビを振る全ルビ、小学1年~6年、中学、高校、 文字サイズ:5種類、 文字色:8色、 スクロール速度:5段階、 文字更新間隔:3種類、「。」での自動改行、「>>」入力による文字色の切替

図1~図3に、本システムを用いた文字提示を示す。文字サイズは“中”、スクロール速度は“普通”、文字更新時間は“普通”、改行処理は“する”に設定した。

図4に文字サイズ設定画面、図5に学年設定画面を示す。

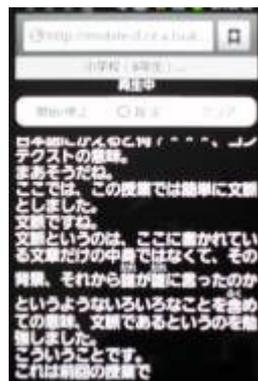


図1 GALAXY S

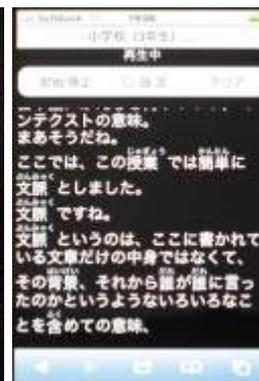


図2 iPhone4S

文字提示(小学6年) 文字提示(小学3年)

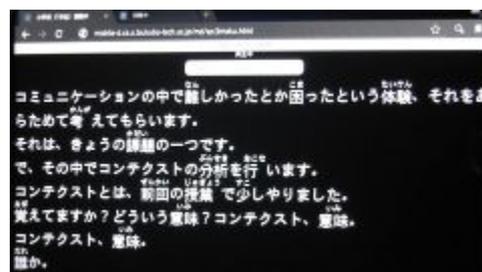


図3 ARROWS Tab LTE 文字提示(小学1年)



図4 GALAXY S
文字サイズ設定画面



図5 iPhone4S
学年設定画面

(2) マルチデバイス対応リアルタイム字幕付きマルチメディアコンテンツ提示ミニ放送システム

近年、様々な機能を有するスマートフォンの開発、提供により、スマートフォンの所有率は年々増加し、全体で 41.9%、20 歳未満が 52.7%、20 歳代では 54.8%となっている（スマートフォン所有率：<http://kakaku.com/research/report/054/index.html>）。

また、平成 25 年度本学産業技術学部 1 学年 26 名の学生を対象とした携帯端末に関する質問紙調査では、次のような結果を得た。「スマートフォンの所有について」は、「所有している」が 26 名中 22 名（84.6%）、「タブレット端末の所有について」が、「所有している」が 26 名中 2 名（7.7%）、「スマートフォンの Wi-Fi 機能の利用について」では 22 名中 11 名（50.0%）であった。

このように Wi-Fi 機能を搭載したスマートフォンの所有率は 5 割弱までになり、今後も所有率の更なる増加が見込まれる。

これらの最新の技術的な背景と社会の要請を基に、情報難民ともいわれる聴覚障害者のための高速無線通信 Wi-Fi 機能を搭載しアプリケーション開発の自由度が高いスマートフォン、タブレット端末に、映像や音声、それとリアルタイム字幕等様々な文字データを、パワーポイントのスライド等のコンテンツを視聴できるモバイルミニ放送局の機能を有するシステムを開発した。

更に、このシステムを改良し、リアルタイム字幕をシースルーのメガネ型ディスプレイを通して見たいものに自由に視線を移動しながら見ることができ、視線をスマートフォンに移動することなく、実験や学外実習、劇場やプラネタリウム等の鑑賞で臨場感のある生の映像とともに提示するマルチデバイス対応リアルタイム字幕付きマルチメディアコンテンツ提示ミニ放送システムも開発した。

本システムの最も独創的で、特徴的な点としては、携帯電話用エリアワンセグ放送と異なり、高速無線通信“Wi-Fi”マルチキャストを用いるため、免許が不要で、柔軟に基地局を移設でき、どこでも誰にでも簡単に運用できることである。

また、Wi-Fi を用い映像やリアルタイム字幕、様々なコンテンツを配信するため、スマートフォンやタブレット端末、シースルーのメガネ型ディスプレイを用い、Web 等を閲覧する際に発生するパケット料金のような通信費は不要である。

