

令和元年9月13日現在

機関番号：50102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12716

研究課題名（和文）味覚・嗅覚・視覚・触覚センサの融合による「おいしさの総合評価認識システム」の構築

研究課題名（英文）Development of integrated evaluation system of food by fusion of taste, olfactory, vision and touch sensor

研究代表者

山口 和美（Yamaguchi, Kazumi）

苫小牧工業高等専門学校・創造工学科・教授

研究者番号：00133702

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：安心で安全な食料資源の需給が逼迫すると懸念されるため、視覚情報を代替するセンサシステムの開発は、食品のおいしさ評価や安定供給の面においても、重要なキーテクノロジーになる可能性を有している。

これまでにない食品用ロボットビジョンシステムの構築に向けて研究を進めた。安価でポータブルかつ性能の異なる高性能なデバイスを複数台活用し、RGB画像データにより食品を簡易に分類する手法の検討を行った。このシステムで得られる色画像情報は、大量のスペクトルデータを持つため、必要な情報のみを抽出するデジタル信号処理や多次元データ解析が必須であることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食べ物を見ると食欲が増進することを、我々は日常的に経験している。このことから、食べ物に対する視覚情報を摂食行動の動機付けへと変換する神経回路の存在が明らかになりつつある。この一方で、2030年、日本の総人口は1億1900万人へ減少するが、高齢化率は31.2%に上昇すると推計されている。世界の人口は、爆発的な増加を続け、85億5千万人に達する見込みであり、安心で安全な食料資源の需給が逼迫すると懸念される。そのため、視覚情報を代替するセンサシステムの開発は、食品のおいしさ評価や安定供給の面においても、重要なキーテクノロジーになる可能性を有しており、学術的・社会的意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：Demand and supply of safe and secure food will be difficult. Therefore, the development of food sensor systems that mimic visual information has the potential to become an important technology in the evaluation of deliciousness and quality, and stable supply.

In this research, we proceeded with the construction of an unprecedented food robot vision system. Image data was acquired using several inexpensive and portable high-performance devices with different performance. After that, we examined a method for easily classifying foods using RGB data.

Since the color image information obtained by this system has a large amount of spectral data, it became clear that digital signal processing and multidimensional data analysis to extract only the necessary information are indispensable.

研究分野：化学工学

キーワード：食品 センサ 評価 システム データ解析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

近年、少子高齢化に伴い食を通して、国民の健康に対する意識と関心は非常に高くなっている。この事を反映し、健康・福祉機器の研究開発と製品化が現在急速に進んでいる。その一方で、ヒトが五感を総動員して感じる「おいしさ」といった食嗜好や評価を行う万能なセンサシステムの開発は非常に遅れており、国内および世界的に見ても未だ完成に至っていない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、ヒトの五感を代替模倣する安価なセンサシステムを利活用し、食品のおいしさを数値化することである。この研究により、これまで人の官能検査に依存していた食品のおいしさや安全性といった評価を安価で容易に行うことができるだけにとどまらず、いつでも、どこでも、誰にでも再現することが可能になる。

1) まず、味のセンシングには、液状食品の物理化学特性として、電気的、光学的、力学的特性を既存のセンサシステムを利用して計測する。

2) 次に、嗅覚を代替するガスセンシングとして、においセンサにより電気的に数値化されたデータを取得する。

3) 最後に視覚・触覚センサは、携帯に実装されているカメラと、ハンディな粘度計を利用して、味覚・嗅覚センサから得られるデータとの融合を図り、食材の差別化が可能なアルゴリズムを開発する。

上記のことを踏まえて最終的には、これらデータ群の最適化を推進し、おいしさや安全性の数値化を行う。

## 3. 研究の方法

ヒト有する5つの感覚を代替する各種センサをアレイ化しデータを取得する。その後、多変量解析やニューラルネットワークなどのデータ処理手法を複合化し評価する。

## 4. 研究成果

本申請により得られた成果を、年度別に分けて示す。

### 4-1 2016年度

#### 4-1-1 研究実績の概要

本研究では、飲食時に感じる「おいしさ」の評価を、簡易機器にて計測したデータを基に代替し数値化することを目指している。また、北海道では、国内外からの旅行者が多く、食と観光の分野に力を入れている。これら農水産物や加工食品の魅力を発信し、充実するためには、第一に、地域の食材に関する様々な情報を把握する必要がある。

しかしながら、現状では、コンシューマーそれぞれの主観的な評価や、食品工場の品質管理部門の官能検査にのみ依存している。これらの状況を踏まえ、研究者が主に利用する高精度かつ高機能で高額な化学分析機器を利用してモニタリングするのではなく、生産者や消費者が迅速かつ容易にその場ですぐに測定できることを念頭に、安価な機器をシステム化し、センサネットワークによる評価を継続して検討してきた。また、ヒトの感覚を代替するシステム開発に向けて個々の機器の特徴的な基礎データの取得を行うことができた。

現在、安価に市販されているポータブル携帯には通信機能のみならず小型で高性能なカメラが備わっている。これらのカメラ機能を最大限活用することで容易に食材の成分やトレーサビリティ管理システムへの基盤が構築できることが想定される。また、ヒトの飲食物に対する情報の8割が視覚であることを鑑みると、画像データを十二分に活用したシステム作りが、おいしさの評価や数値化に大変有効であることが分かったため、物理感覚を代替するセンサシステムの構築を行った。

