

HMD 装着時における首によるジェスチャ認識 — 首可動域の特性 —

田口 裕起[†] 鈴木 久貴[†] 小川 耕作[†] 白井 暁彦[†]

[†]神奈川工科大学 〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

E-mail: [†]neckui@shirai.la

あらまし 本研究では HMD のセンサフュージョンをそのまま利用し、普及しているコンテンツ開発環境である Unity3D における首の動きを利用したジェスチャ入力の方法を提案する。最も基本的な方法として、絶対的な回転角度によって「肯定」、「否定」、「疑問」の3つのジェスチャを認識する。

キーワード Oculus Rift, ヘッドトラッキング, ナチュラルユーザインターフェース, バーチャルリアリティ.

Neck gesture recognition for head mounted display user: movable range of head turning

Hiroki Taguchi[†] Hisataka Suzuki[†] Kosaku Ogawa[†] and Akihiko Shirai[†]

[†]Kanagawa Institute of Technology, 1030 Yamada, Atsugi-Shi, Kanagawa, 243-0292 Japan

E-mail: [†]neckui@shirai.la

Abstract

This article proposes a motion recognition method for Oculus Rift, which is currently the most popular head mounted display available, by using neck motion as non-verbal interaction. We use sensor-fusion, which is already equipped on the Oculus Rift, to detect user's neck motion. The method can define three gestures, namely, "agree," "disagree," and "make a question," by determining the constancy of the head turning angle.

Keyword Oculus Rift, head tracking, natural user interface, virtual reality.

1. はじめに

最新のヘッド・マウント・ディスプレイ(HMD)である Oculus VR 社「Rift」は 2012 年のゲーム業界にプロトタイプとして現れ、クラウドファウンディングサービス「KickStarter」により話題になり、普及のための資金を素早く得ることができた。Rift は Unity3D を始めとするゲームエンジンとの連携により、従来よりもコンテンツ制作が容易であり、Rift によるインタラクティブ・コンテンツはゲーム業界だけではなく、HMD の原点であるバーチャルリアリティ業界でも注目され始めている。しかし、HMD が元来抱える問題として、装着することで手元が見えなくなる。マウスやキーボード等の古典的なインターフェースを使用するには難しく、代替りのユーザインタフェース (UI) が必要である。このような背景から本研究ではコンテンツ開発者向けに、首の動きを入力のインターフェースとして利用する「Neck UI」について、基礎的なパラメータを明らかにすることを目的としている。

2. 関連研究

Hyun らは、2004 年にゲーム・プレイヤーの上体の

キネマティクスを用いた外部ジェスチャ認識ソフトウェアを提案している[1]。しかし、HMD を着用した状態では顔認識の精度が低下するため、正確な首角度の取得が困難である。HMD 着用者のジェスチャによる自然の動きから Neck UI を実現するには十分ではない。

Sakai らは AccuMotion 手法を提案した。マイクロソフト社のゲーム用奥行き画像カメラ Kinect を用いて取得したユーザーの複数のポーズにおけるキネマティクスを構成するボーン (ベクトル) の内積を利用することによって、検出したいジェスチャを自然な動作から低い計算コストで検出することに成功している[2]。

AccuMotion 手法は、溜め動作をキーとしたモーションスイッチ動作の分離手法であるが、モーションの認識に溜め動作が必要になる。首動作は腕や脚のようなストロークがなく、また可動範囲が狭い。さらに対象とする関節数が多いため、AccuMotion 手法の「溜め動作」としてのキーを設定することが難しい。

土井らは、より自然な HMD のための頭部動作検出を提案および実験している[4-5]。しかし歩行を含めた違和感の少ないディスプレイの研究であり、取得された人間工学的パラメータをインタラクションや UI ガ

イドラインの構築というアプローチではない。

例えば首ではなく眼球運動と視線の認識という手法で HMD ユーザーのインタラクションを統合する手段もあるだろう。しかしこの方式は Rift となどの安価な HMD が普及し始める中、特殊なデバイスを必要とするため、エンドユーザー向けとは言い難い。

3. 理論

主要な言語地域では「肯定」、「否定」、「疑問提起」といった意思表示は、首を用いたジェスチャ、「頷く」、「傾げる」などによってしばしば行われる。しかし、首は7本の骨から成り立つ複雑な構造であるため、行列の連結として扱うことはコストが高い。一方、首と頭の移動範囲は各ユーザー間で不変性を有している[3]。この人間の首動作の固有値や特性が得られれば、各被験者が Rift を装着したときの UI ガイドライン構築のヒントになるだろう。

