

# 가축 감시 카메라 환경에서 Motion History Image 기법을 이용한 승가 상황 검출

최동휘\*, 김희곤\*, 정용화\*, 박대희\*

\*고려대학교 컴퓨터정보학과

e-mail : dongwhhee@korea.a.kr

## Mounting Detection in a Livestock Surveillance Environment with Motion History Image

Dongwhhee Choi\*, Heegon Kim\*, Youngwha Chung\*, Daihee Park\*

Dept. of Computer and Information Science, Korea University

### 요 약

본 논문에서는 비디오 감시 시스템을 기반으로 축사 내 환경 및 상황을 모니터링하고 최적의 번식 적기를 판별하기 위한 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안된 시스템은 영상 데이터로부터 각 프레임의 Motion History Image 처리를 이용하여 움직임 벡터를 추출하고 이를 유효한 움직임 벡터로 분류한다. 움직임 벡터의 크기와 방향이 임계값보다 큰 경우 해당 장면을 특정 상황으로 분류한다. 실제 촬영한 영상 데이터를 통해 실험한 결과, 승가 상황에서 확인한 결과값의 차이가 있었고, 이를 이용하여 한우의 승가 상황 검출이 가능함을 확인하였다.

### 1. 서론

최근 각종 범죄 또는 상황인지를 위한 감시카메라의 사용이 공공시설뿐 아니라 농촌의 축사나 농작물들에 대한 보안 및 관리에도 많이 사용되고 있고, 축사의 경우 이러한 감시 카메라는 24 시간 가축들을 감시하고 이상 상황을 발견하는데 사용되고 있다.

한우 축사에 있어 발정주기 중 수의사를 통한 인공수정은 한우 농가의 소득증대와 밀접히 연관된 중요한 이슈이다. 즉, 발정주기 중 인공수정 적기를 포착하여 수태율을 높이는 것이 관건이지만, 다수의 사육두수로 인해 발정 발견이 원활하지 않는 문제가 있다. 대부분의 일반 축사는 축사 주인이 직접 발정기를 확인하고 인공수정을 진행하게 되지만, 암소의 인공수정 적기는 승가 행위 등의 발정 징후가 시작되고 발정징후가 종료되는 약 20 시간 내외이기 때문에 축사 주변에서 꾸준한 관찰이 요구된다.

축사 주인이 발견하기 힘든 취약시간에 발정 주기가 찾아오는 경우 발정주기 탐지가 어렵다는 문제가 있다[1]. 이러한 문제를 해결하기 위하여 감시카메라 환경을 사용하여 축사 주인이 볼 수 없는 취약 시간에도 자동으로 감시를 할 수 있는 연구가 진행되었다[2]. 이러한 방법을 이용하면 인적 낭비를 막을 수 있으며 만보기[3]와 같이 한우의 목이나 발목에 장착하지 않아 한우가 받는 스트레스를 줄일 수 있다. 또한, 최적의 발정주기를 탐지하여 인공수정을 하기 때문에 비용의 낭비를 최소화하여 효율적으로 농가를 운영할 수 있게 된다.

최근 OpenCV Library 환경에서 카메라로 입력되는 연속된 프레임에서 사람 인식기반의 연구에 사용되는 Motion History Image 기법[4]을 이용하여 객체의 자세 및 움직임에 대한 분류 기법이 연구되고 있다. 예를 들어 Motion History Image 기법을 이용하여 계층적 이미지 기법을 이용하여 사람의 움직임을 인식하는 방법이 제안되었고[5] Motion Gradient 와 Motion Segmentation 을 통한 객체의 움직임과 자세에 분류에 대한 방법이 연구되었다[6]. 본 논문에서는 기존의 연구와 다른 직관적인 방법을 통해 움직임 벡터를 계산하고 움직임 영역을 추출하여 사람 기반의 연구가 아닌 한우 움직임 기반의 방법을 제안한다.

### 2. 관련 연구

본 연구 주제와 관련된 기존 논문[2]에서는 다양한 움직임 검출 방법 중의 하나인 Optical Flow 를 사용하여 개체의 움직임을 검출하였다. Optical Flo 는 이전 프레임과 현재 프레임 간의 공간 일관성(Spatial Coherence)을 기반으로 이미지 내부의 추적하기에 좋은 특징점을 검출하고 이러한 특징점들은 움직임을 검출하기 위한 기준이 되며, 이전 프레임과 현재의 좌표 차이를 이용하여 움직임 벡터가 얻어지게 된다. 이렇게 검출된 움직임 벡터가 background modeling 기법 중 하나인 GMM (Gaussian Mixture Model)을 이용하여 검출된 움직임 영역에 포함되고 벡터의 크기와 각도가 유효 데이터 범위에 들어올 때 승가 상황 검출 방법을 제안하였다.

그러나 이러한 방법은 축사 내 울타리와 같은 구조물에 의한 객체 가림 현상이 있을 때 특징점을 추출하지 못하여 움직임 벡터가 생성되지 않아 승가 상황을 검출에 대한 한계를 가지고 있다.

