

歩行中でも操作しやすいウェアラブルディスプレイ向け インタラクションシステムの提案

上向俊晃^{†1} 矢崎智基^{†1} サイトウ・アキヒロ^{†2} 加藤恒夫^{†1}

ウェアラブルディスプレイを利用した情報通信端末では、歩行などの日常生活行動をしながら、情報を取得できる。一方、提示された情報が視界を遮蔽してしまったり、端末操作に集中してしまうことで、生活行動を邪魔する課題がある。そのため、日常生活行動と端末操作行動の双方を阻害しない、簡単で分かりやすい入出力ユーザインタフェースが必要である。そこで本稿では、歩行中でも簡単に操作できる4方向ボタンの入力方法と、歩行中でも分かりやすく機能選択できる操作メニューの提示方法によるインタラクションシステムを提案する。提案システムでは、階層内および階層間の遷移、情報の提示におけるすべてのインタラクションにおいて、一貫性のあるボタン操作体系と、連続的に滑らかに動くアニメーション表現を取り入れた。被験者実験では、歩行状態であっても直立状態と同程度の使いやすさであることが分かった。また、歩行中の操作に適したアニメーションの動き時間は0.4秒と、少しゆったり動く方が良いことが分かった。

Easy-to-operate Interaction UI for a Wearable Display while Walking

TOSHIAKI UEMUKAI^{†1} TOMONORI YAZAKI^{†1}
AKIHIRO SAITO^{†2} TSUNEO KATO^{†1}

Users can get much information displayed on the wearable display in daily life. However, since the displayed information blocks their view and they concentrate exclusively on reading the information and operating the system, it is liable to cause dangers to them with walking. Therefore, this paper proposes an easy-to-operate interaction user interface for a wearable display while walking. Our goal is not to encumber both activity of daily life and operation of the system. To realize easy input and operation, our system employs the four directional buttons and hierarchical menu graphical user interface. The points of our system are to ensure consistency of button operation and continuity of moving animation. Evaluation of subjects shows that our proposal is effective and it is better to set the duration time of moving animation as 0.4 seconds.

1. はじめに

ユーザがコンピュータを身体に装着し、生活しながらコンピュータを利用するウェアラブルコンピューティングが注目されている。ウェアラブルコンピュータの利点は、いつでもどこでも情報活用・取得できる「手軽さ」、生活や仕事をしているその場で利用できる「現場利用」、その場に存在するユビキタス情報やサービスを利用できる「ユビキタス情報利用」である[1]。ウェアラブルコンピューティングで装着する機器の代表例に、ウェアラブルディスプレイがある。ウェアラブルディスプレイを装着すると、ユーザは、現実世界を見つつ、眼前にあるディスプレイに表示された情報も見ることができる。これまでに市販されているウェアラブルディスプレイの代表的な用途は、軍事向け、あるいは工場や医療現場などでの作業支援、展示物販売支援などのビジネス向けであった。ところが、近年のハードウェアの技術の進展により、映画やゲームなど高解像度の3Dコンテンツを表示できる娯楽向けの製品が開発されている。[2]によると、ウェアラブルディスプレイは2016年には世

界で約43万台にも増加すると予測されている。現在市販されているウェアラブルディスプレイは、大きい、重い、パソコンとケーブルで接続する必要があるなどハードウェア上の課題は多い。しかし、今後の技術革新によって、小型化、軽量化、無線化が実現されると予想される。それに伴い、今後、一般ユーザもウェアラブルディスプレイを日常的に使用し、いつでもどこでも、さまざまな情報に触れられる、快適で便利な情報アクセス環境の実現が期待されている。

ユーザが快適で便利にウェアラブルディスプレイを使用するためには、日常生活の妨げにならずに、情報にアクセスできるインタフェースデバイスやインタラクションが求められる[3][4]。日常生活は、食事、料理、テレビ視聴、会話などの屋内で行われる活動から、歩行、公共交通機関の利用、スポーツなどの屋外で行われる活動まで幅広い。多岐に渡る場所・時間において行動する際に、ウェアラブルディスプレイを常に装着し情報を得る場合、ディスプレイに表示された情報がユーザの視界を遮らず本来の生活行動を邪魔しない情報提示方法が求められる。同時に、ユーザの情報操作が、生活行動を邪魔しないことも不可欠である。つまり、日常生活行動と端末操作行動の双方を阻害しない、簡単で使いやすい入出力ユーザインタフェースが必

