

携帯型遠隔操作アンドロイドを用いた振動子による誘導システム

中村 勇貴† 堀 磨伊也† 吉村 宏紀† 岩井 儀雄†

†鳥取大学工学部知能情報工学科

1 はじめに

遠隔地の話し相手に自身の存在感を伝える目的で、図1に示す携帯型遠隔操作アンドロイド「エルフォイド」が開発されている。今後、エルフォイドは現行の携帯電話のアプリケーションの多くが搭載され、その1つとして道案内システムが搭載されると考えられる。現行の携帯電話による道案内システムは、映像による道案内に音声を加えることで、迷いやすい場所に対応している。しかし、映像による道案内は端末を注視してしまうために、人にぶつかったり、段差につまずいたりなどの危険性がある。さらに音声による道案内では騒音に弱く、道案内が円滑に行えるかは周りの環境に依存してしまう。そのため、現行の携帯電話の道案内システムをそのままエルフォイドに搭載した場合には、同様の問題が生じると考えられる。つまり、映像や音声（視覚や聴覚）に依存しない誘導システムが必要となる。そこで本研究では五感の中でも触覚に注目し、さらに触覚を与えるデバイスの中でも比較的身近で使用される振動子を用いる。従来研究として振動子をベルトに装着した Active Belt[1]があるが、道案内時にのみ、そのベルトを装着することは煩わしい。そこで本研究では携帯電話のように日常的に持ち運ぶエルフォイドを用いた振動子による誘導システムを提案する。

2 エルフォイドを用いた振動子による誘導システムの構築

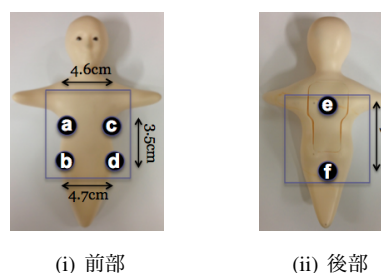
ユーザがエルフォイドを把持し、水平にすることで、目的地までの誘導が開始される。誘導はエルフォイドを振動させることで実現する。本研究では振動子により、前、後、左、右、左前、右前、左後、右後の8進行方向を提示する誘導システムを提案する。

2.1 エルフォイドへの振動子の装着方法

振動子をエルフォイドの内部に搭載する。まず振動子の設置位置を決定するために、複数の被験者の手形を取り、おおよその被験者が把持する部分に振動子を設置する。次に振動子の設置数の決定を行う。8進行方向の提



図1: 携帯型遠隔操作アンドロイド「エルフォイド」[2]



(i) 前部

(ii) 後部

図2: 振動子の設置位置

示のために、従来研究[1]のように進行方向に対応させて、振動モータを設置することを考える。エルフォイドの把持範囲が狭小であることや使用したコンピュータボードが扱える振動子の個数制限のため、8個の振動子を用いることは困難である。そこで本研究では図2のようにエルフォイドに6個の振動子を設置する。図2中の6個の黒印は振動子の位置、四角で囲った内側はユーザの把持範囲をそれぞれ示す。

2.2 誘導のための振動パターン

8進行方向をエルフォイドで提示するための手法として3種類の振動パターンを考案する。1つ目は進行方向のみを3回振動、2つ目は進行方向の逆方向を1回振動させ、次に進行方向を3回振動、3つ目は仮現運動を実現する2点同時振動である。

2.2.1 進行方向のみ3回振動

エルフォイドを水平にして把持した場合の振動子の位置を利用する。進行方向のみを3回振動させる。例えば、前方向の場合は図2に示す振動子(e)を3回振動させる。左方向の場合は振動子(a)と(b)を同時に振動させる。残りの6方向も同様にして振動させる。

†Yuki NAKAMURA †Maiya HORI †Hiroki YOSHIMURA
†Yoshio IWAI

†Department of Information and Knowledge Engineering, Faculty of Engineering, Tottori University

2.2.2 進行方向の逆方向を1回, 進行方向を3回振動

進行方向の逆方向を1回振動させ, 次に進行方向を3回振動させる. 例えば, 前方向の場合は図2に示す振動子(f)を1回振動させ, 次に振動子(e)を3回振動させる. 左方向の場合は振動子(c)と(d)を同時に1回振動させ, 次に振動子(a)と(b)を同時に3回振動させる. 残りの6方向も同様にして振動させる.

