

# 舞台演出手法を取り入れた Mixed Reality アプリケーション開発環境の提案

樫村 健人<sup>†1</sup> 大澤 博隆<sup>†2</sup> 菅谷みどり<sup>†1</sup>

Mixed Reality は, Augmented Reality(拡張現実), Virtual Reality (仮想現実)を組み合わせた表現により, 没入感を促進することでゲームや教育に応用される事が期待されている. ただし, アプリケーション開発では, 物理情報と仮想情報の対応を統合的に行う抽象モデルと, それを具体化するための共通基盤となるライブラリが十分存在せず, 新規開発が困難である問題がある. 本研究では舞台演出の概念を取り入れる事により, 統合的なモデル化が容易になると考え, それに基づく開発環境の提案を目的とした. 論文では, 提案するモデルについて述べる.

KENTO KASHIMURA<sup>†1</sup> HIROTAKA OSAWA<sup>†2</sup> MIDORI SUGYAYA<sup>†1</sup>

Mixed reality, representation that combines augmented reality and virtual reality, is advancing immersion and expected to be used for video games or education. However, in application development, there are not abstract model that comprehensively adapts physical information to virtual information, and library that embodies it. So it is difficult to start new development. In this paper, we consider simplifying comprehensive modeling by accepting an idea of a stage production, and propose development environment from the idea. We explain the proposing model.

## 1. はじめに

近年, スマートフォンや, タブレット端末, ゲーム機に代表される高機能情報端末, カラー画像だけではなく奥行情報も取得可能なセンサ[1], さらにはジェスチャ入力インタフェース等の普及により, 拡張現実(AR: Augmented Reality)技術も急速に普及している. 拡張現実とは, 実世界(人, 物事, 環境)の情報化, それに基づいた情報提示, 及びインタラクションであり[2], 没入感により, その目的を達成しやすくすることを支援する技術として多くの実用技術が提案されている. 近年, さらにARに加え, 仮想現実(VR: Virtual Reality)の融合である複合現実(MR: Mixed Reality)が提示される事により, 実世界と, 仮想世界との時間的, 意味的な統合の効果をより高める事で, 新たな次元での応用範囲が広がっている. MR技術が今後様々な分野で利用される事が期待される一方, MRアプリケーション開発はARに比べてまだ十分に行われていない. この理由の一つに, 複合現実(Mixed Reality)における物理情報と仮想情報の融合の方法があいまいでイメージしづらいこと, また, 実現するための共通基盤が十分に提供されていない事があげられる.

本研究では, こうした問題を解決するために, 物理情報と仮想情報を融合させるための統合モデルを提案し, それに基づく共通基盤を提供することを目的とする. 具体的には, 舞台演出の概念を取り入れる事により, 開発者がイメージしやすい統合的なモデル化を行い, それに基づく開発

環境の提案を目的とした. 論文では, 提案するモデルについて述べる. 本論文の構成は以下の通りとなる. まず2節にて, MRアプリケーション開発における課題と要求をまとめ, 3節にて提案を行う. 4節にて, 具体的な適応例であるプロトタイプ開発の例を示し, 5節にて議論を示し, 6節で全体のまとめを述べる.

## 2. 課題

### 2.1 既存研究

MRは, 現実空間と仮想空間を混合し, 現実の物と仮想的な物がリアルタイムで影響しあう新たな空間を構築する技術全般[3]を指す. 具体例としては, Canonでは[4], 臨場感のあるMR映像の実現のために, ユーザが見ている現実世界をHMD(Head Mount Display)に内蔵されたビデオカメラで撮影し, 計算機へ送ると同時に, その時のユーザの頭の位置や姿勢の計測値を統合し, 臨場感のある画像を生成する事で, 設計試作に用いる事で製品開発期間を短縮するなどの効果を得ている.

また, [5]では, ロボットの動作と映像によるCGによる合成画像を子どもに示すことで, アルファベットの学習に役立てる例が報告されている. ここでは特に, 現実世界と仮想世界による拡張は, それを操作できる操作感や, それを共有し, 拡張する楽しさを喚起することができることとされている. 特に, 操作のリアクションを, 拡張した現実(CG)内で視覚的に確認できることは重要である. このように, MRについては, 今後多くの実用的な技術が期待されている.

