JKSCI

한국컴퓨터정보학회논문지
Journal of The Korea Society of Computer and Information
Vol. 24 No. 12, pp. 127-134, December 2019
https://doi.org/10.9708/jksci.2019.24.12.127

The Image Processing System for Volume Gains Rate Measurement of Pigs

Ho-Young Kwak*, Jin-Wook Chang**

*Professor, Dept. of Computer Engineering, Jeju National University, Jeju, Korea
**Research director, HRG Incorporated., Jeju, Korea

[Abstract]

In this paper, we designed and implemented a system for automatically measuring pig growth rate using image. Pig breeding is a very important factor because the breeding rate of pigs is directly linked to the rancher's economic interests in order to raise them in livestock farms. Therefore, there is a demand for a method for easily measuring the growth rate of each pig. As a method for this, an image analysis algorithm for measuring the growth rate of pigs is presented by taking a plan view of the pig. In addition, the proposed algorithm was implemented to measure the surface area of swine and to express it as the rate of gain. The proposed method in this paper makes it possible to easily measure the individual growth rate of pigs to meet the needs of farmers. In the future, we will improve the algorithm to calculate the volume so that the same value as the actual measurement can be obtained.

▸ **Key words**: pig, volume, gains rate, image processing, measurement

[요 약]

본 논문에서는 양돈의 증체율을 영상 이미지를 이용하여 자동으로 측정하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 양돈은 축사에서 사육되면서 육돈으로 출하하기 위해 양돈의 증체율이 목장주의 경제적 이익과 직결하기 때문에 매우 중요한 요소로 작용하고 있다. 따라서 양돈 개체별 증체율을 손쉽게 측정할 수 있는 방법이 요구되고 있어, 이를 위한 방법으로 양돈을 평면적으로 촬영하여 양돈의 증체율을 측정할 수 있는 영상 분석 알고리즘을 제시하였다. 또한 제시된 알고리즘을 구현하여 양돈의 표면적을 측정하여 이를 증체율로 표현할 수 있도록 구현하였다. 본 논문에서 제안된 방법을 통하여 손쉽게 양돈의 개체별 증체율을 측정할 수 있게 됨으로써 농장주의 요구에 부응할 수 있게 되었다. 향후에는 표면적 계산하는 알고리즘을 향상시켜 실제 측정치와 동일한 값이 구해질 수 있도록 개선 작업을 진행할 예정이다.

▸ **주제어**: 양돈, 체적, 증체율, 이미지 처리, 측정

• First Author: Ho-Young Kwak, Corresponding Author: Ho-Young Kwak
*Ho-Young Kwak (kwak@jejunu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Jeju National University
**Jin-Wook Chang (kerimc14@gmail.com), HRG Incorporated., Jeju, Korea
• Received: 2019. 12. 02, Revised: 2019. 12. 15, Accepted: 2019. 12. 15.

Copyright © 2019 The Korea Society of Computer and Information
http://www.ksci.re.kr pISSN:1598-849X | eISSN:2383-9945
www.kci.go.kr

I. Introduction

현재 국내의 ICT융합 기술을 보면 센싱 부분 특히, 환경측정 센싱 위주로 많은 연구가 되어있고 단순 시설에 많은 연구가 되어있다.

양돈의 경우 국내 기술이 가장 발달한 부분으로 전반적인 연구 및 개발이 많이 진행이 된 상태이다. 특징적으로 단순 시설의 선별기가 발달이 되어 각 개체 관리 및 군사관리가 이루어지고 있으며, 사양관리 및 모니터링 시스템의 개발로 양돈장에서 출하까지 실시간으로 관리하고 적절한 시기에 출하를 결정할 수 있다[1-2].

현재 국내 스마트축사는 각 회사에서 자체적으로 생산한 제품보다는 외국의 제품을 도입하여 사용하고 있기 때문에 비용이 많이 들고, 고장 시 A/S를 받지 못하는 등 여러 문제점이 발견되고 있다. 뿐만 아니라 각 회사별로 사용되는 규격이 다르므로 다른 제품과의 호환성이 떨어지는 실정이다. 그렇기 때문에 스마트 축사에서 사용되는 기기들의 표준화를 하는 것이 시급한 것으로 사료된다.

