

WATARI システム：壁面と卓上面を併用する電子作業空間

周防駿甫, 谷津芳樹, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行

WATARI-System: Wall and Tabletop Based Reconfigurable Interaction Workspace

Shunsuke Suo, Yoshiki Yatsu, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, Hideyuki Tamura

Abstract - We have been proposing the WATARI system which employs both wall and table as electronic workspaces. In our system, users can manipulate digital data with gestural interaction. In considering features of the table, we design gesture operations which can be performed in the same way as we behave in daily life. In this paper, we introduce the construction of the WATARI system. Furthermore, we show the fashion coordinate system which is designed and implemented as an application of our system. In the fashion coordinate system, users select and move clothes on the table to the wall by gesture operations, and dress the mannequin displayed on the wall.

Keywords: Post-WIMP User Interface, Gesture Operation, Wall Projection, Table-top System, Card Metaphor

1. はじめに

我々はこれまでに、ユーザの視野の大半を占める広い領域で電子データをジェスチャ操作する「広視野電子作業空間 [1]」を開発してきた。現在その発展形として、

- (1) 机と壁を併用することで、作業領域の拡大を図る
- (2) ジェスチャによる操作が可能
- (3) 実物体を電子作業に使用するメリットを取り入れるという特徴を有する WATARI (Wall & Table-based Reconfigurable Interaction) システム [2]」を提案・構築している。

本稿では、この WATARI システムについて説明するとともに、その応用事例の一つであるファッションコーディネートシステムについて述べる。

2. WATARI システムの提案

2.1 作業領域の拡大と使い分け

会議室や書斎といったワークスペースでは机やホワイトボード、壁などの様々な空間を同時に使用して作業を行う。これは複数の空間を使うことで、大きな作業領域を確保できるだけでなく、状況に応じて空間を使い分け、それぞれに適した作業を行うことで作業の効率化を図ることができるためである。

WATARI システムでは、複数の作業領域を併用するシチュエーションとして、部屋を構成する基本要素である机と壁に着目し、作業領域として想定している。そして、卓上面と壁面をどちらか一方の延長として扱うのではなく、それぞれの特徴を活かした異なる作業を行う領域とすることで、作業内容や状況に適した空間の構築を可能とする。

WATARI システムのコンセプトイメージを図 1 に示す。ユーザは、椅子に着座してシステムを使用し、ユーザの

目の前には、卓上ディスプレイを有する机が配置される。また、壁面ディスプレイは机を挟んでユーザの対面に配置され、着座しているユーザからは手が届かないものとする。

2.2 ジェスチャ操作

WATARI システムでは、操作にハンドジェスチャを採用しており、卓上面と壁面の特徴を考慮し、各領域におけるジェスチャ操作を設計している。

卓上面には、それ自体を手で触れることができるという特徴があるため、マウスやポインタを必要とせず、操作対象へ触れて操作するような素早い直接操作を実現する。一方、壁面にはユーザから離れており手が届かないという特徴から壁面に表示した手の形状を模したポインタを操作する間接的な操作を実現する。

2.3 実物体の利用

本システムでは卓上面上や机の周りに置かれている実物体に着目し、電子作業に導入する。例えば、日常生活の中で、卓上面に置かれたファイルボックスは書類などを整理するために利用している。そして、WIMP 型 GUI のシステムではファイルボックスを表すアイコンを用い

