

# 多様な携帯・可搬型機器に対応可能な モバイル複合現実感システム(6) —イベント駆動型コンテンツ制御機構の設計と実装—

A Variety of Mobile Mixed Reality Systems with Common Architectural Framework (6):  
Design and Implementation of Event-driven Content Control Structure

田中和哉<sup>1)</sup>, 橋本崇<sup>1)</sup>, 天目隆平<sup>2)</sup>, 柴田史久<sup>1)</sup>, 木村朝子<sup>2)3)</sup>, 田村秀行<sup>1)</sup>  
Kazuya TANAKA, Takashi HASHIMOTO, Ryuhei TENMOKU,  
Fumihisa SHIBATA, Asako KIMURA, and Hideyuki TAMURA

- 1) 立命館大学大学院理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)
- 2) 立命館大学理工学研究機構 (〒575-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)
- 3) 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 川口センタービル)

**Abstract:** This paper describes design and implementation of an event-driven content control structure on our proposed architectural framework for a variety of mobile mixed reality (MR) systems. On the proposed framework, applications can control contents as detecting user's movements, user's operations, or some other events. In addition to MR contents, sound contents, whose structure are described in this paper, can be controlled based on detecting events. This paper also describes some experiments validating the effectiveness of our new framework.

**Key Words:** *Mixed reality, Mobile device, Content control, Event-driven*

## 1. はじめに

現実世界と仮想世界を実時間で継ぎ目なく融合する複合現実感技術 (Mixed Reality; MR) は、近年、様々な方面で活発に研究されている[1][2][3]。屋内外で手軽に本技術を利用するという形態を想定すると、今後、モバイル型の複合現実感システムへの期待が高まるのは容易に予想される。

これまでに我々は、様々な携帯・可搬型機器に対応可能なモバイル複合現実感システムの汎用フレームワークについて検討を進めてきた[4]。本フレームワークでは、性能の異なる複数種類の可搬型機器において、動きのある仮想物体の情報を共有するために、時系列に応じて仮想物体の移動・回転・形状変化を表したコンテンツ記述言語を設計し、利用している[5]。しかしながら、これまでの記述方式では、既定の動きは容易に記述できる一方、ユーザの端末操作やユーザ移動に合わせて仮想物体の動きを変化させるインタラクティブな処理を実現するのは難しい。

そこで本稿では、ユーザの端末操作や移動をイベントと捉え、イベントを契機としてコンテンツの変更を行うコンテンツ制御機構について報告する。イベントを利用してコンテンツを提示する研究としては、宮前らによるイベント

駆動型ナビゲーションプラットフォームの研究がある[6]。宮前らの研究では、コンテンツ毎にユーザの向きなどに関する条件を設定し、この条件に合致した場合にコンテンツを提示する、ルールに基づいたコンテンツの制御を行った。一方、本研究で提案する手法では、イベントをトリガとして各コンテンツの表示・非表示の状態を変更することで、コンテンツの制御を行う。以降、2章では、状態遷移図に基づくコンテンツ制御機構の実現方法について述べる。本機構では、ユーザからのインタラクションをトリガとして、状態を遷移することにより、インタラクティブなコンテンツの提示を実現する。また3章では、従来のCGによるコンテンツに加えて、音を発するコンテンツ (以降、音コンテンツと呼ぶ) という概念を導入し、ユーザの位置をイベントとして捉え、音コンテンツを提示するための機構について設計・実装した結果について述べる。4章では、上記の2つの機能を検証した実験結果について言及し、5章において本稿のまとめを述べる。

## 2. 状態遷移によるコンテンツの制御

我々の提案するフレームワークで扱うことが可能なMRコンテンツは、コンポーネントと呼ばれるCGオブジェクト

トの部品をノードとした木構造によって表現されており、キーフレームとなる時刻のオブジェクトとコンポーネントの状態を記述することで、アニメーションを含むMRコンテンツの提示を実現している。