### 3. 제안 방법

본 논문에서는 축사의 측면에서 촬영된 영상을 실험 데이터로 사용한다. 축사의 측면에 설치된 카메라를 통해 영상의 프레임이 시스템으로 입력이 되면 먼저 시스템은 승가 행위가 일어나는 관심 영역(ROI)을 설정하게 된다. 승가 행위는 발정기의 소가 다른 소의 등에 올라타는 발정주기에 나타나는 특정 행위로, 일반적으로 소의 움직임이 관찰되는 영역보다 높은 위치에서 행위가 이루어진다. 이러한 관심영역의 위치는 실제로는 1m 55cm 이상의 높이가 되고, 영상의 Y 축 좌표를 기준으로 150 픽셀 이상 290 픽셀 이하로 구분하게 된다. 설정된 ROI 이미지에 최근 사람 객체의 움직임 혹은 자세를 이용한 상황인지 연구 방법인 Motion History Image (MHI) 기법을 이용하여 소의 움직임 변화를 계산한다.

예를 들어, 축사 감시 영상이 지속적으로 입력되고 컴퓨터 시간에 따른 time stamp 값을  $\tau$ , 사용자로부터 입력된 time duration 을  $\delta$  라고 가정할 때, 이전 프레임과 현재 프레임의 차이를 이용한 현재 프레임의 움직임을 계산하는 함수  $\Psi$  를 통해 외곽선을 구한다.

이때 구해진 외곽선의 각 픽셀에 현재  $\tau$  를 저장하고 저장된 time stamp 값은  $\tau$  와  $\delta$  의 차이보다 작으면 0 으로 바뀌어 삭제된다. 즉 외곽선이 갖고 있는 time stamp 값이  $\tau - \delta$  보다 작으면 0 으로 바뀌어 없어지게 된다. (수식 1 참조)

$$MHI_{\delta}(x, y) = \begin{cases} \tau & \text{if } \Psi(I(x, y)) \neq 0 \\ 0 & \text{else if } MHI_{\delta}(x, y) < \tau - \delta \end{cases} \quad (1)$$

MHI 를 통해 계산된 이미지의 픽셀들을 이용하여 연속된 프레임에서 객체가 움직인 영역의 이미지를 추출할 수 있다. 이러한 이미지를 Motion Energy Image (MEI)라고 할 때 MEI 의 움직임 영역내부에 MHI 로 계산된 외곽선 정보에 저장된 픽셀의 좌표로 움직임 벡터를 계산하여 움직임 방향과 크기를 얻을 수 있다. 그림 1(a)는 축사 내 원본 이미지를 보여주고 그림 1(b)는 ROI 가 설정된 원본 이미지를 보여준다. 그림 2 는 MHI 를 이용하여 계산된 움직임 변화를, 그림 3 는 MEI 를 이용하여 계산된 움직임 영역을 보여준다.



(a) ROI 설정 전 원본 이미지

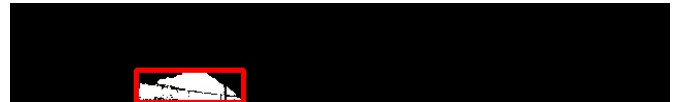


(b) ROI 설정 후 원본 이미지

(그림 1) 축사 내 원본이미지



(그림 2) MHI 로 계산된 움직임 변화 이미지



(그림 3) MEI 로 계산된 움직임 영역 이미지

MHI 의 외곽선 정보를 이용한 움직임 벡터 계산할 때 각 외곽선의 픽셀 값에 저장된 time stamp 로 외곽선에 대한 구분이 가능하고 (표 1), 해당 외곽선에 포함되는 픽셀들 중 최고점의 좌표를 구할 수 있다. 이 좌표를 이용하여 가장 최근 외곽선의 최고점과 가장 이전 외곽선의 최고점 좌표 차이를 이용하여 움직임 벡터와 방향성을 계산한다.

<표 1> 현재 프레임의 외곽선에 저장된 time stamp

현재 프레임의 n번 외곽선	time stamp
1번 외곽선	12.142
2번 외곽선	11.985
3번 외곽선	11.673
4번 외곽선	11.519
5번 외곽선	11.363
6번 외곽선	11.207

계산된 움직임 벡터로 영상 내 승가 행위를 구분할 때 여러가지 특징 중 하나인 방향성을 이용한다. 승가 시도 시 윗 방향 움직임을 주로 보이고 승가 종료 시 아랫 방향 움직임을 보이는 특성을 기준으로 계산된 움직임 벡터들을 유효 벡터로 분류하기 위해 벡터 방향성을 이용한다. 탄젠트 표를 이용하여 벡터 방향이  $\frac{\pi}{4}$  이상  $\frac{3\pi}{4}$  이하인 Top, Top-Right, Top-Left 방향을 갖는 벡터들을 윗 방향 벡터로 분류하고 벡터 방향이  $\frac{5\pi}{4}$  이상  $\frac{7\pi}{4}$  이하인 Bottom, Bottom-Right, Bottom-Left 방향을 갖는 벡터들을 아랫 방향 벡터로 분류한다.

