

Title	漢字形状記憶の損失を防ぐ漢字入力方式
Author(s)	西本, 一志; 魏, 建寧
Citation	情報処理学会論文誌, 57(4): 1207-1216
Issue Date	2016-04-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/14071
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 西本一志, 魏建寧, 情報処理学会論文誌, 57(4), 2016, 1207-1216. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。</p> <p>Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

漢字形状記憶の損失を防ぐ漢字入力方式

西本 一志^{1,a)} 魏 建寧^{1,†1}

受付日 2015年6月16日, 採録日 2015年10月2日

概要: 近年, 日本や中国において, 漢字を読むことはできるが書くことができないという, いわゆる漢字健忘 (Character Amnesia) が問題となっている. その原因として, 漢字の読みを入力して漢字に変換する漢字入力方式が広く使われるようになったことが一般に指摘されている. その他の漢字入力方式として, 特に中国において, 部首やストロークなどの漢字を構成する形状的要素の組合せを入力する方式が多数研究開発されている. しかしながらこのような方式は, 漢字形状を熟知しているユーザにしか使用できないため, すでに漢字健忘に陥っているユーザには使用できず, また漢字健忘の問題をこの入力方式を使用することによって解決することもできない. 本論文では, 最も普及している漢字の読みを入力する方式を基盤として, 漢字健忘の問題を解決する機能を有する新規な漢字入力方式 G-IM を提案する. G-IM は, 従来の漢字入力方式とは異なり, とくど漢字の形状に誤りがある漢字を出力する. これにより, ユーザはつねに漢字形状に注意を払うことを強いられるため, 漢字形状記憶が強化されることが期待される. ユーザスタディを実施した結果, G-IM は, 従来の読みに基づく漢字入力方式や手書きよりも, 有意に漢字形状記憶を強化することが確認された.

キーワード: 漢字入力方式, 漢字健忘, 誤字形文字, 読み入力, 字形記憶の再構築

An Input Method of Chinese Characters for Preventing Character Amnesia

KAZUSHI NISHIMOTO^{1,a)} JIANNING WEI^{1,†1}

Received: June 16, 2015, Accepted: October 2, 2015

Abstract: Character amnesia is a recent phenomenon in which native Chinese or Japanese speakers forget how to write Chinese characters (Kanji in Japanese), but maintain the ability to read them. It is generally believed that the constant use of computers and mobile phones equipped with pronunciation-based Chinese-character input systems is to blame. Particularly in China, several element-based input methods that require users to input radicals of the Chinese characters have been developed. However, these methods are not effective for learning how to write unfamiliar characters. This paper proposes a novel pronunciation-based input method called G-IM. Unlike conventional methods, G-IM sometimes outputs incorrect character shapes, which forces users to pay close attention to the character shapes and thus strengthens retention and recall. Through user studies, we confirmed that G-IM significantly strengthens the retention and recall of character shapes as compared to conventional input methods and writing by hand.

Keywords: input method of Chinese characters, character amnesia, incorrect character shapes, pronunciation-based input method, (re)building retention and recall of Chinese characters.

1. はじめに

いわゆる「漢字健忘 (Character Amnesia)」と呼ばれる現象が, 漢字を母国語として使用している中国や日本などの国で近年問題となっている. 漢字健忘とは, 漢字をよく知っているし, 読むことはできるが, 手書きすることがで

¹ 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Nomi,
Ishikawa 923-1292, Japan

^{†1} 現在, 日本サード・パーティ株式会社
Presently with Japan Third Party Co., Ltd.

^{a)} knishi@jaist.ac.jp

きない、ないし困難である状態を指す [1]. 2013年7月12日付けの China Youth Online の調査によれば [2], 回答者の 94.1%が漢字を手書きする際に問題を経験したことがあり, 26.8%が同様の困難をつねに感じていると回答している. 同じ現象は日本においても見られ, 大きな問題となっている [3].

パソコンや携帯電話などで多く採用されている, 「漢字の読み」を入力して漢字に変換するタイプの漢字入力システムを日常的に用いていることが, 漢字健忘の原因であると一般的に認識されている [3], [4]. 中国では, Pinyin (ピンイン) 入力と呼ばれる漢字入力方式が最もよく利用されている. Pinyin とは, 中国語の文字 (すなわち漢字) の発音をアルファベットで表記する手法で, 中国で広く利用されている. 一方, 日本においては, かな漢字入力システムやローマ字漢字入力システムが広く用いられている. このように, 中国においても日本においても, パソコンや携帯電話での漢字入力は漢字の発音によって行われることが主流であり, 漢字の形状が用いられることは少ない. すなわち, 漢字の入力にあたって, その具体的かつ詳細な形状を想起する必要がない. この結果, 漢字を手書きする能力が次第に失われていってしまうのである.

ここで, 漢字健忘は, 特に大きな問題ではないのではないかという議論もある. たとえば記事 [5] では, 使用頻度の高い漢字は頻繁に筆記されるのでほとんど忘れられることはなく, 日常的にあまり使用されない漢字のみが忘却されるが, それは携帯電話などの辞書でそのつど調べればよいことであるから, 漢字健忘は重要な問題ではないと主張している. しかしながら, 我々はこの見解には賛同できない. 詳細はユーザスタディの章で述べるが, 著者らの大学院に所属する 30 人の中国人留学生を対象として使用頻度が高い漢字の書き取りテストを行ったところ, 平均正答率はわずかに 22.8%であり, 最高でも 56.3%, 最低は 0%であった. このように, 大学院生という高い学歴を持つ人々であっても, 使用頻度の高い漢字のほぼ 8 割を忘れてしまっている. この事実は, 上記記事の想定に反している. 使用頻度が高い漢字でも忘却されているのが実情である.

