



フトリフレクタとストッキングを使用した
新しい力学センサの開発とセンサを使った
ハンド(モーション)トラッキングデバイスの提案

FUN, iVERG Lab

Yuzuka4573 (@kagamine_yu / @yuzuka4573)

チャレンジする技術分野

- ❑ キャラクター表現を向上させるリアルタイムCG技術
- ❑ スマートフォンやHMDへの実装
- ✓ モーション認識/自動生成
- ❑ 番組データ分析
- ❑ 5G/クラウド等の通信活用技術
- ❑ ギフトや演出技術
- ❑ ボイスチェンジャー系技術
- ❑ リアルイベント向け技術
- ✓ アバター社会の到来を見越したVTuber活動分野を広げる未来技術
- ✓ その他: ハードウェア

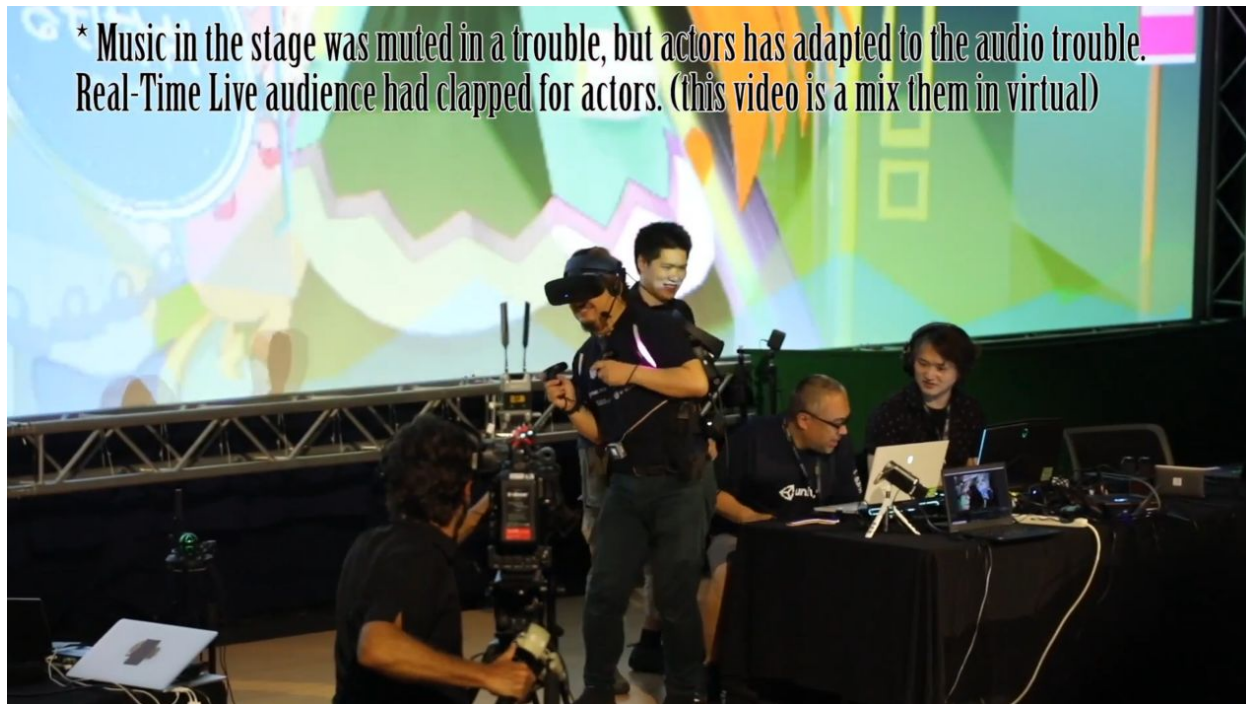
動機



『REALITY企画王 決定戦』本戦!! (2019/08/03)

動機

* Music in the stage was muted in a trouble, but actors has adapted to the audio trouble.
Real-Time Live audience had clapped for actors. (this video is a mix them in virtual)



SA19RTL Global Bidirectional Remote Haptic Live Entertainment by Virtual Beings

(full mix ver. 2019/11/22)

「ホロライブ」光学式トラッキングシステムが3D複数人放送への対応のお知らせ

4人の3D VTuberによる、長時間リアルタイム配信を実現！

カバー株式会社

🕒 2019年7月9日 17時32分



カバー株式会社（代表取締役：谷郷元昭）は、VTuber配信システム「ホロライブ」において、自社運用するモーションキャプチャーシステムをアップデート、複数人の3Dモデルによるリアルタイム配信に対応いたしました。

