

# ヘルメット型タッチインタフェースを用いた 全天球動画像における視点操作手法

北川 巧<sup>†</sup> 志築 文太郎<sup>‡</sup> 高橋 伸<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>筑波大学 大学院システム情報工学研究科 <sup>‡</sup>筑波大学 システム情報系

## 1 はじめに

近年、仮想現実感(VR)技術の発展によって多数のヘッドマウントディスプレイ(HMD)が販売されている。HMDにおいて全天球動画像を視聴する際、頭部運動による視点操作手法がよく用いられる。これは、HMDを装着したユーザの頭部の位置と向きの変化に対応して、コンテンツ内での視点の位置と向きが変化するものである。

一方、J. D. MossらはHMDユーザの能動的な頭部運動自体が3D酔いを生起することを報告[1]している。その為、頭部運動による視点操作手法には、一般的には疲労が伴うという欠点に加えて3D酔いが生起されるという問題がある。

そこで我々は、全天球動画像における視点操作のための頭部表面上における最適なタッチインタラクションの実現を目指している。本研究では、ヘルメット型タッチインタフェースを開発し、これを用いた全天球動画像のための視点操作手法の開発を行う。

## 2 関連研究

全天球動画像のための装着型インタフェースに関する研究としてCompoundDome[2]とCyberDome[3]がある。CompoundDomeはスクリーン塗料を塗布した装着型半球透明ドーム装置で、投影コンテンツの部分的透過で現実世界とのインタラクションを実現した。更に既存のHMDに比べて3D酔いを軽減した。しかし、投影部が透明なので環境光の影響で映像の鮮明度と没入感が低下するという問題がある。また、CyberDomeは半球ドーム型スクリーンにコンテンツを投影する装置でトレッドミルや大型トラックボールを用いた操作による高い没入感が特徴である。しかし、全体のシステム構成が大規模になるという問題がある。

これらに対し、我々のヘルメット型タッチインタフェースはHMDと併用することによって、映像の鮮明度と没入感を維持しつつ、装置表面上での

タッチによる視点操作によって3D酔いを防止する。また、頭部装着型のため可搬性に優れ、モバイルVRへの応用も見込める。

## 3 提案手法

### 3.1 概要

本提案手法は、HMDとヘルメット型タッチインタフェースを装着したユーザが、ヘルメット表面上にてタッチ操作を行うことで、HMDに表示された全天球動画像における視点の位置や向き、視野角を操作するものである。ヘルメット型タッチインタフェースは、装置表面上における複数タッチを取得することができる。

### 3.2 視点操作手法

本研究にて識別するタッチ操作は、片手スライド操作、両手スライド操作、両手ピンチ操作である。ここで、両手ピンチ操作とは、本来片手の二本指にて行うピンチ操作を、両手で行うことと定義する。

片手スライド操作とは、図1(a), (b)に示すように片側側頭部および頭頂部を片手の人差し指でタッチしたまま、特定の方向へスライドする操作である。側頭部へのタッチから上下へのスライドで視点のロール、前後へのスライドで視点のヨーを制御し、頭頂部へのタッチから前後へのスライドで視点のピッチを制御する。

両手スライド操作とは、図1(c)に示すように左右側頭部の表面上を両手の人差し指でタッチし、上下、前後にスライドさせる操作である。タッチの起点から上下、前後へのスライドに応じて、全天球動画像内における視点の位置を上下、前後させる。

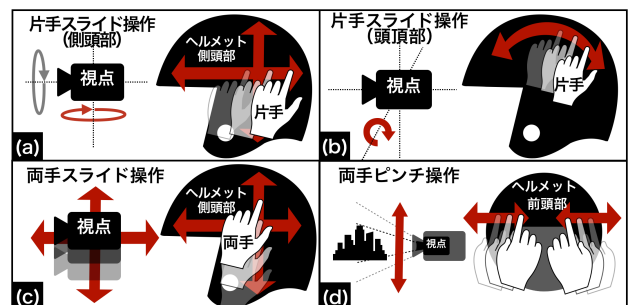


図 1.(a)視点の向き制御(ヨー,ロール), (b)視点の向き制御(ピッチ), (c)視点の位置制御, (d)視野の拡大・縮小

### A Viewpoint Control Method for 360-Degree Media Using Helmet Touch Interface

Takumi Kitagawa<sup>†</sup>, Buntarou Shizuki<sup>‡</sup>, Shin Takahashi<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Department of Computer Science, Graduate School of SIE, University of Tsukuba