또한 최근 우리나라에 발생한 아프리카 돼지 열병(African Swine Fever, ASF)은 국내에서는 아직까지 발생한 적이 없는 치명적인 바이러스성 출혈성 돼지 전염병이다. 이병률이 높고 급성형에 감염되면 치사율이 거의 100%에 이르기 때문에 양돈 산업에 엄청난 피해를 주는 질병이다. 양돈 농가들은 이러한 돼지 질병에 민감하며, 아울러 비육돈(肥育豚-질 좋은 고기를 많이 내기 위하여 특별한 방법으로 살이 찌도록 기르는 돼지)의 경우 증체율을 바탕으로 한 표준 형질이 농가 수익에 직결되고 있다. 또한 돈사의 구조 및 형태도 돼지의 행동, 증체량, 증체율 등 돼지의 건강에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다

따라서 양돈의 증체율은 축산농가의 가장 큰 관심사 중에 하나이다. 지금까지 증체율은 매일 전자저울을 통해 계측하여 기록하고 관리하는 방법을 사용하고 있다.

최근 스마트 축사 등의 시설을 통해 축사도 첨단화하고 개체 관리도 보다 더 효율적으로 이루어지고 있다. 이러한 스마트 축사에 증체율을 자동으로 측정하고 기록 관리할 수 있는 시스템을 적용하면 양돈 관리에 보다 효율적일 수 있을 것이다.

일반적으로 증체율 관리는 다음과 같은 효과를 가져 온다.

• 육성·비육돈을 고르게 성장시키며, 증체율이 빨라 출하 일령을 앞당긴다.

• 전자저울에 의해 원하는 무게와 마리수를 출하 하루 전에 입력하면 정확한 무게와 숫자의 비육돈을 선별 출하할 수 있다.

• 돈방을 효율적으로 이용할 수 있으며, 마리당 A+ 등급으로 출하 즉시 이익이 발생된다[3].

특히, 자돈사의 체중 관리는 100일 이내의 사료 프로그램 및 증체율과 사료 요구율의 분석이 중요하며, 아울러 설사와 폐렴지수의 평가, 폐사율 분석 등이 병행되어야 한다. 비육사 체중관리를 위해서는 암·수를 분리해 체중을 측정해야 하며, 증체율과 사료요구율의 분석, 폐사율분석, 위생모니터링과 같은 관리가 필요하다[4].

따라서 본 논문에서는 돼지의 증체율을 전자저울 등 별도의 장치를 설치하지 않고 사진 이미지를 이용하여 증체량을 측정할 수 있는 방법을 제시하였다.

본 논문에서는 2장에서 관련 연구와 동향에 대하여 기술하고, 3장에서는 제안한 영상을 이용한 증체량 측정 방법을 설명하고, 실험 결과를 기술하였다. 끝으로 4장에서는 결론을 맺었다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 Domestic trends

우리나라 양돈의 연평균 상등급 출현률율을 살펴보면, 2009년 69.4%에서 2014년 61.5%로 감소하는 경향을 보인다. 하지만 ICT융복합사업으로 비육돈 출하선별기를 도입한 이후 최근 3년 상등급 출현율은 날이 갈수록 증가해 2015년에는 88.85%를 기록했다. 이는 비육돈 출하선별기의 도입으로 돼지들의 데이터를 수집·분석해 이뤄낸 결과이다. 비육돈 출하선별기의 도입후의 암퇘지와 거세돈의 그래프를 분석해 보면 대부분의 돼지가 1+등급과 1등급 범위에 속하고 있다고 보고되어 있다. 이러한 비육돈 출하관리시스템은 출하 체중편차를 최소화할 수 있도록 도와주며, 비육돈 출하 시 규격 출하 등급 향상으로 수익 증대와 사전에 예상 출하돈을 확인하여 출하 계획이 수립 가능하다[2].

현재 증체량 측정 전자저울을 통한 체중 측정 방법과 Fig. 1과 같이 수작업을 통하여 실제 측정하는 방법 등이 사용되어지고 있다. 최근에는 축사를 개량하여 Fig. 2와 같이 한 마리의 돼지만 지나갈 수 있는 통로를 만들어 이 통로 밑에 전자저울을 설치하고 돼지가 지나갈 때 잠시 멈추게 하여 무게를 측정하는 곳도 있다.

www.kci.go.kr

Flank to flank, cm	Sow appearance	Estimated Sow wt., lb	Backfat at breeding, mm			
			< 12	12-14.9	15-18	> 18
83 to 90	Very light	250 to 330	5.3	4.6	4.2	3.5
91 to 97	Light	330 to 395	5.7	5.3	4.6	4.2
98 to 104	Medium	395 to 475	6.2	5.7	5.3	4.6
105 to 112	Heavy	475 to 550	6.8	6.2	5.7	5.3
113 to 127	Very heavy	550 to 650	7.3	6.8	6.2	5.7

Fig. 1. Typical pig torso measurement

Fig. 2. Passage Weighing Device

1.2 Global trends

해외에서의 사료 섭취량 모니터링과 증체량에 관련해서는 다음과 같은 사항들이 보고되어 있다[5-7].

