5Y-06

モバイル環境向けVRにおけるヘッドトラッキングの実現

中地 功貴† 打矢 隆弘‡ 内匠 逸§

†名古屋工業大学 工学部 情報工学科
〒446-8555 愛知県 名古屋市 昭和区 御器所町

‡§名古屋工業大学 大学院 工学研究科
〒446-8555 愛知県 名古屋市 昭和区 御器所町

1 はじめに

バーチャルリアリティ(Virtual Reality: VR)の分野ではVR酔いと呼ばれる現象がある．これは，VRの体験中に被験者が感じる酔ったような不快な感覚のことを指す．現実の感覚とVRの感覚の齟齬によって生じる問題であり，没入感を損ねる重要な問題である．

ヘッドマウントディスプレイを用いたVRでは，ヘッドトラッキングの精度がVR酔いの程度に大きく影響する，しかし，モバイル環境向けのVRではヘッドトラッキングの機能の一つである位置トラッキングが実現されておらず，精度が劣るという欠点が存在する．本研究では，単眼カメラ画像を用いた自己位置推定を行うことで位置トラッキングの代替を検討し，スマートフォン端末単体によるヘッドトラッキングの実現を目指す．

2 VR酔い

酔いの科学的な原理はまだ解明はされていないが，有力な説が二つが存在する[1]．一つは感覚混乱説(Conflict Theory)と言い，感覚間の矛盾が酔いを引き起こすという説である．もう一つは毒物嘔吐説(Poison Theory)と言い，感覚間の矛盾は体内に入った毒に原因があると認識され，それを排出しようとすることによって酔いが引き起こされるという説である．共通して，感覚間矛盾を減らすことが酔いの軽減に繋がるということが言える．

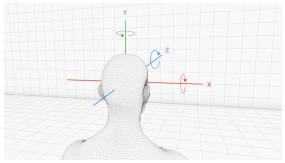


図1: 3自由度(方向トラッキング)

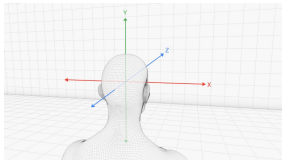


図2: 6自由度(方向+位置トラッキング)

Realization of head tracking in VR for mobile environment
†Kohki NAKAJI ‡Takahiro UCHIYA §Ichi TAKUMI
†School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya, Aichi, 466-8555 Japan
‡§Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya, Aichi, 466-8555 Japan

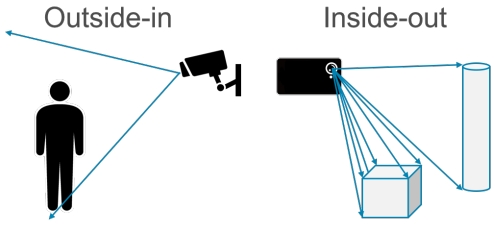


図3: 位置トラッキングの方式

2.1 視覚誘導性自己運動感覚(ベクション)

ベクション[2]は，VRにおける酔いの要因として考えられている視覚特性である．これは一定方向に運動する視覚パターンを観察した場合に，観察者がその逆方向に運動しているように知覚する錯覚現象を指す．ベクションの発生時，視覚では自分自身が運動をしているように感じている．しかし，身体の平衡感覚を司る前庭器官では自身は停止していると認識している．このように，視覚と前庭器官が異なった認識をしているために矛盾が発生し，酔いにつながっていると考えられる．

3 ヘッドトラッキング

人体が空間内を動く方法には，xyz軸上の回転と移動の6自由度が存在し，ヘッドトラッキングではこれを感知することで，仮想空間上のカメラに反映させることが可能になる．図1に示すように，3自由度(方向トラッキング)は方向のみの移動を指し，VRヘッドマウントディスプレイではジャイロセンサを用いて実現される．図2に示すように，6自由度(方向+位置トラッキング)は方向と位置の移動を指し，方向トラッキングに加え，位置トラッキングが必要となる．

位置トラッキングには，「Outside-in」と「Inside-out」の2つの方式がある(図3)．「Outside-in」は外部にカメラを置いて機器の位置を測定する方式で，現在の主流である．一方で，本研究で注目している「Inside-out」方式は，カメラやセンサから周囲の測定物を検出して相対の動きを取る方式で，環境センサを用いる必要がないという利点がある．

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

4　提案機構

本研究では, 単眼カメラによる自己位置推定によって位置トラッキングを代替する機構を提案する (図 4). まず, スマートフォンのジャイロ情報を取得して方向トラッキング機構で利用する. また, 連続するカメラ画像を位置トラッキング機構で自己位置推定に利用する. カメラ画像であれば一般的なスマートフォン端末から取得できるため, 端末単体での実現ができると考える. この二つの機構を統合した結果を, 描画機構を用いてスマートフォンのディスプレイに反映させる. これにより, モバイル環境向けのヘッドトラッキングを実現する.

