

食行動の自動評価及び分析のためのデータベース構築

伴野 司[†] 森野 智子[‡] 黒岩 眞吾[§] 西田 昌史[†] 西村 雅史[†]

静岡大学[†] 静岡県立大学[‡] 千葉大学[§]

1. はじめに

「食べること」は生きる上での基本行動の一つであり、その質の維持・向上は乳幼児から高齢者まで、あらゆる人の心身の健康を維持・増進する上で重要な要素である。既に食行動に関する認識システムは多数研究開発されているが、食行動の質を保健・医療、情報工学の両面から分析・評価できるような研究基盤の整備はまだ進んでいない。ここでは日常的な食事における動作、特に、1) 食物を認識・選択して口に運び、2) 食物を様々な位置で咀嚼し、3) 順次食塊を形成し、4) 食道へ送り込むという一連の動作に関する多元的なセンサ情報を、食物や対象者の属性に関する情報とともに蓄積するデータベースを設計した。

2. 食行動データベース

2.1. 先行研究

食行動に関しては、主に画像やIMUによる摂取食物の認識や食物摂取サイクルの認識、ピエゾ素子や筋電などのセンサによる口腔内行動（咀嚼、嚥下）の認識など、これまでに数多くの研究が行われ、関連するデータセットも多数存在する[1]。一方、保健・医療の観点からは主に高齢者を対象として、咀嚼や嚥下の能力といった口腔機能の評価に関する研究が多い。ただ、いずれの分野においても、食物の選択・運搬から口腔内での咀嚼・嚥下に至る一連の摂食行動を総合的に扱い、被験者の年齢や健康状態といったさまざまな属性情報とともに収録したデータベースは存在しない。

2.2. 提案データベースの概要

対象者としては20代の若年者と65歳以上の高齢者の両者を対象とした。これは保健・医療の側面から、健常と考えられる若年者と、機能低下の可能性が高い高齢者との食行動の違いを見るためである。なお、口腔機能低下の度合いについては事前に様々な医学的な評価を行い、これを被験者の

Database construction for automatic evaluation and analysis of eating behavior
Tsukasa Banno[†], Tomoko Morino[‡], Shingo Kuroiwa[§], Masafumi Nishida[†], Masafumi Nishimura[†]

[†]Shizuoka University

[‡]University of Shizuoka

[§]Chiba University

属性として付与する。

食行動を記録するセンサとしてはカメラ、IMU、マイクなどを用いる。なお、食材を口に入れて以降の口腔内の動作を正確に把握するには現状ではおそらくX線撮影を実施するしか無いが、これは非現実的である。口腔内の時間動作については首に装着した多数の皮膚接触型マイクからの音情報に加え、被験者の咀嚼位置に関する自己申告情報を活用し、さらに作業者が再度データの視察や聴取を行うことで半自動的に行動ラベルを付与する方法を採用する。なお、皮膚接触型マイクから得られる情報は咀嚼の位置や嚥下などの自動検出のみならず、咀嚼の質を評価する上でも有効な情報であることを先に確認している[2]。

2.3. 事前評価項目

事前評価は口腔衛生状態不良の評価として舌苔付着度の視察、口腔乾燥の評価として口腔水分計を用いた口腔粘膜湿潤度の計測、咬合力低下の評価として残存歯数の計測、舌口唇運動機能の低下の評価としてオーラルディアドコキネシスの実施、低舌圧の評価として舌圧測定器を用いた舌圧測定、咀嚼機能低下の評価としてグルコセンサを用いた咀嚼能力検査、嚥下機能低下の評価として質問紙EAT-10を用いた嚥下スクリーニング検査、栄養状態の評価として質問紙MNA-SFを用いた栄養スクリーニング検査、咀嚼能力と相関がある握力の測定、以上の合計9項目を実施した。なお、EAT-10のスコアが3点以上となる人は嚥下機能に懸念が残るため、収録の対象に含めない。