### 2.2 課題

一方, MRアプリケーション開発はARに比べてまだ十分に行われていない. この理由の一つに, Mixed Realityの

<sup>†1</sup> 芝浦工業大学 情報工学科  
Shibaura Institute of Technology, Information Science and Engineering  
<sup>†2</sup> 筑波大学 情報工学研究科  
University of Tsukuba

複合現実の定義があいまいでイメージしづらいこと、また、実現するための共通基盤が提供されていない事が考えられる。AR では、現実を拡張するといった現実に対しての計算資源の利用の方針が明確であること、また、ARToolKit [6]のように、それを実現するための共通基盤が提供されていることがあげられる。ARToolKit はカメラで取得した環境情報の上に、仮想的な映像を合成する技術であるが、プログラミングができる人であれば、AR を容易に実現することができる。

これに対して、MR の例として示した[4] は光学的に取得したセンサ値をもとに、計算機内で幾何学的な映像拡張を行うことで、ユーザがあたかも仮想的な世界にいるように見せている点で、VR に近い MR であるといえる。これに対して、[5]では、ロボットとスクリーン画像が連携では、ロボットの動作をセンサで取得し、計算機上にその動作を再現している。ユーザは現実世界におり、計算機上で拡張した現実をみていることから、AR に近い MR であるといえる。この事から、AR、VR はその立ち位置から区別されているのに対し、これらと MR の区別は非常に分かりづらい問題がある。こうした事が、MR アプリケーションの開発しづらい要因となっている。

### 2.3 MR 共通基盤への要求

我々は、MR が、AR、VR に比べ、多様なセンサを利用して、より広い概念として用いられていることから、多様なデバイスを利用することを前提とした特性をいかした開発手法および実現基盤を提供することを目指す必要があると考えた。

これらの事から、我々は開発手法および基盤を開発するにあたっての課題として、次の4つを掲げるものとした。

- (1) 物理情報と仮想情報の融合の実現方法を明確にする
- (2) 多様なセンサを利用することを前提とする
- (3) 未熟練開発者が MR アプリを開発可能とする
- (4) 拡張が容易にできるようにする

(1)は、我々の MR 開発の経験から、多様なセンサから取得する現実世界（物理）情報と、CG などの仮想情報との対応づけを行うための概念モデルと基盤が必要である。我々の経験では、MR のアプリケーション開発は、ユーザが物理情報と仮想情報を融合し、渾然一体とした経験を促進するために物理情報と仮想情報が常に 1-to-1 の関係ではなく、1-to-M、M-to-1 を行う必要がある。こうした情報を統合整理し、再利用性の高いアプリケーションを記述するための新しい概念モデルを提供することとした。

例えば、一般的に、アプリケーション開発においてセンサなどから取得される物理情報はイベント処理として、何らかの仮想オブジェクトに対応づけられ、その振る舞いとして定義される。しかし、複数のセンサなどの物理情報と、仮想空間上のオブジェクトが、必ずしも 1-to-1 にならないケースでは、その関連の管理は容易ではない。我々の開発

の例では、温度センサは、複数の CG 表現に対応づいている。ある状況では、ある CG に、ある状況ではある CG に、というように、状況ごとに振る舞いを切り替える必要があった。状況ごとの振る舞いの変化を統一的に管理する方法がないために、場当たりのな連携となり、コードの再利用性が著しく低下する問題があった。

特に、MR アプリケーションの開発者が熟練ではない場合、問題は顕著となる。今後、MR の適用範囲を教育やホビーユースなどにも広げることを考えた場合、その開発を行う技術者が必ずしも熟練開発者とは限らないことから、こうしたことを容易に行うための概念モデルおよび利用可能な基盤が提供されることが望まれる。

(2) では、様々なアプリケーション開発の可能性を維持するには、現実世界の取得にあたり、様々なセンサを利用できる事が望ましい。ARToolKit では、カメラ入力为前提となっており、多くの AR アプリケーション開発者は、カメラを現実世界の情報を取り込むためのセンサとして利用しているが、実際には、より多くのセンサを利用できる方が、アプリケーションの自由度が高まる事は間違いない。

(3) は、今後の MR アプリケーション技術の普及や応用範囲の拡大のためには、一部の熟練者ではなく、多くの開発者が気軽にアプリケーションを開発できるようにする必要があると考える。

