

ステレオカメラを用いた視覚障害者のためのタッチパネル操作支援システム

東京大学 ○ 山下 淳, 静岡大学 久野 素有, 静岡大学 金子 透, 静岡大学 小林 祐一, 東京大学 浅間 一

Assisting System of Visually Impaired for Touch Panel Operation Using Stereo Camera System

Atsushi Yamashita¹⁾, So Kuno²⁾, Toru Kaneko²⁾, Yuichi Kobayashi²⁾, Hajime Asama¹⁾

1) The University of Tokyo 2) Shizuoka University

In this paper, we propose an assisting system of touch panel operation for visual impaired. The proposed assisting system consists of a stereo camera system for image acquisition, a microphone for verbal input, headphones for receiving instructions, and a computer for processing. In our system, a user specifies the target button on the panel by verbal input through a microphone. The system detects the button and user's fingertip by analyzing image sequences obtained through a stereo camera system. Navigation is made by indicating the direction of the fingertip on the panel through headphones with sound. The effectiveness of the proposed method was verified through experiments.

1. 序論

本研究では、ステレオカメラを用いた視覚障害者のためのタッチパネル操作支援システムを提案する。

近年、個人用のタブレット端末やスマートフォンに加えて、銀行の ATM や駅の自動券売機など多くの場所でタッチパネルが利用されている。タッチパネルは表示機能と入力機能の両方を有し、操作方法が直観的に理解しやすいこともあり、様々な機器のタッチパネル化が急速に進んでいる。しかしタッチパネルには押しボタンのような凹凸がなく、触れて位置情報を読み取ることが出来ないため、視覚障害者が操作することは困難である。第三者の補助によって視覚障害者がタッチパネルを操作する方法も考えられるが、銀行の ATM 操作などでは個人情報漏洩が問題になる場合も考えられる。視覚障害者が操作するためのインタフェースを備えた機器も存在するが、すべてのタッチパネル機器が視覚障害者向けに設計されているわけではない。

この問題を解決するため、視覚障害者への情報提示および機器操作に関して数多くの研究がなされている[1-4]。筆者らもステレオカメラを用いたウェアラブル型のタッチパネル操作システムを提案しているが[5]、タッチパネルのボタンの大きさについての検討が十分でなく、また実際のタッチパネルの操作には金額入力や暗証番号等、連続してボタンを押す操作が必要になる場面があるにも関わらず連続して複数のボタンを押す操作に対応していなかった。

そこで本研究では、タッチパネル上のボタンの大きさについての検討を行うと同時に、連続したボタン入力を可能とするシステムを構築することを目的とする。

2. タッチパネル操作支援システム

2.1 ウェアラブルタッチパネル操作支援システム

構築したタッチパネル操作支援システムを図1に示す。



(a) タッチパネル操作の様子 (b) ステレオカメラ

図1 タッチパネル操作支援システム

提案システムはステレオカメラ (2台のカメラ, 図1(b)), マイク, ヘッドフォン, 計算機から構成されており, 利用者はこれらを装着してタッチパネル操作を行う。

2.2 タッチパネル操作支援の概要

利用者は最初にマイクを用いた音声入力によりシステムに指示を与える。タッチパネル操作が完了するまでシステムはステレオカメラを用いて映像を取得し続け, 画像処理によってタッチパネル操作の誘導に必要な情報を計算し, この情報を信号音や音声でヘッドホンに出力する。利用者はヘッドホン出力から得られる情報を基にタッチパネル操作を行う。

2.3 処理手順

システムは最初にタッチパネル全景の画像を取得し, 取得した画像から色相, 彩度, 明度に対して閾値を設定してタッチパネル画面領域のコーナーを検出する。また, 文字を持つ一般的な特徴 (アスペクト比, 背景と黒字部のバランスなど) を照合し, 原画像から同様の特徴を持つ領域を抽出する。抽出した領域には文字を内包する可能性が高いため, この領域に対して文字認識処理を行い, ボタンを検出する。そして, ボタンがタッチパネル上どのように配置されているかを記録するボタンマップの作成を行う。その後, タッチパネルに表示されているボタンを読み上げ, 利用者に伝える。

