

# 시공간 정보를 이용한 근접 돼지 구분

한승엽, 이상진, 사재원, 김희곤, 이성주, 정용화, 박대희  
고려대학교 컴퓨터정보학과  
e-mail : hansy91@korea.ac.kr

## Segmentation of Touching Pigs using Spatiotemporal Information

Seoungyup Han, Sangjin Lee, Jaewon Sa, Heegon Kim, Sungju Lee, Yongwha Chung, Daihee Park  
Dept. of Computer and Information Science, Korea University

### 요 약

감시 카메라 환경에서 돈사 내 개별 돼지들의 행동을 자동으로 관리하는 연구는 효율적인 돈사 관리 측면에서 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 그러나 돼지들이 근접해 있을 경우 돼지들을 개별적으로 구분하기 어렵기 때문에 근접한 돼지들을 분리하는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 시공간 정보를 이용하여 근접한 돼지를 개별적으로 분리하는 방법을 제안한다. 돈사 내 돼지의 행동 영상 중에서 두 마리의 돼지가 근접한 경우, 돼지가 근접하기 전의 정보와 돼지가 근접한 현재의 정보를 사용하여 새로운 프레임을 생성하고 생성된 프레임에서 돼지의 구분이 명확하지 않은 작은 부분은 영역확장 기법을 이용하여 근접한 돼지를 개별적으로 분리한다. 실험결과, 제안방법을 이용하여 근접한 돼지를 개별적으로 분리할 수 있다는 것을 확인하였다.

### 1. 서론

최근 IT 기술이 급속하게 발전함에 따라 IT 기술과 농·축산업과의 융합 기술(Computer and Electronics in Agriculture)이라는 새로운 연구 분야가 선진 외국을 중심으로 활발하게 진행되고 있다 [1-2].

한편, 밀집 사육을 하는 국내에서는 이러한 융합 기술의 적용이 더욱 필요함에도 양돈 농가의 영세성으로 이와 같은 IT 기술을 적용한 사례가 활발히 보고되지 않고 있는 실태이다. 또한, 좁은 공간에 다수의 돼지를 사육하기 때문에, 구제역 등과 같은 전염병 발생시 피해가 빠르게 확산되는 취약한 구조를 가지고 있다.

이러한 문제로 감시 카메라 환경에서 돈사 주인이 볼 수 없는 취약 시간에도 자동으로 돈사 내 이상 상황을 감시 할 수 있는 연구는 효율적인 돈사 관리 측면에서 중요한 이슈로 떠오르고 있다 [3-8]. 특히, 감시 카메라 환경에서 돈사 내 개별 돼지들의 행동을 자동으로 관리하는 연구는 효율적인 돈사 관리 측면에서 중요한 이슈로 떠오르고 있다 [5-8].

그러나 위의 방법들을 사용하여 돼지에 대한 탐지 또는 추적을 하는 경우, 두 마리 이상의 돼지가 서로 근접하게 되면 하나의 돼지로 탐지되는 문제가 발생하여 돼지를 지속적으로 추적하기 어렵다 [5,6]. 또한, [7,8]은 이러한 근접 돼지 분리 문제를 피하기 위해 돼지의 등에 색을 칠하거나 표식을 하는 방법을 이용하였다. 그러나 모든 돼지에 색을 칠하는 것은 돈사 관리 측면에서 어려운 문제이다. 따라서 24 시간동안 자동으로 돼지들을 추적하기 위해서는 두 마리 이상