^{†1} (株)KDDI 研究所
KDDI R&D Laboratories, Inc.
^{†2} 立命館大学
Ritsumeikan University

要となる。

本研究では、日常生活の中のあらゆる場面で使いやすいグラスディスプレイ用のユーザインタフェースの実現を目標とする。本稿では、日常的な行動の一つとして「歩いている」シーンを想定し、このシーンに限定した課題の抽出と改善提案、試作したプロトタイプシステムを紹介する。

まず、以下に本稿で想定した利用シナリオとユーザへの提供価値を述べる。

(1) リアルタイムな情報を素早く提示する

時々刻々と変化するリアルタイム性の高い情報をいち早く提示する。例えば、ソーシャルメディアのタイムライン、電車の発車時刻や遅延情報、気象情報、災害情報、セール情報である。また、ユーザの位置も時々刻々と変化の中で、ユーザの位置に応じた周辺情報やナビゲーション情報を提示する。

(2) 新たな気付き与える

これまで能動的に探さないと分からなかった情報、気付かなかった情報、見たこともない情報を提示する。例えば、ユーザの位置に応じた周辺情報の中で、ビル中の店舗名、店舗で販売されている商品名を提示する。また、視界の風景の数百年前の様子など、過去の風景を提示する。

(3) 文字情報により学習や操作を支援する

これまで歩行中には困難であったことを実現できるように情報を表示する。例えば、英語学習で、ヒアリングだけでなく、文字を表示することでリーディングの学習を支援する。また、BGMの選曲では楽曲名を表示することで、選曲を支援する。

本稿の提案システムでは、上記のアプリケーションを統合的に利用できる階層型操作メニューを採用する。操作が歩行の妨げにならないよう分かりやすく機能や情報を選択できる4方向ボタンのみの操作とし、ユーザ操作と表示内容の変化の方向が一致するように設計する。同時に、操作に迷わず、操作していること自体が心地よく、楽しく感じられるよう、連続的に滑らかに動くアニメーション表現を採用する。このような提案システムを実現するにあたり、テレビゲームの制作ノウハウを体系化した「ゲームニクス理論」をベースにインタラクションを設計、実装する。

本稿の構成は次のとおりである。2章では、ウェアラブルディスプレイを利用した既存研究の紹介と提案システムの位置づけを整理し、3章では、提案システムの設計・実装に際して指針としたゲームニクス理論の概要を紹介する。4章では、上記に記載した利用シナリオを実現する上で、予備実験を踏まえてシステムの要件を整理し、要件を実現する提案システムについて説明する。5章では本稿をまとめる。

2. 関連研究

本章では、ウェアラブルディスプレイを利用した既存研究を挙げ、本研究の位置づけを説明する。

(1) 用途に応じた利用方法に関する研究

ウェアラブルディスプレイを利用した既存研究として、ビジネス用途の限定されたシーンを想定して、装着者の作業を支援するものがある。例えば、内視鏡手術[5]、歯科医療[6]、司会[7]、プログラミング[8]などがある。一方、日常生活用途には、ナビゲーションを想定したものがある。[9]では、ディスプレイへの表示ではなく、眼鏡フレーム上にLEDを設置して、点滅状態を制御することで、歩く方向を提示する。ユーザは、視界の隅に入る点滅状態を見るだけで、方向を認知できる。これらの技術によって、ウェアラブルディスプレイを利用できる場がますます増える可能性が高まっている。

(2) 情報の読みやすさに関する研究

ウェアラブルディスプレイに表示された情報の読みやすさに着目した研究がある。[10]では、12mm四方のディスプレイに表示可能な情報量が限られている点に着目した。可能な限りユーザが注視箇所を見ながらその周辺情報も閲覧でき、すべての情報を捉えることが可能となるように、周辺情報の表示方法を歪める方法を提案している。また、[11]では、シースルー型ディスプレイに表示された情報が現実世界に重畳して見えると、情報が読みにくくなる点に着目した。ディスプレイに表示する情報が、現実世界に重畳しないよう、仮想世界の表示位置を決定するため、現実世界をカメラで捉えた画像を解析して、情報を表示する位置を決定する方法を提案している。

(3) ユーザ理解に基づく情報提示に関する研究

ユーザの状況によって、情報提示方法を決定するために、視線を用いた分析を行う研究がある[12]。これは、ユーザの状況(静止/平地/坂/人ごみ/階段)のそれぞれで、視線を計測した結果から、視線移動量を眼精疲労として捉え、情報を提示してよいユーザの状況を判定する手法である。当研究は、ユーザの状況を判定するに留まっており、情報の表現方法、情報選択のためのインタラクションまで検討されていない。

