

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月10日現在

機関番号：33908

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2012

課題番号：22650185

研究課題名（和文） 3次元画像解析に基づく写真法による食事調査の定量評価

研究課題名（英文） Quantitative evaluation of photographic diet record using computer vision

研究代表者

目加田 慶人 (MEKADA YOSHITO)

中京大学・情報理工学部・教授

研究者番号：00282377

研究成果の概要（和文）：食事の改善を必要としている国民が増大している。現在、記憶や写真に基づく食事量推定を利用した食事指導が行われているが正しく食事量を推定出来るわけではない。本研究では、食事量の推定精度向上のために、ステレオカメラを用いて、食品の大きさなどの情報を専門家に与えるシステムについて述べる。実際の食品を撮影し量を推定する実験をおこない、食品サイズを被験者に知らせることで、推定精度が向上することを示した。

研究成果の概要（英文）：It became mandatory for us to the specific health checkup and the specific counseling guidance. There are many people who need to improve his dietary in preventing lifestyle-related diseases. The photographic dietary survey method and 24 hours recall method are often done as the dietary counseling. In the case of recall based method, ambiguity and forgetting are problem. In the case of the photographic dietary survey method, it is difficult to measure the accurate volume of food, because there are many disturbances such as occlusions, varieties of dishes. In this paper, we propose a system which measures the size of the food by stereoscopic camera for assisting the nutrition manager. In the experiments, our system could measure the several kinds of hamburger. It is known that the accuracy of estimated food volume is improved by using our system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,000,000	0	1,000,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	510,000	3,210,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：コンピュータビジョン，食事調査

## 1. 研究開始当初の背景

特定健康診査・特定保健指導の義務化によって、生活習慣の改善を必要とする国民が増大している。特定保健指導では、対象者のリスクに応じて、運動指導や食事の量やバランス

に関する指導を行い、個人に対する継続可能な改善計画を示している。しかしながら、食事に関しては、その摂取量を継続的に測ることは煩わしいものである。また現状の食事調査では、対象者の記録・記憶に基づくもので

あるため、申告量があいまいであったり主観に左右されたりする。仮に食事写真があったとしても、専門家による摂取量推定の場合には多大な労力とスキルが必要であり、相当なコストがかかる。そこで、本申請グループでは、3次元の画像を扱うコンピュータビジョン、健康科学、栄養疫学の専門家と学際的な組織を組み、「食事摂取量を、3D画像により計測し、簡便かつ定量的に推定する」ことを目的とした申請をおこなった。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、日常おこなわれる健康管理の利便性と簡便性向上のために、食事量の可視性と定量性を実現するための画像処理手法の開発と、その健康管理への貢献の有無を予備調査することにある。具体的には、近年民生機器として普及が始まった3次元カメラを用い、被験者が日々の食事をデジタルカメラで撮影するだけで、摂取した量やエネルギーを計測・推定できるものを目指した。食事画像からの食事量の推定実験を行い、専門家の推定結果との対応関係を含めた手法の妥当性の検証を目的とした。

## 3. 研究の方法

本申請課題で利用するデジタルカメラは、図1で示した筐体にレンズを2個もつステレオカメラである。このカメラで撮影された画像は、右目用と左目用の画像を同時に取得可能なものである。これらの両画像で同じ部分の対応を画像から密に求め、それらを三角測量に基づいて対象までの距離を求めるものである。以下に、個々の技術的課題をまとめる。

- ・コンピュータビジョン技術に基づく定量計



図1 ステレオカメラの例

## 測

対象の3次元計測には、レンズ間のキャリブレーション、対応点検出、対応点の奥行情報からの3次元ボリュームの復元という3つの技術課題がある。キャリブレーションについては、撮影された画像に付与されているタグ情報(焦点距離など)やキャリブレーションパターンを撮影して解析する。次の対応点検出においては、画像間の対応点対を出来るだけ多数見つけることが、次の三角測量に

