

오이의 기하학적 특징요소(단면적)와 실중량과의 관계

The relationship between the geometrical essential element(area) and practical weight of the cucumber

성시홍*

이대원**

정우철*

정희원

정희원

정희원

S. H. Sung

D. W. Lee

W. C. Jung

1. 서 론

오늘날 농산물 중 과채류는 국민 식생활 향상과 농가 소득에 크게 기여하고 있다. 우리나라의 과채류에 대한 선별 과정은 거의 대부분이 육안 판별에 의존하고 있어, 농촌 노동력의 감소 및 노임 상승과 더불어 선별의 기계화가 질실히 요청되고 있는 실정이다. 또한 정확한 등급 기준이 확립되어 있지 않는 상태로, 그 기준조차도 애매하여 수매시의 문제점으로 대두되고 있다. 예를 들면 우리나라 오이 등급 기준은 한 상자속의 오이 하나 하나의 무게와 개수에 의하여 결정된다. 오이의 등급은 단과형 계통과 장과형 계통에 대하여 각각 특, 상, 중, 하로 구분하고 있고, 색깔, 결점, 최소 오이 길이에 대해 등급마다 최소한의 기준을 요구하고 있다. 이는 다른 농산물처럼 오이의 간략한 외관적 특징으로만 등급의 기준을 결정하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하려면 오이의 형상 특징을 정량적으로 추출하여 분석하는 기술의 확립과 일괄적으로 외관을 자동으로 검사하여, 등급을 판정하는 선별기술이 확립되어야 한다.

따라서 과채류의 자동 판정을 위해, 본 연구에서는 영상처리 알고리즘을 이용하여 얻은 대상체의 형상 특징을 정량화하고, 이 영상처리 알고리즘으로 얻은 특징 요소 중에서도 단면적과 본 대상체의 실제무게와의 관계를 비교·검토하여 영상처리 시스템을 개발하는 기초 자료를 제공하고자 한다.

* 건국대학교 농업기계공학과

** 성균관대학교 생물기전공학과

2. 재료 및 방법

가. 실험 재료

알고리즘은 성과 이가 체인 코딩 방법을 이용하여 개발한 방식을 이용하였으며, 실험 재료는 청오이(품종명 : 겨우살이 청장오이)와 꺾(조생종·중생종)을 사용하였다. 청오이는 특등급을 기준으로 실험자가 끈은 정도와 굵은 정도에 따라서 각각 5개씩을 이용하였고, 꺾은 특등급을 기준으로 조생종과 중생종을 각각 3개씩 임의 선정하여 실험에 이용하였다. 또한 오이와 꺾의 실제무게는 저울을 이용하여 각각 측정하였다.

나. 영상 처리 시스템과 조명장치의 제작

영상 처리 시스템의 구성은 IBM 486 이상 기종과 영상 처리 그래픽 보드(Image Grabber Board), 흑백 CCD(Charge Coupled Device) 카메라로서, 해상도(512 × 512) 이었으며 영상 처리 시스템에 사용된 프로그램은 Borland C++ 이었다.

또한 영상 처리 시스템은 프로 파일 (20mm × 20mm)로 제작하였고 조명 장치를 설치하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 영상처리로 측정된 단면적과 실제무게와의 비교 (오이)

표 1, 표 2는 청오이에 대한 영상처리 알고리즘을 이용하여 얻은 실험결과로서 직선길이, 굵은길이, 휨각도 등은 표에서 보는 바와같이 오차가 거의 없다는 것을 알 수가 있다. 그러나 오이의 단면적은 오차가 있었는데, 이는 오이가 놓여진 방향에 따라 영상 처리 시스템의 카메라가 볼 수 있는 단면적이 달라지며, 투영도가 높이에 따라 달라지기 때문으로 생각된다.