기존에 사용하던 영상정보는 단순히 관리 편이를 위해 사용되어 왔지만 영상정보와 영상 분석 기술을 통합하여 실시간으로 성장 상태나 체중의 변화를 측정할 수 있는 기술이 개발되고 있다.

■ 다국적 Food Inovation 회사인 eYeSCAN은 소규모 돈방의 돼지를 대상으로 개발된 돼지 행동 모니터링 및 분석시스템을 출시하였다. 카메라로 촬영되고 있는 영상을 통하여 돼지들의 행동을 실시간으로 관찰하고 기록된 영상들을 분석하며, 영상 정보를 이용하여 돼지의 체중을 추정할 수 있도록 하는 시스템을 개발하였다. 이 시스템에서도 정확한 체중 측정보다는 추정을 통하여 사람의 눈으로 보고 출하시기를 결정하는 것 보다는 정확하게 출하시기를 추정할 수 있도록 하고 있다(Fig. 3).

이와 같이 영상을 통한 분석 방법은 체중 측정을 위해 특별한 장치를 사용하지 않기 때문에 돼지들에게 스트레스를 주지 않을 수 있어 양질의 비육우를 생산하는데 효과적이라고 한다.

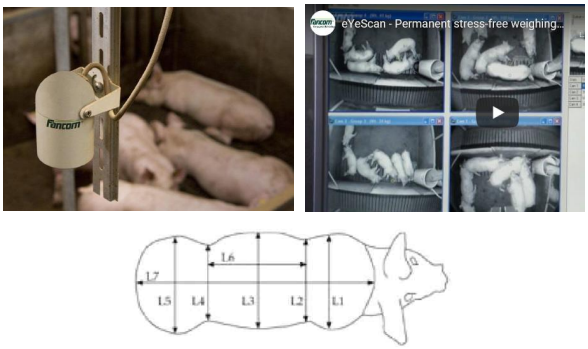

Fig. 3. eYeSCAN livestock system

■ 네덜란드 : 자동 사료 급이 시스템

- Nedap사에서 개발한 자동 사료 급이 시스템은 친환경, 동물 복지형 축산물 생산에 적합한 사육 환경을 제공한다. 그러나 사료급이는 자동으로 하고 있지만 증체량 등을 측정하는 시스템은 갖추고 있지 않다.

■ 네덜란드 : V-Scan

- 네덜란드 Nedap사에서 개발한 V-Scan은 각 개체의 데이터를 현장에서 인식하고 프로그램에 입력하는 최첨단 개체 인식 리모컨이 사용 중이다.

■ 독일: HydroMix

- 최첨단의 돼지 관리를 위한 액상 사료급이 시스템으로 독일 Big Dutchman사에서 개발하였다. 사용자 친화적으로 PC를 이용하여 사료급이를 조종, 모니터링 및 밸브수를 자동으로 개별 제어할 수 있다.

■ 벨기에 : 패턴인식을 이용한 축사 내 돼지 자동식별 기술 (기술개발단계)

- 돼지에 미리 그려 둔 각각의 패턴을 이미지 프로세싱 기술과 패턴 인식기술을 통해 자동으로 센싱하고, 이를 통해 각각의 돼지를 자동으로 식별할 수 있는 시스템이다. 축사 내부에서 각각 다른 구역에 어떤 돼지들이 있는지 자동으로 식별할 수 있으며 각각의 돼지들이 어떤 행동을 하고 있는지 모니터링할 수 있어 유용하다.

■ 미국 : 비육돈의 섭식 행동분석 기술(기술개발단계)

- 비육돈의 섭식행동을 식별함으로써 아픈 돼지를 선별할 수 있고, 무리 내에서 유전적인 차이를 식별할 수 있는 기술로서, 상업적 규모의 돈방 안에서 RFID 칩과 멀티플렉스를 활용하여 돼지의 섭식 시간 및 몸무게 증가량을 기록할 수 있는 기술을 개발 중이다.

