

ウェアラブルコンピューティングにおける情報提示様式の評価

小林 敦友† 志築 文太郎† 田中 二郎†

筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻†

1 はじめに

CYBERDYNE 社の Hybrid Assistive Limb のようなユーザの身体に装着し、装着者の動作を支援するパワーアシストシステムは、バッテリー残量やアシスト率などユーザに提示すべき内部情報を持っている。一方、このようなシステムを使った作業は、歩行しながら行うことや、様々な姿勢で行うことが考えられる。このため、装着者の様々な状態に対応できる、ウェアラブルシステム向けの情報提示様式が必要である。

本研究では、単眼 HMD による画像の提示、四肢に取り付けた LED による光の提示、触覚ディスプレイによる触覚の提示の 3 つの情報提示様式の特性を、被験者実験を通して調べることを目的とする。

四肢に取り付けた LED は、提示できる情報量は多くないが、高い輝度の表示が可能であり、装着者が注視していなくても、装着者への通知が行えることが期待できる。同様に触覚ディスプレイも、装着者の視線によらず装着者へ常に情報を提示することが可能である。これらの様式は特に、プライマリタスクとは直接関係のない情報の提示に向いていると考えられる。そのような情報提示の例として挙げられるのが、上記したパワーアシストシステムのバッテリー残量やアシスト率の提示である。

2 関連研究

Witt らは、ウェアラブルシステムの評価実験環境として HotWire[2] を開発し、ジェスチャ認識の視覚フィードバック表現を評価している。また、Iben らは [1] にて、実作業の視覚フィードバック表現を評価している。これらはどちらも HMD による視覚表現の評価を行っている。本研究は、複数の情報提示様式の特徴を比較評価及び検証し、それらに適した形の情報を提示しようとする試みである。

3 ウェアラブルシステム向け情報提示様式

本研究では、単眼 HMD による画像の提示、四肢に取り付けた LED による光の提示、触覚ディスプレイに

よる触覚の提示の 3 つの情報提示様式を評価した。

単眼 HMD に関しては、島津製作所の DATA GLASS 3/A を使った。実験では、赤い背景に白色で数字の 7、8、及び 9 を描画した画像を刺激として用意した。

四肢に取り付けた LED 及び触覚ディスプレイに関しては、今回試作したものをそれぞれ以下に述べる。

3.1 四肢に取り付けた LED

四肢に取り付けた LED に関しては、RGB 三色の LED が組み込まれた LED テープライトを利用した。今回の評価にて行ったタスクは卓上で手を使うタスクであったため、LED テープライトを図 1 に示すように腕輪状に加工し、被験者の腕に取り付けた。発光色に関しては、RGB 三色の輝度を調節することによって計算機から制御することができる。実験では、赤、青、緑の三色を刺激として用意した。

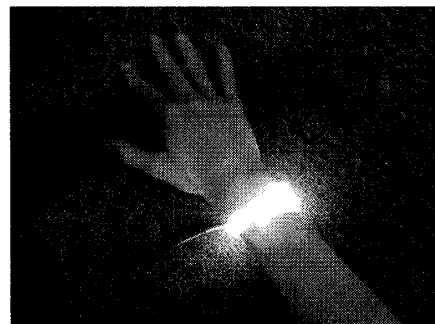


図 1: LED テープライトを腕に巻き発光させたところ

3.2 触覚ディスプレイ

背中に低周波スピーカを取り付け、低周波によって触覚を提示した。直径 18cm の低周波スピーカをリュックサックに取り付け、そのリュックサックを背負う形で背中に取り付けた。背中とスピーカの間には、厚さ 2cm の発泡ポリエチレンの枠を挟み、スピーカの振動部分が装着者の背中に直接当たらないようにした。スピーカに発泡ポリエチレンを取り付けたところを図 2 に示す。提示する波形は計算機によって生成し、計算機の音声出力から、音響アンプを介して低周波スピーカへ出力した。実験では、シンセサイザで合成したバスドラムの波形を、1 回のみ鳴らしたものの、0.25 秒間隔を開けて 2 回鳴らしたものの、0.25 秒間隔を開けて 3 回鳴

