

歩行中の手指ジェスチャ入力と音によるフィードバックの検討

馬 雪詩[†] 北原 格[‡] 亀田 能成[‡]

[†] [‡] 筑波大学 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: [†] s1520850@u.tsukuba.ac.jp, [‡] {kitahara, kameda}@iit.tsukuba.ac.jp

あらまし 我々は視覚障害者を対象として、移動アクセシビリティ情報をシステムに問い合わせるユーザインターフェースの研究を進めている。そのためのユーザインターフェースとして、提示しやすくかつロバスト性の高いハンドジェスチャと、その音によるフィードバック方式について検討している。本稿では、ジェスチャの種類に合わせて異なる音フィードバックの設計と実装を示す。

キーワード 視覚障害者、手指認識、音フィードバック、ユーザインターフェース

A Study for Hand Gesture Input and its Sound Feedback

MA Xueshi[†] Itaru KITAHARA[‡] and Yoshinari KAMEDA[‡]

[†] [‡] University of Tsukuba 1-1-1 tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

E-mail: [†] s1520850@u.tsukuba.ac.jp, [‡] {kitahara, kameda}@iit.tsukuba.ac.jp

Abstract We have been studying the new user interface based on easy and robust hand gesture to obtain necessary information for visually impaired people who are walking on streets. Upon the development of the easy and robust hand gesture, our study is extended to a new sound feedback system. In this paper, we report the design of sound in accordance with the gesture types recognized by our preliminary system.

Keywords Visually Impaired People, Hand Gesture Recognition, Sound feedback, User Interface

1. はじめに

世界保健機関(WHO)の 2014 年までファクトシートの表記[1]によると、世界で視覚障害がある人は 2 億 8500 人と推定される。また、厚生労働省の統計[2]によると、平成 18 年日本の視覚障害者は約 31.5 万人である。視覚障害者が社会生活や職業生活を営むことは、福祉社会の大きな目標の一つとなる[3]。しかし、視覚障害者にとって、外出は容易ではない。その理由として、歩行時の危険性があげられており、安全な一人歩きは難しい状況である[4]。この問題を解決するため、視覚障害者の単独歩行を支援するシステムがいくつか提案されている。このような情報提供装置に必要な条件として、視覚障害者は「使い方が簡単」、「一人で歩ける」を挙げている[5]。

長谷川[6]らの研究によれば、一般的な HMI(Human machine Interface)の入力はキーボードなどの触覚、音声認識などの聴覚、ジェスチャ認識などの視覚に分類される。間邊[7]らは歩行者ナビゲーションの HMI の入力コマンド研究で、スイッチやキーボードを用いた触覚情報や、マイクを用いた聴覚情報によって、ユーザの移動目的地などの意思を伝えることを述べた。大河[8]らは、触覚情報としてキーボードを用いた操作は、キーの数や形状などが視覚障害者の操作しやすさ

に大きく影響することを述べた。特にキーの数が多すぎることは簡易な操作を妨げるとしている。また、視覚障害者の単独歩行を支援する、障害物検知と環境認識が可能な電子式歩行補助具 ETA(Electronic Travel Aids)では、単独歩行する視覚障害者にとって、ETA を移動全体の中の一部でしか使わないため、スイッチの ON/OFF が自然な歩行を妨げるとされている [3]。

音声に基づく操作の研究では、後藤[9]らは視覚障害者ナビゲーションシステムとして、汎用のミドルウェアを利用して、音声による案内と設定のコマンドを入力するシステムを提案した。また、半澤[10]らと浅見[11]らは音声をを用いてユーザの目的地を入力するシステムを提案している。しかし、音声入力は周囲環境からのノイズの影響を受けることがある。また、実際に視覚障害者のヒアリングによると、音声入力を利用する際に、周りの人に入力内容を聞かれることに、恥ずかしさを感じている。

そこで本研究は、システムから移動アクセシビリティ情報を迅速かつ確実に収集できるよう、視覚障害者が歩行時でも提示可能な手指ジェスチャを入力コマンドとするユーザインターフェースを提案する。また、手指ジェスチャが認識されたことが利用者に伝わる音フィードバックの設計についても述べる。

