

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500187

研究課題名(和文)「箸」センシングに基づく食育支援システム構築法の研究

研究課題名(英文) Automatic Recording for Meal Pattern by using Conductive Chopsticks

研究代表者

金田 重郎 (KANEDA, Shigeo)

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号：90298703

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：近年、高齢者・子どもの「孤食」が注目されている。孤食を解決するためには、「何時、どのくらいの食事を摂っているか」を知る必要がある。そこで、本研究では、食事には毎回、特定の「箸」を使う日本の慣習に着目し、導電性箸を用いた、食事センシング手法を検討した。具体的には、箸と食物、あるいは、箸と腕、体がなす閉回路を利用して、食物を掴んだ、あるいは、口に運んだ、タイミングを検出した。箸プロトタイプを用いて実験を行った結果、食物を掴んでいる事、及び、口に食物を運んだ瞬間を、99%の確率で検出できた。更に、集団食事に導電性箸を適用すると、「話の輪」に入っていない参加者を検出できることも確認できた。

研究成果の概要(英文)：Dietary education continues to attract attention. One target of such attention is the meals consumed alone by senior citizens whose eating habits are often unhealthy. To solve this problem, the life-log data of eating habits are effective. Thus, this research proposes to solve this problem with a new method that records an ingestion log without burdening users. Our proposed method, which focuses on the closed circuit conductivity that is constructed from food, chopsticks, and a human body, determines the resistance value of the closed circuit and detects two actions: grasping food and carrying it to the mouth. We implemented our prototype chopsticks and experimentally verified our proposed methods. The accuracy of carrying food to the mouth exceeded 99% using F-measure. Our evaluation also clarified that our proposed method identifies participants who fail to join meal communities of young men/women around a table.

研究分野：知能情報学

キーワード：摂食動作 センシング 箸 閉回路 電流値 導電性 食育 食事

## 1. 研究の背景

(1) 子ども・高齢者がたった一人で食事する「孤食」が内包する課題は、単に、「一人で食べるのでは楽しくない」と言った情緒的問題に止まらない。子どもの場合には、食事の量が減少して栄養バランスが崩れると、成長に悪影響を与える。一方、高齢者についても、食事を抜きがちになり、栄養バランスが崩れると、体力維持に深刻な影響を与える。このため、普段の生活を乱されることなく、かつ、プライバシー保護に考慮して、摂食行動をモニタリング可能であり、結果的に、健康に資する施策を具体化できる手法が望まれる。

(2) 更に、集団による食事については、楽しく食事を摂れている時と、どこか違和感を感じながら食事を摂っている時を弁別できれば、食生活自体の改善に資する可能性がある。また、幼稚園・保育所等において、食事の輪に入れていない子どもを見つけ出すことができれば、より適切な対応が可能と思われる。

## 2. 研究の目的

ユビキタスセンシングにより「何時頃に食事をしているか」「誰と食事しているか」「和やかに食事しているか」等を自動計測する技術を確認し、併せて、当該技術を用いた食育支援システムを構築する。具体的には、「箸」に着目する。(日本では)箸の利用者は固定されており、誰が利用者かを容易に識別できる。箸に組み込んだ微弱電流源によって、1) 食事の時刻・所要時間、2) 食べ物を口に運んだ回数、3) 誰とどのような様子で食事しているか、をセンシングする。これにより、A) 子どもの食育指導、B) 孤食老人の健康管理等を可能とする、食育支援システム構築を目指す。

## 3. 研究の方法

(1) 図1は、試作したプロトタイプ導電性箸である。韓国スタイルの箸がステンレス製であるため、導電性箸として加工して利用した。測定される閉回路は、図2に示す「手 - 箸 - 食物」の閉回路と、図3に示す「口 - 箸 - 腕」の閉回路である。これらを箸に備え付けた電極で検知する。食物を掴んでいない時には閉回路は存在しないので、閉回路の抵抗値は無限大に近い。しかし、図2のように食物を箸で掴むと、閉回路ができ、食物を掴んだことが検知される。次に、そのまま食物を口に運ぶと、図3の閉回路が生成されて、閉回路2つが並列接続されるため、その抵抗値は更に下がる。このように、2段階の抵抗値によって、食物を掴んだタイミングと、それを口に運んだタイミングが検出される。

(2) 集団による食事については、一人ひとりに上記の導電性箸を持ってもらい、食物を口に運ぶインターバルの分散(ばらつき)を測定した。これは、仲間に入れない参加者は、

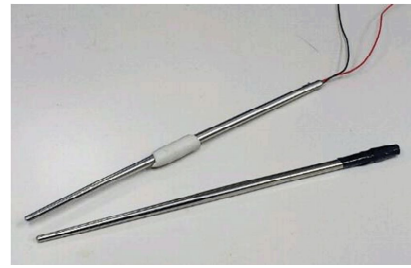


図1 試作したプロトタイプ箸

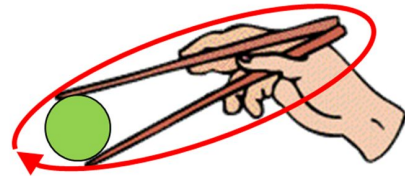


図2 「口 - 箸 - 腕」の閉回路



図3 「口 - 箸 - 腕」の閉回路

マイペースで食事をするため、インターバルのバラツキが小さいと予測した為である。

## 4. 研究成果

(1) 図4は、観測された閉ループを流れる電流波形である。原波形であるので、重畳されたノイズ(60Hz 商用電源に起因するバスノイズ)が観測される。図4から分かる様に、食物を掴んでいない時には、閉ループの抵抗は無限大に近く、電流は流れていない。それに対して、まず、食物を掴むと、中間段階の電流レベルになる。手を動かしても、掴んでいるものが変わらなければ、電流値はあまり変化しない。そして、最終的に、口に食物を咥えると、電流は最大になる。しかし、口に咥えると、口の内部に食物は取り込まれるので、再び、閉ループは無限大に近い抵抗値となる。

