

WATARI システムを利用した 2D/3D マップ操作システムの実現

吉本 祐介^{*1} 木村 朝子^{*1} 柴田 史久^{*1} 田村 秀行^{*1}

Implementation of 2D/3D Map Handling System Using the WATARI System

Yusuke Yoshimoto^{*1}, Asako Kimura^{*1}, Fumihisa Shibata^{*1}, and Hideyuki Tamura^{*1}

Abstract – We have promoted the development of the electronic work space that uses both table and wall. The system name is WATARI (WALL & Tabletop-based Reconfigurable Interaction). In this research we propose the new usage of WATARI system that displays a 3D map (Google Earth) on the wall and a 2D map (Google Maps) on the table. In this paper, we describe the concept of the system. Secondary, we describe the result of the consideration of some gestures, and the configuration of the system. Finally, we show the result of a case-study.

Keywords: Post-WIMP User Interface, Gesture Operation, Interactive interface, Table-top System, Wall Projection

1. はじめに

我々は、壁面と卓上面の 2 面に映像投影を行うことで、広い作業領域を確保し、かつそれぞれを使い分けることで効率的な電子作業を実現する、対話型電子作業空間 WATARI (WALL & Table-based Reconfigurable Interaction) システムの開発を推進してきた^[1]。

本研究では、WATARI システムにおける新たな作業の提案として、2D/3D マップ操作システムを実現する。このシステムでは、卓上面に実際に紙地図を広げるようにして 2D マップ (Google マップ) を、壁面には窓から外を眺めるように 3D マップ (Google Earth) を表示し、それらを連動させ、ハンドジェスチャと対話型デバイスにより操作することで、2D/3D マップを直観的に操作可能とする。

我々が日常的に触れる地図は、PC のアプリケーションや Web を介して閲覧する電子地図 (Google マップなど) と、それ以前から存在する紙地図 (世界地図、地図帳など) とに分類できる。

電子地図は、尺度の変更、移動といった操作の際にページをめくるなど煩わしい操作が不要で、地図全体が継ぎ目のない構造となっている点が特徴である。また、膨大な地理情報 (例えば住所、建物の詳細、周辺情報など) の取得が容易である点も特徴として挙げることができる。

一方、従来の紙地図は、ページをめくるなどの操作は必要であるが、地図を任意の方向から眺めることができる点が特徴であり、それが作業の効率化につながっていると考えられる。また、紙であるため、地図の任意の箇所を印をつける、メモするなど容易にできる点も特徴である。

さらに近年では、Google Earth のように、2D の電子地図を拡張し、3D 空間で表現する 3D マップも登場している。3D マップは、球体にテクスチャとして衛星写真を貼り付

けただけでなく、地形や建築物などをモデリングし、立体的に表示している。これを利用することで、平面地図だけでは得られない建築物の概観など 3 次元地理情報を取得することが可能となる。

我々はこれらの特長に注目し、電子地図と紙地図両方の利点を生かした 2D マップと 3 次元地理情報を取得できる 3D マップを併用することで、直観的、かつ効率的な電子作業が行える 2D/3D マップシステムの実現を目指す。

2. 2D/3D マップ操作システムの設計

2.1 コンセプト

卓上面では、電子地図ならではの地理情報の連続性や拡大・縮小機能などを生かしつつ、大きな地図を広げ、目的地が見やすい位置にくるよう手で移動、回転するといった操作を実現する。具体的には、卓上面に表示された 2D マップをハンドジェスチャによって操作する。2D マップ操作にハンドジェスチャを利用するのは、手で操作することで実際に地図を扱っている感覚が得られ、素早い操作が可能となると考えたためである。

次に壁面では、卓上面の 2D マップ操作によって到着した目的地の概観や周辺情報や、途中の経路など、様々な 3 次元地理情報を、直感的に取得・閲覧することを目指す。この直感的な操作を実現するために、本研究では、壁面に表示された 3D マップを対話型デバイスによって操作する。3D マップ操作にマウスやハンドジェスチャではなく対話型デバイスを利用するのは、マウスは平面的な作業を想定したポインティングデバイスであり、3D 空間の操作で扱うのは直観性に欠け、思い通りの操作を行うことが困難なためである。また、ハンドジェスチャを 2D/3D マップ両方の操作に用いると、ジェスチャコマンド総数が増加し、それによって操作の容易さを損なう可能性がある。これらに対して対話型デバイスは、位置や高さ、姿勢といった 3D マップ操作に必要な情報を直観的に入力することがで