2.4. 食材

データ収集で使用する食材はミネラルウォーター、チューインガム、クラッカー（リッツ）、千切りキャベツ、コンビーフ、ゼリー、グミ（ハリボー）、アーモンドの合計8種類である。ミネラルウォーターはコップから、また、菓子類は手づかみで、千切りキャベツは箸で、コンビーフはフォークで、そしてゼリーはスプーンで摂取する。なお、ここで、千切りキャベツ及びコンビーフは咀嚼と食塊形成に時間がかかる食材として選択した。また、若年者にはチューインガムなどの咀嚼時に、咀嚼位置情報をキーボード入力させ、行動ラベル付与時の参考情報として用いる。

2.5. 使用センサ

図1, 2に示すように, 耳下マイク(左右2ch), 咽喉マイク(上下2ch)に加え, ピンマイクと集音マイク, iPhone 3台(映像収録用), IMUセンサ3台, 重量センサ1台を用いてデータ収集を行う. センサー一覧を表1に示す.

これらセンサを使う意図としては以下のものが挙げられる. 1) 音情報: 咀嚼や嚥下など口腔内における行動を自動推定するのに有効で, 人手で詳細な行動ラベルを付与する際の参考にもなる. 2) 画像情報: 食事の際の動きを詳細に確認し, 正確な行動ラベルを付与することが可能となる. 3) IMU情報: 食事の際の腕や頭の動作を取得することで, 動き始めのタイミングや動作の大きさなどを数値化することが可能となる. 4) 食材の重量情報: 水や食材を一口でどれだけの量を飲食したのかを知ることが出来る. また重量の変化によって行動ラベルの付与に役立つ.

表 1: センサー一覧

センサ	デバイス
マイク(音声)	マイク6ch*図1
カメラ(動画)	iphone3台*図2
加速度・角速度センサ	IMU3台*図1
重量センサ	Arduino ロードセル



図 1: 各種センサの装着位置



図 2: カメラの配置

2.6. ラベル付

本研究で収集したデータには一連の食事の流れで起こる行動のラベル付けを行う. 大まかに食事行動(表2)と口腔内行動(表3)の2種類に分けられる. 特に口腔内行動に対しては画像に加え咀嚼音, 嚥下音を聴取することで, 咀嚼および嚥下の正確な時間情報ラベルを付与する. また若年の被験者には咀嚼時に咀嚼位置の弱ラベルを付与してもらっているため, その情報とアライメントを取ることで, 時間情報付きの強ラベルを付与する.

表 2: 食事行動ラベル

食事行動
カトラリーを取る
食材を取る
口に運ぶ
口に含む
カトラリーを置く

表 3: 口腔内行動ラベル

口腔内行動	
咀嚼	右
	左
	前
嚥下	

3. データ収集状況

これまでに若年者43名(20代前半, 男性31名, 女性12名), 高齢者5名(60代男性2名, 70代男性2名, 60代女性1名)を対象にデータ収集を完了した. 今後, 若年者50名, 高齢者50名程度を目標としてデータを拡張するとともに, 目視による行動ラベル付与等を行ったのち, 食行動データベースとして一般公開をする予定である.

4. おわりに

保健・医療, 情報工学の両面から利用が可能な研究基盤の構築を目的として食行動データベースを設計した. ここでは音や画像を中心とした多角的なセンサ情報とともに, 食材や対象者の属性, 口腔内の詳細動作などの情報が, 若年者及び高齢者から収集されたデータに対して蓄積される. 引き続きデータ収集及びラベル付作業を進め, 早期のデータベース公開を目指す.

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 18H03260, 21K18305 の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] N. A. Selamat et al., "Automatic Food Intake Monitoring Based on hewing Activity: A Survey," IEEE Access, Vol. 8, pp. 48846-48869, 2020.
- [2] A. Nakamura et al., "Automatic Detection of Crushing Completion Timing of Food," Proc. of Lifetech2022, pp.526-528, 2022.