

視覚・聴覚融合型複合現実感システムの開発

A Mixed Reality System That Merges Real and Virtual Worlds in Both Audio and Visual Senses

比嘉 恭太 湊 佳彦 西浦 敬信 木村 朝子 柴田 史久 田村 秀行
Kyota Higa Yoshihiko Minato Takanobu Nishiura Asako Kimura Fumihisa Shibata Hideyuki Tamura

立命館大学 情報理工学部
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

1. はじめに

これまで視覚と聴覚を有する人工現実感(VR)の実現例は少なくないが、現実世界と仮想世界を融合する複合現実感(MR)は視覚的な実現に限られていた。我々は、視・聴・触の三感融合型のMR空間構成法を目指しているが、その第一歩として視覚・聴覚融合型システムを開発し、基幹となる視聴覚両面での幾何学的整合性を達成した。

2. 視覚・聴覚が共存する複合現実感

(1) 視覚の複合現実感：現実と仮想の視覚的な融合は、両眼を代行する一対のカメラを遮蔽型HMDに内蔵したビデオスルー方式で実現する。頭部の位置姿勢検出は、磁気センサを主とし、その誤差をマーカ認識で補正するハイブリッド方式を採用する。これにより、現実空間に固定された世界座標系に対してCGで描く仮想空間の座標系を常時合致させ、複合現実型映像を両眼立体視できる。

(2) 聴覚の複合現実感：コンピュータ内に生成した3次元音場をヘッドホンで提示するバイノーラル方式を採用する。現実と仮想の聴覚的融合は、開放型ヘッドホンで容易に達成できるが、密閉型ヘッドホンの場合にはマイクロホンで実世界の音を収録して合成する。これは、それぞれ視覚の場合の「光学スルー方式」「ビデオスルー方式」に対応する。

(3) 視覚・聴覚が共存した複合現実感：現実世界をベースにCG映像空間と3次元音場それぞれが幾何学的整合性を保って存在し、体験者の移動・対話的操作に対して応答できれば視聴覚共存のMR空間が構築できる。本研究では、**図1**に示すようなシステム構成でこれを実現した。

3. 幾何学的整合性の達成

(1) 実世界とCG映像空間の位置合わせ：**図2**の実世界座標系(W)、センサ座標系(S)、仮想物体のモデル座標系(M)の3者の相対位置、頭部座標系(H)、HMD内蔵カメラ座標系(C)の相対位置は、いずれも常に一定である。センサとカメラ間の事前キャリブレーションによってこれらの座標系の位置合わせを行う。またHMDに取り付けた磁気

センサの位置・姿勢は、センサ座標系(S)上で常に計測されているので、磁気センサを原点とする頭部座標系(H)とセンサ座標系(S)の対応付けが可能である。以上より、実世界座標系(W)、モデル座標系(M)、カメラ座標系(C)の3つの座標系の幾何学的対応付けが可能となる。

(2) 実世界と3次元音場の位置合わせ：音場座標系(A)は体験者の頭部中心を原点としており、体験者の頭の大きさがわかれば、HMD上のセンサを原点とした頭部座標系(H)との対応付けが可能である。座標系HとW、Mの対応付けは上記(1)で既に分かっているため、実世界座標系(W)、仮想音源を発生するモデル座標系(M)、音場座標系(A)の3つの座標系の対応付けが可能となる。

(3) 3次元音場の再生：体験者と仮想音源の関係を**図3**とすると、3次元音場で仮想音を再生する式は以下の通り。

$$\begin{aligned} o_r(t) &= (s(t) * h_r(\theta, t)) / d & s(t) &: \text{入力音} \\ o_l(t) &= (s(t) * h_l(\theta, t)) / d & o_r(t), o_l(t) &: \text{出力音} \\ & & h_r(\theta, t), h_l(\theta, t) &: \text{HRTF} \\ & & (* \text{は畳み込み演算}) & \end{aligned}$$

θ : 相対角度, d : 相対距離

頭部伝達関数(HRTF)は音の到来方向に応じた音を生成する関数で、個体差がある。3次元音場の正確な再現には個々人のHRTFを計測する必要があるが、多大な時間を要するので新体験者には即応できない。我々は、典型的なHRTF(<http://www.itakura.nuec.nagoya-u.ac.jp/HRTF/database-j.html>)を数種類用意し、その中から体験者に適したものを選択する方法を採った。この際、視覚のMRを活用し、仮想物体のCG映像とその位置から発生する3次元音場を提示し、それらが最も一致すると感じるHRTFを選択した。

本研究では、これら(1)~(3)を実装し、MR空間で視覚・聴覚が幾何学的違和感なく融合することを確認した。

4. むすび

今後は、密閉型、開放型のヘッドホンを使う場合の違い、そしてCG映像空間と3次元音場空間の幾何学的整合性を意図的になくした場合にどのような効果が生まれるかについて検討する。本研究の一部は、科研費・基盤研究A「三感融合型複合現実空間の構成法に関する研究」による。

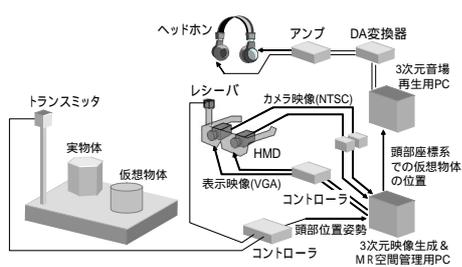


図1 システム構成

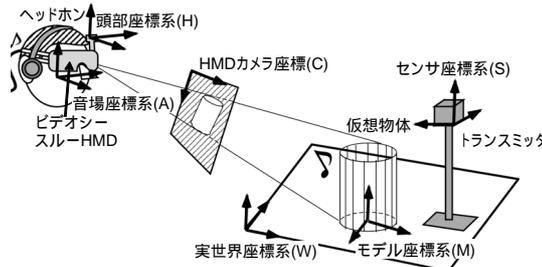


図2 幾何学的位置合わせを行う座標系

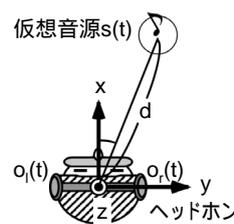


図3 3次元音場