

# 볼록총채벌레 자동판정을 위한 후보영역 검출<sup>†</sup>

## (Detection of Candidate Areas for Automatic Identification of Scirtothrips Dorsalis)

문창배\*, 김병만\*\*, 이종열\*\*\*, 현재욱\*\*\*\*, 이평호\*\*\*\*

(Chang Bae Moon, Byeong Man Kim, Jong Yeol Yi, Jae Wook Hyun, and Pyoung Ho Yi)

**요약** 볼록총채벌레는 최근 감귤원 해충 피해의 주요 해충으로 인식되어 주기적인 예찰이 이루어지고 있으나 성충의 크기가 0.8mm 정도로 작아 육안 식별에 어려움이 있다. 본 논문에서는 예찰 트랩에 포집된 볼록총채벌레를 자동으로 판별하기 위한 후보 영역 검출 방법을 제안하였다. 본 논문에서 사용한 방법은 히스토그램 기반의 템플릿 매칭으로 그레이 이미지와 그래디언트 이미지를 합성한 이미지를 사용하였다. 50 배율의 광학 현미경으로 영상을 획득 하였고, 제안한 방법의 객관적인 성능 판별을 위해 기존 방법[8]과 노이즈 제거 이미지를 이용한 히스토그램 기반 템플릿 매칭방법 그리고 그래디언트 이미지를 이용한 히스토그램 기반 템플릿 매칭 방법들과 비교 실험을 하였다. 실험결과 본 논문에서 제안한 방법이 기존 전처리[8] 방법 보다 약 14.42% 향상된 성능을 보였고, 노이즈 제거 이미지를 이용한 방법보다 41.63%, 그래디언트 이미지를 이용한 방법보다 21.17% 높은 성능을 보였다.

**핵심주제어** : 히스토그램 기반 템플릿 매칭, 볼록총채벌레, 히스토그램 기반 유사도 계산

**Abstract** Scirtothrips Dorsalis (Thysanoptera: Thripidae) recently has been recognized as a major source of the pest damage in the citrus fruit orchards. So its arrival has been predicted periodically but it is difficult to identify adults of the pest with the naked eyes because of their size smaller than the 0.8mm. In this paper, we propose a method to detect candidate areas for automatic identification of Scirtothrips Dorsalis on forecasting traps. The proposed method uses a histogram-based template matching where the composite image synthesized with the gray-scale image and the gradient image is used. In our experiments, images are acquired by the optical microscopy with 50 magnifications. To show the usefulness of the proposed method, it is compared with the method we previously suggested. Also, the performances when the proposed method is applied to noise-reduced images and gradient images are examined. The experimental results show that the proposed method is approximately 14.42% better than our previous method, 41.63% higher than the case that the noise-reduced image is used, and 21.17% higher than the case that the gradient image is used.

**Key Words** : Histogram-based template matching, Scirtothrips Dorsalis, Histogram-based similarity calculation

<sup>†</sup> 본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ008264)의 지원에 의해 이루어진 것임

\* 금오공과대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

\*\* 금오공과대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

\*\*\* (주) 비전엔바이오테크(soyeum@kumoh.ac.kr)

\*\*\*\* 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장

## 1. 서론

농업에 있어 해충을 예방하고 구제하는 것은 중요한 일이다. 해충으로 인해 농작물의 품질 저하 및 상품 가치 하락으로 농가 소득이 줄어들기 때문이다. 해충 방제를 위해 농가에서는 해충의 생태(알, 유충, 성충)에 따른 약제를 살포하지만 살충제의 잦은 살포는 농작물의 조직 파괴와 증산작용, 동화작용 및 호흡작용 등의 생리 작용을 방해하거나 억제하여 정상적인 생육을 저해할 뿐만 아니라 농작업자에게도 치명적인 위해를 가할 수 있다[1]. 따라서, 해충의 발생 사이클에 맞추어 살충제를 적절히 살포하는 것이 중요하다.

