

令和 4 年 5 月 23 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02813

研究課題名(和文) 盲聾者と健常者の双方向情報交換を可能とする障害補償システムの開発

研究課題名(英文) A development of disability communication tool between deafblind and physically unimpaired (healthy person)

研究代表者

大武 信之(OHTAKE, Nobuyuki)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・客員研究員

研究者番号：10223851

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：

点字と手話の知識のない人が、盲聾者とコミュニケーションをとるため、双方の情報授受が容易にできるツールを開発した。本ツールにおいて、盲聾者の情報発信は、点字を墨字(晴眼者が読める文字)にし健常者へ伝え、盲聾者の情報受信は、健常者の音声情報を点字にして盲聾者が授受する形式をとっている。情報交換の手段として、盲聾者と健常者双方の情報授受は、手話を使うことなく、点字を介して行われるが、健常者は点字の知識を必要とせず使用できるシステムである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

盲聾者とコミュニケーションを取るには、点字および手話に精通していないことには意思疎通ができない。点字ボランティアは手話を学んでなく、手話ボランティアは点字を学んではいない。ましてや、盲聾者に高等教育機関で専門教育を行う者は、点字もおよび手話について素人である。点字と手話に関する知識がない健常者が、盲聾者とコミュニケーションが取れるシステムがあれば、容易に意思疎通が可能となる。本課題では、健常者の音声を点字に変換し盲聾者に伝え、盲聾者からの情報を点字で受け取り、墨字に変換するソフトウェアとして開発できれば、障害者の学習(学修)や自立の手助けとなり、人的およびコストの軽減となり、社会に貢献できる。

研究成果の概要(英文)：

We developed a communication tool which is used between deafblind and physically unimpaired who doesn't know about braille and sign language. Information dissemination from deafblind is used Japanese braille which is translated to printed characters. When physically unimpaired (healthy person) talks to deafblind, natural speech is converted to Japanese braille. Although the conversation between deafblind and physically unimpaired is used Japanese braille, it is not required braille knowledge.

研究分野：情報科学

キーワード：盲聾者 全盲 聾者 点字 墨字 手話

## 1. 研究開始当初の背景

盲聾者とコミュニケーションをとるため、点字と手話の知識のない方が、双方の情報授受を行えるツールがあれば、盲聾者の情報発信は、点字を墨字(晴眼者が読める文字)に変換し健常者へ伝え、盲聾者の情報受信は、健常者の音声情報を点字にして盲聾者が授受できる。情報交換の手段として、盲聾者と健常者双方の情報授受は、手話を使うことなく点字を介して行い、健常者は点字の知識を必要とせず使用できるシステムであれば、盲聾者および健常者のコミュニケーション・ツールになり、本コンセプトの実現を図るため開発に至った。

## 2. 研究の目的

視覚と聴覚に障害のある方は盲聾者と呼ばれ、厚生労働省の平成18年身体障害児・者実態調査結果によると、我が国には約22,000人の盲聾者がいると推定される。盲聾者とのコミュニケーションは、容易ではないことは専門家でなくても察しがつく。残された感覚である触覚により、情報伝達を可能とする容易な手段があれば、専門家・通訳者・介助者の介在なしでコミュニケーションが取れるようになる。厚生労働省の改正障害者雇用促進法に基づく「合理的配慮指針」の策定に伴い、法改正は平成28年4月から施行され、今後もさらに障害者に対し障害を理由とする差別の解消が求められる。文部科学省の平成20年度特別支援教育資料から算出すると、盲聾児童数は534名であるが、盲聾児童が全盲と全聾の重複障害である総数より、視覚あるいは聴覚、あるいはその双方が残っている場合の児童が多く、盲+聾、弱視+聾、盲+難聴、弱視+難聴が含まれている。盲聾者への支援は多岐に渡るが、本課題ではコミュニケーションの支援を、障害補償システムでサポートすることを主眼とし、保有している視覚と聴覚の活用はできるだけ促しながらも、有効な感覚を土台にしたコミュニケーション方法を支援し、これまで人的努力で賄われていた部分を、ここで紹介する障害補償システムで少しでも軽減できればよい。