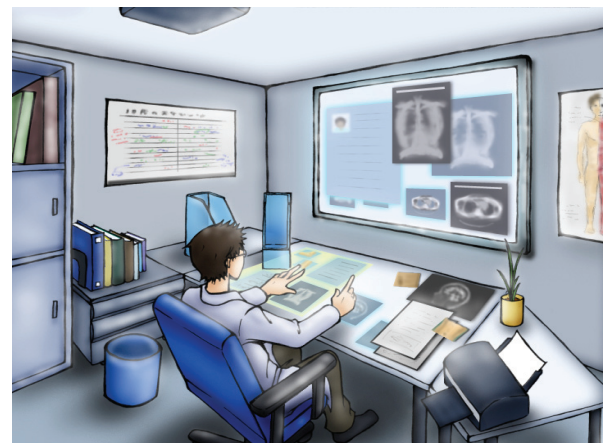


図 1 WATARI システムのコンセプトイメージ

て「整理する」という作業を電子的に実現している。本システムではこのような作業を実在する実物体そのものを用いて実現する。操作例としてファイルボックスやゴミ箱を卓上面で引っくり返すという実世界に近い動作で、格納・廃棄されているデータを取り出すことができる。このように触れて操作できる実物体を取り入れ、実世界と同様の動作で利用することで、ユーザにとって操作方法の学習が容易となる。

本研究ではこのような電子作業に利用する実物の什器や機器などを VPPE (Visually Perceivable Physical Equipments) と呼称している。WATARI システムでは、VPPE として図 2 に示す実物体のファイルボックス、ゴミ箱、プリンタを使用し、データの保管、廃棄、印刷機能を実現する。

3. 実装

3.1 システム構成

システム構成を図 3 に示す。卓上面と壁面に表示する映像は、2 台のプロジェクタ (卓上面用：日立製作所製 CP-A100J, 壁面用：Canon 社製 WUX10 Mark II) から各表示面に投影する。

ジェスチャ認識用、VPPE の位置姿勢検出用に VICON モーションキャプチャシステム (ViconPeaks 社製 MX カメラシステム) を用いる。このシステムはカメラ 8 台で構成されており、各カメラには赤外光透過フィルタと赤外線 LED が取り付けられている。赤外線 LED から赤外光を照射し、再帰性反射マーカによる反射光をカメラで撮影することで、再帰性反射マーカの領域のみ検出することができる。ジェスチャ認識のために、親指、人差し指、手の甲に再帰性反射マーカを取り付けた手袋状デバ



(a) ファイルボックス (b) ゴミ箱 (c) プリンタ

図 2 VPPE として採用した実物体

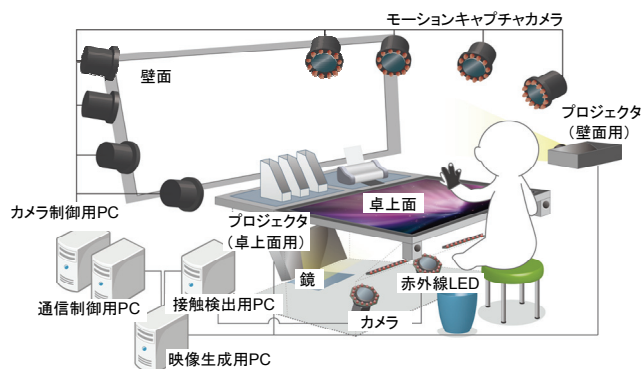


図 3 システム構成図

イス (図 4) の 3 次元位置姿勢をそれぞれ検出する。

しかし、モーションキャプチャシステムだけを使って、隣接する全ての指を正確にトラッキングすることは難しく、親指、人差し指、手の甲の 3 点程度の認識に限定される。

そこで、卓上面と指や掌の接触検出のために、カメラを内蔵したテーブル (nac 社製特注, 図 5) を利用する。テーブル内には、先述の卓上面に映像を投影するプロジェクタと複数の赤外線 LED, 2 台のカメラ (SONY 製 XC-EI50) が設置されている。テーブルの内部では、赤外線 LED から卓上面に向けて赤外光を照射し、赤外光透過フィルタを取り付けたカメラで卓上面を撮影する。これにより、卓上面に置かれた実物体が赤外光を反射するため、カメラ画像に明るく写る領域を接触領域として検出することが可能となる。

3.2 手指の接触検出

卓上面と壁面におけるジェスチャの認識は、主にモーションキャプチャで検出された親指、人差し指、手の甲の位置・姿勢の関係をもとに求める。これに加えて、卓上面のジェスチャ認識では、卓上に接触している指の本数や掌といった接触情報を利用する。

