

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：21602

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500221

研究課題名(和文) 個人性を持つ手書き文字の人工的生成に関する研究

研究課題名(英文) A research on artificial generation of a handwritten character with individuality

研究代表者

愼重弼(Shin, Jung-pil)

会津大学・コンピュータ理工学部・上級准教授

研究者番号：40315677

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究のテーマは高い個人性を持つ手書き文字を人工的に生成する方法を扱う研究である。私たちは具体的に3つの目標を持っている。最初に個人的筆記モデルの性能を向上させること。2番目、生成された文字を活用してオンライン署名検証システムの性能を向上させること。3番目、原本のスタイルを維持しながら使用者の毛筆の文字を合成することである。本研究を通じてPC上で使用者のユニークで豊かな感性的な情報の表現(個人の個人的な手書き文書・毛筆の作品など)が可能であり、署名検証システムのエラー率の低減が期待できる。

研究成果の概要(英文)：This research focuses on the theme handling the method of synthesis handwritten character with high individual nature artificially.

We have three goals concretely. First, we pursuit to build up the high performance of an individual note model. Secondly, the generated character is utilized and performed to realize the high performance of an On-line Signature Verification system. Finally the system is compounded the character of a user's brush, maintaining the style of the 3rd original. Through this research, it is possible for users to show the expressions (work of individual handwriting document and brush, etc.) of sensitivity information and uniqueness of users on PC. We can expect the reduction of the error ratio of a signature verification system.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：個人性 手書き文字 人工的生成

1. 研究開始当初の背景

手書き文字合成は人間の手書きの文字を人工的に生成することに関する研究である。この研究は音声合成とは違って大衆的に広く知られてはいないが、最近筆記認識分野で関心を受けている研究主題の中の一つである。手書き文字合成は人間の行為を模倣するという側面では音声合成と類似の側面があるが、その目的においては大きな差がある。音声は人の声と似ているほどより一層聞きやすいが、文字は機械的で整った文字が人の手書き文字に比べてより一層読みやすいためである。

手書き文字合成の目的は3種類と考えられる。まず、人間の筆記の行為をより一層よく理解すること。2番目、生成された筆記文字を既存のコンピュータフォントの代わりに活用すること。3番目、生成された文字を活用してコンピュータ文字認識のシステムの性能を向上させることである。1番目の目的のために多くの研究者によって多様な人間の筆記体モデルが提示されてきた。こういうモデルはどれくらい正確に本来の手書きの形を反映するかを基準として評価される。2番目の目的は1番目の目的に比べてより実用的である。自分自身の個性と特徴をオンライン上で、あるいは文書上でより直接的に表現できることになる。最後に、コンピュータで筆記文字を分析/認識するためには多様な筆記体文字のパターンが必要であるが、文字合成はこれを難なく獲得することを目的とする。

2. 研究の目的

本研究のテーマは高い個人性を持つ手書き文字を人工的に生成する方法を扱う研究である。本研究チームは最近多様な筆記スタイルを一つのモデルで作ってこれを通じて原本のスタイルと似ていながらも多様な筆記体文字を生成する研究を遂行した。この課題に際して私たちは具体的に3つの目標を持っている。最初に個人的筆記モデルの性能を向上させること。2番目、生成された文字を活用してオンライン署名検証システムの性能を向上させること。3番目、原本のスタイルを維持しながら使用者の毛筆の文字を合成することである。本研究を通じてPC上で使用者のユニークで豊かな感性的な情報の表現(個人の個性的な手書き文書・毛筆の作品など)が可能であり、署名検証システムのエラー率の低減が期待できる。

3. 研究の方法

初年度には筆記モデルの精度の向上に目標を置いて研究を進行する。具体的には(1)画(ストローク)の連結が異なる文字のモデリング方法、(2)合成された文字の筆記速度が原本と異なるようになる問題を研究したい。漢字のように画数が多い文字の場合には同じ人が同じ文字を書く時にも画

(ストローク)の連結形態が変わる場合を多く見られるが、現在のモデルはこの問題を扱うことができない。

筆記速度は生成された文字の外形とは関連がないが、次年度で扱われる署名検証の場合、筆記速度が影響をたくさん及ぼすことになるので、筆記速度の問題を初年度で解決するようにする。次年度以後には文字合成を通じた署名検証の性能向上、そして毛筆文字の合成が可能な筆記モデルの研究・開発を進行したい。

