

## 論文内容の要旨

博士論文題目    Ubiquitous Systems for Counting Intake and Burn out Calories  
(カロリーの摂取と消費を計測するためのユビキタスシステムに関する研究)

氏    名            Akpa Akpro Elder Hippocrate

According to the latest statistics of the World Health Organization, nearly 39% of the world adults aged 18 years and over were overweight in 2016, and 13% were obese. In recent years, almost half of the global adults have attempted to control their weight in order to maintain a fit weight or to lose weight. To reach that goal, the most common methods are physical exercises and intake calorie restrictions. Weight loss occurs when the energy of food intake is less than energy expenditure. Therefore, to successfully manage body weight, it is necessary to accurately estimate both the amount of calorie expended through exercise and the calorie obtained from meals. In other words, for one's to control his/her body weight, it would be important to measure the intake food calorie and adjust it to the amount of expended calorie. However, previous studies have showed that in general people tend to underestimate calorie from food and overestimate exercise calorie expenditure. The recent technology progress in the area of ubiquitous systems and wearable devices are perceived by the research community as an opportunity to monitor and measure food intake beyond clinical boundaries, as well as an opportunity to track and assess physical exercises. In this dissertation, we investigate two ubiquitous systems that can be used separately or together to assess calorie intake and calorie expenditure. The first system, which is an image-based system, estimates the weight and the calorie amount of a food from a single picture of the food by using ordinary eating-chopsticks as a measurement reference. This system requires the user to take only a single picture of his/her food, from the top with the chopsticks in the picture. The second system recognizes and counts physical exercises via a smart-glove. This system integrates 16 force sensitive resistor (FSR) sensors into wearable fitness gloves to assess physical exercises, by analyzing the time series of the pressure distribution in the hand palms of the user observed during workout sessions. To assess the performances of our proposed systems, we ran two separated experiments of different types. For the food calorie estimation system, the experiment was run over 15 food types and the system achieved an average relative error rate of 6.65% for the weight measurement and 6.70% relative error for the calorie estimation. The results of the experimental trial on the smart-glove system conducted with 10 participants over 10 common fitness exercises showed 88.90% of F-score for overall activity recognition. For the exercise repetition count, the system achieved an average counting error of 9.85%, with a standard deviation of 1.38.

氏 名	Akpa Akpro Elder Hippocrate
-----	--------------------------------

(論文審査結果の要旨)

近年、肥満による生活習慣病罹患患者およびその予備軍は世界中で増加しており、成人の約半数が体重削減のための努力をしていることが報告されている。この目的のため、運動および食事量のコントロールが主な手段としてとられている。しかし、運動で消費されるカロリーと食事によって摂取されるカロリーのバランスが崩れると、体重増加や減少が発生し、健康を維持できない。本研究は、この問題を解決するために、運動によるカロリー消費と食事によるカロリー摂取を容易かつ正確に把握するためのユビキタスシステムを提案している。本研究の学術的貢献は以下のとおりである。

- (1) スマートフォンのカメラで食事の写真を1枚撮影するだけで、食事の量およびカロリーを推定するシステムを開発し、15種類の食事種類に対し、平均6.7%の誤差でカロリーを推定できることを確認した。
- (2) 運動の種類および回数を自動で計測可能にするスマートグローブシステムを開発し、10種類の運動を88.9%のF値で識別するとともに、9.8%の誤差で回数をカウントできることを確認した。

食事量や運動量の推定手法に関する研究は多くなされているが、ユーザが手軽に使用でき、かつシステム構築・運用コストが低い提案手法のような方法についてはあまり例がなく、本研究は、カロリー摂取・消費の把握を通じた体重コントロール、ひいては、生活習慣病の予防に向けたユビキタスシステムとして、大きな貢献があると評価する。

以上より、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。