

# 遠隔協調作業に対応した VR テーブルトップシステムを構築するフレームワーク

弘和明<sup>†</sup> 岡田義広<sup>‡</sup>

九州大学大学院システム情報科学府<sup>†</sup> 九州大学附属図書館付設教材開発センター<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

情報通信技術の進歩とともに、それを用いて人間の協調的な活動を技術的に支援し、より豊かで効率的なものにしようという研究が行われてきた。そのような取り組みの中で生まれた成果の一つにテーブルトップインタフェース[1]と呼ばれるものがある。これは、パーソナルコンピュータとは異なり、大型のスクリーンを水平に設置して複数人で同時に利用することができるようにデザインされている。

しかし、複数人で囲んで使えるほどの大型のマルチタッチ対応スクリーンはコストが高い。低コスト化のために、プロジェクター等の代替品が用いられることが多いが、その場合はコンピュータビジョンによってユーザの操作を認識するため、周辺環境の調整が繊細になりがちであり、やはり導入が難しい。更に、直感的な操作性を実現するため、テーブルの上に触ることができる実物体を置いたタンジブルユーザインタフェース[2]へと拡張する場合もあるが、テーブル上の物体をコンピュータに認識させる必要があるため技術的なハードルが高くなり、アプリケーションの開発が難しい。

バーチャルリアリティ (VR) 技術は、製品のプロトタイピングなど、材料費を無視して現実のものを再現することに活用することができる。そして近年はOculus RiftやHTC Viveなど、高性能な VR 機器を比較的低廉な価格で購入できるようになり、教育現場や一般家庭への普及も進みつつある。

このような背景もあり、我々は、VR 空間内でテーブルトップシステムを再現することで、機材コストと開発の技術的なハードルを下げることを考えた。そして、遠隔協調作業という VR ならではの強みを加えつつ、VR 空間内にテーブルトップシステムを安価で容易に再現できるようにするためのフレームワークの開発に取り組んでいる。

## 2. フレームワーク

本フレームワークは、ネットワークを通しての遠隔協調作業を実現するため、クライアントとサーバに分かれている。

協調作業アプリケーションということもあり、OS や VR デバイスが異なる複数のユーザから同時に利用されることが考えられる。そこで、単一のコードでマルチデバイスに対応できるように、Web アプリケーションフレームワークとして実装を進めている。WebVR という規格に基づいて実装をしているため、その規格に対応した Web ブラウザが動作する環境であれば本フレームワークで開発されたアプリケーションを動かすことができる。また、専用のアプリケーションのインストールが不要で、URL だけでアプリケーションを利用できるという利点もある。

### 2.1 クライアント

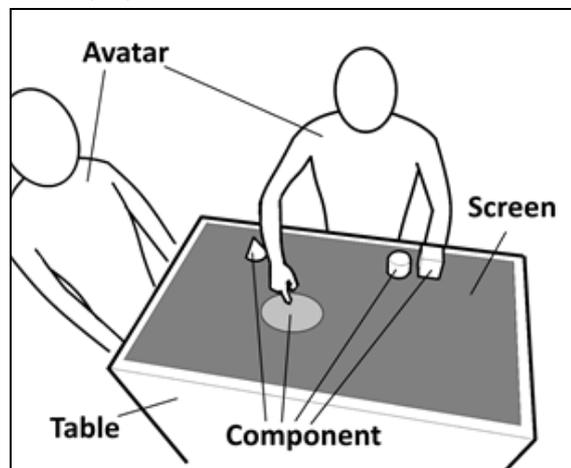


図 1, クライアント側の構成要素

本フレームワークを用いてアプリケーションを開発する際は、基本的にクライアント側のみをカスタマイズする。テーブルやスクリーンの大きさや形状をカスタマイズできる他、コンポーネント指向でアプリケーションを開発できるようになっており、例えば、基本図形を現すコンポーネントや変数を操作するスライダー、イベントを発火するボタンといったコンポーネントを組み合わせることでテーブルトップアプリケーションを組み立てることができる。機能が足りな

A Development Framework for Remote Collaborative Virtual Reality Tabletop Systems

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

<sup>‡</sup> Innovation Center for Educational Resources, Kyushu University Library

