

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における指先とパネルの誤接触防止

静岡大学 ○久野 素有, 山下 淳, 金子 透

Prevention of Erroneous Contact between User's Fingertip and Panel in Assisting System for Touch-Panel Operation Using Stereo Camera

So Kuno, Atsushi Yamashita and Toru Kaneko, Shizuoka University

In this paper, we propose a system which helps people with visual disability operate touch-panels. In the system, a user specifies the target button on the panel by a verbal input. The system detects the button and user's fingertip by analyzing images obtained through a stereo camera. The system guides the finger to the panel by indicating the direction of motion of the fingertip relative to the panel through sounds in headphones. If the distance between the fingertip and the touch panel is too small in vertical direction before the finger reaches the target button, the system informs the user by warning sound not to touch the panel. Experiments showed the effectiveness of the proposed system and the average navigation time for the most efficient method was 9.9s.

1 序論

現在、銀行の ATM や病院の受付端末等の機器でタッチパネルが利用されており、様々な機器でタッチパネル化が進んでいる。タッチパネル操作は日常生活を送る上で必要不可欠なものとなりつつある。タッチパネルには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平面的な画面である。また、タッチパネル上に点字を併記することが出来ないため、視覚障害者は触れてボタンを認識することも出来ず操作は困難となる。第三者の補助を受けるという方法もあるが、個人情報漏洩の観点から好ましくない場合が考えられる。

この問題を解決するため、テンキーと音声案内による補助入力システムを搭載した機器の研究[1]がある。しかし、視覚障害者向けではないタッチパネル機器も数多く存在しており、まだ利用可能な環境は限定されている。テンキー等は使わず、タッチパネル画面上方にカメラを設置して、聴覚フィードバックにより利用者の指を操作対象のボタンへ誘導する研究[2]もある。しかし、カメラの固定やタッチパネル領域や指を検出するためのマーカーを設置する等の準備が必要である。

本研究では、視覚障害者向けではないタッチパネル機器を視覚障害者が単独で操作を可能とする支援システムの構築を目的とする。我々は利用者にステレオカメラなどの機器を装着してもらうことで、マーカーを設置せず得られた画像からタッチパネルのボタンと指を検出し(図1)、操作を誘導するシステムを構築した[3]。しかし従来研究では、平面的な誘導しか行っておらず、タッチパネルから指先までの距離情報を提示していないため、誘導している際に、誤ってタッチパネルに触れてしまう問題があった。視覚障害者のタッチパネルの操作を支援する研究として、2次元空間を認識できる音の提示に関する研究[4][5]があるが、3次元の誘導は行っていない。本研究では、ステレオカメラで計測した3次元情報を基に、操作中に利用者の指先が誤ってタッチパネルに触れないように誘導を行う。

2 システムの概要

機器の構成を図2に示す。利用者はマイクを介した音声入力によりシステムに指示を与える。システムはステレオカメラから画像を取得し、タッチパネル操作の誘導に必要な情報を取り出した後、この情報を信号音や音声でヘッドホンに出力する。

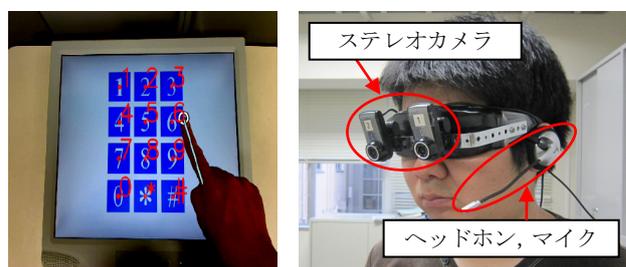


図1 ボタンと指の検出

図2 機器の構成

利用者はこの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。前提条件として、ステレオカメラはタッチパネル画面に向けられ、その全景を映していることとする。

2.1 システムの処理手順

システムの処理手順を図3に示す。前処理として、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平面マップの作成と、システムと利用者が認識している方向のずれをなくするための座標合わせ処理を行う。

前処理が済み次第、利用者はタッチパネル上の操作するボタン名を音声により入力する。システムはステレオカメラから画像を取得し、得られた画像からボタン及び指先の検出を行い、各々の3次元座標を算出する。求めた3次元座標から指先と操作する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。以降、画像取得から誘導音出力までの処理を繰り返し行う。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させ、タッチパネル操作を行う。

2.2 ボタン検出

ステレオカメラにより得られた画像から、タッチパネル上の文字を認識することでボタンを検出する。文字認識で得た文字情報と画像上での認識位置との対応を取ることで各文字の位置を特定し、この文字の位置を各々のボタン位置とみなす。

2.3 オクルージョン対策

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オクルージョンの問題が生じる場合がある。本研究で提案するオクルージョン対策方法ではボタン以外に画面領域のコーナーの位置情報を得て、ボタン位置を補完する。

