

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：32710

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25590290

研究課題名(和文)3DCGを活用した点字学習支援システムの開発と評価

研究課題名(英文)Development and Evaluation of Learning Support System of Braille using 3DCG

研究代表者

元木 章博(MOTOKI, Akihiro)

鶴見大学・文学部・准教授

研究者番号：80322163

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：視覚障害者の支援者が、彼らとのコミュニケーションの手段の一つとして点字の読み書きが出来る必要がある。そこで、点字の直観的理解を促すため、3DCGを用いた学習支援システム「点字といっしょ!」を開発した。学習者らに同システムでの自習を促した。テストの結果から、特に、凹面での点字の理解に関する問題点を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The supporters of visually impaired must have the communication skill of one of the methods between visually impaired and them. The skills are the methods of reading braille and writing it. Therefore, the purpose of this study is to develop a learning support system "TENJI TO ISSHO!" using 3D computer graphics (3DCG) for an intuitive understanding of braille. We recommended to learners a self study using the system after lessons. We clarified problems by analyzing the their examinations. It especially was to check that learners have understood or not, to write braille on concave surface.

研究分野：教育情報学

キーワード：点字 3DCG 学習支援システム GIFアニメ VRML 鏡像関係 福祉職 司書

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者の支援者(以下、支援者とする)が視覚障害者とのコミュニケーションを実施する際、用いる手段の一つとして点字がある。点字は視覚障害者の唯一の文字であるといっても過言ではない。文部科学省(2009)は「高等学校学習指導要領解説 福祉編」において、手話や点字などの多様なコミュニケーション手段を、障害者個々の特性に合わせて活用する必然性を解いており、その支援者において点字の知識や読み書き能力の習得が必要であることが分かる。

平面における従来の点字の表示方法は、凸の点であることを前提としている。しかし、点字を読む場合、凸の点と理解しても良いが、点字を書く場合、凹の点として理解する必要があることは自明であろう。先行研究のシステムら(高橋ら:1999,小田ら:2009,元木・松尾:2013等)における点字の表現は2次元に留まっており、凹凸どちらの点なのかを特定することはできないことが分かる。図1において凹凸不明のため、2通りの点字の読み候補が挙がる。



図1 2次元での点字表現例

そこで、本研究で開発するシステムは、支援者が点字を学んでいる際、一目で凹凸面が分かるように、3DCG (3 Dimension Computer Graphics) 画像で表示することとした。図2は凹面で表示した点字3DCGである。

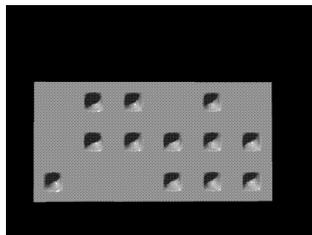


図2 凹面点字3DCG画像例

さらに、3DCGの特長を活かし、GIFアニメやVRML (Virtual Reality Modeling Language) で表現した点字を提示可能とする。このことは、凸面での点字(以下、読み点字とする)と凹面のもの(以下、書き点字とする)、それぞれの点字を独立に扱うことなく、支援者の点字学習において、彼らが相補的に読み点字と書き点字を習得できることが期待できる。

上記に基づき、点字学習支援システムの開発と評価を実施する本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究は、支援者やその予備群(学生や生徒)が、視覚障害者とのコミュニケーション手段の一つとしての点字の読み書きを能率良く学ぶために、3DCGを活用した点字学習支援システムを開発すること、それを授業実践において導入し、その評価を実施すること、その上でPDCAサイクルを回し、改善を繰り返しながらシステム上における学習の質の向上を目指すことを目的とする。

3. 研究の方法

従来の先行研究らのシステムにおいて、点字は2次元で表現されており、点字の読み書きを意識した場合、その点が凸の点なのか、凹の点なのかを特定することはできない。

そこで本研究では、図2にあるような3DCGで点字を表現し「どちらの面であるのか、どちらの点字を学んでいるのか」について学習者が一目瞭然であることとした。ただし、2次元と3次元での表示に関する評価も実施するため、出題毎に異なる次元の点字画像を表示するようにした。

加えて、2種類の点字が鏡像関係にあることを直観的に学習者へ伝えるために、GIFアニメーションとVRMLで記述した3DCGをシステムへ搭載した。学習者の解答が正解不正解に関わらず、その直後にこれらのコンテンツを提示し、点字の鏡像関係を確認することが出来る環境とした。

更に、システム側で搭載した問題以外に、学習者自身が入力した自由記述文を自動で点訳し、点字3DCGを生成する機能を搭載した。

これらの機能を搭載した点字学習支援システム「点字といっしょ!」を開発し、主に授業外での点字の自習を促した。このシステムは、Webのクライアント・サーバ型のもので、インターネットへの接続があり、Webブラウザが使用できる環境下であれば、いつでも、どこでも点字の学習を実施することが出来る。すなわち、実行環境はパソコンに限らず、携帯電話でも学習が可能である。