Neck UI を実現するにあたり、開発者の独自のハードウェアや実装方法で実現する方法ではなく、不特定多数のユーザーに適合させるため、自然で単純な首命令入力を構成する動作について、絶対的角運動を Rift によるユーザーテストを通して取得する。本手法では、Rift の装着状態の差異や、センサフュージョンの特性、特に Yaw 軸の精密精度の問題や、ユーザーによる首や眼球を含めた動きの最大/最小運動範囲を含めて誤差として測定し、ジェスチャにおける一般的な人間の可動域特性を利用することで、ユーザーインターフェースのガイドラインを提案することを目標とする。

4. 実験概要

本研究では Rift のセンサフュージョンをそのまま利用し、普及しているコンテンツ開発環境である Unity3D における首の動きを利用したジェスチャ入力の認識方法を提案する。最も基本的な方法として、絶対的な回転角度によって「肯定」、「否定」、「疑問」の3つのジェスチャを認識することを目的とする。

4.1. 環境

被験者は着座し、Rift を身につけて実験を行う。センサデータはセンサフュージョンと呼ばれる、Rift に搭載されたジャイロ스코プ、磁力計、加速度計から返される値を統合したものをを用いて首のジェスチャの検出に利用する。この値は OVR(OculusVR)ライブラリの API である、"OVRDevice.GetPredictedOrientation"を用いることにより取得できる。この値を Quaternion 型から Vector3 型にキャストし、利用した。この形式では図1に示す通り、Yaw-Pitch-Roll の3軸として扱うことができ、各軸ともに正面が 0/360° となる。また、Pitch は被験者の頭頂方向を正、Yaw は左を正、Roll

は左に傾けることを正とした。

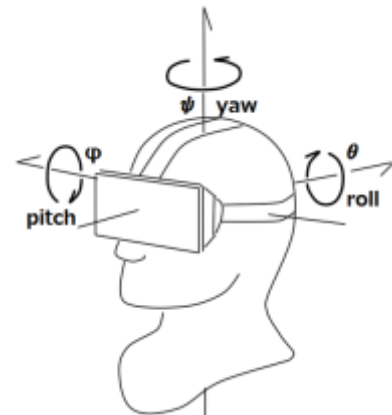


図1 本実験での回転軸の設定

4.2. 実験手法

成年男子4名の被験者が Rift を装着し、1シーン10回ずつ、「右、正面」、「左、正面」、「上、正面」、「下、正面」、「右傾、正面」、「左傾、正面」の6種のオペレーションをそれぞれ交互に実施し角度を記録した。

シーン中には Unity3D によって生成された球状の背景テクスチャと白色の立方体が表示されている。



図2 Unity 3D で実装された仮想空間

5. 実験結果

HMD により被験者は視界を完全に遮られるため、正面を保つためには被験者自身の体性感覚と VR 空間上の視覚フィードバックに頼る必要がある。

図3は4人の被験者が正面を向いたときの Pitch, Yaw, Roll の平均と偏差を示している。

Roll は各被験者間で安定しているが Pitch, Yaw は被験者間で +/-10°程度広がっている。Pitch は固定位置及び姿勢の違いとして、Yaw は蓄積された磁力センサの誤差として説明できる。

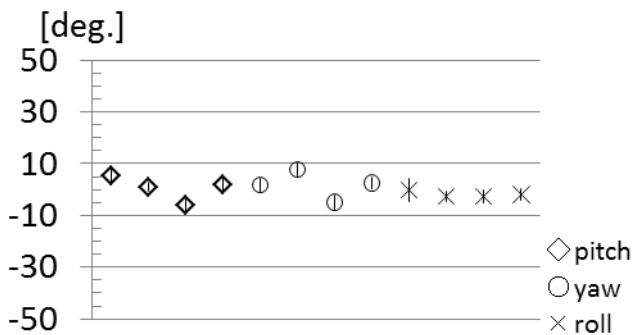


図3 正面を向いている状態の平均と偏差

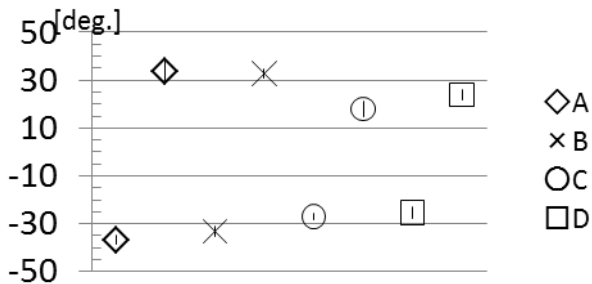


図4 「傾げ」を行ったときの平均と偏差

図4は4人の被験者が「疑問」をあらわすジェスチャ「傾げ」を行ったときのRollの平均と偏差を示している。偏差が小さく、左右に対象性を持ち、 $\pm 20^\circ$ から 30° に収束している。この結果から、 $30^\circ \pm 7^\circ$ が「疑問」を示すジェスチャ検出に適している動作範囲と考える。

