

## 영상처리에 의한 장미 선별<sup>†</sup>

### On-Line Sorting of Cut Roses by Color Image Processing

배 영 환\*      구 현 모\*\*

정회원

Y. H. Bae      H. M. Koo

#### ABSTRACT

A prototype cut-flower sorter was developed and tested for its performance with five varieties of roses. Support plates driven by a chain mechanism transported the roses into an image inspection chamber. Color image processing algorithms were developed to evaluate the length, thickness, and straightness of stem and color, height, and maturity of bud.

The average absolute errors of the system for the measurements of stem length, stem thickness, and height of bud were 19.7 mm, 0.5 mm, and 3.8 mm, respectively. The results of classification by the sorter were compared with those of a human inspector for straightness of stem and maturity of bud. The classification error for the straightness of stem was 8.6%, when both direct image and reflected image by a mirror were analyzed. The accuracy in classifying the maturity of bud varied among the varieties, the smallest for 'Noblesse' (1.5%) and the largest for 'Rote Rose' (13.5%). The time required to process a rose averaged 2.06 seconds, equivalent to the capacity of 1,600 roses per hour.

**주요용어(Key Words):** 장미(Rose), 영상처리(Image processing), 등급(Grading), 선별(Sorting), 알고리즘(Algorithm)

#### 1. 서      론

우리 나라의 절화류 재배면적은 매년 증가하는 추세이다. 1997년도의 절화류 재배면적은 2,559 ha 이었으며, 이 중 시설재배가 87.7%를 차지하였다. 또한 1997년도의 절화류 생산량은 약 17억 4천만 본에 달하였으며, 생산액은 2천 8백억원으로, 총 화훼류 생산액의 47.9%를 점유하였다(농림부, 1998). 절화 생산에 있어서 수확과 선별 작업은 기계화되어 있지 않으며, 타 작업에 비하여 노동강도가 비교적 높은

편이다. 국내 절화 생산농가를 대상으로 한 설문 조사에 의하면, 수확과 선별 작업에 각각 총 작업시간의 28.2%와 19.0%가 소요되는 것으로 나타났다(구와 배, 1997). 절화류의 규격 유통을 위하여 국화 등 8개 절화 작목에 대하여 정부에서 제정한 표준출하 규격(국립농산물검사소, 1996)이 마련되어 있으나, 실제 거래는 대부분 상인들의 주관적인 판단과 판행에 의해서 이루어지고 있는 실정이며, 일부 수출 품목의 경우에는 별도의 기준을 적용하는 경우도 있다. 선별작업의 생력화를 도모하고, 절화의 규격 거

<sup>†</sup> 이 연구는 농림부의 농림특정연구과제 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

\* 순천대학교 농과대학 농업기계공학과

\*\* (주) 홍산그린

래를 정착시키기 위해서는 선별작업의 기계화가 필요한 것으로 인식되고 있다(Bae와 Koo, 1996).

절화류의 출하규격은 품위와 크기에 의해서 결정되며, 품위 기준은 색깔, 모양 등의 품종 고유의 특성과 줄기의 두께와 구부러짐, 꽃, 잎, 줄기의 균형, 병충해 및 농약살포 흔적 등을 포함하며, 크기는 줄기의 길이를 등급 기준으로 한다. 스탠더드형 국화 등 일부 절화류는 생산된 개체간의 변이가 작아서 비교적 단순한 길이 선별기에 의한 등급화가 가능하지만, 장미의 경우에는 개체간의 변이가 크기 때문에 선별인자가 보다 많아야 하며 길이 선별만으로는 등급화가 곤란하다. 따라서 장미의 품위와 크기를 종합적으로 평가하기 위해서는 컴퓨터 영상처리 방법의 적용이 요구된다. 최근 컴퓨터 영상처리를 농축산물의 품질평가에 이용하는 방법에 관하여 국내 외에서 비교적 많은 연구결과가 보고되었으나, 절화를 대상으로 한 연구결과는 매우 제한되어 있다. Steinmetz 등(1994)은 칼라 영상처리에 의한 장미 선별에 대하여 보고하였는데, 고리에 고정시킨 장미의 영상을 분석하여 줄기의 길이와 두께에 대해서는 각각 7 mm와 0.6 mm의 정확도를 얻었으며, 줄기의 휨과 봉오리의 개화정도에 대한 등급 판정 오차는 각각 17~18% 및 15~21%이었다. 그러나 정지된 장미를 대상으로 한 점과 영상처리에 소요되는 시간을 고려하지 않은 점은 개발된 알고리즘의 실용화를 위해서 개선되어야 할 것이다.

