

箸を用いた導電性による摂食動作検知手法の提案

山岸勇貴[†] 雨宮寛敏[†] 金田重郎[†]

同志社大学大学院工学研究科[†]

1 はじめに

近年、高齢者や子供の「孤食」が問題となっている。食事は日々の生活に欠かす事のできない行為であり、十分に食事を摂らなければ健康上の問題を引き起こす事がある。しかし、食事をいつ行ったのか、どの程度時間を掛けて行ったのかを手軽に知る方法は少ない。

そこで本研究では食事状況把握を手軽に行うため「箸」に着目した。日本の食事の場合、箸を使用する頻度が高く、また使用者が限定されている事が多いためである。これらの理由により、箸動作の把握から使用者の詳細な食事環境の分析が可能であると考えた。箸動作は食事中において多岐に渡って存在するが、本稿では摂食動作に着目した。摂食動作には「食物を掴む動作」、「口へ運ぶ動作」が存在する。食物を掴んだ際には料理の導電性を、口へ運ぶ際には人体の導電性を利用する事で摂食動作の検知可能なデバイスの作成を行った。本稿では提案手法、評価実験と述べ、その結果から考察、今後の展望、まとめの順で述べる。

2 提案手法

2.1 システムイメージ

本研究で目指す摂食動作検知抽出の流れを図1として以下に示す。

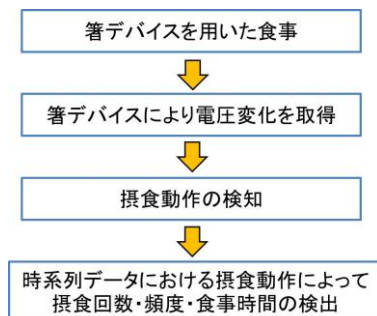


図1. 摂食動作検知抽出の流れ

提案手法では、箸を用いた食事であること。箸の使用者は限定されている事を前提としている。まず専用の箸（デバイス）を用いて食事を行う。本稿で提案する箸デバイスは食事中における摂食動作を電圧変化によって検知可能としている（詳しくは2.2節に述べる）。これにより箸デバイスの時系列データにおける摂食動作の検出が可能である。検出した摂食動作から摂食動作の回数・頻度・食事にかかる時間等の詳細な食事状況の把握を目指す。

A method of detecting meal behavior based on the conductivity by using chopsticks

[†]Yuki YAMAGISHI, [†]Hiroto AMEMIYA

[†]Shigeo KANEDA

[†]Graduate School of Engineering, Doshisha University

2.2 摂食動作の記録手法

本稿では箸動作における摂食動作を「食物を掴む動作」、「口へ運ぶ動作」の2つの動作がこの順番によって構成されている事を想定した。

食物は水分や塩分を含むため導電性を有している。また人体も同様に導電性を有している。本提案の摂食動作記録手法はこれら食物・人体の導電性を利用する。具体的なイメージとして図2、図3として以下に示す。

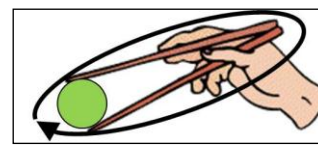


図2. 食物を掴んだ際の図 図3. 口へ運ぶ際の図

図2、図3は食物を掴んだ際と口へ運ぶ際それぞれの様子を示したものである。矢印が形成されるサーキットを示している。図2ではデバイスと食物と手が、図3ではデバイスと使用者の体によってそれぞれサーキットが形成される。これらのサーキットの検出によって「食物を掴む動作」、「口へ運ぶ動作」を検出する。

2.3 デバイスの説明

前節で述べた動作を実際に検出するためのデバイスを図4として以下に示す。

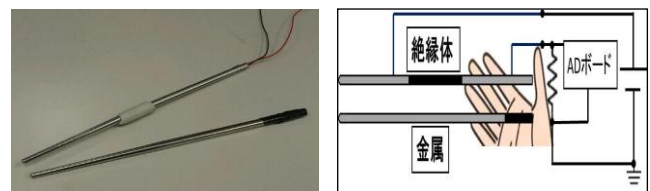


図4. デバイス図（左）デバイス構成図（右）

図4に示したデバイスによって摂食動作の検知を行う。実際の箸部分には韓国などで用いられるステンレス製の箸を使用している。また、図4デバイス構成図に示した様に、特定位置の抵抗における電圧変化をADボードによって測定している。なおサンプリング周波数は256[Hz]である。

具体的な出力としては、まず何も食物を掴んでいない場合はサーキットが形成されていない為、抵抗に電圧は検出されない。次に食物を掴んだ際には、デバイス→食物→手によってサーキットが形成され電圧変化が生じる。次に、口へ運んだ際にはデバイス→人体（主に体）→手によってサーキットが形成され抵抗値が変化する事で、デバイス構成図に示した抵抗に掛かる電圧に変化が生じる。実際に、摂食動作を行った際の電圧変化の様子を次ページに図5として示す。

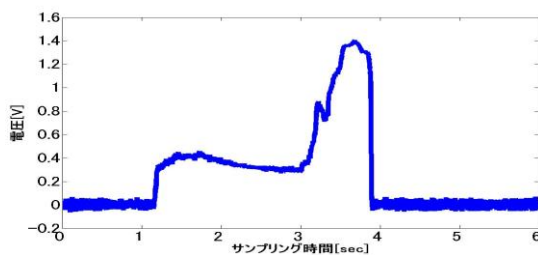


図 5. 摂食動作を行った際の電圧変化

図 5 は実際に本デバイスを用いて「食物を掴む動作」, 「口へ運ぶ動作」の順に摂食動作を行った際の電圧変化である。1 つ目の電圧上昇で食物を掴む動作を検知し, 2 つ目の電圧上昇によって口へ運んだ動作を検知している。これにより摂食行動における 2 つの動作が時系列データ上で判別可能である。

