

기계시각을 이용한 돼지 무게 예측시스템의 개발

Development of a System Estimating Pig's Weight Using Machine Vision

엄천일* 정중훈*
정희원 정희원
T. Y. Yan J. H. Chung

1. 서론

현대농업의 한 부분인 축산업은 우리 나라 경제에 큰 비중을 차지하고 있다. 축산업의 자동화 및 무인화는 현재 농촌의 인력부족 문제를 해결할 뿐만 아니라, 우리 농민의 수익도 높일 수 있으며, 나아가서 우리 농업의 국제경쟁력을 제고할 수 있다.

영국 등 다른 선진국에서는 자국의 양돈농가를 위하여 돼지의 무게를 예측할 수 있는 돼지 무게 예측시스템을 개발하였다. 돼지 무게 예측시스템은 돼지의 무게를 예측할 수 있으므로 가격이 좋은 시기에 사육한 돼지를 출하함으로써 농가의 소득에 많은 기여를 하고 있다. 지금 우리 축산업 농가의 양돈업 기계화는 이미 실현되었으나 관리 자동화면에서 아직 많이 부족하다. 그 중에 하나가 바로 돼지의 무게 측정이다. 기존 돼지의 무게 측정방법은 주로 1) 기계식 측정방법과 2) 전기전자식 측정방법으로 분류할 수 있다. 위의 두 방법이 지금 많이 사용되고 있지만 양돈 자동화하기 어렵고 측정과정에서 돼지에게 스트레스를 많이 주며 인력도 많이 소요된다. 본 연구에서 컴퓨터 비전을 이용하여 무 접촉·실시간 돼지 무게 측정시스템을 개발하고 이를 이용하여 돼지의 무게를 예측할 수 있는 모델을 개발하고자 하였다.

본 연구의 연구목적은 다음과 같다.

- 1) 기계시각 이용해 돼지의 투영면적을 계산함으로써 돼지의 무게를 예측할 수 있는 돼지 무게 예측시스템을 개발하고,
- 2) 개발한 돼지 무게 예측시스템의 성능을 평가하고자 한다.

2. 재료 및 방법

돼지 무게를 예측하고 시스템 개발에 있어서 다음과 같은 3가지 가정을 설정하였다.

가. 가정

- 1) 각 실험객체(실험용 돼지)는 동일한 품종이며 각 객체간에 큰 유전적인 차이는 없다.
- 2) 각 객체의 표면이 일정한 청결함을 유지하고 있다고 가정한다.
- 3) 원시영상을 취득한 장소의 조명의 변화는 비교적 적다고 가정한다.

* 전남대학교

나. 실험재료

본 연구가 진행되는 동안, 한국 국내에서 구제역이 여러 곳에서 발생함으로써 대부분 양돈농가들이 양돈사의 방문을 거절 혹은 금지하기 때문에 본 연구의 자료를 확보하는데 많은 어려움이 있었다.

본 연구에서 사용한 실험객체는 전남대학교 농업생명과학대학 농업자원실험장에서 사육한 2마리 돼지와 전라남도 장성군 한 사육장에 사육한 3마리 돼지를 이용하여 돼지 무게 예측 시스템을 개발하는데 사용하였다(Table 1). 실험객체의 건강상태는 정상이고 5마리 객체는 모두 백색이다. 본 시스템을 개발하기 위하여 Visual C++ 6.0, 디지털 카메라 (SINDORICHON RDC-7), Celeron 466 컴퓨터 등을 사용하였다.

Table 1. The pigs used to develop a pig's weight estimating system

Object number	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Location	CNU	CNU	ZH	ZH	ZH
Clean or not	clean	dirty	dirty	dirty	dirty
Weight (g)	75000	104100	94200	89100	120100

Note: 1) CNU: Chonnam National University

2) ZH : 전라남도 장성군

다. 돼지 무게 예측시스템의 알고리즘

돼지 무게 예측시스템(Fig. 1)은 입력한 영상을 그레이 레벨(gray level)영상으로 처리한 후 처리된 영상을 이진화 영상으로 전환한다. 조명 및 실험객체의 상태에 따라 이진화 영상에 많은 노이즈가 포함된다. 돼지 무게 예측시스템은 비교적 정확한 무게를 파악하기 위하여 이진화 영상내의 존재한 노이즈를 제거하여야 한다. 여기에서 주로 사용한 테크닉은 blob coloring 기법이다. blob coloring을 이용하면 이진화 영상에서 영역별로 번호를 부여할 수 있다. 구역번호를 이용하면 각 영역의 면적을 구할 수 있다. 본 연구의 경우 영역면적이 제일 큰 영역은 바로 객체의 투영이고, 다른 영역은 노이즈로 간주한다. 노이즈에 해당하는 영역을 영상처리방법을 이용하여 제거시키고 나머지 영역에 대해서 객체의 투영면적에 해당하는 영역의 픽셀수를 계산하면 각 객체의 투영면적을 계산할 수 있다.