본 연구는 절화 선별기 개발을 위한 연구의 일환으로 체인에 의하여 이송되는 절화를 품위와 크기에 따라 등급화하기 위한 컴퓨터 영상처리 알고리즘을 개발할 목적으로 실행되었다. 절화류 중에서 비교적 선별이 어려운 장미를 대상으로 알고리즘을 개발하였으며, 이를 5개 품종에 적용하여 정확성과 실용성을 평가하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 실험 재료 및 장치

실험에 사용한 장미(*Rosa hybrida*)는 전남 여수시

대포리에 소재한 비닐 온실에서 생산하였으며, 산드라(Sandra), 카디날(Kardinal), 벨벳(Red Velvet), 로데(Rote Rose) 및 노바(Noblesse) 품종을 수확 직후에 무작위로 추출하여 실험실로 운반한 후 하엽제거기를 사용하여 줄기 하단부 약 10 cm의 잎과 가시를 제거하였다. 노바는 분홍색 계통의 품종이며, 나머지는 적색 계통이다.

실험 장치는 이송부와 영상처리부로 구성되었으며(그림 1), 이송부의 기계적인 진동이 영상 챔버에 전달되지 않도록 이송부와 영상 챔버를 독립적인 프레임으로 제작하였다. 이송부는 모터, 감속기, 이송체인, 절화 적재판 및 배출부로 구성되었다. 절화는 적재판에 꽃받침 부분이 걸린 상태에서 체인에 의하여 이송되며, 체인 스포킷의 1/2이 영상 챔버 내부에 삽입되도록 배치하여 이송중인 절화의 영상을 획득할 수 있도록 하였다. 이송 체인에는 절화 적재판을 320 mm 간격으로 부착하였으며, 적재판 홈의 단면은 Y자 형태이고, 절화의 꽃받침이 위치할 부분에는 둥근 홈을 마련하여 절화의 꽃봉오리가 적재판에 걸리는 위치가 항상 일정하고 안정되게 하였다. 적재판의 카메라측 정면부에는 흰색 아크릴 조각을 부착하여 영상에서 적재판의 위치를 쉽게 확인할 수 있도록 하였다.

영상 챔버 내부에는 칼라 CCD 카메라, 조명 및 거울을 설치하였으며, 내부 벽면은 조명에 의한 반사를 줄이고 영상의 배경을 단순화하기 위하여 무광택 검정색 페인트로 칠하였다. 영상은 RGB 카메라

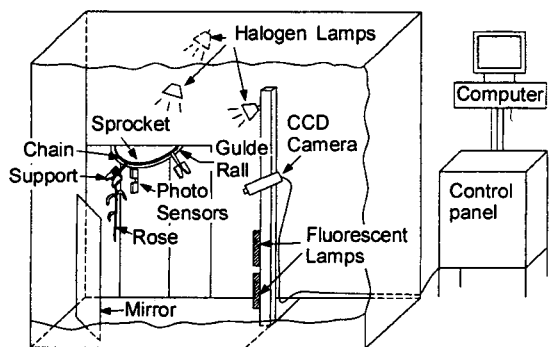


Fig. 1 Schematics of the rose inspection system.

(Sony, XC-711)에 8 mm 렌즈를 부착하여 입력하였으며, 조명 장치는 할로젠 등(12V, 20W) 3 개와 형광등(110V, 10W) 2개로 구성하였다. 그리고 간접조명을 형성하도록 조명의 전면에 흰색 아크릴 판을 부착하였다. 영상을 획득하는 장미 위치와 카메라 사이의 거리는 장미 줄기의 최대 길이를 80 cm로 설정하여 결정하였다. 영상챔버 내부에는 거울(250 × 900 mm)을 설치하여 하나의 장미에 대하여 두 방향으로 부터의 영상을 획득하여 줄기 휨 측정 오차를 줄일 수 있도록 하였다. 영상 챔버 내부에 삽입된 이송부의 카메라 광축으로부터 가장 근접한 위치에는 반사형 광센서(Autonics, BE300-DDT)를 2개 설치하여, 하나는 적재판을 검출하여 영상 획득 신호로 사용하고, 다른 하나는 적재판에 장미가 걸려 있는지의 여부를 판정할 수 있도록 하였다.

