

# ProjecKeyboard: プロジェクションにより キーの表示と機能が動的に変化する物理キーボード

今井 宏祐<sup>†</sup> 鯨井 政祐<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 埼玉工業大学 工学部 情報システム学科

## 1. 研究の背景と目的

現在、店頭でのクレジットカード決済では、暗証番号を入力するためにテンキーボードを使用するが、これ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。これの対策として、仮想キーをランダムに並べタッチパネルを使って実現したとしても、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プロジェクションにより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。

## 2. 要素技術

**2.1 プロジェクションマッピング** プロジェクションマッピングは映像投影技術の一種で、投影する対象の大きさや配置に合わせて予め投影画像を変形させて投影する。

**2.2 Raspberry Pi Zero W** Raspberry Pi Zero W (以下 RasPi Zero) はシングルボードコンピュータの一種である。画像処理が行える、PC から HID デバイスとして認識させることができる等の特長がある。

## 3. 提案するシステム

**3.1 仕様** 図 1 に本研究で提案するキーボードのコンセプトイメージを示す。それぞれのキートップの絵柄と機能を動的に変えることができる。これによりランダムな配置を実現できる。ピリオドキーを押下することで、キー配列をランダムに再配置することができる。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。

**3.2 ハードウェア実装** 本研究ではキートップの表記を動的に変更する方法として、プロジェクションマッピングの技術を応用する。すなわち、プロジェクタからキートップの映像を、キーボードの各キートップに位置合わせして投影する。プロジェクタから送出する映像はプログラムで変更できるので、現在送出している映像と、実際に押されたキーとを対応づければ容易にランダム配列キーボードの機能を実現できる。

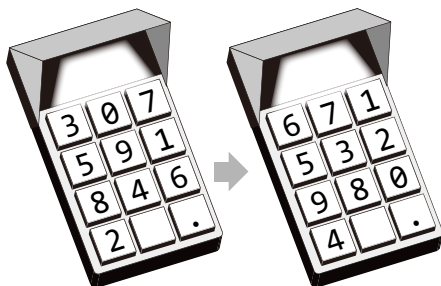


図 1: 本研究で提案するキーボード

プロジェクタは SK テレコムの LB-UH6CB を使用した。1 辺が 55mm の立方体状で小型であり、レーザ投影式のためフォーカス調整が不要である。全体サイズをできるだけ小さくするため、プロジェクタから出力された画像をミラーで 2 回反射させてキーに投影させた。ミラーは光社の DKM-2919 をカットしたものを 2 枚使った。プロジェクタ、ミラー、RasPi Zero 及びテンキーを固定するための筐体を 3D プリンタを用いて作成した。また、プロジェクタから直接テンキー上に画像を投影すると見辛いので、キートップ部分には画像の視認性を上げる目的で TRUSCO 社の再帰性反射シート HS-2222F-W を各キーの大きさにカットしたものを貼り付けた。

**3.2.1 ソフトウェア実装** キートップ画像は RasPi Zero 上のプログラムで表示してプロジェクタに送る。このプログラムは C++ 言語により実装した。キートップ画像の生成には OpenCV2.4.9 を使い、拡縮処理や、透視変換による投影時の歪みの補正を実装した。またその描画のために、Linux デスクトップ画面に画像をフルスクリーン表示でき、かつキーボード押下に対するイベント駆動が可能である SDL2.0 を利用した。RasPi Zero では画像の拡縮処理や透視変換を毎フレーム行うと描画更新速度に問題があるため、キー画像の配列を決定する際にそれぞれのキーが押された状態の画像を一括で生成、補正をしてしまうことで動作の軽量化を実現した。

RasPi Zero の HID デバイス化は、PC と USB 接続した状態で `/dev/hidg0` の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した。

## 4. 実験

動作確認を行った、図 2 のようにランダム配列であることと対応するキーコードが PC に送られること、再シャッフル機能のすべてが正しく動作することを確認した。



図 2: 動作検証

## 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 ProjecKeyboard を開発した。今後の課題として、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させる機能、動作の軽量化などが挙げられる。