

## 1. 担当 PM

プロジェクトマネージャー：藤井 彰人  
(KDDI 株式会社 ソリューション事業本部 ソリューション事業企画本部長  
兼 クラウドサービス企画部長)

## 2. 契約者氏名

クリエイター：高田 峻介 (筑波大学 大学院, IPLAB)

## 3. 委託金支払額

2,304,000 円

## 4. テーマ名

安価かつ軽量な手形状認識用データグローブの開発

## 5. 関連 Web サイト

<http://grov.fit/>

<http://rtakada.jp/>

## 6. テーマ概要

本プロジェクトでは導電繊維編み込み手袋を用いた、手形状認識センシング技術「GroV」を開発した。特に、指同士の接触認識および把持物体認識技術を開発した。本技術の開発にあたり、計測用回路、組み込みプログラムを開発した。また、本技術を用いて容易にアプリケーションを構築可能な Processing 言語用 Software Development Kit (SDK) を開発した。開発した回路、組み込みプログラムならびに SDK を公開し、仕様書および Web ページにより誰でも本技術を利用できる環境を整えた。

## 7. 採択理由

本提案は導電繊維を利用した軽量かつ安価なデータグローブの開発提案であった。データグローブ自体はすでに様々存在するものの、どれも大がかりかつ高価で実際の利用に関しては問題も多い。導電繊維の実現可能な多様なセンシ

グを活かして、データグローブの新たな可能性を示し、かつ軽量安価なデータグローブの実用化を未踏期間中に実現してくれることを期待した。

## 8. 開発目標

本プロジェクトでは、安価／軽量／柔らかい／洗濯可能／壊れにくい特徴を持ち、さらにこれまでのデータグローブの方式では不可能であった指の曲げ／指の開き／指同士の接触／把持物体の認識を同時に行うことができる技術の開発を目指した。さらにアプリケーションが構築し易い SDK 等を整備し、データグローブを容易に利用可能な環境の構築を目指した。

## 9. 進捗概要

本プロジェクトで開発したデータグローブ「GroV」を図 1 に示す。GroV は、スマートフォンに搭載されている静電容量方式のタッチパネルを、手袋を装着したまま操作可能にする「スマホ手袋」に編み込まれた導電繊維をセンサの一部として利用し、手形状の計測を行うデータグローブである。データグローブは手袋および計測用回路によって構成され、計測用回路は Bluetooth 通信を用いて PC やスマートフォンに手形状情報を送信する。



図 1. 製作したデータグローブ「GroV」

GroV は図 2 に示す 4 種類の手形状をセンシング可能である。これまでもそれぞれの手形状を個々に認識可能なデータグローブはあったが、これらの手形状を同時に認識可能なデータグローブは世界初である。

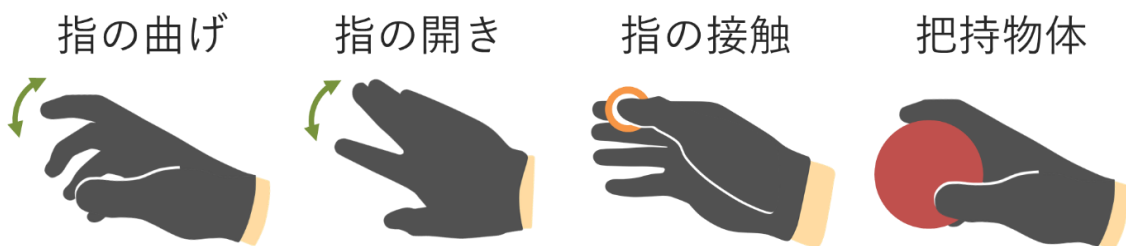


図 2. GroV がセンシング可能な手形状

- 指の曲げ／開き計測の原理

Grovにて指の曲げ／開きは手袋に編み込まれた導電繊維の電気抵抗を計測することにより行われる。具体的にはそれぞれの指ごとに、指の先端および根本間（指の開きの場合は指の先端間）の導電繊維の抵抗値をオームの法則を用いて計測し、この抵抗値から指の曲げ／開き具合に変換する。この時、指の曲げ計測によく用いられる、指を曲げるとセンサ内部の導体が伸びることにより抵抗値が上昇する抵抗式のひずみゲージとは異なり、指を曲げると導電繊維の抵抗値が減少する性質を利用した。この性質は図3に示すように、指を曲げた／閉じた際に手袋表面の導電繊維同士が短絡することによって電流が流れる経路が短くなり、抵抗値が減少するものである。