영상처리 보드는 Coreco사의 모델 Oculus-TCX를 사용하였으며, 100 MHz급 Pentium PC(대우 Win PRO)를 사용하여 영상을 분석하였다. 디지털 입출력 보드(Axiom, AX5214)를 이용하여 광센서의 신호 레벨을 측정하였으며, 선별된 장미를 배출하기 위한 공압 실린더는 릴레이 제어회로를 구성하여 제어하였다. 절화 영상의 분석과 장치의 제어를 위한 프로그램은 Microsoft C/C++ 7.0으로 작성하였다.

절화의 이송속도는 LG 산전의 소형 인버터(모델 SV-iG)를 이용하여 모터의 회전수를 제어함으로써 결정하였다. 절화의 이송 속도는 영상처리에 소요되는 시간과 영상의 색변짐 정도에 의하여 제한되며, 실험에 사용한 절화 적재판의 속도는 직선이동 부분에서는 0.141 m/s, 회전 부분의 정점(장미 영상 획득 위치)에서는 0.273 m/s로 고정하였다. 이 속도는 장미 한 송이당 처리시간 2.3 초 이하, 시간당 최대 1,600 송이의 작업능률에 해당한다.

#### 나. 선별 인자

장미의 등급선별 인자로는 줄기의 길이, 두께 및 휨, 봉오리의 크기, 색 및 개화정도를 이용하였다. 선별 인자 중에서 개화정도와 휨의 결정은 객관적으로 제시된 기준이 없으므로, 개화정도의 판정은 재

배농가 및 유통상인의 의견을 수렴하여 세 단계(미개화, 적정개화 및 과도개화)로 설정하였고, 휨 판정은 정도에 따라 곧음 및 휨으로 설정하였다. 실험에 사용한 각각의 장미에 대하여 줄기 길이와 두께 및 봉오리 크기는 줄자 또는 캘리퍼스로 실측하여 알고리즘의 정확도를 판정하는 기준으로 하였다. 봉오리의 개화정도와 줄기의 휨은 화훼 유통 종사자가 직접 판별하도록 하였고, 이 분류 결과를 참값으로 간주하였다.

#### 다. 선별 인자의 측정 알고리즘

컴퓨터 영상처리를 이용한 장미의 품위와 크기 측정을 실용화하기 위해서는 선별의 정확도와 처리 시간을 동시에 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 선별 인자의 측정 오차를 최소화하면서 영상처리에 소요되는 시간을 단축하기 위하여 영상 데이터의 분석 범위 및 계산에 사용되는 화소(pixel)의 수를 최소화하는데 중점을 두었다.

그림 2는 장미 선별을 위한 프로그램의 처리 순서를 나타낸 것이다. 절화 영상에서 줄기의 시작점과 끝점은 줄기의 길이, 휨, 두께 및 봉오리 위치 결정의 기준이 되므로, 선별 알고리즘은 우선 정면 영상과 거울 영상에서 줄기의 시작점과 끝점을 찾도록 하였다. 줄기의 시작점은 적재판의 상하 위치 변동에 따른 오차가 발생하지 않도록 적재판 정면에 부착된 백색 아크릴의 위치를 찾아낸 후 결정하였고, 줄기의 끝점은 절화 길이 40~80 cm 범위에서 문턱값과 이분법을 이용하여 결정하였다. 줄기의 길이는 정면 영상에서 찾은 줄기 시작점과 끝점의 영상 좌표를 카메라 교정 과정에서 설정한 수식을 이용하여 공간 좌표로 변환한 후 두 좌표 사이의 거리를 구하여 결정하였다.

줄기 목부분(첫째 마디)의 두께는 절화의 수명을 결정하는 주요한 요인이다. 따라서 본 연구에서는 줄기의 평균 두께 보다는 목부분의 두께를 선별인자로 이용하였다. 줄기의 두께는 목부분의 3 지점 이상에서 측정한 줄기 화소수에 화소당 실제 길이를 곱하여 계산하였다. 줄기 목부분이 앞으로 가려져서

두께의 측정이 불가능한 경우에는 줄기 끝부분의 두께를 같은 방법으로 측정한 후, 품종별 목 두께와 줄기 끝 두께 비율의 평균치를 곱하여 목의 두께를 추정하였다. 분석에 소요되는 시간을 단축시키기 위하

여 두께의 측정은 줄기 휨 측정과 동시에 수행하였다.

