

# 持ち方に応じた操作を可能とする携帯端末向け入力システム

池上秀十 高橋伸‡ 田中二郎‡

† 筑波大学情報学群情報メディア創成学類 ‡ 筑波大学システム情報系

## 1 はじめに

多くの高機能携帯端末ではスペースを節約するため、入力インタフェースには出力と入力を兼ねるタッチパネルが利用されている。一方で多くの携帯端末には機器側面にハードキーが設置されている。ハードキーは使用頻度が高い操作において、タッチパネルのGUI操作よりも素早く簡単であり操作性が良い。しかしハードキーはタッチパネルと違い入力位置が固定であるため、携帯端末を様々な持ち方で利用するアプリケーションから使用できなくなる問題がある。このような場合、ハードキーの持つ高使用頻度の機能に対する良好な操作性が失われる。以上のように既存の入力インタフェースでは、素早く簡単な操作の実現と様々な持ち方に対応することの両立が難しいと言える。

そこで本研究では、ハードキーに近い操作性を持ち、かつ端末の多様な持ち方に対応できる入力インタフェースの実現を目的とする。そのためには入力位置を状況によって変化させることが必要である。そこで我々は、携帯端末を握る圧力から持ち方と指の位置の推定を行い、入力位置を指の位置に応じて変更する方法を考案した。我々はこの方法を用いて、多様な持ち方に対応できる入力インタフェースを実現する入力システムを開発した。

## 2 関連研究

携帯端末の周辺を利用した入力手法の研究はこれまでに多く行われている。中島らの研究 [1] ではタッチパネル外部の四隅をタップする入力手法を提案している。また椎尾ら [2] はタッチパネル外部にタッチセンサを設置し、持ち手を文鎮のように扱い入力操作の補助を行うインタフェースを提案した。本研究は彼らと同じように携帯端末の周辺を利用した入力インタフェースを提供するが、様々な持ち方に対応できる入力インタフェースを実現することが目的である。

一方で、携帯端末の持ち方に焦点を当てた研究も多く存在する。BiTouch and BiPad [4] はタッチパネルに触れる指の位置から端末の持ち方を推定し、タッチパネル上のUIを変化させる研究である。Kee-Eung 等 [5] の研究や iRotate Grasp [3] は本体にセンサを取り付けて持ち方を認識し、タッチパネル上のUIの変化に利用している。これらの研究は持ち方認識をタッチパネルでの操作に利用しているが、本研究ではタッチパネルでの操作を必要としない外部の入力インタフェースを実現するために利用している。

## 3 多様な持ち方に対応する入力インタフェース

高機能携帯端末には多くの機能があり、様々な用途で使われる。また、用途によって持ち方が多様に変化する。このため、ハードキーなどの入力位置が固定される入力インタフェースは、持ち方次第で使えないインタフェースとなってしまう。これがハードキーの欠点である。

我々は、この欠点を改善するため、新しい入力インタフェースを考案し、ハードキーの代わりとした。この新しい入力インタフェースは入力位置が固定されるハードキーとは異なり、どんな持ち方にも対応するよ

う持ち方に応じた入力位置の変化を実現することを目標に設計した。また、ハードキーの利点である素早く簡単な操作を持つように設計した。そのため、タッチパネルを利用した入力インタフェースとは異なる。以上を実現するため、我々は“持ち方の推定”と“仮想ハードキーの設置”を考案した。それらの設計を実装し、多様な持ち方に対応する新たな入力インタフェースを提供するシステムを開発した。

### 持ち方の推定

本システムを開発するにあたり、持ち方によって入力位置を変化させたいため、まずユーザが端末をどのように持っているか判断する必要がある。そこで我々はシステムに持ち方の推定処理を設計した。持ち方の推定をするにあたり、我々は携帯端末を握るときの圧力に着目した。端末側面に圧力センサを複数取り付け、その圧力分布データを分析することで持ち方を推定する。また、圧力分布データの分析には、パターン認識を活用する。あらかじめ様々な持ち方による圧力分布データを学習データとして登録しておき、入力された圧力分布データに対して分類を行うことで持ち方の推定を行う。

### 仮想ハードキーの設置

入力位置が固定される入力インタフェースは、多様な持ち方に対応できないため、新たなインタフェースには持ち方に応じて入力位置が変更されることが求められる。そのため我々は、持ち方の推定を利用し、持ち手の指のある場所とその可動範囲を入力位置にする方法を考案した。この方法により、入力位置が指の位置によって変化する。入力は側面に取り付けられた圧力センサに対して行う。圧力センサは側面を覆うように複数取り付けられるため、入力位置は自由に変更することが可能である。また、ハードキーによる入力と同じように、圧力センサに対する指の押し込みによって入力を行うように設計した。以上のように、指の位置に設定される入力位置は仮想的なハードキーのように扱えるため、我々はこの入力位置を仮想ハードキーと呼ぶ。また、持ち方によって入力位置を変更する方法を仮想ハードキーの設置と呼ぶ。また、どのような持ち方であっても同じ指を押し込みは同じ操作ができるように、仮想ハードキーを各指に対応して割り当てるよう設計した。以上のように、仮想ハードキーは実際のハードキーと同じような操作性を持つように設計し、かつ仮想ハードキーを用いた新たな入力インタフェースは多様な持ち方に対応できるように設計した。

