

平成 22 年 6 月 4 日現在

研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20700202  
 研究課題名（和文） 美の観点からの草書体文字の生成法と動的な手本を用いた書字学習に関する研究  
 研究課題名（英文） A Study of Constructing Cursive Characters from Esthetic Viewpoint and Calligraphic Learning Using Dynamic Model Writing  
 研究代表者  
 藤岡 寛之 (FUJIOKA HIROYUKI)  
 福岡工業大学・情報工学部・助教  
 研究者番号：10349798

研究成果の概要（和文）：ダイナミックフォントと呼ばれるフォント生成法を基礎ツールとして手書き文字から「美」の観点に基づいた草書体文字フォントを生成する枠組みを開発し、さらにはその枠組みを利用して書道家により書かれた手本を与えて書字する際に人間が書字スキルを獲得する学習過程について実験的に検討する。

研究成果の概要（英文）：Using the so-called dynamic font method as the basic tool, we develop the synthesis for generating cursive characters from the esthetic viewpoint. Also, utilizing the synthesis, the calligraphic learning process of human are experimentally analyzed.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,600,000	480,000	2,080,000

研究分野：ロボティクス

科研費の分科・細目：感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性情報学, 最適スプライン, 草書, 美的評価, 書字学習, 文字モデル

## 1. 研究開始当初の背景

人間が文字を書く際の運動を参考にした「ダイナミックフォント」と呼ばれるフォント生成法が高山, 狩野ら(Takayama and Kano et al, Dynamic Font:~A New Representation Technology, FUJITSU Sci. and Tech. J., Vol.32, No.2, pp.192-202, 1996)によって提案されている。この生成法は2次元平面で静

的パターンとして取り扱う従来のフォント生成法とは異なり、文字の設計は仮想筆記具の3次元運動の設計に軽減できる。その運動は一様な節点を持つ正規化されたB-スプライン関数を用いることで簡潔に定義でき、文字・文字列の設計や再設計が行い易いという利点をもつ。特に、平滑化スプラインの理論を用いることで書道などでみられるような

草書体文字および文字列を生成する枠組みが申請者らによって開発されてきた。その際、いわゆる平滑化パラメータを調節してやることで文字・文字列を草書体へと崩すことができるが美しい草書体を生成するための適切な調節法は研究されていなかった。また、研究の将来的な方向としては、上記の成果をもとに「美」に対する感性情報と書字時の運動モデルに基づいた書字教示システムを開発して児童福祉分野への応用を考えている。そこで、まずはダイナミックフォントを利用した人間の書字学習における学習過程に対して実験的に検討することに取り組んだ。

## 2. 研究の目的

本研究では、これまでに取り組んできたスプラインの理論と応用研究の発展研究を行う。特に、ダイナミックフォントと呼ばれるフォント生成法を基礎ツールとして手書き文字から「美」の観点に基づいた草書体文字フォントを生成する枠組みを開発する。また、書道家により書かれた手本を与えて書字する際に人間が書字スキルを獲得する学習過程について実験的に検討する。これらは将来の課題である書字教示システム開発に向けての研究の基礎となる。

## 3. 研究の方法

初年度は「美の観点に基づく草書体文字の生成法の枠組み開発」の課題に主に取り組み、最適平滑化スプラインの理論を利用して人間の書字運動データから文字フォントをモデリングする方法を開発した。具体的には、ペンタブレットにより計測される手書き文字動作による筆記具の位置と筆圧を入力とし、最適平滑化スプラインの理論によって文字モデルを構成する、というものである。特に、書字が上腕運動によっておこなわれることから躍度最小モデルに基づく最適平滑化スプラインの問題を考え、5次のスプラインを用いて文字のモデリングを行った。次に、上の問題で現れる平滑化パラメータを美の観点から調整する方法を検討した。具体的には、認知科学の分野で見られる心理的ポテンシャル場の理論(視覚誘導場)を導入して手法を検討した。次年度は、主に書字学習の過程について実験的研究を行った。特に、ダイナミックフォントと平滑化スプラインの理論を基礎に、ペンタブレットを用いた実験により人間の書字の繰り返し学習の過程について実験により調べた(図1)。具体的にはダイナミックフォントが3次元軌道として設計される点を利用し、文字の筆運びが動的に観測できるいわゆる動的手本を開発してその際の有用性を明らかにする(図2)。また、この発展研究として、当初計画していなかつ