さらに強い主張としては, 未来社会では漢字はパソコンなどで入力することが当たり前で, 手書きすることはなくなるので, むしろ「積極的に漢字を書けなくなるべき」であり, その分の能力を別のもっと意味のある能力の向上に注ぐべきである, という意見もある [6]. しかしながら, この指摘は, 現時点では一種の極論と見なすべきであろう. まず単純に, パソコンやスマートフォンなどが使用できない状況は, 今後も十分に発生しうる. このような状況下では, やはり手書きできることが求められる. また, 「漢字を誰もが手書きできなければならない」という暗黙的要請は, いずれ過去のものとなるであろうが, それは「漢字を手書きできることを誰も求めなくなる」ということを意味

しない. 同様の事態は, 暗算能力について見られる. 電子卓上計算機やパソコンの出現で, 暗算能力の必要性は以前より大きく低下したが, 依然として暗算能力を必要と考え, 身につける努力をする人々は多数存在している. これと同様に, 漢字の手書き能力を必要と考え, 身につけることを望む人々は, 将来的にも多数存在するであろう. したがって, 漢字の手書き能力をより効率的に習得し維持できるようにする手段を提供することは, 将来にわたっても一定の意義を持つと考える.

本論文では, 漢字健忘を防止する新規な漢字入力方式 Gestalt Imprinting Method (G-IM) を提案し, その有用性をユーザスタディによって実証する. 以下, 2 章では, これまでの漢字入力方式に関する関連研究を概観する. 3 章では, 提案手法を説明する. 4 章では, 実験に用いたシステムの構成について述べる. 5 章では, ユーザスタディの手順と結果を示す. 6 章では, ユーザスタディの結果に基づき, 提案手法の有効性について議論する. 7 章は, まとめである.

2. 関連研究

漢字健忘を防ぐための最も直接的な方法は, 漢字学習を継続することである. 中国でも日本でも, 漢字教育は小学校から実施され, 中学校を卒業するまでに, 中国では約 3,000, 日本では約 2,000 種類の漢字を学習する. これまでに多くのオンライン漢字学習システムが提案・実用されている (たとえば文献 [7], [8], [9] など). しかしながら, 著者らが事前に行ったアンケート調査によれば, このようなオンライン漢字学習支援システムに興味があると答えたのは, わずかに 3%であった. この結果は, 漢字を手書きできない多くの大人に対して, 漢字教育だけで漢字健忘の問題を解決することは難しいことを示唆している.

そこで近年新しい取り組みが様々になされている. 最も多くなされているのは, エンタテインメント性を取り入れた試みである. 中国のテレビ番組である「漢*1字英雄」は, 小学生や中学生を対象として, 漢字の書き取りの正答率を競わせるゲームショーである. この番組をもとにしたスマートフォン用の漢字書き取りゲームアプリケーションも人気があり, ダウンロード数は 80 万件に達しているそうである. 日本においても漢字の読み書きを扱ったクイズは非常に人気があり, 多くのテレビ番組で採用されている. こういった娯楽番組やゲームアプリケーションは, 漢字健忘の 1 つの解決策となる可能性を有する. ただし, 少なくとも日本のテレビ番組における漢字の読み書きに関係するクイズの多くでは, 日常的にはあまり使用しない極端に難しい漢字を問題として取り上げることが多い. もっと日常的に使用する漢字を対象とした漢字健忘防止策が求められる.

*1 実際には「さんずい」に「又」の字

漢字の入力手段に、漢字の学習機能をあわせ持たせることは、有望な解決策の1つとなると思われる。日本では、パソコンや携帯電話での漢字入力、かな漢字変換システムやローマ字漢字変換システムなどの、漢字の「読み」を入力する手法がほとんどである。一方、中国では、Pinyin入力のような発音に基づく入力手法のほかに、漢字の形状的構成要素を入力する手法も用いられている。

Wubiは、そのような手法の一種であり、部首のような、漢字を構成する基本的な部分構造(radical)を入力する手法である[9]。たとえば、「杵」という漢字を入力するには、「木」「九」「十」の3つの基本的部分構造を入力する。ほとんどの場合、このような基本的部分構造の組合せは、個々の漢字についてユニークに決まる。ゆえに、Wubiに習熟すれば、一般に入力速度はPinyinよりも速くなる。しかしながら、基本的部分構造は130種類存在する。これは、Pinyin入力でも用いられるアルファベット26文字の5倍におよぶため、一般に習熟することは難しい。このため、Wubiはほとんど普及していない。

漢字の形状的構成要素を入力するもう1つの手法は、画(かく:ストローク)を入力する方法である。画は、以下の5種類に分類される:

- (1) 水平画: “一”
- (2) 垂直画: “丨”
- (3) 左払い画: “丿”
- (4) 右払い画および点画: “丶”
- (5) 折れ画: “フ”

一般にこれら5つの画は、パソコンや携帯電話の1から5の数字キーに割り当てられる。漢字入力に際しては、ユーザは入力する漢字を構成する画を、逐一書き順どおりに入力する。たとえば、「康」の字を入力するには、以下のように順に11画を入力する:

康: 丶 一 ノ フ 一 一 丨 一 ノ 丶

このように、画数が多い漢字の場合、入力は非常に煩雑になる。そこで、この煩雑さを解決するために、The six-digit stroke-based Chinese-character input method[10]が提案された。この手法では、漢字を構成するすべての画を入力するのではなく、最初の3画と最後の3画の、計6画だけを入力する。たとえば、「康」の字の入力には、以下の6画のみを入力すればよい:

康: 丶 一 ノ 一 ノ 丶

これにより、複雑な漢字の入力に要する手間は軽減される。

このほかにも、漢字の形状的構成要素を入力する手法は様々な提案・検討されている。その多くは入力の柔軟さと単純さの実現を目指しており[11]、携帯電話のキーへの画の割り当て方を検討している事例[12]や、スマートフォンのタッチパネルを使って漢字を構成する基本的部分構造をより高速かつ容易に入力可能な特別なインタフェースをデ

ザインする試み[13]などがなされている。

このような漢字の形状的構成要素を入力する手法に習熟すれば、漢字健忘の問題は解消される。しかしながら、形状的構成要素を入力する手法のほとんどは、その利用者が漢字の形状や書き順を「あらかじめ知っている」ことを前提としている。ゆえに、すでに漢字の形状や書き順を正確に記憶していない人々、すなわち漢字健忘者は、これらの手法をそもそも使用することができないし、これらの手法は漢字健忘を解消するための手段をなら提供していかない。

このように、従来の漢字入力手法に関する様々な試みは、主として漢字の入力の速さと容易さを追求したものがほとんどであり、漢字健忘の問題を解決することを目的とした試みは、著者らの知る範囲で存在しない。我々は、漢字の読みに基づく漢字入力手法に漢字健忘を解決するための機能を追加する手段をとるべきであると考えている。なぜならば、漢字の読みに基づく漢字入力手法は、中国と日本のいずれにおいても最も広く用いられており、しかもすでに漢字健忘に陥っている者でも利用することができるからである。

3. 提案手法

本論文で提案する新規な漢字入力手法である Gestalt Imprinting Method (G-IM) の基本的な発想は、非常に単純である。すなわち、漢字の読みに基づく漢字入力システムに、システムが出力した漢字の形状をユーザが詳細に確認せざるをえないようにする機能を追加するというものである。このために、提案手法では2つの機能を追加する。

第1の機能は、本提案の核心をなす機能であり、通常の漢字入力システムのようにつねに正しい字形の漢字を出力するのではなく、ときどき字形が誤っている漢字を出力する機能である。いい換えれば、G-IMはときどき「書き間違いを犯す」漢字入力システムであるといえる。図1に、字形が誤っている漢字の事例を示す。図1では、右側が字形の誤った文字である(余分な水平画が1つ追加されている)。このように、G-IMが出力する誤字形文字は、正しい字形の文字とごくわずかに異なっている文字である。

従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムを用いて漢



図1 字形が誤っている漢字の事例

Fig. 1 An example of a correctly shaped (left) and incorrectly shaped “歲” character (right).

字を入力する際、誤って同音異字を入力してしまう場合がある。たとえば、「歳入」という文字を入力しようとした際に、同音異字の「再入」が入力されてしまうようなことがある。ここで「再入」を「歳入」に修正する場合、必要とされる知識は熟語の知識であり、正確な漢字の形状に関する知識ではない。ユーザが誤って「再入」と入力してしまったことに気づいて「歳入」に修正した際、「再」と「歳」の字形の差異は意識するが、「歳」の字の詳細な形状に注意を払うことはないのである。それゆえに、我々は図1に示すような、微妙に形状に誤りがある字形を持つ漢字を混ぜ込む手段をとった。これにより、ユーザに対して正確な字形に注意を払わせ、結果として漢字の字形に関する記憶を再構築させることを狙っている。

第2の機能は、第1の機能を補強するための機能であり、誤形状漢字をそのまま放置しておくとかのペナルティをユーザに与える機能である。ペナルティとしては様々なものが考えられるが、後述するユーザスタディでは、誤形状漢字が1つでも残っていると文書を保存できないようにした。そのほかにも、ゲーム性を導入して、G-IM ユーザ同士で誤形状漢字の修正率を競いあうようにする機能（未修正率が高い場合に減点というペナルティを与える機能）なども考えられる。

従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムは、決して書き間違えることはなく、必ず正しい字形の漢字のみを出力する。このため、ユーザは字形に関してはシステムに完全に依存し、字形の詳細に対していっさい注意を払わなくなる。結果として、漢字の字形は次第に忘れられ、漢字健忘に陥ってしまう。これに対してG-IMは、書き間違いを犯し、それを放置するとユーザに不利益をもたらすシステムである。上記の2つの機能によって漢字形状につねに注意を向けさせて漢字形状記憶を強化することにより、漢字健忘の問題を解決することができると期待される。

誤った情報を意図的に混入し、これに気づかせることで有用な効果を得ようとする発想は、クラウドソーシングにおいて、まじめに作業していれば容易に気づく誤りなど（いわゆるハニートラップ）を意図的に埋め込み、それへの対応をもとに各作業者の質を評価しようとする試みと似ている。しかしながら、クラウドソーシングにおけるハニートラップは、作業者の能力を向上させることを目的としているのではない点で、本提案とは目的が異なっている。

4. 実験システムの構成

Microsoft IME [14] や Just Systems の ATOK [15] などの既存の漢字入力システムの機能を変更するのは容易ではない。そこで本研究では、実験を簡便に実施するために、漢字入力システムそのものを実装あるいは改造するのではなく、以下に述べるような実験用のテキストエディタを作成して、提案手法の有効性を検証した。

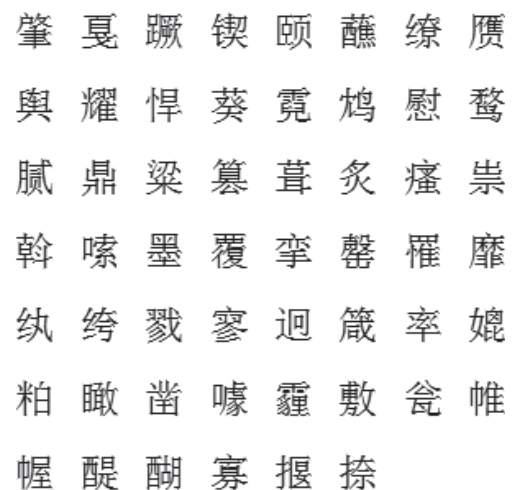


図2 ユーザスタディの事前調査での書き取り課題漢字として採用した54個の漢字

Fig. 2 54 Chinese characters prepared for the dictation pre-examination.

