

カメラ付きケータイを用いた ご飯の量の自動推定について*

鈴木 伸幸

Nobuyuki SUZUKI

名古屋文理大学 情報文化学部 情報文化学科 はせがわ研究室
HASEGAWA Laboratory, Department of Information Culture, Nagoya Bunri University

平成17年03月02日 提出

要旨

現在日本人のほとんどがケータイを所有していて、高性能な機種が世の中には多く出回っている。その中のほとんどのケータイにはデジタルカメラが内蔵されており、市販のデジタルカメラと同じくらいの性能をもつものもある。一方、日常の栄養管理・食事管理を必要とする人が増えている。そこで今回は、ケータイで撮影した「ご飯」から「ご飯の量」自動推定し、摂取カロリーが誰でも分かるようにすることを目指して、実験を行った。

ケータイカメラで量の違うご飯画像50枚を撮影し、JAVA言語で作成した「ご飯の量自動推定アルゴリズム」でパソコン上で画像処理・画像計測をおこなって、ご飯の量を推定した。また同じご飯画像50枚の中からランダムに選んだ32枚を被験者に見てもらい、ご飯の量が推定してもらったアンケートを行った。今回の被験者は、熟練の管理栄養士1名と管理栄養士を目指す大学3年生3名である。被験者のアンケート結果から、熟練の管理栄養士は、画像からかなり正確にご飯の量を推定できたが、学生には、正確な推定は難しいことが分かった。また、アンケート結果と「ご飯の量自動推定アルゴリズム」を比べた結果、自動推定の方が実際のご飯量を正確に推定することができた。今回の本研究はケータイカメラに注目して撮影した写真画像のデータに処理を施すことによって、目で見るだけでは読み取れない情報を引き出し、そこから将来画像メールなどからも人の栄養管理が遠隔から出来ることが考えられる。

1. はじめに

現在、日本人のほとんどがケータイを所有しており、その中の多くの機種にデジタルカ

メラが内蔵されていると思われる。ケータイの内蔵カメラには市販の専用デジタルカメラに匹敵する高い性能を持つものも少なくない。

*本稿は、平成18年3月8日ケータイ・カーナビの利用性と人間工学シンポジウム（名古屋大学）において鈴木伸幸、三宅絵梨、奥村万寿美、照井眞紀子、長谷川聡の共同研究として鈴木が口頭発表した内容の改変・再録である。

さらにケータイに内蔵されることによって、いつでもどこでも撮影でき、メールに添付したり、ケータイのアプリケーションでその場で画像処理したりといったことも容易に行えるようになってきた。広く一般に普及した、画像データを扱えるモバイル端末としてカメラ付きケータイの応用の可能性は大きい。一方、今日、高齢化社会の到来、生活習慣病の増加などにより、健康増進・健康管理・疾病予防・食事療法の必要な患者の食事管理・成長期の児童の食育などのために、日々の食事の内容や量を正確に把握し、栄養バランスや摂取カロリーの情報を得る必要性が増大している。



図1 食事写真の例

また、図1に例を示すような食事の写真から、食事内容を推定し栄養素の種類や摂取エネルギー量を把握する食事調査法は、「写真法」と呼ばれ、その妥当性と十分な実用性が報告されている[1]。以上から、カメラ付きケータイを使って、いつでもどこでも、食事をするたびに、その写真を撮ることによって食事管理ができるシステムが実用化すれば、健康管理や食事療法のための妥当かつ有用なツールとなると考えられる[2]-[5]。食事調査としては、食事の内容(メニュー・材料・栄養素)の把握、摂取した量(栄養素ごとの量・摂取カロリー)の把握、の2点が重要である。特に、後者に関しては、食事の中でも、主食であり、食事全体のエネルギー量を大きく左右する「ご飯」の量が重要であり、例えば、管理栄養士の養成教育などでは、図2のような教材(目盛り付きの茶碗)