基づく体積計測の精度向上のために望ましい。3次元ボリュームの復元では、対応点対が十分に検出されない部分の近似が必要である。

- ・食事画像撮影プロトコルの立案

この課題は、上の技術課題で得られる結果の精度との強い関連があるため、大切な検討項目である。食事前の画像の撮影と3次元解析、そして食後の画像を撮影し同様の解析をおこない、それらの差分を見ることでどのような状況にも対応可能であることは直感的に言える。しかしながら、画像計測における様々な誤差や料理素材の特性によっては最適な計測法が異なる事が予想される。例えば、一汁三菜に代表される和食では、汁物碗、めし茶碗、平皿、小鉢類などがあり、洋食に比べて多彩である。料理別の誤差要因を同定するために、様々な撮影形態を実験的にを行い、プロトコルの決定を目指す。

- ・ゴールドスタンダードの準備

3次元計測による食事量推定の妥当性評価するためには、ゴールドスタンダードが欠かせない。食事量は、計量器による真値測定で対応する。また、当面は、食事の際に使う器を固定し、ゴールドスタンダードとしては中京大学内に所有する3次元距離センサーでそれらを計測するものとする。

- ・システムの評価

作成した食事画像計測ソフトウェアの使いやすさや必要な機能について、現場で食事指導に携わる方と継続的に議論し、現場で利用可能なプロトタイプシステムを開発する

## 4. 研究成果

### (1) はじめに

近年、特定健康診査・特定保健指導の義務化によって、生活習慣病と診断され、食生活の改善を必要としている国民が増大している。そこで特定保健指導では、対象者のリスクに応じて運動指導や食事量のバランスに関する指導を行い、個人に対する継続可能な改善計画を示している。しかしながらこの計画が正しく実施されているかに関しては、申告者の主観に左右されたり、食事量の申告値があいまいであったりする。仮に食事写真があったとしても、専門家による摂取量の推定は多大な労力とスキルが必要であり、相当なコストが懸念される。実際、写真法による食事調査においては、その有用性が示されているが、同時に観察者間の一致性に関する問題点も指摘されている。そこで本研究では、日常行われる健康管理の利便性と簡便性向上のために、食事量の可視性と定量性を実現するための画像処理手法の開発を目的とする。具体的にはステレオカメラで食事を撮影し、対象の大きさに関する情報を管理栄養士に与えることで摂取量やエネルギーの計測・推定作

業を支援することを目指す。これにより継続的な食事調査を実現する事ができ、専門家に掛かる労力とコストの大幅な削減が見込める。さらにカメラで撮影すると食事の摂取時間が記録できるので、特定保健指導の基礎データを収集する手法としても有効である。特に、携帯電話を始め、誰もが1つはカメラを持つ時代であり、そのカメラで自己の行動発信や情報共有のための写真撮影とその公開をする人が増加している。このように、健康管理のための努力を惜しまない人と食事を記録・公開する人の増加は、「健康のための食事記録」が社会に受け入れられる事を示している。このような状況下、民生用ステレオカメラによる食事の画像撮影とそれに基づく食事摂取量の定量的な計測は、特定保健指導に限らず、自己の食事管理の目安をユーザに提供できるようになると考えられる。

## (2) 食事量推定のための食品計測

本研究では、安価なステレオカメラとして、ニンテンドー3DSを用いた。食事量を推定する管理栄養士支援のための初期的検討として、分量や外見の異なる複数の同一食品を撮影した。

実際の写真法による食事調査では、写真に写った食品に対して、標準的な食器の大きさや標準的な量を考慮しながら食事量の推定を行う。この時、他の食品や食器による隠ぺいや、食器の大きさの異なり、撮影角度の異なりによって推定される食事量がばらつく。本研究では、ステレオ画像から食品の大きさを計測し、それを管理栄養士に提示することにより、前述の食事量の推定のばらつきを少なくさせることを目的としている。そのため、あらかじめキャリブレーション済みのカメラで撮影されたステレオ画像対から、それぞれ食品の左右の端の点に対する対応点を求め、これらの間の長さを提示するプログラムを作成した。