3 評価実験

3.1 実験方法

2 章で述べた様にデバイスと食物, デバイスと人体によって形成されるサーキットによって 2 つの「食物を掴む動作」「口へ運ぶ動作」を摂食動作として検出可能である事を示した。しかし, 実際の食事環境では食物を掴む量, 食物に含まれる水分・塩分は様々であり導電性は異なる。また人によって抵抗値が異なる事や同一人物であっても箸を持つ場所や汗の量などで導電性が異なる。電圧変化としては図 5 の様に 2 段階の山の形になるが, 山の高さ(電圧)が異なる。また箸の使い方によっては波形が乱れる事も多い。そこで, 本デバイスの検出精度を検証するために評価実験を行った。被験者は 10 人によって行った。実験に使用した食材は一般的な日本食を想定し 7 品目(卵焼き, ウインナー, たくあん, ごはん, サラダ, うどん, 味噌汁)とした。被験者には各品目ごとに 5 回ずつ摂食動作(食物を掴む, 口へ運ぶ)を行ってもらった。

3.2 実験結果

本デバイスは図 5 より, 2 段階の変化がみられる。そこで評価実験を行う際には口へ運んだ回数(2 個目の山)の検出精度の検証を行った。その理由として, 食物を掴む際の変化は電圧変化をただ単に検出できれば良いという事になり, 評価実験の意味を持たない為である。また, 精度を検証する際には, 誤検出, 検出漏れを考慮して, 再現率と適合率の調和平均の値によって行った。以下に表 1 として評価実験の結果を示す。

表 1. 調和平均値結果一覧 (品目別・被験者別)

	卵焼き	たくあん	ウインナー	サラダ	ごはん	うどん	味噌汁	被験者別平均
被験者A	100%	89%	89%	100%	100%	100%	100%	97%
被験者B	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
被験者C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
被験者D	100%	91%	100%	100%	100%	100%	100%	99%
被験者E	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
被験者F	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
被験者G	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
被験者H	100%	100%	89%	100%	100%	100%	100%	98%
被験者I	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
被験者J	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
品目別平均	100%	98%	98%	100%	100%	100%	100%	

4 考察

実験結果より品目別, 被験者別で考えても調和平均の値が高い結果となった。これは誤検出, 検出漏れが共に少ない事を表している。提案手法は摂食動作が行われると, 電圧変化によって詳細に現れる特徴を持っていたためである事からこの様な結果になったと考えられる。しかし高い精度を示しているが品目, 被験者によっては誤差が出力されているものもある。これは被験者の箸の使用方法が他の被験者と比べて明らかに異なっていたためであったと考えられる。また本実験では各品目ごとに連続して摂食動作を行ってもらう事によって評価実験を行っている。しかし実際の食事風景では複数の品目を順不同で摂食する事が一般的である。そのため今後は, 本デバイスを用いてより一般的な食事状況を想定して実験を行いたい。

5 今後の展望

本稿では, 評価実験の結果より, デバイスの検出精度において誤差は少なく信頼性の高いものとなった。そこで, 今後は本デバイスを用いてより詳細な食事状況把握が可能であると考えられる。今後の展望として以下の 2 つを述べる。

まず, 1 人の食事状況のより詳細な把握である。本デバイスによって, 摂食動作の間隔, 回数によってどういった食物を食べたのか, どのくらい食べたのか, を把握可能になるのではないかと考えられる。

次に, デバイスの無線化である。現在, 図 4 で示した様に, 箸の持ち手側からリード線が接続された状態である。リード線の長さは 1m 程度あり食事状況の記録にあたり, 問題は無いが実験準備を行う上では煩わしさを伴う。今後は箸内に電源, 抵抗, AD 変換部, 無線モジュールを収納したデバイスの実装を行いたい。

6 まとめ

本稿では食事を何時, どの程度, どのくらいの時間を掛けて行ったのか等を含めた詳細な食事状況把握を研究目的として日本の一般的な食卓で使用される「箸」に着目した。そこで箸と食物・人体の導電性によって形成されるサーキットを利用する事で「食物を掴む動作」「口へ運ぶ動作」という摂食動作を検出可能なデバイスを作成した。デバイスの評価実験では日本の食卓を想定して行った。時系列データを基に行った評価実験では品目・被験者によらず高精度が確認できた。今後, 本デバイスを用いて, 特定被験者の長期間の食事記録を行い, より詳細な食事状況の把握を実現したい。そのためには, 使用が容易なデバイスの無線化が課題となる。

参考文献

- [1]山岸 勇貴, “箸間の導電性に基づく摂食行動検知手法の提案”, 情報科学技術フォーラム, (2011 年 9 月第 10 回, k-077).
- [2]雨宮 寛敏, “食事への関心の抽出のための 3D モーションセンサを用いた箸の動作分析”, 情報処理学会, (2011 年 3 月第 73 回, 3ZF-2).
- [3]中村 丁次, “基礎からわかる・授業に活かせる食育指導ガイドブック”, (2007, 丸善株式会社).