### 4. 실험 결과

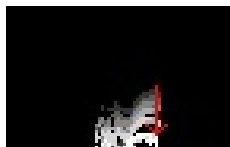
본 논문에서는 OpenCV 2.3 Library 의 영상 처리 함수와 경상남도 진주에 위치한 한우 축사에 설치한 HD 카메라로 획득한 픽셀 크기와 초당 24 프레임율의 영상에 승가 행위가 1 초 동안 이루어 진다는 가정하에 MHI 입력 시간  $\delta$  를 1 초로 설정하고 실험을 진행하였다. 제안 방법을 통해 추출된 움직임 벡터의 방향성과 승가 행위시 관심 영역으로 몸체의 절반이 들어오게 되는 관심영역의 MHI 픽셀 개수를

통해 승가 행위 상황을 구분 할 수 있다. 만약 움직임 벡터가 윗 방향 유효 벡터에 속한다면 픽셀의 개수를 양의 정수로 표현하고 움직임 벡터가 아랫 방향 유효 벡터에 속한다면 음의 정수로 표현하여 움직임을 구분 할 수 있다.

또한 기존의 영상 처리를 통한 승가 상황 탐지 연구와 다르게 구조물에 의해 객체 가림 현상에 있어서 움직임 벡터를 추출하여 승가 행위를 탐지 할 수 있다. 그림 4 (a)는 구조물에 의한 현상에서 윗 방향 움직임 벡터가 추출됨을 보여주고 그림 4 (b)는 아랫 방향 움직임 벡터가 추출됨을 보여준다. 그림 5 는 구조물에 의한 현상에서 관심 영역 내의 움직임 벡터를 이용한 픽셀 분류를 보여주고 있다.

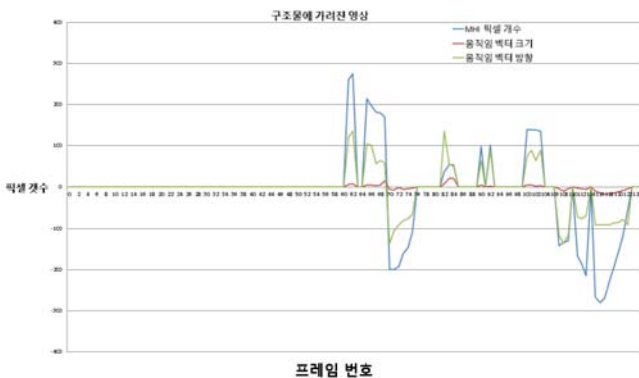


(a) 윗 방향 움직임



(b) 아랫 방향 움직임

(그림 4) 구조물 가림 현상에서 움직임 벡터 추출



(그림 5) 움직임 벡터를 이용한 픽셀 분류

## 5. 결론

본 논문에서는 감시 카메라 환경의 영상데이터로부터 MHI 기법을 통해 일정 시간 동안의 움직임 정보값을 추출하여 암소의 발정 주기의 특정 행동을 검출하는 시스템을 제안하였다. 실험 결과, 가림 현상이 있을 시에도 움직임 벡터의 크기와 방향을 검출 할 수 있었고, 이를 바탕으로 특정 행동인 승가 행위를 검출 할 수 있음을 확인하였다. 향후 연구로, 소의 추적(트래킹) 기술과 연계하면 더욱 정확한 승가 행위 검출이 가능할 것으로 기대된다

## 감사의 글

본 연구는 농림 수산 식품부 첨단생산기술개발사업과 BK21 플러스사업으로 수행된 연구결과임

## 참고문헌

- [1] 이종욱, 오승근, 정용화, 장홍희, 김석, 박대희 “소리 정보를 이용한 한우의 발정기 탐지,” 한국 컴퓨터종합학술대회 논문집, pp. 1438-1439, 2013.
- [2] 최동휘, 김혜련, 김희곤, 정용화 “가축 감시 카메라 환경에서 승가 검출,” Proc. of 23rd Joint Conference on Communications and Information, Poster 4, 2013.
- [3] U. Brehme, U. Stollberg, R. Holz, and T. Schleusener “ALT Pedometer — New Sensor-Aided Measurement System for Improvement in Oestrus Detection,” Comput. Electron. Agric., Vol.62, pp.73-80, 2008.
- [4] A. Bobick and J. Davis “The Recognition of Human Movement Using Temporal Templates”, IEEE Tr. on PAMI, VOL. 23, NO. 3, pp.257-267, MARCH 2001.
- [5] J. Davis “Hierarchical Motion History Images for Recognizing Human Motion,” Proc. Of IEEE Workshop on Detection and Recognition of Events in Video, pp.39-46, 2001.
- [6] G. Bradski and J. Davis “Motion segmentation and pose recognition with motion history gradients,” Machine Vision and Applications, Volume 13, Issue 3, pp 174-184, 2002.