最後に(4)については、(1) のモデルが十分に(3)に示した未熟練開発者にとって分かり易いものであれば、(4) も実現できると考えられる。

## 3. 舞台演出を取り入れた MR 開発基盤

### 3.1 研究の目的

本研究では特に、未熟練開発者にとっても分かりやすい統合モデルを示すことで、多様性を維持しつつ、拡張性の高いプラットフォームの開発を目指した。我々は、先にあげた(1)から(4)の要求を満たすことを目的とした。(1)に述べたように、MR では、ユーザにとって、物理世界と仮想世界は融合されるが、開発環境では、これらの融合を実現するための概念モデルが存在しないこと、また、オブジェクトため、開発しづらい。(2)に示した、多様なセンサを利用した物理情報利用を促進し、これらの値を利用した多様なアプリケーション環境を提供するためには、未熟練な開発者でも融合を混乱なく記述するためのモデル及びそれにもとづいたプラットフォームを提供する必要がある。

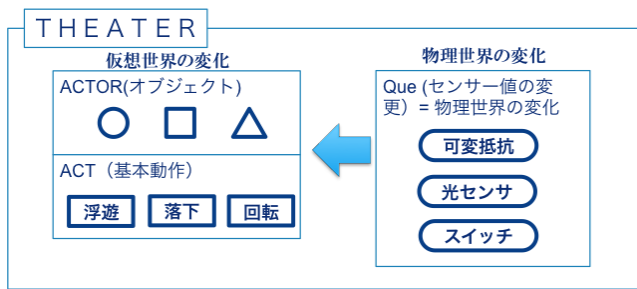


図1 システム概要

### 3.2 基本アイデア

理解しやすい概念モデルとして、我々は舞台演出手法を取り入れた、MR 開発モデルを提案する。舞台演出においては、演出家が役者をもとに舞台を構成する。舞台では、役者ごとに、演技ときっかけ(cue)を個別に表現(演出)する。これに対して、MR の開発では、個別の振る舞いをするオブジェクトと、外部のセンサのイベントがある。我々は、センサによって振る舞いを変更するオブジェクトを役者とみなして、その役者により、全体の舞台を構成すると考えることで、MR の開発を行うことができないかと考えた。

つまり、MR 開発者が、あたかも演出家であるかのように、役者 (オブジェクト) と、cue (センサイベント) を選んでくみあわせることで、初心者であっても MR 開発のイメージしやすくすることを目指した。システム概要を図1に示した。システム図では、提案する舞台(Theater) という一つの舞台設計の中のそれぞれの位置づけを示した。MR 開発者は、役者とその振る舞い(物語)を記述し、そこに物理世界の中のイベントを対応づけることで、舞台効果を演出することで、MR アプリケーション開発を自然に行うことができる。

### 3.3 構成法

舞台演出のアナロジーを利用した、MR 開発の構成方法について述べる。まず、開発者は演出家になったつもりで舞台演出を検討する。下記は、左に舞台演出、右に開発の手順を対応させたものである。

1. 役者 (Actor) を決める: オブジェクトを定義する
2. 役者ごとに振る舞いを決める: オブジェクトのメソッドを定義する
3. 振る舞いの変化するきっかけ(cue)を決める: イベントを定義する

本ルールに従うことで仮想情報となるオブジェクトは役者として、3 の cue に対応して振る舞いを変更できるようになる。舞台の表現力を高めたいと思った場合には、役者を追加する。ここで役者の追加とは、MR の舞台における新しいオブジェクトの追加と等しい。

## 4. 適用シナリオ

### 4.1 橙色の屋根のお家 (Orange Roof House)

橙色のお家[7]を例に取り、舞台演出を適用し、MR アプリケーションを開発する例を示す。橙色の屋根のお家とは、発達障害者向けのデジタルプレイセラピーデバイスである。デバイスに搭載されたセンサで現実の情報を取得し、ディスプレイに表示されている CG に仮想世界を反映させるインタラクションデバイスである。現実の物理的なインタラクションに基づく仮想情報による拡張は、情報の融合(MR)技術の応用により実現している。