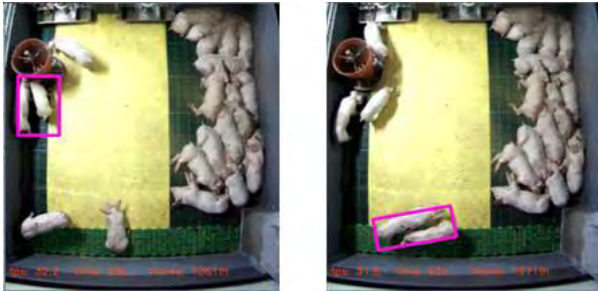
의 근접 돼지들을 분리하여 개별적으로 탐지할 수 있는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 시공간 정보와 영역확장 기법을 사용하여 근접한 두 돼지를 분리하는 방법을 제안한다. 즉, 두 마리의 돼지로 레이블링된 이전 프레임과 한 마리의 돼지로 탐지되는 현재 프레임을 합성하여 새로운 프레임을 생성하고, 합성된 프레임을 기반으로 영역확장 기법을 이용하여 근접한 돼지를 분리한다. 실험결과, 연속적인 프레임 입력에 대해서 두 마리의 근접 돼지가 각각의 개별 돼지로 구분이 가능함을 보임으로써 제안방법을 이용하여 근접한 돼지를 개별적으로 분리할 수 있다는 것을 확인한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 돈사 내 돼지들을 개별적으로 추적하는 방법에 대해 설명한다. 3 장에서는 시공간 정보와 영역확장 기법을 이용하여 근접 돼지들을 분리하는 방법을 설명한다. 4 장에서는 실험결과를 분석하고, 마지막으로 5 장에서는 결론을 맺는다.

### 2. 관련연구

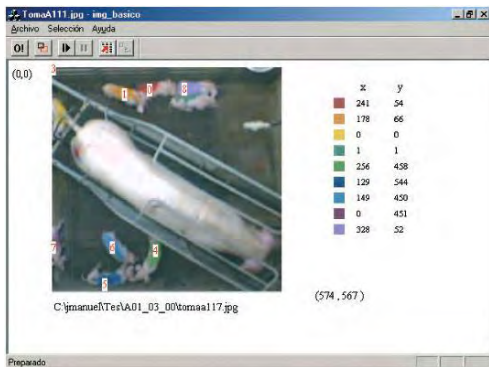
돈사 내 이상상황을 탐지하는 방법 중 하나는 차영상 방법(Frame Difference)을 이용하는 것이다 [5,6]. 차영상 방법은 이전 프레임과 현재 프레임 간의 픽셀 변화를 계산하고 움직임을 탐지하는 방법이다. 움직임이 탐지되면, 탐지된 공간을 이동하는 돼지로 구분하여 번호를 부여하고, 이를 통해 움직임을 추적한다. 그러나 추적중인 돼지가 다른 돼지에 근접하면 두 마리의 돼지들이 하나의 돼지로 탐지되는 문제가 발생

한다. 즉, 두 마리의 돼지로 분리되지 않는 단점이 생김으로 돈사 내의 개별적인 돼지들을 지속적으로 추적하기 어렵다. 그림 1 은 두 마리의 돼지가 근접한 경우, 하나의 돼지로 탐지되는 상황을 보여준다.



(a) 좌우로 근접한 경우 (b) 상하로 근접한 경우  
(그림 1) 근접한 두 마리의 돼지 검출 문제

근접 돼지 분리 문제를 해결하기 위한 방법으로 [6]에서는 돼지에 색을 칠하고, 그 색상을 기반으로 그림 2 와 같이 돼지의 위치를 추적하였다. 또한, [7]에서는 타원 적합 알고리즘(Ellipse fitting algorithms)과 돼지의 표식을 사용하여 추적하였다. 그러나 모든 돼지에 색을 칠하거나 표식을 남기는 것은 돈사 관리 측면에서 어려운 문제이고, 돼지들에게 예상하지 못한 스트레스를 주어 돈사 내의 생산성에 문제를 야기할 수 있다. 따라서 돼지에 인위적인 표식 없이 24 시간동안 자동으로 돼지들을 추적하기 위해서, 두 마리 이상의 근접 돼지들을 분리하여 개별적으로 탐지할 수 있는 방법이 필요하다.



(그림 2) 색상을 기반으로 한 돼지 탐지[6]

### 3. 제안방법

본 논문에서는 근접 돼지 분리 문제를 해결하기 위해 시공간 정보와 영역확장 기법(Region Growing Method)를 이용한다. 즉, 돼지가 근접하기 바로 전의 프레임 정보와 돼지가 근접한 현재 프레임의 정보를 기반으로 새로운 프레임을 생성한다. 또한, 생성된 프레임에 대해 돼지의 구분이 추가적으로 필요한 부분은 영역확장 기법을 사용하여 근접한 돼지들을 개별적으로 분리한다.

