

# 力覚及び擬似力覚提示機能を持つ漢字学習支援システム

## Kanji Learning Support System using Feedback based on Real-haptic and Pseudo-haptic

河野 貴範<sup>\*1</sup>, 松原 行宏<sup>\*1</sup>, 岡本 勝<sup>\*1</sup>

Takanori KONO<sup>\*1</sup>, Yukihiro MATSUBARA<sup>\*2</sup>, and Masaru OKAMOTO<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 広島市立大学大学院情報科学研究科

<sup>\*1</sup>Graduate School of Informatics, University of Educational Systems

Email: lkono@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

**あらまし**：力覚提示を用いた学習支援システムの研究が行われている。また視覚情報から力覚を錯覚する擬似力覚提示という手法があり、学習支援システムに擬似力覚提示を取り入れた研究も行われている。本稿では力覚と擬似力覚による学習効果の特性の比較を行うことを目的とし、それらを取り入れた漢字学習支援システムを開発した。検証実験では力覚提示、擬似力覚提示、音声提示の3つの提示方法の違いによる学習効果の特性の調査を行った。

**キーワード**：力覚提示、擬似力覚提示、漢字学習、タブレット

### 1. はじめに

ユーザに力のフィードバックを与えられる力覚提示デバイスを用いた学習支援システムの研究が行われている<sup>(1),(2)</sup>。檜谷らは力覚提示デバイスである SPIDAR-tablet を用いて滑車を学習題材とした力覚を伴う仮想実験環境を開発した<sup>(1)</sup>。檜谷らのシステムでは滑車の組み合わせによる糸を引く際の重さの変化を SPIDAR-tablet により体感できる。また視覚情報から力覚を錯覚させる擬似力覚という手法がある。擬似力覚提示は特別な装置を必要とせず、視覚情報のみで行えるため力覚提示の代替方法としての利用可能性がある。柏原らは概念マップ作成過程に擬似力覚提示を行うシステムを開発し、擬似力覚が学習に及ぼす効果の検証を行った<sup>(3)</sup>。柏原らのシステムでは重要な概念や、概念間の関係を示すことを目的に擬似力覚提示を用いた。力覚提示、擬似力覚提示を用いた学習支援システムの開発は行われているが、それら両者の学習効果や学習に用いた場合の差異についての研究はなされていない。

そこで本研究では学習支援に力覚提示、擬似力覚提示を用いた際の学習効果や特性を比較する。そのため、力覚提示、擬似力覚提示、比較用に音声提示を同一の学習支援システムに適用し評価実験を行う。本研究では学習支援システムの題材に漢字の筆順を選択した。

### 2. システム概要

本システムは学習者に正しい筆順を認識させるための学習支援システムである。図1に本システムの外観を示す。本システムはタブレット端末、2次元の力覚提示が行える SPIDAR-tablet から構成される。ただし SPIDAR-tablet は誤り指摘が力覚提示の場合のみ使用する。学習者はタブレット端末の画面上に表示された漢字をなぞる事で、漢字の筆順の入力を行う。システムは学習者が誤った筆順で漢字を

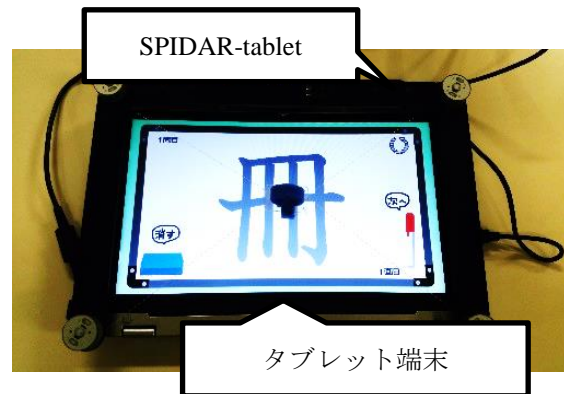


図1 システムの外観

なぞった場合のみ、力覚提示、擬似力覚提示、または音声提示により誤りの指摘を行う。学習者は提示された情報をもとに筆順の誤り方を認識し、正しい筆順を学ぶことができる。本システムでは、漢字の筆順の正誤判定をタッチ座標と予め用意した漢字の画の始点、節点、終点の座標から行う。正しい始点範囲からなぞり始め、各節点を通り正しい終点範囲で指を離した場合のみ正しい画を入力したと判定する。

本システムでは筆順の誤りを (1)「画の順番を間違え」、(2)「画の途中で離す」、(3)「次の画を続けて書く」、(4)「画を逆の方向から書く」の4つに分類し、学習者が誤りの判別を行えるよう指摘を行う。ただし本システムでは、誤り(1)と誤り(4)の指摘は同様の方法で行うため、学習者はシステムによる指摘から3種類の誤りを判別できる。

表1に具体的な誤り指摘方法を示す。誤り指摘はシステムが誤りと判別した際、事前に選択された提示方法に応じて力、重さ、ブザー音の提示により行う。擬似力覚提示は実際の指の移動量より画面上のポインタの移動量を減少させることで重さの提示を行う。提示方法が音声の場合、誤り指摘は全て同一