4. 研究成果

1. 筆記モデルの精度の向上

本研究チームは過去の研究を通じて可変的かつ個人的な筆記体モデルの実現に成功した。本課題に際してこのモデルがより一層多様なスタイルをより正確に現わせるように、モデルを改善する研究を進行する。

以前開発されたモデルは次のような問題を持っている。(1)一つのモデルで作られる文字の画の連結方式は全部同一でなければならない。(2)文字の外形が原本のスタイルと似ているように合成されるので、合成された文字の筆記速度は原本と大きく異なる。この2種類の問題を克服するのを1次年度での目標にした。

1.1. 画(ストローク)の連結形態が互いに異なる文字のためのモデル開発

まず、他の幾多の画と連結されないで常に独立的に使われる画の集合を探して、この集合をIndependent Component (IC)で定義する。ICの個数はすべての入力文字に対して同一なので文字合成のためにモデルを作る段階ではこの集合を一つの画で認識してモデリングするようにする。以後、それぞれのICに対して文字間対応点を探してIC内部で画が切れた地点を探す。画が切れるようになる区間をSpace Section (SS)といて、SSの確率を計算する。モデルから文字を生成する時には一般的な方法で文字を生成するものの、生成以後確率により各SS区間を消すようにする。(図1を参考)

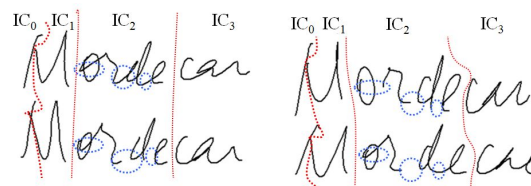


図1. 4つの原本の文字でのIndependent Component (IC:点線で区分)とSpace Section (点線の円の部分)

文字間対応点を探すために広く知られたDynamic Time Warping (DTW)を使う予定であるが、正確な区間が見つけれない場合、より改善されたDynamic Positional Warpingを代わりに使った。

1.2. 筆記の速度維持のためのモデルの開発

コンピュータ上で記録されたオンライン文字が紙の上に書かれた文字と異なる特徴

の1つは文字を書く間の速度情報が保存されることである。以前のモデルを使って合成された文字は外見上では原本の文字と大きく差がなかったが、内部の速度情報においては比較的大きな差を見せた。オンライン手書き文字での速度は点 (point) と点の間隔に左右されるから、この段階では文字を生成した後、点と点の間の補間を本来の署名と類似するようにする方法に関して研究を行った。

筆記モデルの精密度向上を試みた。まず、一文字内で画 (ストローク) 間連結形態が互いに違う文字のためのモデルを開発した。次に原本の筆記速度を合成された文字でも維持するためのモデルを開発した。

2. 文字合成を通じた署名検証の性能向上

この段階では、まず、合成された文字を使って署名検証実験を遂行して結果を分析する。

合成された署名は実際の訓練文字の代用で直ちに使うこともできるが、署名検証の性能が予想したとおりに向上しない可能性があることからこれに対する研究が必要である。

手書き文字合成を利用した署名検証の性能向上を試みた。署名5個を訓練パターンで使用時、現在5%程度の署名検証エラー率を署名10個の訓練パターンで使用時のエラー率を3%水準に下げ目的でしたが、予想したとおりに向上しないため、これに対する研究が必要であった。合成された文字を使って署名検証実験を遂行して結果の分析を行った。これは合成された文字が実際署名に比べて多様性が低いためであると考えられる。このために次の2種類手法を試みた。合成された文字の多様性を増加させた。署名検証システムで訓練パターンを使う方式を改善した。

3. 毛筆文字の合成のためのモデル開発

コンピュータで生成される毛筆文字はタブレット用ペンの筆圧、ペンの角度によって形が調節される。毛筆文字に現れる個人性を分析して、個人性を失わず新しい文字を生成できるモデルを開発した。毛筆文字に現れる個人性はインクの量が均一であれば、大部分字の形状、筆記の速度、画の幅と筆先方向変化によって決定される。この中で文字の形状と筆記速度はペン書きでも同様に現れる部分である。ここで新しくモデリングする必要があるのは画の幅と筆先方向変化であった。毛筆文字の合成モデルは (1)画幅の変化に対するモデル生成、(2)筆先方向変化に対するモデル生成、(3)画幅、筆先モデルと既存の文字形状モデルの統合との3段階を経て研究・開発された。図2にコンピュータとペンタブレットで実装された仮想書道システムを示す。