これらの評価は、システム導入前後に実施されたテストやアンケートを元に実施された。

4. 研究成果

(1)本システムにおいて点字画像の表示形式について評価を受けるため、学習者への出題時毎に異なる次元の点字画像を提示した。

本システムの特徴の一つである3DCGによる点字画像の印象について、事後アンケートで学習者に評価を尋ねたところ、選択肢1番「3Dの方が分かりやすかった」と2番「どちらかというとも3Dの方が分かりやすかった」を併せた割合が68%となった(図3)。全学習

者の68%が3DCGでの点字画像の表示を支持していることが分かった。

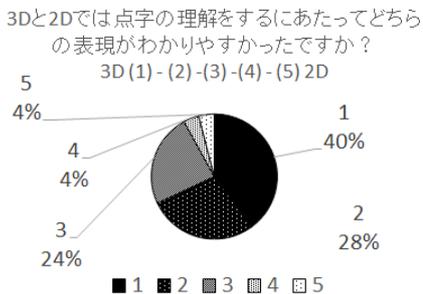


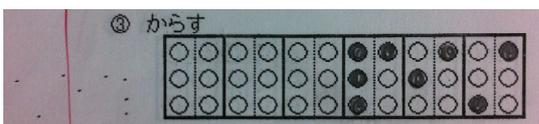
図3 2Dおよび3DCGでの点字の表示に関する評価

確認テストを授業期間の最後に実施した。図4は、書き点字を記述(必要な箇所を凹点として塗り潰す)する問題の正誤答例である。正答例の画像では、右詰めで正しい箇所が塗り潰されている。加えて、解答欄の左側に読み点字で「からす」の記述があり、答え合わせのため、もしくは、読み点字として記述した後、鏡像関係にあることを理解した上で、裏側に表現するように転記した可能性がある。

しかし、この誤答を書き点字として右から左に読んだ場合、「すりか」となる。ここで「す」と「か」は、それぞれ一文字に注目した場合、正しく回転されていることが分かる。鏡像関係は、一文字毎に鏡像とすることではなく、文字列であれば、その文字列全体を回転させることで成り立つ。

このような誤答をしていた学習者は、この解答者を含め5名いた。25名の分析対象者に対して20%の学習者に該当する。

【正答例】



【誤答例】

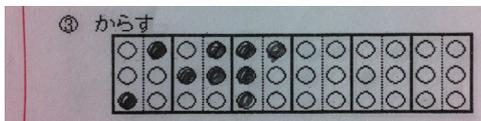


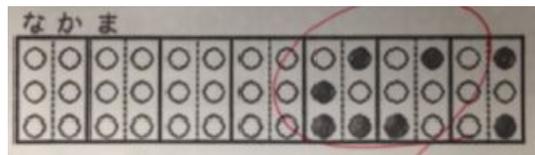
図4 書き点字記述問題解答例

(2)そこで、(1)の成果や問題点を踏まえ、「点字列全体を回転すること」を強調かつ、学習者自身が点字3DCGの回転をコントロールできるようにシステムを改善し、授業実践を行った。

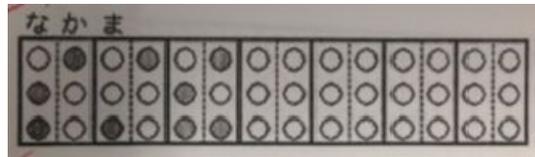
その際、事後テストを授業期間中に、確認テストを授業期間最後に実施した。図5は書き点字を記述する問題の正誤答例である。ここで確認テストの誤答について議論する。「元木(2014)で報告された点字の鏡像関係に関する不適切な理解」に基づく誤答を「誤

答1」とする。図5は、書き点字(凹面)の問題で「なかま」という単語の凹点をとして塗り潰し解答するものである。正答は3マス分の点字を凹点として右詰めで塗り潰してある。(2)の授業実践におけるテストらで、元木(2014)では見られなかった新しい誤答2が現われた。単語の全マス全体を回転しているが、左詰めになっていることが見て取れる。書き点字の要件として(1)「2次元の表現である場合は凹点であること」、(2)「右詰めであること」の2点がある。

【正答例】



【誤答1】(元木(2014)で指摘された誤答)



【誤答2】(2)で現われた新しい誤答)

