

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23501095

研究課題名(和文)聴覚障害などを持つ学生に対する個別情報保障に関する研究

研究課題名(英文)A research on personal learning support system for deaf student at university

## 研究代表者

西岡 知之(NISHIOKA, Tomoyuki)

筑波技術大学・産業技術学部・教授

研究者番号：70310191

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：高等教育を受ける聴覚障害者は今後増加が予想されるが、そのような学生の学習を支援する目的で、情報保障のパーソナライズが可能な個別ディスプレイを用いた情報保障システムを構築した。システムはバッテリー駆動の小型の機材と無線ネットワークを用いたもので、現場における機材の展開・撤収が容易な機動性の高いものとなった。結果として、小規模な講義などでも容易に運用可能な学習支援情報表示システムを構築することができた。

研究成果の概要(英文)：Deaf student in post secondary education stage is expected to increase. To support them, we construct study support system using personal display like head mounted display. Personal display will offer chances to customize images adapted to their own impairment. Using battery-powered equipment and wireless network, the system is easy to deploy and withdraw. This means the system is useful even in such a small lecture. As a result, we built learning support system for deaf students at university.

研究分野：福祉工学

キーワード：聴覚障害 情報保障 高等教育

## 1. 研究開始当初の背景

計算機の作り出した仮想的な世界に人間を取り込む仮想現実感(Virtual Reality)の研究は近年非常に盛んである。一方で仮想現実感とは逆に、計算機が作り出した情報を現実世界に投影するという拡張現実感(Augmented Reality)または複合現実感(Mixed Reality)の研究も進みつつあり、いろいろな作業状況下での実用性についての評価が行われている。拡張現実感とは現実世界の認識を広げることが主な目的だが、見方を変え、現実世界の認識を計算機に補助させるということもできる。このような観点から、日常生活において情報の取得に困難を感じている人々にこの技術を応用することを考えるにいたった。

聴覚障害者は音響による情報の収集が極めて困難である。このため、例えば屋外において走行音が聞こえないために自動車の接近に気づかない等の日常生活での不都合に会うことが少なくない。教育の現場では、教室において教員の声による呼び掛けに気づかない、講義を聞きながらノートをとることができない、などの問題がある。近年 IT 技術の教育現場への浸透に伴い、教員が学生に提示する情報の種類は増加しつつある。また、聴覚障害者の学習を支援する仕組みも整いつつあるが、支援のための情報もまた視覚を通じて提供されることが多い。視覚を主たる情報取得チャンネルとしている聴覚障害学生にとっては、提示情報の増加は、注視点の増加にともなう視点切り替えの負担の増加となる。

講師の発話内容など、聴覚障害者がそのままでは受け取りにくい学習情報を、字幕や手話に変換して提供することを情報保障と呼ぶ。また、この際提供される情報を保障情報と呼ぶ。学習に適した保障情報の種類は、学生の障害歴によって大きく異なる。先天性の聴覚障害者は手話が母語となることが少なくなく、この場合は保障情報としては手話通訳映像が望ましいが、手話を習得していない中途失聴の学生は字幕による情報保障をより好む。また、近年増加しつつある重複障害学生(視覚障害を持つ聴覚障害学生)の場合は、提示する画像に障害に合わせた配慮(配色を変更する、大きさを調整する)が必要となる。しかし現在普及している情報保障では、保障情報は講義室の前方に大きく表示され、参加する聴覚障害者全員が同じ保障情報を受け取ることが多く、障害者の個別ニーズに合わせた情報保障は行われていない。

一方、拡張現実感技術の研究の進展に伴い、そのキーデバイスであるヘッドマウントディスプレイの高性能化・低価格化が進んでいる。ヘッドマウントディスプレイを用いると、

任意の視覚情報を、使用者の視点とは無関係に視野に継続して提示することが可能となる。提示する情報として、教員の発話を字幕に変換したものや、手話通訳画像などを用いることで、聴覚障害学生はこれらの学習支援情報と教員が提示する資料とを同一視野内で見ることが可能となる。これにより、従来型の情報保障において発生していた視点切り替えの負担を低減することができる。また、ノートをとりながらでも教員に注意を払うことが可能となり、教員の呼びかけに対する反応が向上する。教員から見た場合、よりインタラクティブな講義を行うことが容易になる。

さらに、平成 22 年ごろから一気に普及し始めたタブレット型端末は、従来のノート PC より小型で、講義中の学生の机においても邪魔にならないだけでなく、タッチパネルインタフェースを持つことで、特に画像の調整に関して直感的な操作が容易に行えるようになってきている。これを保障情報の提示デバイスとして用いることで、視覚障害を持つ学生が自分の障害に合わせた保障情報の提示方法を選択することが容易となる。従来型の情報保障においては単一の大型ディスプレイを全学生が共有していたことに比べて、ヘッドマウントディスプレイも、タブレット型端末も、提示画面が学生個別のものとなることで、障害の程度に合わせた個別の保障情報の提供が可能になる(情報保障のパーソナライズ)。

