

異なる身体空間を統合する “Interactive Spatial Copy Wall”の開発

石川一暁[†] 上杉 繁[†] 三輪敬之[‡]

早稲田大学大学院理工学研究科[†] 早稲田大学理工学部[‡]

1. はじめに

情報技術の発達により、直接対面することが困難な距離においても情報をたやすく共有できるようになってきた。その一方で、遠隔地間のコミュニケーションは対面時に比べてコンテキストが共有されにくく、相手に対する信頼感や安心感の創出が起きにくいことが指摘されている^{[1][2]}。そのため、著者らのグループはこのような問題を解決するために、相手と自身の空間的な位置関係や、身体的なつながりを強め合う方法のひとつとして、身体の二重的表現手法に基づく空間共有テーブルをこれまでに開発した^[3]。この研究は、実体である互いのディスクが同期して回転することと同時に相手と自身の共有する映像空間をディスク上に重ねることで、相手の存在感を自分の場所に創出する試みである。本研究ではこの手法をもとに、さらに自由度の高い身体的な共有空間の創出支援をめざし、図1に示すような、面の凹凸により立体形状を互いに共有し、相手のいる場所の映像を重畳する自在変形型のシステム“Interactive Spatial Copy Wall”(以下ISCW)を考案した。これを実現するために、まずはモジュールに基づく設計を行い、複数のモジュールをユニット化することが可能なシリンダーモジュールシステムを開発した。

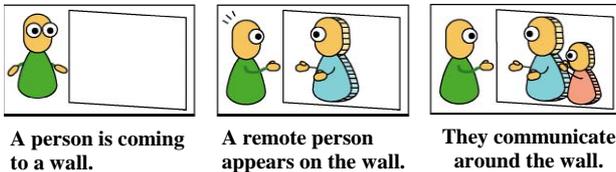


Fig.1 Concept of ISCW

2. ISCW システムの設計

離れた場所にいながらも共にいると感じる空間の創出を支援するために、それぞれの人が存在する場所をそのままかたどり、



Fig.2 A toy of pin display

“Interactive Spatial Copy Wall”
integrating individual embodied space

Kazuaki Ishikawa[†], Shigeru Wesugi[†], Yoshiyuki Miwa[†]
[†]: Graduate School of Science and Engineering, Waseda University
[‡]: Faculty of Science and Engineering, Waseda University

共有し合うアイデアを考案した。システムのイメージとして、図2に示すような数百本の釘を模したピンを密集させて配した玩具があげられる。これを人の身体の形や動きが再現可能なシステムとして実現するために、まず発砲スチロールによるモックアップ(900x920x210[mm])を作成し、これに配した約500本の円柱を手動で出し入れすることで等身大の形状を再現できるようにした。(Fig.3)

このモックアップによって多様なコミュニケーションの様相のうち、特に以下に示す2つの相に注目し、壁面に人が立体的に表現されること、壁面との触覚インタラクションが可能なシステムISCWを構築することにした。

() 「間合い相」: 壁面に表現された相手とお互いに距離を取り合う

自分の対面した壁面に相手の形が表現される
人の動作に合わせて壁面が立体的に変化する
壁に近づくと自身の形が浮かび上がる

() 「触合い相」: 壁面を押し合うことで触覚インタラクションを行う

異なる場所にいる相手と触覚インタラクションができる
共同で造形を行うことができる

以上の点を踏まえ、要求諸元を以下のように決定した。人が一人入れる壁面のサイズを500×700[mm]とし、その中に直径30[mm]のおよそ200本のパイプを40[mm]間隔で格子状に配置する。このパイプ機構は最大250[mm]の突出が可能で、2.9[N]の力で駆動する。また、人のセンシング範囲は壁面から1.5[m]以内で、この領域を抜けることで間合い相から触れ合い相へと制御を切り替える設計とした。

3. ISCW システムの開発

ISCWを開発するに当たり、数百という非常に多くの駆動部をもつシステムであることから、組み上げとメンテナンスのしやすさ等を考慮したモジュールに基づく設計を行った。これにより、ピストン運動を行う機構と制御回路を内蔵したブロック状のシリンダーモジュール(42×39×470[mm])を開発した。図4に示すように、このモジュール16体を一組とした1ユニットを作成し、

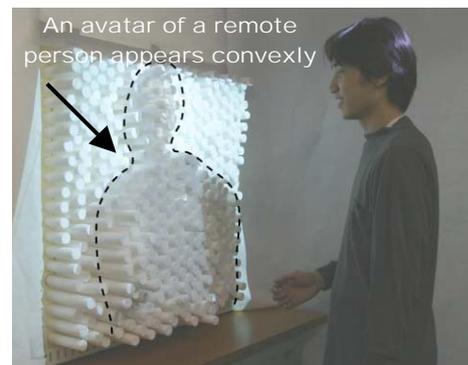


Fig.3 Mock-up of ISCW

ユニットを組み合わせることでより大きな可動壁面部へと拡張可能とした。

パイプの駆動機構にはラック・ピニオン機構を採用し、DC モータとインクリメント型ロータリーエンコーダを組み込んだ。そして、シリンダーモジュールごとに実装したワンチップマイコン (PIC16F74) で計算処理、フィードバック制御を行う。これにより人の力でパイプを出し入れ可能なこと、表現の解像度を高めるためにシリンダーモジュールを密に配することを実現した。