적절한 시기에 살충제를 살포하기 위해서는 주기적인 예찰이 필요하다. 이를 위해 농원에 예찰 트랩을 설치하고 반순(5일) 주기로 해충의 개체수를 육안으로 조사하는 과정을 반복한다. 트랩에 포집되는 해충 중에는 육안으로 식별할 수 없을 정도로 작은 것도 존재한다. 특히, 총채벌레류는 성충이 0.7mm~1.7mm 정도로 육안 식별이 어려울 뿐만 아니라 종류도 다양하여 예찰에 어려움이 있다. 감귤원에 발생하는 총채벌레는 꽃노랑, 대만, 볼록총채벌레 등 11종이며, 꽃노랑총채벌레만 피해를 주는 것으로 알려졌으나, 2007년 이후 볼록총채벌레에 의한 피해가 확산되고 있다[2].

볼록총채벌레를 식별하기 위해서는 광학 현미경을 사용하여 육안으로 관찰 하여야 한다. 이 방법은 관찰자의 컨디션에 따라 결과가 달라질 수 있고, 눈의 피로도가 증가하여 장시간 집중해서 식별하는 것이 불가능하다. 따라서, 개체를 자동으로 판별하는 방법이 필요하다.

볼록총채벌레를 자동으로 검출하기 위한 기존 후보 영역 검출 방법[8]의 경우 93%의 검출률을 보이지만 20장 이하의 영상을 대상으로 하였기 때문에 많은 영상을 대상으로 하는 경우 90% 이상의 검출률을 보장할 수 없다는 문제점이 있고, 또한 볼록총채벌레와 다른 객체가 중첩된 경우 이를 검출하기가 힘들다.

본 논문에서는 기존 전처리 방법과 마찬가지로 볼록총채벌레를 자동으로 검출하기 위한 후보 영역 검출 방법을 제안하였고, 본 논문의 객관적인 성능을 판단하기 위해 기존 방법과 비교 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 설명하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 후보

영역 검출 방법을 설명한다. 그리고 4장에서는 기존 후보 영역 검출 방법과 노이즈 제거 이미지를 대상으로 한 히스토그램 기반 템플릿 매칭 방법 그리고 그라디언트 이미지를 대상으로 한 히스토그램 기반 템플릿 매칭 방법들과 성능을 비교하였고, 마지막으로 5장에서는 결론을 짓도록 한다.

## 2. 관련연구

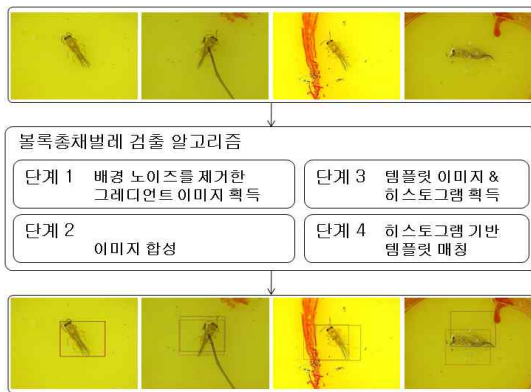
농업분야에서 영상처리 기법의 활용은 작물과 축산 부분에 제한적으로 연구되어왔다. [3, 4]의 연구는 재배품의 수확 시기를 알려주기 위한 연구로 영상처리 방법을 사용하여 객체를 판별하고, 판별한 객체의 수확시기를 알려 준다. [5]의 연구는 과일 껍질의 착색 정도에 따른 품질과 등급을 결정하기 위해 칼라 영상처리 방법을 이용하였다. [6]의 연구에서는 현미의 품위를 판정하기 위한 방법을 제안하였다. [3, 4, 5, 6]의 연구는 모두 농작물을 대상으로 하여 객체의 상태를 파악하는 영상처리 방법에 대해 연구되었다. 본 논문에서는 농작물에 피해를 주는 해충을 대상으로 한다.

해충을 자동으로 판별하기 위한 연구에는 [7]의 연구가 존재한다. [7]의 연구에서는 벼 잎에 붙어있는 멸구 객체를 인식하고, 카운팅하는 알고리즘을 제안하였다. [8]의 시스템에서도 [7]의 연구와 마찬가지로 해충을 자동으로 검출하는 방법을 사용하였다. [8]의 시스템에서는 사과원에 설치된 포집 트랩을 촬영하여 네트워크로 이미지를 전송 하고, 전송받은 영상에서 해충을 자동으로 인식하여 계수하는 방법이다.

