

チューリップの撮影画像による病気判定

機械システム課 金森直希 生活工学研究所 上野 実

1. 緒言

チューリップ球根は、数十年来、富山県における花 卉類の主な生産物であるが、海外産の安価な球根が日本市場の大部分を占めるようになり、県産球根の出荷球数および県内の生産者数は減少傾向にある。富山県および県内の生産農家等は、県産チューリップ球根の競争力を高めるべく、新品種^①の開発等による県産品種の高付加価値化および生産・管理技術の低コスト化・低労力化に取り組んでいる。チューリップは、富山県の県花でもある。

本研究は、チューリップ球根の現行の生産・管理工程のうち、すべてを人手に頼っている工程である「高頻度の病株抜き取り」の機械化を目指し、その第一歩として、栽培中の一つの品種のチューリップを撮影したカメラ画像から、その株が対象の病気であるか否かの判定を下すアルゴリズムを試作した。

2. 対象とするチューリップの病気および品種

条斑病および微斑モザイク病は、土を媒介して周囲に伝染する性質があり、栽培中の球根を損失するだけでなく、土も10年以上チューリップ栽培には適さなくなるとされている^②。国内において球根生産用のチューリップは、露地で密集栽培されていることが多く、一度感染が発生すると長期間に渡って多大な影響を及ぼす。そこで、これらのウイルス感染による外観の変化を、カメラ画像からできるだけ早期に発見することを目指す。感染後に現れる外観の変化は、品種により異なるため、研究の第一歩として、一つの品種に現れる画像上の変化を本研究の対象とした。対象の品種は、富山県の登録品種であり生産数の非常に多い「黄小町」とした。

3. 判別アルゴリズムの試作・評価

3.1 概要

栽培中のチューリップを市販のデジタルカメラを用いて比較的大雑把に撮影した画像から判別を行うことを想定した。したがって、撮影画像には、(1)株に直射日光が当たったり影が落ちたりすることがある、(2)撮影状況に応じてカメラが自動的にホワイトバランスや明るさなどを変更することがある、等の大きな変動要因がある。画像上に現れる各々のウイルス病に特有の特徴量を上手く抽出するために深層学習を用い、その特徴量を用いて2クラス判別器を学習させ、判別結果を評価した。

3.2 画像データベースの作成

栽培中のチューリップをデジタルコンパクトカメラ FUJIFILM XQ2 で撮影した4,000×3,000ピクセルのJPEG画像を414枚用意し、すべての画像に対して、ウイルス同定した結果をラベルとして付けた。すなわち、チューリップ条斑病および微斑モザイク病に感染しているか否かが既知の画像群を用意した。表1は、各ウイルス病の画像枚数を示す。図1～図3は、それぞれ、健全な株、微斑モザイク病の株、および条斑病の株のカメラ画像の例を示す。

