

食材とのインタラクション

光藤 雄一^{1,a)} 妹尾 武治^{1,b)} 小出 洋^{1,c)}

概要：この研究は、高周波信号を利用して摂食状況を検知する方法を開発するものである。この方法は、皿の底部に高周波で変調された信号を発する電極板を設置し、被験者が食品に接触した際に、高周波信号が食物、カトラリ、人体を通して被験者に装着された電極板まで到達することを利用して食品への接触状況を検知する。この方法によると、人体側の電極板に到達した信号を観察していると、接触した場合に信号電力が大きくなる。本稿では、この変化に加えて、皿上の食品の種類と、通過させた高周波信号のスペクトラム密度の変化の関係について観察し、またこの検知方法のユーザビリティなどについて議論する。

1. はじめに

食事と健康が密接な繋がりを持つことは古くから知られている。毎食何を食べたかを記録して健康管理に役立てようとするはごく自然な着想で、こうした摂食記録が健康管理や将来の疾病の予測のための手がかりになることはよく知られている [1]。一方で、摂食記録をつけることがたいへんな手間になることもよく知られており、これを自動化する方法の研究が多くの研究者によってなされている。これらの研究は、大別すれば画像処理 [2] とそれ以外のセンサデータ処理 [3] を用いるものの2つのグループに分類することができる。この研究では、長期的な摂食データの取得を考えてなるべく簡単な装置構成で行うことを目指す。そのために、高周波信号を用いて摂食を検知する方法を新たに提案した。本稿では、提案した方法を用いてどのようなインタラクションが可能かについて議論する。

2. 検出手法

本研究では高周波信号を用いて被験者と食品の接触を検知する方法を提案した [4], [5], [6]。この方法は、皿の底部に高周波信号を発する電極板を設置し、さらに人体側に電極板を設置する。導体のカトラリを持った被験者が皿上の食品にカトラリで接触すると、高周波信号が皿から人体に導通する。人体側の電極板でこの高周波信号を観察すると、被験者が皿上の食品に接触したときだけ信号電力が大きくなる。また、この高周波信号は、人体側電極に至る

までに食品を通過しているため、食品の電気的特性に影響されている。このことから、受診時の信号の様子を観察することで、ある程度食品の様子を推定することができる。

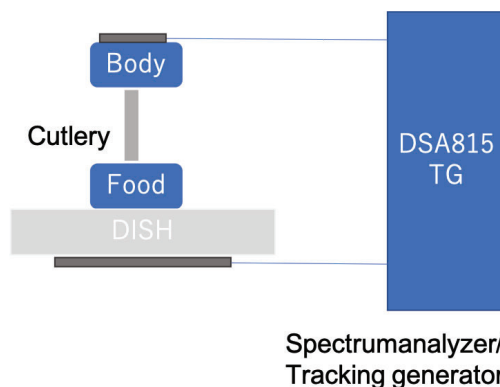


図1 装置構成

本稿では信号の発生・解析装置としてトラッキングジェネレータ付きスペクトラムアナライザを使用した。スペクトラムアナライザの出力側を皿側電極に、入力側を人体側電極に接続し、食品への接触時・非接触時のスペクトル密度の形状を観察する。スペクトル密度の形状は周波数ごとの信号の透過性に依存する。食事の際は、この形状は主に食品の電気的性質に応じて変化するはずである。

3. 食品の形状とスペクトル密度

以下に、いくつかの大きさの、均一化された食品の塊を皿に載せた際のスペクトル密度の変化を示すグラフを示す(図3)。この実験では食材として、各種の大きさ(底面積がそれぞれ0.5×0.5、1.0×1.0、2.0×2.0、3.0×3.0 cm²)に切り分けた市販のプロセスチーズの塊を使用した。これらの

¹ 九州大学
〒819-0395, 福岡県, 福岡市西区元岡 744
a) mitsudo.yuichi.338@m.kyushu-u.ac.jp
b) senoo@kyushu-u.ac.jp
c) koide@cc.kyushu-u.ac.jp

食材を皿上に載せ、18-8 ステンレス製のカトラリで接触した時にどのような信号が見られるかを観察した。また、比較対象として、接触しない場合、および、皿に直接接触した場合についても計測した。

高周波信号として信号周波数を 500kHz から 50MHz までの間で変化させて皿側電極から発し、その際の人体側電極での受信エネルギーを周波数ごとに分けて観察した。電極は、紙皿の底部にアルミ箔の電極板を貼付し、人体側は、腿部に服の上から圧着する形で電極板を設置した。また、信号の生成・観察には RIGOL 社製スペクトラムアナライザ DSA815TG を使用した (図 2)。



図 2 実験環境 (ただしカトラリがフォークのときのもの)

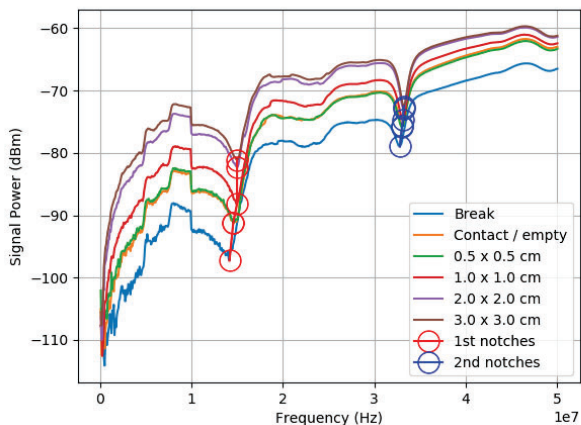


図 3 食品に接触した際のスペクトル密度とその変化

図 3 のグラフからは、皿あるいは皿上の食品にカトラリが接触している場合の方が、接触している場合よりも信号出力が大きくなること、また皿上に食品がある場合、底面積が大きい方が信号出力が大きくなる傾向があることが見て取れる。