4.1　システムの構成

方向トラッキング機構と描画機構には Google が提供してる Google VR SDK[3] を利用する. この SDK はモバイル環境向けの VR プラットフォームをサポートしたものである. 位置トラッキング機構にはオープンソースのコンピュータビジョンライブラリである OpenCV[4] を利用し, 自己位置推定を行う. これらを統合開発環境である Unity[5] を用いて実装し, スマートフォン上で動作するアプリケーションとして出力する.

4.2　自己位置推定

自己位置推定 (Odometry) の中でも, カメラ画像を使って自己位置認識を行うものを Visual Odometry(VO) といい, 単眼のカメラ画像のみで行うものを Semi-Direct Monocular Visual Odometry(SVO) という. 一般に VO では, 画像から特徴点という物体の角などを抽出する処理や, 特徴点の 3 次元座標を算出する処理, 時系列に沿った画像間で特徴点を追跡する処理などを行う. 本研究で用いる SVO は利用する情報が少ないため, 複眼のカメラ画像を利用する Stereo Visual Odometry と比較して精度が劣る傾向がある. そのため, 例えば先行研究 [6] では, 前フレームとの視差で初期位置推定をし, キーフレーム * との視差を用いて精度を上げる手法をとっている.

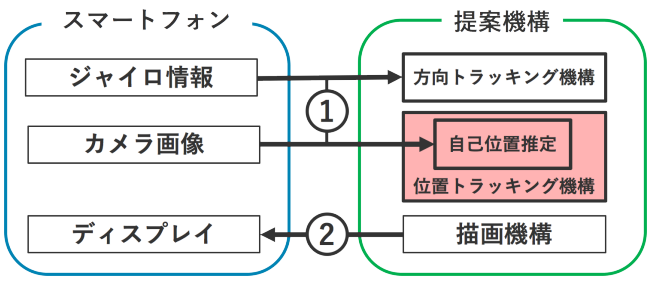


図 4: 自己位置推定による位置トラッキング

VR 体験は現実のような感覚を体験させる性質上ある程度以上の精度が求められるため, 高い精度が出せなかった場合に体験を損ねる可能性がある. 本研究ではスマートフォンのセンサ情報を利用することで精度の向上を目指す. 提案機構では外部機器を利用せず, スマートフォン端末単体によるヘッドトラッキングの実現を目指しているためである.

4.3　評価実験

有効性を検証するため, 被験者を用いた評価実験を予定している. 開発したシステムでヘッドトラッキングの有無を切り替え, 酔いの発現にどのように影響してくるかを比較検証する. また, ヘッドトラッキングによって VR 空間上でのスケール感が感じられるようになるため, VR 体験の品質についても検証を行う.

5　まとめ

VR 酔いの軽減に繋がるヘッドトラッキングは, モバイル環境向けの VR で実現されていない. 本研究では単眼カメラによる自己位置推定を行うことで, スマートフォン端末単体による位置トラッキングの代替を目指す. 今後はシステムを実装し, 被験者を用いた評価実験を行う.

参考文献

[1] Donald L. Fisher, Matthew Rizzo, Jeffrey Caird, John D. Lee, ”Handbook of Driving Simulation for Engineering”, Medicine, and Psychology, 14-3, 2011.

[2] Fischer, M. H., Kommuller, A. E, ”Optokinetic ausgeloste Bewegungs-wahrnehmungen und optokinetinetisher Nystagmus”, Joumal of Psychological Neurology, 41, 273-308, 1930

[3] Google VR SDK for Unity — Google VR — Google Developers, https://developers.google.com/vr/unity/ (2016/1/9)

[4] OpenCV.jp, http://opencv.jp/ (2016/1/9)

[5] Unity - Game Engine, http://japan.unity3d.com/ (2016/1/9)

[6] Christian Forster, Matia Pizzoli, Davide Scaramuzza , ”SVO: Fast Semi-Direct Monocular Visual Odometry”, 2014.

*変化があった時のフレーム

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.