先日発表したプレスリリース（※関連プレスリリース参照）にて発表いたしました、自社トラッキングスタジオにおいての運用ノウハウを積み重ね、ハード及びソフト面でのアップデートにより、複数人のVTuberのモーションを安定してトラッキングすることを可能になりました。

その新システムを活用した配信として、2019年7月7日（日）に「第1回ホロライブカラオケ女子会」を実施、4人の3DモデルのVTuberによる長時間リアルタイム配信を実現いたしました。

From : <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000090.000030268.html>

VTuberグループ「にじさんじ」等を運営するいちから、3次元モーションキャプチャシステム「VICON」導入を発表！

ハイクオリティの3D配信実現へ。本日10月25日に新システムを使用した"お披露目配信"を実施！

いちから株式会社

🕒 2019年10月25日 12時00分



VTuber / バーチャルライバーグループ「にじさんじ」等を運営するいちから株式会社（本社：東京都渋谷区 代表取締役：田角陸、以下「いちから」又は「当社」）は、3次元モーションキャプチャシステム「VICON」の導入を発表いたします。また、本日10月25日(金)19:00より「にじさんじ」人気ライバーによるリレー形式でのお披露目配信を実施予定です。

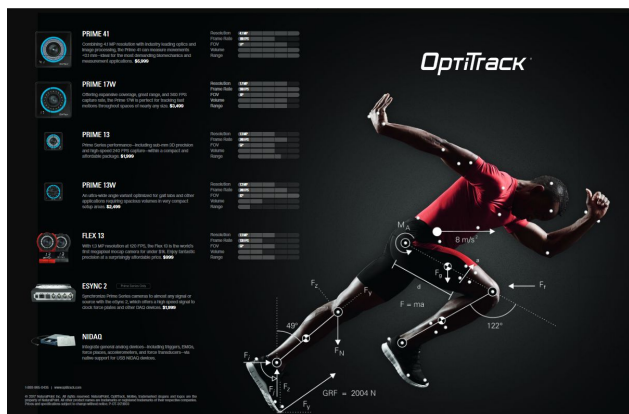
【VICON導入の狙い】

VTuber / バーチャルライバーグループ「にじさんじ」「にじさんじネットワーク」、海外VTuber事業「VirtuaReal Project(中国)」「NIJISANJI id(インドネシア)」等の運営を行っているいちからでは、この度3次元モーションキャプチャシステム「VICON」を導入いたしました。

「にじさんじ」では、かねてより3Dモデルを利用した3D生配信、各種イベントへの3Dでの出演等を行ってまいりました。3Dモデリングの新規実装、3Dモデリングのアップデートを行いながら、クオリティの高いクリエイティブを目指すことを目標の1つとして定め活動サポートを行っています。

今回のVICON導入はその方向性をさらに強化し、より多くの方々にエンターテインメントとして楽しんでもいただくことを目的としています。

From : <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000097.000030865.html>



OptiTrack from : <https://optitrack.com/public/documents/Movement%20Sciences%20Brochure.pdf>



PERCEPTION
NEURON®

Perception Neuron from : https://neuronmocap.com/products/perception_neuron



VICON from : https://www.crescentinc.co.jp/product/vicon/p_top/



HTC Vive + Vive Tracker from : <https://www.vive.com/jp/product/vive-pro-full-kit/>

(1) 新規性

現在使われているハンドトラッキングシステムは**高価格**

表1. ハンドトラッキングデバイスの使用センサと価格

デバイス	センサ	価格
Oculus Touch	赤外線センサ、IMU	¥16,500
HTC VIVE Controller	赤外線センサ、IMU	¥19,500
Manus Prime One	曲げセンサ、IMU	¥38,0000
Hi5 VR GLOVE	IMU	¥160,000
Cyber Glove III	曲げセンサ	¥200,000 each hand
StretchSense	伸縮センサ(歪センサ)	¥53,000

