

# 音を用いた農作物の鮮度計測 —VEGFR: 新鮮な野菜を全ての方に—

## 1. 背景

近年、農作物の輸出入の自由化の流れの中で、日本の農産物の衰退が懸念されている。海外の安価な農作物に対抗するには、その鮮度で競うことが最良な方法の一つである。輸入品は国産の農作物に比べ消費者の手に届くまでの時間がより多くかかるため、それに伴い鮮度も低下する。栄養価と鮮度は農作物の品質を測る重要な要素である。現在、近赤外線を利用した、農作物の『栄養成分の含有量』を計測する手段は多く存在する。しかし、農作物の『鮮度』を計測する技術の開発は進んでいない。

## 2. 目的

本プロジェクトでは、音プローブに注目した農作物の鮮度可視化システム「VEGFR」を開発する。本システムは小型のマイクロフォンとスピーカーを使用し、機械学習を用いて鮮度の識別を行う。具体的には、スピーカーからスイープ音を出力し、それを野菜や果物に当て、その反射音や透過音を収集する。収集されたデータから特徴量を抽出し、それに対して機械学習を用いることで農作物の鮮度を計測する。本システムは音という非常に身近で手軽なものを利用しているため、消費者が家庭で手軽に農作物の鮮度計測が可能となる。

## 3. 開発の内容

本システムは、反射音の取得・解析・推定結果表示の 3 つの機能で構成されている(図 1)。

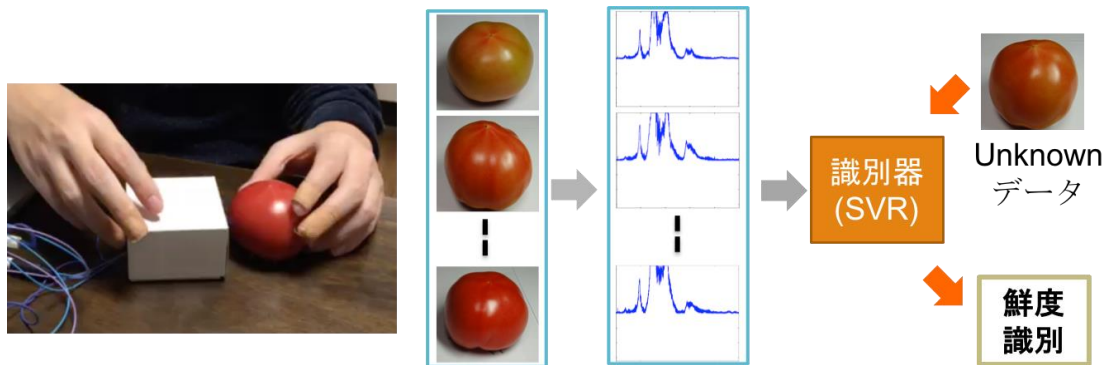


図 1 農作物の鮮度可視化の流れ

### ① 反射音の取得

本システムは音プローブの反射音を利用して機械学習により鮮度情報を解析している。そのため、音プローブの出力を行うためのスピーカーと反射音を集音するためのマイクロフォンが必要である。そこで、本プロジェクトではスピーカーとマイクが一体化になったデバイスを開発した(図 2)。スピーカーには市販で販売されているイヤホンを、マイクにはスマートフォンなどでよく利用されている小型のシリコンマイクを利用している。このデバイスのスピーカー部分に鮮度を測りたい農作物に軽く当て、1秒間の線形スイープ音を出力し、反射音を取得する(図 3)。