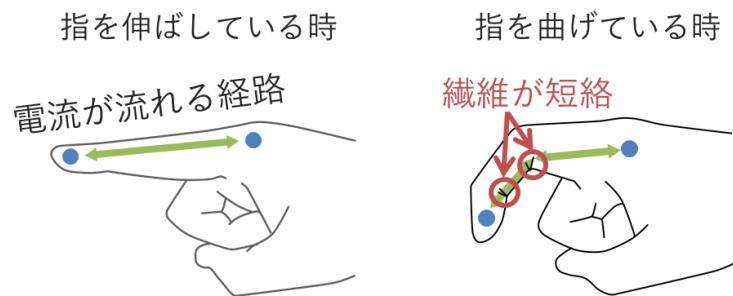


図 3. 指の曲げセンシングの原理

- 指同士の接触／把持物体認識の原理

指ごとに異なる周波数の交流の電気信号を印可することにより親指と小指の接触など、指同士の接触の認識を行った。これにより図4のように、指同士が接触した際に、接触した指がもつ交流信号がもう片方の指に伝搬する。この伝搬してきた交流信号を、フーリエ変換を用いて周波数解析することにより、指同士の接触を認識した。また、把持物体認識においては固有の周波数の信号を発するマーカを製作し、Grovを用いてマーカを把持した際に伝搬する信号を解析することによって行った。



図 4. 指同士の接触検出の原理

- SDK の開発

Grov を用いたアプリケーションを容易に製作できるように Processing 言語向けの SDK の開発を行った。SDK の構成を図 5 に示す。パッケージには 3 つの Core モジュール (Calibration、Hand、Controller) 及びインタフェースモジュール (Grov) から構成されている。また、本パッケージを用いたサンプルアプリケーションとしてジェスチャ認識アプリならびにハンドモデルの可視化アプリを製作し、SDK 内にパッケージングした。

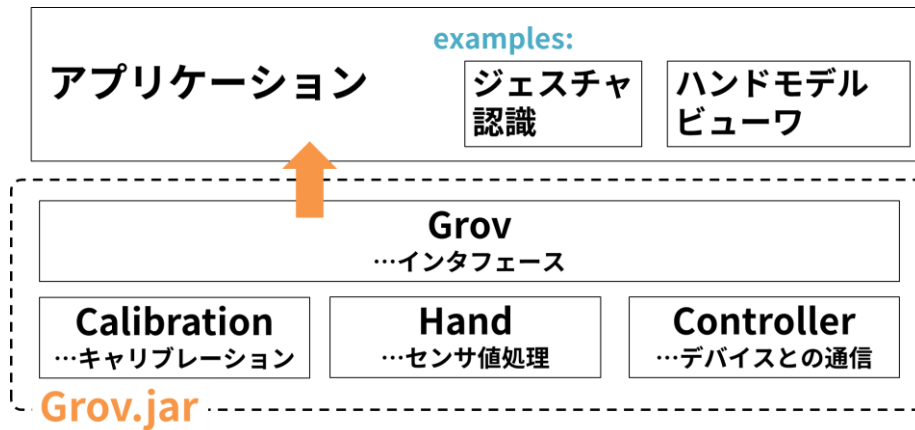


図 5. SDK の構成

- アプリケーション例

Grov のアプリケーション例を図 6 に示す。Grov はロボットハンドのようなマニピュレータの操作、ハンドジェスチャ (指文字) の認識等に使用可能である。また、把持物体認識が可能のため、サバイバルゲームにおいて今把持している銃の種類、残弾数の計数 (トリガを引いたかどうかは指の曲げ具合で判別できる) が可能であり、さらにハンドサインのようなジェスチャを認識することができる。



図 6. アプリケーション例

(左上 : ロボットハンド操作、右上 : 指文字認識、下 : サバイバルゲーム)

## 10. プロジェクト評価

導電繊維という身近な素材を活用し、軽量かつ安価なデータグローブを開発、加えてアプリケーション開発者向け SDK まで未踏期間中に開発できたことは、想定以上の成果であり高く評価したい。指ごとに異なる周波数の電気信号を利用することで、指の短絡だけでなく、指と指との接触検知を含めたデータグローブ解像度を実現したことはとてもユニークな成果である。誰もが利用できるデータグローブデバイスとして更なる発展を期待したい。

## 11. 今後の課題

付属する計測用デバイスは、小型化されているとは言え、まだまだ実用面から考えればさらなる小型化が必要である。カスタムチップ化含め今後のさらなる改善を期待したい。ハードウェア製品であるため、最大の期待は製品の販売となる。まだ課題は多いものの、信頼できるパートナーを見つけ、ビジネス・モデルと製造プロセスを確立し、GroV の販売に是非チャレンジして欲しい。