줄기의 휨은 줄기의 시작점과 끝점을 잇는 직선으로부터 줄기가 이탈한 최대 거리를 측정하는 방법과 줄기 전체에 대하여 측정 가능한 각 부분의 기울기를 이용하는 방법(Steinmetz 등, 1994)을 고려하였으나, 줄기 중앙부는 잎에 가려져 줄기의 영상을 얻기가 어려우며, 줄기를 선분화하는 것은 영상처리에 시간이 많이 소모되어 실용적이지 않았다. 줄기가 과도하게 휘어진 것으로 분류된 장미의 형태적 특성을 분석한 결과 대부분 줄기의 첫째 마디 또는 마지막 마디가 줄기의 시작점과 끝점을 잇는 직선에 대하여 일정 각도 이상으로 벌어져 있는 것을 알 수 있었다. 또한 줄기의 첫째 마디와 마지막 마디는 잎에 의한 가려짐이 적어서 줄기 영상을 분석하는데 보다 유리한 것으로 조사되었다. 따라서 그림 3과 같이 줄기의 시작점과 끝점을 잇는 직선으로부터 줄기의 첫 마디와 마지막 마디가 이탈한 각을 측정하여 줄기의 휨을 판정하였다. 줄기의 휨은 관찰하는 방향에 따라 달라지므로, 휨을 측정하기 위하여 장미의 정면 영상뿐 아니라 거울에 반사된 영상을 동시에 분석하였다. 줄기의 첫 마디 및 마지막 마디가 줄기의 시작점과 끝점을 잇는 직선과 이루는 각을 정면 영상에서는 정면목각 및 정면끝각, 거울영상에서는 거울목각 및 거울끝각으로 각각 규정하였다. 측정 결과 4개의 각도 측정치의 최대치가 11.0° 이상이며, 정면목각과 정면끝각의 평균이 6.0° 이상이거나 거울목각과 거울끝각의 평균이 10.0° 이상인 경우에는 줄기가 과도하게 휨 것으로 판정하였다.

꽃봉오리의 크기는 화탁(꽃받기)의 상부로부터 봉오리 상단까지의 화소수를 실제 길이로 환산하여 결정하였다. 봉오리의 단면이 기하학적으로 불규칙하여, 봉오리의 너비는 동일한 개체에 대해서도 관찰하는 방향에 따라 변화의 폭이 크기 때문에 측정 인자에 포함시키지 않았다. 꽃봉오리 색의 측정은 봉오리 영역에서 꽃받침을 제외한 부분의 R, G, B 값의 비율을 이용하였으며, 개화정도 판정 알고리즘과 동시에 실행함으로써 처리시간을 단축하였다. 개화정도를 판정하기 위하여 그림 4와 같이 봉오리의 전