手指ジェスチャは、効率性と利便性からシステムの入力コマンドとして使いやすいと考えられる[12]. 近年の、手指ジェスチャをシステムの入力コマンドとする取り組みとして、池[13]らは上下左右に手を払う自然な動作で電子機器を操作できる HGUI(Hand Gesture User Interface)を開発した. 手指ジェスチャの種類として、手を払う、握る、振る 3 種類がある. しかし、このような手指ジェスチャはコントローラの振動などに影響を受けやすいため、歩行中のジェスチャとしては適していない. 矢田[14]らは Leap motion により手指ジェスチャを認識し、個人用知的移動体 AT(Attentive Townvehicle)の操作を実現した. 両手ジェスチャを利用し、手の形状と指の本数から移動コマンドを作成した. しかし、視覚障害者は走行時に白杖を必要とするため、ジェスチャは片手で行えるほうが望ましい. また、直感的でない手指ジェスチャでは、ユーザが覚えにくい可能性がある.

手指ジェスチャを視覚障害者に適した入力コマンドとするためには、視覚障害者の歩行時の特徴を分析し、適切なハンドジェスチャを作成することが必要だと考えられる.

本研究では、視覚障害者の歩行時の特徴を分析し、歩行時でも動きやすくかつロバスト性の高いハンドジェスチャを考え、システムへの入力コマンドを作成した. また、作成した入力コマンドを利用者が即座に確認できるよう、音フィードバックを伴うユーザインターフェースを設計した. システム装着時のユーザの抵抗感や圧迫感を軽減するために、小型な Leap motion コントローラのみで手の認識を行う.

2. 入力コマンドとするハンドジェスチャ

永松[4]の調査によると、視覚障害者が外出時に白杖を利用する割合は 80.7%と高い比率を占めている. ジェスチャコマンドの要件と視覚障害者へのヒアリングから、片手だけで可能で、かつ、入力際に周りの人に迷惑をかけない、また、人前で行っても目立たないかつ恥ずかしくないジェスチャが望まれていることがわかった.

歩行時においては、体に装着した Leap motion コントローラが常に揺動することから、手指ジェスチャはその影響を受けにくいものであることが望ましい. また、優れた手指ジェスチャコマンドの特性[13]を考慮し、本研究では 3 種類のハンドジェスチャを考案した.

2.1. 3 種類のジェスチャの検討

留意した 3 種類の手指ジェスチャは、指の間の角度と距離によるジェスチャ、手を開いた大きさによるジェスチャ[15]、及び指の曲げ動作によるジェスチャである. 各手指ジェスチャの認識は Leap Motion SDK を

利用し C#で実装した.

まず、指の間の角度と距離による手指ジェスチャを説明する. 指の先端の座標と手のひらの中心の座標を利用して、親指と人差し指の二つの指ベクトルを作成し、手のひらの法線方向に垂直な平面に正射影する. 正射影後のベクトルの間の角度を指の間の角度 θ とする. また、正射影後の親指と小指のベクトルの間の距離を指の間の距離 d とする. 図 1 は指の間の角度と距離の様子を示す.

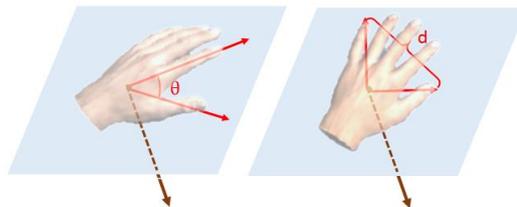


図 1 指ベクトルの角度 θ (左)と距離 d (右)

手を開いた大きさによる手指ジェスチャは、手を広げた時と握った時の間の手の開き具合で定義する. 具体的には、図 2(左)に示すように片手の各指の先端の座標と手のひらの中心座標になるベクトルの長さの総和を求める.



