

平成23年度「革新的三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発」 の開発成果について

1. 研究開発の目標

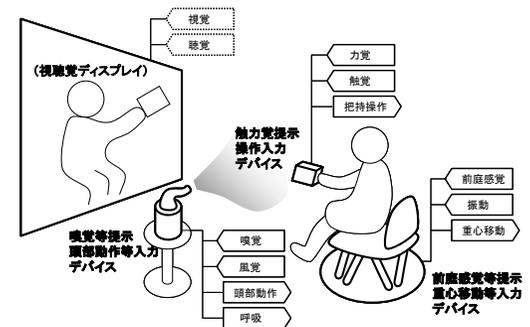
本研究開発では、五感コミュニケーションおよび五感コンテンツ体験のプラットフォームとなるインタフェース環境を構成する技術の確立を目的とする。本研究では、これを「五感シアター」と呼ぶ。「シアター」は多くの場合受動的な情報提示をおこなう環境を指すが、本研究開発では、動作・操作の計測を含むインタラクティブな提示の枠組みをもってシアターと称する。

2. 研究開発の背景

五感情報通信に関する研究開発は多く行われているにも関わらず普及には至っていない。その理由は、従来の試みの多くが、個別感覚情報の忠実な再生や情報提示メカニズムの新規性に焦点を当てて来たことによると思われる。忠実な感覚情報提示だけでは、必ずしも感動や効果的な情報伝達には結びつかないが、これを結びつけるための適切な提示効果の設計や演出などの技術を体系化する努力は十分になされていない。

3. 研究開発の概要と期待される効果

デバイスレベルの開発として、触力覚提示/操作入力、前庭感覚等提示/重心移動等入力、嗅覚等提示/頭部動作等入力の機能をもつデバイスを実現する。これらのデバイスを、視聴覚提示環境と統合することで「五感シアター」を構成し、さらに、感覚情報の近似的な表現および動作や操作の近似的な解釈の技術を確立する。また、五感シアターのための感覚運動情報デザインを支援する環境の構築を試みる。要素技術として、触覚、嗅覚、前庭感覚に対する表現とそれらのインタラクション機能を開発することを基礎におくが、コミュニケーションにおける円滑な情報・意図伝達、コンテンツ体験における有効な心理的効果を与えることに焦点を当てる。



4. 研究開発の期間及び体制

平成21年度～平成24年度(4年間)

NICT委託研究(首都大学東京, 日本電信電話株式会社, 東京大学)

①「触力覚提示/操作入力デバイスの開発」の主な成果

①触力覚提示/操作入力デバイスの開発

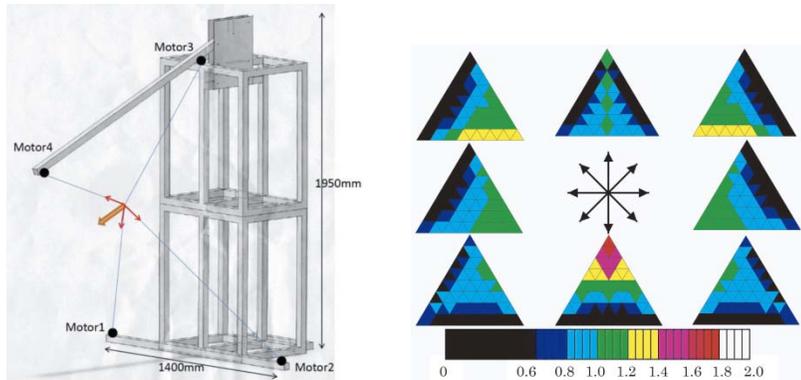
五感シアターのための触力覚提示装置/操作入力デバイスについて、基本設計の特性を改善するための改造を行い、試作モデルについてその特性を計測した。

今年度は、次の3形式のデバイスについて、開発を実施した。

- (a) 力覚デバイス
- (b) 足裏刺激型デバイス
- (c) ピンアレイ型デバイス

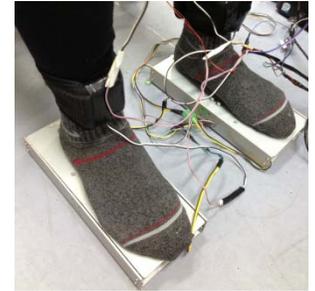
(a) 力覚デバイス

力覚のデバイスとして、ストリング型の構成を可変とする設計について設計検討した。固定型の構成では、空間中における力覚の非均一性が問題となるため、シミュレーションで空間パターンを明らかにした。



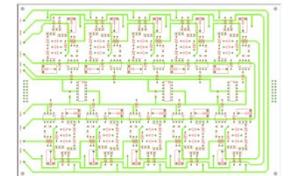
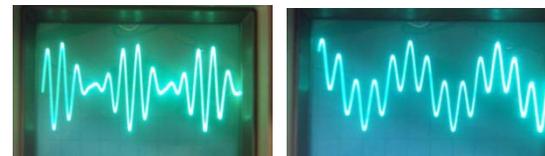
(b) 足裏刺激型デバイス