その他、本システムの特徴的な機能は次の通りである。

a. ハードウェア

マルチキャスト対応スイッチ

- ・マルチキャストルーティング機能

Wi-Fi アクセスポイント

- ・Wi-Fi 電波送出機能
- ・IP アドレス自動割当機能

b. ソフトウェア

送出管理ソフト

- ・専用 Android アプリケーション連携

スライド画像送信機能

字幕送信機能

表示スライド指示機能

送出管理ソフト（シースルーメガネ型ディスプレイ対応）

- ・シースルーメガネ型ディスプレイおよび Android アプリケーション連携

- ・IPtalk 受信機能

- ・字幕送信機能

Wi-Fi マルチキャスト配信ソフト

- ・ライブ映像配信機能

- ・録画映像配信機能

Android アプリケーション

- ・スライド画像

- 取得、表示機能

- 取得済みスライドの任意表示機能

送出管理ソフト側のスライド表示追従機能

- ・字幕

- 取得、表示機能

- 受信済み過去字幕の確認機能

シースルーメガネ型ディスプレイアプリケーション

- ・字幕

- 取得、表示機能

(3) シースルーメガネ型ディスプレイリアルタイム字幕提示システム

近年、数社からシースルーメガネ型ディスプレイ（以下、HMD と略す）や、安価で高性能な無線 LAN アクセスポイントが各社から提供されている。

また、聴覚障害者を教育の対象とした本学産業技術学部 2014 年度 1 学年 32 名を対象としたスマートフォンの所有率は、28 名（87.5%）であった。

そこで、筆者らは、無線 LAN アクセスポイントを用い、パソコン要約筆記“IPtalk”で入力した文字列をリアルタイム字幕として実際の視野に重ねて HMD に提示すると同時にスマートフォンやタブレットにも提示する情報支援システムを開発した。

ここでは、このシステムの構成、特徴、機

能と視聴実験の結果について報告する。

視聴実験で用いたシステム構成(図6)は、パソコン要約筆記の IPtalk パソコン A、IPtalk パソコン B と IPtalk パソコン C で入力した文字列を受信し、リアルタイムで無線 LAN アクセスポイントへ送出する字幕送受信パソコン(パナソニック Let's note CF-S10) 無線 LAN アクセスポイント”(バッファロー WAPM-APG300N)、HMD7 台(エプソン MOVERIO BT-200)、スマートフォン3台(サムスン GALAXY S :2台、GALAXY S :1台)、タブレット4台(ソニー XPERIA SO-03E、サムスン GALAXY Tab Xi SC-01D、ASUS Nexus 7、富士通 ARROWS Tab Xi FD-01D)である。

本システムは、無線 LAN アクセスポイントを用いるため、様々な情報保障機器が未整備な劇場、ライブショー、スポーツ観戦などどこでも誰にでも簡単に設置・運用できる。

また、HMD を使用し、見たいものに自由に視線を移動しながらリアルタイム字幕も同時に見ることができる。リアルタイム字幕は数十台の HMD とスマートフォン等の携帯端末にも同時に提示できる。

更に、表示される字幕は仮名漢字交じりと、特殊なキー入力が不要で一般のワープロと同様な入力方法により自動で漢字の後に漢字の読みを括弧付きで表示できる。

個々の HMD 本体で設定できる機能は、字幕の文字色:8種類、字幕の文字サイズ:3種類(大、中、小)、字幕の提示位置である。

し、HMD7 台、スマートフォン3台とタブレット4台は、講義中順次学生に手渡し視聴させた。

講義の前半は漢字仮名交じりで、後半は漢字の読みを小学3年に設定し、字幕の文字色を白、文字サイズを中、字幕の提示位置は HMD(図7)では画面下部2行、スマートフォン(図8)とタブレット(図9)では全画面で表示した。



図7 HMD

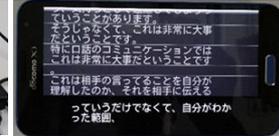


図8 スマートフォン
(仮名漢字交じり)



図9 タブレット(小学3年括弧付き読み)

講義では学生に対して音声情報を保障するため、本システムによる音声文字変換と併せて学内教員による手話、板書と教材提示にパワーポイントを用いた。

視聴実験の際に実施した質問紙調査の主な結果は、次の通りである。

(a) HMD リアルタイム文字提示の講義内容理解に関する有効性について

- 「非常に役に立つ」3名(20.0%)
- 「少し役に立つ」11名(73.3%)
- 「ほとんど役に立たない」1名(6.7%)
- 「全く役に立たない」0名(0.0%)

(b) 漢字の読み提示形式の講義内容理解に関する有効性について

- 「漢字の読み付き」3名(20.0%)
- 「仮名漢字交じり」7名(46.7%)
- 「どちらでもない」5名(33.3%)

(c) HMD と同時にスマートフォンにもリアルタイム文字を提示する機能の有効性について

- 「非常に役に立つ」9名(60.0%)
- 「少し役に立つ」5名(33.3%)
- 「ほとんど役に立たない」1名(6.7%)
- 「全く役に立たない」0名(0.0%)