2.4 指の検出

原画像の肌色領域を手の領域として抽出し、その輪郭線を取

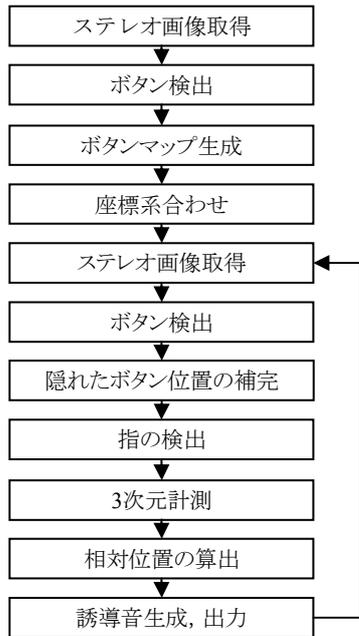


図3 システムの処理手順

得する。取得した輪郭線を多角形で近似し、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する。

2.5 誘導音の出力

誘導音の種類、操作対象の方向、距離情報の提示方法を複数種類構築し、比較検討を行った結果、誘導音には音声を用いて、8方向を提示し、音量の大きさにより距離を提示する方法を用いる。

2.6 誤接触の防止

利用者は指先からタッチパネルまでの距離がわからないため、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。今回は、指先からタッチパネルまでの距離が30mmより小さくなった状態で警告音を提示する。

3 実験

目標ボタン付近以外で利用者の指先がタッチパネルに接近した時に警告音なしの場合と警告音ありの場合で、誘導中に誤って指先がタッチパネル画面に触れるかどうか調べるための実験を行った。図1に示すタッチパネルを用いて、図2のように、ステレオカメラとヘッドホンとマイクを装着した10名の被験者（目隠しをした健常者）の誘導中の指先からタッチパネルまでの距離を2回ずつ計測した。実験に使用したカメラは、ウェブカメラ2台を用いて構築したステレオカメラである。解像度は960×720で、左右の同期したカラー画像を取得することが可能である。また、実験に用いたPCはIntel Core2Quad(2.83GHz)、メモリ4GBを搭載し、OSにはWindowsXPを用いた。処理時間は5fpsであった。

ある被験者が実験をした結果を図4に示す。図4のグラフから警告音なしの場合では、タッチパネルまでの距離がわからないため、指先がタッチパネルに触れてしまっている。それに対して警告音ありの場合では、警告音が提示された直後に利用者はタッチパネルに触れそうなことに気付いたため、タッチパネルまでの距離が大きくなっていることがわかる。実験を行った結果、警告音なしの場合では20回中2回触れてしまったが、警告音ありの場合では1度も触れることはなかった。誘導中の指

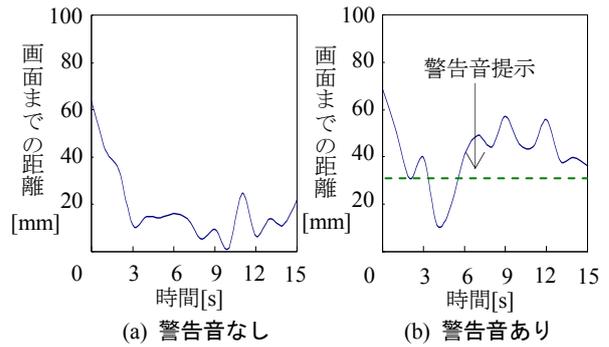


図4 警告音を提示した時の指先の軌跡

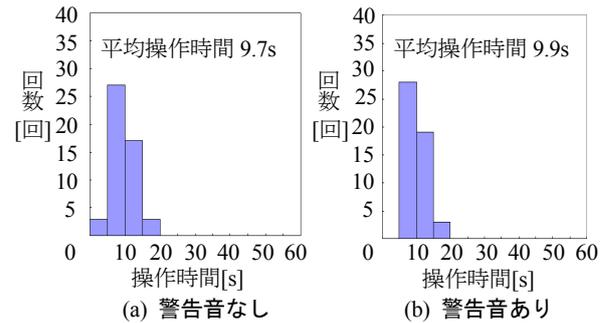


図5 操作時間ヒストグラム

先からタッチパネルまでの距離の平均は警告音なしの場合では32mmであったのに対して、警告音ありの場合では59mmと大きくなった。

また、それぞれの操作時間を測定した。10名の被験者に対して5回ずつ測定した。その結果を図5に示す。図5のグラフからわかるように操作時間に大きな変化は見られなかった。

4 結論

本研究では、ステレオカメラによりボタンと指先を3次元計測し、利用者の指先がタッチパネルに接近した時には警告音を提示することで、誤ってタッチパネルに触れることなく正しく操作出来ることを確認した。

今後の課題として、2文字以上の文字列のボタン等の認識も行い、システムが利用者にタッチパネル上に表示されている内容をどのように伝えるかについても検討する必要がある。

参考文献

- [1] Takao Asawa, Akinori Ohta and Taku Ando: "Promoting Universal Design of Automated Teller Machines", FUJITSU Scientific & Technical Journal, Vol.41, No.1, pp.86-96, 2005.
- [2] 渡辺将充, 竹内義則, 松本哲也, 工藤博章, 大西昇: "タッチパネル操作における障害者の指の誘導法", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.108, No.435, pp.53-58, 2009.
- [3] 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における誘導方法の検討", 第16回画像センシングシンポジウム講演論文集, IS1-07, pp.1-6, 2010.
- [4] 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.
- [5] 天野成祥, 山田武志, 牧野昭二: "視覚障がい者のタッチパネル操作支援のための画像生成手法の検討", 日本音響学会2011年春季研究発表会講演論文集, pp.901-902, 2011.