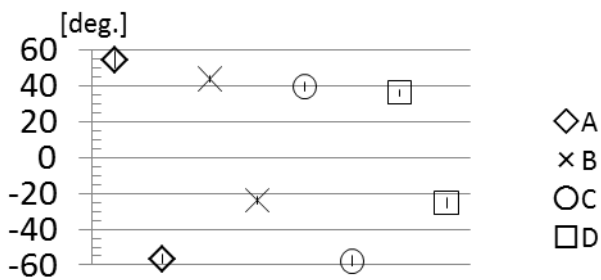


図5 「否定」を行ったときの平均と偏差

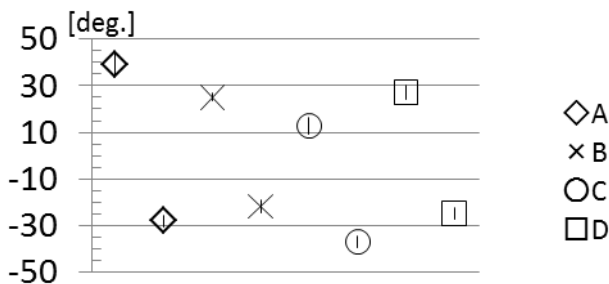


図6 「頷き」を行ったときの平均と偏差

図5は4人の被験者が「否定」(頭を左右に振る)におけるYawの平均と偏差を示している。図3のような左右非対称な変化を得た。これは磁力センサまたは接続状態によるドリフト誤差が原因で発生している。

この結果から、否定を示すジェスチャは $40^\circ \pm 9^\circ$ で検出できる。しかし、正面の設定をする必要がある。

頷きのPitchにおいて、2人の被験者は $\pm 30^\circ$ での対象性を示した。しかし、他の2人は非対称を示している(すなわち $+40^\circ$ から -30° と $+10^\circ$ から -35° である)。

下方向には $18^\circ (30\%)$ 、上方向には $27^\circ (45\%)$ の被験者間変動が存在し、この個人差は無視できなくなる。これは顎の物理的な制約の差異が個人によって異なり、Pitch方向(特に下)はYaw、Roll方向に比べ大きく影響しやすいためである。

これらの結果から $30^\circ \pm 5^\circ$ が肯定のジェスチャ認識として妥当である。しかし、頷きの頻度は考慮し、相槌と肯定のジェスチャを区別すべきである。

6. 結論

我々は4人の被験者から「肯定」「否定」「疑問」をあらわす3つの首ジェスチャの実験値を取得した。

実験を通して、頷きおよび左右は被験者に依って広い誤差が認められるが、傾げについては ± 30 度程度に人間の固有値があることが確認できた。

絶対首角度による首入力認識は「疑問」のジェスチャ検出に利用できる可能性がある。また、正面を設定するアルゴリズムを組み込むことで「否定」についても検出できるといえる。しかし、「肯定」をあらわす頷きについては、対話の相槌など他のジェスチャを分けて検出するために加速度等を得る必要がある。具体的な応用に組み込み実証を重ねていきたい。

文献

- [1] Hyun Kanga, Chang Woo Lee, Keechul Jung, "Recognition-based gesture spotting in video games", Pattern Recognition Letters, Volume 25, Issue 15, November 2004, Pages 1701-1714.
- [2] Takuya SAKAI, Wataru FUJIMURA, et al, "AccuMotion: intuitive recognition algorithm for new interactions and experiences for the post-PC era", VRIC 2012 proceedings, Laval Virtual 2012 France, 2012
- [3] Miyaoka, Satomi, et al. "Constancy of Head Turning Recorded in Healthy Young Humans." Annals of biomedical engineering 37.2 (2009): 428-436.
- [4] 土井崇史,木島竜吾:「頭部回転による自己走査式単列型HMDの試作」,日本バーチャルリアリティ学会大会論文集 Proceedings of the Virtual Reality Society of Japan, Annual Conference 18, pp.33-36, 2013-09-18
- [5] 土井崇史,毛利勇一,早川雄一郎,木島竜吾:「画面内時間遅れが頭部搭載ディスプレイ使用者の視覚に与える影響」,信学技報MVE, pp.91-96, 2012.