해외에서의 사례를 살펴보았듯이 아직까지 전자저울에 의한 체중을 측정하는 장치 이외의 다른 방법은 사용되고 있지 않고 있다.

www.kci.go.kr

III. The Proposed Scheme

3.1 A proposed system for swine's volume gain measurement

Fig. 3에서 보인 바와 같이 양돈 축사의 통로형 계측대 천정에 영상 장치(카메라)를 설치하고, 양돈의 귀에 부착되어 있는 개체 식별 RFID 태그 정보를 읽어 영상 장치로부터 촬영한 평면 영상을 네트워크를 통해 서버로 전송한다.

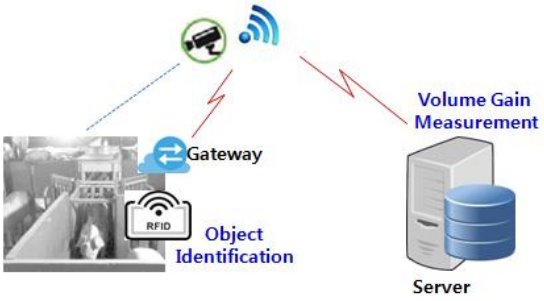

Fig. 4. A proposed system

Fig. 4에서 보인 바와 같이 양돈 축사의 통로형 계측대 천정 위에서 촬영할 수 있도록 한 카메라를 설치하고, 이 영상 장치의 촬영 시점을 통로형 계측대를 통과하여 잠시 머물게 하는 장치와 연동시켜 촬영할 수 있도록 하였다. 또한 촬영된 영상과 통로형 계측대 안에 머물고 있는 양돈의 RFID 태그 정보를 읽어 게이트웨이를 통해 네트워크로 서버에 정보를 전송하게 한다.

전송된 영상 정보에서 Fig. 5와 같은 방법으로 양돈의 point cloud를 추출하여 양돈의 체적을 계산한다.

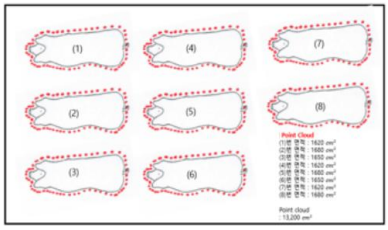

Fig. 5. How to measure swine growth rate using point cloud

본 증체율 측정을 위해 Fig. 4에서 보인 바와 같이 양돈을 촬영한 이미지에서 양돈의 개체별 외형 외곽선을 추출하여 해당 면적을 구하고, 구한 평면 면적을 이용하여 체적의 값을 추정할 수 있다. Fig. 5에서의 설명 예는 양돈 무리를 예로하고 있으나 실제 양돈 축사에서는 Fig. 2에서 보인바와 같이 통로형 계측대 위에서 촬영한 개체별 이미지를 사용한다.

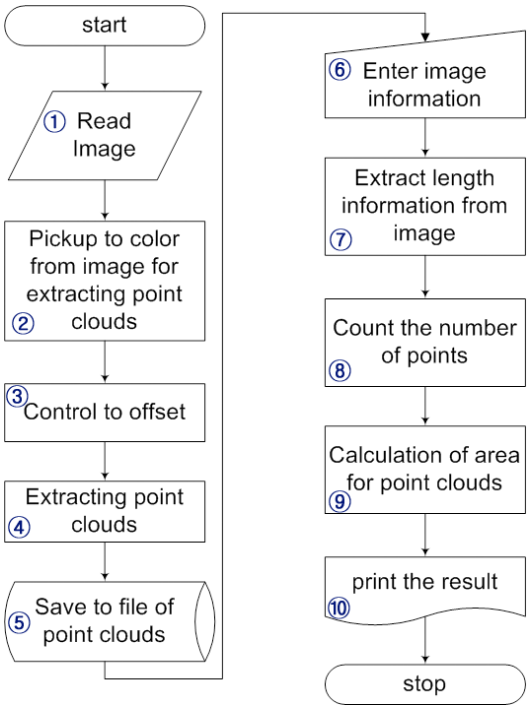

Fig. 6. Flowchart for Point Cloud extraction and measurement using image file

Fig. 6은 개체별 촬영된 양돈의 이미지에서 양돈의 몸체 외곽선을 Point Cloud로 추출하여 면적을 구하는 과정을 보인 흐름도이다.