しかし、シーケンスによる記述では、時間の経過に応じたコンテンツの制御は可能となるが、メニュー操作のようなユーザが自由に端末を操作し、提示されるメニュー画面やコンテンツを切り替えなど行うことは困難であった。そこで、ユーザの端末操作をイベントとして検出し、提示されるコンテンツの制御を行う機構を導入した。

### 2.1 コンテンツ制御機能の設計

本機能の実現方法として、各コンテンツに状態遷移の概念を持たせ、状態に応じて提示するコンテンツを制御する手法を用いた。状態を変化させるトリガとしてユーザの端末操作や移動を用いる。各コンテンツの状態を記述する有限状態機械は外部ファイルに記述し、端末の機能に応じてコンテンツファイルとともに管理される。コンテンツの制御には以下の情報が必要となる。

- 制御対象となるコンポーネントのID
- 有限状態機械の状態定義の組

有限状態機械の各状態は、コンテンツの制御情報、入力とその入力に対応する次状態の組で表される。

### 2.2 状態定義の記述

状態定義の SKiT-XML による記述形式を図1に示す。各コンテンツは、制御の単位となるコンポーネントを組み合わせた形式で記述する。各コンテンツには図1に示す要素が定義されている。ControlList 要素には、コンテンツを形成するコンポーネントのうち、制御の対象となるもののIDが記述されている。State 要素には状態遷移機械の状態を記述する。各状態には、ID、Visible、Transition の3つの要素が定義されており、それぞれ、状態のID、その状態で提示されるコンポーネントのID、その状態から別の状態への遷移についての情報が記述される。また、State 要素に最初に記述された状態を状態遷移機械の初期状態とする。Transition 要素には、それぞれ、入力・動作・遷移先の状態を記述することで状態遷移機械を定義している。

### 2.3 コンテンツ制御アルゴリズム

本機能は提示する1つのコンテンツごとに状態を持ちコンポーネントの可視・不可視を切り替えるため、ユーザの操作があった場合はそのすべての状態遷移機械の状態を変化させることになる。そのため個々の状態遷移機械を管理する機構が必要となり、ユーザの入力に対しての処理の流れを図2に示す。また、個々の提示コンテンツ切替機能の流れを図3に示す。

## 3. 音コンテンツの導入

本フレームワークに、MRコンテンツに加えて、音情報

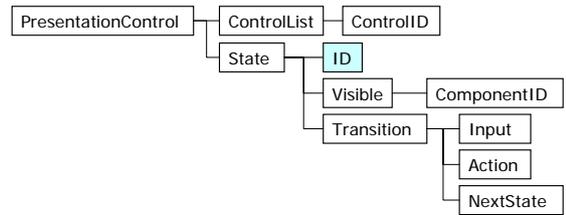


図1 状態遷移の記述

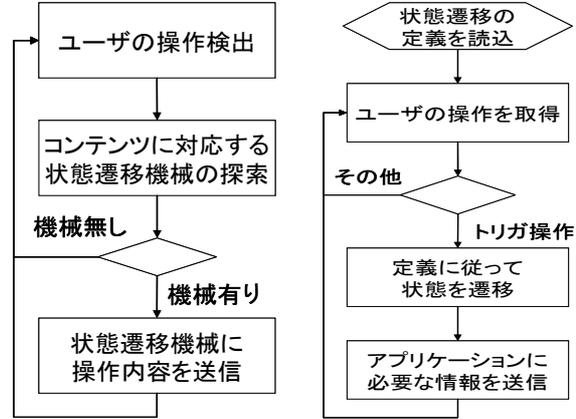


図2 ユーザ入力に対する処理手順

図3 提示コンテンツの切替手順

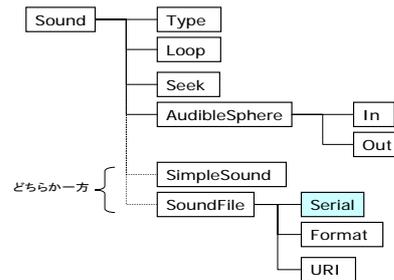


図4 音コンテンツの記述

を含むコンテンツ（音コンテンツ）の導入を試みた。音コンテンツは、音だけから構成されるコンテンツや従来のMRコンテンツと結びつけた複合型のコンテンツとしてユーザに提示することを想定している。音コンテンツは、制御方法に応じて以下に示す3種類に分類した。