国連で採択された障害者の権利に関する条約(障害者権利条約)に日本が署名したのが平成19年9月で、平成28年4月に施行された合理的配慮指針に関わる法的背景から、障害者をサポートする情報機器の開発により、重複障害である盲聾者へのコミュニケーション支援システム提供でサポートの可能性が技術的に高まったこと、また盲学校や聾学校等の特別支援学校での点字や手話の専門知識が備わったスタッフがいない環境である高等教育への進学希望の高まりにより、障害者支援に関する専門知識を有しない者でも支援可能な環境を提供するためにも本開発を行った。

## 3. 研究の方法

特別支援学校(盲学校、聾学校の小学部・中学部・高等部)及び大学には盲聾者が在籍し、支援者・介助者と共に、音声認識ソフトウェアと点字ディスプレイ等を組み合わせて授業サポートが行われている。しかし、音声認識を利用する上では使用料が生じ、ネット接続状態でないと利用できないなど、使用上の制約がある機器もある。日常生活での使用を考慮した場合、持ち運びやすく、使用環境を選ばないシステムが軽便で、無償でインターネットがない状況でも使用可能なシステムの提供を本開発では目指した。また、本システムでは、手話や点字の専門的知識がない健常者が使用可能なものを目指しているため、本システムを提供することにより、盲聾者の自立、あるいはある程度の自立が可能になれば、支援者・介助者の負担軽減になる。さらに、本システムを使用することで就労が可能となれば、社会保障費の軽減ばかりではなく、障害者が納税者となり、働くことへの生き甲斐にも成り得る。研究の方法としては、無償で使用可能なソフトウェア開発として行った。

## 4. 研究成果

### 4.1 健常者から盲聾者への情報伝達

盲聾者への情報授受は、指点字あるいは触手話で行われている。指点字なら点字の知識がないと、また触手話なら手話の知識がないと、盲聾者への情報授受は行えないため、盲聾者には点字の知識を必要とするが、健常者は点字および手話の知識を求めない方法で、情報授受を行うツールとする。なお、今回の開発は、Windows 10/Visual Studio で行った。

#### 4.1.1 音声認識エンジン

健常者から盲聾者への情報伝達は、音声を点字変換し、点字ディスプレイ表示または点字印刷すれば、健常者に点字知識がなくても伝達可能である。本開発では、無償で使用可能な音声認識エンジンと市販品の2種を用いた。オープンソース音声認識エンジンはJulius、市販品はAmiVoiceを組み込み、容易に組み換え可能とし、特定の音声認識エンジンに依存するものではなく、音声認識エンジンと点訳部分のプログラムとの入出力部分を共通化する設計とした。

#### 4.1.2 Julius

音声認識エンジン **Julius** は、音声認識システムの研究・開発のためのオープンソースで、数万語彙の連続音声認識を一般のパソコンやスマートフォン上でほぼ実時間で実行できる軽さとコンパクト性を有している。**Julius** の最大の特徴は可搬性にあり、単語辞書や言語モデル・音響モデルなどの音声認識の各モジュールを組み替えることで、語彙の音声対話システムからディクテーションまで様々な幅広い用途に応用できる。

**Julius** の研究開発は、京都大学・河原研究室(1991-2016)、情報処理振興事業協会(1997-2000)、奈良先端科学技術大学院大学・鹿野研究室(2000-2005)、名古屋工業大学 **Julius** 開発チーム(2005-2016)が関わり、オープンライセンスで、商用利用への制限もないため、本開発の1つのエンジンとして採用した。**Julius** はC言語で開発されているため、組込・移植・改良は容易である。

