

図 2 成功例

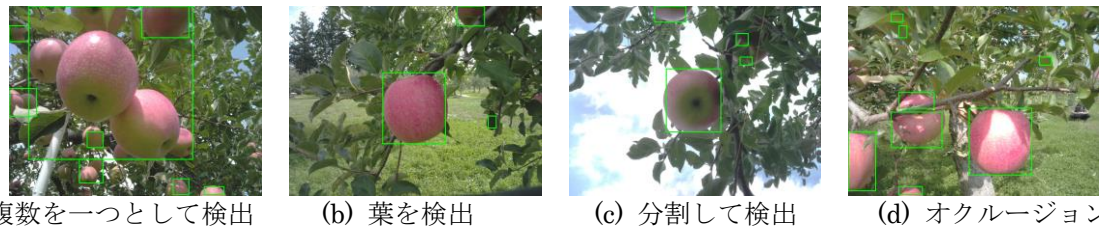


図 3 失敗例

表 1 提案手法による林檎の検出結果

果実の数	検出数	誤検出数	正解数	未検出数	検出率(%)
157	128	44	84	73	53.5

表 2 誤検出の内訳

	複数含む	果実以外	果実を分割
合計	23	12	9
割合(%)	18	9.4	7

試験用として 18 枚の画像を選定し、画像サイズを 1/2 に圧縮して使用した。また、検出する果実の最小面積は 40×40pixel とした。

3. 2 林檎の検出結果

検出に成功した例を図 2 に示す。同図の矩形は検出した林檎の領域を表している。同図(a)は林檎を側面から撮影した画像であり、画像の中心や左側に大きく映る林檎の検出に成功している。また、葉で殆どが隠されている林檎に対しても検出に成功している。図 2(b)は林檎の底面(地色)を撮影した画像であり、林檎を下方向から撮影した場合も検出に成功している。また、図 2(c), (d)より、それぞれ明るい場所と暗い場所にある林檎を対象とした場合であっても良好な検出が行われている。以上より、提案手法はオクルージョン及び撮影環境(照明環境, 大きさ, 方向)に対しても頑強であることがわかる。

一方、検出に失敗した例を図 3 に示す。多数的林檎が密集した画像である同図(a)では、一つの矩形に複数の林檎が含まれており、果実を個別に検出することに失敗している。同図(b)では右側にある葉を誤検出している。図 3(c)では右側にある一つのエリンゴを二つの林檎として検出している。これは葉によって極度なオクルージョンが生じたことが原因である。同図(d)では枝によってオクルージョンが生じた一つのエリンゴを 2 つのエリンゴとして検出している。

表 1 に提案手法による林檎の検出率とその内訳を示す。18 枚のテスト画像を目視で確認したところ、林檎の数は 157 個であった。一方、提案手法により検出された林檎の数は 128 個であった。このうち、正しく検出された林檎は 84 個、残りの 44 個は誤検出であった。また、提案手法により検出できなかった未検出のエリンゴは 73 個であった。表 2 に各誤検出

の内訳を示す。誤検出の内訳では複数の林檎を一つの果実として検出したものが最も多いことがわかる。しかし、果実以外を誤検出した割合は 9.4%と低く、パッチに対するラベルの推定が正確に行われていることが分かる。以上より、提案手法は樹上に着果した果実を検出する手法として有効であると考えられる。

4. 結言

本論文では、樹上に着果した状態にある林檎の検出手法について検討を行った。訓練用の画像から作成した学習データを用いてテスト画像に対し林檎の検出を行ったところ、53.5%の検出率が得られた。しかし、提案手法では 3 種類の誤検出が発生する場合作を認めた。一つ目は複数の林檎を一つの林檎として検出する事例である。これは林檎が重なった状態で撮影された場合に生じることから、原因としては林檎の輪郭部分にあるパッチに正のラベルを付けていることが挙げられる。二つ目は林檎以外を誤って検出する事例である。特に葉を林檎として誤検出する事例が多いことから、学習データを増やし、分類器の精度を向上させる必要がある。三つ目は枝や葉によってオクルージョンが生じた場合、一つのエリンゴを複数の林檎として検出する事例である。この点については、オクルージョンを跨いで林檎全体を含むパッチとすることで改善できるものと考えられる。

参考文献

- [1] 土谷響造, 石井雅樹:「色彩情報による果実収穫適期判定手法に関する検討」, 電子情報通信学会総合大会, D-12-85, p160 (2014)
- [2] 土谷響造, 石井雅樹, 山根治起:「色彩色差測定による果実の収穫適期判定手法に関する基礎検討」, 平成 25 年度日本知能情報ファジィ学会東北支部研究会, pp.52-55 (2014)

連絡先

秋田県立大学 システム科学技術学部
石井 雅樹
(Tel.: 0184-27-2220, E-mail: ishii@akita-pu.ac.jp)