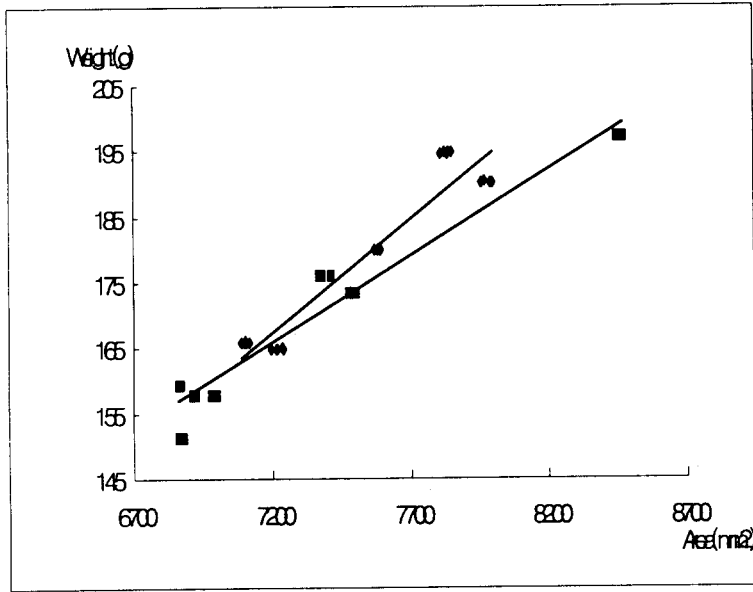
Table 1. Comparison a chung cucumber of an area to get an image processing with a practical weight : a straight cucumber (extra)

Kinds Extra Straight	Area (mm ²)	Practical Weight (g)	Weight (g)	Straight Length (mm)	Angle (°)	Curve Length (mm)	
A	1	7583.24	179.92	180.81	257.86	183.69	206.96
	2	7581.36	179.92	180.74	257.86	183.69	207.04
	3	7592.68	179.88	181.13	257.86	183.69	206.96
	4	7573.81	179.85	180.49	257.86	183.69	207.04
	5	7588.9	179.85	181	257.86	183.69	206.96
	Mean	7583.99	179.88	180.83	257.86	183.69	206.99
B	1	7968.16	190.28	194.05	256.47	168.49	206.48
	2	7992.69	190.25	194.89	256.47	168.49	206.7
	3	799.35	190.24	195.09	256.47	168.49	206.7
	4	7958.73	190.22	193.73	256.47	168.49	206.62
	5	7990.08	190.21	194.80	256.47	168.49	206.7
	Mean	6541.80	190.24	194.51	256.47	168.49	206.64
C	1	7837.97	194.74	189.57	246.26	163.87	199.16
	2	7822.87	194.74	189.05	246.26	163.87	199.16
	3	7851.18	194.72	190.03	246.26	163.87	199.16
	4	7811.55	194.69	188.66	246.26	163.87	199.24
	5	7836.08	194.69	189.51	246.26	163.87	199.16
	Mean	7831.93	194.71	189.36	246.26	163.87	199.17
D	1	7237.95	164.99	168.93	250.52	166.58	202.32
	2	7241.72	164.95	169.06	250.52	166.58	202.17
	3	7219.08	164.93	168.28	250.44	167.83	201.9
	4	7215.31	164.93	168.15	250.44	167.31	201.97
	5	7198.33	164.92	167.57	250.52	166.95	202.09
	Mean	7222.47	164.94	168.39	250.48	167.05	202.09
E	1	7102.1	166.03	164.26	244.5	167.76	197.18
	2	7100.21	166	164.19	244.34	167.07	197.22
	3	7119.08	165.97	164.84	244.5	167.13	197.42
	4	7088.89	165.97	163.80	244.5	167.84	197.18
	5	7105.87	165.96	164.39	244.5	167.76	197.25
	Mean	7103.23	165.98	164.29	244.46	167.51	197.25

Table 2. Comparison a chung cucumber of an area to get an image processing with a practical weight : a bending cucumber (extra)

