한우사에서 승가 검출을 위한 카메라 위치

최동휘*, 김희곤*, 정용화*, 박대희*
*고려대학교 컴퓨터정보학과
e-mail : dongwhee@korea.ac.kr

Camera Position for Mounting Detection in a Korean Cattle Farm

Dongwhee Choi*, Heegon Kim*, Yongwha Chung*, Daihee Park*
*Dept. of Computer Information Science, Korea University

요 약

본 연구에서는 비디오 감시 시스템을 기반으로 한우 축사에서 승가 행위 검출을 위한 최적의 카메라 위치를 결정한다. 실외 환경에서는 소들간의 겹침이나 조명 변화 등 다양한 어려움이 발생하기 때문에, 이를 극복하기 위하여 승가 시 소의 몸체가 올라간다는 특성을 이용한다. 즉, 등높이가 1.2m 에서 1.3m 사이 크기의 한우를 사육하는 축사에서 축사 측면에 1.55m 높이로 카메라를 설치하고 여기서 획득된 영상으로 실험한 결과, 발정기 탐지를 위한 승가 행위를 자동으로 검출할 수 있음을 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 사용되어지고 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 사육 두수로 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 발정 징후가 종료되는 약 20 시간 내외이기 때문에 축사 주변에서 꾸준한 관찰이 요구된다. 또한, 축사 주인이 발견하기 힘든 취약시간에 발정 주기가 찾아오는 경우 발정주기 탐지가 어렵다는 문제가 있다[1].

이러한 문제를 해결하기 위해 감시카메라 환경을 사용하면 축사 주인이 볼 수 없는 취약 시간에도 자동으로 감시를 할 수 있고, 인적 낭비를 막을 수 있다. 또한, 최적의 발정주기를 탐지하여 인공수정을 하기 때문에 비용의 낭비를 최소화하여 효율적으로 농가를 운영할 수 있게 된다.

본 논문에서는 한우 축사에서 승가 행위 검출을 위한 최적의 카메라 위치를 결정한다. 축사 내부에서 이루어지는 소들간의 승가 행위 탐지에 있어 발생하는 겹침이나 조명 변화 등의 어려움을 극복하기 위하여 승가 시 소의 몸체가 다른 소의 위로 올라감으로써 평상시보다 등의 위치가 높아지는 특성을 이용한다. 또한, 승가 행위 검출 시 발생할 수 있는 다양한 어려움을 해결하기 위하여 최적의 높이에 카메라를 설치 해야 한다.

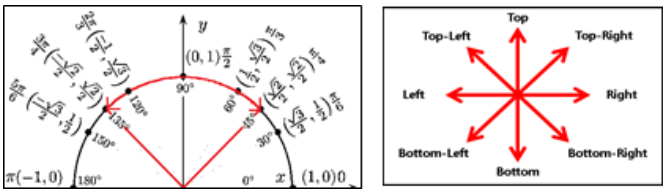
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 관련 연구 및 승가 행위 검출에 따른 어려움을 살펴보고, 3 장에서 카메라의 최적 위치를 설명한다. 마지막으로 4 장에서 결론을 맺는다.

2. 승가 검출

본 논문에서는 다양한 움직임 검출 방법 중의 하나인 Optical Flow 를 사용하여 개체의 움직임을 검출한다. 축사 감시 영상이 지속적으로 입력된다고 가정할 때, 이전 프레임과 현재 프레임 간의 공간 일관성(Spatial Coherence)을 기반으로 이미지 내부의 추적하기에 좋은 특징점을 검출한다. 이러한 특징점들은 움직임을 검출하기 위한 기준이 되며, 이전 프레임과 현재의 좌표 차이를 이용하여 움직임 벡터가 얻어지게 된다[2].