4. 議論

シンポジウム内で行われた質疑と、それに対する返答あるいは考察を記す。

4.1 運用環境についての指摘

本研究で述べたシステムは、カトラリに導体を用いなければならないが、現実には、プラスチックや木のカトラリを用いるシーンが多々ある。そのため、専用のカトラリを携帯すべきとの考えもある。しかし、常に専用のカトラリを使うというのはそれほど現実的ではなく、使い捨てカトラリに頼る場面もあると考えられる。システムの動作原理からすると、カトラリの先端部分から手との接触部分までに導体の領域があればよく、これは金属箔などをカトラリに貼り付けることで対応できる。この方法ならば、使い捨てのカトラリとしてもコスト的な問題は大きくならないと考えられる。

4.2 信号処理

スペクトル密度の形状は、周波数ごとの通過状況を示す。このスペクトル密度では、特徴的なノッチが 2 つ観察される (図 3)。このノッチが出現する理由はまだ突き止められていないが、皿上の食品の接触面積に比例して高周波側にシフトしているように見える。このことから、食品の誘電率に関わる何らかの特性を示していると考えられる。

4.3 高周波信号の人体への影響

高周波信号を用いることによる人体への影響は、ある程度予想される。ただし、導通するのが食物に接した瞬間であることから、口中を高周波信号が通ることはない。したがって、電気味覚などは直接関係しない。食品への接触は、金属 (カトラリ) を水溶液 (食品) に漬けることであるので、カトラリへの腐食が起きるか可能性はある。ただしこの場合でも、電流が交流であり、電力も小さいことから、それほど大きな問題が生じるとは考えられない。

4.4 接触タイミングの問題

接触タイミングを過度に正確に測れることは、オーバースペックに当たるとの指摘もある。確かに、ある程度以上の時間精度での摂食タイミングの取得はオーバースペックになり得ると考えられるが、例えば食べる速さを自己申告したものと、肥満の間には相関関係があるという研究報告がなされている [7]。食べる速さを自己申告するのは、これを客観的に計測する方法がないからとも考えられる。本研究のシステムは、摂食タイミングを特定できることで、今まで自己申告に頼っていたこれらの「速さ」を定量的に捉え直せる可能性がある。

4.5 デザイン上の問題

スペクトラムアナライザを見ながら食事をするのはユーザビリティ上大変不気味ではないかとの指摘があった。これはその通りであると考えられる。現在の装置構成は、周波数解析をスペクトラムアナライザに頼っていること、ま

たディスプレイ付きのスペクトラムアナライザを使用することから来ているのであって、実際にはスペクトル密度を注視しながら食事をする必要はない。

謝辞 本研究は、当初科研費基盤 C (17K00292) の補助により行われるはずであったが、第一著者の当時の所属先であった九州先端科学技術研究所の資金管理ミス等により、補助金の大部分を使用することができなくなり、第一著者の私費および九州大学の公費などで行われた。

参考文献

- [1] Dietary Guidelines For Americans 2015-2020, Chapter 1.
- [2] Kitamura, K., Yamasaki, T. and Aizawa, K.: FoodLog: Capture, Analysis and Retrieval of Personal Food Images via Web, *Proceedings of the ACM Multimedia 2009 Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities*, CEA '09, New York, NY, USA, ACM, pp. 23–30 (online), DOI: 10.1145/1630995.1631001 (2009).
- [3] Kadamura, A., Li, C.-Y., Chen, Y.-C., Chu, H.-H., Tsukada, K. and Siiro, I.: Sensing Fork and Persuasive Game for Improving Eating Behavior, *Proceedings of the 2013 ACM Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication*, UbiComp '13 Adjunct, New York, NY, USA, ACM, pp. 71–74 (online), DOI: 10.1145/2494091.2494112 (2013).
- [4] Mitsudo, Y.: A Food Intake Detection Method Using Intra-body Communication, *2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE 2016)*, Kyoto, Japan, pp. 256–258 (2016).
- [5] Mitsudo, Y.: A food size detection method using electrical signal for automated eating pattern collection, *2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, pp. 844–846 (online), DOI: 10.1109/GCCE.2017.8229222 (2017).
- [6] Mitsudo, Y.: Recording daily life food intake using intra-body communication technology, *2017 Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU)*, pp. 55–56 (online), DOI: 10.23919/ICMU.2017.8330080 (2017).
- [7] Otsuka, R., Tamakoshi, K., Yatsuya, H., Murata, C., Sekiya, A., Wada, K., Zhang, H. M., Matsushita, K., Sugiyama, K., Takefuji, S., OuYang, P., Nagasawa, N., Kondo, T., Sasaki, S. and Toyoshima, H.: Eating Fast Leads to Obesity: Findings Based on Self-administered Questionnaires among Middle-aged Japanese Men and Women, *Journal of Epidemiology*, Vol. 16, No. 3, pp. 117–124 (online), DOI: 10.2188/jea.16.117 (2006).