歩行の感覚を生成するための触覚提示デバイスとして、前足部と後足部の足裏に刺激を提示する装置を開発した。これは、振動子を振動版に取り付けた構成を2つ用いることにより、歩行時の踵における接地の衝撃荷重、前足部における接地の際の荷重変化などを提示するディスプレイであり、歩行の表現において、他の構成に優る提示ができた。



(c) ピンアレイ型デバイス

ピンアレイの駆動部を従来のデジタル電圧増幅からアナログ電圧増幅に変更する設計を実装し、ピン変位について複数周波数成分を制御することを達成した。



②前庭感覚等提示デバイス／重心移動等入力デバイスの開発の主な成果－1

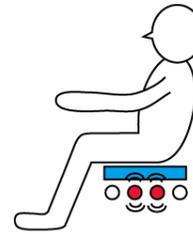
②前庭感覚等提示デバイスの開発

五感シアターを構成するデバイスの一つとして、前庭感覚提示装置のシステムに組み込むことが可能な圧力提示装置を開発し、ボイスコイル型の振動アクチュエータアレイにより、椅子の上で凹凸感を提示可能なシステムを実現した。

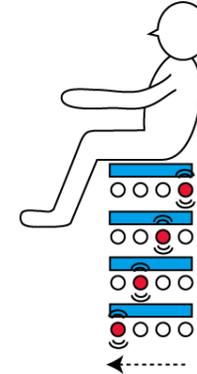


圧力変化による凹凸感覚の高さ知覚

標準刺激



比較刺激



予備実験として、標準刺激に対して比較刺激の「山の高さ」を5段階で回答してもらう知覚実験を実施した。4x5のマトリクス状に配置した振動子アレイで生成される時空間的な振動位置変化時に得られる高さを、速度、振幅、方向、刺激間隔時間を変数として評価した結果、仮現運動の生起と高さ知覚に関する傾向などの知見が見られた。

下部運動機構の設計と特性計測

身体運動の感覚を提示するために、下肢部を水平面内で駆動し、左右足に位相差をつける機構、および垂直方向への（立脚相での）踵持ち上げ装置を実現した。



前庭感覚等提示デバイスの開発

五感シアターの体験者の身体を揺動させるためのデバイス（モーションベッド、可動椅子）の提示特性を計測した。車両乗車時の外的な振動に対する感覚、および歩行時の身体運動の感覚を表現するための駆動方法を検討した結果、適合する駆動方法に関する知見を得ることができた。



③「嗅覚等提示/頭部動作等入力デバイスの開発」の主な成果

③嗅覚等提示/頭部動作等入力デバイスの開発

気流センサおよび加速度センサによるユーザの動作の計測とコミュニケーションのための伝達について検討した。

(a) 呼吸の計測と提示

気流センサによりユーザの呼吸を計測し、これを風覚提示装置により再生するシステムを試作した。通常のコミュニケーションで意識させることの少ない呼吸を誇張して伝達することにより、意図および感情をより円滑に伝える可能性を検討した。



図 呼吸計測デバイス

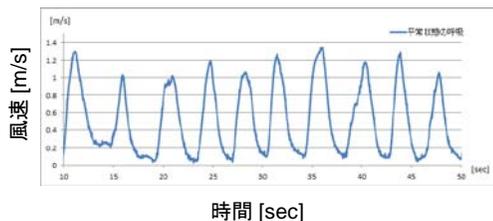


図 計測結果の例

(b) 頭部および体の動きの計測と提示

加速度センサによりユーザの動きを計測し、これを前庭感覚提示装置により再生するシステムを試作した。呼吸と同様に、通常のコミュニケーションで意識されることの少ない体の動きを誇張して伝達することにより、言語的には伝達されないインフォーマルな情報を伝えることを試みた。

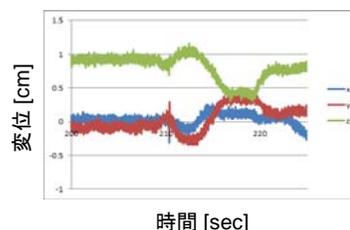


図 計測結果の例



図 前庭感覚提示装置

(c) コミュニケーションの評価

上記のシステムを用いたコミュニケーションの実験を開始した。まだ、定量的なデータは得られていないが、被験者の主観的な意見として「相手の状態が把握しやすい」「相手の気迫が感じられる」などがあり、伝達の効果が期待できる。

④「五感シアターの開発」の主な成果

④五感シアターの開発

各要素技術の個別研究を行なうと同時に、それらを統合した五感シアターの実装モデル1（プロトタイプ1）の構成を拡張して再構築した。プロトタイプ1では、複数感覚への提示が行える構成として、システム全体としての概略の連動動作で表現可能なコンテンツを検証した。本年度は、コンテンツとしてバーチャル旅行を設定し、複数感覚提示の同期性について表現方法を調査した。歩行運動は、複雑な感覚情報の入力と随意的な制御を含む能動体験であり、表現対象として難易度は非常に高い。しかしながら、着座していながら遠隔地体験を臨場感高く得られることは、今後のコンテンツとして評価できる重要性が存在すると考えられる。具体的には、車両（電車等）での移動と歩行運動により、3次元ビデオカメラで記録された映像を追体験させる。