#### 4.1.3 AmiVoice

商用の音声認識エンジン **AmiVoice** は株式会社アドバンスト・メディアが市販しているもので、リアルタイム音声認識が可能である。本開発の目標は無償で使用可能なシステムを目指しているが、一方、音声認識エンジンを仮名漢字変換のフロントエンド・プロセッサのように容易に変更できることも目的に含まれるため、組み替え可能エンジンの1つとして使用許諾を得て採用し、**Julius** と切り替え可能とした。なお本件では、ネット接続不要版を用いた。

#### 4.1.4 音声点訳

点字の表記において、音声認識エンジンによる認識結果を、漢字変換して出力する必要はない。例えば、読み「こうか」を墨字にする場合は、効果・高価・硬貨・校歌・工科・硬化・高架・降下など同音異義語を特定する必要があるが、点字の表記は仮名表記であるため、日本語における同音異義語を文脈から意味を解釈し特定する必要はない。しかし、点字の記述は、日本点字表記法による表記に従わなければならないため、点字表記用に音声認識結果を加工する必要がある。点字における**マスあけ**規則は、日本語における1文節ではなく、更に細かく分ける必要があり、文節単位とは異なる区切りが必要で、点訳用に形態素単位で、**マスあけ**が入るか否かの解析を行う必要があり、点訳で用いる空白を挿入してある。

#### 4.1.5 点訳用形態素解析

本システムでは、形態素解析用に作成した自前のものと、**MeCab** の2つを用いた。**MeCab** は、京都大学情報学研究所と日本電信電話株式会社コミュニケーション科学基礎研究所の共同研究ユニットプロジェクトを通じて開発されたオープンソース形態素解析エンジンで、言語、辞書、コーパスに依存しない汎用的な設計が基本方針となっている。**MeCab** は茶筌を設計し直したもので一部機能が限定されているが、茶筌より高速であるため、本システムでは話し言葉を実時間で処理する必要があるため、高速性を考慮し採用した。**MeCab** は、オープンソースであることと汎用的な設計で、本システムへの組み込みは容易であった。

点字表記は、基本的に上記通り文節単位に空白文字を入れるマスあけを行うが、自立語であっても複合名詞は分ける規則や、接頭語は分けるなど点字特有の記述規則があり、これに従ったマスあけを行う必要がある。さらに、一文節内の補助用言(補助動詞や補助形容詞)の箇所ではマスあけを行う等の点字規則に従い点字表記しなければならないため、形態素解析で得られた結果から、品詞分類を元に点字表記を生成する。

#### 4.1.6 点訳システム

市販の点字ディスプレイや点字プリンタは、パソコンとはシリアル(**RS-232C**)クロスケーブルで接続し、近年は **USB** や **Bluetooth** 接続可能な製品も販売されているが、本システムではシリアル接続で設計を行った。なおシリアル接続を **USB** や **Bluetooth** に変換するコンバータを利用すれば、シリアル接続口を持たない機器でも接続は可能である。また音声入力も、市販の安価なマイクで利用できる。点字への変換は、最長一致法を基本としている。

点字を表現する内部コードは、北アメリカ点字コンピュータ・コード(**North America Braille Computer Code**)と呼ばれる文字体系、略称 **NABCC** を使用している。点字は6ビット情報であるのに対して、コンピュータで使われる **ASCII** (**American Standard Code for Information Interchange**) コードは7ビットで、**NABCC** は **ASCII** の部分集合で構成されている。

### 4.2 盲聾者から健常者への情報伝達

#### 4.2.1 点字墨訳化

盲聾者により点字入力されたコードの墨字表示は、平易な日本語であれば、点字は仮名標記であるため、点字コード単位で日本点字表記法に従い全角平仮名で表示すれば良いが、英語の表示は**2級英語点字**に従い、数式は数学記号に合わせた表示が必要となる。さらに、理科記号や楽譜も別途点字規則があり、盲聾者が入力する全ての点字に対応するには限界がある。作成したツールでは、表示の範囲を日本語・英語・数式とし、化学式(ベンゼン環等を