上記の処理が完了した後, 利用者はタッチパネル上の目標のボタンを音声で指示し, システムは音声認識をすることにより目標のボタンを認識する。次にステレオカメラから画像を取得する。取得した画像からタッチパネル画面領域のコーナーを検出し, 平面マップと照合して, タッチパネル上にある各々のボタン位置を求める。また, 取得した画像から肌色の閾値を設定して手の領域を抽出し, 手の領域の重心から最も遠い位置にある輪郭線上の鋭角の頂点を指先として求める。得られたボタンと指先位置の3次元座標を三角測量の原理により算出する。求めた3次元座標から指先と目標ボタンの相対位置を計算し, 相対位置情報に基づいた誘導音を生成してヘッドホンに出力する。

ここで, 利用者が指をボタンへ近づけるとボタンは手に隠れて認識出来なくなる場合がある。そこでボタン以外にも画面領域のコーナーの位置情報を取得し, コーナー位置からボタン位置を推定して誘導に利用する。

また, 利用者は指先からタッチパネルまでの距離が分からないため, タッチパネルに誤接触する恐れがある。そこで, 指先からタッチパネルまでの距離が一定の値より小さい場合には警

告音を提示し、指先が目標ボタンの上にある場合には一致音を提示する。

以降、画像取得から誘導音の出力までの処理を繰り返す。利用者は逐次更新される誘導音を頼りに指先をボタンの位置まで移動することにより、タッチパネル操作を行う。

2.4 連続ボタン入力の誘導

利用者が操作したいボタンを最初にまとめて指示することにより、連続的にボタンの誘導を行う。あるボタンを押した直後に次のボタンへの誘導を始めることが可能であるため、ボタンを押す度に次に操作したいボタンの指示する方法と比較して、本手法は操作時間を短縮することが可能である。

3. タッチパネルのボタン誘導実験

3.1 実験システムの概要

被験者には目隠した状態でステレオカメラとヘッドホンとマイクを装着してもらい、タッチパネル画面の前に立ってもらった状態から実験を開始した (図 1(a))。

タッチパネル操作支援システムの画像入力には、Logicool 社製のウェブカメラ 2 台で構成したステレオカメラを使用した (図 1(b))。カメラの解像度は 960×720 画素であり、左右カメラで同期したカラー画像を取得可能である。マイクとヘッドホンは、一般的に普及している両者が一対となったヘッドセットを利用した。計算機は Intel Core2Quad (2.83GHz)、メモリ 4GB を搭載し、OS には Microsoft Windows XP を用いた。

画像処理に関する多くの部分は OpenCV ライブラリを利用し構築を行った。文字認識には Panasonic 社製 活字認識ライブラリ Ver. 13 を使用した。また、音声入出力の部分には Windows XP に付属する音声認識・音声合成エンジンおよびアクエスト社製 AquesTalk を利用した。

タッチパネルのボタン数やボタン配置によって多少の変化はあるものの、誘導開始時のボタンマップ生成の処理時間は 2s 程度であり、その後の誘導は 10fps 前後であった。

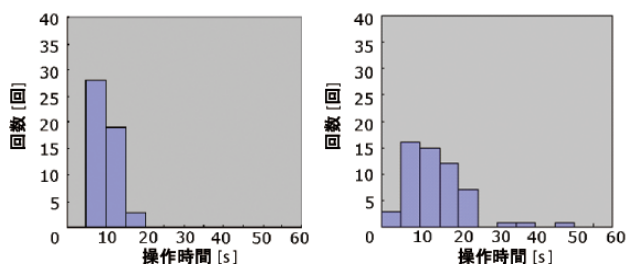
3.2 異なる大きさのボタン操作

タッチパネルに表示されるボタンの大きさの違いによる操作時間および操作成功率の変化を測定した。

実際の ATM で使用されるボタンを調査した結果、最も小さいボタンは 20×20mm であった。そこで、大きいボタン (45×42mm) と小さいボタン (20×20mm) の 2 種類を準備し、前者は被験者 10 名で 5 回ずつ、後者は被験者 6 名で 10 回ずつ 1 つのボタンを操作する実験を行った。

