

ElasticKeyboard: キーの表示と機能が動的に変化する物理キーボード

平野祐貴†

鯨井政祐†

†埼玉工業大学 工学部 情報システム学科

1 はじめに

現在、店頭でのクレジットカード決済では、図1のような暗証番号を入力するためのテンキーボードを使用するが、このようなキーボードは背後からの覗き見といったソーシャルクラックの危険性がある。これに対して、Webブラウザで操作するネットバンキングなどでは図2のように仮想キーをランダムに並べることで対策としていることがあるが[1]、これを応用してタッチパネルを使っての実現をしたとしても、タッチパネルは人によっては肌質によりタッチを認識しづらかったり、二度タッチと検出されてしまったりという欠点もある。また、「クリック感」では物理キーには及ばない。

そこで本研究では、物理キーを用いつつ、そのキートップに表示される情報を変化させることでランダム配列テンキーボードを実現し、ソーシャルクラック対策とクリック感とを両立させることを目的とする。



図1: カード決済用テンキー



図2: ソフトウェアキーボード

2 提案するシステムの概要

図3に本研究で提案するElasticKeyboardのコンセプトイメージを示す。各キーはそれぞれのキートップの絵柄が動的に変えられる。これによりランダムな配置を実現できる。さらにすべてのキーの並びをマルチディスプレイと見立て、12個で1つの画像を連結表示できる。また、HIDデバイスとして振る舞うようにすることで、PCに接続するとキーボードとして認識されるようにし、実際に押したキーのキーコードがPCに送信されるようにする。

ElasticKeyboard: A physical keyboard with dynamic changeable keytops and functions
 †Yuuki HIRANO †Masahiro KUJIRAI
 †Dept. of Information Systems, Saitama Institute of Technology

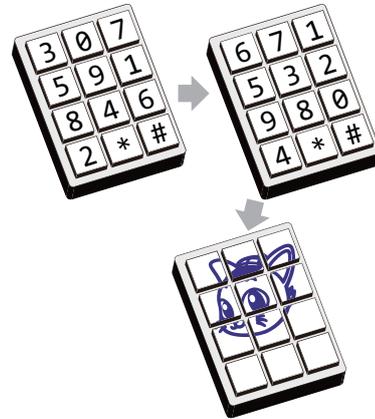


図3: 本研究で提案するキーボード

3 実装

3.1 キーの選定

本研究のコンセプトに合致する押しボタンスイッチに、NKKスイッチズのIS-C15ANP4（以下ELスイッチ）がある。図4にELスイッチの外観を示す。このスイッチは上面に64×48ピクセルの有機ELディスプレイを備えており、シングルボードコンピュータ等からSPIインタフェースにて任意の画像を表示させることができる。またスイッチとしてはモメンタリスイッチとして機能する。ElasticKeyboardでは、ELスイッチを12個用意し、上面のディスプレイの画像をプログラムから動的に変えることで実現する。

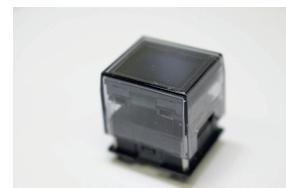


図4: 有機ELディスプレイスイッチ IS-C15ANP4

3.2 コントローラ

ELスイッチを制御するためのコントローラCPUとしては、「画像読み込み・描画を高速に、かつ記憶要領をあまり気にすることなく行えること」「SPI通信が行えること」「PCにUSB接続することでHIDデバイスとして動作させられること」ができればならないという条件がある。また、できるだけ小さい方が望ましい。

これらの条件を満たすシングルボードコンピュータとして、本研究では Raspberry Pi Zero W（以下 RasPi Zero）を採用した。

3.3 周辺回路

EL スイッチ用の電源は、ロジックの 3.3V/5V 電源に加えて、EL 駆動用に 15V の電源が必要である。ここではコーセル社の DC-DC コンバータ SUS1R50515C を用いて 5V から 15V を生成して使用することとした。

RasPi Zero で使用できる GPIO ピンは 28 本であり、EL スイッチ 12 個と接続するにはピンが不足する。このため、Microchip 社の 16 ビット I/O エキスパンダ IC である MCP23S17 を 3 個使用する。MCP23S17 は高速な SPI 通信により制御できるため、画像送出的ような高速・広帯域が求められる用途にも適している。