また、人の気づきに関する研究がある[13]。これは、パソコンで利用される通知ダイアログやポップアップのオブジェクトにおいて、オブジェクトの初期速度と加速度を制御することで、利用者に気づかせる表現を実現するものである。人に気づいてもらうためにはGUIの動きが重要であることが示されている。

以上、(1)～(3)において既存研究の概要を示したが、これらで利用している入力手段はパソコン用のキーボードである。グラスディスプレイの装着者が着座しているときに文字入力する際には、キーボードは有効だが、歩行中

はキーボードの操作は困難である。

ウェアラブルディスプレイを利用した情報端末として、現在、世界的に見ても、一般ユーザ向けに設計され、流通している製品は存在しない。上記のように特定の利用シーンを想定した使い方に注目した研究は多数存在するが、継続的に利用できる端末としてのデザインを提案・検証した研究はこれまでに殆ど存在しない

そのため本研究では、ウェアラブルディスプレイを利用した情報通信端末向けの使いやすい入出力ユーザインタフェースを実現することを目的とした。そして本稿では、日常的にウェアラブルディスプレイを装着するシーンの中でも特に歩いて利用するシーンを想定し、課題の抽出と改善手法の検討、提案システムの試作、評価を行った。

3. ゲームニクス理論

提案システムを設計する上で指針とした「ゲームニクス理論」[14]の概要を説明する。

「ゲームニクス」とは、テレビゲーム業界で蓄積された制作ノウハウの集合体である。『誰でもマニュアルを読まなくても使い方がわかる』、『誰でもいつの間にか機能を使い込めるようになる』といった要素を実現するために、ユーザが次にとる行動を予測し、その行為がストレスなく実行できるように、ユーザインタフェースを設計する手法である。この理論は、ゲームだけでなく、一般製品、教育などにも応用されている。

以下では、ゲームニクス理論の中で、本研究が取り入れた要素について記載する。

(1) 直感的で快適なインタフェース

入力デバイスの特性を理解し、入力デバイスと画面デザインの対応づけを正しく行い、知覚のずれを発生させないソフトウェア設計を行う。例えば、選択肢を決定し次に進むときはAボタン、行為をキャンセルして戻るときはBボタンを利用する、などの「ボタンの役割と機能の割り当ての固定化」や、十字キーの上下・左右の動きにあわせてメニュー上のカーソルも縦方向・横方向に動く「階層型メニューの基本構造」などが挙げられる。

(2) マニュアル不要のユーザビリティ

ボタンの役割と機能の割り当てを固定化することに加え、メニュー出現時、ユーザ操作を誘発・誘導するための表現を工夫する。また、最初に触れるところ、例えば最初に表示される画面で、操作方法の基本を理解できるようにする。

4. 提案システム

本章では、1章に記載したアプリケーションを統合的に利用できる操作メニューを実現するため、ゲームニクス理論を指針として設計したインタラクションシステムについて説明する。

4.1 提案システムを実現する上での要件

ウェアラブルディスプレイを利用して情報を取得するシステムにおいて、選択肢から選んで行く分かりやすさ、操作のしやすさ、選択途中の動作を分かりやすくするための要件を列挙する。

(1) 手元を見なくても入力できるデバイス

歩行中は、情報や入力デバイスに視線を長時間注視できないため、自由度の高い操作系では、機能の選択や情報操作が困難である。歩行中でも簡単に入力できるデバイスが必要である。

(2) 表示する情報の簡単さ

情報を提示する場合、文字サイズが小さい、内容が複雑、情報量が多いなど、細かな情報や複雑な情報は読みにくい。そのため、ユーザが凝視しなくても、一瞥するだけで、内容が確認できる情報の見せ方が必要である。

(3) 表示する情報の領域・タイミング

情報を常に表示することや突然全画面に情報を表示することは、歩行の妨げになる。また、ユーザが待ち構えていない状態でいきなり情報を提示するのではなく、ユーザが欲しいときに情報を提示する必要がある。

(4) 入力操作に対する分かりやすいフィードバック

凝視できない環境であるため、入力操作によって、システムがどんな反応をしたのかを分かりやすくフィードバックする必要がある。

(5) 多様な利用シナリオへの対応

利用シナリオとして、受動的に情報を取得するものだけでなく、ユーザが能動的に情報を探し、取得するものにも対応する必要がある。

(6) 多様な利用場所への対応

ユーザの場所は刻々と変化し、周辺環境も変化するため、ユーザの視界には、建物、道路、人々、空など、さまざまな物が写る。さらには、時刻の変化によって、これらの色も変化する。このように背景が変化する中でも提示情報を見やすくする必要がある。