- **常時再生型**  
波の音や風の音などMR空間全体で一様に鳴る音。風の音のようにモデルを持たないコンテンツも存在する。
- **端末操作型**  
作業指示やメニューの決定音など、ユーザの端末操作をトリガにして提示される音コンテンツ。
- **移動検出型**  
位置に依存した音声案内やCGのヘリコプタのロータ音など、ユーザが特定の場所に近づくことで再生される音コンテンツ。CGモデルを持つコンテンツの場合、ユーザとオブジェクトの距離に応じて音量調節等の制御が必要である。

### 3.1 音コンテンツの記述

音コンテンツはSKiT-XMLを用いて図4のように記述す

る。Type 要素にはその音コンテンツが前節で述べたどの種類の音であるかを記述する。Loop 要素は、音コンテンツの繰り返し再生に関する情報である。true であれば常時再生し、false であれば MR コンテンツのアニメーションの表現と同様に時刻ごとの再生状態の記述によって繰り返し再生の制御を行う。AudibleSphere 要素は音の可聴範囲を表す要素で、In 要素には音が聞こえ始める距離を、Out 要素には音が聞こえなくなる距離を記述する。Seek 要素は、音ファイルの再生場所を指定するフラグである。Seek 要素が true であれば、ユーザが可聴範囲外にいたとしても無音で再生を行い、ユーザが可聴範囲内に移動した場合はコンテンツの途中から提示される。Seek 要素が false であれば、ユーザが可聴範囲内に移動すると、音ファイルの最初から再生する。AudibleSphere 要素および Seek 要素により、ユーザが可聴範囲に出入りを繰り返した際に、音コンテンツの再生と停止が頻繁に繰り返されるといった事態を防ぐことが可能になる。SimpleSound 要素及び SoundFile 要素は音コンテンツの内容を示す要素である。

SimpleSound 要素は、プリミティブを利用した CG モデルの表現に相当する記述であり、OS 等で予め準備されているビーブ音などを利用する際に SimpleSound 要素を利用する。それに対して SoundFile 要素は、再生する音コンテンツのファイルへのパスを記述する。

### 3.2 音コンテンツの制御

音コンテンツの再生・停止を制御するものとして既存の MR コンテンツ同様に時系列に沿って記述した。MR コンテンツと音コンテンツの複合型のコンテンツでは、前節で述べたコンテンツ制御機能を用い、それぞれを別のコンポーネントとして記述して再生・停止などの制御を行うことも可能である。また、音声による作業支援のように、ユーザの端末操作等に基づく状態の変化を認識してコンテンツを制御することも可能である。

しかし、前節で述べたコンテンツ制御機構では、ユーザと音コンテンツの提示位置との距離に応じて音量を変化させるといったような、ユーザの移動をトリガとするコンテンツの制御ができない。そこで、本フレームワークでは、ユーザの移動をイベントとして検出してコンテンツを制御する機構を設計・実装した。ユーザの移動によるコンテンツの制御の流れを図 5 に示す。

## 4. 検証実験

### 4.1 実験環境

我々のフレームワークに、前節までに述べた機能を実装し、提案した機能の機能検証のための実験を行った。本実験では、端末操作による提示コンテンツの制御、音コンテンツの再生について動作確認する。また、端末とコンテンツ間の距離の変化による音コンテンツの再生・音量調整の動作確認も行う。実験用端末として VGN-UX90PS (Windows XP Pro, CPU: Intel U1400, Memory: 1GB,

