

手書き入力インタフェースを用いた日用品デバイスへの応用とそのプロトタイピング

馬場 哲晃
首都大学東京
baba@tmu.ac.jp

Paul Haimes
首都大学東京
haimes@tmu.ac.jp

キーワード: 手書き入力, 日用品デバイス, デジタルファブリケーション

1 背景

テキスト入力において、今やキーボードが最も効率的な入力方式の一つである一方、私達はこれまでの学習過程において、手書きを利用し文章作成を行ってきた。字を書くことはキーボード入力に比べ、一般的に入力速度が劣るだけでなく、コピーやペースト、辞書引きなどの多くの点において、ユーザに対して紙面上では不可能な機能を提供できる[1]。しかしズルキフリーら[2]によれば、メモ書き作業において、手書きの有効性を入力エラーや長文入力等の観点から定量的に評価した。このように文章入力においてもある条件下では手書きの有効性が示されているにもかかわらず、私達の日常生活において手書きを利用したインタフェースを有するデバイスは余り見られない。

IME パッド¹はよく知られたコンピュータ上での手書きインタフェースであると言え、ユーザは主に読みの分からない漢字や文字を、直接マウスを利用してストロークを入力するシステムである。近年ではキーボードやマウス等の据置型入力デバイスが利用困難なウェアラブルデバイスにおいて、加速度センサなどを利用したジェスチャ操作もしばしば利用されるようになってきた。しかしながらこのような手書き認識、ジェスチャ認識は識別ラベル数が増大する程認識精度が落ち、これはジェスチャ認識が広く普及していない一つの原因と言える。一方で識別ラベル数ある程度制限することで、ユーザビリティを低下させずに手書きやジェスチャ操作インタフェースは実現可能である。

本研究におけるデザインコンセプトを図1に示す。ユーザは目的に向かいタスクを実行するため、自身のメンタルモデルに従い、操作入力を行う。一般的にはシステム側から提供される入力システムを用いる必要があれば、すでにユーザもつメンタルモデルとこの操作プロセスが近い程よいとされている。この概念モデルに基づき、ユーザが持つ操作イメージをそのまま手描き(書き)することで、既存システムの初期学習コストを下げる事が可能になると考える。本稿はその第一歩としてシンプルな日用品において手書きを操作インタフェースに取り入れる。

このような背景の中、著者らは主にボタン操作によって構成されているインタフェースを持つ日用品デバイスに着眼し、これらを手書きインタフェースによって設計し直す。本稿ではその足がかりとしてキッチンタイマーに着眼し、その制作したプロトタイプを紹介する。

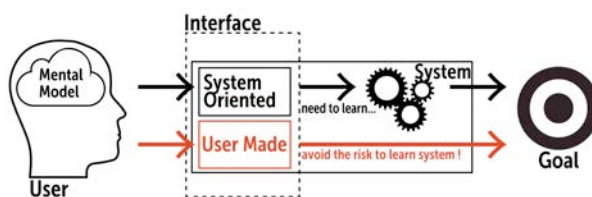


図1 本研究で目指す概念モデル

2 関連研究

手書き文字認識に関しては多くの研究が報告されている。本研究は中でも特にオンラインストローク認識に関係する。このようなストローク認識処理には隠れマルコフモデルやニューラルネット、DTW 等といったいくつかの優れたアルゴリズムがあり、これらを利用することで高精度の識別器を構築できる。しかしこれらはすべてのアプリケーションにおいて有効であるとは言い切れない。例えば本稿のように、日用品デバイスでの利用を想定した場合、PC やスマートフォン等よりも処理能力の劣るマイクロチップを利用することになる。そのためこのようなスペックにおいても高速且つ精確に動作し、様々な開発環境においても記述容易なアルゴリズムとして、Wobbrock ら[3]は 1\$ Recognizer を提案している。これはいくつかの頂点座標操作と NN 法からなるシンプルなアルゴリズムであり、unistroke 入力方式において DTW 等[4,5,6]よりも高いことが示されている。そこで本研究でもこの手法を利用し、具体的には Microchip 社や AVR 社による汎用マイコンの一般的な動作クロックである 16MHz 程度にて高速に動作させることを目指す。

3 プロトタイプ制作

制作したプロトタイプはソフトウェアプロトタイプ、PC プロトタイプ、組み込みプロトタイプの3段階にて制作、改良をすすめた。まずソフトウェアプロトタイプでは iOS 上で動作するアプリケーションを作成した。Wobbrock らが提案するアルゴリズムを用いて、図2のような分及び秒を手書きで設定可能なものとした。このプロトタイプにより Wobbrock らが示した高い認識精度を確認できた。

ソフトウェアプロトタイプの後、ハードウェア設計をおこない、基本処理は PC に残しつつ残りの機能をハードウェアにて実装を行う PC プロトタイプを作成した。ハードウェアは主にタッチパネル、マトリクス LED 及び AVR マイコンからなる構成であり、タッチパネルに入力された座

