

机上と壁面を併用する実世界指向電子作業空間 (2) —システム構成とシステムの試作—

藤田 誠司[†] 渡辺 匡哉[†] 木村 朝子[‡] 柴田 史久[†] 田村 秀行[†]
立命館大学大学院 理工学研究科[†] 科学技術振興機構 さきがけ[‡]

1 はじめに

我々は、机上と壁面を作業領域とし、ジェスチャと実物体を用いて電子操作を行う WATARI システムの研究を行っている。本稿では、[1]で示した全体構想を実際に試作・運用した結果について述べる。

2 机上・壁面におけるジェスチャ操作

2.1 机上での操作

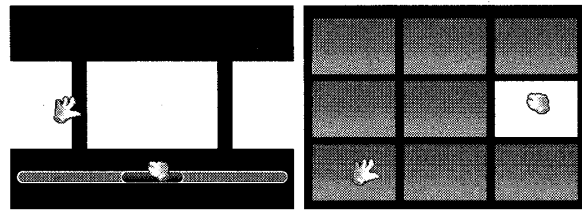
WATARI システムでは、擬似実体操作 (Pseudo-Tangible Handling; PTH)、慣用電子操作 (GUI-Familiar Handling; GFH) という 2 タイプのジェスチャ操作を導入する。机上での操作には、データを積み上げたり、多くのデータを自由に動かせる機能、詳細な編集作業などの機能を想定しているが、まずは多くのデータを自由に動かせる機能から実装した。また、机上でのジェスチャを設計するにあたり、Wu らの“RoomPlanner [2]”の提案するハンドジェスチャも一部参考にした。

【PTH】PTH では、実世界での動作に近づけた操作方法を実現する。まず設計段階において実物のカードを分類するタスクを行い、その様子を観察した。カードの数やカードの置かれている位置などで、カードを移動する時の手の形や動作は様々であり、多様な動作を上手く活用してカードを移動している様子が見られた。この観察結果を整理し、カードの挙動や、手の形から、データの移動方法として「掴む・放す」「なぞる」「払う」「押さえる」「広げる」の 5 つを抽出した。これに基づき実装したジェスチャを表 1 (a) に示す。

【GFH】GFH では、従来の GUI の操作に近づけた操作方法を実現する (表 1 (b))。GUI では、データを操作する際にマウスクリックでデータを選択し、ドラッグアンドドロップでデータを移動させる。机上は直接触れることができるので、データを選択に「指先で触れる」ジェスチャを採用し、マウスクリックの機能に割り当てる。また、ドラッグアンドドロップには、確定・解除の機能が必要であるため、ものを直接「掴む」動作を確定に割り当て、「放す」動作を解除に割り当てる。また、従来の GUI で用いられる投げ縄ツールのように、複数データを「指先で囲う」ことで、囲った範囲内に含まれる全てのデータを選択する。選択した複数データを確定・移動・解除することで任意の箇所にまとめて移動できる。

表 1 机上ジェスチャコマンド

(a) 擬似実体操作			(b) 慣用電子操作	
Pseudo-Tangible Handling			GUI-Familiar Handling	
掴む・放す	なぞる	払う	掴む	放す
押さえる	広げる		指先で触れる	指先で囲う



(a) 一列表示 (b) グリッド表示

図 1 壁面の画面構成

2.2 壁面での操作

壁面では一列表示 (図 1 (a)) とグリッド表示 (図 1 (b)) の 2 種類のデータ表示方法を用いる。壁面は直接触れることができない位置を想定しているため、右手・左手を示すカーソルを用いて操作を行う。

データの選択・選択解除は共に「掴む」ジェスチャを利用し、選択されたデータはハイライト表示される。一列表示の場合「掴む」ことでスクロールバーを把持し、左右に移動することで画面外のデータを画面内に表示できる。また、壁面で選択したデータを掴み、手のひらが机上に向くように放すことで壁面から机上にデータを移動することができ、机上から壁面にデータを移動する場合も同様の操作で移動を行えるようにした。

3 導入した TPPE の機能と操作方法

本研究では電子作業に実物の什器や機器など (Actually Perceivable Physical Equipment; TPPE) を利用する。今回はファイルボックス、ゴミ箱、プリンタを導入した。以下にそれぞれの機能と操作方法を述べる。

【ファイルボックス・ゴミ箱】実世界においてファイルボックスは書類を格納する、ゴミ箱はゴミを捨てる目的で使用される。これらの機能をそのまま利用して、データ格納用 TPPE としてファイルボックスを、データ削除用 TPPE としてゴミ箱を導入する。以下に、これらに必要な機能を示す。

- ・ データの格納／削除
- ・ 格納／削除されたデータの取り出し

Real-World Oriented Electronic Working Space with Table and Wall (2): System Configuration and System Implementation

[†]Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

[‡]PRESTO, Japan Science and Technology Agency

・ 格納/削除されたデータの視認

実世界におけるファイルボックスやゴミ箱は、手で掴んでものをを入れる/捨てる、手で掴んで取り出すといった使用方法がある。同様に、データを掴み、ファイルボックスやゴミ箱の上部で手を放すことでデータを格納する。また、ファイルボックスやゴミ箱をひっくり返すことで全てのデータを机上に取り出す。また、格納/削除されたデータの中から任意のデータを選択して取り出すために、TPPE に格納/削除したデータを視認できる領域を机上に設ける。この領域を TPPE ウィンドウと名付ける。TPPE ウィンドウの表示方法は、ファイルボックスを手前に引くことやゴミ箱を傾ける操作を採用する。手でデータを掴み、TPPE ウィンドウ内にデータを移動させ、手を放すことでデータを格納/削除できる。また、TPPE ウィンドウ内の任意のデータを掴み、ウィンドウから外に移動することで、任意のデータを選択し、取り出すことができる。