#### 3.1 이진화 영상

개별 돼지를 분리하기 위해서는 배경과 돼지를 분

리할 필요가 있다. 획득한 영상에서 조명에 의해 생기는 돼지의 그림자 또는 배경의 잡영과 같은 노이즈를 제거하기 위해 Hue Saturation Value(HSV)의 값을 조절하고, 이 결과영상을 사용하여 이진화한다. 그림 3 은 배경과 분리된 돼지 객체를 보여준다. 근접한 돼지가 탐색되면 해당 영역을 관심 영역으로 설정하고 돼지가 근접하기 전의 프레임과 돼지가 근접한 현재의 프레임을 임시 버퍼에 각각 저장한다.



(그림 3) 이진화된 전처리 영상

#### 3.2 시공간 정보를 이용한 근접 돼지 분리

본 논문에서는 근접 돼지 분리 문제를 해결하기 위해 시공간 정보와 영역확장 기법을 이용한다. 그림 4 와 그림 5 는 시공간 정보와 영역확장 기법을 이용하여 근접한 돼지들을 분리하는 방법을 보여준다. 먼저, 돼지들이 근접하기 이전에는 두 마리의 돼지가 각각 서로 다른 색으로 레이블링 되어 그림 4 (a)와 같이 두 마리의 돼지로 구분된다. 또한, 그림 4 (b)의 현재 프레임에서 근접한 돼지들을 분리하기 위해 그림 4 (a)와 (b)를 합성하여 그림 4 (c)와 같이 새로운 프레임을 생성한다. 즉, 돼지들이 근접하기 직전의 레이블링 처리된 프레임과 돼지들이 근접한 현재 프레임을 합성하여 그림 4 (c)와 같이 새로운 프레임을 생성한다. 합성된 프레임은, 이전 프레임과 현재 프레임의 중복된 부분을, 이전 프레임에서 돼지들을 구분한 색으로 채울 수 있다. 그러나 이전 프레임에서 현재 프레임까지 돼지가 새롭게 움직인 부분에 대해서 그림 4 (c)와 같이 빈 공간이 남는 문제가 발생한다. 따라서 빈 공간을 채워 두 돼지를 구분할 수 있는 방법이 필요하다.



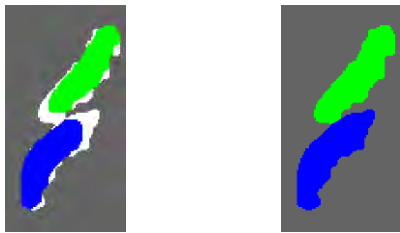
(a) 레이블링 처리된 (b) 현재 프레임 (c) 합성된 프레임 이전 프레임

(그림 4) 시공간 정보를 이용한 프레임 합성 과정

#### 3.3 영역확장 기법을 이용한 근접 돼지 분리

빈 공간은 탐지된 돼지 객체 크기와 비교하여 작은 부분을 차지하고 있다. 그러나 빈 공간을 채우기 위해서는 합성된 프레임의 빈 공간이 어느 돼지의 부분

인지 판단하기 어렵다. 본 논문에서는, 합성된 프레임의 빈 공간이 어느 돼지의 부분인지를 판단하여 색을 채우기 위해 영역확장 기법을 적용한다. 즉, 합성된 프레임의 픽셀을 검사하여 어떤 빈 공간이 탐지 되면, 그 빈 공간에서 그 주변을 탐색한다. 빈 공간의 주변에 색이 칠해진 돼지가 존재하면 빈 공간을 주변의 색으로 채운다. 이러한 과정을 반복적으로 수행하면 빈 공간에 서서히 경계가 나타나므로 그림 5의 (b)와 같이 근접한 두 마리의 돼지를 개별적으로 구분할 수 있다. 또한, 연속되는 프레임에서의 근접한 돼지들은, 근접하기 직전의 프레임과 현재프레임의 합성 및 영역확장 기법을 적용한 결과를 반복적으로 이용하여 분리가 가능하다.



