

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：54502

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2022

課題番号：21K21299

研究課題名（和文）導電繊維を用いた手袋型センサによる把持物体および把持姿勢認識とその応用

研究課題名（英文）Hand Posture and Hold Object Recognition Technique for Data Glove Using Conductive Fiber

研究代表者

高田 峻介（Takada, Ryosuke）

神戸市立工業高等専門学校・その他部局等・講師

研究者番号：30909627

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は、導電繊維を用いた周辺環境への接触や触れ方の認識技術の開発を目的とする。この目的に対し、周辺環境自体を導電繊維で構築することによる押下や押下圧力の認識、ならびに接触位置およびその向きの技術開発に取り組んだ。

その結果、2件の成果を国内学会にて報告した。目的 に対して導電繊維によるアレイパターンを布上に印刷し、構築された布型センサに対するタッチおよびタッチ圧力の認識を行った。また、目的 に対して1m四方の導電アレイになっている布デバイスにアレイの各行および各列間に流れた直流電流の経路や電圧降下から、電気受動素子を取りつけた導電性衣類を装着して立ったユーザの触れ方の認識を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本成果は、安価かつ装着感の良いウェアラブルセンシング技術であるため、靴下やカーペットなどの繊維製品に応用することで屋内位置推定技術はライフログなどの取得や、独居高齢者の見守りへの活用が期待されている。またバーチャルリアリティ向けの入力インタフェースとしての活用も可能である。また、これまで開発してきた衣類自体の形状変化の計測技術と組み合わせることで、ユーザの立ち位置や向きといったコンテキストおよびユーザ自身の動作を合わせて計測できる。今回の研究成果で開発した技術は衣類に電源や回路を搭載せず、被接触側のデバイス側にそれらを搭載する実施も可能であり、ユーザの装着感を妨げない特徴を有する。

研究成果の概要（英文）：This research aims to develop a recognition technology for contact and touch interactions with the surrounding environment using conductive fibers. The study focuses on two objectives: (1) recognizing pressing and applied pressure by constructing the surrounding environment with conductive fibers, and (2) developing techniques for recognizing contact positions and orientations.

As a result, two achievements were reported at domestic conferences. (1) An array pattern utilizing conductive fibers was printed on a fabric surface, enabling the recognition of touch and touch pressure through the fabricated fabric-based sensor. (2) A fabric device measuring 1 square meter, comprising a conductive array, was employed to recognize the touch interactions. This was accomplished by analyzing the paths of direct current flowing between each row and column of the array, as well as voltage drops, while the user wore conductive clothing equipped with electrical passive elements.

研究分野：Human Computer Interaction

キーワード：ウェアラブル Eテキスタイル 導電繊維

## 1．研究開始当初の背景

近年、3次元の仮想空間に没入して体感できるバーチャルリアリティ（VR）が盛んに研究されている。VRにおいてユーザの操作認識にはカメラや手袋型ウェアラブルセンサ（データグローブ）が用いられる。しかしカメラは体や障害物により認識対象が隠れてしまうオクルージョン問題がある。データグローブはこの問題を解決できるが、認識したい操作に応じて搭載するセンサの数や種類が増え、高重量・高コストなどが問題となる。

既存手法として光学式マーカやカメラを用いた手の空間上の位置認識や手形状を行うものがある。しかしオクルージョン問題のため物体を把持した際の把持姿勢や操作を認識するためには把持物体内部にスイッチや通信モジュールといった装置を搭載する必要がある。

また、ひずみゲージや光ファイバ等を用いたデータグローブの研究が行われている。さらに導電繊維が編み込まれた布を用いて圧力センサ等を構築可能であることが知られているが、これらを組み合わせることができる技術は開発されていない。

## 2．研究の目的

申請者は、これまでの研究において、導電繊維を用いることにより安価かつ軽量、柔軟なため装着性が良く、洗えて壊れにくいデータグローブを開発し、指の曲げ/開き/指同士の接触および接触位置といった手形状ならびに把持物体を認識可能にしてきた。しかし把持姿勢（握り圧や把持位置）や周囲環境への接触や接触姿勢は認識できていない。これらを認識できれば、既存の玩具のような実物体を形や重さなどの質感をそのまま活用できる。