1. 양돈 촬영 이미지 파일의 입력

처리하고자 하는 이미지 파일(.JPEG 포맷)을 읽어온다. 이 처리과정은 여러 장의 개체별 이미지를 한 번에 읽어 레이어 형태로 된 point cloud 파일로 저장할 수 있도록 하였다.

2. JPEG 파일 Header 정보 분석

JPEG 형식의 파일 Header 정보를 분석하여 추후 측정 등에 필요한 정보들을 취득한다.

3. 추출하고자 하는 색상 지정과 offset의 조정

화면에 표출된 이미지에서 추출하고자 하는 영역의 색상을 추출하게 되는데, 이 경우 양돈의 표피 색깔이 통일되어 있는 경우 미리 pick up 색상을 지정할 수 있다(랜드레이스, 요크셔, 흑돼지 등은 표피의 색상이 단일 색상이므로 미리 색상 지정이 가능하다).

4. Point cloud 추출

3에서 설정된 offset 값에 따라 각 이미지에서 추출되어지는 픽셀의 정보에 따라 벡터 정보로 변환된 point cloud로 추출한다.

5. 추출된 point cloud의 저장(.TXT 형식으로 저장됨)

6. 추출된 point cloud 파일의 사용자 정보를 입력한다.

7. 저장된 벡터 정보를 이용하여 양돈의 길이를 측정한다.

8. point cloud의 수를 count한다.

www.kci.go.kr

이 부분은 구현된 Final_Image v2.0 프로그램이 수의학 분야뿐만 아니라 생물학, 의료 분야 등 다양한 분야에서 마이크로스코피 이미지 등을 이용한 여러 가지 측정 등에 이용할 수 있도록 하기 위해 구현된 부분이다[8].

9. 추출된 부분의 면적을 계산한다.

10. 계산된 결과 값을 출력한다.

Fig. 7은 구현된 프로그램에서 point cloud 벡터 정보를 이용하여 처리할 수 있는 각 기능을 보인 것이다[8].

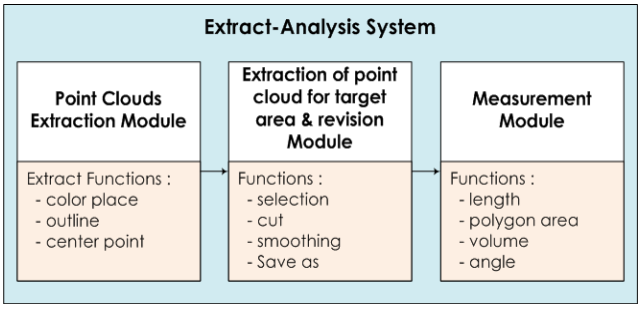

Fig. 7. The structure of extraction and analysis system using point cloud method

Fig. 7은 다음과 같은 3 개의 모듈로 구성된 기능들을 보인 그림이다.

1. 입력된 이미지 파일에서 Point Clouds를 추출하는 모듈

읽어 들인 JPEG 이미지 파일에 대하여 point cloud로 추출하고자 하는 부분의 색상을 pick up하여 추출하고 저장할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 이 추출 기능에는 색상 선택에 의한 추출, 외곽선 추출, 중심점 추출 등의 기능으로 구성된다.

2. 추출된 Point Cloud의 벡터 정보를 이용하여 측정 등 분석에 필요한 부분 데이터를 조작하는 모듈

이 모듈은 추출된 point cloud 데이터를 재측정하거나 분석을 위해 필요한 영역의 point cloud를 편집할 수 있는 기능을 제공하며, 삼각 메쉬 파티클 시스템(particle system on triangular mesh)[9] 방법을 이용하여 3차원 point cloud 데이터를 부드럽게 하는 기능을 포함하고 있다.

3. 분석을 위해 필요한 측정 기능을 갖는 모듈

이 모듈은 point cloud 벡터 데이터를 이용하여 거리, 면적, 체적, 각도 등을 처리할 수 있도록 하는 기본 측정 기능 모듈이다.

거리의 측정은 point cloud 데이터가 3차원 벡터 좌표 (x, y, z)를 가지고 있으므로 이를 이용하여 두 점 간의 거리를 계산한다. z 값이 0인 경우는 2차원 데이터로 간주하여 2차원 좌표상의 거리를 계산하도록 한다.