まず、図1の右側の文字のような、誤った字形の漢字のみで構成されるフォントファイルを作成した。フォントファイルの作成にはTTEdit [16]を用いた。実用に供するシステムを作るには、すべての漢字についての誤字形フォントを作る必要があるが、今回は評価実験で使用する漢字（図2）についてのみ誤字形フォントを作成した。次いで、実験用のテキストエディタを作成した。このエディタは、Microsoft IME や ATOK などの既存の漢字入力システムからある漢字が入力された際、先に作成した誤字形フォントファイルを参照して、入力された漢字と同じ文字コードを持つ漢字の誤字形フォントに差し替える機能を有する。ただし、今回の実験では、図2に示す54種類の漢字が入力された場合のみ、差し替えを行うようにした。さらに、もしユーザが誤字形漢字が残った状態で文書を保存しようとする、ユーザに対して誤字が残っていることを指摘して修正を求めるダイアログを出力し、すべての誤字が修正されるまで文書を保存できない仕様とした。誤字の修正は、誤字箇所を選択して読みを再入力して変換することで実現できる。これにより、誤字形漢字は正しい漢字に差し替えられる。このとき、誤字形漢字から正しい字形の漢字への素早い変化が視覚的にアニメーションのような効果を生じるため、ユーザは両者の字形の差異を強調して感じることができる。最終的に、すべての誤字が修正されれば、文書ファイルを保存可能となる。

5. ユーザスタディ

提案手法の有用性を実証するために、G-IMを用いたユーザスタディを実施した。比較のために、既存の漢字の読みに基づく漢字入力システムを用いた漢字入力（IM）と、手書きによる漢字入力（HW）を、あわせて実施した。実験参加者には、前述のWubiのような漢字の形状的構成要素

を入力する手法に習熟している者はいなかった。しかも、後述するとおり、ほとんどの実験協力者は、実験開始時には実験課題として用いられた漢字の多くを正しく手書きすることができなかつた。以上の理由により、本実験では形状的構成要素を入力する手法は使用しなかつた。

5.1 実験手順

実験参加者は、著者らの大学院に所属する中国人学生 30 名である。漢字健忘は、日本よりも中国においてより深刻である。なぜならば、日本では分からない漢字はかなで置き換えることが可能であるが、中国にはそのような代替手段が存在しないためである。このため、中国人学生に実験参加者をお願いした。実験は、以下の 3 段階で実施した：

- (1) 事前調査：課題漢字の書き取りテスト
- (2) 先に示した 3 通りの漢字入力方法のいずれかを用いて課題漢字を含む文書を入力する作業
- (3) 事後調査：課題漢字の書き取りテスト

Step (1) で実施した書き取りテストでは、100 frequently used Chinese characters that are often miswritten [17] から 54 個の漢字を課題漢字として選出し、出題した。図 2 に、選出した 54 の漢字を示す。また図 3 には予備実験で出題した書き取り問題の一部を示す。書き取りテストでは、実験参加者は下線部の直後に括弧付きで示されている発音に相当する漢字を下線部に手書きで記入することを求められた。

事前調査の結果を、誤答率の高いもの順に並べ替え、誤答率が高いものから順に 32 個の漢字を抽出した。抽出した 32 個の漢字と、それぞれの誤答率を表 1 に示す。これらの 32 個の漢字は、Step (2) の文書入力作業と Step (3) の事後調査で使用される。さらに、事前調査の成績に基づき、30 人の実験参加者を、10 人ずつの 3 つのグループに分けた。この際、各グループの成績分布がほぼ均等になるように実験参加者を配分した。

Step (2) では、各グループに以下のようにそれぞれ異なるタスクを与えた：

G-IM グループ：このグループの実験参加者には、4 章で述べた実験システムを用いて、表 1 に示した 32 個の課題漢字を含む文章を入力するタスクを与えた。32 個の課題漢字のいずれかが入力された際には、毎回誤字

- 1. ____ (zhào) 事者 20. ____ (cuàn) 改
- 2. ____ (jiá) 然而止 21. ____ (fū) 衍塞责
- 3. 一 ____ (jué) 不振 22. ____ (zhì) 手可热
- 4. ____ (qiè) 而不舍 23. ____ (pì) 美

図 3 ユーザスタディの事前調査での書き取りテスト問題の一部

Fig. 3 Examples of the problems in the dictation pre-examination.

形フォントファイルから抽出された、対応する漢字の誤字形フォントに差し替えられる。実験参加者は、これらの漢字を正しい漢字に修正することが求められる。なおこの文章入力タスクでは、課題漢字以外の漢字の入力も求めており、これらの漢字については誤字形フォントは出力されない。また、各課題漢字の入力が求められるのは 1 回のみである。このため、本実験の設定では、実際には課題漢字は毎回必ず誤字形フォントに変換されるのだが、被験者から見れば全体とし

表 1 誤答率が高かった 32 個の漢字とそれぞれの誤答率

Table 1 32 extracted characters with higher miswritten-ratios based on the pre-examination results.