た力覚デバイスを用いて力覚誘導による書字学習の問題にも取り組んだ。このとき書字被験者は提示された手本文字に倣ってペンによる書字動作を行い、書字運動を学習する。

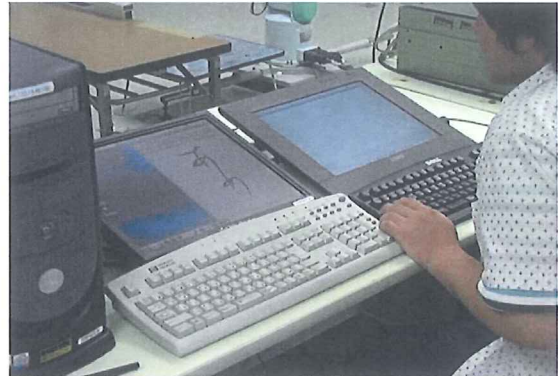


図1：ペンタブレット装置を用いた書字学習の実験風景

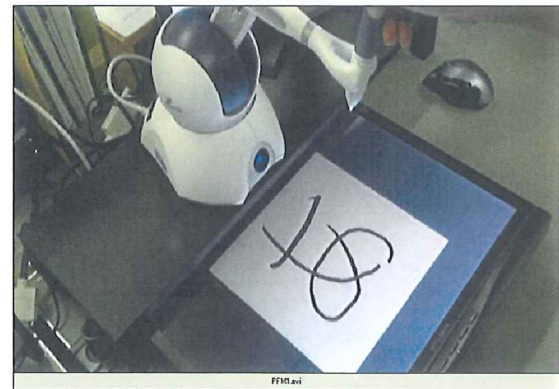


図2：力覚装置を用いた書字学習システム

手本文字はダイナミックフォントモデルとして設計し、デバイス側は、手本文字の運動軌道に基づいた力覚誘導を行ない運動を補助する。このとき軌道追従制御法の考え方を導入することで効果的な書字学習が可能な軌道を生成できる。繰り返しによる学習過程は手本との文字形状の違い、軌道誤差と書字時間およびペンから受けた力などの面から評価した。

## 4. 研究成果

主な成果を各課題ごとにまとめる。

### (1) 美の観点に基づく草書体文字の生成法の開発

人の手書き文字からダイナミックフォントと最適平滑化スプラインの理論を応用することで文字モデルを美しい文字へと再構成を行う方法を心理的ポテンシャル場「視覚誘導場」の考えを取り入れることで開発した。このとき、視覚誘導場の計算時間を軽減するためのアルゴリズムを開発することが鍵となることが判明した。一方、視覚誘導場に基づき平滑化パ

ラメータを決定しても被験者の書字速度や文字の種類によっては美的評価が全く向上しないことを予備実験で確認した。原因は文字のサイズや配置などのいわゆるバランスに起因したものである。そこで、文字の最適バランス決定問題について考え、これらの調整法の妥当性・有用性はペンタブレットを用いた実験により検討した。その実験結果に基づき、「美」の観点からの文字の配置および平滑化パラメータの設定方法の指針を得た。

(2) 動的手本を用いた人間の書字学習における学習過程に対する実験的検討

動的手本を用いることで書字速度パターンや書字時間の観点から安定した書字学習を行えることが可能である裏付けが得られた。グラフィックス分野では発達途中にある用事などに対して効率よく書写教育を行うために手書き文字の書写に焦点を当てた研究があるが、その多くは「書字を運動として」捉えることなく書字時の速度・時間といった書字動作過程には着目していない。そのため書字学習のために開発されたソフトウェアの多くは静的手本が画面上に映し出されて、それをなぞるといったものがほとんどである。そのような中で、本課題により効率的かつ安定して書写を学ぶための新しい方策が示されており本結果は重要な意義をもつ。また、発展研究として取り組んだ力覚誘導による書字学習においては、繰り返しによる学習過程を手本との文字形状の違い、軌道誤差と書字時間およびペンから受けた力などの面から評価した結果、力覚を用いない場合に比べて学習効果が高くなる可能性を示す基礎結果を得た。

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2件)

- ① H. Fujioka and H. Kano  
Periodic Smoothing Spline Surface and Its Application to Dynamic Contour Modeling of Wet Material Objects, IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, Part A, Vol. 39, No. 1, pp. 251-261, 2009 査読有.
- ② H. Kano, H. Fujioka and C. F. Martin  
Extrema Detection of Bivariate Spline Functions, Applied Mathematics and Computation, Elsevier, Vol. 200, issue 1, pp. 58-69, 2008 査読有.