### －ソフトウェアの機能

ステレオカメラで撮影された食事画像から食品の最大幅を取るように2点を指定し、その2点間の距離から食品のサイズを計測する画像処理プログラムの作成をした。

C# Windows フォームアプリケーションを用いて GUI(Graphical User Interface)として食事量計測を行うユーザインタフェースの作成をした(図 2)。作成するにあたり、利用者に使いやすいものを考慮しながら作成した。以下に最終的に実装した機能を説明する。

#### ・2点間の距離計測

任意の2点間の距離を計測する機能を実装した。左右の両画像のいずれかで2点をマウスで指定することで、もう一方の画像の対応点を求め、距離を表示する。

#### ・3次元形状の簡易可視化

ポイントクラウドライブラリを利用するこ

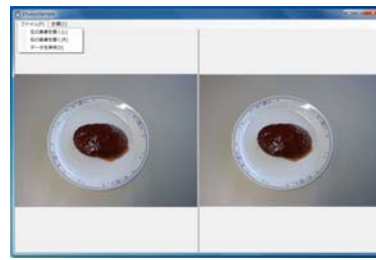


図 2 ソフトウェアの外観

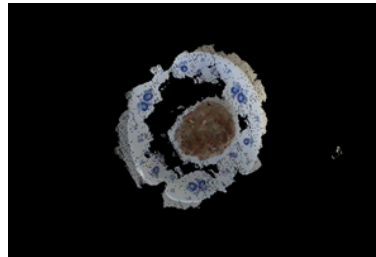


図 3 PCLによる簡易3次元表示

表 1 実験に用いたハンバーグのサイズ

	縦(cm)	横(cm)	厚さ(cm)	重量(g)
A	7	10	1.5	97
B	6	10	1.3	69
C	7	12	1.5	134
D	7	10	1.5	82
E	8	8	3	164
F	8	8	3	163

とで、対象物体の3次元形状の外観を確認することが出来る様にした(図 3)。

#### ・ボリューム計測

対象の幅や高さなどの計測値からその物体の体積を求める機能を実装した。これは、物体を外接直方体や楕円柱などに近似した時の値を提示する機能である。

### (3) 実験

#### －実験条件

実験に使用したカメラは NINTENDO 3DS であり、画像サイズは 640×480 画素、カメラ有効画素数は約 30 万画素である。このステレオカメラに対して、画像処理ライブラリ OpenCV を用いてステレオキャリブレーションを実施した。

実験で用いた食材は、一般に販売されているハンバーグ 6 種類(A~F)である。実験に先立ち、これらの最大幅、それに直交する方向の最大幅、厚み、重量を計測した。これらを、直径 17cm, 21.5cm, 26cm の 3 種類の同一図柄の皿に盛りつけて撮影をおこなった。ハンバーグのサイズを表 1 に示す。また、図 4 に実際の計測結果の例を示す。

サイズの異なるハンバーグと皿を組み合わせ、計 18 枚の画像用いて、画像からハンバーグの量の大小を認識できるかについて



の基礎的な実験をおこなった。

- 実験方法

撮影した写真 18 枚を 2 枚 1 組とし、9 パター

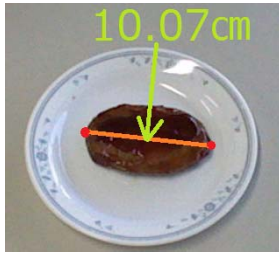


図 4 計測結果の例

ンに分ける。それぞれの写真を比較し、どちらのハンバーグの重量が大きいかを被験者に回答させた。

最初は、写真以外の情報は何も与えず、どちらのハンバーグの重量が大きいかを答えてさせる。その後、それぞれの写真のハンバーグのサイズ（横幅の最長）を教えた上で、もう一度回答させた。ただし、皿に関しては、さまざまなサイズを使用していることのみを伝えた。今回は被験者 8 名、いずれも食品衛生についての知識がない者であった。

