

# 咀嚼回数向上を支援するシステムの提案

中野 和哉 (15813065)

ロペズ研究室

## 1. はじめに

厚生労働省の発表より、10年前に比べて肥満の患者が減少していないことが示唆されている[1]。肥満による健康への被害は大きい。その例として、肥満は糖尿病、脂質異常、高血圧などの生活習慣病と呼ばれる病気の多くと関係している。生活習慣病の予防には日々の生活改善が必要であり、生活習慣病と密接な関係にある肥満は、食生活の改善で予防することができる。食べ物を早く食べる人には BMI が高い傾向にあることが示されている[2]。このことから、早食いが肥満に関係しており、生活習慣病の予防のための食生活の改善では、ゆっくりとよく噛んで食べるのが重要である。それを支援するために、咀嚼回数を確認できるシステムが必要であると考えた。また、食事中は咀嚼だけでなく、会話も行うので咀嚼と会話を区別するために、発話の計測も行う必要がある。本研究では、日常生活で扱えるデバイスを利用して、リアルタイムで咀嚼や発話を解析し、フィードバックを返すことで咀嚼回数を増加させることを目的とし、咀嚼フィードバックシステムの開発を行った。

## 2. 関連研究

宇野氏らは骨伝導マイクロフォンを用いて咀嚼回数と噛みごたえ度を検出するシステムを提案している[3]。咀嚼の判定は咀嚼時の振幅に着目し、振幅の大きさが一定以上になった場合に咀嚼と判定する。また、噛みごたえ度は咀嚼したときに食品から鳴る音の違いに着目し、周波数分析を行った結果から判定する。その判定精度は被験者 20 人に対してガムを 100 回咀嚼した場合の平均誤差は 12.2 回、弁当を普段通りに 100 回咀嚼した場合の平均誤差は 10.3 回となっている。

しかし、チャージアンプや PC を用いているため、日常生活で扱うには困難である。また、咀嚼回数を 100 回と限定しているため、それ以上咀嚼した場合や、発話を行った場合などを想定していないという問題点がある。

## 3. システム構成

全体のシステム構成を図 1 に示す。食事を行う被験者は骨伝導マイクを装着し、食事を行う。その際、骨伝導マイクから、Bluetooth で接続されたスマートフォンに食事の音声を送信する。スマートフォン上ではその音声を用いて咀嚼回数と発話時間の解析を行い、その結果をスマートフォンの画面に表示する。



図 1 システム構成図

## 4. 咀嚼回数と発話の測定アルゴリズム

咀嚼の特徴をわかりやすくするために取得した音声情報に対して ShortTermEnergy で処理を行う。その結果を図 2 に示す。また、その式は処理したい信号を  $s$ 、サンプル数のシフトを  $n$ 、窓関数を  $w(n)$ 、として式(1)に示す。

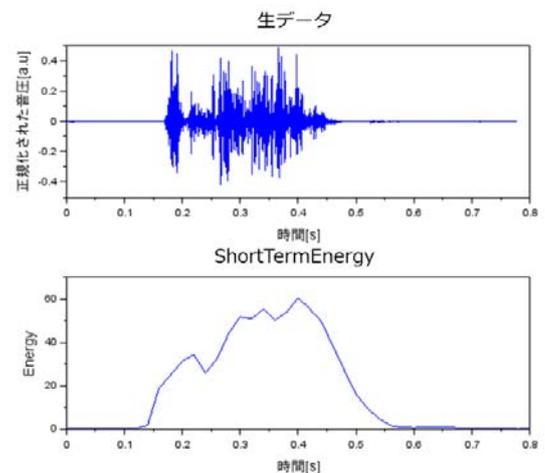


図 2 生データの加工

$$e(n) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (s(m) \cdot w(n-m))^2 \quad (1)$$

咀嚼回数と発話時間をカウントする際は閾値を超えたかどうかを確認する。閾値を超えた場合に咀嚼のカウントと発話時間の計測を開始する。咀嚼のカウントは取得した音声の値が咀嚼を判定する閾値を超え、その閾値を下回ったときに1回とカウントをする。発話時間に関しては、閾値を超えてから発話が終了するまでの時間をする。

提案手法の判定精度の結果を表1に示す。咀嚼回数の判定精度の結果が、咀嚼回数では、個人によってばらつきはあるものの、被験者20人に対して、平均で93%という高い精度で判定できている。しかし、発話時間の判定精度を見ると全体で69%と低くなっており、ノイズの除去がうまくできていないことなどが原因として挙げられる。

表1 提案手法の判定精度

	咀嚼回数	発話時間
平均	384 (回)	19 (秒)
誤差	24 (回)	5 (秒)
標準偏差	16 (回)	4 (秒)
判定精度	約 93 (%)	約 69 (%)

### 5. フィードバックによる影響の評価

スマートフォンを用いて咀嚼回数と発話時間のフィードバックを返す場合と返さない場合で、食事の被験者にどのような影響があるかを調査した。被験者20人に対して咀嚼回数と発話時間のフィードバックを返さない場合とフィードバックを返す場合の2種類の実験を、被験者ごとに順序を変えて行った。その際のフィードバック画面を図3に示す。フィードバックを返さない場合からフィードバックを返す場合の順で行う実験をパターンA、フィードバックを返す場合からフィードバックを返さない場合の順で行う実験をパターンBとする。各実験では、おにぎりを2つ食べてもらい、食事に実験者の指示に従って発話をしてもらった。咀嚼回数と発話時間の真値をビデオカメラでの録画動画から求め、結果を比較し精度を求める。またアンケートによってフィードバックを返すことで咀嚼回数などにどのような影響があるかを調査した。



図3 フィードバック画面

### 6. 実験結果と考察

パターンA、パターンBでの総咀嚼回数とその推移の平均を表2に示す。フィードバックによる咀嚼回数の推移に有意差があるのかを調べるために、ウィルコクソンの符号付順位和検定を用いて分析を行った。パターンA、パターンBともに有意であることが認められた(p<0.05)。この結果から、食事中に咀嚼回数のフィードバックを返すことで、食事中の咀嚼回数を増やすことができると考えられる。また、常にフィードバックを返さなくても咀嚼を意識させることができると考えられる。

表2 各実験の咀嚼回数とその推移の平均

	なし(回)	あり(回)	推移(回)
パターンA	356	464	108
パターンB	338	376	38

### 7. おわりに

本研究では、食事中の被験者に咀嚼回数をフィードバックすることで、咀嚼を意識させ咀嚼回数を増加させることができた。今後の展望として、食事内容や方法に制約がない食事に対応する必要がある。また、発話時間の測定で、精度を高める必要がある。

### 8. 参考文献

- [1] 厚生労働省: 国民健康・栄養調査報告 (2014).
- [2] 安藤雄一, 花田信弘, 柳澤繁孝: 「ゆっくりとよく噛んで食べることは肥満予防につながるか?」, ヘルスサイエンスヘルスケア, pp. 54-63 (2008).
- [3] 宇野修司, 有泉亮, 金田重朗, 芳賀博英: 骨伝導マイクロフォンを用いた咀嚼回数指導方式の提案, 人工知能学会全国大会論文集 24 回, pp. 1-4 (2010).