を使って、茶碗に盛られたご飯の量を目測で把握できるようにする訓練も行われている。

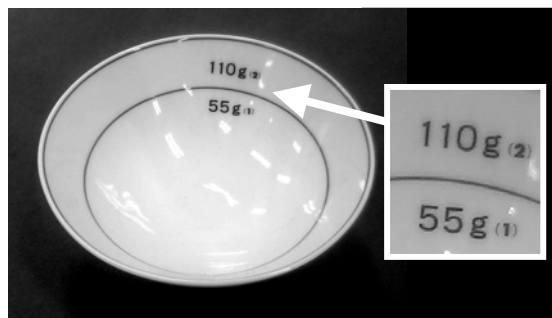


図2 ご飯の量の目測技術を学ぶ教材

本研究は、ケータイの内蔵カメラで撮影した画像をもとにしてご飯の量を自動推定することを目指している。本稿では、今回行ったご飯の量の推定方法を紹介し、開発したシステムによって自動推定した結果を、ベテランの管理栄養士によるご飯の量の推定や、管理栄養士を目指す学生による推定の結果と比較することで、自動推定システムを評価する

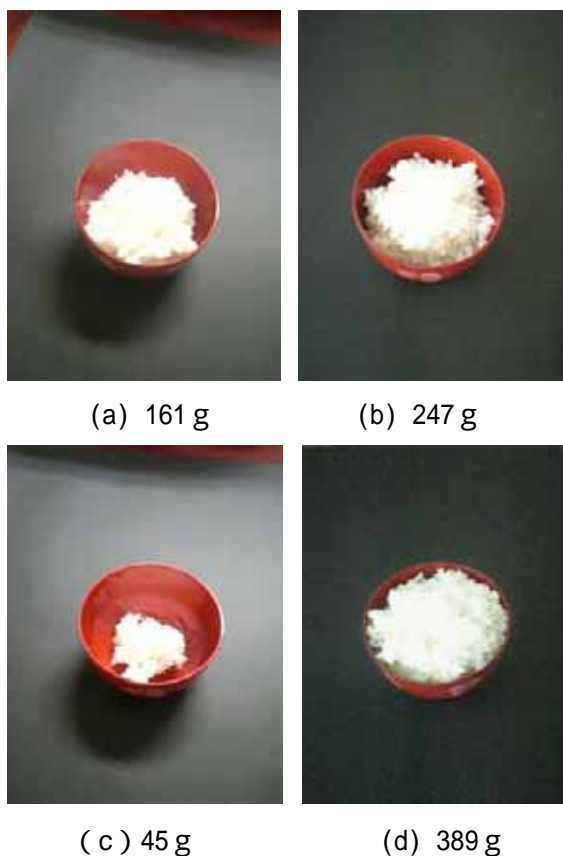


図3 実験に用いたご飯画像の例

とともに、学生が利用することによる管理栄養士養成のための教育効果についても考察する。



図4 実験の様子

2. ご飯画像の撮影と実験の準備

ケータイで撮影した食事写真画像のデータに画像処理を施すことによって、ご飯の量を自動推定した。図3に例を示すようなサンプル画像を用意するために、図4に示すように、同じ器でご飯の量を変えながらケータイのカメラで同じ距離から撮影し、ご飯の量も計測した。使用したケータイはSHARP SH901iSで、有効画素数316万画素（記録画素数315万画素）のCCDカメラが搭載されている。本実験では、撮影画素数を、 240×320 （約7万画素）とした。これは、ケータイの待ち受け画面でよく使われ、ケータイメールに添付する時に使われる解像度を考慮した結果である。

この撮影により、図3のような画像を

50通り用意した。これらの画像は、次の2つの実験に利用した。デジタル画像解析によってご飯の量の自動推定を行う。画像をプリントアウトしたものを見せて、熟練の管理栄養士と学生にそれぞれご飯の量を推定してもらった。これらについて順に説明する。

3. ご飯の量の自動推定

図5は、JAVA言語で作られパソコン上で実行できる「ご飯の量自動推定システム」の実行例である。写真画像から色をキーにしてご飯領域を抽出し、その領域の面積・水平最大径・垂直最大径を自動計測できる。ただし、現状では、写真の明るさにあわせて抽出領域の色の明るさの閾値や画面上の抽出領域の位置を、画像ごとに適切に設定する必要がある。また、画像計測の値(dot)は、器の直径の計測値 140.8 ± 6.6 (dot) ($n=5$) と実測値 12.2 (cm) により換算した。これにより、以下の値が計測できた。

S : ご飯の面積 (cm^2)

a : ご飯の横方向の半径 (cm)

b : ご飯の縦方向の半径 (cm)