図 2 手の開いた大きさ(左)と指の曲げ動作(右)

指の曲げ動作によるジェスチャについて、ハンドジェスチャを正確に認識するため、図 2(右)に示すように、一定のフレームの間隔で指の先端の座標と指の根からなるベクトルと手のひらの法線ベクトルの間の角度の変化によって、指の曲げ動作を認識する. フレーム間隔と角度変化の程度は実験的に決める. 図 3 は実際に指の曲げ動作を実行した時の各フレームのベクトルの間の角度である. 四角で囲まれた部分の角度の変化(6 フレームの間で 20 度減少)によって、指の曲げ動作と定義する.

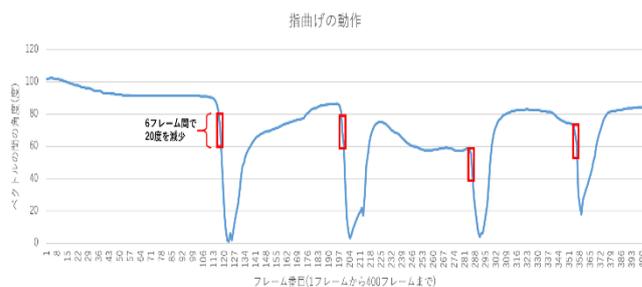


図 3 指の曲げ動作の角度の変化

3. テスト用のインターフェース

3種類のハンドジェスチャを利用し、5つの入力コマンドを作成した。具体的には、インターフェースでよく使われる決定コマンド、スワイプコマンド、及び3種類の数量調節コマンドである。また、5つの入力コマンドの実行状況を利用者が確認できるように、入力コマンドの音フィードバックを実装した。視覚障害者を対象のユーザとするため、コマンドの種類に合わせて異なる音でフィードバックする。

視覚障害者にとって歩行時にジェスチャが行いやすい姿勢を考慮し、図4に示す3つの体の部位を装着候補とする。具体的には、Leap Motion コントローラの認識面が地面と水平となる腕の部位、垂直となる腰の部位、及び胸の部位である。開発環境として windows 10 Pro, プロセッサは Intel(R) Core(TM) i7, Unity 5 エンジンを利用して実装した。



図4 Leap Motion コントローラの装着可能部位

インターフェースの動作確認画面として、図5に示すように、赤い球を5つ配置した。各球は左から1から5までの番号が振られている。現在選択されている球は青色で表示され、初期時点では、1番の球が選択されている(青色)。毎フレームで手の形状を表す手のモデルをリアルタイムで確認画面に表示する。さらに、決定コマンドの実行状態、現在選択されたボールの番号、ボールの大きさ、スワイプコマンドの実行状況、及び指の曲げ動作による手指ジェスチャの際の指の曲がり角度を提示する。すべてのコマンドは左手に対応する。それぞれの入力コマンドを示すために、利用者はまず初期化姿勢を示す。システム側はそれを認識してから、対応するコマンドモードの推定を行う。



図5 インターフェースの確認画面

3.1. 決定コマンド

決定コマンドの提示として、利用者は図6(上)に示す

ような初期化姿勢を示したあと、人差し指の曲げ動作による手指ジェスチャを実施する。システムが認識に成功すると、図6(下)に示すように確認画面ではボールの色が水色になり、決定コマンドの実行状態が OFF から ON となる。また、決定コマンドに対応する音フィードバックをする。

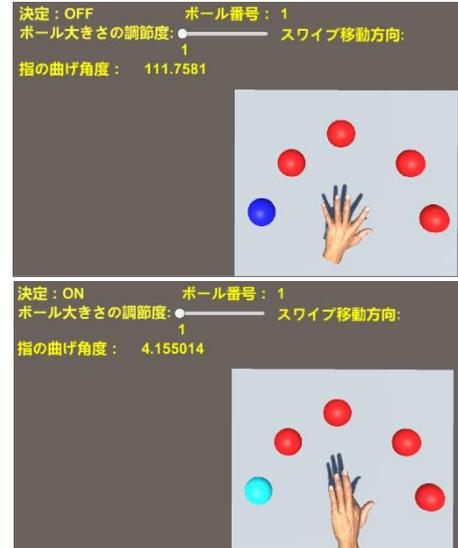


図6 決定コマンド (上:初期化 下:実行中)