4.2 提案システムの設計

提案システムの設計指針として、4方向ボタンの入力方法と、歩行中でも分かりやすく機能選択できる操作メニューの提示方法を採用する。また、操作は心地よい動きを伴うインタラクションとする。以下では、4.1節にて列挙した要件を踏まえた設計方法について説明する。

(1) 手元を見なくても入力できるデバイス

手元を見なくても入力できるデバイスとして、十字形に配置された4方向(上/下/左/右)のボタンを採用する。ボタンは、指の触感だけで操作できるようにする。また十字形に配置されたボタンは、テレビゲーム機やテレビ受像機のリモコンなどさまざまな機器で採用されているデザインであり、ボタンの役割と機能の割り当ての固定化に最適である。

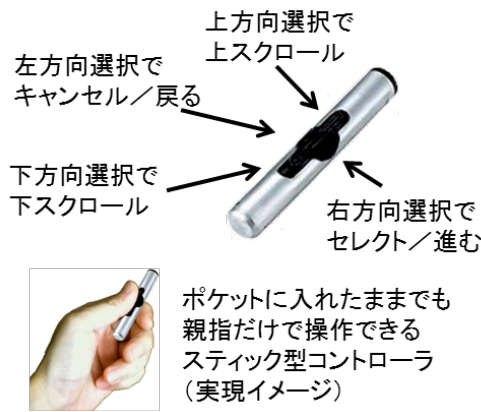


図 1 4方向ボタンの入力デバイス
 Fig. 1 Input device.

(2) 簡潔な情報の表示

ユーザが凝視しなくても、一瞥するだけで、内容が確認できる情報の見せ方に加え、(1)で採用した4方向ボタン操作ですべての操作が行える操作メニューの基本構造とする。

図1に4方向ボタンの入力デバイスの実現イメージ図、図2に、ウェアラブルディスプレイに表示される操作メニューを示す。入力デバイスは、ポケットに入れたままでも操作できるようなスティック型コントローラとした。コントローラを握ったときの親指の位置に、4方向ボタンを配置している。図2は、ウェアラブルディスプレイに表示された操作メニューの第1階層と、第1階層中央の音楽アイコンを選択したときに表示される第2階層の例示である。点線枠はディスプレイの最大表示領域を示している。操作メニューは、ディスプレイの左側に寄せつつ、選択可能な機能と紐づいたアイコンを縦一列に並べる。アイコンの中で中央の一つだけ縦横サイズを大きくすることで、そのアイコンに紐づいた機能を選択・実行できることを視覚的に示す。コントローラで上下ボタンが押下されるたびに、それぞれの方向にアイコンリストが1つずつスクロールする。また、右ボタンが押下されると、中央の大きいアイコンが選択され、第2階層に遷移する。図2の第2階層は、第1階層の音楽プレイヤーアイコンを選択したときに表示されるものであり、選曲のためのアルバムジャケット写真の一覧を示す。また、画面左端には、上位階層に戻ることを三角形のアイコンによって、視覚的に示す。この第2階層でも第1階層と同様に、中央には選択可能なアルバムだけ大きく表示し、コントローラで上下ボタンを押下されると、アルバムの写真が1つずつスクロールする。右ボタンが押下されると、第3階層に遷移し、中央のアルバムに入っている楽曲リスト一覧を表示する。一方、左ボタンが押下されると、第2階層に遷移する。