(a) 합성된 프레임 (b) 영역확장 기법 사용된 프레임  
(그림 5) 근접한 돼지의 분리 과정

마지막으로, 알고리즘 1은 근접한 돼지의 분리 방법을 의사 코드로 나타낸 것이다.  $I_{prev}$ 는 이전의 프레임,  $I_{current}$ 는 현재의 프레임이다. 또한,  $I_{combine}$ 은  $I_{prev}$ 와  $I_{current}$ 의 합성된 프레임이다. 먼저,  $I_{prev}$ 와  $I_{current}$ 을 합성하여  $I_{combine}$ 을 생성한다. 그 후에, 합성된  $I_{combine}$ 에서는 레이블링된 픽셀을 이용하여 주변 픽셀에 대해 영역확장 기법을 적용함으로써 현재 프레임의 위치정보를 갱신하고, 근접한 돼지를 구분한다.

**알고리즘 1: 근접 돼지 분리방법**

<p><b>Input</b>  <math>I_{prev}</math> : Previous frame                      where each pig is individually labeled  <math>I_{current}</math> : Current frame</p>
<p><b>Output</b>  <math>I_{combine}</math> : Updated current frame                      where touching pigs are individually labeled</p>
<p><b>Algorithm</b>  <b>Step1:</b> Combine <math>I_{prev}</math> with <math>I_{current}</math> to initialize <math>I_{combine}</math>  <b>Step2:</b> Update <math>I_{combine}</math>                      for <math>y \leftarrow 1</math> to <math>y &lt; height - 1</math> do                      for <math>x \leftarrow 1</math> to <math>x &lt; width - 1</math> do                      for <math>k \leftarrow -1</math> to <math>k \leq 1</math> do                      for <math>l \leftarrow -1</math> to <math>l \leq 1</math> do                      if <math>I_{combine}(x, y)</math> is empty space then                      if <math>I_{combine}(x+l, y+k)</math> is Labeling Data then  <math>I_{combine}(x, y) \leftarrow I_{combine}(x+l, y+k)</math></p>

**4. 실험결과**

**4.1 돈사 내 촬영환경**

먼저, 영상을 촬영할 구역의 중앙 위치를 기준으로 10m 높이의 천장에 카메라를 설치하였고, 설치된 카메라를 이용하여 돈사 내에서 활동하는 돼지들을 녹화한 640×480의 해상도를 갖는 영상을 획득하였다. 그림 6 (a)는 카메라가 설치된 위치에서 실제 녹화된 영상을 보여준다. 설치된 카메라의 시야각이 넓기 때문에, 녹화된 영상에서는 관심영역 보다 넓은 구역이 표시된다. 따라서, 돈사의 한 개의 구역만을 포함할 수 있도록 관심 영역 설정하여 영상을 획득 하였다. 그림 6 (b)는 돈사 내에서 한 개의 구역만을 포함하도록 관심영역을 설정한 영상을 보여준다.



(a) 원본 영상 (b) 관심영역 설정 영상  
(그림 6) 카메라로 녹화한 영상 데이터

**4.2 결과분석**

그림 7은 연속적인 프레임 입력에 대해서 제안한 방법을 적용한 결과를 보여준다. 프레임들은 총 9장으로 1번부터 9번까지이었다. 프레임 1번은 돼지들이 근접하기 직전의 프레임이었고, 프레임 9번은 돼지들이 움직여서 서로 멀어지는 프레임이었다. 프레임 1번부터 9번은 돼지들이 서로 점점 근접하다가 멀어질 때까지를 보여준다.