[9]에서는 볼록총채벌레의 후보군을 자동 검출하기 위한 전처리 방법을 제안하였다. [9]의 경우 레이블링으로 후보 객체들을 추출 후 객체의 면적과 사이즈 등을 이용하여 후보들을 제거시키는 방법을 사용하였지만 본 논문에서는 볼록총채벌레를 검출하기 위해 히스토그램 기반의 템플릿매칭을 사용하여 볼록총채벌레의 후보를 검출하는 방법을 사용하였다. 또한 [9]의 경우 볼록총채벌레와 주변에 존재하는 노이즈(나뭇가지 및 기타 벌레 등)가 겹쳐지는 경우 이를 분리할 수 있는 기준이 모호하기 때문에 판별 성능에 영향을 준다. 히스토그램을 이용하는 방식은 [10]에서 시도하여 좋은 결과를 얻은 바 있다.

### 3. 블록층채벌레 자동검출을 위한 알고리즘

본 논문에서 제안하는 방법은 <그림 1>과 같이 총 4 단계로 진행된다. 최초 영상이 입력되면 입력 영상에 대한 그래디언트 이미지를 획득 후 그래디언트 이미지와 그레이 이미지를 합성시킨다. 합성한 이미지를 이용하여 템플릿 매칭을 실시하는데, 합성 이미지의 히스토그램과 템플릿 이미지의 히스토그램을 계산하여 히스토그램 기반의 템플릿 매칭하는 방법이다.



<그림 1> 제안 방법의 순서도

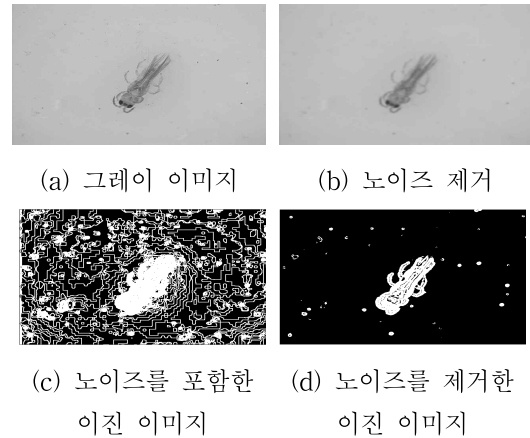
#### 3.1 배경 노이즈를 제거한 그래디언트 이미지 획득

최초 이미지가 입력되면 그래디언트 이미지를 획득하기 위해 그레이 이미지로 변환 후 그레이 이미지에 포함된 노이즈를 제거한다. 본 논문에서 노이즈를 제거하기 위해 가우시안 필터를 사용한다. <그림 2> (a)는 최초 입력 이미지를 그레이 이미지로 변환한 이미지이고, <그림 2> (b)는 노이즈를 제거한 영상이다.

노이즈가 제거된 이미지를 이용하여 그래디언트 이미지를 획득하기 위해 소벨연산을 적용한다. 소벨연산만을 사용할 경우 트랩 표면의 끈끈이와 빛(객체를 촬영하기 위한 조명으로 발생하는 빛)의 영향으로 배경에 미세한 노이즈가 발생한다(<그림 2> (c) 참고). 본 논문에서는 배경에 발생하는 노이즈를 제거하기 위해 식 (1)과 같이 픽셀 값이 10 이하인 경우 0으로 치환하였다(<그림 2> (d) 참고).

$$\Delta'(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{if } \Delta(x,y) < 10 \\ \Delta(x,y) & \text{other} \end{cases} \quad (1)$$

여기서,  $\Delta'(x,y)$ 는 배경의 노이즈를 제거한 이미지의 픽셀이고,  $\Delta(x,y)$ 는 소벨연산을 적용한 이미지이다.