ISCW システムでは、先に述べた2つの相ごとに制御モードが異なる。「間合い相」では、離れた人の形状を立体的に表現するために、上面と側面に配した2台のカメラから取得される2枚の画像を処理し3次元データを算出する。処理方法は、物体の2面の画像を二値化後、重心計算と重心から物体の端点までの補正を行うことで上面図と側面図を作成し、これをもとに第三角法の要領で演算する。これらのデータを相手側のパイプ位置の目標値とすることで位置を制御する。また「触れ合い相」では、一方にあるパイプの位置をエンコーダにより読み取り、この値をもとに相手側の対応したパイプの位置制御を行う。2つのモードの切り替えは、「間合い相」のセンサ範囲を越えてISCW に近づいた場合に起こり、双方の ISCW システムが同時に切り替わるよう制御する。

ホスト PC と各シリンダーモジュール間でデータを送受信する方法を以下のように設計開発した。PC は、マトリクス構造をなすパイプの3次元データや現在位置をユニットごとに読み出してパケット化し、各シリンダーモジュール群を統括する中層

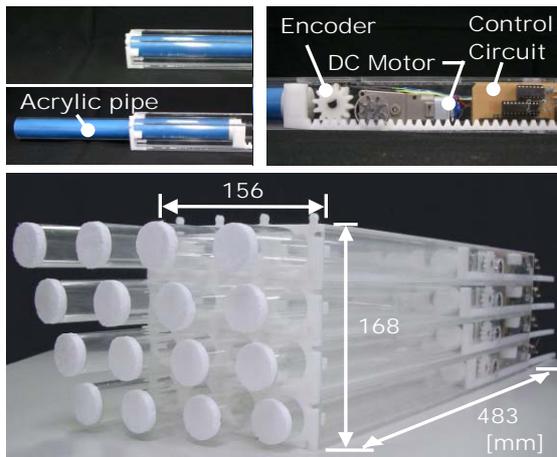


Fig.4 Mechanism of a cylinder module and One Unit of modules

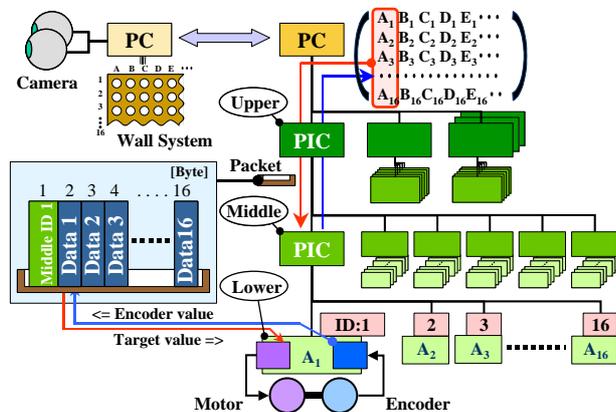


Fig.5 Data communication of ISCW

マイコン (PIC16F877) はそのパケット内のデータを、各シリンダーモジュールに組み込んだ下層マイコンへと順に配信する。逆にシリンダーモジュールの現在位置は中層マイコンがパケットにし、ユニットを統括する上層マイコンを通して PC へと送ることによって、互に対応したモジュール同士の双方向通信を可能としている。また、PC で処理されるパイプデータは、LAN を介して離れた場所にあるもう一方の PC へ送られるため、双方の ISCW 間で通信が可能となる。加えて身体の二重的表現を可能にするために、壁面前方に広がる場所の映像を取得するカメラとそれを遠隔地において壁面に重畳するためのプロジェクターも備えている。以上を統合して構成される ISCW のシステム構成を図6に示す。

4. おわりに

人の形状を立体で表現すること、触覚インタラクションすることが可能な自在壁面システム (ISCW) を構築するために、パイプ駆動部をモジュール化し、制御の分散化も実現した。このモジュールを16本一組としたユニットを開発し、ユニット間では双方向でほぼリアルタイムに立体形状の再現や壁面へのインタラクションを行うことが可能となった。このユニットを組み合わせることで、およそ 200 本のパイプが自由に可動する ISCW システムが実現される可能性が確認された。

謝辞

本研究の一部は、岐阜県からの委託である WABOT-HOUSE プロジェクトにより行われた。また、本研究のシステム構築にあたり、修士学生の片山智文君、学部生の坂口碧、宮崎善輝君らの協力を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] ドレイファス, H.: インターネットについて - 哲学的考察 Thinking in action ; 産業図書 (2002)
- [2] 三輪: 共創的コミュニケーションにおける場の技術; システム/制御/情報, 45-11, pp.638-644 (2002)
- [3] 上杉繁, 三輪敬之: 異なる空間をつなぎ共存在感を支援する同期運動テーブル; Networked "Lazy Susan" to support a sense of copresence between remote places; ヒューマンインタフェース学会誌・論文誌, Vol.5, No.2, pp.197-204 (2003.5)

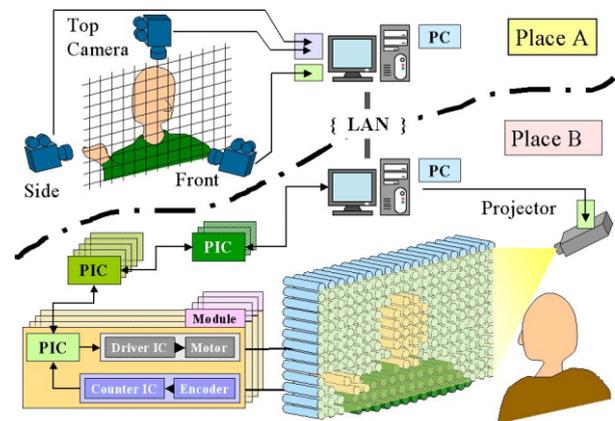


Fig.6 System configuration of ISCW