(d) 講義以外で HMD を利用したい場面について(複数回答)

- 「大学等の実験、実習」10名(32.3%)
- 「映画等の劇場」7名(22.6%)
- 「スポーツ観戦」4名(12.9%)
- 「プラネタリウム」8名(25.8%)
- 「その他」2名(6.5%)

(4) 遠隔地入力リアルタイム字幕付きウェアラブルデバイス

アラブルモバイルシステム

近年 Wi-Fi 機能を搭載したシースルーメガネ型ディスプレイ（以下、HMD と略す）の提供や、安価なレンタル料で仮想専用サーバ（以下、VPS と略す）を利用できる環境が整った。

そこで、研究代表者の小林らは、VPS（さくらの VPS、<http://vps.sakura.ad.jp/>）とスマートフォンのデザリングやモバイルルーターを用いることで、遠隔地で話者の音声を聞きながら、パソコン要約筆記の IPtalk で入力したリアルタイム字幕を HMD（エプソン MOVERIO BT-200）に提示する遠隔地入力リアルタイム字幕付きウェアラブルモバイルシステムを開発した。

ここでは、本システムの動作と特徴について報告する。

図 10 にシステム構成を示す。

遠隔地でスマートフォン等を介して話者の音声を聞きながら、IPtalk パソコンで字幕を入力する。IPtalk パソコンで入力された字幕は、字幕受信パソコンに送出される。

字幕受信パソコンは、字幕中継パソコンで受信できるようにフォーマット変換処理を行い、その後字幕中継パソコンへ字幕を送出する。また、読み付加提示設定モードの場合は、自動で学年別に対応した漢字の後に括弧付きで読みを付加する。字幕中継パソコンは字幕をインターネット介して、仮想専用サーバ（さくらの VPS）に送出する。シースルーメガネ型ディスプレイ（エプソン MOVERIO BT-200）は、スマートフォンのデザリングやモバイルルーターの Wi-Fi を介して、仮想専用サーバから字幕を受信し、画面下部に 2 行表示で字幕をリアルタイムに提示する。

本システムの特徴は、小型で軽量な可搬型の一般的な機器を用い、リアルタイム字幕をシースルーメガネ型ディスプレイを通して見たいものに自由に視線を移動しながら見ることができ、実験や学外実習等の様々な場面での情報保障として活用できることである。

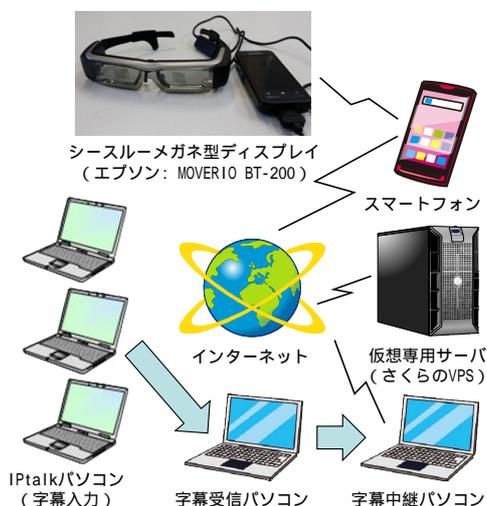


図 10 システム構成

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）

小林正幸、アクセシビリティ型多目的多言語対応リアルタイム字幕付きマルチモバイルシステムの開発研究、筑波技術大学テクノレポート、査読無、Vol.23、No.1、2015、pp.143-144

小林正幸、マルチデバイス対応リアルタイム字幕付きマルチメディアコンテンツ提示ミニ放送システムの開発研究、筑波技術大学テクノレポート、査読無、Vol.22、No.1、2014、pp.133-134

小林正幸、三好茂樹、石原保志、マルチモバイル端末向け学年別ルビ付き文字逐次提示システム、日本教育工学会第 28 回全国大会論文集、査読無、2012、pp.985-986

〔学会発表〕（計 1 件）

小林正幸、三好茂樹、石原保志、西川敦、田中巨、シースルーメガネ型ディスプレイリアルタイム字幕提示システム、日本教育工学会 第 31 回全国大会論文集、査読無、2015、pp.915-916

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小林 正幸 (KOBAYASHI MASAYUKI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：50215365

(2) 研究分担者

石原 保志 (ISHIHARA YASUSHI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：70212917

三好 茂樹 (MIYOSHI SHIGEKI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・准教授

研究者番号：80310192

白澤 麻弓 (SHIRASAWA MAYUMI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・准教授

研究者番号：00389719