<그림 2> 배경 노이즈를 제거한 그래디언트 이미지 획득 과정 중간 결과

<그림 2> (c)는 트랩의 끈끈이와 빛의 영향으로 발생하는 노이즈를 포함한 이미지를 임계값을 0으로 이진화한 이미지이고, <그림 2> (d)는 식 (1)을 적용한 이미지를 임계값을 0으로 이진화한 이미지이다. 즉, 픽셀 값이 1 이상인 경우에만 픽셀 값을 255로 변경한 경우이다.

본 단계에서 획득한 그래디언트 이미지의 결과는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 단계 1 결과 이미지

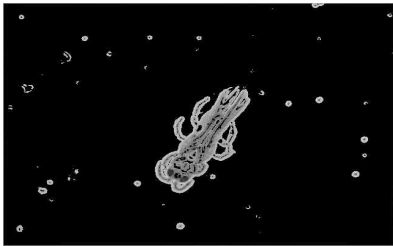
#### 3.2 이미지 합성

템플릿 매칭에 사용할 이미지를 획득하기 위해 본

논문에서는 두 개의 이미지를 합성하였다. 합성 방법은 식 (2)와 같이 그래디언트 이미지에서 픽셀의 값이 0일 경우 노이즈를 제거한 이미지(<그림 2>의 b)의 픽셀값을 0으로 변경하는 방법이다. 본 단계에서 합성 이미지를 획득한 결과는 <그림 4>와 같고, 이 이미지가 템플릿 매칭에 사용할 대상 이미지가 된다.

$$G'(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{if } \Delta'(x,y) = 0 \\ G(x,y) & \text{other} \end{cases} \quad (2)$$

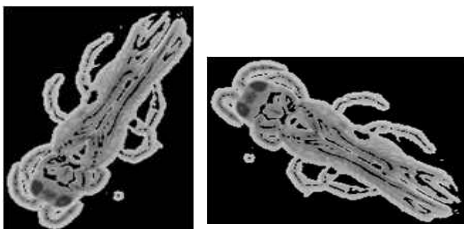
여기서,  $\Delta'(x,y)$ 는 그래디언트 이미지의 픽셀이고,  $G(x,y)$ 는 노이즈를 제거한 이미지, 그리고  $G'(x,y)$ 는 본 단계에서 획득한 이미지이다.



<그림 4> 단계 2 결과 이미지

### 3.3 템플릿 이미지 & 히스토그램 획득

히스토그램을 획득하기 전에 템플릿 이미지를 설정해야 하는데 자연환경에서 포집된 해충의 경우 일정한 방향을 보장하기 힘들다. 즉, 360도를 고려해서 템플릿 이미지를 구성시켜야 한다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위해 두 개의 템플릿 이미지를 사용하였다. 즉, 본 논문에서는 <그림 5>와 같은 두 개의 템플릿 이미지를 사용하여 360도를 고려하였다. 이 두개의 이미지 중 하나로 임의의 방향으로 놓인 벌레를 처리할

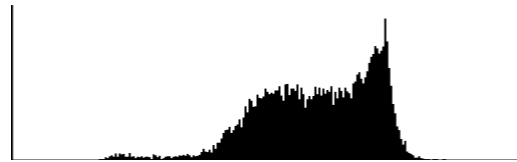


(a) 템플릿이미지1 (b) 템플릿이미지2

<그림 5> 본 논문의 템플릿 이미지

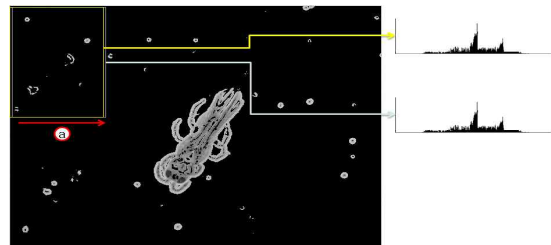
수 있다. <그림 5> (a)는 그림 4에서 획득한 템플릿 이미지이고, <그림 5> (b)는 (a)를 90도 회전한 이미지이다.

템플릿 매칭에 사용한 히스토그램은 일반 히스토그램으로 픽셀 값의 수를 카운팅하여 <그림 6>과 같이 구축한다. <그림 6>의 x축은 0~255의 범위이고, y축은 <그림 5>의 픽셀 값을 카운팅한 수이다.