次に、計測した S, a, b の値から、ご飯の量 W (g) を推定する方法を、以下の式(1)の

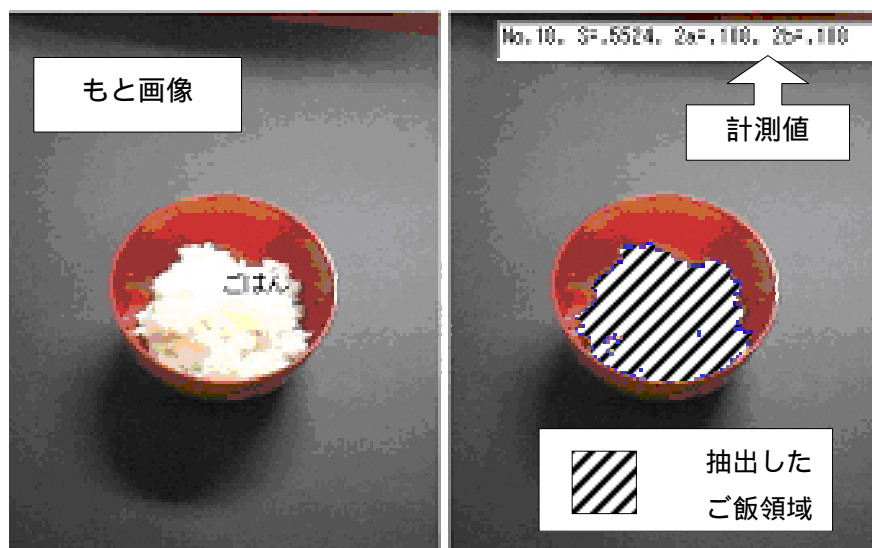


図5 ご飯画像のデジタル解析

ように考えた。

$$W = \alpha \left(\frac{a}{b} S\right)^{\frac{3}{2}} + \beta \quad \dots (1)$$

ただし、 α 、 β は定数。

式(1)の右辺の $(a/b)S$ は、斜め上から撮ったご飯の面積 S を、上方から見た場合の値に補正したものである。ご飯の体積はその $3/2$ 乗に比例すると考えられる(比例定数をとる)が、器の形状やご飯の量によって、盛られたご飯の形状が異なるため、状況が変われば α の値が変わりうる。また、写真上のご飯領域の面積とは無関係な定数項 β がありうる。

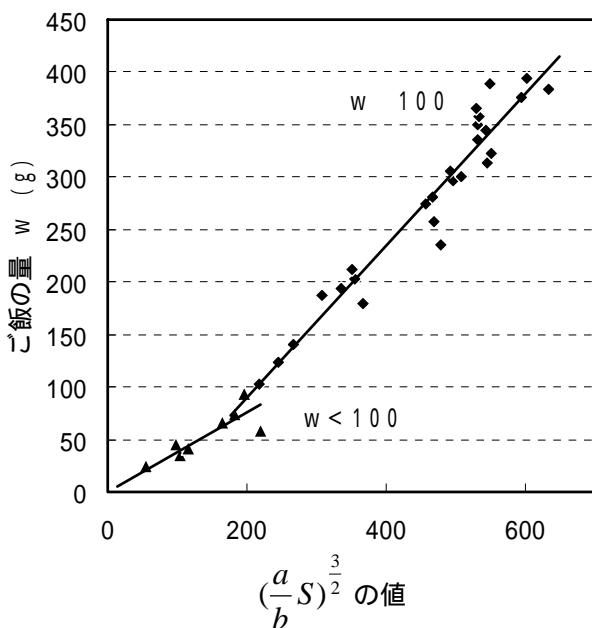


図6 画像計測の値とご飯の量の関係

図6は、実際に34枚のご飯画像を自動解析した値と、実際のご飯の量 w (g)との関係を表す散布図である。 $w = 100$ の領域では式(1)のような直線を、 $w < 100$ では式(1)で $\beta = 0$ とした直線を、それぞれ最小二乗法によって当てはめた。およそ、 $w = 100$ は、実験に用いた器において、少ないご飯($w < 100$)が器の底面内にある状況(図3c参照)と、ご飯($w = 100$)が底面いっぱいになり

上方に盛り上げられる状況(図3a,b,d)との境界にあたる。図7に器の側面とご飯形状のおよその境界を示す。



図7 実験に使った器とご飯の形の境界

図6の当てはめにより式(1)の α 、 β を決定し、その結果を利用して、画像計測の結果からご飯の量を推定した。図8は、当てはめに用いた34点をそのまま推定結果 W (g)に換算した値と、正解のご飯の量 w (g)との関係を示している。