このような考察から、研究代表者は、聴覚障害者に対する高等教育における拡張現実感技術の適用についての研究を進めている。科学研究費補助金若手研究(B)(平成 13 年～平成 14 年)「拡張現実感の聴覚障害者に対する情報保障への応用に関する研究」(課題番号 13780128)(研究代表者)(研究経費 1800 千円)では、拡張現実感技術の基本デバイスであるヘッドマウントディスプレイの、聴覚障害者への情報保障における応用の可能性について、基礎的な検討を行った。当初計画では、屋外を含む日常生活において聴覚障害者が取得できていない環境情報を特定し、その情報を計算機により収集し、ヘッドマウントディスプレイに提示するシステムの構築を目指していたが、平成 13 年度に行った各種ヘッドマウントディスプレイの評価の結果、当時の HMD には想定したシステムを構築するのに十分な能力がないことが判明した。このため、研究の焦点をシステムの構築からディスプレイデバイスの評価に移した。平成 14 年度においては、高等教育での利用を想定した評価実験を行い、従来の大型ディスプレイによる表示と比較して、ヘッドマウントディスプレイを用いた場合、提示する情報の量・質の影響を受けやすいとの結果を得た。

科学研究費補助金若手研究(B)(平成 15 年～平成 16 年)「情報保障を考慮した聴覚障害

者の拡張現実感技術に対する基礎特性に関する研究」(課題番号 15700389) (研究代表者) (研究経費 3800 千円)では、ヘッドマウントディスプレイを用いた情報提示を効果的に行うため、聴覚障害者の視覚特性についての調査を行った。具体的には、視線追跡装置を用い、ヘッドマウントディスプレイを装着した被験者に単純な画像刺激を与え、その際の視線変化により反応速度を計測した。この結果、容易に入手が可能となった非透過型ヘッドマウントディスプレイが、情報保障デバイスとして十分有用であることがわかった。

本研究課題は、これら研究を受け、高等教育における障害の程度に個別に対応した情報保障の可能性について、より定量的に解析を行うことを目指すものである

聴覚障害者に対する情報保障に関する研究領域では、情報の提示方式としてヘッドマウントディスプレイを利用したものは散見されるが、高等教育の現場での実際の適用例は少なく、また情報保障のパーソナライズを念頭に置いたものは存在しない。さらに、視覚障害まで考慮した例はない。本研究課題はまさにこの点において独創的である。

## 2. 研究の目的

聴覚障害などを持つ大学生が効果的に学習を進めるために必要な情報保障の内容は、学生の障害歴により多様である。本研究は、学習を支援する情報保障を、学生のニーズに合わせて細かく提供することで、今後需要の増大が予想される聴覚障害などを持つ学生の高等教育における学習を効率的に支援するシステムを構築するものである。

本研究により、すでに増加しつつある重複障害を持つ大学生に対して、高等教育の現場におけるイコールアクセシビリティを保障するための技術を提供することが可能となる

## 3. 研究の方法

本研究では、高等教育における個別情報保障の可能性について検討を行う。特に以下の点について、実際に大学学部レベルを想定した実験を行い評価する。

- ・ヘッドマウントディスプレイを用いて保障情報を提供した場合の情報伝達効率に関しての実験を行い、高伝達率を保証するための学習支援情報の提示方法を明らかにする。具体的には提示速度や提示サイズをパラメータとして比較を行う。

- ・保障情報としては、字幕及び手話通訳動画を用いる。

- ・伝達率の評価に当たっては、内省法に加えて、講義内容に関する事前-事後テスト法を

用いることで、主観的・客観的なデータを得る。

- ・聴覚に加えて視覚に障害を持つ学生を対象として、保障情報の提示方法をカスタマイズする際のユーザインタフェースについての検討・評価を行う。

初年度に実験システムのハードウェアを構成する。単眼非透過型HMDについては、保障情報の提示方式について検討する。タブレット型端末については、これに加えて表示方法の選択のためのインタフェースについても検討する。どちらの端末も、保障情報の生成には遠隔情報保障システムを用いる。また、予備実験を行い、本実験のための実験プロトコル(提示情報の種類、実験用模擬講義の内容など)を策定する。次年度以降に、実際の講義場面において評価実験を行う。