ければ、基本コンポーネントを拡張して新しく作ることもできる。

## 2.2 サーバ

サーバは以下の情報を一元的に管理している

- コンポーネントの位置、回転、スケール
- アプリケーションの状態変数
- ユーザの姿勢データ

クライアントからこれらのデータの更新要求が送られてくる度にサーバは内部の状態の更新を試み、変化があった場合は全クライアントに通知する。また、イベントの発火もサーバ経由で全クライアントに通知される。

## 2.3 サンプルアプリケーション

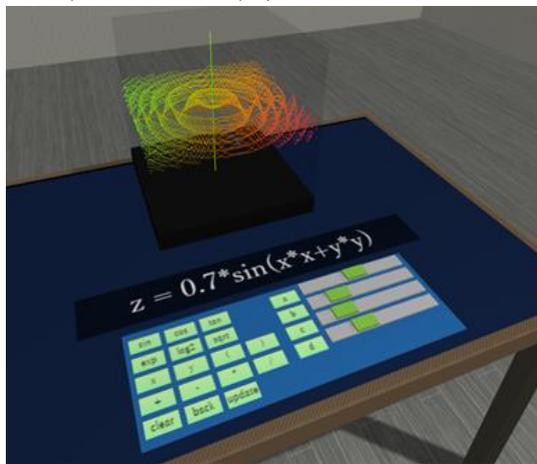


図 2, 2 変数関数を学ぶ教材アプリケーション

本フレームワークのサンプルアプリケーションとして、2 変数関数を入力して 3 次元のグラフを観察するシンプルな教材アプリケーションを開発した (図 2)。2 変数関数のグラフのような 3 次元のものは、従来の教材では図示することが難しく、直感的に理解することができない。しかし、VR の中であれば、ホログラムのような高価な技術も多用することができるため、コストを気にせずに効果的な教材を開発することができる。

## 3. 考察

現実のテーブルトップシステムでは、複数人が同時にシステムを利用する場合、誰がどのイベントを発火したのかといった情報を工夫なしでは自動取得できないといった問題がある。本フレームワークでは、ユーザの姿勢の変化やイベントの発火、物体の移動など、すべての変化はサーバを経由することになるため、サーバはアプリケーションの利用ログを出力するのに非

常に都合が良い。いつ、どのユーザが、どちらの手で、何を操作したか、など詳細なログを容易に取得することができるため、システム動作やユーザ操作の解析に役立つことが期待できる。

本フレームワークでは、超現実的な協調作業システムではなく、現実にもありえるテーブルトップシステムの開発に主眼を置いている。そのため、現実のテーブルトップシステムが持つ豊富なアフォーダンスを VR 空間に再現しやすく、初めてのユーザにも分かりやすい VR アプリケーションを開発できると考えられる。

しかし、現実にもあり得るシステムを VR 空間内に再現することに取り組んでいる一方で、現在一般に普及している VR デバイスでは、コミュニケーションに関わる要素である視線や、操作性に影響する触覚などを再現することができない。このような無視することができない現実のシステムとの差異が、テーブルトップシステムのユーザエクスペリエンスを変え、教育効果などを損なってしまうのではないかと懸念される。

## 4. おわりに

我々は、テーブルトップシステムを VR 空間で再現するフレームワークの開発に取り組んでいる。現実のシステムの再現を目指しているため、現実と VR との差異によってもたらされる影響を確かめる必要があると考えている。例えば、現実のテーブルトップ教材で学習したグループと、同様の内容の VR テーブルトップ教材で学習したグループとで、事後テストのスコアを比べ、教育効果が損なわれていないかどうかなどを実験して視たいと考えている。

また、フレームワークとしての完成度を高めるため、開発者に本フレームワークを使ってもらい、フィードバックを集めることを予定している。完成度が高まるにつれて段階的に公開範囲を広げ、より多くの開発者から意見を得たいと考えている。

## 参考文献

- [1] 小池 英樹, 「実世界インタフェースの新たな展開 : 5. テーブルトップインタフェース」, 情報処理 51(7), 789-794, 2010-07-15
- [2] Hiroshi Ishii, Brygg Ullmer. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems, p.234-241, March 22-27, 1997, Atlanta, Georgia, USA