〔学会発表〕(計13件)

- ① 後藤宇史, 狩野弘之, 藤岡寛之  
制御論的アプローチによる最適平滑化スプラインを用いた微分方程式の数値解法, 第37回知能システムシンポジウム, 横浜国立大学, 横浜, 2010年3月16日-17日.
- ② 掛飛聡佑, 狩野弘之, 藤岡寛之  
力覚デバイスを用いた文字モデルの獲得およびバネ誘導方式による書字学習, 第37回知能システムシンポジウム, 横浜国立大学, 横浜, 2010年3月16日-17日.
- ③ H. Fujioka and H. Kano  
Recursive Construction of Smoothing Spline Surfaces Using Normalized Uniform B-splines, 48th IEEE Conference on Decision and Control held jointly with 2009 28th Chinese Control Conference, Shanghai, China, Dec. 16-18, 2009.
- ④ H. Fujioka and H. Kano  
Constructing Cursive Character Fonts from Human Handwriting Motion with Esthetic Evaluation, 日本機械学会 ジョイント・シンポジウム 2009(スポーツ工学シンポジウム / シンポジウム: ヒューマン・ダイナミクス), 福岡工業大学, 福岡, 2009年12月3日-5日.
- ⑤ H. Fujioka and H. Kano  
Optimal Design of Vector Smoothing Spline Curves with Constraints, 41st ISCTE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, Kobe, Japan, Nov. 13-14, 2009.
- ⑥ H. Fujioka and H. Kano  
Recursive Construction of Optimal Smoothing Splines Generated by Linear Control Systems, 3rd IEEE Multi-conference on Systems and Control (MSC 2009), Saint Petersburg, Russia, July 8-10, 2009.
- ⑦ H. Fujioka and H. Kano  
Recursive Smoothing Splines by Linear Control Systems, 第53回システム制御情報学会研究発表講演会, 神戸市産業振興センター, 神戸, 2009年5月20日-22日.
- ⑧ 大岡裕志, 藤岡寛之, 狩野弘之  
ペンタブレットを用いた手書き文字入力による繰り返し書字学習, 第41回計測自動制御学会北海道支部学術講演会, 北

海道大学, 札幌, 2009年2月26日-27日.

- ⑨ 藤嶋祐, 狩野弘之, 藤岡寛之  
制御論的アプローチによる平滑化スプラインの設計と数値解析への応用, 第41回計測自動制御学会北海道支部学術講演会, 北海道大学, 札幌, 2009年2月26日-27日.
- ⑩ H. Fujioka and H. Kano  
Constrained Smoothing and Interpolating Spline Surfaces using Normalized Uniform B-splines, IEEE International Conference on Industrial Technology, Gippsland, Victoria, Australia, Feb. 10-13, 2009.
- ⑪ H. Fujioka and H. Kano  
Recursive Construction of Optimal Smoothing Splines, Proceedings of the 40th ISCTE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, Kyoto, Japan, Nov. 14-15, 2008.
- ⑫ H. Fujioka and H. Kano  
Iterative Human Calligraphic Learning by Static and Dynamic Model Writings, 2008 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Singapore, Oct. 15-18, 2008.
- ⑬ H. Fujioka and H. Kano  
Constrained Smoothing Spline Surfaces using B-spline, 第52回システム制御情報学会研究発表講演会, 京都情報大学院大学, 京都, 2008年5月16日-18日.

[その他]

ホームページ等

<http://www.fit.ac.jp/~fujioka>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

藤岡 寛之 (FUJIOKA HIROYUKI)  
福岡工業大学・情報工学部・助教  
研究者番号: 10349798