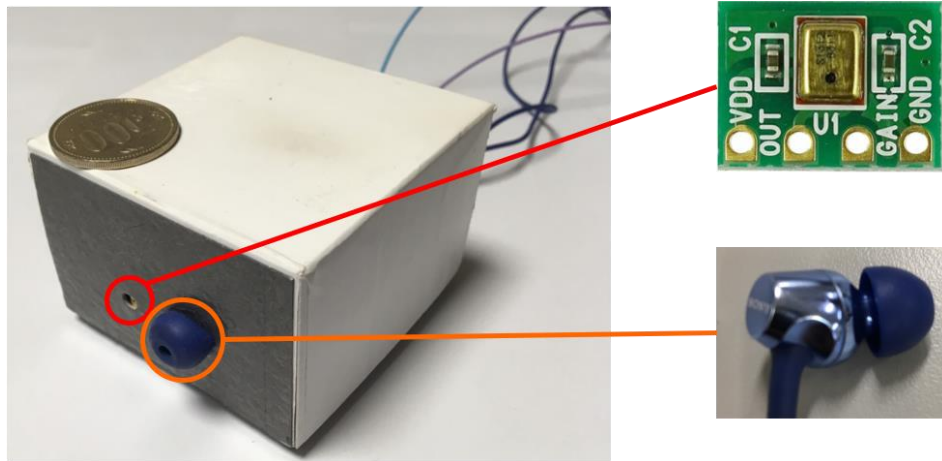


図 2 測定に使用するデバイス

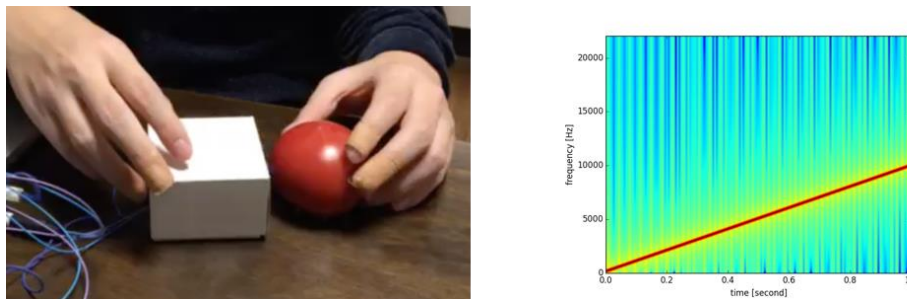


図 3 反射音の測定風景と使用したプローブ音

## ② 解析

本プロジェクトでは取得した反射音から特徴ベクトルを生成し、機械学習を用いて農作物の鮮度を推定する。特徴ベクトルの生成方法は、取得した反射音からスイープ音が鳴っている部分の信号をテンプレートマッチングによってクリッピングする。そしてその信号を高速フーリエ変換(FFT)にかけ、パワースペクトルを生成する。ここに農作物ごとのフィルターを畳み込み、新たな特徴ベクトルを生成する。農作物ごとのフィルターは学習用データに使用している特徴量から導き出した、ピーク周波数部分の特徴量を強調し、不必要な特徴量を低減させるようなものになっている。

これによって得られた特徴量をサポートベクター回帰(SVR)であらかじめ学習してある識別器にかけることで、推定貯蔵日数と推定硬度を出力する。

## ③ 推定結果出力

②の解析結果をもとに、Webアプリケーション経由で鮮度推定結果を出力する(図4)。出力画面は2画面表示になっており、左側に鮮度情報、右側に料理の提案がされている。図4の左側は鮮度情報を示している。一番の上のトマトの絵は色合いでトマトの硬さを表している。緑色に近づくにつれて硬い、赤色に近づくにつれて柔らかい、というように表現している。トラックのアイコンの部分は、トラックの位置によって鮮度情報を表している。トラックが左であればあるほど鮮度が良く、右に行くにつれて鮮度が悪くなる。これら2つは直感的に鮮度情報を理解できるようにするためのものである。これらを表

現するための様々なパラメーターを、その下側に示している。具体的には、熟れ具合・硬さ・推定残り貯蔵日数である。熟れ具合は0%～100%までで表現されており、0%がとれたての農作物を表している。硬さのパラメーターは、かため・ふつう・やわらかめ、の3値で表現している。最後に推定残り貯蔵日数だが、測定した農作物を冷蔵庫で保存した場合あと何日程度持つかを示している。図4の右側は、左側の鮮度情報や硬さ情報だけでは消費者がどのようにそのトマトを食べれば良いのかが分かりづらいため、熟れ具合と硬度情報からその農作物の最適な食べ方を、クックパッドのレシピ検索結果を用いることで提案している。これにより消費者は、最適なレシピを簡単に選択することが可能になる。