このようにボタンの役割と機能の割り当ての固定化のため、あらゆる操作シーンにおいて、上下ボタンは同一階層内の選択肢の選択操作、右ボタンはフォーカスのある選択

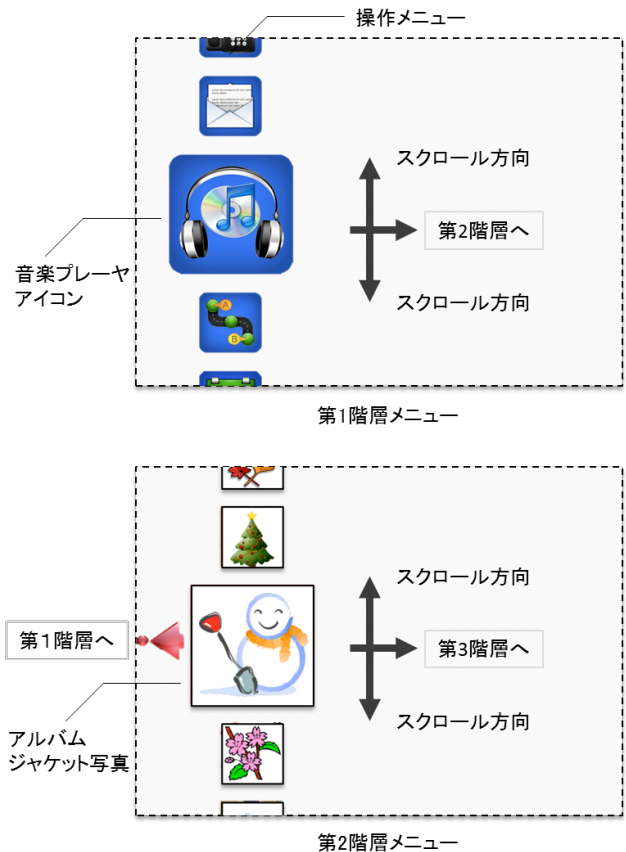


図 2 ウェアラブルディスプレイに表示される操作メニュー

Fig. 2 Structure of menu on a wearable display

肢の選択操作、左ボタンはキャンセル操作あるいは上位階層への遷移操作とした。一貫させる操作体系および画面設計とすることで、歩きながらも、歩行の邪魔にならず、また、操作に気を取られることなく、端末操作ができる。

(3) 表示する情報の領域・タイミング

常に全画面に情報を提示するのではなく、提示された情報によって歩行の邪魔にならない情報の提示を行う。そのため、ユーザが注視して確認できる情報数を1つに限定し、その情報の周辺に情報の存在を確認できる画面設計とする。

具体例を、図2、図3を用いて説明する。図2の画面例は、能動的に機能選択する場合であり、中央のアイコンと周辺のアイコンの大きさを変えて表示することで、中央のアイコンが選択できること、中央のアイコン以外に選択できるアイコンが存在することを視覚的に示している。

一方、図3は、受動的に情報選択するときの画面例である。点線枠はディスプレイの最大表示領域を示す。受動的に情報を受信したとき、画面上部に通知アイコンを表示する。そのとき、4.2(1)で示した操作体系に基づき、右ボタンが押下されると、受信された情報を表示する設計とする。ユーザは、通知アイコンを一瞥するだけで、情報が届いたことを把握し、自分の好きなタイミングで情報を画面に表示できる。



図 3 受動的に受信した情報の操作メニュー
 Fig. 3 Structure of menu for received message.

(4) 入力操作に対する分かりやすいフィードバック

入力操作によって、システムがどんな反応をしたのかを分かりやすくするため、ユーザ操作後、素早く反応し、小気味好く描画が連続的に変化しながら、次のユーザ操作を待ち受ける描画に切り替わるアニメーションとする。

図 4 は、図 2 の第 1 階層から第 2 階層に遷移するときの動きの詳細を示す。第 1 階層で右ボタンが押下されたとき、第 1 階層は、左側に滑らかに移動しながら消えて行き、その後、第 2 階層が、右側に滑らかに移動しながら現れてくる。

同様に図 5 は、第 1 階層の操作メニューにおいて、下ボタンが押下され、アイコンリストが上に移動するときの様子を示す。アイコンが一つずつ上に移動しつつ、中央にある音楽プレーヤーアイコンの大きさを徐々に小さくすると同時に、直下にあるナビゲーションアイコンの大きさを徐々に大きくする。

この設計は、ゲームニクス理論のポイントの一つ、ユーザ操作を誘発するようなテンポの良い動きを伴うインタラクションに基づいており、ユーザに、「心地よい操作感」、「操作していること自体が楽しい」、「つい触ってしまう」感覚を想起させる効果を狙っている。

