

動画画像処理を用いた咀嚼回数指導システムの提案

新野 毅[†] 雨宮 寛敏[‡] 芳賀 博英[†] 金田 重郎[†]

同志社大学大学院工学研究科[†] 同志社大学工学部[‡]

1. はじめに

食に関する問題の一つに咀嚼回数の減少がある。一般的には一口あたり 30 回の咀嚼が理想とされているが、食品ごとに理想咀嚼回数は異なっている [1]。そこで本稿では、咀嚼中の食品種別と咀嚼回数を検出し、実際の咀嚼回数が咀嚼している食品の理想咀嚼回数よりも不足している場合には改善を促すシステムを提案する。センサ類の装着は利用者の負担となるため情報取得にはカメラを採用し、完全ハンズフリーでの利用を可能とする。具体的にはカメラで取得した箸先の位置情報と口内の色情報から食品種別を判別し、上唇と下顎の距離変化から咀嚼回数を計測する。市販弁当を用いた性能評価実験を行い、それぞれの検出精度を確認した。

2. 提案システム

2 台のカメラを用いて情報取得を行う。1 台は上部から食事内容を撮り下ろし (以下、弁当カメラと呼ぶ)、もう 1 台は正面から利用者の顔を撮影する (以下、顔カメラと呼ぶ)。

咀嚼中の食品種別は箸先の軌跡情報と食品の色情報を用いて検出する。食品ごとの理想咀嚼回数は料理別咀嚼回数ガイド [1] に基づきシステムに登録されているため、咀嚼中の食品が検出できればその理想咀嚼回数が判明する。また実際に行った咀嚼回数は上唇中央と下顎先端の距離変化から計測する。理想咀嚼回数と比較して実際の咀嚼回数が不足している場合は、利用者に改善を促す。大まかな処理手順を図 1 に示す。

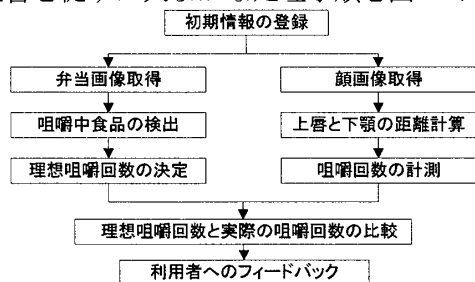


図 1. 処理手順

3. 動画画像処理

中心処理となる食品種別検出と咀嚼回数計測について述べる。処理の前準備として、予めどこにどの食品が入っているか登録する必要がある。1 品ずつ食品領域を囲い、名前を入力する。

3.1. 食品種別検出処理

咀嚼中の食品種別の検出には、箸先の軌跡と口に入れた瞬間の口内色情報を用いる。まず弁当カメラの映像を処理して箸先の軌跡を検出する。箸は映る面積が小さいため検出が難しい。そこで食事中に箸は必ず人に持たれているという前提で処理を進める。人の手を検出するために画像を HSV 色空間へ変換し、H と S の値を用いて肌色部分を抽出する。しかしこの処理では手以外の肌色に近い部分まで抽出されてしまう (図 2)。そこで背景差分による移動体抽出で動いていない部分を除去するが、照明のちらつきなどの影響により移動していない部分も若干抽出されてしまう (図 3)。そこでここから最大面積部のみを抽出する。この処理によって、手と箸の部分だけを抽出できる (図 4)。手と箸部分が抽出されたので、その先端を検出して箸先座標とする。検出箇所を赤く表示して図 5 に示す。



図 2. 肌色抽出



図 3. 移動体抽出



図 4. 最大面積抽出

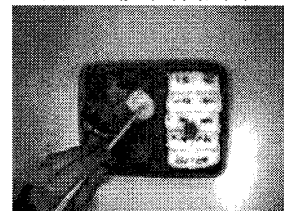


図 5. 箸先の検出

箸先座標を追跡して軌跡を求める。食品をつかむ際の箸先の軌跡は概して図 6 のようになる。ここから箸先の移動方向が大きく変化した点が、食品をつかんだ点であると推定できる。しかし図 5 からわかるように肌色に近い色の食品を箸