本研究で、導電繊維を用いたデータグローブにて、物体や環境への接触した際に、接触物体および把持姿勢・接触姿勢・位置を認識することができる技術の開発を目指す。

## 3．研究の方法

上記の目的のため、下記二つの技術開発を並行して進めた。

### (A) 非電源な把持物体認識技術の開発

これまでの研究において把持物体認識はウェアラブルデバイス側に発振器および電源を備える必要があった。そこで把持物体側にこれらの機能を搭載した認識技術を開発する。(A)の実現のために、電源を必要としない受動素子をウェアラブルデバイスに組み込み、把持物体側からその接触を受動素子の抵抗値等のパラメータを計測することにより認識する。また、接触認識は電気信号の伝搬特性を用いて行った。

### (B) 把持姿勢認識技術および周囲環境への接触姿勢・位置認識技術の開発

実物体を把持する際につまんだ/覆った/握り圧などの把持姿勢を認識することで、VRの仮想空間上での効果や操作を切り替え、没入感を向上できる。周囲環境に対しても触れた指の種類や、壁のどの位置に手が触れたかといった接触姿勢および位置を認識することにより、例えば仮想空間の壁に表示したスイッチ等のインタフェースを利用できる。(B)の実現のために、(A)を実現した上で把持姿勢や周囲環境への接触の仕方に応じて信号強度が異なることを利用し、これらの姿勢の認識を目指す。

## 4．研究成果

研究の結果2件の成果を国内学会にて報告した。1件目は、コンピュータミシンを用いた導電繊維によるアレイパターンを布上に印刷し、非導電性の布を挟んでサンドイッチ構造にすることで、構築された布型キーボードデバイスに対するキー押下および押下圧力の認識を行った。また、2件目は、1m四方の導電アレイになっているカーペットデバイスにアレイの各行および各列間に流れた直流電流の経路や電圧降下から、電気抵抗およびダイオードをとりつけた導電性靴下を装着して立ったユーザの立ち位置や向きを認識を行った。

これらの研究概要を下記に示す。

スマートフォンやタブレット端末といったモバイル端末ではタッチパネルを用いたソフトウェアキーボードが用いられている。しかし、ソフトウェアキーボードは画面を占有する問題がある。一方で物理的なキーボードはサイズが大きく、重いため持ち運びにくい。そこで本研究では、折り畳み可能で衝撃に強く、軽量の布キーボードを提案する。図1に示す布キーボードは格子状に導電繊維を縫い付けた布を用いて、導電繊維に指が触れた際の静電容量変化を読み取り、入力されたキーを認識する。また、提案手法はキーに指が触れた際の押下圧力も読み取ることもできる。さらに、図2に示すように押下圧力によってアルファベットの太文字と小文字を切り替えることができる。