- 実験結果

被験者 8 名の正解数は、サイズを教える前が 72 問中 49 問で、教えた後が 48 問正解であった。その中でも、より特徴の現れた事例について示す。

(ハンバーグ A) と、(ハンバーグ D) を比較したところ、高い正答率であった。これらは同じサイズの皿を使っているため皿のサイズによる影響はなく、横幅からハンバーグのサイズを推定しやすかったと思われる。また、両ハンバーグは厚さが同等であり、その影響も少なかったことが理由としてあげられる。(ハンバーグ F) と、(ハンバーグ C) を提示したところ、正解できた者はいなかった。その理由は、皿とハンバーグの相対的な大きさの違いによるものと考えられる。実際にハンバーグ F の方が重量は大きいのだが、横幅はハンバーグ C の方が大きく、かつ、ハンバーグと皿の間に隙間がないため、C の方が大きく感じたと考えられる。

(4) 考察

実験結果から分かったことを、以下に記す。

- ・撮影する距離や、角度によって、同じハンバーグでも見え方に大きな違いが出る
- ・横幅だけでは対象の大きさを推定するための情報として十分でなく、厚みなどの情報も必要である
- ・食品の乗った皿の余白部分が判断に大きく影響を与える
- ・比較する 2 つのハンバーグの厚みが判断できる場合、サイズを教えてからの正答率が上

昇した

- ・対象の横幅だけでは、体積や重量までは分からず、個人の事前知識による判断がなされる

これ以外にも、写真の撮り方によっては、食品の高さや奥行きが分かり辛いという意見があった。真上から写真を撮影するよりは、斜めから撮影し、食材の立体感を視覚で感じられるようにする必要があると考えられる。その他に、ハンバーグのサイズを判定しやすい様に、基準となる物を、一緒に撮影することで推定精度が高くなると考えられる。

以上の考察は、日頃食品衛生を学んでいない者による実験結果に基づくものであり、より専門的な被験者による実験が必要である。

(5) まとめ

管理栄養士がおこなう写真法に基づく接種栄養量推定を支援するために、ステレオ画像を用いた食材サイズの計測と、そのデータが人の判断に与える影響を検討した。民生用ステレオカメラを用いて食品のサイズが計測できることを示し、実際に 6 種類のハンバーグと 3 種類のサイズの皿の組み合わせで撮影を行い、計測結果の有無が食品の大きさ推定に与える影響を調べる実験をおこなった。実験結果より、食品のサイズだけでなく、厚みを知ることが重要である事と、食器との相対的な大きさが人の判断に影響するということが確認された。食事指導や管理栄養に関連する者による評価において、プロトタイプシステムの機能やインターフェースは概ね好評であったが、おおよその位置を指定することで対象の食材を自動認識して計測ができるようにするなど、入力の手間を省くことに関する希望があった。

今後の課題として、食品サイズ計測をより簡単にするためのユーザインターフェースの作成などが考えられる。なお、本研究プロジェクトは継続的に実施することとなり、実際の食事調査における利用などについて検討を進めている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ①今枝 奈保美, 食事摂取量の把握方法と結果の活用, 日本スポーツ栄養研究会誌, 6, 10-17, 2012[査読有]

[学会発表] (計 9 件)

- ①山田 健太, 目加田 慶人, 今枝 奈保美, 種田 行男, 写真法食事調査支援のための食品サイズ計測, HCG シンポジウム 2011, pp. 294-297, 2011. 12. 9 (高松)

②目加田慶人, 今枝奈保美, 種田行男, 写真  
法食事調査支援のための画像処理システム  
開発, 栄養学雑誌, 70 号, 198, 2012.9.12-14  
(名古屋)

③Imaeda N, Kuriki K, Fujiwara N, Usual  
dietary intakes of selected trace elements  
(Zn, Cu, Mn, I, Se, Cr, Mo) and biotin by  
weighed dietary records in middle-aged  
Japanese dietitians, 栄養学雑誌, 70 号,  
391, 2012.9.12-14 (名古屋)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

目加田 慶人 (MEKADA YOSHITO)  
中京大学・情報理工学部・教授  
研究者番号：00282377

### (2) 研究分担者

種田 行男 (OIDA YUKIO)  
中京大学・情報理工学部・教授  
研究者番号：30185178  
今枝 奈保美 (IMAEDA NAHOMI)  
名古屋女子大学・家政学部・准教授  
研究者番号：80387662

### (3) 連携研究者

なし