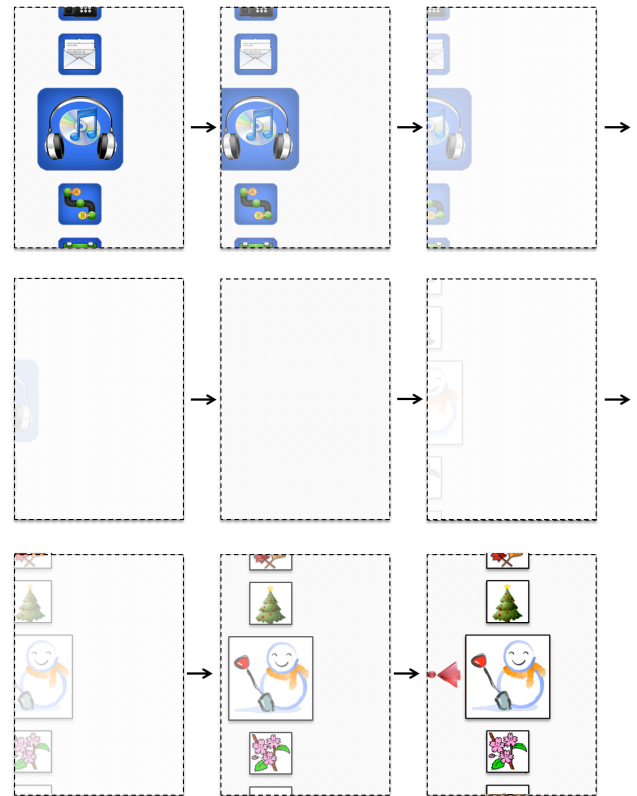


図 4 階層間遷移時の動き
 Fig. 4 Transition from the large to small category.

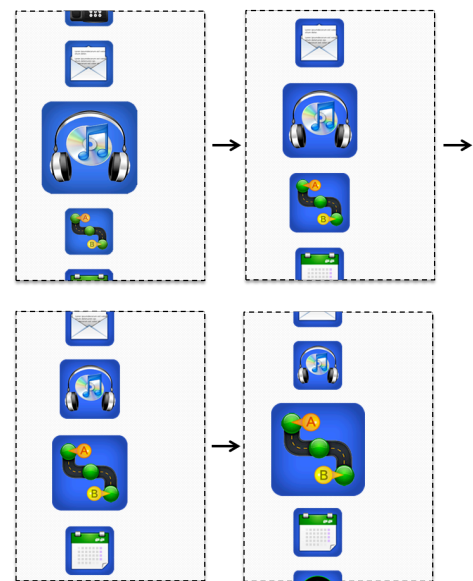


図 5 アイコン移動時の動き
 Fig. 5 Transition while scrolling menu.

(5) 多様な利用シナリオへの対応

図 2 および図 3 に示したように、能動的に操作メニューを操作して情報を選択でき、また受動的に受信した情報を選択できる設計とした。

(6) 多様な利用場所への対応



図 6 プロトタイプハードウェア構成

Fig. 6 Structure of our prototype

時々刻々と変化するユーザの周辺環境を考慮した情報の見せ方、特に、文字色と背景色との配色に関して、別途実施した実験によって、以下のことを把握した。屋外・昼・日向では、文字や背景色が透過してしまい、どんな配色でも読めなかった。屋外・昼・日陰では、文字色＝黒、背景色＝白が、読みやすく、屋外・夜では、文字色＝白、背景色＝黒が、読みやすかった。そのため、ユーザが提案システムを利用するときの時刻と天候情報に基づいて、配色を動的に変更する設計とした。なお、屋外・昼・日向では情報が読めない課題については、ハードウェアの課題と判断し取り扱わない方針とした。

4.3 プロトタイプシステム

図 6 に、プロトタイプシステムを示す。本システムでは、ウェアラブルディスプレイには、現実世界と提示情報を同時に見られるようなシースルータイプで、かつファッション性を考慮した単眼タイプを使用した（ブラザー工業株式会社製 AirScouter[15]）。この製品は、USB ケーブルをパソコンに接続することにより、パソコンの画面をそのまま表示できる。ディスプレイには、800×600（SVGA）の解像度、対角約 22.4°（1m 先に 16 型相当）のサイズで表示できる。また、入力デバイスには、4 方向ボタンの入力操作ができるものとして、Apple 社製の Apple Remote[16]を使用した。この製品は、通信方式が赤外線であるため、リモコンの赤外線信号をパソコンのキーボードコマンドに割り当てることができる製品[17]を使用し、パソコン上のソフトを遠隔操作できるようにした。具体的には、リモコンの上/下/左/右ボタンが押下されたとき、パソコンの上/下/左/右キーが押下されたように設定した。

4.4 評価

提案システムの有効性と、歩行中の操作に適したアニメーションの動き量の検証のため、被験者による評価実験を実施した。

評価実験では、1 章に記載した利用シナリオを設定し、被験者にそのシーンをイメージしてもらった上で、タスクを与え、タスク完了後、アンケートに回答してもらった。被験者は、20 歳代の大学生 5 名とした。

表 1 アンケート結果

Tab. 1 Average scores of questionnaires on usability for operating the system while standing still and walking

NO	アンケート項目	直立状態	歩行状態
i	操作が煩わしいと感じましたか？ (5:全く感じなかった、4:ほとんど感じなかった、3:まあまああった、2:ときどき感じた、1:常に感じた)	2.2	2.6
ii	提示された情報の内容を理解できましたか？ (5:とても理解できた、4:まあまあ理解できた、3:どちらともいえない、2:理解しにくかった、1:全然理解できなかった)	3.0	3.4
iii	提示された画像やアイコン、文字の大きさは見やすかったですか？ (5:とても見やすかった、4:まあまあ見やすかった、3:どちらともいえない、2:見にくかった、1:全然見えなかった)	3.6	4.0
ix	提示された情報が、歩行の邪魔になりましたか？ (5:全くなかった、4:ほとんどなかった、3:まあまああった、2:ときどき邪魔だった、1:常に邪魔だった)	-	3.4

表 2 アニメーション時間[秒]のアンケート結果

Tab. 2 Result of questionnaire of animation time.