含む)や楽譜等は含まれていない。点字の数式は一行で記述され、数式の墨字表記には何らかの数式表示システムが必要となる。

Microsoft 社の Word は数式の表示が可能で、本システムで点字の墨字変換における表示機能として Word を用いた。盲聾者が入力した点字を、健常者でも読める形にするには、平易な日本語であれば点字の仮名表記で表示することで読取が可能であるが、数式部分は分数に代表される上下に並んだ式表示や、上付き・下付きの添え字、積分で使用されるインテグラル記号など、全角/半角文字を1列に並べるだけでは表現できないため、Word の数式表示を用いた。なお、平易な日本語だけなら、Word を使用することなくテキストエディタ等での表示が可能である。

墨字表記に Word を選んだ更なる理由に、Word であれば、ボランティアおよび一般の方も使い慣れた方が多く、新たに使い勝手を学ぶ必要がないためもある。

#### 4.2.2 アドイン墨訳

点字を読み込み、墨訳(墨字変換)して表示するには、Microsoft 社の Word を用いて行う。Word のマクロ機能(Visual Basic)を介して、通常の Word 画面に表示するもので、アドインのマクロ指定後に「墨訳タブ」が追加される。墨訳タブには、アドイン機能として「変換」と「ファイル」がある。変換部は「日本語」、「英語」、「日本数式」、「再変換」、「漢字」の5種があり、日本語・英語・数式の3種について、変換機能を以下で述べる。残り2種のアドイン機能は、再変換と漢字変換は補助機能で、誤変換が生じた場合に再度変換するものと、点字仮名表記を漢字に変換する機能である。ファイルタブにおける「保存」は、Word ファイルの保存ではなく、入力された点字と自動変換された墨訳情報の2つを記録するもので、EPUB (Electronic PUblication)形式で保存するものである。

##### 4.2.2.1 日本語墨訳

アドイン墨訳(の「日本語」)は、点字入力を日本語とみなし、日本点字規則に従って墨訳を行う。点字入力は、日本語以外に数式や英単語が含まれるが、全てを日本語であると仮定して変換した後に、英語部分の墨訳や数式部分の墨訳を、手動で範囲を指定して修正する。これは、数式中には日本語が含まれる部分などがあり、字種の認識は、完全な自動化による墨訳は困難で、手作業を行わざるを得ない箇所が存在する。全ての点字規則において、記述する上で点訳ルールの衝突や曖昧性がなければ、自動的に判読可能であるが、現状の点字規則では規則の衝突等を回避できないため、数式や英文(英単語)の切り出しは、一部手動で行う必要があり、墨字化は半自動変換となる。

##### 4.2.2.2 英語墨訳

英語の点字表記は、現在アメリカで採用されている点字表記法(English Braille American Edition - 1994)に合わせた記法を元に記述される。一般に、英字を1文字単位に点字記号に置き換えたものを1級英語点字、略語・略字・縮語を用いて書かれたものを2級英語点字と呼んでいる。一般に英語点字は、2級英語点字で記述されている。よって、英語の墨字化は、2級英語点字規則に従い自動変換する。2級英語点字における標準化は、1991年に始まり、1993年から国際英語点字協議会(International Council on English Braille)で議論され、統一英語点字(Unified English Braille)として、普及が図られている。日本では、2014年に日本点字委員会において採用が決まり、中学は英語の教科書のみであるが2016年度から、高校は2017年度の教科書から学年進行で使用され始めている。なお標準化の決定事項ではないが、一般文章中に現れる英語に関しては、略字は使わない方向で検討がなされている。詳細情報については、国際英語点字協議会にある。