Evaluation of Information Presentation Styles for Wearable Computing
†Atsutomo KOBAYASHI †Buntarou SHIZUKI †Jiro TANAKA
†Department of Computer Science, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

らしたものを、それぞれ 1 秒間隔で繰り返し、刺激とした。

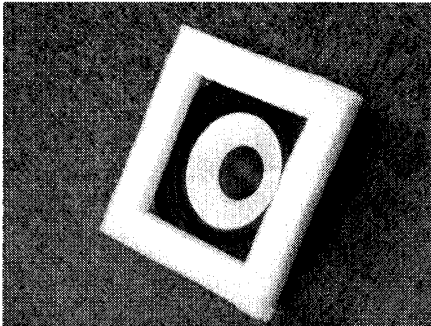


図 2: 発泡ポリエチレンを取り付けた低周波スピーカ

4 被験者実験

プライマリタスク遂行中に、そのプライマリタスクとは直接関係のない情報を提示するにあたって、情報が提示されたことに気づきやすいか、及び、情報が提示されたことによってプライマリタスクが阻害されることがないかの 2 つの評価基準が考えられる。今回は、前者に関して評価を行った。

被験者として 8 人の学生に協力してもらった。被験者は、プライマリタスクとして LEGO ブロックを手引き通りに組み立てる作業を行う。LEGO ブロックの組み立て中に提示する情報として、上で述べた通り、それぞれの情報提示様式に 3 つずつ、計 9 つの刺激を用意した。LEGO ブロックの組み立て中、被験者には 20 秒から 50 秒のランダムな間隔でいずれかの刺激がランダムに提示される。作業台にはキーボードが置かれており、被験者は刺激に対応したキーを押す。刺激の提示から 10 秒たっても被験者が正しいキーを押せなかった場合は、気付かなかったとみなし、刺激の提示が止まる。被験者には、LEGO ブロックの組み立て及び刺激に対する反応を、なるべく速く行うように依頼した。図 3 に実験の様子を示す。



図 3: 被験者実験の様子

被験者には、LEGO 6743 のパッケージ（165 ピースを用いた自動車のモデル）を付属の手引きに従って 1 回の試行につき 1 通り組み立ててもらった。被験者ごとに 2 回の試行を行ってもらい、1 回目の試行は練習として、2 回目の試行についてのみ計測を行った。

それぞれの様式に対して、刺激が提示されてから対応するキーが押されるまでの時間、間違ったキーが押されたエラー率、及び、刺激が提示されてから 10 秒以上気づかれなかったタイムアウト率を計測した。

5 結果

刺激が提示されてから対応するキーが押されるまでの平均時間は、低周波スピーカが 1.74 秒、腕に取り付けた LED が 1.57 秒、HMD が 1.75 秒であり、LED が最も速かった。ただし、有意な差は見られなかった。

エラー率は、低周波スピーカが 1.3%、腕に取り付けた LED が 1.5% であるが、HMD では 0% と間違いが無かった。一方で、タイムアウトに関しては、低周波スピーカと腕に取り付けた LED においては起こらず、HMD では 15.9% であった。この結果から、単眼 HMD は正確に情報を提示できる反面、気付かれない可能性が高いと言える。

6 まとめ

本研究では、ウェアラブルコンピューティングにおける複数の情報提示様式に対して評価を行った。その結果から、単眼 HMD による情報の提示は、ユーザに気付かれない可能性があることがわかった。これを回避するため、触覚や高輝度の光によって通知を行い、単眼 HMD へユーザの注意を促すことが効果的であると考えられる。

謝辞

本研究は、文部科学省グローバル COE プログラム「サイバニクス：人・機械・情報系の融合複合」の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] H. Iben, H. Witt, and M. E. Kluge. The impact of different visual feedback presentation methods in a wearable computing scenario. In *HCI '09. Part III*, pp. 752–759, 2009.
- [2] H. Witt and M. Drugge. Hotwire : an apparatus for simulating primary tasks in wearable computing. In *CHI EA '09*, pp. 1535–1540, 2006.