<그림 6> 템플릿 이미지의 히스토그램

대상 이미지의 히스토그램을 구하는 방법은 <그림 7>의 ①의 방향으로 한 픽셀단위로 이동하면서 sliding window 방식으로 구역별 히스토그램을 생성한다.



<그림 7> 대상 이미지의 히스토그램 구축

### 3.4 히스토그램 기반 템플릿 매칭

본 논문에서 사용한 템플릿 매칭은 히스토그램 기반으로 템플릿 매칭 유사도는 opencv[11]에서 사용하는 식을 수정하여 사용하였다. 즉, opencv의 템플릿 매칭 식을 식 (3~5)로 수정하여 사용하였다.

$$R(x,y) = \sum_{i=1}^{n-1} (H^T(i) - H_{(x,y)}^I(i))^2 \quad (3)$$

$$R(x,y) = \sum_{i=1}^{n-1} (H^T(i) \times H_{(x,y)}^I(i)) \quad (4)$$

$$R(x,y) = \sum_{i=1}^{n-1} (H^{TT}(i) \times H^H(x,y)(i))^2 \quad (5)$$

where

$$H^{TT}(i) = H^T(i) - 1/254 \times \sum_{j=1}^{n-1} H^T(j)$$

$$H^H(x,y)(i) = H^I(x,y)(i) - 1/254 \times \sum_{j=1}^{n-1} H^I(x,y)(j)$$

여기서,  $R(x,y)$ 는 대상 이미지 좌표  $x, y$ 에서의 결과를 의미하고,  $H^T(i)$ 는 템플릿 이미지의 히스토그램 인덱스  $i$ 의 값,  $H^I(x,y)(i)$ 는 <그림 7>의 좌표  $(x, y)$ 에서의 히스토그램 인덱스  $i$ 의 값을 의미한다.  $H^{TT}(i)$ 는  $H^T(i)$ 에서 템플릿 이미지의 히스토그램 평균을 뺀 값이고,  $H^H(i)$ 는  $H^I(i)$ 에서 템플릿 이미지의 히스토그램 평균을 뺀 값이다.

본 논문에서는 템플릿 이미지와 대상 이미지의 배경을 0으로 치환하여 유사도를 계산할 경우 배경의 영향으로 모든 좌표에서 높은 유사도 값이 발생하기 때문에 히스토그램 첫 번째 인덱스 0과 마지막 인덱스 255를 제외 시켰다. 그래서 인덱스가 0~ $n$ 이 아니라 1~( $n-1$ )이 된다.

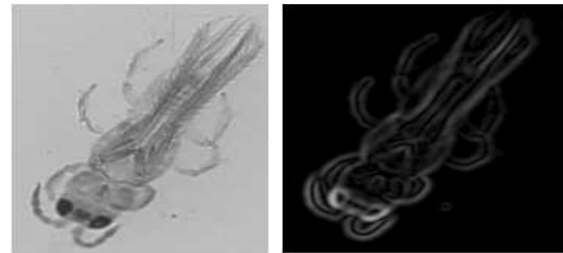
마지막으로 객체의 위치를 검색하는 방법은 식 (3)에 대한 결과  $\{R(1,1), \dots, R(w,h)\}$ 와 식 (4)에 대한 결과 그리고 식 (5)에 대한 결과를 각각 구하고, 각 식에서 구한  $\{R(1,1), \dots, R(w,h)\}$ 에서 가장 큰 값의 좌표  $x, y$ 를 모두 구함으로 볼록충채벌레의 예상 위치를 검색 한다. 예를 들어, 식 (3)에서 2개의 후보가 추출되고, 식 (4)에서 3개의 후보, 식 (5)에서 1개의 후보가 추출된다면 총 6개의 후보 영역을 획득하는 방법이다.

#### 4. 실험 및 성능분석

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능을 판별하기 위해 볼록충채벌레가 포함된 430개의 이미지를 확보하였고, 각 이미지에는 1마리의 볼록충채벌레가 포함되어 있다. 촬영렌즈의 배율은 50배율을 사용하였고, 렌즈는 현미경 렌즈를 사용하였다. 현미경에 장착된 조명을 사용할 경우 빛의 밝기가 어두워 볼록충채벌레의 이미지를 획득할 수 없기 때문에 스탠드조명을 사용하였다.