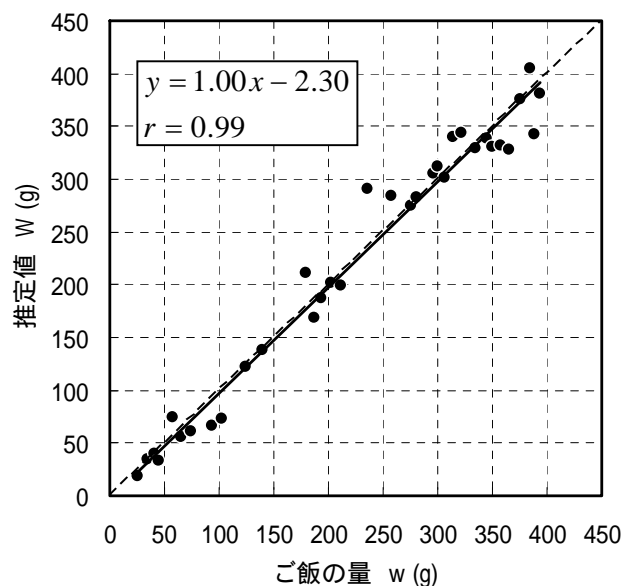


図8 自動推定によるご飯の量の推定値と実測値の関係

図8のグラフの対角線(破線)は等価直線、実線は回帰直線で、回帰式は図中に記すとおりであった。相関係数 r も図中に記すとおり高い値であった。このように推定値は正解と高い一致を示しており、自動画像計測による

ご飯の量の推定が可能であり、本方法が妥当であることを強く示唆している。今回は、計測結果を詳細に検討してご飯の量推定のアルゴリズムを検討するために図6のように多くの計測値を用いたが、今後、実用化のためには、少ない計測値でキャリブレーションし量が未知の画像を解析する場合の推定誤差について検討しておく必要がある。

4. ご飯の量推定アンケート

ケータイで撮影したご飯画像(図3)を、今度は、紙にプリントアウトして被験者に見てもらい、ご飯の量を推定してもらうアンケートを行った。被験者は、熟練の管理栄養士1人と管理栄養士を目指して勉強をしている学生(名古屋文理大学健康生活学部健康栄養学科3年生)3人である。被験者にご飯の画像(図3)32枚と実物の器(図7)を見てもらい、それぞれご飯の量を推定して回答してもらった。その結果は、図9・10に示す。