<sup>‡</sup>Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

両手ピンチ操作とは、図1(d)に示すように前頭部の表面上を両手の人差し指でタッチし、両手ピンチイン、両手ピンチアウトを行う操作である。ピンチ操作に応じて視野の拡大、縮小操作を行う。

### 3.3 タッチ操作識別手法

Motion History Image (MHI) [4]のアルゴリズムと Support Vector Machine (SVM)を用いて識別する。MHI とは、一定時間のタッチ状態毎の画像群に対して、それぞれ重み付けを行って足し合わせて作る画像である。これで1枚の MHI から過去のタッチ状態の遷移も判別できる。

各タッチ操作の識別は、片手スライド、両手スライド、両手ピンチ操作における各 MHI を学習させた SVM を用いて行う。例えば、片手スライド操作では左右側頭部とスライド方向の上下、前後の組み合わせと、頭頂部とスライド方向の前後の組み合わせから、計10種の MHI で識別する。同様に、両手スライド操作、両手ピンチ操作においても、それぞれ4種、2種の MHI で識別する。

### 4 プロトタイプ実装

本研究では、ヘルメット型タッチインタフェースとして図2に示すプロトタイプと、視点操作を行う PC 用 VR アプリケーションを作製した。システム構成図を図3に示す。

ヘルメット型タッチインタフェースは、オートバイ用のジェットヘルメットをベースとした。この表面全体を覆うように銅箔テープを貼り付けることで静電容量式のタッチ点とし、これを54点配置した。各タッチ点への配線は、ヘルメット表面上に貼り付けて固定し、後方下部から取り出している。取り出された配線はタッチ取得部のタッチ検出回路に接続される。この回路は2台の Arduino Mega 2560のデジタル、アナログ入出力ピン (IOピン) に接続されており、内部プログラムによって全54点のタッチ判定を行う。その結果を USB シ



図 2.ヘルメット型タッチインタフェースのプロトタイプ

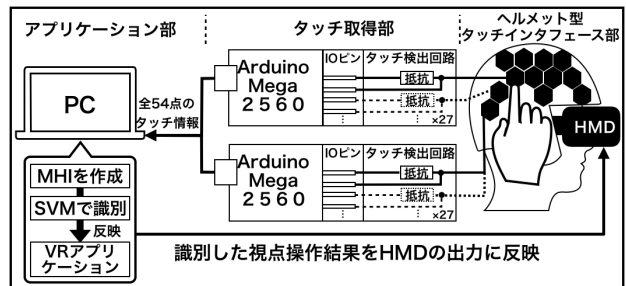


図 3.システム構成図

リアル通信によって VR アプリケーションへと送信し、一定時間毎に作成される MHI を、学習済みの SVM にて識別することで、タッチ操作を判定して図1に示した各視点操作を行っている。本研究では、VR アプリケーションは Unity を用いて作製した。

### 5 おわりに

本研究では、全天球動画像における視点操作のためのヘルメット型タッチインタフェースのプロトタイプ開発を行い、これを用いた視点操作手法を提案した。本インタフェースを用いることによって、頭部運動を必要とせず、かつ自然な視点操作の実現を試みた。

今後の課題として、本インタフェースを全天球動画像にて利用する際のユーザビリティおよび、疲労感、没入感に関する評価が挙げられる。

### 参考文献

- [1] J. D. Moss, J. A. Salley, J. Coats, K. Williams, E. R. Muth, The effects of display delay on simulator sickness, *Displays*, Vol. 32, Issue 4, pp. 159–168, Elsevier B. V. , 2011.
- [2] 丸山 英梨子, 暦本 純一, CompoundDome: スクリーンを部分的に透過することにより現実世界とインタラクションを可能にする装着型ドーム装置, インタラクティブシステムとソフトウェアに関する研究会論文集, WISS2018, pp.49–54, 日本ソフトウェア科学会, 2018.
- [3] Shibano N, Hareesh P. V, Hoshino H, Kawamura R, Yamamoto A, Kashiwagi M, Sawada K, CyberDome: PC Clustered Hemispherical Immersive Projection Display, *ICAT2003*, pp. 1–7, The Virtual Reality Society of Japan, 2003.
- [4] Aaron F. Bobick, James W. Davis, The Recognition of Human Movement Using Temporal Templates, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 23, Issue 3, pp. 257–267, IEEE, 2001.