

Rhythm of the Rain in 3D

—視聴覚 3D-MR 空間の表現力を体験できる複合現実型アトラクション—

Rhythm of the Rain in 3D

---A Mixed-Reality Attraction Featuring the Expressive Power of Audio-Visual 3D-MR System---

村井嘉彦¹⁾, 深川亜美¹⁾, 木村朝子²⁾, 柴田史久¹⁾, 田村秀行¹⁾

Yoshihiko Murai, Ami Fukagawa, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, and Hideyuki Tamura

1) 立命館大学 情報理工学部

(〒525-8577 滋賀県草津市野路 1-1-1)

2) 科学技術振興機構 さきがけ

(〒332-0012 埼玉県川口市本町 4-1-8)

Abstract: “Rhythm of the Rain in 3D” is a Mixed Reality (MR) attraction featuring the expressive power of Audio-Visual 3D-MR system. The user puts on an HMD and an open-air headphone to experience the Audio-Visual MR space. We place eight speakers on the attraction space to realize the system which enables both the user and the audience to perceive the 3D sound field. This attraction presents not only an artificial sound of a music box, rain and thunder by a 3D sound field system but also the reflection and insulation of the artificial sound in a cabin. This system switches the output device from the speakers to the headphone by adjusting to the feature of the sound and the distance between the user and the sound. When the user puts up the umbrella device, he/she perceives a light or heavy rain by vibrations.

Key Words: *Mixed Reality, Audio-Visual 3D-MR, Three-Dimensional Sound Field, Reflection, Insulation.*

1. はじめに

現実世界と仮想世界を融合・表示する複合現実感 (Mixed Reality ; MR) 技術は, 人工現実感 (Virtual Reality; VR) の発展形であるが, 日常の業務・生活空間をも情報を伝達・提示する媒体・対象にできることから, VR にはない大きな潜在能力をもつものとして期待されている。また, 現実世界と仮想物体の配分には自由度があり, それがアート&エンターテインメント分野や展示業界で, MR 技術が新しい情報提示方法として注目を集める大きな要因となっている。実際, SIGGRAPH Emerging Technology, Ars Electronia Festival 等にはMR型作品がしばしば登場し,

文化庁メディア芸術祭の受賞作品も生まれている[1]。また, 2005 年開催の愛知万博・日立グループ館のメイン・アトラクションとして人気を博したことも記憶に新しい。

であれば, 情報提示手段としてのMR技術が, ますますその表現力を強化して行くことが望ましい。それも, 現実と仮想を融合するMR独自の表現パワーであればあるほど好ましい。そうした考えから, 我々は視覚的MRと聴覚的MRを共存させた「2×2方式視聴覚併用MRシステム」を研究開発した[2]。また, 同システムをベースにした三感融合MRアトラクション「Watch the Birdie!」[3]を開発し, 2年前の本大会で技術展示して高い評価を得た。汎用性のある新しいMR技術をMRアトラクションの形で具現化するのには, 実時間対話型体験が可能な1つのトータルシステムとしてまとめ上げる過程で, 新技術の長所・短所が浮き彫りになるからである。また, 開発当時以外の一般体験者が楽しめる作品を目指すことで, 真に豊かな表現力を有しているかを測ることができるからである。

同じ考えから, 「視聴覚併用MRシステム」を発展させ, 現実世界と仮想物体間での音の反射と遮断を表現できる技術を開発した[4]。その効果を実証すべく開発し, 技術展示するMRアトラクションが「Rhythm of the Rain in 3D」である(図1)。以下, 2章では, 本MRアトラクションで用いる新技術の概要を, 3章でデザインコンセプト, 4章でシステム構成, 5章で体験の流れについて述べる。



図1 体験風景 (イメージ図)

2. 視聴覚併用 MR システムの表現機能向上

2.1 MR 空間での音の反射と遮断

我々が先に開発した「2x2 方式視聴覚併用 MR システム」は視覚的 MR と聴覚的 MR が共存し、同時にその融合を体験できる世界初のシステムであるが、そのテストベッドである「Watch the Birdie!」で実装した聴覚的 MR はその第 1 段階のものであった。即ち、現実世界で発した実音と仮想世界から聞こえて来る人工音が開放型ヘッドホンを通して混ざり合い、高い定位感を提示することができたが、実音が仮想物体によって受ける影響、生成した人工音が現実物体から受ける影響までは表現していなかった。

我々は MR 表現力の向上の挑戦課題として、現実世界と仮想物体間での音の反射と遮断を選んだ[4]。少し誇張した演出でその効果を確認するのが、本アトラクション開発の目的の 1 つである。例えば、洞窟など残響の多い（反射の影響が強い）現実空間中で、人工音もその空間に応じた残響を付加することなどを試みる。