*1 立命館大学情報理工学部

*1 College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

きるため、3D マップを容易に操作できると考えられる。

2.2 2D マップ操作のためのハンドジェスチャ設計

【タッチパネル用ジェスチャの導入】

まず、2D マップにおける移動、ズームイン・ズームアウトといった基本操作のジェスチャコマンドから検討する。近年、タッチパネルを利用し、画面を指で触れることで移動やズームイン・ズームアウトといった操作を行えるマップ操作システムがいくつか登場している。しかし、これらは作業領域が狭いものが多く、ほとんどの操作を指で行っている。そこで我々は、タッチパネルと WATARI システムの作業空間の広さの違いに着目し、まずタッチパネルで広く用いられる操作手法を本システムに導入することが適当であるかを確認することから始めた。

Apple 社の iPhone や iPad 用に Google 社が提供しているマップアプリケーションで採用されているタッチジェスチャを採用し、これをシステムに導入した。これは、図 1 で示すように、

- ・マップの移動：人差し指、あるいは人差し指と親指で卓
上面上に触れ移動
- ・マップのズームイン・ズームアウト：親指と人差し指で
卓上面上に触れ、両指の間隔を広げる、狭める
というジェスチャである。

実際に、WATARI システムでこのジェスチャコマンドを地図操作に適用し、数名の被験者に体験させたところ、「ほとんど違和感なく操作できる」という意見がある一方で、移動に関して「卓上の表示領域外にある地点を表示領域内に移動させる際、人差し指だけの操作は少し違和感がある」、ズームイン・ズームアウトに関して「ジェスチャを繰り返し行う必要があるのが不便」という意見が得られた。この後者の意見をもとに、ズームイン・ズームアウトの倍率を大きくしたところ、「ジェスチャを繰り返す必要はなくなったものの、微調整がやりにくい」という結果となった。

以上の結果から、上記ジェスチャは、動作が小さいこと、片手では利用できる範囲に限られることから、WATARI システムにおける卓上面上のように、広い作業領域で操作す

ると、作業に違和感や煩わしさを与えたと考えられる。

【卓上面上の操作に適したジェスチャの再検討】

そこで、卓上面上の操作に適したジェスチャ操作の再検討を行った。まず、ジェスチャを指ではなく、掌全体で行うことで作業領域に対するジェスチャの動作を大きく・早く行えるようになり、片手ではなく両手で行うことで利用できる範囲を広くすることが可能であると考え、移動では掌全体で卓上面上に触れる、ズームイン・ズームアウトは両手の間隔を広げる・狭める方法を検討した。

これらの方法についても実装し、同様に数名の被験者に体験させたところ、掌全体を利用する移動ジェスチャに関して「掌全体で移動させることで大きな地図をずらしていくような感覚で操作できた」、両手を利用するズームイン・ズームアウトジェスチャに関して「倍率を大きく変えたい場合でもジェスチャを何度も繰り返す必要がなく、同時に微調整も楽にできる」といった意見が得られた。

そこで、2D マップ操作システムの移動、ズームイン・ズームアウト操作には、これらのジェスチャを採用することとした。

以上の結果を考察すると、すばやく大きな動作が入力として期待される場面では、掌全体や両手によるジェスチャが、ゆっくりと詳細な動作が入力として期待される場面では、2.2 の手法のような指先を使うジェスチャが適していると考えられ、適材適所でジェスチャを設計することで、自然で直感的な操作を行うことができると考えられる。

【2D マップ操作のためのジェスチャコマンド】

次に、2D マップ操作のために実装すべきその他の機能とジェスチャコマンドの検討を行った。まず、「ジェスチャを繰り返し行う必要があるが不便」という意見があったことから、拡大して見たい領域が明確な場合に、その範囲を指定するとその範囲が拡大表示される機能を付加した。ここでは、詳細な動作が求められるので、範囲の指定には人差し指を利用することとした。

また紙地図では、任意の方向から地図を眺められることが作業の効率化につながっていると考えられる。この特徴を取り入れるために、実際に卓上に置かれた地図を回す様子を観察し、実際に行われた動作の中から、両手、片手による回転をそれぞれ1つずつ採用した。さらに、観察する中で回転動作を何度か繰り返し任意の角度に合わせる様子が頻繁に見られたため、矢印を描くことでその方向が上にくるよう地図を回転する機能を付加した。

2.3 3D マップ操作のための対話デバイス

3D マップ操作には、図 2 に示すハンググライダを模した対話型デバイスを利用し、視点の位置・方向を定める。このハンググライダ型デバイスを用いた 3D 空間の移動方法の検討については、文献[2]で詳しく述べる。

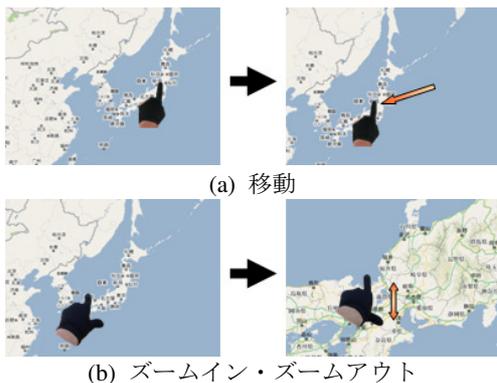


図 1 iPad のマップ操作を模したジェスチャコマンド

3. 2D/3D マップ操作システムの試作

3.1 システム構成

本システムは WATARI システムを基盤とし^[3], 2D/3D マップを表示・操作するために, Google 社が提供する Google Maps API for Flash^[4], Google Earth API^[5]をそれぞれ利用している. システムの外観は図 3 に示す通りで, 両手にグローブを装着し, ハンドジェスチャで 2D マップを操作し, 対話型デバイスによって 3D マップを操作する.