2級英語点字は、1単語を別記号にする縮語、頻繁に現れる文字列の並びを別記号にする縮字、2単語を1単語に合成する規則があり、原文字数より短く表現できる規則で構成されている。2級英語点字への変換規則はルール化されているが、発音による制限や2単語間の空白を削除し1単語で表現する一般の墨字英語にはない表現があり、自動墨訳変換は2級英語点字の変換規則と共に、例外処理を行うため本システム用に開発した独自の2級英語点字逆変換辞書を用いている。この逆変換辞書の登録単語数は、7700余語である。

##### 4.2.2.3 数式墨訳

本システムは、上下に広がる数式の記法や複雑な行列など未定義な部分には対応していない。これは、数式の点字記述法が全て定義されていないため、例えば、論理学で用いる演繹図(推論図)やタブロー(tableau)には特殊な記号はないが、式が上下に伸びるため点字の墨字表示が難しい。大学レベルで使用される数式の全てに対応するのは難しいが、高校の数学から高等数学で使われる一部の数式を含めた範囲で数式墨訳は可能である。数式墨訳は、統計学で使われる標準正規分布の説明にある二項分布で使われる式の例で、複雑な数式の墨訳も可能であることを示している。複数行に渡り記述された複雑な数式点字も墨字変換が可能で、点字の知識がなくても誰にでも読み取ることができる。本システムでは、点字が数式墨字で表示し、入力内容の確認が容易に行える。

#### 4.2.3 墨訳システム

点字を墨訳し健常者用に表示するシステムの動作環境は Windows 10 で、Word のマクロ機能(Visual Basic)か

ら、他のプログラムを呼び出し墨訳を行う。マクロ以外の機能は、Visual Studio/C++で作成し、DLL(Dynamic Link Library)として、点字仮名変換プログラム、点字2級英語墨訳変換プログラム、点字数式変換プログラム、入出力プログラム、ユーティリティー・プログラムを作成した。入出力プログラムは、点字コードを読み込み、墨字に変換し、必要であればファイルに保存する。点字の墨訳表示は Word を使用したが、保存にあたり、入力点字情報と翻訳された出力墨訳情報の対で保持するため、EPUB(Electronic PUblication)形式で保存する機能を追加した。EPUBはHTML5/XML(eXtensible Markup Language)に基づく規格で、ビジネス分野や電子書籍として普及しているPDF(Portable Document Format)と共に、EPUBの需要は今後とも増すことが予想され、EPUB形式でのファイル保存は利用価値を高めると考えられる。うため、双方向の情報交換が必要となる。実習を伴うオンライン授業では、晴眼者でも制約があり、障害者の受講においては様々な支障が生じる。受講者が、文字情報として点字を使用する場合、点字をどのようにしてオンライン授業で扱うかが問題となる。これまで対面授業では、点字入力装置で入力された内容を確認しながら授業を進められたが、オンライン授業環境では工夫が必要である。また市販の点字入力装置である点字キーボードは价格的に高価で、全ての点字使用者が所有しているとは限らない。1つの解決策として、遠隔地から入力された点字を受け取り、確認できるツールを開発し、点字使用学生が受講する実習科目で利用できる環境を用意した。

#### 4.3.1 点字入力

点字キーボードは6点の位置を、横一列に円弧を描き点字キー位置を配置している。パソコンで、点字入力可能とするソフトウェアの多くは、点字と英字キーを対応させ、点字の入力を行えるように設計されている。PCキーボードは6点が一直線状に並ぶが、左右の人差指が触れるFキーとJキーは物理的な突起が付いているか、またはキーの深味を他のキーより深くすることで、それぞれが他のキーとは異なる触感のため点字利用者には認識しやすいキー配列になっている。