획득된 움직임벡터 중 승가 행위의 “upward” 동작을 구분하기 위해, 탄젠트 표(그림 1 (a))를 이용하여 벡터 방향이 1/4π이상 3/4π이하인 Top, Top-Right, Top-Left 방향(그림 1 (b))을 갖는 벡터들을 유효 벡터로 간주한다. 또한 background modeling 기법 중의 하나인 GMM(Gaussian Mixture Model)을 사용하여 객체의 움직임을 판별한다. 즉, GMM 을 통해 검출된 객체의 움직임이 평상시 보다 높은 곳에서 발생하면, Optical Flow 알고리즘[3]을 이용하여 검출된 벡터 중 언급한 유효 벡터가 존재하는지 확인한다. 최종적으로, 이러한 유효 벡터가 존재하는 연속 프레임의 개수를 확인

하고, 24 frames/sec 기준으로 연속 프레임의 개수가 24 개(1 초 분량) 이상으로 확인 될 경우 “승가” 행위로 구분한다.



(a) 탄젠트 표 (b) 8-방향 성분

(그림 1) 탄젠트 표와 8-방향 성분

그러나, 감시 환경을 구축하여 비디오 데이터를 이용한 승가 행위 검출에 있어서, 축사의 울타리에 의한 가려짐(그림 2), 혹은 승가 행위를 시도하는 소와 카메라 사이에 다른 소에 의한 가려짐(그림 3)과 같은 가려짐 현상이 발생할 수 있다. 그림 2 와 같이 축사 울타리에 의한 가려짐 문제는, 축사의 측면에 카메라를 한대 더 설치함으로써 해결이 가능하다.

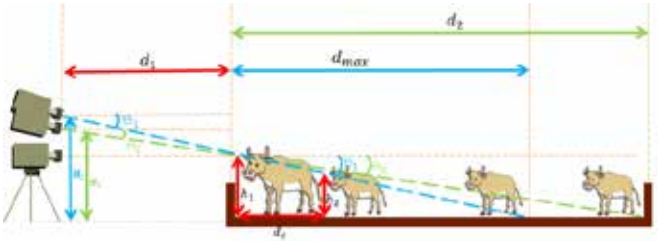
반면, 그림 3 과 같이 다른 소에 의한 가려짐 문제는, 카메라의 위치를 소의 등 높이 보다 높은 곳에 설치 함으로써 해결 할 수 있다. 그러나 카메라를 너무 높은 곳에 설치하게 된다면, 소의 승가 행위가 아닌 소가 걸어가는 등의 평상시 행동을 승가 행위로 잘못 검출할 수 있는 문제가 발생한다. 또한, 한 축사 내에 크기가 작은 소와 큰 소가 혼재해있기 때문에, 이러한 축사 환경에서 승가 행위를 검출하기는 쉽지 않다. 그러므로, 다른 소에 의한 가려짐 문제를 해결할 수 있는 최적의 카메라 높이와 함께 최적의 촬영 각도가 결정되어야 한다.

(그림 2) 축사 내 울타리에 의한 가려짐

(그림 3) 다른 소에 의한 가려짐

3. 카메라의 최적 위치

먼저, 최적의 카메라 위치를 선정하기 위하여 카메라 높이와 촬영각도를 계산한다. 그림 4 는 축사 내에서 가장 큰 소의 등높이(h_1)와 가장 작은 소의 등높이(h_2)카메라의 광각이 주어졌을 때 축사 폭을 전부 촬영 가능한 거리(d_1), 소들 사이의 최소 거리(d_c)를 보여준다. 이상의 값들이 주어지면 수식(1), 수식(2)를 이용하여 최적의 카메라 높이와 촬영각도를 구할 수 있다. 즉, 카메라가 설치된 근처에 큰 소가 위치하고 바로 뒤의 작은 소위에서 승가가 일어나는 경우, 승가하는 소 모습을 최대한 촬영하기 위해서는 H_1의 높이에서 θ_1의 촬영각도로 카메라를 설치해야 한다.