본 논문의 성능을 객관적으로 분석하기 위해 [9]의 방법과 비교 하였고, 비교대상으로 2가지를 추가하였다. 비교대상은 노이즈를 제거한 이미지(<그림 2> (b)참고)를 대상으로 한 히스토그램기반 템플릿 매칭 방법과 그래디언트 이미지(<그림 3> 참고)를 대상으로 한 히스토그램기반 템플릿 매칭 방법이다.

비교 대상의 템플릿 이미지는 <그림 8>과 같은데 <그림 8> (a)는 노이즈를 제거한 이미지의 템플릿 이미지 이고, <그림 8> (b)는 그래디언트 이미지의 템플릿 이미지 이다.



(a) (b)

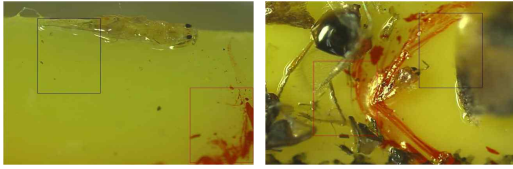
<그림 8> 추가 비교대상의 템플릿 이미지((a) 노이즈를 제거한 이미지의 템플릿 이미지, (b) 그래디언트 이미지의 템플릿 이미지)

볼록충채벌레의 자동검출을 위해서는 본 논문에서 제안한 방법 외에 자동 판별 모듈이 필요하다. 즉, 본 논문에서 제안한 방법으로 검출된 후보 영역에 대하여 특징 벡터를 추출하고 이를 SVM이나 인공신경망 등을 통하여 학습된 판별 모델에 적용하여야 한다. 따라서 실제 검출률도 자동판별 모듈을 사용하여 검출률을 계산해야 하지만 본 논문에서는 후보 영역 검출에 한정되어 있기 때문에 본 논문에서는 검출 성공 및 실패에 대한 기준을 설정하여 성공 영상과 실패 영상을 분류하여 검출률을 계산하였다.

검출 성공은 <그림 9> (a)와 같이 객체하나를 완벽하게 검출하거나 객체를 50%이상 검출 하였을 경우 검출 성공으로 분류 하였고, <그림 9> (b)와 같이 볼록충채벌레를 완벽히 검출하지 못한 경우 실패로 분류 하였다.



(a) 불룩총채벌레 검출 성공의 예



(b) 불룩총채벌레 검출 실패의 예

<그림 9> 불룩총채벌레 검출 성공 및 실패의 예

본 논문의 실험결과는 <표 1>과 같고, 제안한 방법의 경우 비회전, 즉 <그림 5>의 (a) 템플릿 이미지를 사용한 경우 93.49%, 90도 회전, 즉 <그림 5>의 (b) 템플릿 이미지를 사용한 경우 94.42%이고, 노이즈 제거 이미지를 이용한 방법 45.35%, 90도 회전 46.51%, 그래디언트 이미지를 이용한 방법 비회전 68.13%, 90도 회전 70.23%, [8]의 방법 81.63%의 검출률을 보였다.

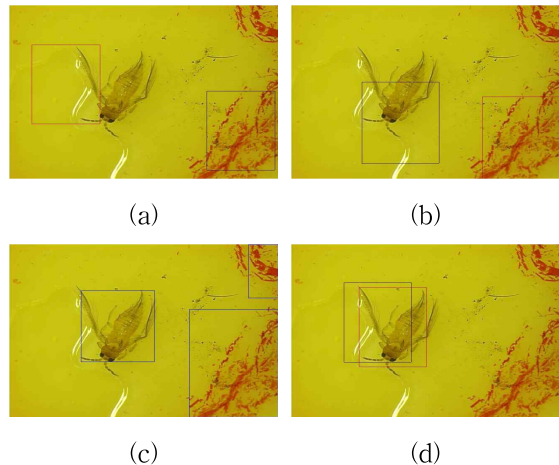
<표 1>에서 종합은 비회전, 회전 중 하나라도 검출인 경우 검출로 인정한 경우로 만약 비회전에서 비검출, 90도 회전에서 검출된 경우와 그 반대의 경우 종합은 검출로 인정하고, 두 경우를 모두 만족하지 못한 경우, 즉 90도 회전과 비회전 모두 비검출이면 종합은 비검출이다. 이 방법으로 검출률을 계산한 결과 노이즈 제거 이미지를 이용한 방법 54.42%, 그래디언트 이미지를 이용한 방법 74.88%, 본 논문의 방법 96.05%이다. 즉, [9]의 방법 보다 약 14.42% 향상된 성능을