Kinds Extra Bending	Area (mm ²)	Practical Weight (g)	Weight (g)	Straight Length (mm)	Angle (°)	Curve Length (mm)	
A	1	8449.31	197.16	198.57	260.67	148.36	218.26
	2	8451.19	197.15	198.62	260.67	148.36	218.33
	3	8453.08	197.15	198.67	260.67	148.36	218.33
	4	8464.4	197.14	198.97	260.67	148.36	218.33
	5	8470.06	197.14	199.12	260.67	148.36	218.33
	Mean	8457.60	197.14	198.79	260.67	148.36	218.31
B	1	6979.45	157.77	159.91	242.88	153.44	198.73
	2	6924.73	157.77	158.48	240.39	154.98	196.61
	3	7000.21	157.76	160.46	242.88	153.44	198.95
	4	6919.07	157.75	158.33	240.39	153.17	196.76
	5	6913.41	157.74	158.18	240.39	154.98	196.77
	Mean	6947.37	157.75	159.07	241.38	154.00	197.56
C	1	7371.92	176.14	170.24	235.11	159.16	191.27
	2	7381.35	176.13	170.48	235.11	157.8	191.6
	3	7373.8	176.13	170.29	235.11	159.16	191.35
	4	7371.92	176.12	170.24	236.33	156.8	192.35
	5	7382.48	176.11	171.33	236.33	156.8	193.11
	Mean	7376.29	176.12	170.51	235.59	157.94	191.93
D	1	7504	173.42	173.71	231.82	150.62	191.59
	2	7481.35	173.42	173.11	231.91	150.22	191.02
	3	7498.33	173.41	173.56	233.06	150.77	193.05
	4	7479.47	173.41	173.07	231.82	150.62	191.59
	5	7500.22	173.4	173.61	232.98	151.16	192.69
	Mean	7492.67	173.41	173.41	232.31	150.67	191.98
E	1	6862.47	151.39	156.84	229.85	149.31	190.94
	2	6870.01	151.39	157.04	229.85	149.31	191.09
	3	6862.47	151.38	156.84	229.85	149.31	191.03
	4	6881.33	151.38	157.33	229.97	148.94	191.46
	5	6880.11	151.38	157.30	229.85	149.31	191.03
	Mean	6871.27	151.38	157.07	229.87	149.23	191.11

그림. 1은 오이의 단면적과 실제무게와의 관계를 나타낸 것으로서 곧은오이와 굽은오이의 경우의 회귀방정식은 각각 $y_1 = 0.0344x - 80.049$ ($R^2 = 0.9149$, $R = 0.9565$), $y_2 = 0.0263x - 23.64$ ($R^2 = 0.9493$, $R = 0.9743$) 이었다. 그림. 1에서 보는 바와 같이 오이는 본 대상체의 실제무게와 영상처리로 얻은 단면적과는 거의 일치하다는 것을 알 수 있다.



* $y_1 = 0.0344x - 80.049$ ($R^2 = 0.9149$, $R = 0.9565$)

: A practical weight of cucumber(a regression equation)

$y_2 = 0.0263x - 23.64$ ($R^2 = 0.9493$, $R = 0.9743$)

: A practical weight of cucumber(a regression equation)

** R^2 (coefficient of determination)

R (correlation coefficient)

■ : a straight cucumber

◆ : a bending cucumber

Fig. 1 Comparison a chung cucumber of a practical weight with an area to get image processing : a straight(bending) cucumber(extra)

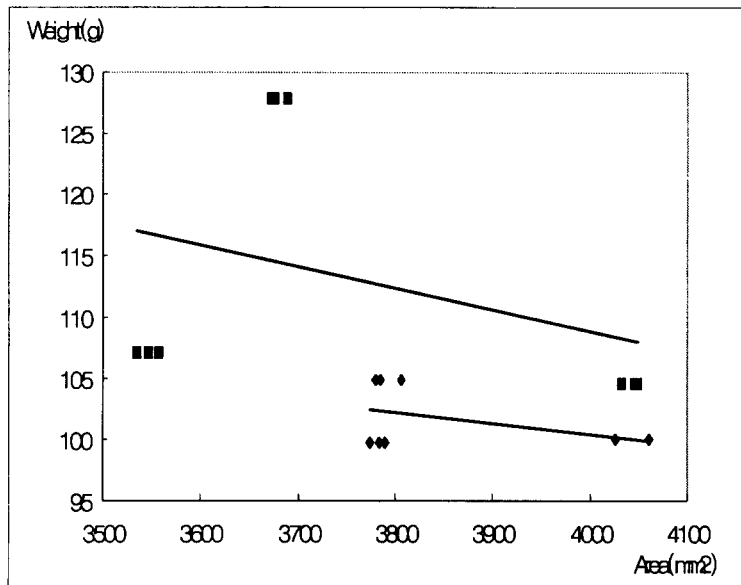
나. 영상처리로 측정된 단면적과 실제무게와의 비교(굴)