3.4 制御プログラムの実装

RasPi Zero 上で動かすプログラムは C++ 言語により開発している。EL スイッチ—RasPiZero 間の SPI 通信の実現には、WiringPi ライブラリを利用した。同ライブラリには MCP23S17 用 API も用意されておりこれも用いている。

EL スイッチ上面、すなわちキートップに画像を描画する処理も実装した。EL スイッチは 16bit カラーを受け付ける仕様なので、RasPi Zero のストレージから任意の画像を読み出し、1 ピクセルごとに 16bit カラーに変換する処理を行い、1byte ずつ画像データを送信する処理とした。これらの画像処理の実装には OpenCV 2.4.9.1 を利用した。

4 動作検証

12 個全ての EL スイッチを使用しての製作に先立ち、各機能の単体テストをそれぞれ行った。図 5 に実験の

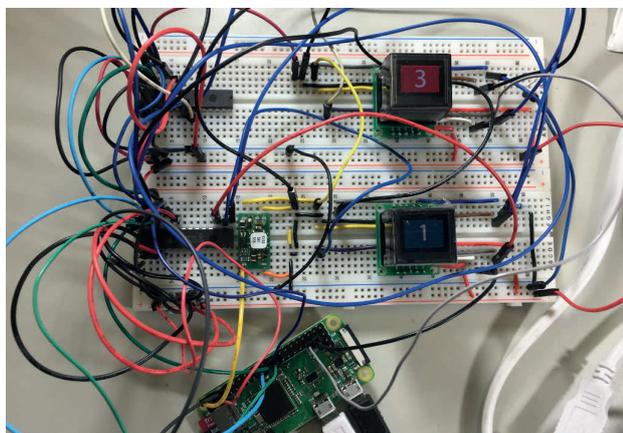


図 5: 動作検証

様子を示す。

RasPi Zero が HID デバイスとして振る舞えるかどうかについては、WindowsPC と USB 接続した状態で /dev/hidg0 デバイスファイルに対してキーコードを書き込むことで実現できる。この結果、PC 側からはキーコードの受信、すなわちキーが押されたのと同じ状態になり、期待通りに動作することを確認した。

また図 5 のように、1 台の RasPi Zero から複数の MCP23S17 を経由して EL スイッチの上面ディスプレイに画像描画ができることを確認した。

モメンタリプッシュスイッチとしての機能も確認した。

4.1 プリント基板の設計

EL スイッチは制御のためのピン数が多く、また電源も複数種類必要であることから、ユニバーサル基板上での製作は配線がかなり複雑化する。そこで本研究ではプリント基板を設計製造することにした。設計にはプリント基板設計エディタ PCBEE を用いた。図 6 に設計結果を示す。層数は 6 層、サイズは 130.81mm×106.68mm である。製造はユニクラフト社に依頼した。現在はこのプリント基板に各部品を実装し動作確認を行っている。

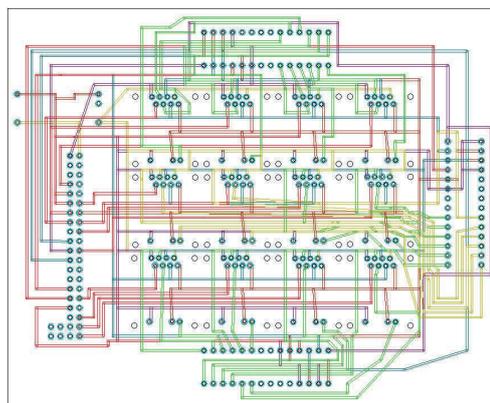


図 6: PCB 設計図

5 まとめと今後の課題

表示と機能を動的に変化させられる ElasticKeyboard を提案した。必要な各機能のそれぞれの単体テストは成功している。今後は 12 個全てをプリント基板上に実装しての動作確認や、ランダム表示・連結表示の実現、ユーザテストを行っていく予定である。

参考文献

- [1] Agarwal, M. et al., “Secure authentication using dynamic virtual keyboard layout,” Proc. Int. Conf. & WS. on emerging trends in technology, pp.288-291, 2011.