

Intel RealSense カメラを用いた疑似力触覚体験システム

Pseudo Haptics Experience System by Using Intel RealSense

榎本優樹*, 深町賢一**, 青木広宙***

Yuuki Enomoto*, Ken'ichi Fukamachi** and Hirooki Aoki***

*千歳科学技術大学大学院, m2160020@photon.chitose.ac.jp

**千歳科学技術大学, k-fukama@photon.chitose.ac.jp

***千歳科学技術大学, h-aoki@photon.chitose.ac.jp

概要: Intel RealSense カメラとは人の顔や手を認識し, その動き情報を三次元的に取得するモーションキャプチャデバイスであり, Intel 社より SDK が提供されている. また, 近年, Human Computer Interaction の分野では疑似力触覚を利用することによって, 重さなどの力学的な手段を用いずに力覚情報をユーザへ伝達する手法が検討されている. われわれはこれらを組み合わせることで疑似力触覚を体験できるシステムを開発した.

Keywords: 疑似力触覚, Intel RealSense, マーカレスモーションキャプチャ

1. はじめに

マウスカーソルのような視覚的なものの動きと, それを操作している自身の動きに不整合が発生した際に, 疑似的な触覚や力覚が生じるような錯覚を, 疑似力触覚 (Pseudo Haptics) と呼ぶ. 例えばマウスカーソルの大きさや速度, 動きを変化させることで遠近感や粘性, 画像の凹凸などを感じさせることができる^[1]. 近年, 人間と機械の対話型操作のインタフェースを研究する Human Computer Interaction (HCI) の分野では疑似力触覚を利用することでユーザに何らかの影響を与えようとする研究がおこなわれている. 例えば対間らは力作業を支援するためにヘッドマウントディスプレイを用いて疑似力触覚を生起させる手法について実験を行っている^[2].

本研究では, この疑似力触覚に着目し, Intel 社が提供しているモーションキャプチャデバイスである RealSense カメラとその Software Development Kit (SDK) を用いて疑似力触覚を体験できるシステムを開発することを目的とする. 本稿ではわれわれの提案するシステムの概要と効果および展望について述べる.

2. 疑似力触覚

上述した通り, 疑似力触覚とは, 視覚的なものの動きと, それを操作している自身の動き (固有受容知覚) に不整合が発生した際に, 疑似的な触覚や力覚が生じるような錯覚のことである. 固有受容知覚とは, 筋肉や腱などにある受容器から生じる感覚であり, 体の各部分の位置, 運動の状態, 体に加わる抵抗, 重量を感知する. 人は周囲の情報を取得する際, 視覚情報が約 83 パーセントを占めており, これを視覚の優位性と呼ぶ^[3]. そのため, 視覚の情報と自身の動きに不整合が発生すると, 情報の整合性を取ろうとして脳内で修正が行われ, その結果として疑似力触覚が生起する.

疑似力触覚を生起させるシステムを開発するには, 手指の情報をディスプレイに映す必要があるため, 通常, ヘッドマウントディスプレイやカメラセンサが多く用いられる. 本研究のシステムは三次元情報を取得可能なカメラセンサである RealSense カメラを用いて手の情報を取得し, マウスカーソルを動かす手とマウスカーソルの速度に不整合を起こすことで疑似力触覚を生起させる.

3. 提案手法

本研究で開発したシステムは Intel 社の RealSense カメラとその SDK を用いる。RealSense カメラは、Microsoft 社の Kinect のように、ジェスチャーや音声認識、顔検出によってコンピュータの操作をおこなうことが可能となるデバイスであるが、Kinect と異なり市販の PC に搭載されることを前提としており、Windows 10 の生態認証機能である Windows Hello にも用いられる。このような背景から、RealSense カメラは、今後、一般的なモジュールとして普及するものと見込まれている。本研究では RealSense カメラ F200 (図 1) を使用し開発をおこなった。

本研究で開発したシステムは C# 言語を用いて開発した。図 2 はシステムの画面であり、図 3 に示すように RealSense カメラの前面に手をかざすことで、画面中の手の形をしたマウスカーソルを動かすことができる。

背景色が異なる中央の部分では、マウスカーソルの速度が両端の部分と比べ遅くなるため、疑似力触覚が生起し、手が重くなったような錯覚が得られる。図 3 で用いた機材を表 1 に示す。

