움직임 이력 영상을 이용한 소 수정적기 시스템

안성진, 고동민, 최강선
한국기술교육대학교 창의융합공학협동과정
e-mail:ks.choi@koreatech.ac.kr

Cow Insemination Detection System using Motion History Image

Sung-Jin Ahn, Dong-Min Ko, Kang-Sun Choi
Interdisciplinary Program on Creative Engineering, KOREATECH

요 약

본 논문에서는 영상처리기술을 이용하여 축산농가에 설치된 카메라를 통해, 소의 움직임량을 측정하여 수정적기를 파악하는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템에서는 움직임 이력 영상 기법을 이용하여 시간에 따른 움직임량을 측정하였으며, 이를 통계적으로 분석하여 정확한 소의 발정 상태를 검출하게 된다.

1. 서론

축사환경에서 동물의 건강 이상 상태를 파악하는 것이 중요하다 [1]. 동물의 건강을 확인하는 척도 중에 하나는 동물의 움직임이다. 일반적으로 건강한 동물은 움직임이 많고, 건강이 안 좋은 동물은 움직임이 눈에 띄게 적다. 이런 기본 건강 이상 상태 파악 이외에도 움직임을 통해 파악할 수 있는 다양한 상태 중, 가임 기간의 확인 및 발정 상태를 들 수 있다. 예를 들어, 발정난 소의 경우, 평소 보다 더 많은 움직임을 갖게 된다 [2]. 가축의 발정 상태를 찾아내는 것은 축산업에서 매우 중요한 요소이며 이런 두 가지 이유 때문에 가축의 움직임을 파악하는 것은 매우 중요하다.

축사에는 소, 돼지, 닭 등 다양한 동물을 기르지만 본 논문에서는 그 중에서 소의 움직임에 초점을 두고자 한다. 소의 움직임을 파악하는데 실시간 영상 처리를 이용하려고 한다. 움직임 관련해서 물체이미지(foreground)와 배경이미지(background)를 구분하여 생각한다. Background 제거하여 foreground를 찾는 방법으로 보통 GMM(Gaussian Mixture Model)을 많이 사용한다 [3]. 최근 Ahad et al.이 제안한 움직임 이력 영상(Motion History Image, MHI)기법은 영상 내 발생된 움직임의 발생 위치 뿐 아니라, 물체가 어떻게 움직이는지 그 과정까지 표현이 가능한 기술 방식이다 [4].

이 논문에서는 영상 처리를 이용하여 실시간으로 소의 움직임을 파악하고 이를 통해 소의 발정 상태를 검출하는 시스템을 제시하고자 한다. 이를 위해 MHI 기법을 적용하여 소가 얼마나 빨리 움직였는지 많이 움직였는지 시각적으로 확인하고 그 시각적 데이터를 바탕으로 움직임이 많은 시간을 추정하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 비디오 획득

본 연구를 위해 천안의 한 축사에서 비디오를 획득했으며, IP 카메라를 축사 천장에 설치하여 Top-view 형식으로 FHD 해상도에 24 fps로 촬영하여 얻었다.

2.2 제안된 방법

이 논문에서 사용된 블록도는 Fig. 1에 제시되었다. 제안된 방법은 각 프레임에 적용되었고, 기존 절차는 다음과 같다.

(1) RGB 이미지를 gray 이미지로 변환 후, 현재 프레임에서 이전 프레임 subtraction하고 특정 threshold 값보다 크면 움직임으로 간주하는 update function $\Psi(x,y,t)$이미지를 만들어낸다.

(2) update function $\Psi(x,y,t)$ 이미지를 이용하여 MHI를 만들어낸다. 움직임이 있는 픽셀에 fps(frame per second)값을 대입하고, 한 프레임이 지날 때마다 감소계수 δ만큼 intensity를 감소시킨다. 이러한 방식으로 최종 MHI $H_\tau(x,y,t)$를 얻는다.

2.3 Motion History Image (MHI)

MHI $H_\tau(x,y,t)$는 매 frame 호출되는 update function $\Psi(x,y,t)$ 에 의해 계산이 된다.