2.2 スピーカシステムの導入

「Watch the Birdie!」では、3D 視聴覚 MR 空間の実現に成功したが、定位感の高い聴覚情報の提示にのみ留意していたので、アトラクションとしての演出効果は限られていた。即ち、CG 製の鳥が鳴きながら 3D 空間内を飛んで行く様は表現できたが、大きな音響で臨場感の高い 3 次元音場を表現する演出は避けていた。また、体験者のみがシースルー HMD と開放型ヘッドホンを装着して MR 体験できたが、ヘッドホンを装着していない周りの観客は、聴覚的には何が起きているか全く分からない状況であった（視覚的には、客観視点 MR 光景を大型モニタ表示していた）。

この 2 つの問題を解決するため、複数のスピーカで空間を囲み、音源位置に応じて音を出力するスピーカとその出力を変化させる方法[5]を採用する。この手法は、定位感は低いですが、処理負荷が軽く、さらに定位感の必要ない環境音なども実際に囲んだスピーカから提示することができる。また、体験者も引き続き開放型ヘッドホンを装着するため、高い定位感のある 3 次元音場と、実際に囲んだ状態で提示される、より高臨場感のある環境音を遅延なく同時に聴取することができる。

3. デザインコンセプト

前章で述べた新技術のテストベッドである MR アトラクションでは、その音響効果を演出しやすい題材として、雷鳴、降雨体験を選択した。雨の音などの環境音、雷などの空間的スケールの大きな音、移動音源として雨が傘に当たる音など、様々な種類の音を視覚的 MR 表現と矛盾なく表現するものとし、「Rhythm of the Rain in 3D」と名付けた。

また、この体験型アトラクションでは、以下の 3 つのインタラクションを実現するものとした。

- (1) 広い空間と狭い空間を行き来する
- (2) 仮想音源を遮るように実物体を移動させる
- (3) 雷鳴などの空間的スケールの大きな音を聴取する

(1) では狭く残響の多い空間での反射の効果を、(2) では仮想物体による音の遮断の効果を体感し、(3) では空間的スケールの大きな雷などの音と、雨などの環境音を提示することで、ヘッドホンによる 3 次元音場とスピーカシステム併用の有用性を検討できる。

さらに、降雨を触覚的にも表現するために、実際に位置姿勢センサを搭載した傘を持ち、仮想物体の雨が当たること、その触覚を体験者に提示する傘デバイスを作成する。

4. システム構成

システム構成を図 2、表 1 に示す。本システムは、3 次元映像生成兼 MR 空間管理処理、3 次元音場生成処理、デバイス制御処理の 3 つに大別できる。

4.1 視聴覚併用型 MR システム

3 次元映像生成兼 MR 空間管理 PC ではビデオシースルー型 HMD を用いて、カメラでキャプチャした現実世界の映像にコンピュータで生成した仮想物体を重畳描画し、眼前のディスプレイに表示する。体験者の頭部の位置姿勢検出は HMD に取り付けられた磁気センサを使用している。

3 次元音場生成用 PC では MR 空間管理 PC から送られた仮想物体の 3 次元位置と、体験者の頭部位置姿勢を元に 3 次元音場を生成し、DA 変換器、エフェクタを通じて、ヘッドホンアンプで増幅し体験者の装着する開放型ヘッドホンから提示される。開放型ヘッドホンは、装着時にヘッドホンと耳の間に隙間ができるため、体験者は人工音と実音を同時に聴取できる。スピーカは 8 本利用し、提示さ

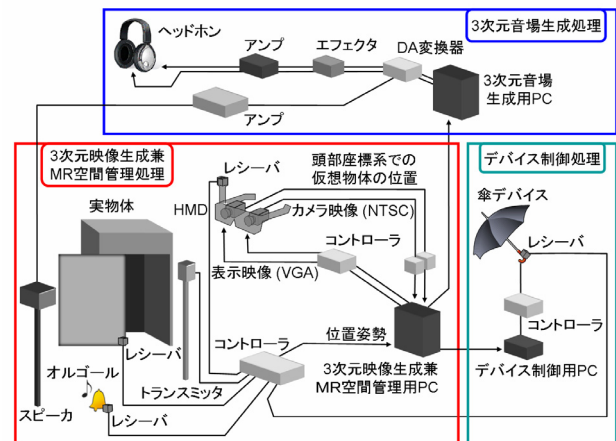


図 2 システム構成

表 1 構成機器

機器名	モデル名
3 次元音場生成兼 MR 空間管理用 PC	Canon MR Platform System
3 次元音場生成用 PC	Dell Precision 670
HMD	Canon VH-2002
位置姿勢センサ	Polhemus 3SPACE FASTRAK
DA 変換器	Thinknet DF-2032D
エフェクタ	ZOOM RFX-2200
開放型ヘッドホン	SONY MDR-F1
スピーカ	BOSE 101VM