表 1 使用した機材の一覧

カメラ	Intel RealSense カメラ F200
PC	NEC VersaPro VC-H
CPU	Intel Core i5-4300 2.6GHz
OS	Windows 10 Pro 64bit

4. 実験と結果

本研究で開発したシステムを用いて、以下のタスクを実行しカーソルの速度変化と疑似力触覚の生起の関係について実験をおこなった。被験者は 20 代の男性 4 名 (被験者 A~D) である。

被験者に与えられたタスクは、以下に示す a)~c) の 3 種類である。

- a) カーソルを画面の端から端まで往復する
 - b) 色の境界線をまたいで円を描く
 - c) 色の境界線をまたいで∞の字を大きく描く
- 被験者には、カメラモジュールの利用に慣れるように、以上のタスクを実施する前に、色境



図 1 Intel RealSense カメラ F200

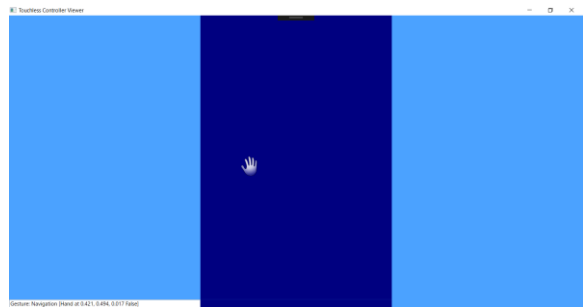


図 2 システムの画面



図 3 システムが動作している様子

界において疑似力触覚が生起しないものを利用してもらった。その後、本システムを用いて以上のタスクを実施してもらい、タスク終了後に、被験者が力覚を得たか否かについて質問した。その結果を表 2 に示す。

表 2 各被験者の力覚の有無

被験者	タスク a	タスク b	タスク c
A	×	○	○
B	×	○	○
C	×	○	○
D	×	×	○

5. 考察

以上の実験では、タスク b とタスク c が疑似力触覚の高い生起率をもつ結果となった。これは、カーソルが単位時間に境界を通過する回数に関係していると考えられる。単位時間に境界を通過する回数が多いタスクほど疑似力触覚が生起しやすい結果となった。

また、本システムはカーソルの速度を速くすることで中央にきたカーソルの速度を遅く見せかける実装をしていることから、直線の動きだけでは速度の差異を感じることはできないことも要因の一つであると考えられる。このように疑似力触覚の生起について複数の要因が考えられるため、実験の精査が課題となっている。

これまで、三次元カメラセンサを用いた疑似力触覚のシステムの研究は既におこなわれている^[4]ものの、RealSense カメラを用いたものは現状存在しない。今後 RealSense カメラはノート PC に標準的に搭載されるようになり、Kinect のように外付けのモジュールを別途購入する必要があるデバイスより広く普及する可能性がある。それに伴いカメラセンサを用いたアプリケーションの開発が盛んになるほど、疑似力触覚がユーザへ伝達する情報の一種として用いられる可能性が高まると考えられる。

6. おわりに

本研究では、疑似力触覚に着目し、Intel 社が提供しているモーションキャプチャデバイスである RealSense カメラとその SDK を用いて疑似力触覚を体験できるシステムを開発することを目的とし、われわれの提案するシステムの概要と効果および展望について述べた。手への疑似力触覚を生起する体験システムを試作し、4名の被験者を対象とし、3通りの手先の動きを行ってもらった実験による基礎的検証を行ったところ、2通りの手先の動きで疑似力触覚の生起が確認できた。しかし、直線的な手の動きでは全員に疑似力触覚が生起しなかったことから、今後は本システムの改良を行いつつ、疑似力触覚の生起条件について調査を続ける予定である。

参考文献

- [1] <http://www.persistent.org/VisualHapticsWeb.html>
- [2] 對間裕毅他：“Pseudo-haptics を用いた MR 空間内での力作業支援”，日本 VR 学会論文誌，vol. 19，no. 4，2014.
- [3] 教育機器編集委員会編，産業教育機器システム便覧，日科技連出版社，pp. 386，1972
- [4] 青木広宙他：“Pseudo-Haptics によるゲーム用インタフェースにおける運動ならびに筋電図の同時解析”，電子情報通信学会研究報告．HCS，ヒューマンコミュニケーション基礎，vol. 111，no. 464，pp. 19-24，2012