#### 4-1-2 進捗状況

食品のおいしさを評価するために、ヒトの感覚を模倣するように複数の物理化学的なセンサを用い、それらから得られる計測データの複合化を試みた。まず、ヒトは多くの情報を視覚である目から受容していることに着目した。視覚センサとしてポータブルで高性能なカメラにより撮影された食材の画像情報をR・G・B・輝度の4種として256段階に分割し、その強度波形を比較したところ、それぞれの食品に応じた特徴的なパターン出力が得られた。例えば、製菓の色味をもとに劣化もしくは生鮮度を評価できることが分かった。

#### 4-1-3 研究の推進方策

普段手にすることが多いポータブルな携帯カメラにより、食品を撮影しデータベース化を行う。これにより、輝度値や色味情報ならびに形態といった多様な情報が得られ、デー

タマイニング等の前処理を行うことで、必要な情報を分別することが可能となる。その後、匂いなどの化学感覚を代替するようガスセンサをアレー化して、食品からの揮発性化学物質の検出を行うことで、より分別閾値レベルを高めることの可能性が得られた。

## 4-2 2017 年度

### 4-2-1 研究実績の概要

食品、医薬品、化粧品のいわゆる三品産業の分野、特に食品産業では、少子高齢化が急速に進んでいる。我が国の対応策として、ロボットにより不足している人材を補うことが期待される一方で、全国的にその導入促進が遅れており、喫緊の課題となっている。ロボットの導入に向けて、解決しなければならない点として、ヒトの五感を代替するセンサシステムの構築が少なからず必要となる。現時点では、五感のうち味覚・嗅覚・視覚・触覚・聴覚センサがそれぞれ分野で鋭意開発されているが、食品産業向けのセンサを融合統合したセンサフュージョン、もしくは五感代替センサシステムの開発には、多様な原材料に応じた生産工程の状況などから、高いハードルが存在している。

本研究では、食料品製造業へのロボット導入を促進する上で、食料品製造業における具体的なロボット導入へのニーズや、導入の促進を阻害する障壁を明らかにする調査を進めてきた。また、ロボット開発のシステム化が進むとそれの担い手となるロボットシステムインテグレータが不足するため、使いやすいソフトウェアの開発にも目を向けた。五感を代替するセンサとして廉価な物理センサや化学センサを複数導入し、これらから得られる計測データの解析・融合化のため、多変量解析を用いて分類評価の可能性を検討した。その結果、液状の食品や飲料であれば、ある程度の学習を行うと識別率が向上した。これらデータ解析上、誤差が大きくなった場合の対応方法についてもあわせて検討した。

### 4-2-2 進捗状況

五感を代替する可能性を持つ既存のセンサを多く利活用し、食品の品質評価を行うことを最終目的としており、おおむね計画に沿った進捗状況になった。

### 4-2-3 研究の推進方策

食料品製造業へロボット導入を促進する上で、食料品製造業における具体的なロボット導入へのニーズや、導入の促進を阻害する障壁を明らかにする調査を行った。その結果、これらの状況に応じて、ロボットに付与するセンサシステムの開発の改善点が明らかになった。また、物理センサや化学センサの融合化には、データの重みづけが必要となっていることから情報処理技術や制御工学による最適化を目指した。

## 4-3 2018 年度

### 4-3-1 研究実績の概要

食べ物を見ると食欲が増進することを、我々は日常的に経験している。このことから、食べ物に対する視覚情報を摂食行動の動機付けへと変換する神経回路の存在が明らかになりつつある。このような研究が進められる一方で、2030年、日本の総人口は1億1900万人へ減少するが、高齢化率は31.2%に上昇すると推計されている。世界の人口は、爆発的な増加を続け、85億5千万人に達する見込みであり、安心して安全な食料資源の需給が逼迫すると懸念されるため、視覚情報を代替するセンサシステムの開発は、食品のおいしさ評価や安定供給の面においても、重要なキーテクノロジーになる可能性を有している。

### 4-3-2 進捗状況

最終年度は蓄積された実績を基に、食品用ロボットビジョンシステムの構築に向けて研究を行った。安価でポータブルかつ性能の異なる高性能カメラデバイスを複数台活用し、RGB画像データにより食品を簡易に分類する手法を検討した。このシステムで得られる色画像情報は、大量のスペクトルデータを持つため、必要な情報のみを抽出するデジタル信号処理や多次元データ解析が必須となる。

これまでは、スペクトル値と品種の関係を求める方法として、ある特定波長データのみを用いた重回帰分析にて対応してきたが、データを最大限活用するには256段階の全階長データを変数にして主成分分析・クラスター分析などの多変量解析を用いた方が適切であると考えた。これらのデータ処理を施したところ、比較的良好な推定精度を達成した。このように、RGBの3つの連続的に変化するスペクトル情報を取得するだけで、食品の簡易分類への識別率が向上した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計3件)

貝沼元気、岩波俊介、山口和美、小島洋一郎、岩山俊介、石川勇人：「赤紫系果実を用いた果実酢製造工程における発酵条件の検討」、日本食品工学会第18回年次大会講演要旨集、92、2017/8

大頭桃子、岩波俊介、山口和美、小島洋一郎：「エビおよびホッキ魚醤油の醸造条件の検討」、日本食品工学会第18回年次大会講演要旨集、91、2017/8

小島洋一郎、山口和美、岩波俊介、村本充、三上剛、大橋智志：「味覚を代替する食品識別用センサシステムの開発」、第22回高専シンポジウム in Mie、22、P-038、2017/1

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：小島洋一郎

ローマ字氏名： KOJIMA, Yohichiro

所属研究機関名： 北海道科学大学

部局名：工学部 電気電子工学科

職名： 教授

研究者番号(8桁)： 50300504

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。