(2) プロトタイプ箸による実験の結果、「食物を掴んだこと」は、ほぼ100%の確率で検出できた。このため、本報告では、詳細を省略する。これに対して、口に運んで咥えたタイミング検出に対する評価を表1に示す。表1は、的中率と包含率の調和平均であるF値を用いている。対象物で差が多少あるが確率は高い。以上から、提案手法で、ほぼ100%の確率で、摂食動作を検出できるものと判断した。

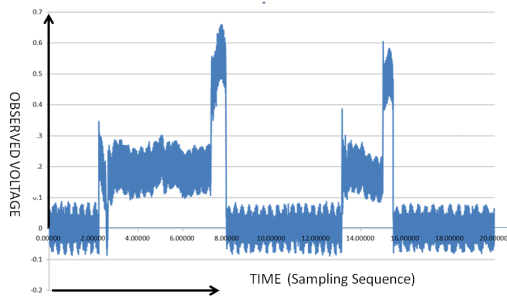


図4 観測電流値

(3)表2は、複数人による食事の際に、口に物を運んだ回数と、インターバルの標準偏差を示したものである。何れも、被験者の4番目が孤立した関係にある場合のデータである。このデータを見ると、孤立した被験者が素早く食べるとは言い難いが、そのインターバルの標準偏差が確実に小さいことが分かる。「仲間はずれ」は、一人黙々と食べているのである。

(4)それに対して、当初からの大きなテーマであった、箸の無線化は難渋した。何より、小型の無線通信デバイスが入手できなかった為である。超小型の通信デバイスと称する部品は多数販売されている。しかし、それらは、何れも平面的であり、薄い構造ではあっても、1cm程度の長手方向のサイズがあり、箸の中に装着するのは極めて困難であった。

(5)ただし、本来のLSIチップのダイサイズは、もともと、そのように大きなものではない。

表1 口に運ぶ動作の検出 (F値)

	粥焼き	たくあん	ウインナー	サラダ	ごはん	うどん	豚汁	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H	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
品目別平均	100%	98%	98%	100%	100%	100%	100%	99%

表2 集団による摂食動作

実験回	被験者	回数	平均(s)	標準偏差(s)
1回目	被験者A-1	20	23.31	13.86
	被験者A-2	16	34.26	17.65
	被験者A-3	18	26.85	21.19
	被験者A-4	23	17.93	8.82
2回目	被験者B-1	22	21.15	15.72
	被験者B-2	18	25.52	10.03
	被験者B-3	25	18.28	8.71
	被験者B-4	31	15.54	5.89
3回目	被験者C-1	22	16.52	7.36
	被験者C-2	16	25.05	9.23
	被験者C-3	23	17.92	14.57
	被験者C-4	30	14.85	5.53
4回目	被験者D-1	25	18.24	13.31
	被験者D-2	26	16.98	8.62
	被験者D-3	33	13.65	10.59
	被験者D-4	17	25.94	7.96
5回目	被験者E-1	9	44.23	17.95
	被験者E-2	34	13.38	14.65
	被験者E-3	20	22.23	10.45
	被験者E-4	30	15.76	8.1

い。従って、最初から、直径5mmの箸にでも入る様に設計することは理屈の上からは可能である。しかし、そのようなデバイスにお目にかかることは無かった。

(6)また、学会発表を通じて、しばしば寄せられたご意見に、「味噌汁の場合には上手く行くのか?」「うどんではどうなるのか?」のご質問があった。前者については、表1にも示した様に、摂食動作検出に大きな問題ではない(表1は豚汁を利用)。うどんについては、確認していない。

(7)本研究を通じて、提案手法の有効性は確認されたと思われる。しかし、今後の最大の課題は、無線機の箸への組み込みと、電源供給体制、とりわけ、充電であろう。箸という商品の性格上、電池を取り替える構造は許容できない。外部から電極、あるいは、電磁誘導によって充電する必要がある。しかし、箸は、細長いため、内部にコイルを巻いても、あまり高いQは期待できそうにない。今後の大きな課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

雨宮寛敏、山岸勇貴、河合純、金田重郎、導電性箸を用いた摂食行動の自動検出手法、電気学会・論文誌C、査読有、Vol.134、No.4、2013、pp.571-580

〔学会発表〕(計3件)

Hirotohi Amemiya, Yuki Yamagishi and Shigeo Kaneda, Automatic Recording of Meal Patterns using Conductive Chopsticks, Proc. of IEEE 2nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)、査読有、2013、pp.350-351

永田健、山岸勇貴、河合純、金田重郎、手首装着型カメラによる摂食記録手法の提案、FIT2013、0-058、査読無、2013

雨宮寛敏、山岸勇貴、河合純、金田重郎、導電性箸を用いた摂食行動の自動記録手法、情報処理学会・情報システムと社会環境研究会、査読無、2013

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計1件)

名称：摂食用具  
発明者：金田 重郎  
権利者：学校法人同志社  
種類：特許審査請求

番号：特開2013-70946  
出願年月日：2011年9月29  
国内外の別：国内

取得状況（計0件）

〔その他〕  
特にありません。

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者（総括、研究の実施）

金田 重郎（KANEDA, Shigeo）

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号：90298703