면적은 3차원 좌표인 경우, 2차원 좌표로 변환한 후 해당 point cloud 벡터의 최외곽선을 5-방향 검색(5-way searching) 방법(Fig. 10)[8]으로 검색하여 최외곽선을 점들을 구하고, 이들 점들을 이용하여 다각형 형태의 도형에 대한 면적을 계산하는 다음 수식 (1)을 이용한 배횡거법[10]을 이용하여 계산한다[9-11].

$$\text{Area} : A = \frac{1}{2}\sum y_i (x_{i+1} - x_{i-1}) \quad (1)$$

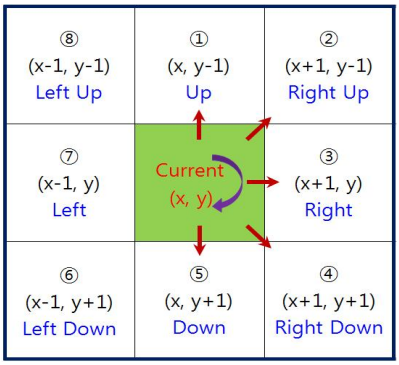

Fig. 10. 5-way searching method

3.2 Experiments and analysis

제안된 방법을 이용하여 2가지 샘플 영상에 대해 다음과 같이 분석을 실시하였다. 첫 번째 이미지는 일러스트레이터로 작성된 잡음 요소가 없는 돼지 이미지를 실행한 결과이며, 두 번째 샘플 이미지는 야외 농장에서 촬영된 자연 이미지를 사용하여 실행한 결과를 보였다.

가. 일러스트레이터로 작성된 이미지 샘플을 적용한 예

(1) Fig. 11에서 보인 바와 같이 양돈 JPEG 이미지를 소스 이미지로 입력하여 구현된 FinalImage V2.0을 실행하여 point cloud를 추출하였다.

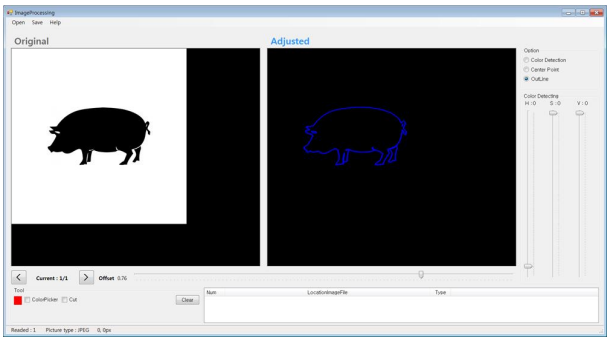

Fig. 11. Extract to point cloud from input image(Example 1)

(2) Fig. 12는 FinalImage 프로그램의 실행에 의해서 생성된 0, 1로 표현된 2차원 배열로 외곽선 정보를 생성한 파일을 보인 것이다. 이 배열의 정보를 이용하여 5-way searching method를 실행하게 된다.

www.kci.go.kr

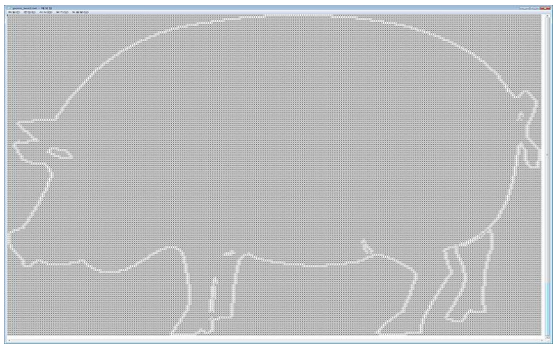

Fig. 12. File that generates outline information in a array

(3) Fig. 13은 (2)에서 폐곡선을 위해 정리된 데이터를 이용하여 5-way searching method를 실행하면 Fig. 12에서 보인 돼지의 최외곽의 한 점(one point)으로만 연결되는 폐곡선을 생성한다. 이렇게 생성된 벡터 정보로 다음 단계에서 배횡거법으로 면적을 구할 수 있다.

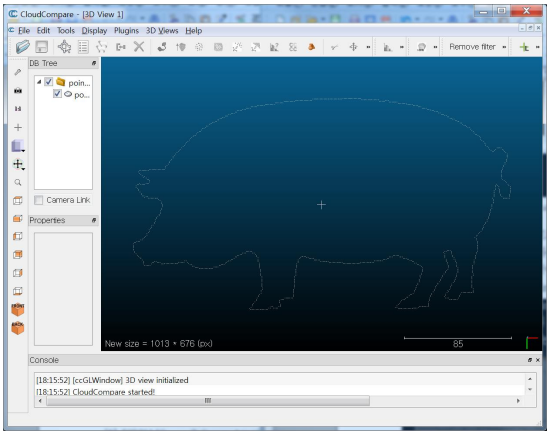

Fig. 13. File generated by extracting only the outermost points

(4) Fig. 14는 최외곽의 벡터 정보를 이용하여 단위 면적을 구한 결과를 보인 것이다.