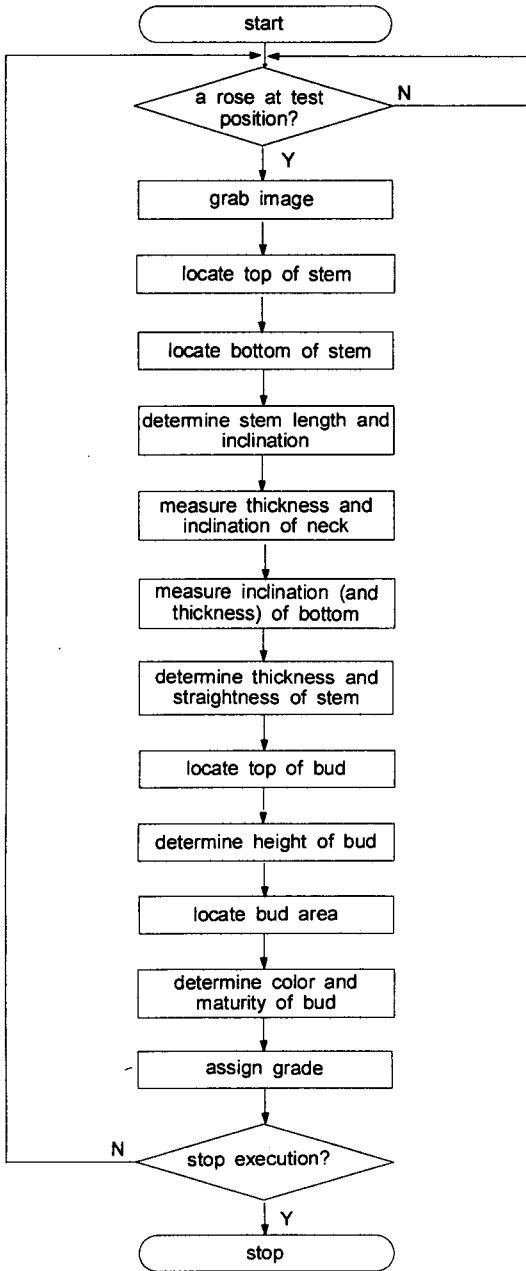


Fig. 2 Flowchart of the algorithm for on-line sorting cut roses.

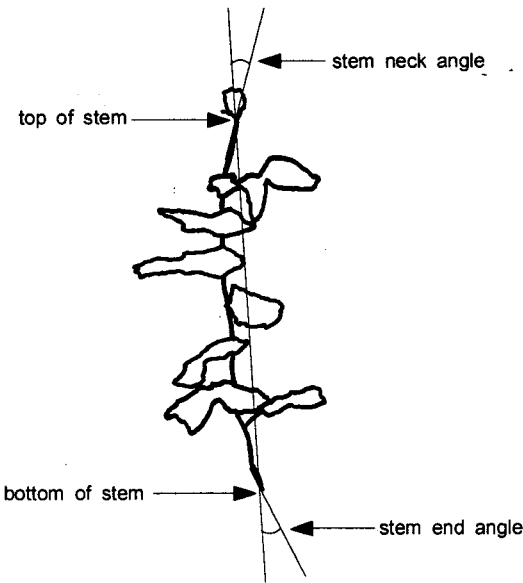


Fig. 3 Illustration of the angles utilized in evaluating the straightness of stem.

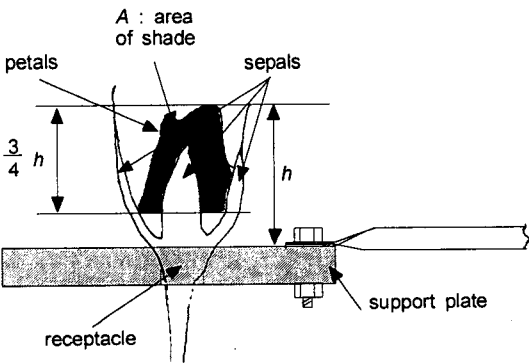


Fig. 4 Illustration of height ( $h$ ) and area ( $A$ ) utilized in evaluating maturity of rose bud.

체 높이( $h$ )를 구한 후, 이를 기준으로 상단으로부터 3/4에 해당하는 영역에서 꽃받침에 의하여 가려진 부분을 제외한 면적( $A$ )을 계산하였다. 개화정도를 구분하는 개화 단계별 경계치는 앞에서 계산한 면적을 봉오리 전체 높이의 제곱으로 나눈 값 ( $A/h^2$ )을 이용하였으며, 각 품종별 판정 기준은 표 1과 같다.

### 3. 결과 및 고찰

카메라 영상의 화소당 실제 물체의 길이는 꽃봉오리 부분에서는 수직(절화의 길이) 방향으로 1.33 mm, 수평 방향으로 1.13 mm이었으며, 줄기 두께 측정 영역에서는 수직 방향으로 1.34 mm, 수평 방향으로 1.14 mm이었다.

컴퓨터 영상처리에 의한 줄기 길이의 측정 오차는 평균 19.7 mm이었다. 측정 오차가 영상의 분해능에 비하여 매우 큰 것은 장미의 화탁이 절화지저판에 걸린 상태에서 스프로킷에 의하여 회전하면서 줄기 하단부가 연직으로부터 벗어나기 때문에 공간 좌표의 결정 과정에서 오차가 발생하기 때문인 것이라고 판단된다. 줄기 두께의 측정 오차는 평균 0.5 mm로서 화소 하나가 차지하는 길이의 약 1/2에 해당하였다. 봉오리 높이 측정은 평균 3.8 mm의 오차를 나타내었다. 봉오리 높이 측정의 오차는 장미가 완전히 개화되어 꽃받침이 아래로 휘어져서 절화가 지지판에 안정되게 걸리지 않는 경우에 비교적 컸다. 표 2는 장미 줄기의 길이와 두께 및 봉오리 높이 측정의 오차를 나타낸 것이다.