この手指の卓上への接触検出には、モーションキャプチャとテーブルシステムを併用する。モーションキャプチャは常に手をトラッキングしているため、両手の 3 次元位置が容易に取得できる。そこで、取得した手の甲の位置を中心に手全体が収まる範囲内のみ画像処理を行い、手指を検出する。卓上面には手以外にもファイルボックスなどの実物体が配置されている。そこで手指の接触検出には、指先と掌のテンプレートマッチングを行い、画像に写った実物体が手かどうかを判定する。

接触検出時の処理画像を図 6 に示す。図中の 2 つの大きな矩形は、前述のモーションキャプチャから取得した手の位置を中心とした走査範囲と範囲内から検出した指先と掌を含む矩形である。



図 4 手袋状デバイス



図 5 テーブルの外観

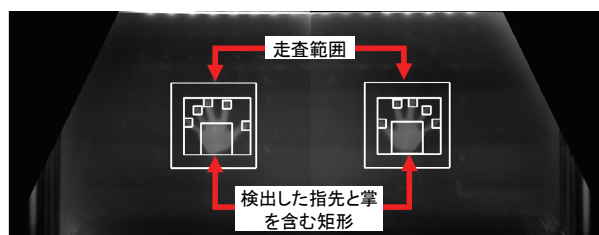


図 6 処理画像

4. ファッションコーディネートシステム

4.1 概要

WATARI システムの応用事例の一つとして、ファッションコーディネートシステムを作成した。このシステムでは WATARI システムのコンセプトに則り、卓上面と壁面を作業領域として併用し、それぞれを異なる作業を行う領域としている。卓上面では衣類データを図 7 に示すようにカード型データとして表示している。また、壁面では衣類データとマネキンを 3DCG で表示している。そして、ユーザはジェスチャ操作を用いて卓上面で選別した衣類を壁面へ移動させ、壁面に表示されたマネキンに着脱する。また、VPPE を利用して衣類データの格納、廃棄、印刷操作を行うことができる。衣類の種類は、上着、シャツ、ネクタイ、ズボンがあり、それぞれを組み合わせ、コーディネートを行う。次に、卓上面と壁面の各作業領域に関して詳細を述べる。

4.2 卓上面でのインタラクション

卓上面におけるデータの選別や分類といった作業に適した操作対象として、トランプのように実際の卓上面で日常的に扱うカードに着目した。カードには、その表面に文字、絵、シンボル、色などの情報が集約されており、一目である程度の情報を得られるといった特徴がある。また、カードにはある程度の厚さがあり、目視で重なり具合を認識できる。

そして、卓上面の操作にカードのメタファを導入することでユーザが容易に扱い方を理解することを可能としている。実際に実物体のカードを分類する動作を観察し、その結果からデータを移動するジェスチャとして図 8 に示す 6 つの操作を抽出、採用している。各ジェスチャ操作の条件となる手指の動作と操作の効果を表 1 に示す。

初期状態では卓上面には何もなく、データはファイルボックスに格納されている。まず、ユーザがファイルボックスをひっくり返すことで卓上にカード型データが展開される。そして、先述の 6 つのジェスチャ操作を用いてデータの選択・移動を行う。実現したジェスチャ操作による卓上面での操作風景の一部を図 9 に示す。

卓上面から壁面へのデータの移動として、「束ねて移動」と同様の動作でカード型データを選択し壁に向けて放すことで、そのカードに描かれていた衣類が壁面上に 3DCG となって表示される。また、同様の動作でデータ



図 7 衣服を示すカードデザイン

を掴んで移動し、ファイルボックスの上で放すことで卓上面のデータを格納することができる。ゴミ箱の上で放せば卓上面から消去することができ、またプリンタ上で放すことで、データを印刷することもできる。