많은 연구에서 이미 증명했듯이 생물학적으로 객체의 투영면적은 객체의 무게와 서로 긴밀한 상관관계를 가지고 있다. 따라서 본 연구에서 바로 이 관계를 이용하여 최종적으로 컴퓨터비전을 이용하여 객체의 무게를 예측하고자 하였다.

라. 노이즈 최소화

조명, 객체의 청결함 및 사육장내 시설 등에 따라서 디지털 카메라를 이용하여 취득한 영상에 많은 노이즈가 포함하고 있다. 노이즈가 많은 영상(Fig. 2)을 이용하여 객체의 투영면적을 계산하면 무게 예측의 정확성이 문제가 발생할 수 있다.

수많은 노이즈를 억제하는 방법이 있는데 본 연구는 이들 오차를 최소화하기 위하여 노이즈를 최대한으로 제거할 수 있는 blob coloring 기법을 사용하였다.

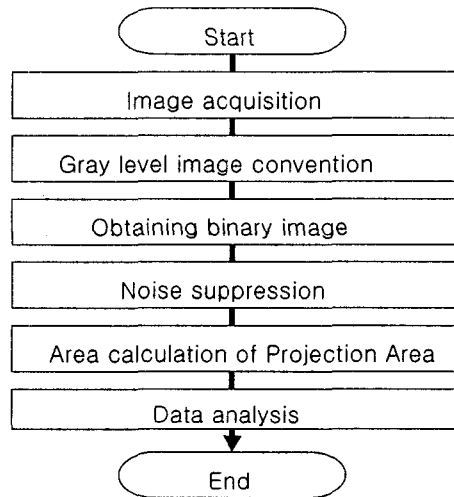


Fig. 1 The algorithm of the proposed pig's weight estimating system.

blob coloring은 연결된 영역추출이라고도 한다. 실제적으로 이진화한 영상에서 연결된 객체를 추출하는 것이 영상분석시스템에서 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. blob coloring은 이진화한 영상에서 각 연결된 객체에게 특정한 번호를 부여함으로써 각 구역에 대해서 분석하며 또한 분석한 결과에서 각 구역을 표현할 수 있는 특성 값을 추출할 수 있다. 예를 들면, blob의 면적, 모멘트, 중심점, compactness, 장축, 단축 및 주축 등이 포함된다. 추출한 특성 값을 직접적으로 사용하여 패턴인식을 할 수 있지만, 간혹 이들 특성 값을 신경망의 입력층에 연결하여 패턴인식을 할 수도 있다. 본 연구에서 blob coloring 이용하여 각 구역의 여러 특성을 추출하는 것보다 각 구역의 면적을 계산함으로써 이들 구역 중에 노이즈에 속한 구역을 제거하고 최종적으로 실험객체의 투영면적을 산출하였다(Fig. 3).

마. 문턱값 예측방법

본 시스템에서 문턱값 예측방법은 다음과 같았다.