표 3은 굴에 대한 영상처리 알고리즘을 이용하여 얻은 실험결과로서 직선길이, 굽은길이, 휨각도 등도 오이와 같이 오차가 거의 없다는 것을 알 수가 있다. 그러나 굴의 단면적과 실제무게는 그림. 2에서 보는 바와 같이 비례하지 않는다는 것을 알 수가 있었다.

그 이유는 그림. 3에서와 같이 굴은 등급 규격(항목\등급)에서 껍질의 뜯 것(부피과)은 4 가지 정도에 따라 분류되어 있고, 껍질 속의 뜯 정도는 외관상으로 알 수가 없기에 영상처리로 얻어진 단면적을 가지고 굴의 실제무게를 유추 한다는 것에 문제점이 있는 것으로 생각되었다. 이에 체인 코딩을 이용한 영상처리 알고리즘을 가지고 무게에 의한 정확한 등급과 선별을 하기 위해서는 보완이 필요하다고 생각된다.

Table 3. Comparison a tangerine of an area to get an image processing with a practical weight

Kinds Extra		Area (mm ²)	Practical Weight (g)	Weight (g)	Straight Length (mm)	Angle (°)	Curve Length (mm)	
조생종	A	1	3785.01	104.91	102.43	67.5	166.21	55.16
		2	3805.77	104.91	102.26	67.5	166.21	55.45
		3	3779.35	104.91	102.48	67.5	166.21	55.16
		Mean	3790.04	104.91	102.39	67.50	166.21	55.25
	B	1	4052.95	99.93	100.38	70.01	170.50	57.26
		2	4060.49	99.93	100.09	70.01	167.95	57.26
		3	4060.49	99.93	100.09	70.01	167.95	57.26
		Mean	4057.97	99.93	100.18	70.01	168.80	57.26
	C	1	3788.79	99.73	102.40	65.04	188.2	53.73
		2	3783.13	99.73	102.45	65.04	188.2	53.16
		3	3773.69	99.73	102.53	65.04	188.2	53.46
		Mean	3781.87	99.73	102.46	65.04	188.20	53.45
중생종	A	1	4032.19	104.54	108.14	68.76	176.67	55.42
		2	4049.17	104.54	107.84	70.01	175.91	56.70
		3	4045.40	104.54	107.91	70.01	175.91	56.70
		Mean	4042.25	104.54	107.96	69.59	176.16	56.27
	B	1	3675.58	127.85	114.41	67.68	164.80	55.41
		2	3671.80	127.84	114.48	67.68	164.80	55.67
		3	3688.79	127.85	114.18	67.68	164.80	55.67
		Mean	3678.72	127.84	114.35	67.68	164.80	55.58
	C	1	2556.71	107.09	116.51	68.85	170.30	56.53
		2	3545.85	107.09	116.70	68.85	170.30	56.53
		3	3534.06	107.09	116.91	68.85	170.30	56.53
		Mean	3212.20	107.09	116.70	68.85	170.30	56.53



* $y_1 = -0.0085x + 134.61$ ($R^2 = 0.1973$, $R = 0.0392$)

: A practical weight of tangerine(a regression equation)

: The early class

$y_2 = -0.0176x + 179.11$ ($R^2 = 0.1249$, $R = 0.0156$)

: A practical weight of tangerine(a regression equation)

: The middle class

** R^2 (coefficient of determination)

R (correlation coefficient)

◆ : The early class

■ : The middle class

Fig. 2 Comparison a tangerine of a practical weight with an area to get image processing