触覚提示としては、座面の振動刺激、上腕への振動刺激、足裏への振動刺激が提示され、車両への乗車と歩行時の入力が提示される。可動椅子および、下肢部駆動デバイスにより、前庭器官への揺動刺激と、身体の運動を模擬する身体変位を与えた。風および香りの提示も行い、屋外の風の変動や、食品の香りも合成によって提示した。これにより、前庭感覚、身体運動感覚へ、多自由度の入力が可能となる構成が実現された。視覚および聴覚の情報は、3Dシステムにより、空間

情報として提示された。

以上の構成を用いた統合実験として、北海道函館山の展望台、および浅草寺を訪問するコンテンツを公開実験として用いた。日本科学未来館において、一般参観者に提示した。

3D LCD Display (55 in)



Wind devices & Smell sources

五感シアター プロトタイプ1(改)

⑤ 「情報伝達/演出支援技術の開発」の主な成果

⑤情報伝達/演出支援技術の開発

五感コミュニケーション支援のための制御ソフトウェアは、体験者の意図や目的に応じて動作の情報を、相手の感覚情報およびインタラクションにマッピングする手段を提供するものである。今年度は、おもにインタラクティブコンテンツのためのインタフェースを検討した。

(a)インタラクティブコンテンツのためのフレームワーク

インタラクティブコンテンツの制作の基盤となる、没入投影型の環境を構築した。センサによる頭部連動の視覚提示とグローブによる操作が可能である。下図のディスプレイは、後述(b)のデモコンテンツに特化したものとなっているが、ソフトウェアのフレームワークとしては、平面ディスプレイにも対応する。

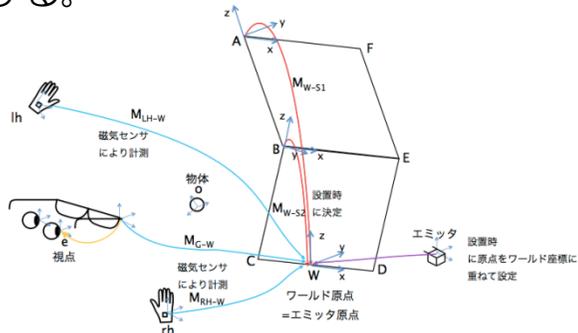


図1 インタラクションのためのフレームワーク



図2 試作環境

(b)インタラクティブコンテンツの試作

インタラクティブコンテンツのためのテストパターンとして、ボールジャグリングを行うコンテンツを試作した。ジャグリングは、ユーザに早くて正確な動作が求められ、すなわち、システムに応答性と動作の正確な計測が求められる。予備的な実験による評価の結果、上述(a)の環境においてジャグリングが可能であることが確認された。また、接触情報を音により代替することの効果も確認された。

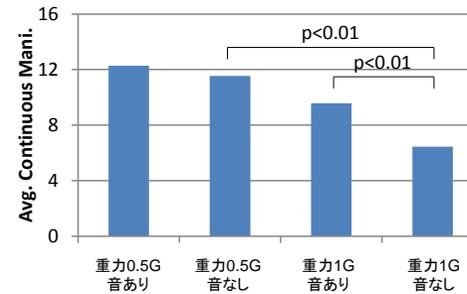


図3 連続操作回数 (2ボール)

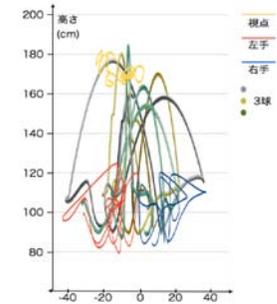


図4 3ボール操作(重力0.5G音あり)

これまで得られた研究成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	報道発表	展示会	標準化提案
五感コミュニケーションの中核的要素技術の研究開発	1	0	0	51	5	3	0

研究成果発表会等の開催について

1. Asiagraph 2011 in Tokyo の技術展示, 国際Universal Communication Symposiumの招待講演

- ・ 臨場感の新しい側面を表現する五感提示システムのプロトタイプ1を改良し, 日本科学未来館において一般に公開した. 第5回 IUCS (GUMICO, 韓国) において, 招待講演を実施した.

2. Human Computer Interaction International 2011 におけるOSと論文発表

- ・ HCI2011においてオーガナイズドセッション: 「Toward Ultra-Reality Technology for VR/MR」を設定し, 五感シアターの開発に関する紹介を行った.

3. 日本バーチャルリアリティ学会第16回大会

- ・ オーガナイズドセッション: 「臨場感展示技術とVR」を企画し, 本委託研究の結果を広く公開した.