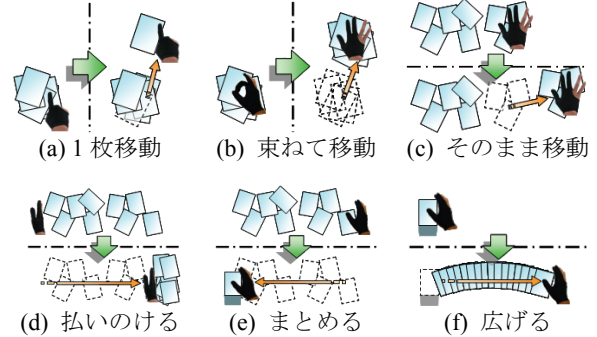
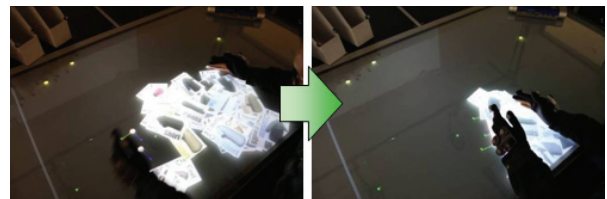


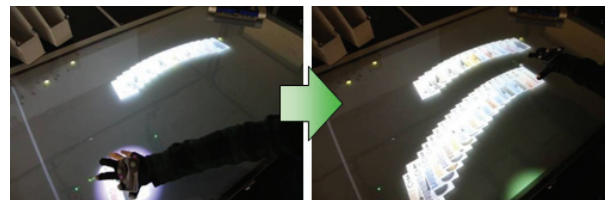
図 8 カードのジェスチャ操作一覧

表 1 ジェスチャ操作の機能一覧

操作	手指の動作と効果
1枚移動	指1本だけでカードに触れ指を動かすと1番上のカードだけが追従する
束ねて移動	親指と人差し指でカードを挟んで動かすと複数枚のカードが束になって移動する
そのまま移動	掌全体を卓上面に触れたまま動かすとその下にあるカード全体が位置関係を保ったまま移動する
払いのける	手の端を卓上面に触れるように垂直に立てて動かすと触れたカードが払いのけられる
まとめる	掌を浮かして5本の指で卓上面に触れながら移動すると整列したカードの山が作られる
広げる	整列状態の山を複数本の指もしくは掌で触れて移動するとカードが等間隔に広がる



(a) 両手で払って移動する

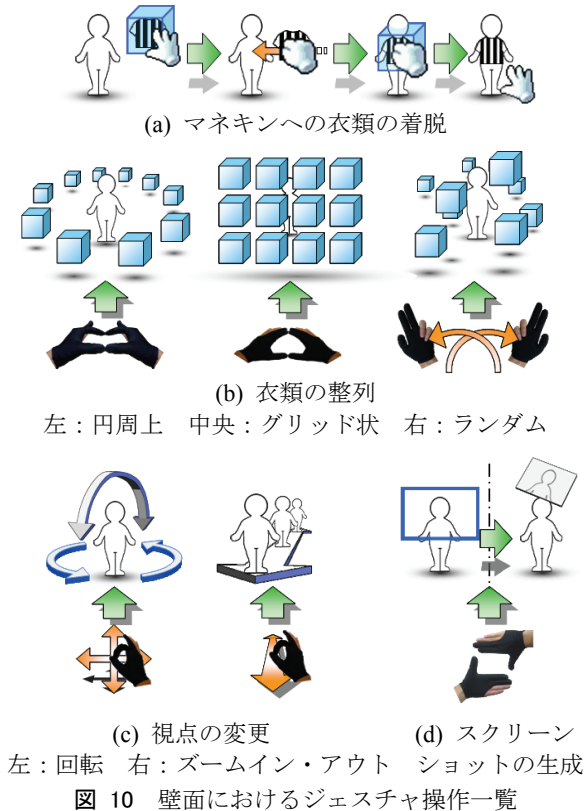


(b) 1箇所にまとめたカードを見やすく広げる



(c) ファイルボックスを用いたデータの出し入れ

図 9 卓上面の操作例



4.3 壁面でのインタラクション

壁面では、卓上面から移動させた衣服をマネキンに着せ、そのコーディネート結果を確認できる。壁面では、ポインタを用いて間接的な操作を行う。壁面において可能な操作には図 10 に示す「マネキンへの衣類の着脱」「視点の回転、ズームイン・ズームアウト」「衣類の整列」「スクリーンショットの生成」がある。また、その操作風景の一部を図 11 に示す。

