

ウェアラブル心拍センサを利用した食行動検知手法

坂村 美奈[†] 蛭田 慎也[‡] 伊藤 友隆[‡] 米澤 拓郎[‡] 中澤 仁[†] 徳田 英幸[†]慶應義塾大学環境情報学部[†] 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科[‡]

1. はじめに

近年、生活習慣病をはじめとした健康問題が深刻化している。それらは、食習慣や運動習慣を見直すことで予防、改善される。特にヘルスサイエンスの分野においても食事、運動、心の在り方の重要性が示されている[1]。

また、生体情報センシング技術が発展してきた。生体センサを用いると心拍や呼吸の状態などの生体情報を取得できる。心拍や自律神経の様子を取得し応用する既存研究は、運動支援や感情を元にした音楽のレコメンデーションや勉強支援など応用範囲は広く、心拍や自律神経の情報から日常生活の様々なコンテキストを取得できると考えられる。しかし、生体センサを利用し食行動検知を行う研究は未だ少なく、その検知手法について確立されたものがない。よって本研究では、ウェアラブル心拍センサを使用し食行動を検知する手法を提案、評価する。

ここで、本稿で対象とする食行動とは、静止した状態で飲食物を口にしている行為を指し、食事開始から終了の時間帯を検知することを目的とする。食行動検知は様々なものに活用できる。例えば、ライフログとして個人が活用するだけでなく医師など第三者への情報提供に役立つ。また、ダイエット支援、投薬や血糖値測定のアドバイス、人々の健康意識の改善や健康状態のモニタリングが可能になる。

2. 関連研究

関連研究として腕に装着した加速度センサを利用した研究[2]、咀嚼音や飲み込む際の音を取得するイヤホン型のセンサを使用し食行動検知を行う研究[3]が挙げられる。しかしこれらはセンサ装着のタイミングや用途が限定されている。心拍センサを用いれば、食行動に限定しないコンテキストを取得出来る。

また、ユーザ自身に食行動を記録させるFoodLog[4]があるが、ユーザに能動的に記録行動を求める点で自主性が要求される。継続的な健康状態や健康意識の改善には、個人に合った健康メニューの提示やシステムからユーザへの働きかけが重要である[5]。

3. 生体センサによる食行動検知実験

3.1 実装システム

本研究では、食行動検知手法を検討するためにウェアラブル心拍センサ WHS-1“My Beat”[6]を使用した。本センサは心拍数、周期、波形と体表温、3軸加速度センサを内蔵しており、これらの値から自律神経や姿勢、睡眠状態を取得することが出来る。センサは電極パッドを直接胸部に貼付け使用する。尚、各データは約 60 回/min の割合で取得される。

自律神経指標は、RRI(心拍間隔)を求め心拍変動時系列のパワースペクトルから算出する。交感神経の指標として LF/HF、副交感神経の指標として HF を用いる。

(LF:LowFrequency, 0.04Hz-0.15Hz, HF:High Frequency, 0.15Hz-0.4Hz)

尚、事前実験として成人女性 2 名の被験者に 1 日中センサを装着し得られたデータから、食行動にみられる現象の仮説を以下のように立てた。

- ・心拍数の数値が上昇 (RRI の数値が減少)
- ・体表温の数値が上昇
- ・ $HF > \frac{LF}{HF}$ かつ HF の値が食中および食後に上昇

3.2 実験内容

20 代の男性 6 人、女性 1 人、50 代の男性 1 人、女性 1 人、80 代の女性 1 人の計 10 人の被験者の協力を得て仮説の妥当性を検証した。被験者は健常であり、起床してから就寝するまでの 1 日の間センサを装着して貰い、データを取得した。

3.3 実験結果

得られたデータのうち、移動時以外のデータを元に解析した各評価結果を次の表 1 に示す。

Detection of Food Intake using Wearable Heartbeat Sensor

[†]Mina Sakamura, Jin Nakazawa, Hideyuki Tokuda

[†]Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

[‡]Shinya Hiruta, Tomotaka Ito, Takuro Yonezawa

[‡]Graduate school of Media and Governance, Keio University

表 1: 心拍数, 体表温, 自律神経指数の結果

項目	詳細	結果
心拍数	平均値	7人上昇
	変動係数	6人減少
体表温	食前～食中	7人上昇
	食中～食後	5人上昇
自律神経指数	LFとLF/HF	70.8%上昇
	HF	41.7%上昇

まず, 心拍数 (RRI) の数値の変動の様子をみるため各データの平均値と変動係数を算出した. 心拍数は個人毎で差異が見られるため, 以下のように変動係数 C.V. を求めた. (a: データ数, x: 各データの値, \bar{x} : データの平均値)

$$C.V. = \frac{\sqrt{\frac{1}{a-1} \sum_{i=1}^a (x_i - \bar{x})^2}}{\frac{1}{a} \sum_{i=1}^a x_i}$$