表 1 異なる大きさのボタンの成功率と平均操作時間

ボタン	大きさ	成功率	操作時間
大きいボタン	45×42mm	100%	9.9s
小さいボタン	20×20mm	93.3%	15.5s



(a) 大きいボタン (b) 小さいボタン

図 2 異なる大きさのボタンの操作時間

それぞれのボタンの成功率および平均操作時間を表 1 に、操作時間のヒストグラムを図 2 に示す。小さいボタンを操作する場合は、操作するボタンの直先に指が近づいたことを示す一致音を提示する範囲が大きいボタンよりも狭いため、押す直前で指がボタンからずれてしまうことが多かった。このため大きいボタンを操作するとき比べて操作時間が長くなったものの、高い確率で正しくボタンを操作することが可能であった。

3.3 連続ボタン操作

実際の ATM の金額入力画面を模したタッチパネルを作成し、本システムを使って連続したボタン入力の実験を行った。

例として「1 万円」と入力する操作を行った結果を図 3 に示す。操作すべきボタンを「1」「万」「確認」とシステムが認識して誘導を開始するまで 8.4s の時間を要し、その後誘導音により 3 つのボタンを操作するために必要な時間は 33.6s であった。

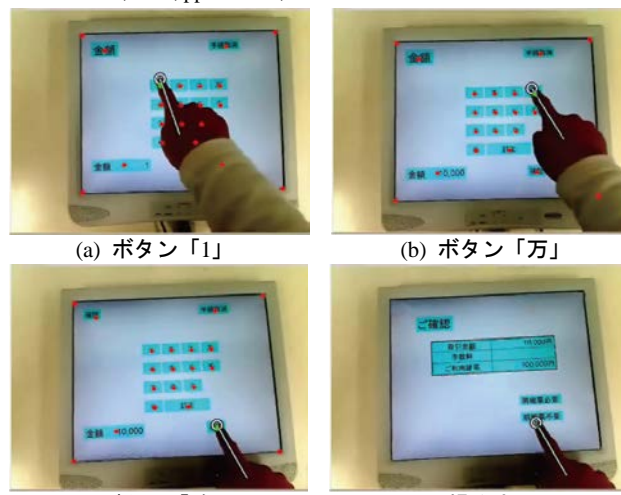
4. 結論

本研究では、ステレオカメラを用いて利用者が視覚に頼らずにタッチパネルの操作を可能とするシステムを提案した。操作するボタンの大きさについての検討を行うと同時に、連続したボタン入力を可能とするシステムを構築した。

現状では目的のボタンを押したことを利用者がシステムに明示的に伝えているが、今後は利用者が操作したボタンおよび操作した瞬間をシステムが自動認識する機能の追加が重要である。謝辞 本研究の一部は、科研費挑戦的萌芽研究 24650093 の援助を受けた。

参考文献

- [1] Takao Asawa, Akinori Ohta and Taku Ando: "Promoting Universal Design of Automated Teller Machines (ATMs)," *FUJITSU Scientific & Technical Journal*, Vol.41, No.1, pp.86-96, 2005.
- [2] Duane J. Jacques, Ranga Rodrigo, Kenneth A. McIsaac and Jagath Samarabandu: "An Object Tracking and Visual Servoing System for the Visually Impaired," *Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp.3510-3515, 2005.
- [3] Keijiro Usui, Masamitsu Takano and Ikuko E. Yairi: "Sound Presentation Method for Touch Panel Regarding the Use of Visually Impaired People," *Proceedings of SICE Annual Conference 2010*, pp.2992-2998, 2010.
- [4] 宮木 理恵, 山下 淳, 金子 透: "プロジェクタ・カメラシステムを用いた色覚障害者への色情報提示," *電気学会論文誌 D*, Vol.131, No.4, pp.497-504, 2011.
- [5] 久野 素有, 山下 淳, 金子 透: "ステレオカメラを用いたタッチパネル操作支援システムの構築," *電気学会論文誌 D*, Vol.131, No.4, pp.458-465, 2011.



(a) ボタン「1」 (b) ボタン「万」

(c) ボタン「確認」 (d) 操作完了

図 3 連続したボタン入力の様子