(1) 新規性

トラッキング方式によっては**使用環境に影響されやすい物がある**

表2. ハンド (モーション) トラッキングで使われる主なトラッキング方式の特徴

方式	採用技術	利点	欠点
光学式 (マーカー式)	赤外線カメラとマーカー	普段とほぼ同じ様に動き回れる	特殊カメラが必須 キャリブレーションが必要 マーカーが欠けるとおかしくなる
光学式 (画像式)	RGBカメラ	マーカーを装着する必要がある 普段とほぼ同じ様に動き回れる	複数台のカメラが必要 マーカー式より精度が低い マシンパワーが必要な場合がある
磁気式	磁界発生装置と磁気検出センサ	マーカー式であったセンサが隠れる 問題がなく高精度	検知範囲内に金属や導体があると 数値が狂う
機械式	IUM、曲げセンサ	この中で値段が比較的安い 場所を選ばない	重量が増える場合あり 数値のズレや蓄積が発生する

(1) 新規性

- 多くのモーショント/ハンドラッキングシステムが存在する
 - ただし、高精度にしようとする高額にもなる
- 動きのトラッキング方式にはいくつか種類がある
 - ただし、方式によっては不向きな場面もある

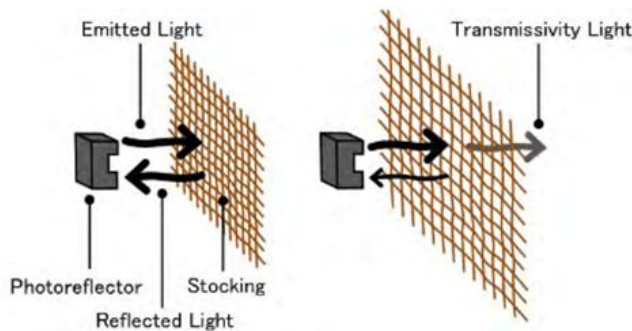
=> 2点を解決できる、新たなトラッキング方式が求められる

(2) 技術

MetaSkin : A Thin Stretchable Interface for Tangential Force Measurement

Yuta Sugiura, Masahiko Inami, and Takeo Igarashi. 2012

20デニール程度の**薄手ストッキング**と**高感度フトリフレクタ**を使用した皮膚のようなインターフェイスを開発した研究



(2) 技術

- センサ

基礎研究での問題 (環境光の影響とストッキングの耐久性)

=> 外装の作成と耐久性がある素材の提案

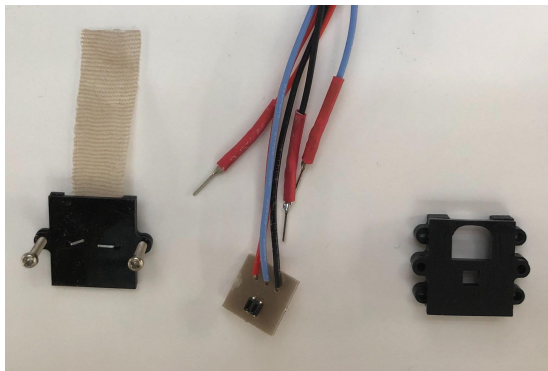


図 1: センサ基盤と外装

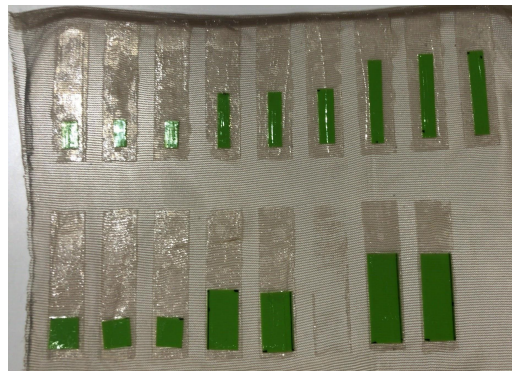


図 2: ストッキングにシリコンゴムを加えた素材

なぜストッキングなのか？

- 薄いゴムだと引っ張りすぎたときに白くなってしまう
- 純粹に破れやすい(劣化しやすい)
- 厚みがありすぎるとセンサが反応しない

個人的には...