3.2 インタラクション

3.2.1 2D マップ操作

2D マップ操作に用いることができるジェスチャコマンドは, 以下の通り (図 4) である. 図 5 に操作風景を示す.

(a) 移動

卓上面に掌全体で触れ, 掌を任意の方向へ移動させることで, 2D マップが掌との位置関係を保ったまま移動する.

(b) ズームイン・ズームアウト

卓上面に両手の掌全体で触れ, 両手の間隔を広げることでズームイン, 狭めることでズームアウトする. また, ズームイン・ズームアウトは, 両手の中点に表示された十字線を中心に実行される.

(c) 範囲指定によるズームイン

卓上面に人差し指だけで触れ, そのまま人差し指で任意の範囲を囲む. 指を離すと, その範囲が画面全体の中心に十分大きな縮尺で表示されるよう 2D マップの移動・拡大が行われる.

(d) 両手による回転

まず, 卓上面に片方の手の人差し指だけで触れ, 次に人

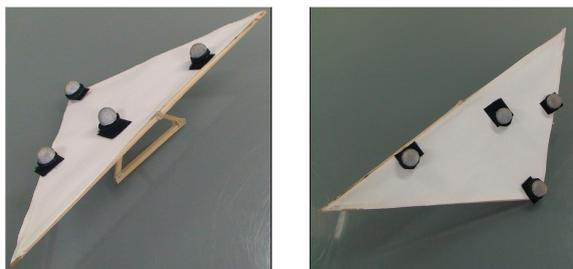


図 2 ハンググライダーを模した対話型デバイス

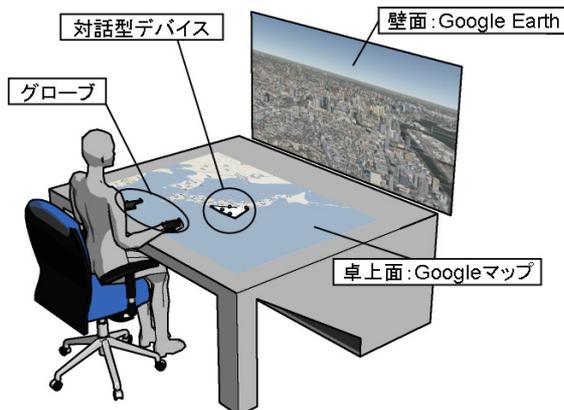


図 3 システム外観

差し指はそのまま, もう片方の掌全体で卓上に触れ, 任意の方向に移動させるとそれに合わせて 2D マップが回転する.

(e) 片手による回転

卓上面下部に掌全体で触れ, 左右に移動させるとそれに



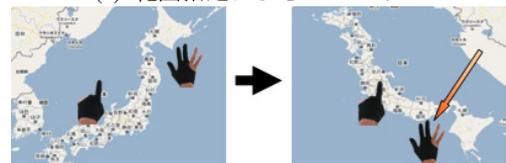
(a) 移動



(b) ズームイン・ズームアウト



(c) 範囲指定によるズームイン



(d) 両手による回転

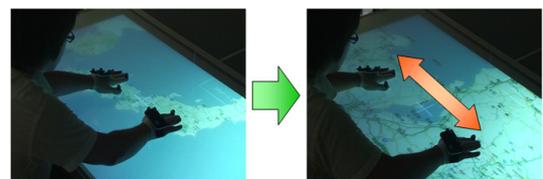


(e) 片手での回転



(f) 矢印描画による回転

図 4 2D マップのジェスチャコマンド



(b) ズームイン



(d) 両手による回転

図 5 2D マップの操作風景

合わせて 2D マップが回転する。

(f) 矢印を描く回転

卓上面に人差し指だけで触れ、矢印を描く。指を離すと、矢印の先端が 2D マップの北方向となるよう回転する。

また、(d)～(f) のジェスチャでは、2D マップの中心が回転中心となる。

3.2.2 3D マップ操作

ハンググライダー型デバイスによる操作の概観は図 6 に示す通りである。緑の矢印の先端は 3D マップの視点位置を示し、ハンググライダー型デバイスを前後左右に移動させることで、視点位置も移動する。この時、デバイスの位置が 2D マップの緯度経度に変換され、3D マップの視点位置となる。また矢印の長さはデバイスの高さを示しており、上下に移動させることで、3D マップの視点の標高が変化する。標高は (1) 式に示すように、ハンググライダー型デバイスの高さと 2D マップの尺度によって決定される。