図3に毛筆文字の合成のため開発されたドロップレットモデルをします。

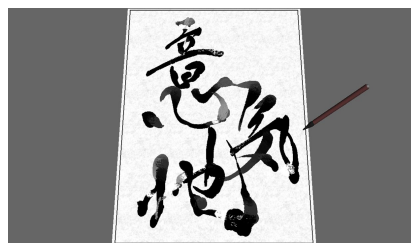
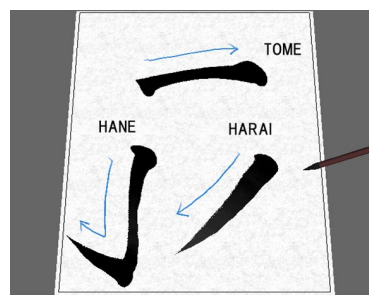


図2.コンピュータとペン タブレットで実装された
仮想書道システム

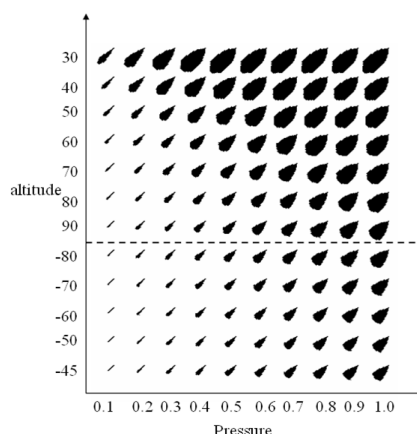


図3.毛筆文字の合成のためのドロップレット
モデル

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12件)

Jungpil Shin, Hsien-Chou Liao, "An Interactive Map Search System using Wavelet and Shape Contexts," Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII), Vol. 15, No. 9, pp. 1256-1262, Sep. 2011.

Hsien-Chou Liao, Chun-Yang Lu, Jungpil Shin, "The incorporation of GPS and IP Cameras for People Tracking," GPS Solutions (SCI). Vol 16, Issue 4, pp. 425-437, 2012.

Wondu Chang, Jungpil Shin, "A Statistical Handwriting Model for

Style-Preserving and Variable Character Synthesis," International Journal of Document Analysis and Recognition (IJ DAR) (SCI), Vol. 15, No.1, pp. 1-19, March. 2012.

Jungpil Shin, Junichi Sato, "Signature Verification for Multiuser Online Kanji Learning System," Computer Technology and Application (CTA), Vol. 3, No. 3, pp. 211-218, 2012.

Jungpil Shin, Yusuke Shimizu, "Learner-Friendly Kanji Learning System with Radical Analysis," International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE), Vol. 1, No. 1, pp. 17-24, July 2012.

Keunsoo Yun, Takashi Onose, Jungpil Shin, "Feature Analysis of Handwritten Characters for Signature Evaluation," Journal of Convergence Information Technology (JCIT), Vol. 7, No. 16, pp. 143-151, Sep. 2012.

Won-Du Chang, Keunsoo Yun, Jungpil Shin, "Text-independent and Character-dependent Online Writer Verification," Journal of Convergence Information Technology (JCIT), Vol. 7, No. 16, pp. 161-168, Sep. 2012.

Jungpil Shin, "On-line Signature Verification based on Pen Inclination and Pressure Information," International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol. 2, No. 4, pp. 441-447, Aug. 2012.

[10] Jungpil Shin, Makoto Marumoto, "Ink Diffusion Simulation for 3D Virtual Calligraphy," Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII), Vol. 17, No. 4, pp. 598-603, July 2013.

Weichen Lin, Jungpil Shin, "On-line Signature Evaluation Method Based On Shape Feature Extraction," Journal of Next Generation Information Technology (JNIT), Vol. 4, No. 5, pp. 44-54, July 2013.