課題漢字	誤答率 (%)
鶩	100
霾	100
颐	97
贗	90.9
篡	90.9
幹	90.9
蘸	87.9
崇	87.9
霓	84.8
敷	84.8
膩	84.8
輿	84.8
噓	84.8
楔	81.8
悍	81.8
靡	81.8
蹶	81.8
梁	81.8
慰	78.8
媼	78.8
寡	75.8
罹	75.8
肇	72.7
迥	72.7
戛	69.7
箴	69.7
炙	69.7
鼎	69.7
葵	63.6
耀	60.6
茁	57.6
覆	57.6

て「ランダムに選ばれた漢字がときどき誤字形に変換される」ように見えることになる。

IM グループ：このグループの実験参加者には、一般的な Pinyin 入力システムを用いて、表 1 に示した 32 個の課題漢字を含む文章を入力するタスクを与えた。もちろん誤字形フォントに差し替えられることはないの
で、漢字を修正する作業は発生しない。

HW グループ：このグループの実験参加者には、手書きで表 1 に示した 32 個の課題漢字を含む文章を入力（執筆）するタスクを与えた。

なお、いずれのグループに対しても、入力を求めた文章はすべて同じものを与えた。また、いずれのグループに対しても、Step (2) で入力する文章は、本論文の第 2 著者が読み上げて提示した。実験参加者は、読み上げられる文章を聞いて、それを指定された方法で入力した。Step (1) の事前調査での書き取りテストが余計な影響を与えることを避けるために、Step (2) は Step (1) 実施の 15 日後に実施した。

Step (3) は、Step (2) の文章入力作業が終了した直後に実施された。Step (3) での事後調査は、表 1 に示した 32 個の課題漢字を対象とした書き取りテストである。テストのやり方は、Step (1) での事前調査と同様であり、実験参加者は図 3 に示したのと同様の問題の下線部に正しい漢字を手書きで記入することを求められた。最後に、G-IM グループと IM グループの実験参加者に対して、Step (2) の文章入力作業実施中に、システムが出力する漢字の字形にどの程度注意を払っていたかを問うアンケートを実施した。

5.2 結果

表 2 に、3 つのグループそれぞれの事前調査と事後調査における書き取りテストの成績の平均値と標準偏差を示す。なお、満点は 32 点である。したがって、たとえば G-IM グループの事前調査における平均点の 7.3 点は、100 点満点に換算すれば 22.8 点に相当する。表 3 は、3 つのグループそれぞれが Step (2) の文章入力作業と Step (3) での書き取りテストで要した平均時間を示している。表 4 は、Step (3) の最後で G-IM グループと IM グループの実験参加者に対して実施したアンケートで、Step (2) での

表 2 3 つのグループそれぞれの事前調査と事後調査における書き取りテストの成績

Table 2 Results of the pre-examination and post-examination for the three groups.

グループ	事前調査		事後調査	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
G-IM	7.3	5.0	20.4	6.2
IM	8.4	4.4	12.0	5.7
HW	7.7	4.2	10.3	6.3

文章入力作業時にシステムが出力する漢字の字形に注意を払ったと回答した割合を示す。なお表 4 中、「漢字選択時」とは、漢字入力システムが提示する複数の変換候補の中から求める漢字を選択するとき（変換の確定前）であり、漢字選択後とは、変換を確定して、選択された漢字が表示された状態のことである。

G-IM グループが他の 2 つのグループと比べて、事後調査の書き取りテスト成績がより向上したかどうかを検証するために、表 2 に示した結果をもとに、3 つの入力方法と 2 回の書き取りテストを対象とした 2 要因分散分析を実施した。分析の結果、以下の事実が明らかになった：

- 入力方法の主効果は 5%水準で有意である： $(F(2, 54) = 3.99, p < .05)$
- 書き取りテストの主効果は 1%水準で有意である： $(F(1, 54) = 19.41, p < .01)$
- 入力方法と書き取りテストの交互作用は 5%水準で有意である： $(F(2, 54) = 5.25, p < .05)$

そこで、Tukey の HSD (honestly significant difference) 検定手法を用いて、2 つの主効果について下位検定を実施した。結果、以下の事実が明らかになった：

- G-IM グループと HW グループの間に、5%水準で有意差が認められた。
- 事後調査での書き取りテスト成績と、事前調査での書き取りテスト成績との間に、1%水準で有意差が認められた。

さらに、入力方法と書き取りテストの交互作用についても下位検定を実施した。図 4 に、事前調査と事後調査の書き取りテストそれぞれにおける、各入力手法の単純主効果を、また図 5 に、各入力手法における事前調査と事後調査の書き取りテスト成績の単純主効果を、それぞれ示す。

図 4 から、以下の結論が得られる：

表 3 3 つのグループそれぞれが Step (2) での文章入力作業と Step (3) の書き取りテストで要した時間

Table 3 Average required time in minutes to input sentences in Step (2) and the post-examination for all groups.

グループ	Step (2) (min.)	Step (3) (min.)
G-IM	25	8
IM	13	11
HW	33	7

表 4 Step (2) での文章入力作業時にシステムが出力する漢字の字形に注意を払ったと回答した割合

Table 4 Percentage number of participants who paid attention to the character shapes when inputting sentences in Step (2).

グループ	漢字選択時	漢字選択後
G-IM	40%	100%
IM	67%	17%

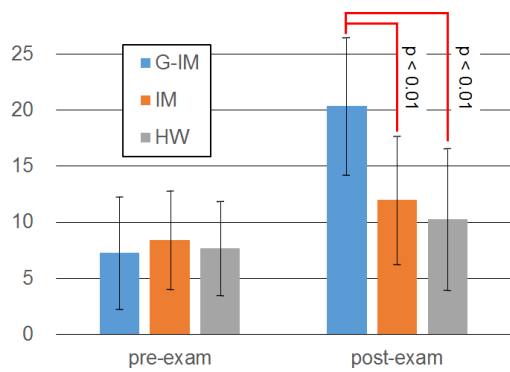


図 4 事前調査と事後調査の書き取りテストそれぞれにおける各入力手法の単純主効果

Fig. 4 Results of post hoc test on the interaction: simple main effect of input methods at each examination.