An advising system of the number of mastication by using motion picture

[†]Tsuyoshi SHINNO, [‡]Hirotohi AMEMIYA,

[†]Hirohide HAGA, [†]Shigeo KANEDA

[†]Graduate School of Engineering, Doshisha University

[‡]Faculty of Engineering, Doshisha University

でつかむと、その食品も箸の一部と誤認識される。よって食品をつかんだと検出された点を含め、周辺に 9 つの候補点をとり対応する (図 7)。

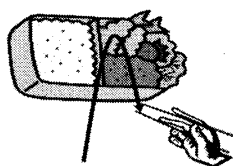


図 6. 箸の軌跡

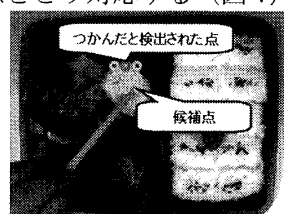


図 7. 候補点

初期登録した食品の位置情報と候補点の位置を比較して、食品候補を選出する。1 つの食品に候補点が集中した場合は、その食品をつかんだ食品だとする。複数食品に同数の候補点が分散した場合は、食品の色により最終決定する。

顔カメラの映像を処理して食品色を検出する。まず食品を口に入れた瞬間を検出する。オムロン株式会社の顔センシング技術である OKAO Vision[2]を利用すると顔にある特徴点の座標が取得できる。この技術で取得した上唇中央と下唇中央の距離を計算し、一定以上開いた瞬間が食品を食べる瞬間だと判定する。次に上唇中央と下唇中央の間は口の中だと推定して、その点の色を検出し二次元ヒストグラムを作成する。このヒストグラムを初期登録しておいた食品のヒストグラムと比較し、最も相関の高いものを口に入れた食品だと決定する。

3.2. 咀嚼回数計測処理

咀嚼回数は上唇中央と下顎先端の距離変化から計測する。上唇の座標は顔カメラの映像から OKAO Vision で取得できるが下顎の座標は取得できないので、まずエッジ検出により顔の輪郭を抽出する。OKAO Vision により取得可能な下唇の座標を始点に下方を探索して行き、初めにエッジとぶつかった箇所を下顎の先端だと判断する。単純に上唇と下顎の距離を計算すると様々なノイズが含まれるので、Wavelet 変換後に咀嚼のスケールで切り出す。このデータに一定以上の変化が生じた場合、それを 1 回の咀嚼と判定する。

4. 評価実験

本システムの有用性を確認するために実験を行った。咀嚼中の食品種別が正しく検出できれば正確な理想咀嚼回数が判明し、さらに咀嚼回数が正しく計測できれば正確なアドバイスが行える。したがってこれらの精度を確かめることで、システム全体の有用性が確認できる。食品種別の検出精度と咀嚼回数の計測精度を確認す

るため、10 人の被験者に 4 種類の弁当から 1 種類を選んでもらい、その中の 5 品を食べてもらった。弁当には 7~9 品が入っている。

実験の結果、食品種別の検出精度は 70%であり、実際の咀嚼回数と比較して 1 口あたりの計測された咀嚼回数の平均誤差は 8.3 回であった。被験者は 1 口あたり平均 30 回の咀嚼を行っていた。食品種別の検出では、茶色い食品を多く含む弁当でミスが目立った。これは食品をつかむ際に周辺の茶色い色をした食品が動いてしまい、そちらを箸先と誤検出したためである。この問題は箸先と認識された部分の面積を求め、明らかに大きい場合は箸先ではないとみなすことで対応できると考えられる。また咀嚼回数の計測では、平均誤差が 2 回以内の被験者から 20 回を超える被験者までおり、被験者によって大きな差が出た。これは人によって咀嚼周期が異なるためである。人間の咀嚼周期は 0.5~0.9 秒に 1 回だと言われているため、そのスケールで Wavelet 変換後のデータを切り出しているが、咀嚼周期がその範囲を外れると大きく計測結果が異なってしまう。改善には利用者の咀嚼周期に合わせたスケール値の設定が必要である。今後、より多様な状況下でのシステム利用を可能とするためには、以上のような対応が必要だと思われる。

5. まとめ

本稿では動画像処理により咀嚼中の食品種別の検出と咀嚼回数の計測を行い、食品の理想咀嚼回数に比べて実際の咀嚼回数が不足している場合には改善を促すシステムを提案した。実験の結果、食品が密接している弁当において精度 70%で食品種別が検出でき、弁当以外の食事ではそれ以上の精度が期待できる。しかし咀嚼回数の計測は精度に個人差が激しい。本システムは一般的な咀嚼周期の利用者には対応できるが、一部の一般的でない咀嚼周期の利用者には対応できない。この場合には、利用者に合わせてチューニングを行うことで対応可能と考えられる。

謝辞

OKAO Vision の使用にあたり、ご協力をいただいたオムロン株式会社に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 斉藤 滋：料理別咀嚼回数ガイド，風人社，2002
- [2] オムロン株式会社：顔画像センシング技術 OKAO Vision | オムロン電子部品情報サイト，<http://www.omron.co.jp/ecb/products/mobile/>