2.2.3 仮現運動を実現する2点同時振動

仮現運動を2点同時振動により実現する. 仮現運動とは実際には運動していないが, 次々と刺激を与えられると, 運動しているように感じる現象のことである. 2つの振動に強弱をつけ, 同時に振動させると, 強い振動の方に知覚位置が偏り[3], それを順に変化させることで仮現運動を可能にする. 例えば前方向の場合は2点同時振動の仮現運動により, 振動子(f)から(e)へ知覚位置を変化させる. 左方向の場合は2点同時振動の仮現運動により, 振動子(c)から(a)と(d)から(b)へ同時に知覚位置を変化させる. 残りの6方向も同様にして振動させる.

3 振動子による誘導システムの評価実験

振動子には振動モータ(FM34F:東京パーツ社製)を使用する. 被験者3名に2節で述べた3種類の振動パターンを8方向にそれぞれ当てはめた場合の組み合わせは6561通りであり, 全ての組み合わせを実験することは困難であるため, 組み合わせの数の削減を考える. エルフォイドは左右対称であるため, 左と右, 左前と右前, 左後と右後は共通の振動パターンにする. さらに, 左前と右後, 左前と右後は左右に対して対角線上にあるため, 共通の振動パターンにする. よって, 振動パターン3種類は前, 後, 左右, 斜め方向の4つに分けられる. これらにより実験の提示方法は81通りとなり, 実験ではこれらの中からユーザの主観評価に基づき, 誘導に最適な組み合わせを選定する. ユーザには1つの組み合わせにつき8方向をそれぞれ3回ランダムに提示し, 1回ごとに被験者は知覚方向と点数を決定する. 点数は, 6:よく感じる, 5:感じる, 4:どちらかと言えば感じる, 3:どちらかと言えば感じない, 2:感じない, 1:全く感じないの6段階で評価する. 知覚方向が提示方向と異なる場合は, 点数を1とする.

3.1 振動子による誘導システムの評価実験結果

81通りの方向提示のそれぞれの得点を被験者3名で平均し, その平均点を組み合わせごとの得点とする. 高得点の上位3つは104.7点, 104.0点, 103.7点であった.

104.7点の方向提示はそれぞれ「前方向」と「後方向」が進行方向と逆方向を1回, 次に進行方向を3回振動, 「左右方向」が進行方向のみの振動, 「斜め方向」が仮現運動を実現する2点同時振動であった. 104.0点の方向提示は「前方向」と「左右方向」が進行方向のみの振動, 「後方向」と「斜め方向」が進行方向と逆方向を1回, 次に進行方向を3回振動であった. 103.7点の方向提示は「前方向」と「左右方向」が仮現運動を実現する2点同時振動, 「左右方向」が進行方向のみの振動, 「斜め方向」が進行方向と逆方向を1回, 次に進行方向を3回振動であった.

3.2 振動子による誘導システムの評価実験考察

誘導システムの評価実験結果の上位3つの振動の組み合わせは, 「左右方向」が進行方向のみの振動, 「斜め方向」が進行方向のみの振動以外の組み合わせであった. このような組み合わせが方向知覚されやすいと考えられる.

4 おわりに

本稿ではエルフォイドを用いた映像や音声に依存しない誘導システムを提案し, 実験では誘導に適した振動の組み合わせの選択を行った. 今後は本手法を適用した誘導システムを構築する.

謝辞

本研究の一部は, JST 戦略的創造推進事業 (CREST) 「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」採択課題「人の存在を伝達する携帯型遠隔操作アンドロイドの研究開発」の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] 塚田浩二, 安村通晃. Active Belt: 触覚情報を用いたベルト型ナビゲーション機構. 情報処理学会論文誌, Vol. 45, pp. 1–10, 2003.
- [2] Y. Tsuruda, M. Hori, H. Yoshimura, and Y. Iwai. Generation of facial expression emphasized with cartoon techniques using a cellular-phone-type teleoperated robot with a mobile projector. *Human-Computer Interaction. Towards Intelligent and Implicit Interaction*, Vol. 8008, pp. 391–400, 2013.
- [3] 新島有信, 小川剛史. 拡張現実感における視覚刺激を利用した上肢への触覚提示方法. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 111(478), pp. 127–132, 2012.