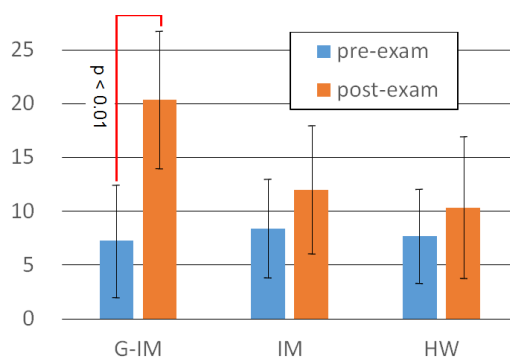


図 5 各入力手法における事前調査と事後調査の書き取りテスト成績の単純主効果

Fig. 5 Results of post hoc test on the interaction: simple main effect of examinations at each input method.

- 事前調査での書き取りテスト成績に関しては、いずれの手法の間にも有意差は認められない。この結果から、Step (1)で行った書き取り試験の結果に基づくグループ分けにより、期待どおり各グループの成績分布が均等になっていることが確認できる。
- 事後調査での書き取りテスト成績に関しては、G-IMが他の2つの手法のいずれと比較しても1%水準で有意に成績が高い。

また、図5から、以下の結論が得られる：

- G-IMグループに関しては、事後調査における書き取りテストの成績が事前調査における成績よりも1%水準で有意に高い。
- IMグループとHWグループに関しては、事後調査と事前調査の書き取りテストの成績間に有意差は認められない。

以上をまとめると、図4と図5に示した交互作用に関する下位検定の結果から、G-IM手法を用いることによって、Pinyin入力手法と手書きのいずれを用いた場合よりも有意に優れた結果を得られることが明らかになった。事前調査における書き取りテストの成績をもとに、成績分布が

3つのグループで同等になるように実験参加者を割り当てた。実際、図4に示すように、事前調査での書き取りテストの成績には、グループ間の有意差はなかった。にもかかわらず、やはり図4に示すように、G-IMグループは他の2つのグループよりも事後調査での書き取りテストの成績が有意に向上した。さらに、図5に示すように、G-IMグループのみ、事後調査での書き取りテスト成績が事前調査での成績よりも有意に向上した。

6. 考察

5.2節で示したように、今回のユーザスタディではG-IMを用いることによって、一般的な従来の漢字入力システムであるPinyin入力や手書きに比べて、漢字字形に関する記憶が強化されることが明らかになった。ただし、今回の実験の結果では、G-IMによって漢字字形に関する短期的な記憶がより強化されることを確認したにとどまっている。実際にG-IMが漢字健忘の問題を解決できるかどうかを明確化するためには、さらなる長期的検証が必要であろう。しかしながら、漢字健忘の解決(すなわち、漢字形状の長期記憶化)には、まず短期的な記憶における漢字形状記憶を強化する契機を与えることが不可欠である。なぜならば、記憶の長期記憶化は、短期記憶に一時的に保存された情報が長期記憶に転送され、長期記憶の構造に統合されることによってなされるからである。すなわち、まず短期記憶によりよく記憶されることが、長期記憶化の改善には不可欠なのである。今回の実験結果から、G-IMを用いることがその契機となりうることが明らかになった。よって、本研究で提案した手法は、漢字健忘の問題を解決するために必須の重要なステップの1つを実現するものであると結論できる。

漢字健忘の問題に関し、特に情報技術に対する忌避感が強い層は、パソコンや携帯電話の使用をやめて、手書きに戻るべきであるということをししばしば主張する。しかしながら、今回の実験結果は、この主張が誤りであることを明らかにした。実際、図5のHWグループの結果を見れば明らかのように、手書きでの文章入力を行っても、書き取りテストの成績に有意な改善は見られなかった。すなわち、漢字を手書きしても漢字字形の記憶強化には役立たないことが示された。しかしこれは、驚くには値しない結論である。なぜならば、漢字を手書きする際、もともと誤って記憶していた漢字を手書きしても、その誤った記憶は修正されず、むしろ逆に誤った記憶が強化されてしまうだけだからである。もしある者が「歳」の字の字形を図1の右側に示すような字形として記憶していて、その記憶が正しいと信じて手書きしていた場合、その誤った記憶を修正する機会は得られない。あるいは、さらに、そもそも「歳」の字がどのような字形かを知らない者は、当然「歳」の字を手書きすることはできないし、無理に手書きを繰り返したとしても、その手書き行為の中から正しい書き方を知る機会

は得られない。

手書きへの回帰を主張する層は、この問題を解決するために、つねに辞書を引くことを求める。たしかに、記憶に自信がないことが認識されている場合は、辞書にあたることは可能であろう。しかしながら、実際には誤った字形を記憶しているにもかかわらず、その記憶している字形が正しいと認識してしまっている場合、辞書を引くことは一般には行われない。このような事態を回避するには、いかに記憶に自信があろうとも、筆記したすべての漢字を辞書で確認することが必要になるが、その実行はあまりに煩雑で非現実的である。結果として、手書きに回帰しても、漢字字形に関する記憶を修正・強化することは、実際には困難なケースが多いのである。結局、文章を入力する作業者自身が辞書を引くような、正しい漢字字形情報を“pull”する行為をしなければならない手段では、漢字字形に関する記憶の修正・強化は達成できない。正しい漢字字形情報を作業者に“push”する手段が必要なのである。

