

全方位動画を用いた仮想移動システムの開発 Development of Virtual Vehicle System Using Omnidirectional Video

内田 淳[†] 三浦 千里[‡] 手島 裕詞[†] 志久 修[†] 荒井 研一[‡] 小林 透[‡]
Jun Uchida Chisato Miura Yuji Teshima Osamu Shiku Ken-ichi Arai Toru Kobayashi

1. はじめに

全方位動画を用いたシステム開発が注目されている^[1]。本研究では、全方位動画を用いた仮想移動システムを開発する。本システムは荷重センサ、ラズベリーパイ、及び Unity で開発したアプリケーションから構成される。具体的処理としては、ユーザの重心を荷重センサで計測し、ラズベリーパイを介しアプリケーション側に送信する。アプリケーション内では、仮想空間に設置した球体に全方位動画をマッピングすることで現実空間を再現し、ユーザへの提示には VR ゴーグルを用いる。また、重心情報により仮想空間を移動する。通信としては Bluetooth 接続と WebSocket 通信を用いる。最後に、本システムの動作実験を行い、システムの有用性を検証する。

2. 技術課題

本研究の先行技術として、まず YouTube VR が挙げられる。YouTube VR とは YouTube にアップロードされている全方位動画を VR ゴーグルを用いて視聴することができるサービスである。しかし、システム上では動画の再生・停止ができるのみである。例えば乗り物などで移動している動画では、経路に分岐があった場合、どちらに進むかを選択することができず、決められた経路を進むしかない。本研究では丁字路のような分岐を実装し、ユーザが自由に進路を選べるようにする。

また、他の先行技術として Google ストリートビューがある。こちらは経路分岐に対応しているものの、車両が通れるような経路に撮影箇所が限定される問題がある。

本研究では、電動立ち乗り二輪車を使用することで車が通れないような場所でも撮影を可能にし、経路の分岐を実装する。また、Google ストリートビューのような全天球写真ではなく動画を用いることで、より滑らかに移動できるヴァーチャル空間を実現する。

3. 設計・開発

本システムの概要を図 1 に示す。

スマートフォンには制作した VR アプリケーションをインストールさせており、それをヘッドマウントディスプレイに装着する。ユーザはそれを用いて VR を体感できるようになる。また、荷重センサ (バランスボード) と VR アプリケーションを連携させ、バランスボードでユーザの重心情報を取得し、それを動画の制御へ利用する。それによって、電動立ち乗り二輪車に乗っているかのような体験を実現する。



図 1 完成イメージ図

3.1 ハードウェア設計

本システムは、バランスボード、ラズベリーパイ、スマートフォンの 3 つで構成されている。ラズベリーパイとは、イギリスのラズベリーパイ財団によって開発されている、ARM プロセッサを搭載したシングルボードコンピュータである。ラズベリーパイは主に教育で利用することを想定しているが、2010 年代後半以降は、安価に入手が可能な IoT 機器として広く用いられている。

バランスボードは矩形の四隅に荷重センサを搭載している。バランスボードはラズベリーパイと Bluetooth で接続されており、4 つの荷重センサの出力をラズベリーパイに送信している。

ラズベリーパイにはあらかじめ固定 IP アドレスが割り振られており、主にセンサ関係とスマートフォンとを仲介するサーバのような役割を果たす。スマートフォンとは WebSocket 通信を行っており、荷重センサから受け取った値をスマートフォンに送信している。

スマートフォンには後述の VR アプリケーションが搭載されており、これを起動した状態でヘッドマウントディスプレイに装着させ、VR を実現する。

3.2 ソフトウェア設計

本研究では、Unity を用いて VR アプリケーションの開発を行った。Unity とは、開発や実行環境、ゲームエンジンが搭載されたゲーム開発プラットフォームの一つであり、3D ゲーム開発の手軽さとその物理エンジンが広く知られている。また、Unity はマルチプラットフォームに対応していることも考慮し、本研究で使用することにした。

3.2.1 全方位動画の再生

全方位動画を全天球表示させるアルゴリズムは、次の通りである。

1. 3D 空間上に球体モデルを配置する。
2. 球体の内部にカメラを設置する。
3. 球体に全方位動画をテクスチャの要領で貼り付ける。

以上により、内部に設置されたカメラから見ると、全方位動画のゆがみが補正され、より立体的に見ることができ

[†]佐世保工業高等専門学校

National Institute of Technology, Sasebo Collage

[‡]長崎大学

Nagasaki University

るようになる。また、カメラの向きを制御することで視点の変更も可能になっている。

3.2.2 荷重センサによる再生制御

バランスボードによる全方位動画の再生制御を実装する。先述の通り、バランスボードには、四隅に計4つの荷重センサが設置されている。その荷重センサから得られるデータをもとに、重心の位置を計算し、X-Y直交座標系で表現する。なお、重心の中央位置を原点とし、左右方向をX軸、前後方向をY軸とする。