表1 各提示方法による誤り指摘

	力覚	擬似力覚	音声
誤り(1)	タッチ後始点方向へ力を提示	タッチ後重さを提示	タッチ後ブザー音
誤り(2)	指を離した際始点方向へ力を提示	指を離した際ポインタを始点方向へ動かす	指を離した際ブザー音
誤り(3)	終点から離れた際に終点方向へ力を提示	終点から離れた際に重さを提示	終点から離れた際にブザー音
誤り(4)	タッチ後始点方向へ力を提示	タッチ後重さを提示	タッチ後ブザー音

のブザー音で行うが、学習者は音が鳴りだしたタイミングで誤りの判別を行うことができる。

### 3. 評価実験

本システムを用いて各提示方法による学習結果、学習支援における各提示方法の特性の調査を行った。被験者は9名(大学生4名, 大学院生5名)とし、被験者には事前テストとして筆順の誤りやすい漢字24字の筆順を回答させた。その後被験者に本システムを用いた学習を提示方法ごとに8字ずつ行わせ、事後テストを行った。事前テストと事後テストはペーパーテストにより行った。事前テストと事後テストの正答率を図2に示す。図2から力覚提示、擬似力覚提示、音声提示の学習結果に差が見られないことが分かる。図3に学習者が次の画を続けて書く誤りをした後、正しい画を書けるまでの平均タッチ回数を示す。図3から、音声提示による誤り指摘方法では、筆順を誤った際に正しい画がかかるまでのタッチ回数が他の提示方法より多いことが確認できた。また、アンケート結果から音声提示による誤り指摘は力覚提示、擬似力覚提示に比べ被験者が筆順をどのように間違えたのかが分からなかったという傾向も見られた。これらの結果から、音声提示による誤り指摘方法では学習者が誤りの種類の判別を他の手法よりも困難に感じるということが確認できた。またアンケート結果から擬似力覚提示は力覚提示よりも力を感じられる度合いに個人差が見られ、感じられない人は誤りの判別が行いにくいことが分かった。ただし擬似力覚を感じられなかった人でも提示を視覚効果として捉え誤りの判別が行えた人もいた。

今回学習題材とした漢字の筆順では、各提示方法での学習結果に差は見られなかった。本システムは学習者の誤った筆順の知識を修正するものである。こうした誤った知識の修正を行う場合、音声提示を用いても力覚、擬似力覚提示を用いても学習者は誤

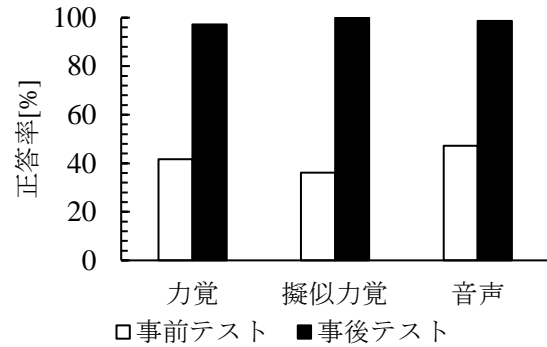


図2 事前テストと事後テストの正答率

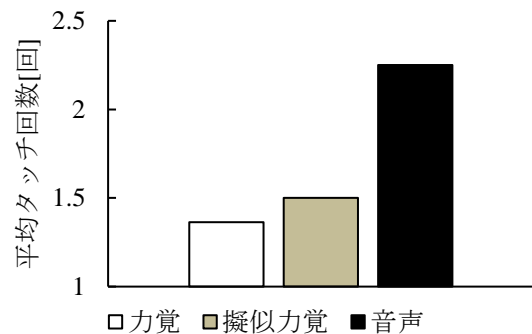


図3 次の画を続けて書く誤りをした際の正しい画が書けるまでの平均タッチ回数

りを認識、修正し同様の学習効果を得ることができると考えられる。

### 4. まとめと今後の課題

本研究では、力覚、擬似力覚提示機能を持つ漢字学習支援システムを構築した。構築したシステムを用いた実験から音声による誤り指摘方法では学習者が誤りの種類の判別が困難だと感じるということが確認できた。また、力覚提示と比べ擬似力覚提示は力を感じられる度合いに違いが見られることが分かった。今後の課題としては一定期間空けた際の学習効果や、力覚提示と擬似力覚提示による学習効果の差が出ると考えられる学習題材の検討などが挙げられる。なお、本研究の一部は、科学研究費補助金(No.15K01084)による。

#### 参考文献

- (1) 檜谷直樹, 岡本勝, 松原行宏: “タブレット端末を用いた力覚提示を伴う滑車の学習支援システム”, 教育システム情報学会誌, Vol.32, No.3, pp.220-225, (2015)
- (2) 一色正晴, 河上朋弥, 赤羽克仁, 橋本直己, 佐藤誠: “力覚インタラクションを用いた文強勢学習支援システムの開発について”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.33, No.21, pp.49-54, (2009)
- (3) 柏原昭博, 塩田剛: “擬似力覚呈示による知識構築支援”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J-98-D, No.1, pp.104-116 (2015)