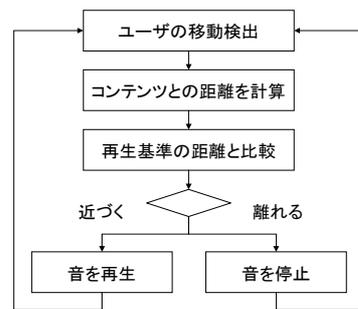


図 5 ユーザの移動による再生手順

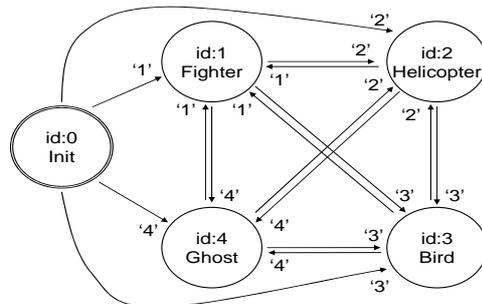


図 6 状態遷移図

表 1 コンテンツ一覧

ID	コンテンツ名	音の有無	音の内容
1	Fighter	無	無
2	Helicopter	有	ロータ音
3	Bird	有	鳴き声
4	Ghost	有	浮遊音

Graphics: Intel GMA950) を利用した。位置姿勢検出には ARTToolKit を用いた[7]。

### 4.2 実験結果

提示コンテンツ制御機能の動作を確認するためメニュー画面を作成した。ユーザは端末を操作することで、メニューの項目を選択でき、項目に対応した 3D モデルが提示される。メニューの状態遷移図を図 6 に、提示されるコンテンツを表 1 に示す。初期状態である ID : 0 ではメニューのみが提示されており、ユーザの端末操作を検出することで各状態へ遷移し、該当するコンテンツを提示する。

実行結果を図 7 に示す。図 7 の (a) は初期状態であり、その状態からキーボードの '1' を押すと (b) の状態になる。(b) の状態でさらに '2' を押すと (c) の状態になり、提示するコンテンツが切り替わり、音コンテンツの再生も行われた。他の状態からも状態遷移図に規定したキーを押下することで、提示するコンテンツの変更と音が再生されることを確認できた。

次に、ロータの回転音を発するヘリコプタのコンテンツを用いて、音の再生制御と音量の変化を確かめた。本コンテンツは、可聴範囲を再生用は 1000mm, 停止用を 1100mm に設定してある。

端末とコンテンツの距離の変化と、音量の変化を示したグラフを図 8 に示す。グラフの横軸はフレーム数、縦軸は

距離と音量である。音量は最大音量が 0dB, 最小音量は -100dB である。(a)のグラフは, 端末位置を固定し, コンテンツを一定の周期で円運動させた場合の結果である。このグラフより, 1000mm より近づいた 40 フレーム付近で, 音量が-100dB から約 20dB に変化している。再生用可聴範囲を 1000mm に設定していることから, 再生制御が行われたことがわかる。1100mm より離れた 150 フレーム付近では, 音量が約 20dB から-100dB に変化していることから停止制御が行われている。50 フレーム付近から 150 フレーム付近にかけて, 距離の変化に応じて音量も変化していることから, 移動検出を利用した音量調整も行われていることが確認できた。(b)のグラフは, 逆にコンテンツの位置を固定し, 端末をユーザの手によって移動した場合の結果を示している。(a)のグラフと同様に, 音の再生および停止処理が正しく機能していることが確認できる。このグラフでは, 音量調整中に一部不正な値があるが, これは位置姿勢検出の誤動作による誤出力であり, 音量調整に問題があるわけではない。

## 5. むすび

本稿では, 我々が提案するモバイル複合現実感システムのための汎用フレームワークにおいて, イベントに基づいて提示コンテンツを制御する機構の実現方法について述べた。本機構では, ユーザの端末操作やユーザの移動をイベントとして検出し, 制御を行っている。これにより, 既存のフレームワークでは実装が困難であったメニュー操作などの端末操作によって提示される内容が変化するコンテンツの実現が容易になった。また, 本フレームワークにおける新たなコンテンツとして音情報を扱うための枠組みを設計した。これらのコンテンツ制御機構および音コンテンツ提示機構を実装し, メニューによるコンテンツの切替や音を発するコンテンツの提示を行い, 提案した機能が正しく動作することを確認した。

今後は, より複雑なコンテンツの動きを実現するために, スクリプト言語を利用したコンテンツ制御機構などを検討し, より柔軟に様々なコンテンツに対応できるフレームワークの構築を目指す。