Mamiko Tano, Jungpil Shin, Si-Woong Jang, "A Tracking System for Multiple Human Moving Objects using Snakes Algorithm," Journal of Next Generation Information Technology (JNIT), Vol. 4, No. 9, pp. 28-36, Nov. 2013.

Jungpil Shin, Toshiki Okuyama, "Detection of Alcohol Intoxicated via Online handwritten Signature," Pattern Recognition Letters (Elsevier Science) (SCI), Vol. 35, pp. 101-104, Jan. 2014, URL:[http://dx.doi.org/10.](http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2012.07.016)

[1016/j.patrec.2012.07.016](http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2012.07.016)

[学会発表](計 13 件)

Takashi Watanabe, Shingo Watanabe, Jungpil Shin, "Writer Identification using the Wii Remote Controller," IEEE 3rd International Conference on Awareness Science and Technology (IEEE iCAST 2011), pp.378-382, Dalian, China, Sep. 27-30, 2011.

Junichi Sato, Jungpil Shin, "Signature Verification for Multiuser Online Kanji Learning System," 5th 2011 International Universal Communication Symposium (IUCS2011), pp.43-51, Gumi, South Korea, Oct. 12-14, 2011.

Jungpil Shin, Makoto Marumoto, "Ink Diffusion Simulation for 3D Virtual Calligraphy," IEEE 4th International Conference on Awareness Science and Technology (IEEE iCAST 2012), pp. 163-168, Seoul, Korea, Aug. 21-24, 2012.

Weichen Lin, Jungpil Shin, "Evaluation of On-Line Signature Using Shape Feature," IEEE 4th International Conference on Awareness Science and Technology (IEEE iCAST 2012), pp.117-121, Seoul, Korea, Aug. 21-24, 2012.

Kotomi Ishida, Jungpil Shin, "Educational Effect of Kanji Learning System," The 2012 IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference, pp.211-216, Guilin, China, Dec 6-8, 2012.

Jungpil Shin, Tomomi Kikuchi, "On-Line Signature Evaluation Using Fuzzy Set Theory," The 26th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2013), pp.273-277, Barcelona, Spain, Mar. 25-28, 2013.

Tomoya Murata, Jungpil Shin, "Hand Gesture and Number Recognition with Kinect Sensor," International Conference on Computer Applications and Information Processing Technology (CAIPT 2013), pp.193-196, Praha, Czech, June 27-29, 2013.

Jungpil Shin, Toshiki Okuyama, Keunsoo Yun, "Sensory Calligraphy Learning System using Yongzi-Bafa," 8th International Forum on Strategic Technology (IFOST2013), pp.128-131, Ulaanbaatar, Mongolia, June 28- July 1, 2013.

Yumi Wakaki, Jungpil Shin, "Stroke

Correspondence Searching Method for Character Recognition," The 6th International Conference on the Frontiers of Information Technology, Application and Tools (FITAT2013), pp. 178-181, Cheongju, Korea, Sep. 25-28, 2013.

Shingo Watanabe, Jungpil Shin, "Recognition of Character Drawn on Screen With Laser Pointer," IEEE 5th International Conference on Awareness Science and Technology (IEEE iCAST 2013), pp.93-97, Aizuwakamatsu, Japan, Nov. 2-4, 2013.

Byeongkyu Ko, Jeongin Kim, Jungpil Shin, Hanil Kim, Pankoo Kim, "Expansion of Ontology Editor for Ontology Building," International Conference on Smart Media Applications (SMA 2013), pp.96-102, Oct. 14-17, 2013, Kota Kinabalu, Malaysia.

Eunji Lee, Chang Choi, Seongjun Kim, Hyungkook Lee, Pankoo Kim, Jungpil Shin, "Electronic Tax Invoice System based on Smart devices: A Case Study of "Balobill", " International Conference on Smart Media Applications (SMA 2013), pp.542-546, Oct. 14-17, 2013, Kota Kinabalu, Malaysia.

Suyun Ju, Jungpil Shin, "Cursive Style Korean Handwriting Synthesis based on Shape Analysis with Minimized Input Data," The 11th IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC 2013), pp.2231-2236, Nov. 13-15, 2013, Zhangjiajie, China.

取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

慎重弼 (Jung-pil Shin)
会津大学・コンピュータ理工学科・上級准教授
研究者番号：40315677

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：