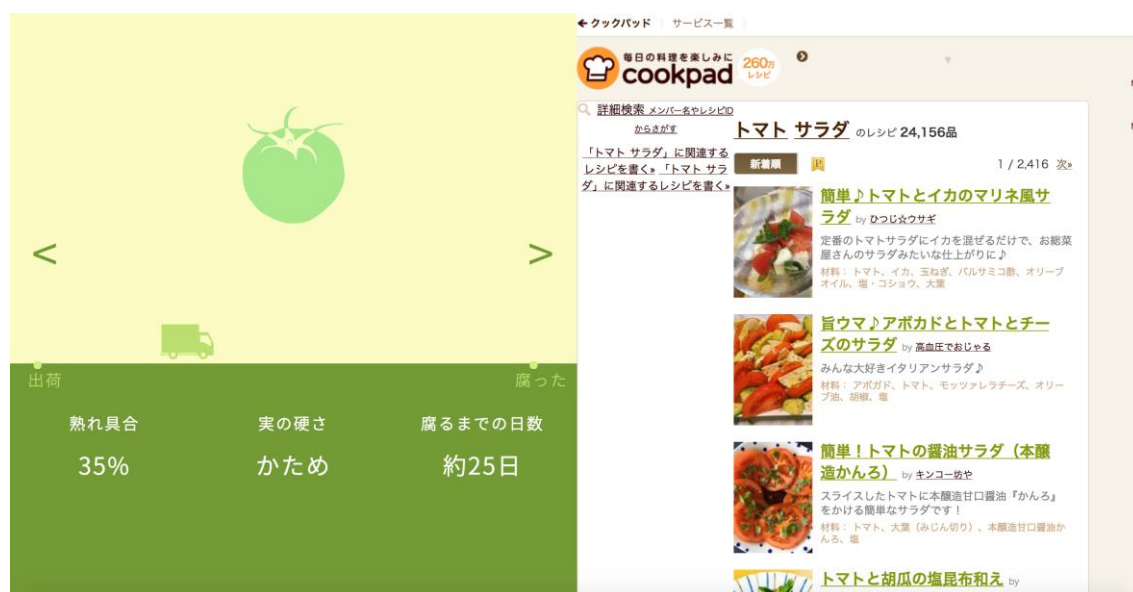


図4 鮮度推定結果の出力画面

#### 4. 従来の技術(または機能)との相違

農作物の鮮度や硬度の推定は重要な課題であり、実際、農作物の状態を測定する様々な装置が研究開発され、そのいくつかは実用化されている。これらは大まかに、機械的測定、光学的測定、電気化学的測定の3つに分類される。機械的測定は、対象農作物に物理的に接触し測定を行うため、対象農作物を侵襲してしまう。光学的測定法は、対象農作物に近赤外を当て反射光のスペクトル分布を利用するものであり、特殊な計測器を必要とする。電気化学的測定は、農作物から放出されるガス量を用いてその状態を推定する手法であり、この手法も大掛かりな特殊機器を必要とする。このように既存の計測法は専用の機器を必要とするため、消費者が手軽に利用することは困難である。そこで本プロジェクトでは、音という非常に身近で手軽なものを利用し、消費者が手軽に非侵襲で利用可能な農作物の鮮度推定手法の提案と鮮度情報を表示するアプリケーションの開発を行った。

#### 5. 期待される効果

本システムによって、消費者は鮮度情報を手軽に知ることができるようになる。これにより消費者は農作物に対する目が肥えることが予想される。その結果、農業従事者も販売業社もより良いものを作り、販売しようという意識が高くなると考えられる。これにより、農業業

界全体が相乗効果で活性化し、発展していくことが期待される。

さらに本システムでは、消費者の農作物の鮮度に対する間違った知識を変えることも可能である。一般的によく言われている「腐りかけの物の方が美味しい」や「柔らかいものの方が熟している」などは全ての農作物に当てはまるわけではない。このような間違った知識を変えることで、より良い農作物を選択できるようになり、果物野菜嫌いの改善につながることを期待される。

## 6. 普及(または活用)の見通し

現在、本システムを10人程度のテストユーザに使用してもらっているが、対応している農作物はまだ少ないため、利用の幅が限られてしまっている。そこで今後、対応農作物を増やしていく必要がある。また、本システムは音信号を利用した測定のため、スマートフォンに移植することが今後の展望として挙げられる。今後も開発を続け、スマートフォンで手軽に鮮度測定ができるようにし、一般公開を目指していく。

## 7. クリエータ名(所属)

片岡 秀公(立命館大学情報理工学部)

(参考)関連 URL

VEGFR: <http://ec2-13-112-46-205.ap-northeast-1.compute.amazonaws.com/>