従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムは、正しい読みが入力されれば、正しい漢字字形情報を“push”提供するものである。ゆえに、このような入力システムを使用すれば、漢字字形記憶を獲得・修正・強化する機会はずねに与えられている。つまり、読みに基づく漢字入力システムは、漢字学習システムとしての側面を潜在的に有しているといえる。しかしながら、図5のIMの結果に見られるように、読みに基づく漢字入力システムを用いても、漢字字形の学習は実際には行われない。これは、従来のシステムが決して書き誤りをしないことによると思われる。従来のシステムを使用するとき、我々利用者は提示される漢字の字形に誤りがあるという疑いはいっさいいだが、全面的にシステムを信頼してしまっている。表4のアンケート結果は、このような利用者の傾向を示している。漢字を選択する際、IMグループの実験参加者の2/3は字形に注意を払っているが、漢字を選択した後（すなわち変換を確定した後）に字形に注意を払う者は、2割にも満たない。すなわち、漢字を選択する際は、たとえば「歳入」と「再入」のような同音異字になっていないかを確認するために字形に注意を払うが、いったん求める漢字である「歳入」を選んでしまえば、その「歳」の字が本当に正しい字形であるかどうかにはいっさい注意を払う必要がないのである。このように、システムがつねに正しい字形の漢字を出力することが、ユーザの漢字字形記憶の修正・強化を妨げている。

まとめると、手書きする際は、書く漢字の字形に対して注意を払わざるをえないが、字形の記憶が誤っていたとしても、それが修正される機会がない。ゆえに、手書きは正しい漢字字形記憶を維持するためには有効であるが、誤った字形記憶の修正や、新しい漢字の字形記憶獲得には有効ではない。一方、従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムは、新しい漢字の字形記憶獲得や誤った字形記憶の修

正に有効となる可能性を持っているが、ユーザに対して字形の詳細に注意を払わせる機能がない。本論文で提案したG-IMは、これら両者の良いところを兼ね備える手法である。すなわちG-IMは、ユーザが漢字字形に対して注意を払わざるをえないように仕向ける機能を有すると同時に、字形記憶の獲得・修正に必要な正しい字形の漢字をpush提供する機能をも有している。これらの機能によって、G-IMは、誤った字形と正しい字形とをユーザが必然的に意識せざるをえない状況を作り出す。ゆえに、G-IMを使用した場合にStep(3)で成績が向上するのは、ある意味当然の結果であるが、そのような当然の結果を導き出せる必然的状況を作り出すことこそが必要かつ重要なのである。従来、このような必然的状況を作り出せる手段は存在しなかった。結局G-IMは、おおよそその字形は知っていて、読むことはできるものの1度も書いたことがない漢字の字形記憶を獲得するためにも有用であるし、すでに書いたことはあるが誤って記憶しているかもしれないような漢字の字形記憶を修正・強化するためにも効果的な、漢字に関するOJT(On-the-Job Training)システムと見なすことができる。

G-IMの唯一の問題は、誤った字形の漢字の修正という、第2の機能に起因する余分な作業を強いられる点である。このような作業は、従来の漢字入力システムでは当然生じない。表3に示すように、Step(2)の文章入力作業において、G-IMグループが要した時間はIMグループよりも長い。この作業量の増加は、避けがたいトレードオフであり、漢字入力効率の観点では従来の漢字入力方式に劣ることは避けられない。結局、ケースバイケースで、状況に応じて一般的な漢字入力方式とG-IMとを使い分けることが望ましいと考える。

たとえば、通勤時に、通常ならば鉄道やバスを利用するところを、健康のためにわざわざ歩くことを選択する人は多い。健康の維持・増進という目的を持った人々にとっては、歩くことにより時間と体力を消費するという非効率性は、無視できるトレードオフと見なされている。しかし、ふだんの通勤では歩いていても、所用で急がなければいけないときには鉄道やバスを利用すればよい。同様に、漢字健忘を防止するという目的を持った利用者にとって、G-IMがもたらす非効率性は、許容可能なトレードオフと見なすうと思われる。特段の緊急案件がない状況ではG-IMを使用して漢字健忘を予防し、急ぎの文書作成などの案件が入ったときには、普通の漢字入力システムを用いればよい。さらに、G-IMを使用することによって、漢字字形の学習は日常的活動の中に埋め込まれ、しかも実際に自分が使用する漢字に絞って学習することができるようになる。これにより、専用の漢字学習教材を使って漢字を学ぶことに比べて、より継続しやすくなり、かつ余分な（あまり使用しない）漢字の学習を回避できるので、より効率的な学習が可能となるであろう。

7. 結論

本論文では、漢字の読みに基づく新規な漢字入力システムである G-IM を提案した。G-IM の最大の特徴は、ときどき誤った字形の漢字を出力する点である。このようなことは、既存の漢字入力システムでは決して生じない。これにより、G-IM は利用者に漢字の字形に注意を払うことを強い、結果として漢字字形の記憶の獲得と修正、強化を促す。ユーザスタディを実施した結果、従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムや手書きで漢字を書く場合に比べて、G-IM を用いて漢字を入力した場合に漢字形状記憶が有意に強化されることを確認した。この結果から、G-IM は、現在中国や日本で問題となっている漢字健忘という問題を解決する可能性を持っていることが明らかになった。

