

## VR インタラクションのための帽子型タッチデバイス

坂田 和輝<sup>†1</sup> 川口 一画<sup>†2</sup>

志築 文太郎<sup>†2</sup> 高橋 伸<sup>†2</sup>

<sup>†1</sup> 筑波大学 情報学群 情報科学類

<sup>†2</sup> 筑波大学 システム情報系

### 1 はじめに

Head Mounted Display (以下, HMD) を使用した Virtual Reality (以下, VR) では, ヘッドトラッキングによる視点操作が一般的である。しかし, 頭部の能動的な動作によって疲労と酔いが引き起こされるとい問題がある。

この問題を解決するため, 先行研究 [1] において表面をタッチセンサで覆ったヘルメットを装着したユーザの頭部表面へのタッチ入力による視点操作が検討された。この先行研究の入力手法では, ユーザの頭部表面をなぞる動きが視点の回転操作を想起させることを利用して, 没入感を維持したままの視点操作を可能とした。しかし, センシングのためヘルメット表面に取り付けられた 54 点の静電容量センサでは, 離散的なタッチ位置しか取得できない問題があった。また, ヘルメット装着時の重量による疲労や静電容量センサから伸びたリード線の多さによるタッチ動作の障害が発生していた。

そこで本研究では, 導電布を用いたセンサを利用することで, 帽子型タッチデバイスを軽量化し, 取り回しを容易にする。また, 電圧値によるタッチ点測定により, より連続的で解像度の高いタッチ点の検出を可能にする。帽子型タッチデバイスを実現するにあたり, 帽子に使用する導電布及び電極に使用する導電糸を選択するための予備調査を実施した。そして, 選択した材料を用いて帽子型センサを製作し, 導電性指サックを装着した指のタッチ点を検出するプロトタイプを実装した。

### 2 関連研究

視点操作インタフェースに関する研究として, GloveFish, GloveMouse[2] は 6-Degrees of Freedom (6DoF) の入力インタフェースであり, 視点の回転移動を可能にする。しかし, このインタフェースは机上に固定されており, ユーザの動きが制限される。

導電布を使用したタッチセンサに関する研究がいくつか存在する。FlexTiles[3] は, 導電繊維と非導電繊維が縞模様交互に織り込まれた布とピエゾ抵抗布を重ねたタッチセンサを作製した。この研究を元に靴下型センサ [4] や, 袖に装着するセンサ [5] など身体に装着するために形状を加工した研究も行われた。しかし, 頭部表面に装着できる半球形状のものは存在しない。

本研究で提案する手法では, 導電布によるタッチセンサを帽子型に加工することで頭部装着を可能とする。また, 頭部装着によりユーザの姿勢と動きを制限することなく視点操作が可能となる。

### 3 帽子型タッチデバイス

本研究では, 導電布と導電糸を用いて作られる電圧印加用の帽子と, 電圧測定用の導電性指サックから構成される帽子型タッチセンサを実現する。

#### 3.1 タッチ点検出方式

ユーザは頭部に帽子を装着し, 指には導電性指サックを装着する。帽子表面の軸方向と電極位置を図 1 に示す。導電布帽子側では, 導電糸電極から X 軸方向と Y 軸方向へ交互に電圧を印加する。導電性指サック側では, 指サックを装着した指で帽子表面をタッチし, 指サックにおける電圧を X 軸方向と Y 軸方向を交互に計測する。使用前に X 軸の GND 側電極部分の電圧  $V_{X_{min}}$ , 5V 側電極部分の電圧  $V_{X_{max}}$  を記録する。記録後に X 軸方向の電圧  $V_X$  を X 軸方向の位置  $X$  に変換する式を以下に示す。

$$X = (V_X - V_{X_{min}}) \times \frac{100}{V_{X_{max}} - V_{X_{min}}} \quad (1)$$

Y 軸では X の線形関数として GND 側電極部分の電圧を  $V_{Y_{min}}(X)$ , 5V 側電極部分の電圧を  $V_{Y_{max}}(X)$  とする。 $V_{Y_{min}}(0)$ ,  $V_{Y_{min}}(100)$ ,  $V_{Y_{max}}(0)$ ,  $V_{Y_{max}}(100)$  を記録し, X に応じた  $V_{Y_{min}}(X)$ ,  $V_{Y_{max}}(X)$  を計算する。Y 軸方向の電圧  $V_Y$  を Y 軸方向の位置  $Y$  に変換する式を以下に示す。

$$Y = (V_Y - V_{Y_{min}}(X)) \times \frac{100}{V_{Y_{max}}(X) - V_{Y_{min}}(X)} \quad (2)$$