표 3은 장미의 품종별 꽃봉오리 색의 평균과 표준편차를 r, g, b 값으로 나타낸 것이다. 동일한 품종에

Table 1 The  $A/h^2$  values utilized to determine the maturity of rose buds

Maturity	Sandra		Kardinal		Red Velvet		Rote Rose		Noblesse	
	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under
Immature	0.00	0.30	0.00	0.26	0.00	0.24	0.00	0.24	0.00	0.28
Mature	0.30	0.66	0.26	0.60	0.24	0.5	0.24	0.56	0.28	0.57
Over ripen	0.66	-	0.60	-	0.50	-	0.56	-	0.57	-

대해서는 개체간에 r, g, b 값의 변이가 작았으며, 특히 b 값의 변화 폭이 가장 작았다. 진한 적색 계열의 산드라, 카디날, 벨벳 및 로데 품종의 경우는 r 값이 가장 높았으며, b 값과 g의 순서로 나타났다. 분홍색 계열의 노바 품종의 경우 r 값은 진한 적색 품종에 대한 값보다는 낮으며, g와 b 값은 거의 동일하였다.

표 4는 줄기의 힘을 판정한 결과를 나타낸 것이다. 화훼 유통 종사자의 판정과 영상처리 결과가 일치하는 비율은 줄기가 곧은 것은 90%, 흰 것은 92.5%이었으며, 전체의 91.4%에 대하여 판정 결과가 서로 일치하였다. 실제로는 줄기가 곧은 절화가 영상처리에 의하여 흰 것으로 판정된 경우는 목 부분의 잎 또는 가시의 영향, 줄기 시작점 결정의 오차, 또는 줄기 끝 부분의 잎이 완전히 제거되지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 한편 줄기가 흰 절화가 곧은

것으로 판정된 경우는 장미가 지지판에 걸린 자세가 직접 영상과 거울을 통한 반사영상에서 힘을 관찰하기에 부적합하였기 때문인 것으로 판단된다. 줄기의 힘을 판정함에 있어서 반사 거울을 사용한 효과는 줄기가 굽은 장미 40 송이 중에서 정면 영상만으로는 24 송이를 굽은 것으로 판정하였으나, 거울 영상을 함께 분석한 경우에는 37 송이를 굽은 것으로 판정하여 선별의 정확도가 크게 향상된 것을 알 수 있었다.

장미 꽃봉오리의 개화정도 판정의 정확도는 품종과 개화정도에 따라 차이를 보였다(표 5). 유통 전문가의 판정과 영상처리 결과가 일치하는 경우는 산드라, 카디날, 벨벳, 로데 및 노바 품종에 대하여 각각 85.2~94.2%(평균 91.7%), 75.0~96.0%(평균 90.6%), 84.6~100%(평균 92.9%), 71.4~80.0%(평균 86.5%)

Table 2 Mean and standard deviation of the absolute errors for the measurements of stem length, stem thickness and bud height

	Length of stem	Thickness of stem	Height of bud
Mean (mm)	19.7	0.5	3.8
Std. dev. (mm)	16.9	0.4	1.7

Table 3 Mean chromaticity coordinates of the rose buds

Variety	r	g	b
Sandra	0.5461 (0.0232)	0.1933 (0.0216)	0.2606 (0.0065)
Kardinal	0.5804 (0.0254)	0.1761 (0.0239)	0.2435 (0.0082)
Red Velvet	0.5797 (0.0236)	0.1766 (0.0174)	0.2437 (0.0093)
Rote Rose	0.5394 (0.0411)	0.1982 (0.0319)	0.2625 (0.0112)
Noblesse	0.4137 (0.0111)	0.2928 (0.0095)	0.2934 (0.0056)

\* Numbers inside parentheses indicate standard deviations.