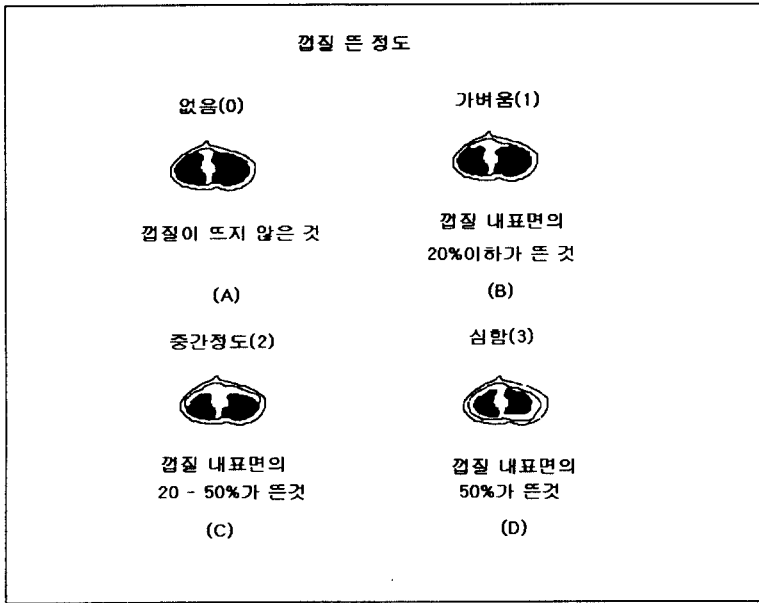


Fig. 3 A crack degree of the skin

4. 결론 및 요약

과채류의 자동 등급 판정을 위해 본 연구에서는 영상처리 알고리즘을 이용하여 얻은 대상체의 형상 특징을 정량화하고, 단면적과 본 대상체의 실제무게와의 관계를 비교·검토하여 영상처리 시스템을 개발하는 기초자료를 제공하기 위하여 실험을 수행하였다. 오이의 외형 특징점 요소 중에서 오이의 단면적과 실제 무게와의 관계는 거의 오차 없이 일치하다는 것을 알 수가 있었다. 그러나 귤의 경우 체인코딩을 이용한 영상처리 알고리즘으로 얻어진 단면적을 가지고 실제무게를 유추하는 것은 어려움이 있었다. 이는 귤(조생종·중생종)은 등급 규격(항목\등급)에서 겉질의 뜯 것(부피과)은 4가지 정도에 따라 분류되어 있고 겉질 속에서 뜯 정도는 외관상으로 알 수가 없기 때문으로 생각된다. 따라서 귤과 같은 과채류의 정확한 자동 등급을 판정을 위해서는 알고리즘의 보완이 필요한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Chamberlin, D. W. 1976. Electro - optic field tomato color sorter. ASAE. Paper No. 76-1533, ASAE. st. Joseph, MI 49085.
2. 조한근, 송현갑, 1994, 컴퓨터 시각에 의한 잎담배의 외형 및 색 특징추출, 한국농업기계학회, 19(4):380-396
3. 노상하, 류관희, 김일웅. 1990. 화상처리 시스템을 이용한 과일의 기하학적 특성 측정. 한국농업기계학회지 15(1) : pp 23-32.
4. 노상하, 이종환, 이승훈, 1992, 흑백영상처리장치를 이용한 과실선별기 개발에 관한 연구 (Ⅱ)-잔상의 영향 및 선별성능, 한국농업기계학회, 17(4):363-369
5. 농수산부. 농협중앙회. 1995. 농산물 표준출하 규격집.
6. Rehkugler, G. E. and J. A. Troop. 1986. Apple sorting with machine vision. Trans. ASAE. 29:1379-1388.
7. Sarkar, N. and R. R. Wolfe. 1985. Feature extraction techniques for sorting tomatoes by computer vision. Trans. ASAE. 28:970-979.
8. 성시홍, 이대원. 1996. Development of an Image Processing System for Grading Cucumber, 한국원예학회지 37(3):399-405.