<표 1> 실험결과 (단위 : %)

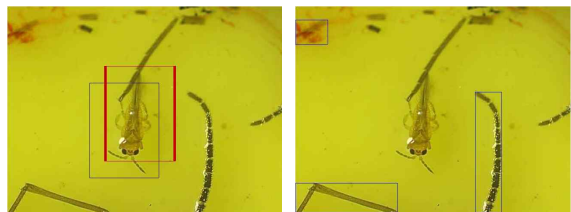
방법	검출률	종합
[9]의 방법	81.63	
노이즈 제거 이미지를 이용한 방법	45.35	54.42
노이즈 제거 이미지 (90도 회전)	46.51	
그래디언트 이미지를 이용한 방법	68.13	74.88
그래디언트 이미지를 이용한 방법 (90도 회전)	70.23	
본 논문의 방법	93.49	96.05
본 논문의 방법 (90도 회전)	94.42	

보이고, 노이즈 제거 이미지를 이용한 방법보다 41.63%, 그래디언트 이미지를 이용한 방법보다 21.17% 높은 성능을 보였다.

본 논문의 방법과 타 방법과의 세부 검출성능을 비교한 결과는 <그림 10, 11>와 같다. <그림 10> (a)의 경우 불룩총채벌레를 검출하지 못하였고, (b)의 경우 불룩총채벌레를 검출하였지만 전체를 검출하지는 못하였다. 반면에 본 제안방법과 [9]의 방법에서는 불룩총채벌레 전체를 검출하였다(<그림 10의 (c, d) 참고). 또한 [9]의 방법에서는 다른 객체와 불룩총채벌레가 공존할 경우 불룩총채벌레를 검출할 수 없지만(<그림 11> (b) 참고), 본 제안 방법에서는 템플릿 매칭 방법을 사용하였기 때문에 불룩총채벌레와 다른 객체가 공존할 경우에도 불룩총채벌레를 검출(<그림 11> (a) 참고)하였다.



<그림 10> 세부 검출성능 비교 ((a) 노이즈 제거 이미지를 이용한 방법, (b) 그래디언트 이미지를 이용한 방법, (c) [9]의 방법, (d) 본 논문의 방법)



(a) 본 논문의 방법 (b) [9]의 방법

<그림 11> 세부 검출성능 비교

## 5. 결 론

본 논문에서는 볼록충채벌레를 검출하기 위한 후보 영역 검출 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법의 검출성능을 분석하기 위해 [9]의 방법과 노이즈 제거 이미지를 이용한 방법 그리고 그래디언트 이미지를 이용한 방법들과의 검출성능을 비교 하였다.

본 논문에서 제안한 방법이 [9]의 방법 보다 약 14.42% 향상된 성능을 보이고, 노이즈 제거 이미지를 이용한 방법보다 41.63%, 그래디언트 이미지를 이용한 방법보다 21.17% 높은 성능을 보였다. 즉, 본 논문에서 제안한 방법이 기존 검출 방법보다 우수한 성능을 보임을 알 수 있었다.

본 논문에서 제시한 알고리즘은 볼록충채벌레를 자동으로 검출하기 위한 전처리 알고리즘으로 사용가능하다. 완벽한 자동 검출성능을 파악하기 위해서는 SVM 이나 인공신경망등을 이용한 자동판별 모듈이 필요하다. 향후 이 부분에 대한 연구가 필요하다.