(그림 4) 촬영 높이에 따른 카메라 높이와 각도

$$\tan\theta_1 = \frac{h_1 - h_2}{d_c} \quad (1)$$

$$H_1 = h_1 + (d_1 \times \tan\theta_1) \quad (2)$$

반면, Optical Flow 알고리즘을 실제 적용시킴에 있어서 소와 축사의 바닥이 함께 촬영되면 오동작이 많이 발생하였고, 이러한 오동작을 최소화하기 위해서는 축사 바닥이 촬영되지 않게 카메라를 설정해야 한다. 즉, H_1과 θ_1으로 카메라가 설치되었다면, 축사 바닥이 촬영되지 않는 최대 축사 길이 d_{max}는 $d_{max} = h_1 \times \tan\theta_1$와 같이 계산된다. 만약 그림 4 의 경우처럼 주어진 축사의 길이 d_2가 d_{max}보다 크다면, 축사 바닥 촬영을 피하기 위한 새로운 카메라 위치가 설정되어야 한다. 즉, 수식 (3), 수식 (4)를 이용하여 새로운 카메라 높이 H_2와 촬영각도 θ_2를 결정할 수 있다.

$$\tan\theta_2 = \frac{h_1}{d_3} \quad (3)$$

$$H_2 = h_1 + (d_1 \times \tan\theta_2) \quad (4)$$

이렇게 H_2와 θ_2로 카메라 위치를 설정하면 H_1 과 θ_1으로 설정된 카메라의 위치와 비교하여, 승가시 h_1과 h_2 사이의 모션 벡터의 수가 다소 적어지지만, 축사 바닥이 촬영되지 않기 때문에 오동작이 줄어드는 장점이 있다. 예를 들어, d_1 은 5m, d_c 는 2m, h_1 은 1.3m, h_2,는 1.2m 라 가정할 때, tan θ_1은 0.05 가 된다. 이러한 가정에서는 H_1 은 1.55m, θ_1은 약 3 ° 가 되고, 승가 행위 탐지가 정확히 가능한 최대 거리 d_{max}는 26m 가 된다. 만약 주어진 축사의 길이 d_2가 d_{max}보다 큰 40m 인 경우에는 H_2 는 1.46m θ_2는 약 2 ° 가 된다.

마지막으로, 이렇게 실험 환경을 구축한 후 취득한 영상에 대하여 “upward”움직임 벡터를 계산하더라도

소의 승가 행위가 아닌 행동(예를 들어, 소가 카메라 부근에서 반대 방향으로 이동)을 승가로 잘못 판단할 가능성이 있다. 이러한 문제는 승가시 “upward” 움직임 벡터의 크기에 대한 임계값을 설정함으로써 해결 할 수 있고, 임계값은 현재 프레임과 이전 프레임에서 소의 움직임 거리를 비교하여 확인한다.

만약 640×480 해상도의 카메라가 H_1-θ_1에 설치되었다면, 승가시 “upward” 벡터 크기는 14.017 이고, 카메라 반대 방향으로 이동할 때의 “upward”벡터 크기는 4.004 이다. 카메라 위치가 H_2-θ_2인 경우는, 승가시 “upward” 벡터 크기가 14.006 이고, 카메라 반대 방향으로 이동할 때의 “upward” 벡터의 크기는 4.001 이다. 이를 근거로 임계값 5 이상의 크기를 갖는 “upward” 움직임 벡터를 승가로 판단한 결과, 승가 행위에 대한 자동 검출이 가능함을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 감시 카메라 환경의 영상데이터로부터 승가 행위를 검출하기 위한 최적의 카메라 위치를 결정하는 방법을 제안하였다. 실험 결과, 획득된 측면 영상에 GMM, Optical Flow 등의 기법을 적용하면 승가 행위를 자동으로 검출 할 수 있음을 확인하였다. 향후 연구로, 천장에 설치한 카메라로부터 소의 추적(트래킹) 기술과 연계하면 더욱 정확한 승가 행위 검출이 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 첨단생산기술개발사업에 의해 이루어진 것임

참고문헌

[1] 이종욱, 오승근, 정용화, 장홍희, 김석, 박대희, “소리 정보를 이용한 한우의 발정기 탐지,” 한국컴퓨터종합학술대회 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] S. Tamgade and V. Bora, “Motion Vector Estimation of Video Image by Pyramidal Implementation of Lucas Kanade Optical Flow,” Proc. of IEEE ICETET, pp. 914-917, 2009.