算出された座標をもとに、再生速度やカメラ角度などを変更していく。具体的な再生制御状態を図2に示す。得られた重心位置のY座標が前にある場合は「前進」とし、さらに閾値以上あれば「全速前進」とし、動画を等速で再生する。そして、重心がほぼ中央または後ろに寄っていた場合「停止」とし、動画を一時停止させる。

また、重心が左右に寄っていた場合はそれぞれ「左回転」「右回転」とし、カメラの方向を左右へ回転させることができる。この左右回転判定と前進・停止判定は同時に行われるため、重心が右前であれば再生しながら視点を右へ、左後ろであればその場で左回転（旋回）、というような重複した視点制御も可能である。ここで、旋回を行うとカメラ（ユーザ）の向きが変化するが、進行方向から180度回転することによりユーザは後ろを向くことになる。この時再生される動画は逆再生動画へと切り替えられる。すなわち、本システムでは、後方に進む場合は180度回転してから前進することで実現している。

3.2.3 丁字路の実装

丁字路の実装について述べる。実際の丁字路のモデルを図3に示す。本システムでは、仮想空間内にチェックポイント（以下、CPと示す）を設置しており、各CP間を動画でつなぐグラフ構造を取っている。CPはCSV形式のデータ群であり、CPと繋がっている動画の数だけ以下の情報を持っている。

- ・動画のURL
- ・その動画の再生方向フラグ（順方向・逆方向）
- ・先のCPとの角度
- ・先のCPのタグ

これらの情報を基に、動画の再生制御を行っていく。

アルゴリズムとしては、まず、自身がいるCPをロードする。次に、先のCPとの角度と、自身の向いている角度が一致しており、且つユーザの重心が全速前進の状態であれば、そこへ繋がっている動画を読み込み、再生を開始する。動画終端まで再生が完了した場合、動画の再生を停止し、その先のCPを読み込む。



図2 重心による再生制御

4. 動作検証

3章で述べた方法により、分岐選択が可能なVRシステムを開発した。アプリケーションが動作している様子を図4に示す。動作検証から、実際に、繋がっているCP間を自由に移動でき、丁字路のような地形も実現できていることを確認した。

本研究で開発したシステムには、CPを移動するとき再生する動画を切り替える必要がある。その際の問題点と動画のロード時間が発生してしまったり、動画の再生・逆再生を切り替える際にも若干のシーク時間が発生してしまったりする。これにより、ユーザが違和感を覚えてしまう懸念がある。このタイムラグを解消することが、今後の課題となっている。

5. 終わりに

本研究では、スマートフォン上で動作するVRシステムの開発を行った。電動立ち乗り二輪車は現在公園や施設内などで実用化が進行してきている。また観光ツアーに利用されてきていることもあり、地方の観光地を体感できるPR用のシステムとして期待されている。その為、本システムがユーザにとって使いやすいインターフェースかどうか、ヴァーチャル空間をリアリティのあるものと感じ取れるかどうか、という点を考慮する必要があり、実際にユーザに利用してもらうことでシステムの改善を行っていく必要がある。

また、今回は主に視覚に重点を置いてVRの開発を行ってきたが、地面の凹凸や風の流れる感じられるようにしたい。

参考文献

- [1] 松本 達弥, 藤田 悟, “GPUシェーダを用いた全方位動画の高速再生方式”, FIT2012 (2012)

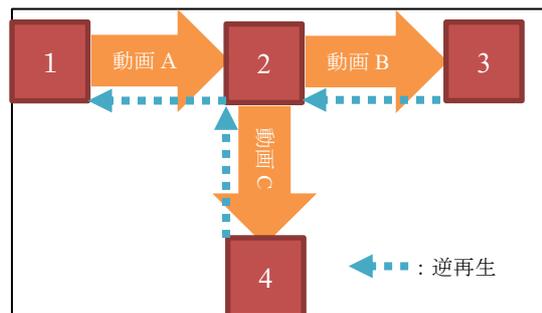


図3 モデル図



図4 動作検証