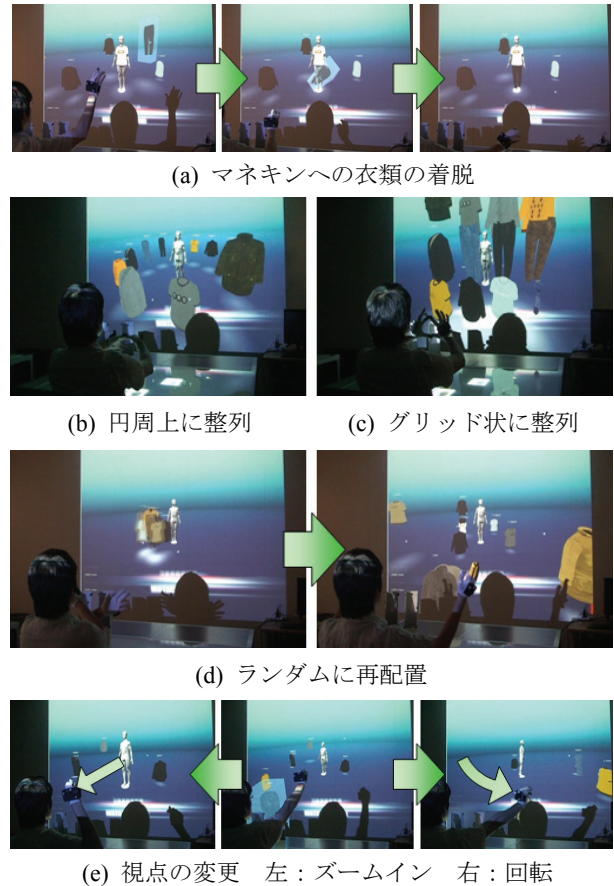
衣類の着脱には、まずポインタを衣類データ上に重ねて掴むことでデータを選択する。そして、ネクタイなら首元、ズボンなら足元、という具合にそれぞれの衣類に適した位置までデータを移動し、放すことでマネキンに衣類を着衣させることができる。

視点の回転、ズームイン・ズームアウトには、ポインタが衣類に重なっていないときに掴む動作をし、上下に動かすと上下の回転、左右に動かすと左右の回転、前後に動かすとズームイン・ズームアウトが行われる。

衣類の整列には 3 種類あり、「マネキンの周りの円周上」「グリッド状」「ランダム」に配置可能である。両手の親指と人差し指で円を作り、その円を卓上面に対して平行にすると「円周上」、壁面に平行にすると「グリッド状」に整列することができる。また、両手を体の前で交差させることで「ランダム」に配置できる。

スクリーンショットの生成には、両手の人差し指と親指で作る四角形の範囲内の画面をキャプチャし、新規オブジェクトとして生成する。

さらに、壁面で不要な衣類データは掴んで卓上に向けて放すことで卓上面へ戻すことができる。



5. むすび

本稿では、以下の 3 つの特徴を有する WATARI システムのコンセプト、実現方法について述べた。

- ・卓上面と壁面を作業領域として併用
- ・広い作業空間をジェスチャで操作
- ・触れて操作することができるデバイスとして、実物体を電子作業空間に導入

また、その応用例の一つとして実現したファッションコーディネートシステムについて説明した。今後は、VPPE の拡充を図ることで、卓上面で行う操作のバリエーションを豊かにするとともに、複数人による協調作業にも対応するなど、WATARI システムの完成度を高めていく予定である。

参考文献

- [1] 木村朝子, 柴田史久, 鶴田剛史, 酒井理生, 鬼柳牧子, 田村秀行: “ジェスチャ操作を活用する広視野電子作業空間の設計と実装”, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 4, pp. 1327 - 1339, 2006.
- [2] 木村朝子, 藤田誠司, 岩本和也, 谷津芳樹, 柴田史久, 田村秀行: “壁面と卓上面を併用する電子作業空間 WATARI システムのデザインスキームと実現例”, 日本 VR 学会論文誌, Vol. 15, No. 2, pp. 191 - 201, 2010.