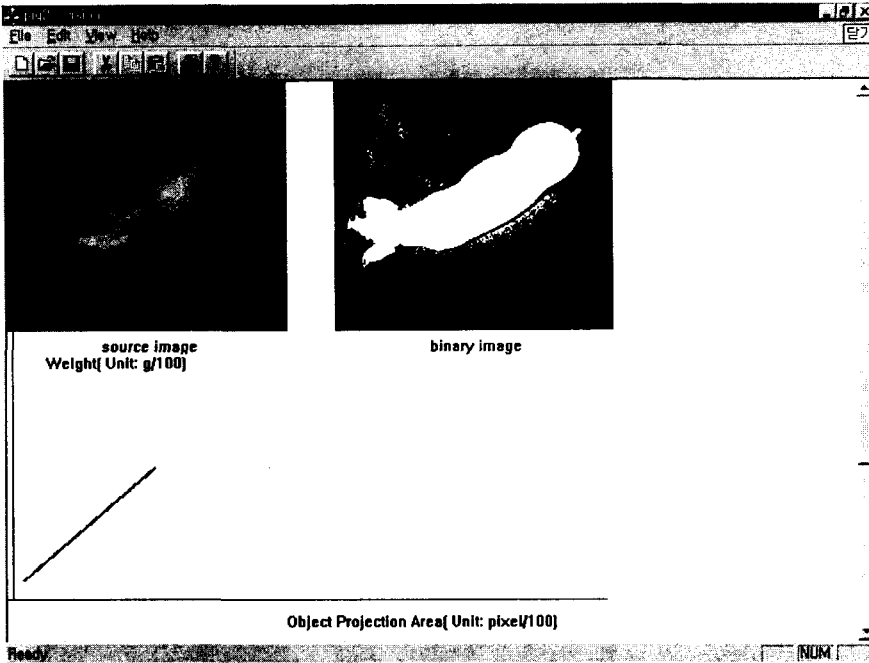


Fig. 2 The binary image with a lot of noise

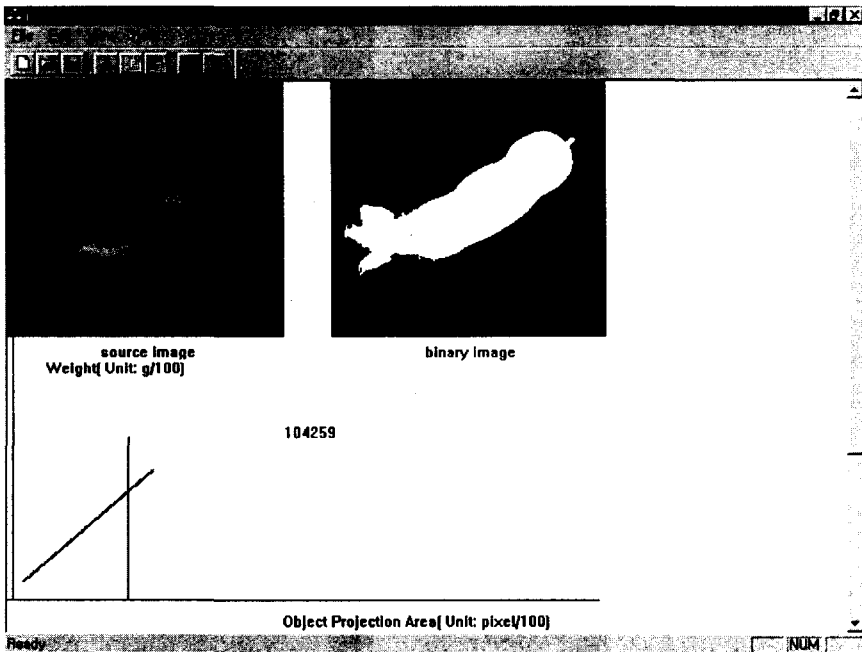


Fig. 3 The binary image without noise and the estimate weight of a big

- 1) 우선 초기 예측치 T를 선택한다.
- 2) T를 이용하여 영상을 분할 하면 두 영역이 G1과 G2가 생성된다.
- 3) G1과 G2영역의 그레이 레벨의 평균치 u1과 u2를 계산한다.
- 4) 새로운 문턱 값은 $T=1/2(u1+u2)$ 식으로 계산한다.
5. 연속 두 예측치T의 차이가 T0(허용치)보다 작을 때까지 단계2부터 단계4까지 반복한다.

3. 결과 및 고찰

개발한 돼지 무게 예측시스템을 이용하여 실험객체의 투영면적을 계산한 결과 Table 2와 같았다.

Table 2. The projection area and weight of each pig

Object number	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Projection Area(pixel)	8337	11173	10120	9600	13002
Weight(g)	75000	104100	94200	89100	120100

입력영상에서의 객체의 투영면적과 무게간의 상관관계는 Fig. 4와 같이 나타났다.