3.2. スワイプコマンド

スワイプコマンドの提示として、利用者は図7(上)に示すような初期化姿勢を示した後、人差し指ないし中指で指の曲げ動作による手指ジェスチャを実施する。システムが認識に成功すると、図7(中)に示すように中指を曲げたときは選択された青色のボールは左に一個に移動する。人差し指を曲げると図7(下)のように選択された青色のボールは右に一個に移動する。また、スワイプコマンドの実行状況に合わせて、「左」あるいは「右」という音フィードバックをする。

3.3. 調節コマンド

数量を調節するための手指ジェスチャの検討のため、調節コマンドを三種類作成した。一つ目は指の間の角度による手指ジェスチャを利用し、最初に図8(上左)の初期化姿勢を示した後、図8(上右)のように親指と人差し指の間の角度によって、大きさを調節する。認識結果は確認画面でのボールの大きさに反映される。二つ目は指の間の距離による手指ジェスチャを利用し、最初に図8(中左)の初期化姿勢を示した後、図8(中右)のように親指と小指の距離の大きさによって、大きさを調節する。三つ目は、最初に図8(下左)に示すように手を少し握る状態を初期化姿勢とし、図8(下右)に示すように手の開き具合によって、大きさを調節する。選択された青色のボールの大きさを調節する。

いずれも、大きさが連続的に変化していることを音でフィードバックするために、正弦波波形の音源を用

意し、その周波数変化によって大きさをフィードバックする。

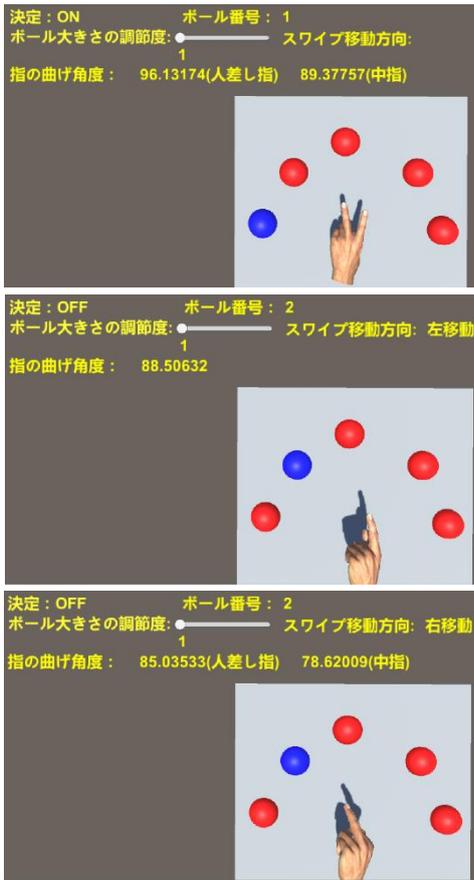


図 7 スワイプコマンド
(上:初期化 中:左移動 下:右移動)

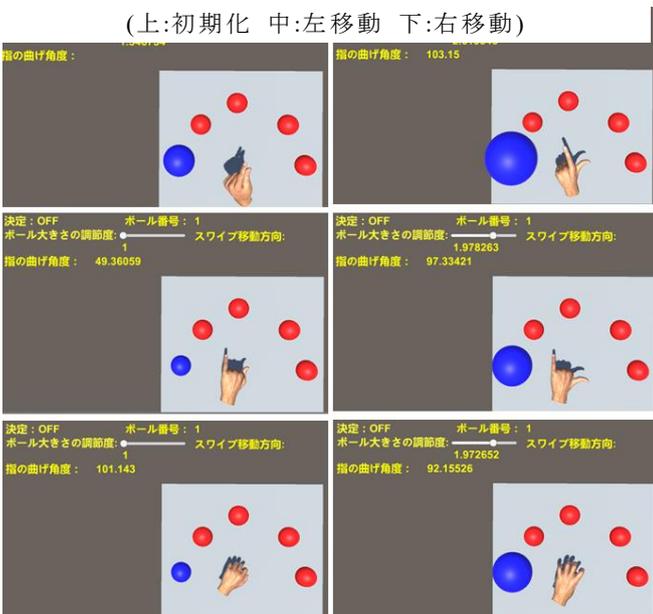


図 8 調節コマンド(上:親指と人差し指の間の角度. 中:親指と小指の間の距離. 下:手の開いた大きさ. いずれも左が初期化, 右が実施中)