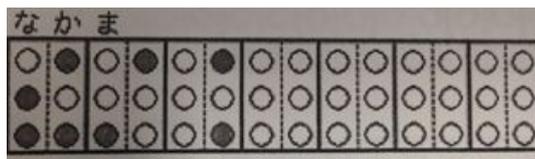


図5「書き点字」の正答, 誤答(1,2)例

本システム公開直後の事後テストから約1か月後に確認テストを実施した。その際、30人中、誤答1は1名(3.3%)、誤答2は5名(16.7%)となった。誤答1の人数は減少したが、誤答2は増加した(表1)。この原因は2つ考えられる。

書き点字の右詰め必要性の解説不足

誤答1の問題点解決のために授業実践中における点字や鏡像関係の説明において、点字全体を回転することの解説を実施した。その際、回転することを強調し過ぎたために、右詰めに関する解説が疎かであったことが考えられる。

点字3DCGの不適切な仕様

現システムに搭載されている点字の3DCGファイルは全て点字を表現する最低限のマス数で構成されている。然るに、それらの表現には左詰め、右詰めの概念が反映されていない。具体的には図5において「なかま」という点字を記述するには3マス必要である。解答欄として7マス用意してある中、凹点を

黒く塗り潰すのは右端から 3 マス分であり、左端から 4 マス分は空のマスになる必要がある。

表 1 各テストにおける誤答別人数変化

	事後テスト	確認テスト
誤答1	2名	1名
誤答2	1名	5名

VRML ファイルをシステム利用中に参照した学習者が「VRML を用いた 3DCG 画像によって鏡像関係に対する理解は深まりましたか?」という設問に対し『書き点字が覚えられた』と回答している。VRML で表現した点字の 3DCG について尋ねた設問では、『自分で自由に動かすことができる。母音と子音で色分けされているので、覚えるのに便利もすぐに初期の状態に戻すことができる』としており、VRML で表現した 3DCG を活用して点字の鏡像関係の学びに結び付けたことが分かった。

しかし、図 5 や表 1 にあるように本システムでの学習活動は、誤答 1 の減少を導いたが、誤答 2 の増加がもたらされた。これらの対策として、原因 においては、授業での解説を改善することで対応したい。しかし、原因である「点字 3DCG の不適切な仕様」については、今後、適切な仕様を確定し、点字 3DCG の再作成の必要がある。

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)

元木 章博、鏡像関係の理解に向けた点字学習支援システムの開発と評価、日本教育情報学会誌「教育情報研究」、査読有、Vol.31、No.3、2016、pp.31-39

元木 章博、点字鏡像関係の直観的理解を助けるアニメーションの最適化に関する考察、鶴見大学紀要、第 4 部、査読無、Vol.52、2015、pp.1-5、

<http://library.tsurumi-u.ac.jp/meta-bin/mt-pdetail.cgi?flm=0010813429531077&cd=00000372>

元木 章博、3DCG と GIF アニメを活用した点字学習支援システムの開発と評価、日本教育情報学会誌「教育情報研究」、査読有、Vol.30、No.1、2014、pp.27-36

http://ci.nii.ac.jp/els/110009841444.pdf?id=ART0010354879&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0

[学会発表](計 6 件)

伊藤 和彦, 畑中 大吾, 元木 章博、自由記述文を用いた点字学習支援システムの開発と評価、電子情報通信学会 2016 年総合大会、2016 年 3 月 15 日～18 日、九州大学(福岡県福岡市)

元木 章博, 畑中 大吾, 伊藤 和彦, 黒川 萌香, 柳澤 靖夫、問題推薦機能を活用した点字学習支援システムの開発と評価、電子情報通信学会第 83 回福祉情報工学研究会、2016 年 3 月 4 日～5 日、筑波技術大学(茨城県つくば市)

元木 章博, 黒川 萌香, 柳澤 靖夫、しりとりを活用した点字学習支援システムの開発と評価 - 学習モチベーション維持・向上を促す試み -、日本教育情報学会第 31 回年会、2015 年 8 月 29 日～30 日、茨城大学(茨城県水戸市)

元木 章博, 柳澤 靖夫, 黒川 萌香、鏡像関係の理解に向けた点字学習支援システムの開発と評価、電子情報通信学会第 78 回福祉情報工学研究会、2015 年 3 月 14 日～15 日、筑波技術大学(茨城県つくば市)

Akihiro Motoki、Learning Support System using 3DCG and GIF animation for an intuitive understanding of Braille、International Conference on Information Capital, Property, and Ethics 5th、2013 年 12 月 6 日、Tsurumi University, Yokohama, Kanagawa, Japan.

元木 章博, 戸倉 一優、3D GIF アニメを用いた点字学習支援システムの開発、日本教育情報学会第 29 回年会、2013 年 11 月 9 日～10 日、沖縄女子短期大学(沖縄県那覇市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

元木 章博 (MOTOKI, Akihiro)

鶴見大学・文学部・准教授

研究者番号：80322163