

# 3-IR照度差ステレオカメラによる嚥下運動計測システム



工学部 電気電子・情報工学科 情報コース  
加藤 邦人准教授

## 1.はじめに

飲料製品の開発において、おいしさの評価はアンケートによる官能評価が主である。しかし、官能評価は主観的な感覚が大きく影響を及ぼし、おいしさを客観的に評価することは難しい。そこで、嚥下運動を計測することで、飲食時に無意識に表出される生体反応によりおいしさ、または被験者の心理状態を評価することを目的とする。

## 2.システム概要

撮影システムの概要を図1に示す。喉表面の3次元情報は照度差ステレオ法で計測される。照度差ステレオ法では、3つの異なる光源環境で撮影された3枚の画像から、物体表面の法線ベクトルを推定する。しかし、照度差ステレオ法は3枚の画像を撮影する必要があるため動物体を計測することはできない。そこで本システムでは、3つの光源から波長の異なる光を同時に照射し、カメラ内でプリズム分光した後、それぞれの波長に対応したバンドパスフィルタを持ったカメラセンサーで受光

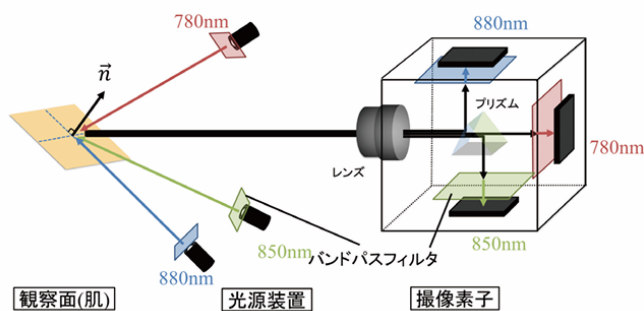


図1 システム概要

本計測システムは、非接触、非侵襲に甲状軟骨(喉仏)の3次元情報を取得し、法線ベクトルテンプレートにより追跡することで、嚥下運動をリアルタイムに計測することができる。そのため、被験者の体にセンサーを付ける必要もなく、また身体を拘束されることもないため、自然な飲み込み動作を計測できる。

することでこの問題を解決している。3つの光源には近赤外光を用い、被験者に不可視であり、さらに一般的な蛍光灯が持つ可視波長外に設定することで、蛍光灯下でも安定した計測を可能とした。

次に、図2に示すような照度差ステレオ法により求められた法線ベクトルから、甲状軟骨の面法線ベクトルをテンプレートとし、ZNCCを用いて追跡を行う。これにより、甲状軟骨を高精度に追跡することが可能となった。

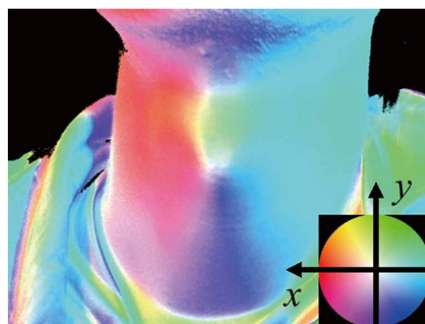


図2 照度差ステレオ法による計測された面法線ベクトル

## 3.嚥下運動計測

本システムを用いて、異なる飲料での嚥下運動を計測し、その波形を比較する実験を行った。実験の条件は表1のとおりであり、飲料水と食塩水での飲み込み波形の変化を計測した。計測結果を図3に示す。計測結果は、どちらも同じ量の飲料を飲ませた結果であるが、食塩水の方が飲料水よりも嚥下時間が長くなっており、飲み込みにくいことが波形から分かる。

|     |             |
|-----|-------------|
| 飲料1 | ミネラルウォーター   |
| 飲料2 | 食塩水(濃度0.9%) |
| 量   | 100[mL]     |
| 水温  | 20[℃]       |
| 容器  | 紙コップ        |
| 室温  | 26[℃]       |

表1 実験条件

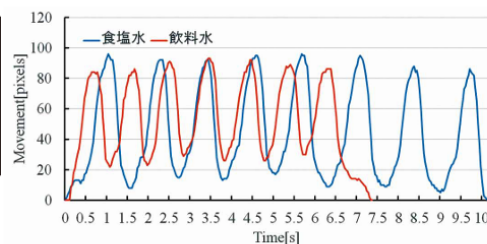


図3 計測された嚥下波形  
(飲料水、ならびに食塩水)

## 4.実用化に向けた課題

嚥下運動が安定して計測できることが確認でき、飲料の違いにより「飲み込みたい」という感情が嚥下波形に現れることが確認できた。次の課題は、得られた波形から被験者の感情を読み取るための解析方法を確立することである。現在開発中の解析方法では、被験者の嗜好をある程度評価できることを確認しているが、多数の実験データが必要であり、どのように多量のデータを取得するかは今後の課題である。また、製品の評価に用いるためには個人差によらない波形特徴の変化を見出す必要があるが、これらの評価法の開発も必要である。本システムは甲状軟骨の凹凸特徴を用いて追跡を行っている

ため、男性でなければ計測が難しい。女性の場合でも、甲状軟骨はわずかに観測でき、さらにその下に存在する輪状軟骨も見える。これらの特徴を用いて嚥下を追跡するには、照度差ステレオ法をさらに高精度にする必要がある。また、飲料製品以外の応用分野として、医薬品(錠剤や粉薬)の飲みやすさの評価や、老人の嚥下障害の度合い計測などが考えられるが、このような応用に対しても高精度な計測、より簡素なシステム構成、微細な波形の変化の評価法の開発などが課題として挙げられる。