Table 1 Number of images of each virus disease

	感染	未感染
微斑モザイク病	313	101
条斑病	29	385

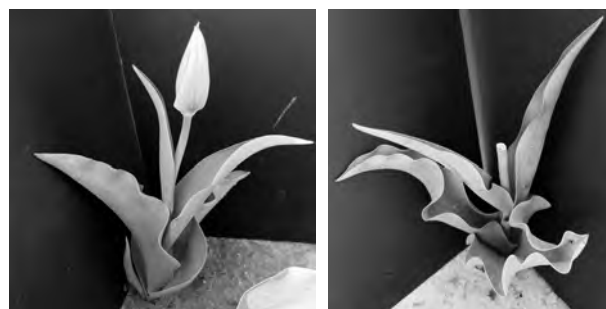


Fig. 1 Examples of healthy plants



Fig. 2 Examples of tulip infected mild mottle mosaic virus

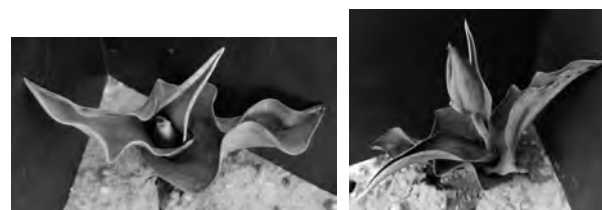


Fig. 3 Examples of tulip infected with streak virus

3.3 特徴量の抽出および判別器の作成

前節で作成した画像データベースから 70%を無作為抽出したものを教師用データセットとし、残りの 30%を判別器の評価用データセットとした。

妥当と考えられる特徴量を迅速に抽出するために、事前学習済の畳み込みニューラルネットワークである AlexNet³⁾を利用した。まず、予め用意しておいた教師用データセットを AlexNet へ入力して学習させた。次に、AlexNet の fc7 層の出力を特徴量とみなし、この特徴量が画像のラベルと合致するように SVM (サポートベクターマシン) 判別器を学習させた。判別器の性能評価は、(1)評価用データを AlexNet へ入力し、(2)fc7 層の出力を判別器へ入力し、(3)判別器の出力(「罹患」または「健全」)を確認することによって行った。

3.3 判別結果

表 2 は、試作アルゴリズムによる判別結果を示す。微斑モザイク病については、感染株の 84.3%が正しく判定され、未感染株については約半数が正しく判定された(約半数の株が、実際には感染していないのに感染している

Table 2 Performance of prototype classifiers
(a) Mild mottle mosaic virus

		判別器の出力	
		罹患	健全
ウイルス 同定結果	感染	84.3 %	15.7 %
	未感染	56.4 %	43.6 %

(b) Streak virus

		判別器の出力	
		罹患	健全
ウイルス 同定結果	感染	55.6 %	44.4 %
	未感染	2.6 %	97.4 %

キーワード：チューリップ、カメラ画像、深層学習、条斑病、微斑モザイク病、判別器

Disease Judgment of Tulip Based on Camera Image

Mechanical System Section; Naoki KANAMORI and Human Life Technology Research Institute; Minoru UENO

The tulip which is a prefectural flower in Toyama prefecture is the main flower product in the prefecture. In the cultivation of tulip bulbs, it is extremely important to quickly find and eliminate diseased strains. An algorithm was developed to discriminate whether two major viruses are infected or not by using the camera image of the tulip being cultivated. The algorithm consisted of a feature extraction part using depth learning and a classifier part called a support vector machine. As a result of examining the performance of the classifier, some discrimination performance was obtained. But, the variation in discrimination performance became very large since the number of image data sets for learning classifiers was very small.

と判定された)。チューリップ条斑病については、感染株の約半数が誤判定され(約半数の株が、実際には感染しているのに感染していないと判定され)、未感染株のほぼすべてが健全であると判定された。

教師用データおよび評価用データを無作為に抽出しなおして、特徴量の抽出および判別器の学習を実施することを 100 回繰り返した。その結果、条斑病の感染株の判定結果が約 45%の範囲で変動すること、および微斑モザイク病の未感染株の判定結果が約 17%の範囲で変動することがわかった。これらは、対象の画像データが非常に少ないことが原因であると考えられる。すなわち、少ない教師用データによって特徴量の抽出および判別器の学習が行われたために、判定結果の変動が大きくなったものと考えられる。

4. 結言

本研究では、栽培中のチューリップを比較的大雑把に撮影した画像から、特定のウィルス病に罹患しているか否かの判定を下すアルゴリズムを試作した。

参考文献

- 1) 富山県: http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1613/kj00014132-005-01.html.
- 2) 富山県農林水産総合技術センター園芸研究所: <http://www.pref.toyama.jp/branches/1661/ennken/database/symptomdatabase/manualV1.pdf>.
- 3) A. Krizhevsky *et.al.*: *Advances in neural information processing systems* (2012) 1-9.

謝 辞

本研究の推進に当たり、富山県農林水産総合技術センター園芸研究所に多大な協力を頂きました。ここに謝意を表します。