**謝辞** 本研究の設計・実装の一部に携わっていた古野光紀氏, 中本浩之氏, 田宮聡氏に感謝する。本研究の一部は, 科学研究費補助金(基盤研究(B) No.17300039)及びハイテク・リサーチ・センター整備事業の支援によるものである。

## 参考文献

- [1] 「複合現実感」特集号, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 4, No. 4, 1999.
- [2] 「複合現実感 2」特集号, 同上, Vol. 7, No. 2, 2002.
- [3] 「複合現実感 3」特集号, 同上, Vol. 10, No. 3, 2005.
- [4] 柴田他: 多様な可搬型機器に対応可能な複合現実感システムの共通フレームワークの設計と実装, 同上, Vol. 10, No. 3, pp.

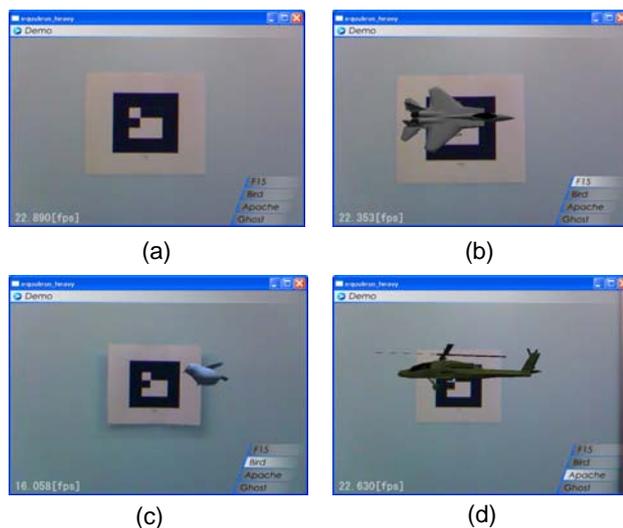
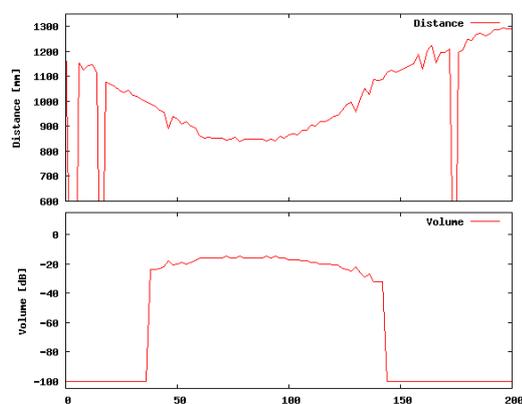
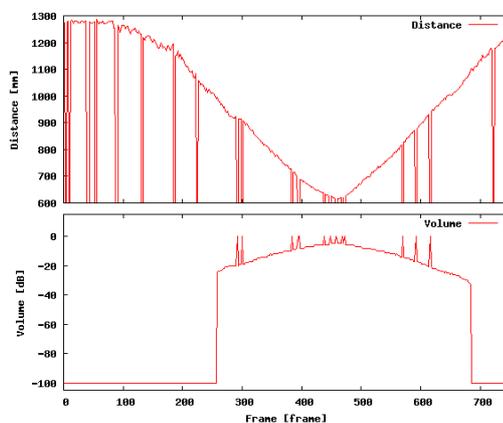


図7 実験結果



(a) コンテンツが移動した場合



(b) 端末が移動した場合

図8 距離と音量の相関

323 - 332, 2005.

- [5] 橋本他: モバイル複合現実感システムにおけるコンテンツ記述言語の設計と実装, 信学技報, PRMU2005-140, HIP2005-110, Vol. 105, No. 533, pp. 19 - 24, 2006.
- [6] M. Miyamae et al.: An event-driven navigation platform for wearable computing environments, Proc. of IEEE Int. Symp. on Wearable Computers (ISWC 2005), pp. 100 - 107, 2005.
- [7] H. Kato et al.: Virtual object manipulation on a table-top AR environment, Proc. of Int. Symp. on Augmented Reality (ISAR 2000), pp. 111 - 119, 2000.