その結果, 心拍数の平均値が食以外の行動時よりも食行動時のほうが高い (RRI の平均値が低い) 被験者は 7 人であった. また, 変動係数においては食以外の行動時と比べて食行動時のほうが低い被験者は 6 人であり, 心拍数の上昇が半数以上で見られた. 次に体表温について食行動時と前後においての変化を調べるために, 食前 30 分前, 食中, 食後 30 分の平均値を算出した. その結果, 食前から食中で 7 人が上昇, 食中から食後で 5 人が上昇した. このように食行動がきっかけとなり体温の上昇が見られた被験者が殆どであった. さらに HF と $\frac{LF}{HF}$ の値について, 値の大小と変化について調べるために心拍数毎に得られたデータを 5 分毎の平均値にして解析した. その結果, 被験者 10 人の全 24 回の食行動のうち, $HF > \frac{LF}{HF}$ であった割合が 70.8%, HF が上昇した割合が 41.7%であった. HF の上昇は見られなかったが, HF と $\frac{LF}{HF}$ の大小について食行動時の上昇が認められた. これらを合わせて食行動検知した結果, 検知率は 33.3%だった.

4. 議論

まず, 心拍数 (RRI) について食行動時の平均値の上昇及び変動係数の減少が認められた. しかし, 移動時の影響などから心拍が安定しなかったことも多く今後移動時の心拍平均も考慮する必要があると考える. 体表温は食中又は食後で上昇する被験者が多かったが, 値が一定又は下降した被験者は外気温度や衣類の影響が考えられる. また, 自律神経指標は $HF > \frac{LF}{HF}$ であった割合が高かった. 心拍数及び体表温, HF と $\frac{LF}{HF}$ の割合に上昇が見られたことは摂取した飲食物の消化活動を体内でおこなっているためと考えられる. しかし, 今回得られたデータのうち特に自律神経指標は, 個人差があり心拍変動には自律神経機能以外にも様々な臓器や器官, 物理的

または精神的要因が影響を与える. そのため, HF の変化にみられるように安定した値を取得することが難しいと考えられる. また, データの変動は個人差だけでなく, 今回摂取する飲食物を限定しなかったため, 短時間のつまみ食いや早食いを含めた検知結果となった. 今後, 飲食物の種類分けをしていく必要があると考える. また, 今回食行動の前後が静止状態であった場合において食行動を検知できたため, デスクワークを長時間している間や激しい移動のない高齢者の食行動検知に今回の手法は有効であると考える. 今後, 生活スタイルや飲食物, 個人による食行動検知手法について確立する.

また, センサを装着すること自体のフィードバックとして「センサを 1 日つける事に違和感がある」との意見を得て, 見慣れない物を 1 日体に装着することの精神的な戸惑いがあることが分かった. しかし, 1 週間装着した後は「日常的にセンサを装着する事への抵抗は少なくなった」との意見が得られた. そのため, 継続して使用することでセンサへの抵抗は抑制できると考えられる.

5. まとめ

本研究では, ウェアラブル心拍センサを用いて心拍数, 体表温, 自律神経指数の値を分析した食行動検知手法を提案した. 実験結果より, 心拍センサから得られる生体情報には個人差があることや生活スタイルなどの環境による制約が大きいことが分かった. 今後より多くのデータ収集を行い高精度な食行動取得手法を確立する. また, 生体センサの情報をリアルタイムに取得, 分析しユーザにフィードバックを行う. さらに食行動だけではなく運動や睡眠と組み合わせ複合的な情報を利用した健康増進の為のアプリケーションを作成する.

参考文献

- [1]Health Science Laboratory,Keio Research Institute at SFC,<http://health-science-labo.com/>
- [2]Oliver Amft, Holger Junker, and Gerhard Troster, "Detection of eating and drinking arm gestures using inertial body-worn sensors",in Proceedings,Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers, 2005, pp. 160-163
- [3]Koji Yatani,Khai N.Truong, "BodyScope:A Wearable Acoustic Sensor for Activity Recognition",Ubicomp2012
- [4]<http://www.foodlog.jp/>,FoodLog
- [5]S.Shyam Sundar,Saraswathi Bellur, Haiyan Jia, "Motivational Technologies:A Theoretical Framework for Designing Preventive Health Applications", Persuasive Technology.Design for Health and Safety Lecture Notes in Computer Science Volume 7284,2012,p112-122
- [6]<http://www.uniontool.co.jp/product/sensor/index.html>,U NION TOOL CO.