

# モーションキャプチャ用センサとシステムの研究開発

## Research and Development of Sensor and System for Motion-capture

宮地 優悟 (HSU)<sup>\*1</sup>, 〇大岩 令奈季 (HSU)<sup>\*2</sup>, 園田 計二 (HSU)<sup>\*3</sup>, 福井 幸男 (HSU)<sup>\*4</sup>

\*1 Yugo MIYACHI, Faculty of Future Industry, Happy Science University  
4427-1 Hitotsumatsu Hei, Chosei-mura, Chosei-gun, Chiba 299-4325, JAPAN  
yugo.miyachi@gmail.com

\*2 Renato OOIWA, Student, Happy Science University  
4427-1 Hitotsumatsu Hei, Chosei-mura, Chosei-gun, Chiba 299-4325, JAPAN  
ooiwarenato.172767@gmail.com

\*3 Keiji SONODA, HSU, keiji-sonoda@happy-science.university

\*4 Yukio FUKUI, HSU, yf.fukui@jcom.home.ne.jp

**Key Words** : Motion-capture, Design, VR, Sensor, 3D-CAD/CAM, Mass production

### 1. 緒言

3D-printer や 3D-CAD など、デジタルもの作り関連技術が身近になり、併せて、Raspberry Pi に代表されるマイコンボードや無線通信技術が進化し、複雑な動きや機能を創り出すことが比較的簡単に行えるようになってきた<sup>(1)</sup>。アイデアを具現化することが個人規模でも容易に行える時代が到来している。現在、コロナの影響もあり、VR (Virtual Reality, 仮想現実) がゲームのみならず、様々な分野で注目を集めている<sup>(2)</sup>。ここでは、VR と関連して注目されているモーションキャプチャを独自に設計製作し、製品化に向け量産 (少量生産) することに成功したので報告する。

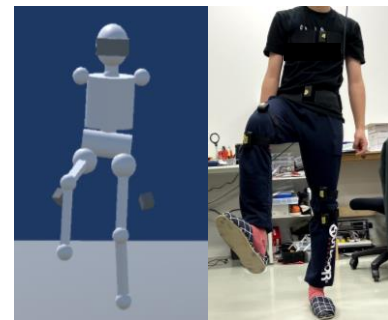
### 2. 開発したセンサとシステムの構成

モーションキャプチャの種類としては、光学式、慣性式、ビデオ式 (画像式)、磁気式、機械式などがあるが、一般に色々な周辺機材や装置を必要とし高価である場合が多い。本研究で開発したモーションキャプチャは慣性式を応用したもので、大掛かりな設備が必要なく、非常にコンパクトで体に装着しても違和感がなく、稼働までのセットアップも極めて簡単である。図 1 と図 2 に示すようにセンサ (基本構成は胸と腰と脚に計 6 個) をゴムバンドで固定して使用する。システムの全体構成としては図 3 に示すように制御用 PC、ヘッドセット、センサユニット (加速度等の情報を取得する 9 軸センサ, 単 3 乾電池 1 個) である。

### 3. 基本設計

9 軸センサ IC 類は市販のものを使用し、回路設計および制御用プログラムは独自に作成を行った。主要な作成部品としてはセンサユニットとベルト固定治具である。

**3.1. センサユニット** センサユニットは 9 軸センサと無線送信器の基板および電源用乾電池を出来るだけコンパクトに収める必要がある。まず、3D-CAD でソリッドモデルを作り 3D-printer で試作し、基板を固定する位置精度や



(a) Screen display (b) Human movement  
Fig. 1 Motion capture under development



Fig. 2 Completed sensor unit (Prototype)

寸法精度および強度が十分に担保できるかなどを繰り返し、入念に確認した (図 4)。また、射出成形機の締付力が Max.20 ton と小型であり、樹脂の射出容量にも制限があり、機械性能としてはあまり余裕がないので、金型設計には十分な時間を掛け検討を重ねた。更に、非常に細かいスリットやめ込み用ピンホールなどを有する金型を、実際に満足のいく機械加工ができるか試行錯誤しながら繰り返し検討を行った (図 5)。

**3.2. 回路設計と制御用プログラム** 回路も独自に設計し試作し確認した上で、コストパフォーマンスと所要時間などを総合的に判断して一部は外注することにした (図 6)。無線通信用のプログラムはマイコンチップに書き込み、モーションキャプチャから得られるモーションデータ (三次

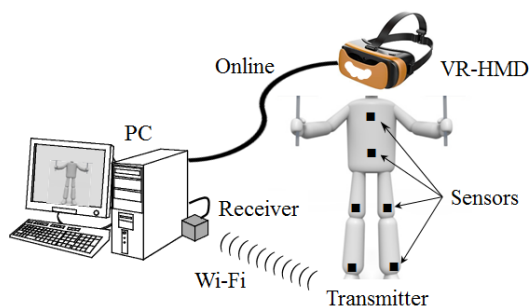
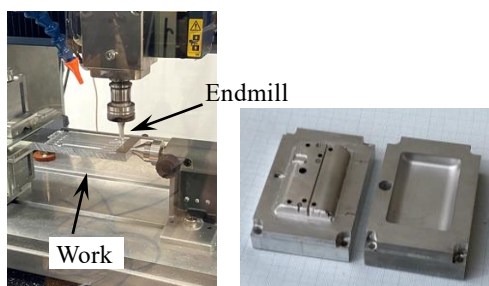