4. まとめと今後の予定

本稿では、視覚障害者を対象として、提示しやすくかつロバスト性の高い手指ジェスチャを提案し、手指

ジェスチャの種類に合わせて異なる音でフィードバックするインターフェースを設計した。このインターフェースによって、手指ジェスチャによって作成したコマンドの実行状況を、利用者はすぐに確認できると考えられる。

今後の予定としては、試作システムによる実際の被験者実験を行うことが考えられる。実際に立位や歩行時での手指ジェスチャ提から、各コマンドの実行状況のデータを収集し、性能を検証したいと考えている。

本研究は JST-RISTEX の研究助成を受けた。

文 献

- [1] “World Health Organization”,
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>
- [2] 厚生労働省, “第 2 節 障害者の状況(基本的統計より)”, 障害者白書, 平成 24 年版.
- [3] 田内雅規, 大倉元宏, “視覚障害者支援技術の現状と問題点: 単独歩行について”, J.SICE, vol.34, no.2, pp.140-146, Feb 1995.
- [4] 永松義博, “視覚障害者の外出行動における歩行行動特性に関する研究”, 造園雑誌, vol.46, no.5, pp.77-80, 1982.
- [5] 北川博己, 横山哲, 船場ひさお, “視覚障害者を対象とした歩行誘導システムのニーズに関する研究”, 土木計画学研究発表会・講演集, no.30, 2004.
- [6] 長谷川孝明, 戸倉健治, “HMI の方法論的一検討～人間機械間通信のアプローチ～”, 信学技報 ITS, vol.100, no.243, pp.37-42, Jul 2000.
- [7] 間邊哲也, 長谷川孝明, “分類額の観点からみた歩行者ナビゲーションシステムの研究トレンド”, 信学技報 ITS, vol.34, no.6, pp.159-164, Feb 2010
- [8] 大河内直之, 坂井忠裕, “障害者向けの触覚技術”, 映像情報メディア学会誌, vol.65, no.12, pp.1690-1695, Dec 2011.
- [9] 後藤浩一, 松原広, “駅環境における携帯端末を用いた視覚障害者向け情報提供システム”, 情報処理学会論文誌, vol.44, no.12, pp.3256-3268, Dec 2003.
- [10] 判澤正人, 篠田陽理子, 曲谷一成, 築島謙次, 増本優, “DGPS を用いた視覚障害者用ナビゲーションシステムの開発”, 信学技報 HCS, vol.96, no.242, pp.71-78, Sept 1996.
- [11] 浅見友彦, 水野一徳, 早川大貴, “携帯端末を利用した視覚障害者用ナビゲーションシステムの開発”, 第 74 回全国大会講演論文集, vol.2012, no.1, pp.335-336, Mar. 2012.
- [12] Allan Christian Long, Jr, James A.Landa, Lawrence A.Row, “Implications For a Gesture Design Tool,” CHI 99, pp.15-20, May 1999.
- [13] 池司, 中洲俊信, “自然な手振りによるハンドジェスチャ ユーザインターフェース”, 東芝レビュー, vol. 67, no. 6, pp. 36-39, Jun 2012.
- [14] 矢田幸大, 長尾確, “ハンドジェスチャを用いた個人用知的移動体の操縦インターフェイス”, 情報処理学会, 第 76 回全国大会講演論文集, vol.2014, no.1, pp.137-138, Mar.2014.
- [15] 馬雪詩, 北原格, 亀田能成, 大田友一, “視覚障害者の歩行支援のためのジェスチャ入力方式の検討”, 信学技報 MVE, vol.115, no.494, pp.63-168, Mar 2016.