Hat-shaped touch devices for virtual reality interaction

<sup>†1</sup> Kazuki Sakata <sup>†2</sup> Ikkaku Kawaguchi <sup>†2</sup> Buntarou Shizuki <sup>†2</sup> Shin Takahashi

<sup>†1</sup> College of Information Science, University of Tsukuba

<sup>†2</sup> Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

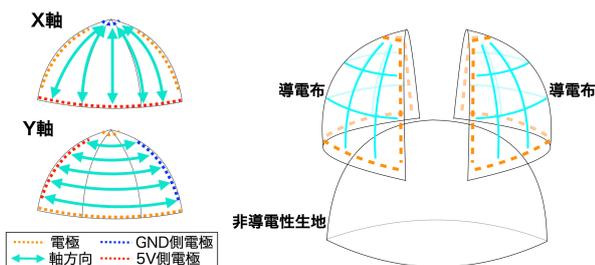


図1 帽子表面の電極位置と2軸の方向(左), 帽子型タッチセンサの構造(右)



図4 帽子型タッチデバイス及びHMDを装着している様子とHMDに表示されるUnityシーン(左上)



図2 帽子型タッチセンサのプロトタイプ及び導電性指サック

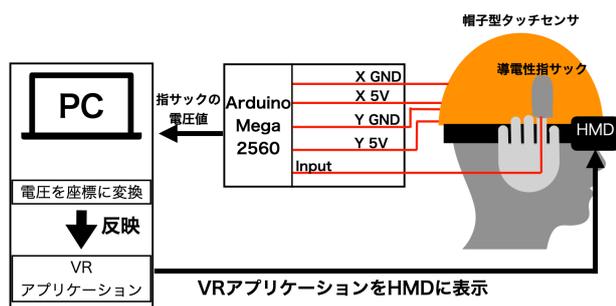


図3 システム構成図

### 3.2 プロトタイプ実装

プロトタイプ実装にあたり, センサに適した導電布と導電糸を選択するための予備調査を実施し, 導電布は TRUSCO 製静電気除去シート, 導電糸は Sparkfun 製の DEV-13814 を選択した. 選択した導電布の抵抗値は  $3 \times 10^4 \Omega/m^2$ , 導電糸の抵抗値は  $27 \Omega/m$  である.

導電布を帽子形状にするため, 60cm サイズの型紙\*を用いて6枚のパーツを切り出した. そして切り出したものを3つずつ縫い合わせ, 半球が左右で分割されている形状を作製した. センサが頭部に直接触れないようにするため, 同じ型紙を用いて非導電布を切り出し, 半球状の非導電性帽子を作製した. 導電布で作製した帽子の左

\*<http://dr-cos.com/fp-cloche2.html>

右それぞれには, 導電糸をミシンで縫い付けることで4つの電極を取り付けた. 電圧を計測するため指に取り付ける指サックは TURTOX 製スマートフォン用指サックを使用した. 作製した帽子型タッチセンサと使用した導電性指サックを図2に示す.

導電布に縫い付けられた電極及び指サックはどちらもリード線を通してマイコン (Arduino MEGA 2560) に接続されている. PC では Unity スクリプトがマイコンからの入力を座標に変換し, 座標をもとに Unity シーンが操作される. システム全体の構成図を図3に, 帽子型タッチデバイスと HMD を装着している様子を図4に示す.

## 4 まとめと今後の展望

本研究では, HMD 装着時の疲労感を軽減するため, 導電布と導電糸を使用した頭部装着が可能な帽子型タッチデバイスを実装した.

今後は帽子型タッチデバイスを使用したインタラクションのため, Unity にて視点操作のためのシーンを実装する. そのアプリケーションを用いて実験を行い, ユーザごとの取得できる電圧値の違いやタッチ検出の精度の調査を行う.

## 参考文献

- [1] Takumi Kitagawa et al. A Viewpoint Control Method for 360 Media Using Helmet Touch Interface. SUI '19, pp. 1–2, 2019.
- [2] Bernd Froehlich et al. The GlobeFish and the GlobeMouse: Two New Six Degree of Freedom Input Devices for Graphics Applications. CHI '06, pp. 191–199, 2006.
- [3] Patrick Parzer et al. FlexTiles: A Flexible, Stretchable, Formable, Pressure-Sensitive, Tactile Input Sensor. CHI EA '16, pp. 3754–3757, 2016.
- [4] Joanne Leong et al. ProCover: Sensory Augmentation of Prosthetic Limbs Using Smart Textile Covers. UIST '16, pp. 335–346, 2016.
- [5] Patrick Parzer et al. SmartSleeve: Real-Time Sensing of Surface and Deformation Gestures on Flexible, Interactive Textiles, Using a Hybrid Gesture Detection Pipeline. UIST '17, pp. 565–577, 2017.