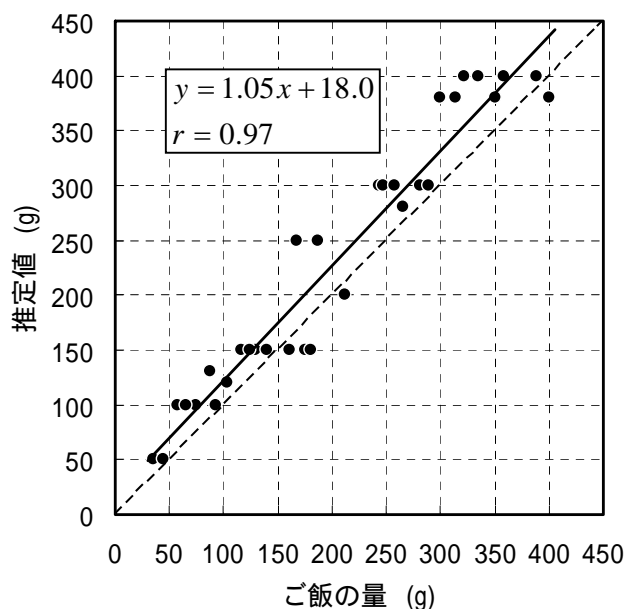


図9 管理栄養士によるご飯の量の推定結果

熟練の管理栄養士は、画像を見ただけでかなり正確にご飯の量を推定した(図9)が、学生(図10)は、推定値が重すぎたり(学

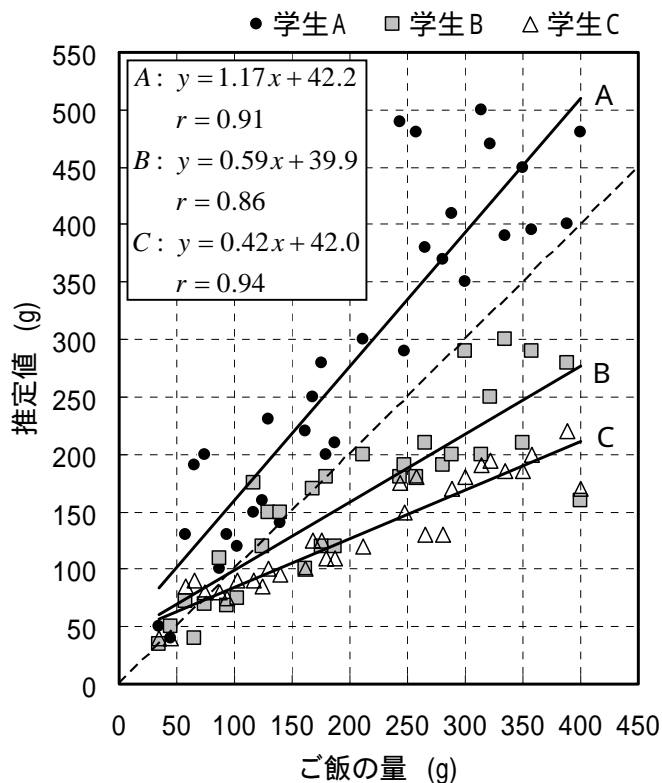


図10 学生によるご飯の量の推定結果

生A) 軽すぎたり(学生B・C) 正確に推定できていない。管理栄養士の育成のためには、画像を見てご飯の量を推定する訓練が有効ではないかと思われる。また、自動計測システムの結果(図8)は、熟練の管理栄養士(図9)に匹敵する。このシステムが実用化すれば、これまで熟練管理栄養士が行っていたご飯の量の推定が自動化できると考えられる。

5. おわりに

ケータイのカメラで撮ったご飯の画像から、画像解析によって正確にご飯の量を推定することができた。ただし、現状では、ご飯領域の抽出に器の色との差を利用しているため、カレーライスや混ぜご飯など白いご飯が直接写っていない場合や、器が白い場合にはご飯領域の抽出が困難である。また、器の形がちがえば、ご飯の量の算出のために個別にキャリブレーションが必要である。これらは、ご

飯の量の全自動推定システムの実現のための今後の課題である。

また、今後は、ご飯だけでなくさまざまな料理について、画像から量と成分をどれだけ推定でき、自動化できるのか追求していきたい。

謝辞

本研究の実施にあたって、画像解析システムのプログラミングのご指導をいただいた名古屋文理大学情報文化学部の小橋一秀先生、ならびに、食事指導における写真法の有用性についてご教示いただいた名古屋文理大学健康生活学部の江上いすず先生に感謝の意を表します。また、本研究のさきがけとなった研究を推進された名古屋文理大学情報文化学部はせがわ研究室 2004 年度卒業生の小川祐介先輩に謝意を表します。

参考文献

- [1]鈴木，宮内，服部，江上，若井，玉腰，安藤，中山，大野，川村: 写真法による食事調査の観察者間の一致性および妥当性の検討，日本公衆衛生雑誌，第 49 巻，8 号，pp.749-758, (2002)
- [2] T. Tsuji, M. Yokota, M. Okumura, S. Hasegawa, T. Yoshida: nutrition management system using mobile phones with built-in cameras, CD-ROM, Proc. International Conference on Gerontechnology, PO-15, (2005).
- [3]長谷川，吉田，横田，奥村，照井: カメラつきケータイによる御飯の量の推定と栄養指導，日本人間工学会モバイル人間工学研究部会，モバイル研究会報告集, Vol.2, pp.27-32, (2005)
- [4]吉田，奥村，照井，横田，長谷川: カメラ付きケータイを用いた栄養教育システムの開発，ケータイ・カーナビの利用性と人間工学シンポジウム 2006, pp.31-36, 日本

人間工学会モバイル人間工学研究部会，(2006)

- [5]長谷川，吉田，横田，奥村，照井： 管理栄養士教育へのモバイル栄養指導システムの応用 カメラ付き携帯電話による食事の量と栄養の管理 ，情報処理学会研究報告，2006-CE83，pp.41-46, (2006)