## Acknowledgment

This work was supported by the Research Program for Horticultural Science & Technology Development (Project No. PJ008264), National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

## 참 고 문 헌

- [1] 홍순성의 8, “고독성 농약의 국내 농작업자 위해성 평가”, 농약과학회지, vol. 14, No. 2, pp. 116~122, 2010
- [2] 송정흡외 3, 볼록충채벌레의 감귤 피해와 발생특성, 제주특별자치도 농업기술원, 2012
- [3] 김시찬외 3, “하우스멜론 수확자동화를 위한 원격 영상 처리알고리즘 개발”, 한국농업기계학회, vol. 33, No. 3, pp. 196~203, 2008
- [4] 김동우외 7, “고추인식을 위한 영상처리 알고리즘”, 한국농업기계학회, 2007 하계 학술대회 논문집,

2007

- [5] 최연호외 2, “칼라 영상처리에 의한 과일분류시스템”, 한국산업정보학회논문지 5(3), pp. 65-70, 2000
- [6] 김태민, 노상하, “영상처리를 이용한 현미의 온라인 품위판정 알고리즘”, 한국농업기계학회, vol. 35, No. 2, pp. 138~145, 2010
- [7] 박영석외 6, “디지털 영상처리 알고리즘을 이용한 버섯구류의 밀도측정”, 한국응용곤충학회지, vol. 42, No. 1, pp. 57-63, 2003
- [8] 2008년도 u-서비스지원사업 “u-IT 기반 과수병해충 종합관리시스템 구축” 완료보고서, 농촌진흥청, 2008
- [9] 문창배외 5, “볼록충채벌레 자동판정을 위한 전처리”, 2012년도 한국멀티미디어학회, 제15권 1호, pp. 215-218, 2012
- [10] 문창배외 4, “조합조명 기반 CCFL 불량판별 자동화 시스템 구현”, 한국산업정보학회논문지 15(2), pp. 69-81, 2010
- [11] Intel Inc., “Open Source Computer Vision Library,”<http://developer.intel.com>, 1999-2001





**문 창 배** (Chang Bae Moon)

- 학생회원
- 2007년 : 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 (학사)
- 2010년 : 금오공과대학교 소프트웨어공학과 (공학석사)
- 2010년 - 현재 : 금오공과대학교 소프트웨어공학과 (박사과정)
- 관심분야 : 인공지능, 감성공학, 영상처리, 정보검색



**김 병 만** (Byeong Man Kim)

- 정회원
- 1987년 : 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)
- 1989년 : 한국과학기술원 전산학과(석사)
- 1992년 : 한국과학기술원 전산학과(박사)
- 1992년 - 현재 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 교수
- 1998년 - 1999년 미국 UC, Irvine 대학 방문교수
- 2005년 - 2006년 미국 콜로라도 주립대학 방문교수
- 관심분야: 인공지능, 정보검색, 정보보안



**이 중 열** (Jong Yeol Yi)

- 비회원
- 1994년 금오공과대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
- 1993년-1995년 (주)새롭기술 주임 연구원
- 2000년-2006년 (주)마이프랜드넷 개발실장
- 2009년-현재 (주)비전앤바이오테크 대표이사
- 관심분야: 신경망컴퓨팅, 영상처리, 농업IT



**현 재 욱** (Jae Wook Hyun)

- 비회원
- 1995년 : 고려대학교 농생물학과 박사
- 1996년-1998년 미국 루이지아나 주립대학 및 농촌진흥청 Post-Doc.
- 1999년-현재 농촌진흥청 농업연구사 및 연구관
- 관심분야 : 감귤 병해충 생리생태 및 방제



**이 평 호** (Pyoung Ho Yi)

- 비회원
- 2002년 : 서울대학교 응용생물화학부 졸업
- 2006년-현재 농촌진흥청 연구사
- 관심분야 : 감귤 병해충, 감귤 수목생리

논문접수일 : 2012년 10월 16일  
 1차수정완료일 : 2012년 10월 26일  
 2차수정완료일 : 2012년 11월 01일  
 게재확정일 : 2012년 11월 08일