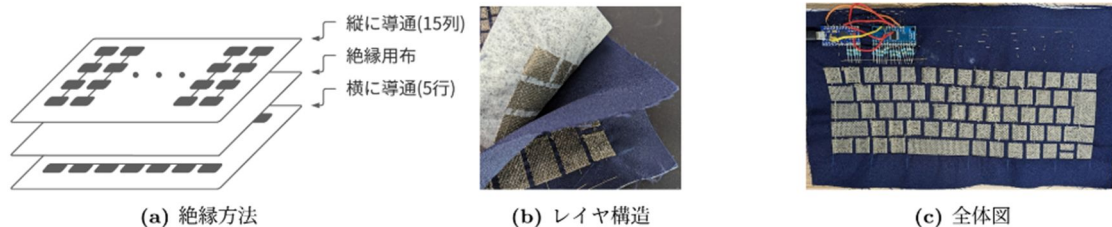


図 1. 布キーボード

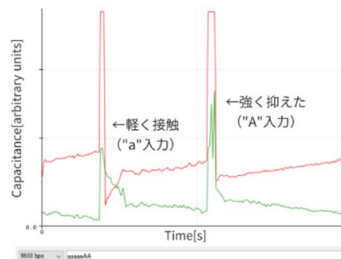


図 2. キー押下時の様子

屋内位置推定技術はライフログなどの取得や、独居高齢者の見守りなどへの活用が期待されている。本研究では、導電繊維を格子状に編み込んだ図 3 に示すカーペットを作製し、つま先/かかとに導電繊維が編み込まれた図 4 に示す靴下を用いて、装着者の足の位置および向きを推定する。提案手法にて、つま先/かかとに導電繊維が編み込まれた電極になっている靴下を用いて、カーペット上に設置した際に、カーペットの導電繊維同士が靴下の各電極によって短絡する現象を用いて図 5 に示すように接地位置を計測する。また、靴下の各電極間はダイオードと抵抗を介して接続されている。そのため、設置した二電極間の抵抗値および電流の制限方向をカーペットに装着した計測回路を用いて計測することで、それぞれの電極がつま先/かかとのどちらであるか識別できる。提案手法は靴下に電源を搭載する必要がないため、ユーザの装着感を妨げない。

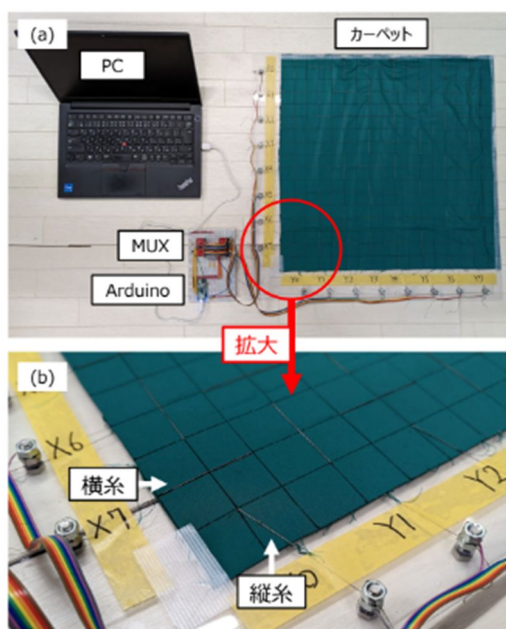


図 3. カーペットデバイスの概要( a:全体の構成、b:カーペット部を拡大した様子 )



図 4. 靴下デバイス（受動素子のみで構成されている）

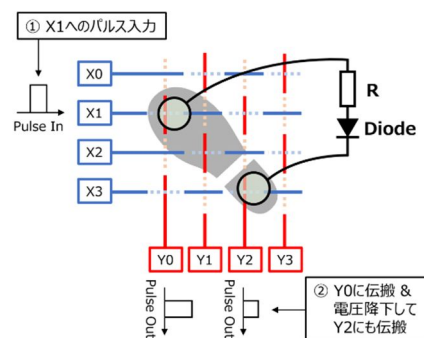


図 5. 足の向き推定の原理

これらの成果は手袋型デバイスで行うという当初の予定とは異なるものの、新規性に富む入力インターフェースであり、これらの知見は手袋型デバイスにも活用可能であるため、おおむね研究目的を達することができた。

一方で、手袋型センシング技術において把持物体や周辺環境とのインタラクションの構築は期間内に完了しなかったため、上記の研究開発した技術を手袋型デバイスにも適用し、当初の研究目的の達成を今後目指す。

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1．発表者名 松村拓海，高田峻介
2．発表標題 導電繊維を用いた静電容量方式布QWERTYキーボード
3．学会等名 第85回全国大会講演論文集
4．発表年 2023年

1．発表者名 永山 晃誠，高田 峻介
2．発表標題 導電繊維編み込みカーペットおよび靴下を用いた位置および向き の推定
3．学会等名 第202回HCI研究発表会
4．発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------