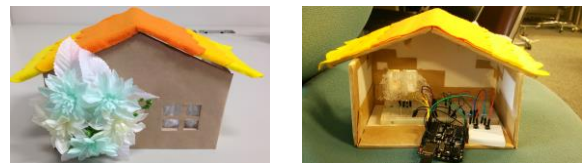


図1 デバイスの写真 (上:前, 下:背面)

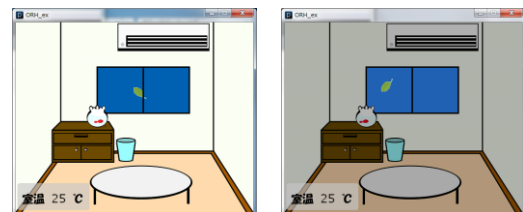


図2 家の中の様子 (左: 電気 ON, 右: 電気 OFF)

本デバイスは、スイッチ・光センサ・温度センサの3つのセンサから値を取得し、マイコンボードを介して、これらの値を取得できる。マイコンボードでは、センサからのアナログ入力を読み込み、その状態をプログラム上で操作することが可能である。センサの値をその組み合わせに応じた4通りの状態に分岐させ、その状態に応じたCGをPC画面上に表示する。この4通りの状態はそれぞれ現実世界における家の中の状態を表している。1. 屋根の有無、2 電気の ON/OFF、3. エアコンの ON/OFF、4. 室内温度である。変化の状態は、これらのセンサの組み合わせによって決まる。屋根の有無は光センサ、室内温度は温度センサ、電気・エアコンの ON/OFF はそれぞれに一つずつ割り当てられたスイッチに対応付く。窓の外の季節を適時春/夏/秋/冬のうちのいずれかに変更することが可能である。

### 4.3 舞台の構成

橙色の屋根の家(Orange Roof House; ORH)の舞台の役者として、まずは、窓、エアコン、部屋を定義する。それぞれの役者が、個別に cue に対応して振る舞いを変化させるものとする(図1)。

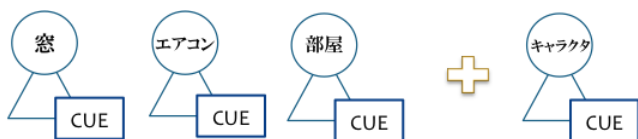


図3 ORH の役者と Cue

ここで、役者1が窓のケースについて述べる。窓は、春、夏、秋、冬の4つの振る舞いを表現できる。この4つの振る舞いを変化させるきっかけ(Cue)は、温度センサからのアナログ入力値が変化することにより切り替わる(図4)。また、役者をエアコンとしたケース2では、スイッチのOn/OffというCueにより、エアコンが入る、切るといった状態を表現する(図5)。

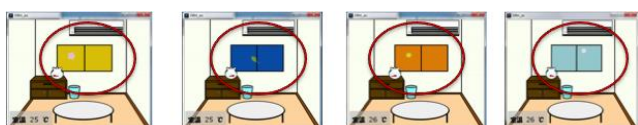


図4 役者(窓)の振る舞いの変化(春, 夏, 秋, 冬)

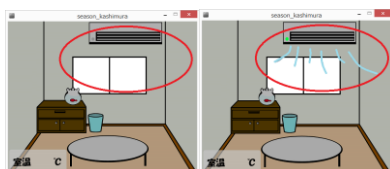


図5 役者(エアコン)の振る舞いの変化

#### 4.4 同期方法

ここまでの部分では、役者は独立して個別に振る舞っているのみで、役者同士のインタラクションが発生しておらず、単調な舞台表現である。舞台では、役者同士が互いに対話しながら、振る舞いを同期させることがある。我々は、次の二つの方法により、MRアプリケーション開発もより表現力を高めるものとした。

- 1) Cueの共有
- 2) Cueの連動

- 1) 舞台では、役者同士の動きの同期が発生するが、本フレームワークではCueの共有により同期を行うものとした。これは、ある一つのCueで、複数の役者の動作が切り替わることを意味する。図6に、一つのCueで部屋の電気とエアコンのスイッチが入るといった振る舞いの変化がおきている様子を示した。