本研究では高等教育を受けている聴覚障害学生が被験者として必要となるが、研究代表者が所属する筑波技術大学産業技術学部の学生は全員が聴覚障害者(視覚障害を併せ持つ学生を含む)であり、彼らに被験者を依頼する。また、字幕や手話通訳などの保障情報の生成に当たっては、研究代表者を含む研究グループで研究中の遠隔情報保障システムを利用することで、高等教育に対応した高品質の保障情報を用いることができる。

## 4. 研究成果

初年度は、学習支援情報提示システムの表示デバイスについての検討を行うとともに、アメリカで開催されたヒューマンインタフェースに関する国際学会HCI12011に参加し、当該分野の研究状況に関する調査を行った。情報提示システムのうち、情報の受信側である被験者端末は、画像提示部分であるヘッドマウントディスプレイと、画像配信装置からの信号を受信する小型PCからなる。このヘッドマウントディスプレイとして、当初は島津製作所製の「DATA GLASS 2/A」を用いる予定であったが、この年にNEC社から新しいヘッドマウントディスプレイ「テレスカウター」が発売されたことを受け、当該デバイスの利用の検討を行った。実機を装着して評価したところ、単眼であり十分な解像度と明るさを持つこと、眼鏡に重ねて着用できること、などの点で、DATA GLASS 2/Aと遜色がないことが確認できた。一方で、テレスカウターの端末本体は、WindowsCEをOSとし、本体に固有のポインティングデバイスを持つことが分かった。このため、提示画面調整用のアプリケーションの作成に困難が予想され、またアプリケーションの使用時にタッチパネル式インターフェースを用いることができないこともあり、情報保障のパーソナライズにとって重要である提示画面のカスタマイズ

操作においてユーザに負担をかける可能性がある。このことと、コストが高く、実験で想定している大学における1クラスでの利用を満たすだけの台数を用意することが予算的に難しいことから、「テレスカウター」の利用は断念し、他のデバイスについて引き続き評価を行うこととした。

平成 24 年度は、引き続き表示デバイスについての検討を行うとともに、オーストリアで開催された障害者向け支援技術に関する国際学会 ICCHP2012 に参加し、当該分野の研究状況に関する調査を行った。

表示デバイスのうちヘッドマウントディスプレイに関しては、この年に入り、Google 社の Google Glass、Vuzix 社の M100 などの製品が発表された為、本研究での利用可能性を検討したところ、どちらも小型軽量であり大学の講義などでの長時間の装用の際に使用者への負荷が少ないこと、受信端末との接続は Bluetooth による無線接続が可能など取り回しが容易であること、OS として Android を用いており、アプリケーションの開発環境整備が容易であること、ユニットコストが過去に検討したヘッドマウントディスプレイの半額以下であることなどが確認できた。そこで、早期に製品の入手が可能である M100 を被験者端末として採用することとした。

一方、保障情報の受信端末についても、当初予定の小型 PC よりも安価で、Bluetooth 接続が可能なタブレット端末を用いることにより、実験で想定している大学における1クラスでの利用を満たすだけの台数を用意するめどが立った。

平成 25 年度は、選定したデバイスを基にして、保障情報の配信システムの設計を行った。ヘッドマウントディスプレイ M100 の早期評価版を用いて、エミュレーションによるソフトウェア開発環境の整備を行った。しかし M100 の製品版の出荷が、当初予定を大幅に遅れて平成 26 年 2 月になったため、実機を用いたシステムの動作確認は年度内には行わなかった。

平成 26 年度は、これまでの検討をもとに、学習支援情報表示システム全体を構築し、高等教育の現場での利用を想定した評価を行った。

最終的に構築したシステムにおいて、保障情報の提示デバイスとして M100 の製品版を、また提示する字幕情報の作成・送信については、研究代表者が属する筑波技術大学内の遠隔情報保障に関する研究グループ内で十分な使用実績のあるシステムを組み合わせ使用した。機器間の接続には小型無線 LAN ルータを用いた。使用機材のほとんどはバッテリーで稼働することもあり、当初計画通り、機材の展開・撤収が容易な機動性の高いシステムを構築することができた。結果として、小

規模な講義などでも容易に運用可能な学習支援情報表示システムを構築することができた。

次に構築したシステムを用いて、大学の講義を想定した模擬授業を行い、システムによる情報提供の評価を行ったところ、表示デバイスに関して、(1) 軽量で、表示位置の調整の自由度が比較的高いこともあり、装用に対する身体的負荷は小さいこと、(2) 画像の表示深度(焦点距離)が固定されているため外界の表示深度とのずれが大きく、長時間凝視することによる心理的負担が大きいこと、が明らかになった。

## 5 . 主な発表論文等

## 6 . 研究組織

### (1) 研究代表者

西岡 知之 ( NISHIOKA, Tomoyuki )

筑波技術大学・産業技術学部・教授

研究者番号： 70310191