誤字形漢字の出力という、一見不便な要素を取り入れることによって別の視点からの利益をもたらそうというデザインの考え方は、川上らが提唱する「不便益デザイン」[18], [19] の考え方と共通する部分を持つ。一方、本論文の著者らも、あえて妨害的な要素を取り入れることによって別の視点や高次視点からの利益をもたらそうという、「妨害による支援」というメディア・デザインの考え方を提唱している [20]。両者は類似した考え方であるが、不便益デザインは不便さという結果に着目しているのに対し、妨害による支援の考え方では妨害という原因に着目している点が最大の相違点であり、両者は相補的な考え方であるといえる。本論文で提案した G-IM は、誤字形漢字を出力するという「妨害」要素によって、漢字の修正作業という「不便さ」をもたらす、それによって「漢字健忘の防止」という別視点での利益をもたらそうとしている点で、両者の考え方にあてはまる。ただし、不便さという印象は、利用者の利用意欲を損なう可能性があることは否定できない。ゆえに、実際には妨害的要素は残っていたとしても、結果としての不便さという印象は、可能であれば軽減ないし解消した方が良くであろう。

G-IM における不便さの印象を緩和するために、ゲーミフィケーションの考え方を導入することが1つの有望な解決策となると思われる。また、誤字形漢字の出力頻度も、不便さの印象に大きく影響する重要な要因となると考えられる。さらに、誤字形漢字の作り方も、効果的な漢字字形学習の実現には重要な課題となると考えられる。これは、おそらく人間のゲシュタルト認知特性に関わる深い問題をかかえていると予想される。今後は、これらの残された課題についての検討を進めるとともに、より長期的かつ実証的な状況での試用実験を進めていきたい。

謝辞 ユーザスタディにご協力いただいた実験参加者各位に深く御礼申し上げます。本研究は、JSPS 科研費 26280126 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Character amnesia, Wikipedia, available from http://en.wikipedia.org/wiki/Character_amnesia.
- [2] available from <http://article.cyol.com/news/content/2013-07/12/content.8708413.htm>.
- [3] 海保博之, 阿辻哲司: 漢字を忘れる日本人—「漢字ど忘れの心理とその克服法」と「パソコンと漢字のど忘れ」, 月刊しにか大特集「漢字を忘れる日本人」, pp.13-35 (2003).
- [4] Wired youth forget how to write in China and Japan, available from <http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/wired-youth-forget-how-to-write-in-china-and-japan-2065228.html>
- [5] Custer, C: Is “Character Amnesia” a Problem?, available from <http://chinageeks.org/2010/07/is-character-amnesia-a-problem/>.
- [6] 川村 渴真: ワープロ使用で漢字を忘れても大丈夫, 川村 渴真の知性の泉, 入手先 <http://www.st.rim.or.jp/~k-kazuma/FS/FS102.html> (1995).
- [7] 稲見 望, 富永浩之, 松原行宏, 山崎敏範: ネットワーク対応型書き方学習システム—インタラクティブ電子ホワイトボードの利用, 信学技報, 教育工学, 102(697), pp.79-84 (2003).
- [8] Tynystanova, J., 三輪譲二: デジタル世代のためのアニメーションを用いた連合型漢字学習支援システム, 信学技報, 教育工学, Vol.109, No.163, pp.7-12 (2009).
- [9] Li, Q. and Wu, W.: Remote Education Software for “Wubi” Typewriting: —For elective course of elementary school, Master thesis, KTH, School of Information and Communication Technology (ICT) (2012).
- [10] Po, L.-M. and Wong, C.-K.: Six-Digit Stroke-based Chinese Input Method, *Proc. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp.818-823 (2009).
- [11] Hsu, S.C.: A Flexible Chinese Character Input Scheme, *Proc. 4th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '91)*, pp.195-200 (1991).
- [12] Lin, M. and Sears, A.: Graphics matter: A case study of mobile phone keypad design for chinese input, *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp.1593-1596 (2005).
- [13] Niu, J., Zhu, L., Yan, Q., Liu, Y. and Wang, K.: Stroke++: A hybrid Chinese input method for touch screen mobile phones, *Proc. 12th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '10)*, pp.381-382 (2010).
- [14] Microsoft Office IME 2010, available from <http://www.microsoft.com/ja-jp/office/2010/ime/default.aspx>.
- [15] ATOK, available from <http://www.atok.com/>.
- [16] TTEdit, available from <http://opentype.jp/ttedit.htm>.
- [17] available from <http://zhidao.baidu.com/question/192981329.html>.
- [18] 川上浩司: 不便から生まれるデザイン—工学に活かす常識を超えた発想, DOJIN 選書 (2011).
- [19] Kawakami, H. and Hiraoka, T.: Incorporation of evolutionary computation for implementing the benefit of inconvenience, *International Journal of Advancements in Computing Technology*, Vol.4, No.22, pp.248-256 (2012).
- [20] 西本一志, 横山裕基: 妨害による支援—あるいは「向上のための改悪」, 情報処理学会研究報告, Vol.2014-HCI-159, No.10, pp.1-8 (2014).



西本 一志 (正会員)

1987年京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士前期課程修了。同年松下電器産業(株)入社。1992年(株)ATR通信システム研究所研究員。1995年(株)ATR知能映像通信研究所客員研究員。1999年より北陸先端科学技術大学院大学助教授, 2007年より教授。2000~2003年科学技術振興事業団さきがけ研究21「情報と知」領域研究員兼任。1999年度情報処理学会坂井記念特別賞, 1999年度人工知能学会論文賞, ACM Multimedia 2004 Best Paper Award, 2010年度情報処理学会学会活動貢献賞, The 1st International Conference on Global Health Challenge Best Paper Award, 第14回ヒューマンインタフェース学会論文賞ほか受賞。IEEE Computer Society, ACM, ヒューマンインタフェース学会, 人工知能学会各会員。博士(工学)。



魏 建寧

2010年中国大連民族大学日本語学部卒業。2013年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士前期課程修了。2013年日本サード・パーティに入社, 現在に至る。2013年情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会学生奨励賞受賞。