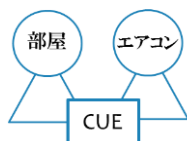


図6 Cueの共有

- 2) さらに、Cueは一つのイベントのみではなく、ある一つのグループ化された動作をイベントとみなすことで、役者の動きや舞台の演出が連続的になり、表現力が増すと考えられる。我々は、これをCueの連動とし、こうした形で連携できるものとした。例えば、ある役者が部屋に入ってきて部屋の電気をつける、という動作を行った場合、Cueを含む一連の動作をグループ化し、Cueと見なす。これにより、次の役者は、このCueにより、別の動作にうつることができる。

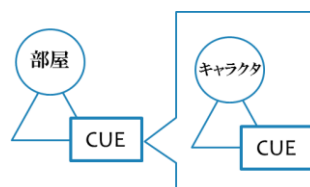


図7 Cueの連動

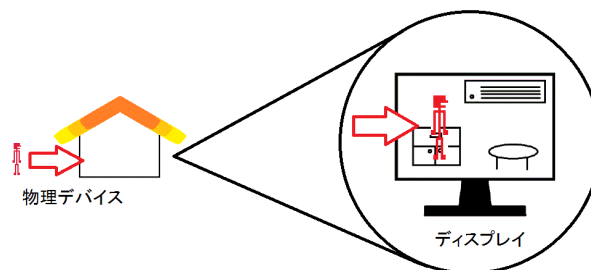


図8 キャラクタの利用による拡張

## 5. 議論

提案したプラットフォームを利用し、拡張した内容についての議論をまとめる。

- 1) 研究開発方針

提案した舞台演出手法を適用することにより、開発者が仮想情報と、物理情報を自然に融合させることを目的とした提案を行った。この際、

- (1)多様性の維持
- (2)未熟練者による開発支援
- (3)拡張性

を達成することを目標とした。今後、これらが達成されているかを、MRアプリケーション開発初心者により評価する必要がある。

- 2) 舞台演出手法の適用のメリット

本研究では、舞台演出手法のメリットを、MRアプリケーション開発初心者の開発の効率化であるとした。しかし、今後、本プラットフォームが積極的に利用されるためには、本提案手法でしか表現できない事を明確にする必要がある。現状では、本手法はオブジェクト指向開発を、分かり易い

概念で置き換えたといえるが、Cue の連動など、オブジェクト指向にないモデルを十分に定義できていない。特に Mixed Reality においては、図 8 に示すように、仮想と現実をいったりきたりという混合した感覚を発生させることが重要であり、これは Blended Reality とも通じるものであり操作感と拡張現実の共有感など舞台演出として考えることで非常に分かり易い舞台づくりが可能である。

こうした事を実現するためにも、継ぎ目である部分の連動をうまく表現することが重要であり、この部分のプラットフォームの役割は大きいと考えられる。その点においては、本研究の重要性は高く、今後の評価を十分に行うことが必要である。

## 6. まとめ

Mixed Reality のアプリケーション開発では、物理情報と仮想情報の対応を統合的に行う抽象モデルと、それを具体化するライブラリが十分存在せず、新規開発が困難である問題がある。本研究では舞台演出の概念によるモデル化と、それに基づく開発環境の提案を行った。論文では、提案するモデルと、ライブラリ開発により製作したプロトタイプについて述べ、その有効性について議論した。

今後は、開発したプラットフォームの評価を進め、その有効性を明確にしたい。

## 参考文献

- 1) LeapMotion <https://www.leapmotion.com/>
- 2) 蔵田武志, 興梠正克, 大隈隆史, 酒田信親, 葛岡英明, 西村拓一: 「実世界と仮想世界」を繋ぎ「人と人」を結ぶ拡張現実インタラクション, ウェアラブルコンピューティング研究会研究報告 Vol.1 No.2 pp.34-39
- 3) 横矢直和: 現実世界と仮想世界を融合する複合現実感技術-1 複合現実感とはシステム/制御/情報 システム制御情報学会誌 Vol.49 No.12 pp.489-494
- 4) MR システム「MREAL」 <http://www.canon-its.co.jp/mr/index.html>
- 5) Robert, David and Breazeal, Cynthia, Blended Reality Characters, Proceedings of the Seventh Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI'12), 2012, pp.359-366.
- 6) ARToolKit <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- 7) 渡辺柚佳子, 岡田佳子, 大澤博隆, 菅谷みどり, コミュニケーションに障害を持つ児童向けのデジタル教材, 情報処理学会, ユビキタス研究会第 43 回研究会, 2014, 7 月, 東京.