예를 들어, 그림 7을 보면, 레이블링 처리된 프레임 2번( $I_{combine}$ )은 돼지가 근접하기 직전의 레이블링 처리된 프레임 1번( $I_{prev}$ )과 돼지가 근접하고 레이블링 처리되지 않은 프레임 2번( $I_{current}$ )을 합성한 새로운 프레임에 영역확장 기법을 적용한 결과이다. 또한, 프레임 3번( $I_{combine}$ )은 레이블링 처리된 프레임 2번( $I_{prev}$ )과 레이블링 처리되지 않은 프레임 3번( $I_{current}$ )을 합성하여 새로운 프레임을 생성하고, 영역확장 기법을 적용하여 근접 돼지를 분리한 결과이다. 따라서 제안방법을 적용하여 돼지가 근접하기 직전의 프레임 1번부터 돼지들의 움직임으로 서로 멀어지는 프레임 9번까지 모든 프레임에서 근접 돼지를 분리할 수 있음을 확인하였다. 특히, 프레임 3번, 4번, 그리고 5번의 경우, 두 돼지의 인접 부분이 넓기 때문에 이를 분리하는 것은 어려운 문제임에도 불구하고 제안방법을 이용하여 정확히 근접한 돼지를 분리할 수 있었다.



(그림 7) 입력영상과 결과영상

### 5. 결론

감시 카메라 환경에서 돈사 내 개별 돼지들의 행동을 자동으로 관리하는 연구는 효율적인 돈사 관리 측면에서 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 그러나 전처리 과정에서 돼지가 근접할 경우 두 돼지가 하나로 탐지되기 때문에 지속적으로 돼지를 추적하기 어렵다. 본 논문에서는 시공간 정보와 영역확장 기법을 사용하여 근접 돼지 분리 문제를 해결하였다. 즉, 두 마리의 돼지로 레이블링된 이전 프레임과 한 마리의 돼지로 탐지되는 현재 프레임을 합성하여 새로운 프레임을 생성하였고, 합성된 프레임을 기반으로 영역확장 기법을 이용하여 근접한 돼지를 분리하였다. 실험결과, 연속적인 프레임 입력에 대해서 두 마리의 근접 돼지가 각각의 개별 돼지로 구분이 가능함을 확인하였다. 따라서 이를 응용하여 두 마리 이상의 근접 돼지들을 개별적으로 분리하는 연구를 진행할 계획이다.

### 감사의 글

본 연구는 2012년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No.2012R1A1A204367)과 BK21 플러스사업으로 수행된 연구결과임.

### 참고문헌

- [1] D. Berckmans, "Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming", in F. Madec, G. Clement (ed.), *Animal Production in Europe: The way forward in an changing world, in between congress of the ISAH*, Vol. 1, pp. 27-30, 2004.
- [2] T. Banhazi, H. Lehr, J. Black, H. Crabtree, P. Schofield, M. Tschärke, and D. Berckmans, "Precision Livestock Farming : an International Review of Scientific and Commercial Aspects", *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, Vol. 5, No. 3, pp. 1-9, 2012.
- [3] Y. Chung, H. Kim, H. Lee, D. Park, T. Jeon, and H. Chang, "A Cost-Effective Pigsty Monitoring System based on a Video Sensor", *TIIS*, Vol. 8, No. 4, pp. 1481-1498, 2014.
- [4] B. Shao and H. Xin, "A real-time computer vision assessment and control of thermal comfort for group-housed pigs", *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 62, pp. 15-21, 2008.
- [5] 김용, 좌상숙, 이종욱, 박대희, 정용화, "이유자돈의 공격적인 행동 탐지", 인터넷정보학회 춘계학술대회, pp. 325-326, 2014.
- [6] S. Zuo, L. Jin, Y. Chung, and D. Park, "An Index Algorithm for Tracking Pigs in Pigsty", *Proc. of ICITMS*, 2014.
- [7] J. Navarro-Jover, M. Alcaniz-Raya, V. Gomez, S. Balasch, J. Moreno, V. Grau-Colomer, and A. Torres, "An automatic colour-based computer vision algorithm for tracking the position of piglets", *Spanish Journal of Agricultural Research*, Vol. 7, No. 3, pp. 535-549, 2009.
- [8] M. Kashiha, C. Bahr, S. Ott, C. Moons, T. Niewold, F. Odberg, and D. Berckmans, "Automatic identification of marked pigs in a pen using image pattern recognition", *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 93, pp. 111-120, 2013.