Table 4 Results of grading straightness of stem by using both direct and mirror images

True class	Assigned class			
	Straight	Crooked	Total	Error (%)
Straight	27	3	30	10.0
Crooked	3	37	40	7.5
Total error : 8.6%				

Table 5 Results of classifying the maturity of rose buds

Variety : Sandra True class	Assigned maturity class			Total	Error (%)
	Immature	Mature	Over ripen		
Immature	49	3		52	5.8
Mature		48	2	50	4.0
Over ripen		8	46	54	14.8

Total error : 8.3%

Variety : Kardinal True class	Assigned maturity class			Total	Error (%)
	Immature	Mature	Over ripen		
Immature	9	3		12	25.8
Mature		73	7	80	8.8
Over ripen		1	24	25	4.4

Total error : 9.4%

Variety : Red Velvet True class	Assigned maturity class			Total	Error (%)
	Immature	Mature	Over ripen		
Immature	11	2		13	15.4
Mature		41		41	0.0
Over ripen		4	26	30	13.3

Total error : 7.1%

Variety : Rote Rose True class	Assigned maturity class			Total	Error (%)
	Immature	Mature	Over ripen		
Immature	20	5		25	20.0
Mature		51		51	0.0
Over ripen		10	25	35	28.6

Total error : 13.5%

Variety : Noblesse True class	Assigned maturity class			Total	Error (%)
	Immature	Mature	Over ripen		
Immature	13	1		14	7.1
Mature		32		32	0.0
Over ripen			20	20	0.0

Total error : 1.5%

및 92.9~100%(평균 98.5%)로 측정되어, 노바 품종에 대한 일치도가 가장 높았으며, 로데 품종의 경우 가장 낮았다. 개화정도 판정의 오차는 바깥쪽 꽃잎의 비정상적인 벌어짐이나 꽃받침의 영향 때문인 것으로 판단된다.

영상처리를 이용하여 한 송이의 장미를 선별하는데 소요되는 시간은 평균 2.06초, 표준편차 0.19초이었으며, 줄기가 길 수록 또한 꽃봉오리가 클 수록 영상처리에 시간이 많이 소요되었다. 본 연구에서 개발한 선별 시스템과 영상처리 알고리즘에 의한 작업능률은 시간당 약 1,600 송이에 해당하였다. 동력전달, 이송, 배출 장치 등 선별기의 구조와 시스템 제어회로 및 제어 프로그램에 대해서는 별도의 논문에서 설명할 계획이다.

#### 4. 요약 및 결론

절화 선별기 개발을 위한 연구의 일환으로 칼라 영상처리에 의한 장미 선별기와 알고리즘을 개발하고 그 성능을 평가하였다. 선별기는 절화 이송부와 영상 처리부로 구성하였으며, 체인에 의하여 이송 중인 절화의 영상을 실시간으로 처리하였다. 절화류 중에서 선별이 가장 까다로운 장미를 대상으로 다섯 품종에 대하여 선별기의 성능을 평가하였다.

장미 선별 인자로는 줄기의 길이, 두께 및 휨과 꽃봉오리의 크기, 색 및 개화정도를 사용하였다. 영상처리 알고리즘은 선별 인자의 측정 오차를 최소화하면서 측정 시간을 단축하기 위하여 영상 데이터의 분석 범위 및 이용되는 화소의 수를 최소화하는 데

중점을 두었다.

장미의 줄기 길이, 줄기 두께 및 봉오리 높이의 측정 오차는 각각 평균 19.7 mm, 0.5 mm 및 3.8 mm이었다. 줄기 휨의 측정은 직접영상과 거울 반사영상을 동시에 분석하여 줄기의 목 부분과 끝 부분의 각을 계산하였으며, 선별 오차는 평균 8.6%로 나타났다.

개화정도는 봉오리의 형상에 따라 3단계로 구분하였는데, 등급 판정 오차는 산드라, 카디날, 벨벳, 로데 및 노바 품종에서 각각 8.3%, 9.4%, 7.1%, 13.5% 및 1.5%로 나타났다. 영상 처리에 의한 장미의 선별에 소요되는 시간은 평균 2.06초 이었으며, 선별기의 작업능률은 시간당 1,600 송이 이었다.

#### 참 고 문 헌

1. 농림부. 1998. 화훼 생산 동향. 농업기본통계.
2. 국립농산물검사소. 1996. 농산물 표준 출하규격.
3. 구현모, 배영환. 1997. 절화 선별작업의 기계화 현황 조사. 농업과학연구. 순천대학교 농업과학연구소 11:67-77.
4. Bae, Y. H. and H. M. Koo. 1996. Factors and developments in grading cut flowers. Proceedings of the International Conference on Agricultural Machinery Engineering. Seoul, Korea. Vol 3. pp. 746-754.
5. Steinmetz, V., M. J. Delwiche, D. K. Giles and R. Evans. 1994. Sorting cut roses with machine vision. Transactions of the ASAE 37(4):1347-1353.