$$alt = height \times (\max - zoom)^2 \quad (1)$$

alt : 標高 (m), $height$: デバイスの高さ (cm)
 \max : 2D マップ最大尺度, $zoom$: 2D マップ現在尺度

赤、青の矢印はそれぞれ yaw・pitch 回転を示しており、ハンググライダー型デバイスを上下左右に回転させると、それに合わせて 3D マップの視点も回転する。なお、pitch 回転に関しては API の制限から、真下を向く角度 (0 度) から真上を向く角度 (180 度) までとなっている。

3.3 運用結果

被験者に、試作した 2D/3D マップを操作させた。まず被験者に、実験者のデモンストレーションを見せ、2D/3D マップの操作方法を学ばせる。続いて、自由に操作させ、最後にコメントを得た。

体験の様子を観察したところ、2D マップの移動、範囲指定によるズームインなど、ほとんどの操作に関して、手間取ることなくマップを操作することが出来ていた。3D マップに関しては、ハンググライダー型デバイスによる操作は、ほとんどの体験者がすぐに操作に慣れ、3D マップを

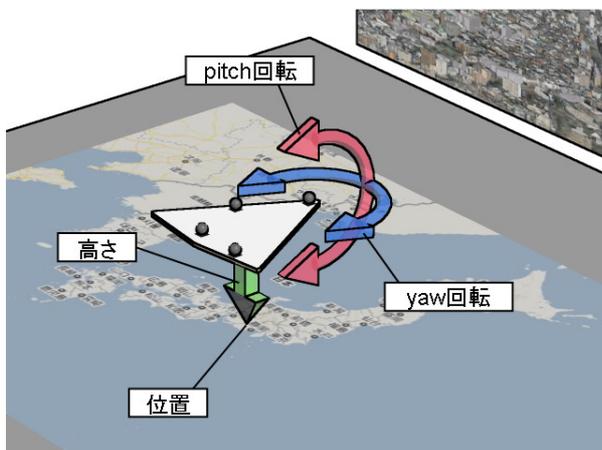


図 6 ハンググライダー型デバイスによる操作

自由に眺めることが可能であった。

体験後に得られたコメントを以下に記す。

【良い点】

- ・ ジェスチャの動作が大きく、卓上面を広く利用できる
ので、爽快感が得られる
- ・ 範囲指定によるズームインは、すぐに理解でき、機能としても面白くていい
- ・ 矢印での回転は自然ではないが、操作を理解すれば容易で便利である
- ・ ハンググライダー型デバイスによる操作は楽しく分かりやすい

【悪い点】

- ・ 両手の間隔を広げる・狭めることでズームイン・ズームアウトするのは把握しづらい
- ・ 両手による回転では、人差し指を中心に回転したい
- ・ 2D マップを移動させたい時に、回転してしまった
- ・ ズームインで両手の中心を常に同じ位置に固定することが難しい

運用の結果、ハンドジェスチャやハンググライダー型デバイスは直観的な操作を実現しており、掌全体、両手によるジェスチャに関しては、体験者が自然に操作を行っていたことから、本システムでの有用性がある程度確認できた。しかし問題点として、実世界に類似の挙動がないジェスチャに慣れない体験者がいたことや、実装上の課題がいくつか挙げられた。

4. むすび

ポスト WIMP 研究の一端として開発した WATARI システムの新しい作業として、卓上面に表示される 2D マップをハンドジェスチャ、壁面に表示される 3D マップをハンググライダー型デバイスで操作する 2D/3D マップ操作システムを実現し、運用した。今後は、今回の運用で表面化した問題点の解決を目指すとともに、電子地図の特徴で挙げた「膨大な地理情報の取得が容易である」という点を取り入れる機能の提案・実装に取り組む。具体的には、周辺情報、道順、時刻表などの各種検索について、本システムに適した方法で提案・実装するなどを考えている。

参考文献

- [1] 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”, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol. 15, No. 2, pp.191-201, 2010.
- [2] 岩本和也, 吉本祐介, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: “WATARI システムにおける 3D 空間移動に適したインタラクションの検討”, 本シンポジウム, 2010.
- [3] 周防駿甫, 谷津芳樹, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: “WATARI システム: 壁面と卓上面を併用する電子作業空間”, 本シンポジウム, 2010.
- [4] Google Maps API for Flash:
<http://code.google.com/intl/ja/apis/maps/documentation/flash>
- [5] Google Earth API:
<http://code.google.com/intl/ja/apis/earth/>