Fig. 3 Overall image of this system configuration

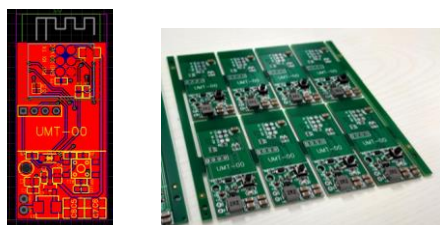


Fig. 4 Solid models of sensor case by 3D-CAD



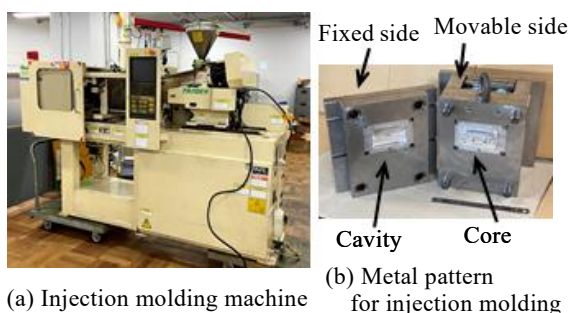
(a) Milling (CAM) (b) Metal patterns

Fig. 5 Mold making for injection molding



(a) CAD of electronic circuit (b) Completed printed circuit board

Fig. 6 Electronic circuit board for motion-capture



(a) Injection molding machine (b) Metal pattern for injection molding

Fig. 7 Injection molding machine introduced for mass production

元座標) の取得は PC にあるプログラムで行った。

#### 4. 量産化のための生産設計および考察

本研究で考えている製品の生産個数は、いわゆるメーカーと言われる大規模工場が生産個数に比較すれば少量生産にも及ばないが、大学等の教育機関でいざ数百個の数を生産するとなるとどの方法を選択すべきか難しい判断である。メーカーに発注すれば採算に合わない。幸いなことに、本学には旋盤、フライス盤、直立ボール盤、CNC 工作機械など主要な工作機械や工具が設備されている。そこで思い切って、小型の射出成形機を導入し、金型も自作することを決断して製作を行うことにした<sup>(3),(4)</sup>。まだ、緒に就いたばかりではあるが、ほぼ実現する見通しを得たところである。

図 7 には新たに導入した 20 トンの射出成形機と金型(凸型と凹型、材質はアルミ合金)を示している。 casting や射出成形のような型込製作法においては、出来上がった製品の質がすべてであり、金型が設計通りに完成していても、成形された製品の質が不良であれば失敗なのである。そこには経験と勘がものを言う世界がある。溶融した樹脂の流れを如何にスムーズにするか、温度管理と金型設計が重要な鍵である。何度も失敗を繰り返し試行錯誤しながら改善を重ねた。CAD でデザインし 3D-printer で形にするのとは、まったく次元の違う難しさがあることが分かった。

#### 5. 開発したモーションキャプチャの性能評価

現在、第一期で開発したモーションキャプチャをベータ版として 10 数名の方々に実際に使用してもらい、その性能を検証中であるが、かなりの高評価を頂いている。様々な点で、省エネにも工夫した甲斐あって、実際に 17 時間程度は連続して使用可能であることが明らかになった。改善点等も指摘されており、さらに改良を加えながら、本格的な製品化に向けて展開していきたいと考えている。

#### 6. まとめ

VR やモーションキャプチャの持つ可能性は計り知れないものがある。これから様々な分野での応用が期待されている。本研究で開発したモーションキャプチャの性能としては、高額な製品に比べてまったく遜色なく、使い勝手としてはむしろ優れていることが分かった。今後、ゲームのみならず、アニメや映画のキャラクター制作、スポーツ、様々な体感研修等において有効活用されていくものと期待している。開発したモーションキャプチャが要望通りに貢献できることを心から願っている。最後に、本研究を応援して下さいましたすべての方々から感謝の意を表したい。

#### 文献

- (1) 例えば、①三谷大暁、他：3DCAD/CAM Fusion360 操作ガイド/CAM・切削加工, カットシステム, 2020. ②金丸隆志：事例で学ぶ Raspberry Pi 電子工作, ブルーボックス, 2015.
- (2) 例えば、伊藤祐二：VR インパクト, ダイヤモンド社, 2017.
- (3) 福島有一：プラスチック射出成形金型設計, 日刊工業新聞社, 2015.
- (4) 榊原 充：射出成形作業ここまでわかれば一人前, 日刊工業新聞社, 2020.