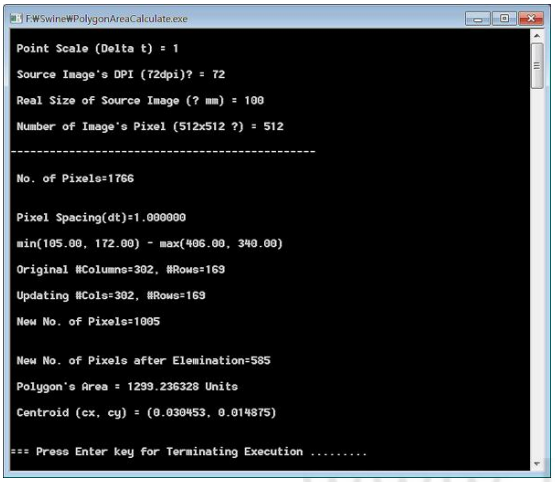

Fig. 14. Execution Result (Example 1)

나. 자연에서 촬영한 이미지 샘플을 적용한 예

촬영된 이미지를 사용하여 실행한 방법 역시 (가)에서의 경우와 동일한 방법으로 실행하였다.

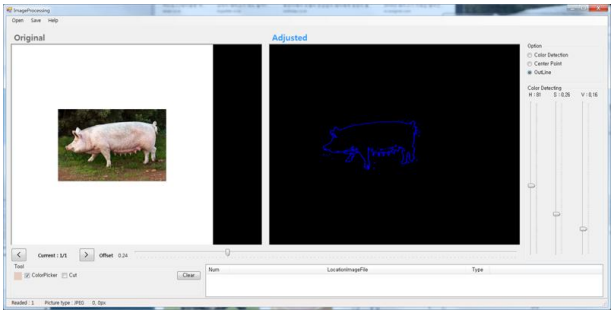

Fig. 15. Extract to point cloud from input image(Example 2)

Fig. 15에서 보인 바와 같이 자연에서 촬영한 이미지는 point cloud를 추출하는데 있어 노이즈가 섞여 들어 갈 수 있다. 그러나 이 외곽의 배경 노이즈는 돼지의 외곽선 추출 시 모두 제거되어지고 픽셀과 픽셀이 떨어져 있으면 그 떨어진 픽셀들은 제거되어 진다.

Fig. 16. File that generates outline information in a array

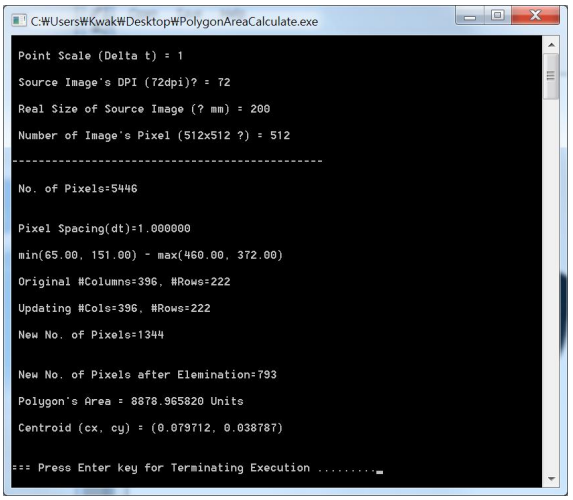

Fig. 17. Execution Result (Example 2)

이상 Example 1과 Example 2에서 보인 바와 같이 실행 결과를 정리하면 다음 Table 1과 같다.

www.kci.go.kr

Table 1. The results comparing two examples

Items	Example 1	Example 2
No. of extracted points	1,766	1,149
No. of points in the closed curve	1,005	745
Area	1299.23 U	696.38 U
Centroid	(0.030453, 0.014875)	(0.024260, 0.010050)

* 면적에서 표기한 U는 기본 단위(Unit)를 의미함.