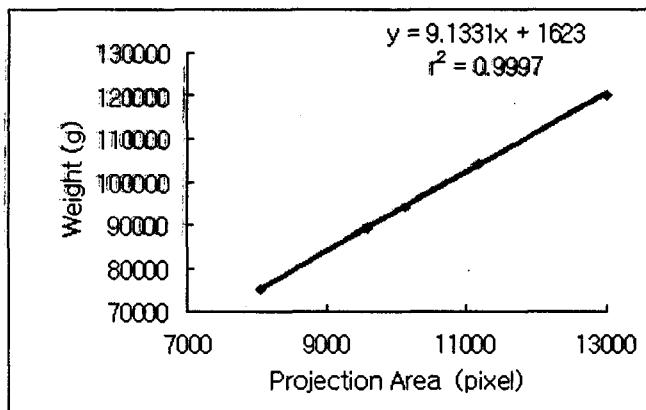


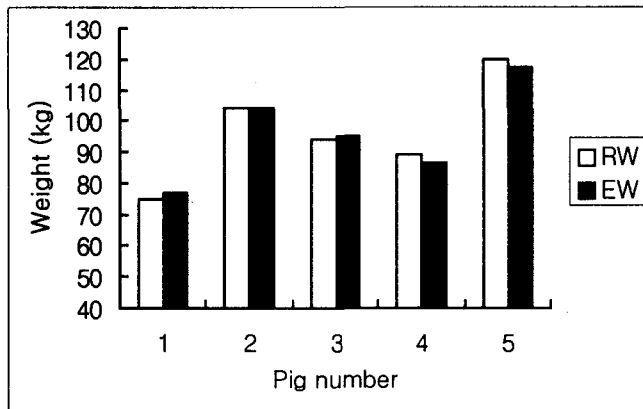
Fig. 4 The relationship between the projection area and weight

Fig. 4로부터 쉽게 알 수 있듯이 객체의 투영면적과 객체의 무게는 $y=9.1349x+1611.1$ 로 표현할 수 있었다. 이때에 상관계수 r 의 값은 0.9998로 나타났다. 이처럼 돼지의 투영면적으로 돼지의 무게를 잘 예측할 수 있었다.

위에서 개발한 모델을 실제로 이용하기 위하여 Visual C++로 설계한 돼지 무게 예측시스

템에 적용시킨 후 계산한 객체의 면적에 따라서 실시간으로 객체의 무게를 측정하였다.

본 연구에서 개발한 돼지 무게 예측시스템의 성능을 평가하기 위하여, 실험객체의 실제 무게와 돼지 무게 예측시스템을 사용하여 예측한 무게를 서로 비교하였다. 비교한 결과는 Fig. 5 (Table 3)에서 나타나고 있다. 실제무게와 예측한 무게의 차이는 약 3%이내이었다. 만약에 실험객체의 수를 많이 보유하고 있었다면 더 좋은 예측치를 얻을 수 있을 것으로 사료되었다.



Note: 1) RW: real weight
2) EW: estimated weight

Fig. 5 The comparison between real weight and estimated weight

Table 3: The real weight and estimated weight of each pig

Real Weight (g)	75000	104100	94200	89100	120100
Estimated Weight (g)	77000	104200	95100	86400	117300
Difference (%)	2.67	0.01	0.96	3.03	2.33

5. 결론

1) 객체의 투영면적은 객체의 중요한 특성중의 하나이며 통계적으로 객체의 무게와 긴밀한 관계를 가지고 있다. 다음 관계식으로 객체의 무게 예측에 활용할 수 있었다.

$$y=9.1331x+1611.1 \quad r=0.9998$$

y: 객체의 무게 (g)

x: 객체의 투영면적 (pixel number)

- 2) 실제무게와 예측무게의 오차는 약 3%이내이었다.
- 3) 객체의 투영면적을 영상처리기술로 구하는데 있어서 노이즈를 제거하기 위해 blob coloring 기법을 이용하여 입력영상에 포함된 노이즈를 효과적으로 제어하였다.
- 4) 본 돼지 무게 예측시스템은 돼지 무게를 실시간으로 자동 예측할 수 있어서 농가의 경영 자동화에 큰 도움이 될 수 있다.

6. 참고문헌

1. C. P. Schofield, J.A. Marchant. 1999. Monitoring Pig Growth Using a Prototype Imaging System, Journal of Agricultural Engineering Research 72:205-210.
2. E. R. Davies. 1990. Machine Vision: Theory, Algorithms Practicalities. ACADEMIC PRESS
3. H. Minagwa, T. Ichikawa. 1994, Determining The Weight of Pigs With Image Analysis, Transaction of ASAE 37(3):1011-1015
4. Ioannis Pitas. 1993. Digital Image Processing Algorithms, Prentice Hall International(UK) Ltd.
5. Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. 2002. Digital Image Processing. Prentice Hall.