## 4 実装

プロトタイプとして圧力センサを複数備えた携帯端末装着型デバイスを開発した(図1)。システム構成を図2に示す。



Flexible Input Interface based on Grasp of Mobile Device

Shu Ikegami †, Shin Takahashi ‡, Jiro Tanaka ‡

† College of Media Arts, Science and Technology, School of Informatics, University of Tsukuba

‡ Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

図 1: 携帯端末装着型デバイス

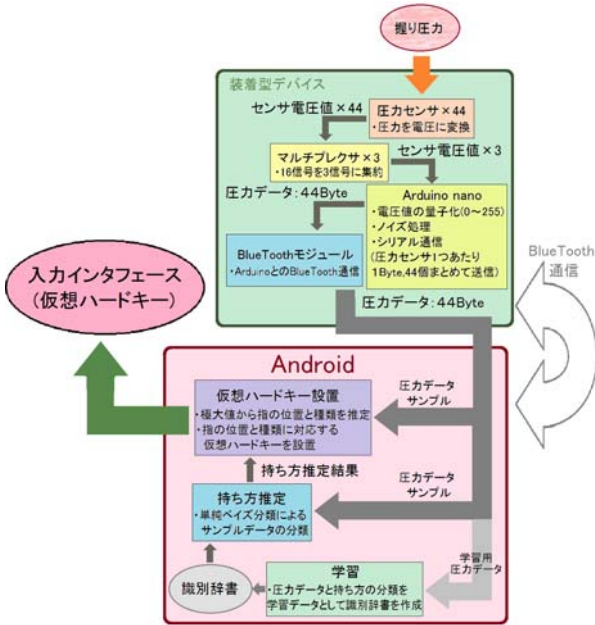


図 2: システム構成

#### 4.1 持ち方の推定

持ち方の推定にはパターン認識手法である単純ベイズ推定を用いた。認識に必要な特徴データは、端末側面に取り付けられた 44 個の各圧力センサから、0 から 255 までの値に量子化した圧力値を取り出し、それを 1 列に並べたものである。これに持ち方の分類を付け加え、学習を行う。この学習により認識辞書を作成する。推定を行うときには、認識辞書を読み込み、その時点での特徴データをサンプルとして入力する。サンプルに対する持ち方の分類は単純ベイズ推定によって推定される。持ち方の分類を図 3 に示す。



図 3: 携帯端末の持ち方の分類

#### 4.2 仮想ハードキーの設置

持ち方の分類が推定されると、指の大きかな位置が予測できる。詳細な指の位置は圧力分布の極大点を求めることで推定する。また同時に指の種類を推定する。これにより指のある位置とその可動範囲に仮想ハードキーを設定することができ、同じ指には常に同じ操作を持つ仮想ハードキーを割り当てることが可能となる。仮想ハードキーに対する入力はその位置にある圧力センサに対する押し込みによってなされる。このとき、圧力データの値が閾値を超えた時に入力と判断される。こ

のように仮想ハードキーは実際のハードキーと同じような操作で扱うことができ、操作性が近い。

### 5 応用アプリケーション

本システムを用いて操作を行うアプリケーションを開発した(図 4)。



図 4: 地図アプリケーションと仮想ハードキーの配置

地図アプリケーションは、人差し指に拡大、中指に縮小、薬指・小指にカメラのチルト機能を持つ仮想ハードキーが割り当てられており、右手持ち、左手持ち、両手持ちの持ち方に対応する。拡大・縮小・カメラチルトの操作に対して、GUI を呼び出したりジェスチャを用いて操作したりする必要がなくなるため、既存の地図アプリケーションよりも、素早く簡単な操作が可能である。また、持ち方に応じて仮想ハードキーを配置するため、荷物があるときなどの制限された状況下でも、手の持ち代えを行わず使用できる。

### 6 おわりに

本研究では多様な持ち方に対応できる新たな入力インタフェースを実現する入力システムを開発した。また、この入力インタフェースを利用するアプリケーションを開発した。今後の課題として、ハードキーのような押し込みのみのインタラクションではなく、スライドやタップといったインタラクション方法を実現したいと考える。

### 参考文献

- [1] 中島 崇之, 三浦 元喜: フレームタップ操作によるタブレット入力拡張方式の検討, 情報処理学会インタラクション 2012, Pages 361-366, (2012).
- [2] 椎尾 一郎, 辻田 眸: 文鎮メタファを利用した小型情報機器向けインタフェース, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.3, pp.1221-1228, (2007).
- [3] Lung-Pan Cheng, Fang-I Hsiao, Yen-Ting Liu, Mike Y. Chen: iRotate Grasp: Automatic Screen Rotation based on Grasp of Mobile Devices, UIST Adjunct Proceedings 2012, Pages 15-16, (2012).
- [4] Julie Wagner, Stephane Huot, Wendy E. Mackay: BiTouch and BiPad: Designing Bimanual Interaction for Hand-held Tablets, CHI 2012, Pages 2317-2326, (2012).
- [5] Kee-Eung Kim, Wook Chang, Sung-Jung Cho, Junghyun Shim, Hyunjeong Lee, Joonah Park, Youngbeom Lee, and Sangryong Kim: Hand Grip Pattern Recognition for Mobile User Interfaces, IAAI2006, Pages 1789-1794, (2006).