被験者	直立状態	歩行状態
A	0.1	0.4
B	0.1	0.4
C	0.4	0.4
D	0.4	0.4
E	1.2	1.2

評価実験は、直立している状態と、歩行している状態でそれぞれ行った。実験時の時刻による外界の影響を排除するため、直接日光が入らない屋内の廊下にて、直立状態でプロトタイプシステムを 15 分間操作してもらった後、歩行状態で 15 分間操作してもらった。操作タスクには、受動的に受け取った情報を読み取るものと、能動的に操作メニューを操作して、所望の目標を完遂するものと、2 種類を設定した。

また、アニメーションの動き時間を 4 パターン用意した評価用アプリケーションを準備し、直立状態と歩行状態において、どの動き時間が良いかを質問した。アニメーションの動き時間とは、被験者がボタンを押してアニメーションが開始されてから、アニメーションが完了するまでの時

間であり、0.1秒、0.4秒、0.8秒、1.2秒の4パターンとした。例えば、図5の例では、ボタンが押されて音楽プレーヤアイコンが上に移動しながら小さくなると同時に、ナビゲーションアイコンが上に移動しながら大きくなるまでの動作とする。これを1回とカウントする。1パターンのアニメーションの動き時間は、プロトタイプシステム内のすべてのアニメーションに設定した。

表1に、アンケート項目とその回答結果を示す。回答結果は、各被験者が5段階で付けた点数を元に計算した、5人分の平均値を示す。表2に、アニメーションの動き時間に関して、直立状態と歩行状態のそれぞれで一番操作しやすかったときの時間を回答してもらった結果を比較して示す。

4.1節の要件(1)(5)に対応するアンケート(i)、要件(2)に対応するアンケート(ii)(iii)については、歩行状態であっても、直立状態と同じ程度の評価であった。自由コメントの中には、「実験開始前の想像以上に使いやすかった」、「使い慣れたらもっと良くなるだろう」との好意的な意見があった。一方、「スクロール時に1回1回ボタンを押さないといけない」、「タッチセンサによるフリック操作やボタンの長押し操作によって、高速スクロールモードがあったら良い」との意見もあった。また、その他に、「次に進む/決定したいとき、Apple Remoteの中央ボタンを間違えて押してしまった」との意見があった。今回の実験では、図1に示した実現イメージの入力デバイスとは異なり、Apple Remoteを使用している。4方向ボタンの中央には、決定ボタンがあるが、この機能を排除しており、そのために起きた問題であった。ゲームニクス理論でも示されているように、入力デバイスの特性に合わせてボタンの枠割と機能の割り当て、画面デザインを考える必要があった。今後は、図1に示した入力デバイスやタッチセンサデバイスなど、さまざまな入力デバイスを検討し、ウェアラブルディスプレイにより適した入力インタフェースの検証を深めていく。例えば、タッチセンサを利用したスクロール操作では、歩行中に、高速でスクロールすることで、所望の情報を見つけられないことが想定されるため、フリック操作の移動量と探しやすさの関係を検証し、最適なアニメーションを検討する。

要件(3)に対応するアンケート(ix)および自由コメントとして、「前方から来る人を認識できたので、ぶつからないと思った」、「今回は人通りの少ない屋内廊下だったが、人が混雑しているところで使えるか興味が湧いた」、「知っている道だと良いが、知らない道でも使えるようにしてほしい」などが得られた。また、要件(6)に対応して、「アイコンの配色は、白と黒、黒と緑など、コントラストの大きいものがよく見えた。色で感覚的にわかるぐらいのアイコンが良い」との自由コメントがあった。さらに、「歩行中で体が揺れ、表示された情報の背景にある現実世界も揺れているにも関わらず、表示された情報が定位置にあることに違和感

があった」との自由コメントも得られた。これらのコメント参考にして、今後は、アイコンや情報の配色や配置、画面内の情報量について、より多様なプロトタイプアプリケーションを用いて、追加実験を行う。