Table 1을 보면 알 수 있듯이 Example 1과 Example 2의 돼지의 크기를 비교해 보면 크기 차이가 나는 것을 알 수 있다. 본 논문에서는 돼지의 측면 사진을 이용하여 체형의 윤곽을 추출하고, 추출된 벡터 정보를 사용하여 평면적을 구하였다. 예제의 사진 1, 2 모두 512x512 pixel 사이즈의 이미지이므로 두 이미지를 육안으로 봐도 면적의 차이를 알 수 있다.

다만, 축사에서는 이러한 자연적인 사진이 아니라 계측대의 상부 천정에서 수직으로 돼지의 등을 중심으로 촬영되고, 계측의 바닥 색상을 돼지의 색상과 구별되게 함으로써 보다 정확한 측정이 가능하다.

또한 돼지는 개체별 RFID 태그를 귀에 달고 있어, 사진 촬영 시 동시에 RFID 정보를 인식하여 결합함으로써 개체별 측정도 가능하다.

IV. Conclusions

본 논문의 실험에서 보인 것과 같이 촬영된 이미지를 이용하여 돼지의 체형에 대한 면적을 계산할 수 있음을 보였다. 이렇게 측정된 수치로 동일 개체의 돼지를 시간의 흐름에 따라 지속적으로 촬영하여 기록함으로써 개체별 증체량을 알 수 있다. 이 증체량은 축주로 하여금 출하 시기나 질병상태 등을 체크할 수 있다.

향후 축사의 환경에서 직접 촬영한 이미지를 바탕으로 좀 더 분석을 할 필요가 있으며, 손실 없는 폐곡선을 얻을 수 있도록 하는 point cloud 추출 방법을 개선해야할 필요가 있다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the 2019 scientific promotion program funded by Jeju National University".

www.kci.go.kr

REFERENCES

[1] KREI, "The Present Status and Development Direction of Smart Agriculture," Korea Rural Economic Institute - Research Report, Sep. 2013.

[2] KREI, "Strategies and Tasks of ICT Convergence for the Creative Agriculture Realization," Korea Rural Economic Institute - Research Report, Dec. 2014.

[3] Pig & Pork, "Fattening Pig Automated Shipping System," 4CTech Co., pp. 231-233, Jan. 2014.

[4] H. C. Kim, B. W. Kim, K. L. Song, H. S. Oh, C. J. Son, D. W. Ha and J. G. Lee, "Repeatabilities and Correlations among Average Daily Gain, Backfat Thickness and Lean Percent in Swi," Korean Society of Animal Science and Technology, No.260, Oct. 2002.

[5] J. Y. Choi, "Hygiene management on the farm to improve pork quality," Swine Seminar, pp.184, Feb. 2016.

[6] I. H. Song, "ICT Convergence Project - Swine," Swine Seminar, pp.185, Feb. 2016.

[7] J. Y. Lee, "ICT Overseas New Technology Trend in swine Sector," Monthly Swine Hygiene, National Institute of Animal Science, Dec. 2016.

[8] H. Y. Kwak, J. S. Huh, "Extract and Analysis System for CT/MRI Images," Journal of Korea Society of Computer Information, Vol. 19, No. 1, pp. 131-140, Jan. 2014.

[9] J. H. Noh, M. Y. Jung, "Cloth simulation using a particle system on triangular mesh," Journal of Korea Computer Graphics Society, Vol.16, No.3, pp.31-39, August 2010.

[10] J. H. Cho, "Measurement", Sungandang, pp.250-280, 2013.

[11] H. Y. Kwak, K. B. Sim, J. S. Huh, T. K. Shin, Y. S. Lee, "The Design and Implementation of Cell Image Analysis System", International Journal of Advancements In Computing Technology, Vol.5, No.11, pp.284-291. 2013.

Authors

Ho-Young Kwak received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Hong-Ik University, Korea, in 1983, 1985 and 1990, respectively. Dr. Kwak joined the faculty of the Department of Computer Engineering at Jeju National University, Jeju, Korea, in 1990. He is currently a Professor in the Department of Computer Engineering, Jeju National University. He is interested in IT-Medical convergence, Healthcare system, IoT and Software system.

Jin-Wook Chang received the B.S. degrees in Electrical Engineering from Sungkyunkwan University, Korea, in 2004. Chang joined the LG electronics Multimedia research laboratory, Korea, in 2004, where he has served as the researcher. He is currently a research director, HRG Inc. He is interested in pet and livestock internet of things.

www.kci.go.kr