【プリンタ】プリンタはデータ印刷用 TPPE として用意する。手でデータを掴み、実物のプリンタ上部で放す動作で印刷を行う。

4 システムの試作

試作システムのシステム構成を図 2 に示す。2 台のプロジェクトラ (PLUS 社製 U5-512h) で、壁面と机上に映像を投影する。投影映像は Visual C++ で OpenGL ライブラリを使用して描画する。ジェスチャ入力には 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) を使い、ユーザの装着している手袋の親指、

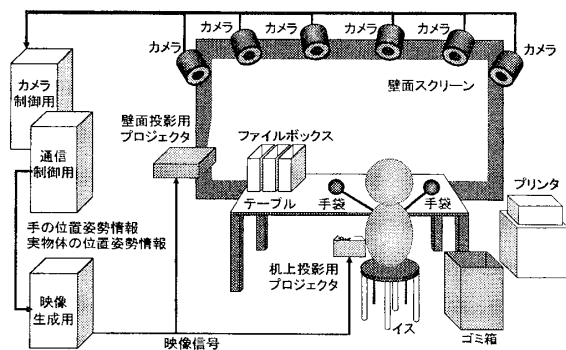


図 2 システム構成

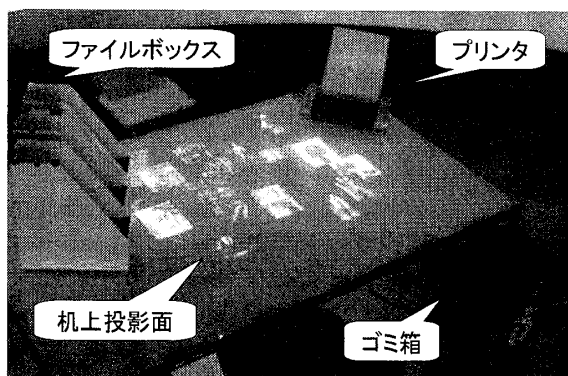


図 3 試作システム (机上)

人差し指、手の甲に取り付けた再帰性反射マーカの 3 次元位置をそれぞれ検出する。また、今回導入する TPPE にも再帰性反射マーカを取り付け、位置姿勢を検出することで実物体の操作を可能にする。

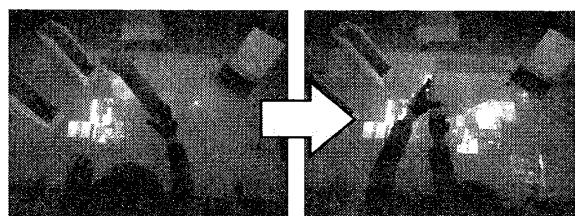
今回試作した WATARI システムを図 3 (文献 [1] 図 1 も参照) に、操作風景を図 4 に示す。処理速度は、22 ~ 25fps であった。実際、数名が体験したところ、まず作業領域の広さが歓迎された。データを手で扱うなどの PTH ジェスチャ操作は、すぐに操作方法を学習し使用していた。また、ファイルボックスをひっくり返す、実物のプリンタに電子データを放り込むという TPPE を使った操作対して、分かりやすく、面白いとコメントした。

5 むすび

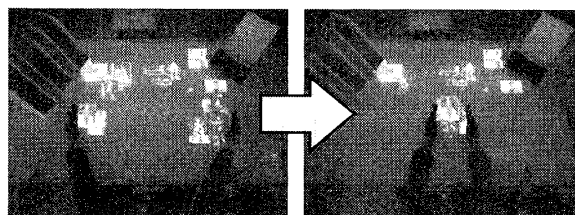
[1]で述べた全体構想を基に、WATARI システムを実装した。机上と壁面、実物体 (TPPE) を作業領域とした電子作業空間で、ジェスチャ操作によりインタラクションを行うことが可能である。現段階では、未実装の機能や TPPE が残っているので、今後はそれらを追加するとともに、WATARI システムを評価し、その結果をシステム設計にフィードバックさせ、システムの完成度を高めていく予定である。

参考文献

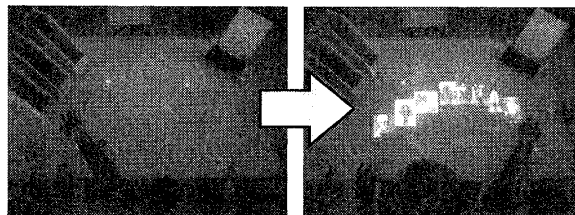
- [1] 渡辺 他: “机上と壁面を併用する実世界指向電子作業空間 (1)-全体構想-”, 本大会, 2009.
- [2] Mike, W., *et al.*: “Multi-finger and whole hand gestural interaction techniques for multi-users tabletop displays,” Proc. UIST 2003, pp. 193 - 202, 2003.



(a) ファイルボックスをひっくり返す



(b) データを両手で扱いながらまとめる



(c) まとめたデータを広げて見る

図 4 操作風景