タブレット端末あるいはスマートフォンに点字仮想キーボードを作成しても、タッチパネル上では凹凸がなく、キーの位置を検知できない。一般的に視覚障害者向けには、点字シールを貼ったり、切り込みを入れたり等の工夫を凝らし認知して頂くが、タッチパネルには従来の細工は出来ないため、点字6点の位置決めは、利用者に行って頂く仕様にした。利用者の好みの指位置・指間隔で、タッチパネルの6ヶ所を同時に3回タップし位置決め(キャリブレーション)を行う。左右の点字位置は対象に並ぶが、実際の位置は人様々で、左右対称でもなく、上下位置も左右で異なる。

#### 4.3.2 点字出力

タッチパネルで入力された点字パターンは、ASCIIに対応したNABCCを内部コードとして使用している。点字仮想キーボードとなるタブレット端末あるいはスマートフォンは無線環境で使用されるため、データ送付用IPアドレスを利用開始前に指定しておく。本開発趣旨の1つにネット環境によらないツール作りを目指しているが、点字仮想キーボードは、オンライン授業環境で、市販点字入力装置を所有していない受講者用で、唯一無線LANを使用するツールである。

#### 4.3.3 点字仮想キーボード

高等教育における講義科目を、点字使用者がオンライン授業を受けるあたり、晴眼者と同様に受講することは可能であるが、演習科目や実験科目等は実習を伴う、オンライン授業は容易ではない。点字仮想キーボードの出力にも、点字翻訳は**墨訳機能**を使用する。

#### 4.3.4 動作環境

点字仮想キーボードは、当初Android版から開発を始め、その後Apple社のiOS上での開発を予定していた。開発はコロナウィルスの流行を鑑みて行われたものではなかったが、対面授業を行なわなくてはならない状況になり開発を急ぎ、急遽オンライン授業に合せ開発を急いだ。したがってiPad/iPhoneでの利用は対応できていない。本来であればiOS版にも対応すべきであったが、突然始まったオンライン授業だったため、時間的な余裕がなくAndroid版のみとなった。本ツールの開発と使用環境はAndroid Studio 4.1.2、開発言語はJava 8、動作環境はAndroid 10である。本ツールと同様に、タブレット端末やスマートフォンを用いて点字を入力するアプリケーション(アプリ)は存在するが、それらはタップされた点字パターンをコードに落とし込むだけのアプリで、前節で述べた点字を翻訳する**墨訳機能**は有していない。調べた範囲では、日本語と英語を墨訳するパソコンのアプリは一部存在するが、数式まで墨訳するアプリの存在は、本ツール以外に確認できなかった。

#### 4.4 研究成果まとめ

上記を、ソフトウェア・システムとして開発し、一部機能は点訳ボランティアからの要望に応え、無償で配布を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

|                                        |                     |
|----------------------------------------|---------------------|
| 1. 著者名<br>クロイヒヴィーク・ズザンネ、仲 正幸、大武信之      | 4. 巻<br>42          |
| 2. 論文標題<br>点字による盲聾者のためのコミュニケーション・ツール開発 | 5. 発行年<br>2018年     |
| 3. 雑誌名<br>電子情報通信学会、信学技報                | 6. 最初と最後の頁<br>23-28 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし          | 査読の有無<br>無          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）  | 国際共著<br>-           |

|                                       |                   |
|---------------------------------------|-------------------|
| 1. 著者名<br>河原正治、吉田幹矢、仲正幸、大武信之          | 4. 巻<br>10        |
| 2. 論文標題<br>オンライン授業用点字入力ツール開発          | 5. 発行年<br>2021年   |
| 3. 雑誌名<br>電子情報通信学会、信学技報               | 6. 最初と最後の頁<br>5-8 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし         | 査読の有無<br>無        |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著<br>-         |

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

|                                                 |
|-------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>荒川玲佳、浅本紀子、大武信之                       |
| 2. 発表標題<br>MathML3.0における表現形式から意味形式へのコンバータツールの開発 |
| 3. 学会等名<br>情報処理学会アクセシビリティ研究会(第11回研究会)           |
| 4. 発表年<br>2019年                                 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

| 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|