- クラシックバレエ、コスプレの衣装で使ってる
- ナチュラルカラーなら身につけてもわからない

(2) 技術

- ハンドトラッキンググローブ

作成したセンサを手袋に実装

制御にはESP32を使用し UART (USB) / Bluetooth SPP で値をPCに送信

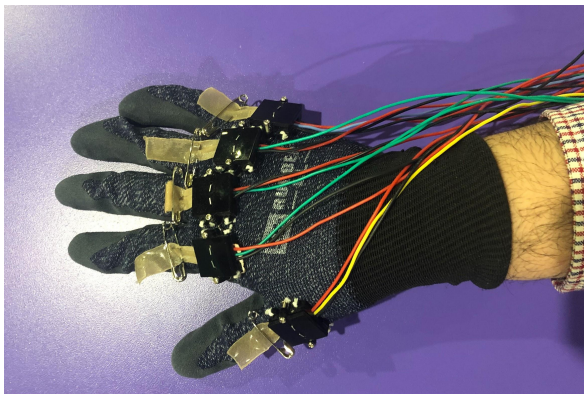


図 1: グローブ本体

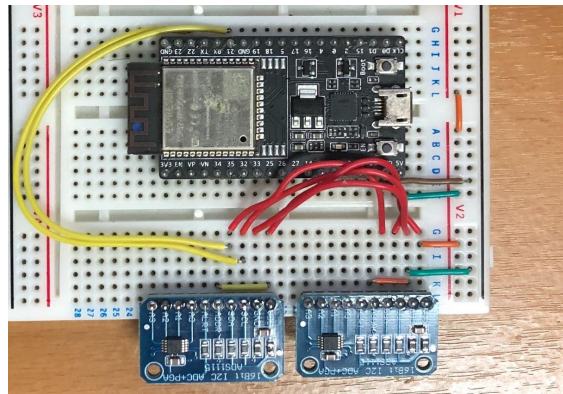
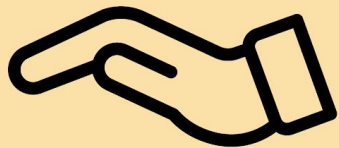


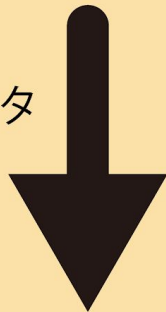
図2: グローブ基盤プロトタイプ

ハンドトラッキンググローブ

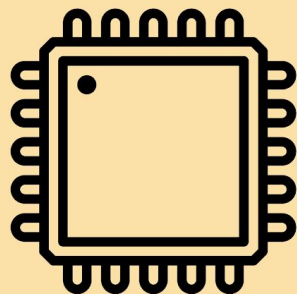


センサデータ
収集

I2C 通信



ESP32
Devboard



センサデータの送信 ノイズ軽減

UART / Bluetooth

Hardware



アバターの関節に対し
指定した角度内で回転



Angle Changer

センサ値、最大最小値から正規化
対応する角度に変換



DataReceiver

センサの
最大最小値を取得

Calculator

Calibrator

Glove controller

(3) 実現によるインパクト

- センサ自体のコストは**約300円程度 (外装込み)**
 - 曲げセンサ (約1100円^{*1})やIMU (約1300円^{*2})の1/3程度
 - 外環境のノイズ(環境光、磁気等)の影響が受けづらい
 - **環境に影響を受けず、既存のグローブより低価格**
 - Vtuberを運用する企業やごく一部のGeekな人たちしか使っていなかったハードウェアや技術
- => より一般で使われるようになる**

^{*1} <https://www.switch-science.com/catalog/508/>

^{*2} <http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-13010/>

まとめ

(1) 新規性:

既存のトラッキング方式の欠点をカバーした、**新たなトラッキング方式**

(2) 技術力:

シリコンゴムを塗布したストッキングとフォトリフレクタ

ストッキングの伸縮による密度変化をフォトリフレクタで検知

(3) 実現によるインパクト:

Vtuber個人勢層へのハンドトラッキング技術の普及

展望

- 技術の確立
 - センサ及びグローブの回路等の最適化
 - PC側のライブラリの開発
- 手から**全身への拡張**
 - 様々な場所に装着可能
 - 特殊なスーツを着用せずにセンシング可能
- **自己位置測定機能**の実装
 - 外部センサを必要としないデバイスの開発
 - カメラやVive Tracker等を使用しない
 - Bluetooth 5.1 のAoA, AoD やiPhone搭載のU1センサやビーコン等

自分としての展望

- 今まで踏み入れられなかった、**領域へのアクセス**
 - ダンス領域、スポーツとか、よりリアルに
- 私生活のバーチャル化
 - 自分のアバターが**リアルをトレース**する
- ハードウェアとソフトウェアの**中間層に立つという試み**
 - 本来分離すべきではないものが分離しているため、重要性の再確認