表2は、要件(4)に対応するアンケート結果を示している。歩行状態では、直立状態における最適なアニメーションの動き時間よりも、長い方が好まれ、その時間は0.4秒であることが分かった。自由コメントでも「歩行中は画面ではなく他に注意が行っているので、操作した後、少し時間がかかってしまうぐらいが、丁度良い」があった。

5. まとめ

本稿では、歩行中でも簡単に操作できる4方向ボタンの入力方法と、歩行中でも分かりやすく機能選択できる操作メニューの提示方法によるインタラクションシステムを提案した。提案システムでは、階層内および階層間の遷移、情報の提示、すべてのインタラクションにおいて、一貫性のあるボタン操作体系と、連続的に滑らかに動くアニメーション表現とした。被験者実験の結果、歩行状態であっても直立状態と同程度の使いやすさであることが分かった。また、歩行中の操作に適したアニメーションの動き時間は0.4秒が良く、アニメーションの動きはきびきび動くよりも多少ゆったりしている方がよいことが分かった。今後は、被験者の多くから意見があった、入力デバイスにタッチセンサを利用したスクロール操作の実現とともに、歩行中でも、スクロールして所望の項目を選択しやすいアニメーションを検討する。また、アニメーションの動きパラメータとして、今回利用した時間だけでなく、方向、跳ね返る様子や振動する様子など物理的な運動をするものなどを変えて、歩行中に見ていて、操作していて視覚的に負担のないパラメータを被験者実験によって得る。

参考文献

- 1) 塚本昌彦: 情報共有空間のためのウェアラブルコンピューティング, 情報処理, Vol.48, No.2, pp.128-134 (2007).
- 2) 富士キメラ総研: デジタルAV機器市場マーケティング調査要覧(2012年版), <http://www.fcr.co.jp/pr/12052.htm> (2012).
- 3) 山崎和彦: ウェアラブル・パソコンのヒューマン・インタフェース・デザイン - 日常の道具としての可能性 -, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.2000, No.61, pp.23-28 (2000).
- 4) 福本雅朗: ウェアラブルインタフェース&センシング, 情報処理, Vol.51, No.7, pp.812-818 (2010).
- 5) 五味雄一, 森田圭紀, 寺田努, 東健, 塚本昌彦: 内視鏡手術におけるHMD利用に関する一考察, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.2008, No.106, pp.75-81 (2008).
- 6) 村松邦彦, 塚本昌彦: ウェアラブル機器を用いた歯科医療コミュニケーション支援システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.11-18 (2008).
- 7) 板生知子, 塚本昌彦: ウェアラブル社会プロジェクト: ウェアラブル機器を用いた学会の司会進行, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.2003, No.69, pp.5-12

(2003).

8) 秋山翔太郎, 寺田努, 塚本昌彦: ウェアラブルコンピューティングのためのその場プログラミング環境, 情報処理学会モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会報告, Vol.2012-MBL-61, No.18, pp.1-8 (2012).

9) 中嶋信生, 福岡輝仁: 簡易 HMD とマンナビゲーションへの応用, 情報処理学会モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会報告, Vol.2008, No.44, pp.121-124 (2008).

10) 大林真人, 西山裕之, 溝口文雄: WearableEye: ウェアラブルコンピュータによる情報化環境把握のための視覚化システムの開発, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.10, pp.2305-2406 (2004).

11) 田中宏平, 岸野泰恵, 宮前雅一, 寺田努, 西尾章治郎: 光学式シースルー型 HMD のための読み取りやすさを考慮した情報提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.4, pp.1847-1858 (2007).

12) 中尾誠幸, 寺田努, 塚本昌彦: ウェアラブルコンピューティング環境における周辺環境を考慮した装着型ディスプレイへの情報提示手法, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.2012-HCI-149, No.9, pp.1-8 (2012).

13) 吉田悠, 池上輝哉, 福住伸一: オブジェクトの速度変化とユーザの気づきに関する考察 -データ数増減の可視化手法の開発とユーザ実験による検証, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol2012-HCI-148, No.21, pp.1-8 (2012).

14) サイトウ・アキヒロ, 小野憲史: ニンテンドーDS が売れる理由 -ゲームニクスでインタフェースが変わる-, 秀和システム (2007).

15) AirScouter,
<http://www.brother.co.jp/product/hmd/info/wd100ga/index.htm>.

16) Apple Remote,
<http://store.apple.com/jp/product/MC377J/A/apple-remote>.

17) USB 接続赤外線リモコン KIT,
<http://bit-trade-one.co.jp/BTOpicture/Products/005-RS/index.html>.