¹ Microsoft 社による手書き入力ソフトウェア



図 2 ソフトウェアプロトタイプのスクリンショット。マウス操作及び手書き操作にて時間設定を行っている

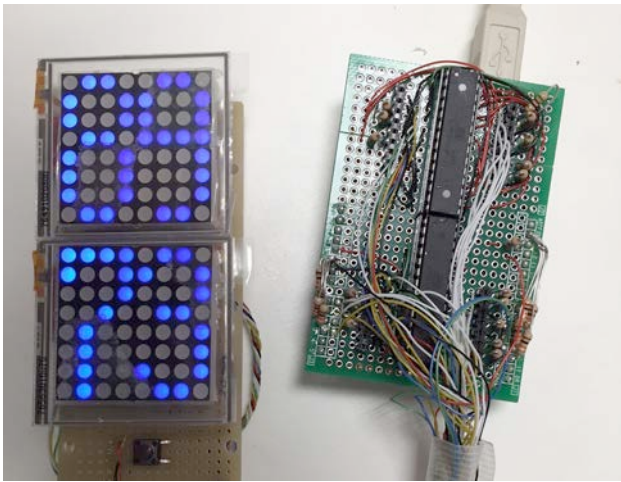


図 3 PC プロトタイプ。主な処理は PC で行いつつ、入力表示部をハードウェアで実装した

標情報が PC に送信され、PC 側では認識処理を行い、任意の数字をマトリクス LED にて点灯させる。なおタッチパネルには主に感圧方式と静電容量方式があるが、水場や手袋越しに操作することを考慮し、感圧方式を採用した。ハードウェア部分の様子を図 3 に示す。左がタッチパネル及びマトリクス LED モジュールであり、右が制御用マイコンモジュールであり、これが USB 経由で PC に接続されている。本プロトタイプを用いて操作感及び筐体の形状デザインを決定した。

上記プロトタイプを経て組み込みプロトタイプを制作した。ここでは PC を利用せず、当初の目的である低スペックマイコンにて機能を実現する。制作したプロトタイプを図 4 に示す。フィルム下部にタッチパネルがあり、該当する文字部分に対して直接ストローク入力を行うことで、その箇所の数字を変更できる。図 4 の場合は 10 分 2 秒がタイマーとして設定されている。組み込みに際して、これまでのアルゴリズムを Arduino IDE にてコード移植を行った。リサンプルストローク頂点数 32 点、数字識別のために 0 から 9 までの学習データを作成した。各学習データのサンプル数は 1 とした。Wobbrock らの手法には 4 ステップあり、最終ステップである最適角計算及び探索をこの条件下で実時間(100ms 程度以下)処理することは困難であった。そのため最終ステップの処理を省いた。結果として 50ms 程度での実時間識別処理が可能となった。また認識精度に関しては、本稿では詳細に報告しないが、識別ラベル数が 10 と少ないこともあり、それ程精度に影響を与



図 4 組み込みプロトタイプの様子。写真では 10 分 2 秒に設定されている

えるものではなかった。

今後は作成したプロトタイプを利用して、ユーザビリティ評価を行い、日用品デバイスにおける手書き入力の有効性を検証する。また今回はキッチンタイマーを扱ったが家庭内におけるその他の日用品デバイスであるテレビ、エアコンのリモコンやオープンレンジ、時計、洗濯機等といった機器操作に対してどのような具体的なプロダクト提案が可能かをプロトタイプングを通じて検証する。

参考文献

- [1] Kenton O'Hara and Abigail Sellen. 1997. A comparison of reading paper and on-line documents. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems (CHI '97)*. ACM, New York, NY, USA, 335-342. DOI=10.1145/258549.258787
- [2] ズルキフリー ムハマド, 田野 俊一, 岩田 満, 橋山 智訓, 日本語のメモ書き作業における手書き入力の有効性 (ヒューマンコンピュータインタラクション) 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, 18804535. 一般社団法人電子情報通信学会 2008-03-01, 91,3, 771-783
- [3] Jacob O. Wobbrock, Andrew D. Wilson, and Yang Li. 2007. Gestures without libraries, toolkits or training: a \$1 recognizer for user interface prototypes. In *Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '07)*. ACM, New York, NY, USA, 159-168. DOI=10.1145/1294211.1294238 <http://doi.acm.org/10.1145/1294211.1294238>
- [4] Myers, C.S. and Rabiner, L.R. (1981) A comparative study of several dynamic time-warping algorithms for connected word recognition. *The Bell System Technical J.* 60 (7), 1389-1409.
- [5] Tappert, C.C. (1982) Cursive script recognition by elastic matching. *IBM J. of Research & Development* 26 (6), 765-771.
- [6] Rubine, D. (1991) *Specifying gestures by example*. Proc. SIGGRAPH '91. New York: ACM Press, 329-337.