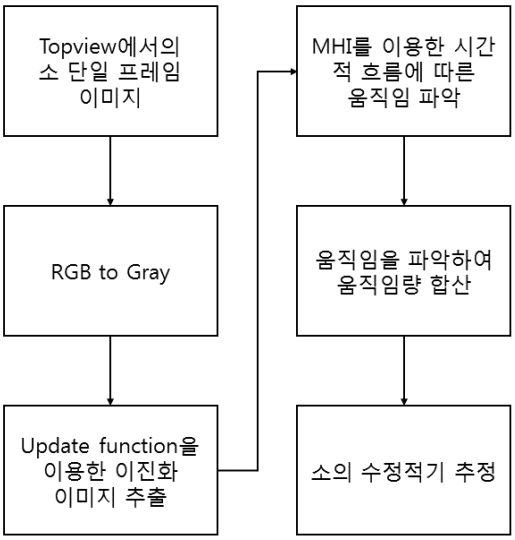

Fig. 1 - 제안 방식에 대한 블록도.

$$\Psi(x,y,t)=\begin{cases}1, & D(x,y,t)\geq\xi\\ 0, & otherwise\end{cases} \quad (1)$$

여기에서 (x,y) 와 t 는 위치와 시간을 나타내고, $\Psi(x,y,t)$ 는 현재 영상에서 motion이 발생한 영역인 update function을 의미한다. $D(x,y,t)$ 는 difference distance $\triangle$ 에 의해 다음과 같이 계산이 된다.

$$D(x,y,t)=|I(x,y,t)-I(x,y,t\pm\triangle)| \quad (2)$$

$I(x,y,t)$ 는 영상에서 t번째 프레임의 픽셀좌표 (x,y) 에 위치한 intensity value이다. update function은 이전 프레임에 동일한 위치좌표 (x,y) 에 위치한 픽셀과 현재 프레임에 있는 픽셀을 subtraction 한 뒤, 특정 ξ (threshold) 보다 큰 경우 1, 작은 경우 0 인 이진화 이미지를 만든다. update function이미지는 Fig. 2(b)에 제시되었다. 이 이미지를 통해 움직임이 일어난 영역을 확인할 수 있다.

이를 통해 얻은 최종 MHI를 통해 시간적 흐름에 따른 움직임을 관찰할 수 있다. MHI 식은 다음과 같다.

$$H_\tau(x,y,t) = \begin{cases}\tau & \text{, if } \Psi(x,y,t)=1\\ \max(0,\ H_\tau(x,y,t-1)-\delta) & \text{, } otherwise\end{cases} \quad (3)$$

τ 는 지속되는 시간 (duration) 이며, fps 값이 들어간다. δ 는 감소계수를 의미한다. 즉, update function에 의해 매 프레임마다 움직임이 발생되었다고 판단되는 픽셀위치에는 τ값이 들어가고, 움직임이 없는 영역은 매 프레임마다 δ만큼 intensity value 가 감소하게 된다. 이러한 원리로 시간적 흐름에 따른 움직임을 관찰할 수 있게 되는 것이다. MHI 결과 이미지는 Fig. 2(c)에 제시되었다.

3. 실험결과

실험에 쓰인 영상에서 85초일 때 이미지가 Fig. 2(a)에 제시되었다. 이는 소의 승가(Mounting) 순간을 포착한 이미지이다. Fig. 2(b)는 Fig. 2(a)의 update function 이미지를 나타낸 것이며, Fig. 2(c)는 Fig. 1(a)의 MHI를 나타낸 것이다. Fig. 2(b)를 보면 움직임이 일어난 순간의 영역이 나타난 것을 확인할 수 있으며, Fig. 2(c)에서는 Fig. 2(b)에 표시된 영역이 가장 최근에 일어난 움직임을 의미하며, 가장 밝은 값을 나타난다. 그리고 시간이 흐를수록 움직임이 없으면 점차 어두워진다. 이를 통해서 MHI 이미지에서는 시간적 흐름에 따른 움직임을 파악할 수 있다.

Fig. 3(a)는 30초일 때 프레임 이미지, Fig. 3(b)는 60초일 때 프레임 이미지, Fig. 3(c)는 180초일 때 프레임 이미지이다. 각각은 소가 등장하기 전, 소가 등장한 순간, 두 마리 소가 같이 움직이는 순간을 나타낸다.

Fig. 4는 영상에서의 움직임량을 나타낸 그래프이다. x축은 시간을 나타내며, y축은 영상에서의 움직임량을 나타낸 것이다. 움직임량은 각 프레임의 MHI에서 움직임으로 표현된 픽셀의 intensity를 합친 것이다.

(a) (b) (c)

Fig. 2 - 승가 시 움직임 이력 영상 예. (a) Original image. (b) Update function image. (c) MHI.

(a) (b) (c)

Fig. 3 - 획득된 동영상 예. (a) 움직임량이 적은 경우(30초) (b) 움직임량이 증가하는 경우(60초) (c) 움직임이 많은 경우(180초)

Fig. 4를 보면, 30초일 때는 움직임량이 낮은 반면, 소가 등장한 60초일 때는 기존 영상보다 많은 움직임량이 나타났다. 그리고 마지막 180초일 때는 한 마리 소가 나타난 움직임량보다 더 큰 움직임량이 발생한 것을 확인할 수 있다.

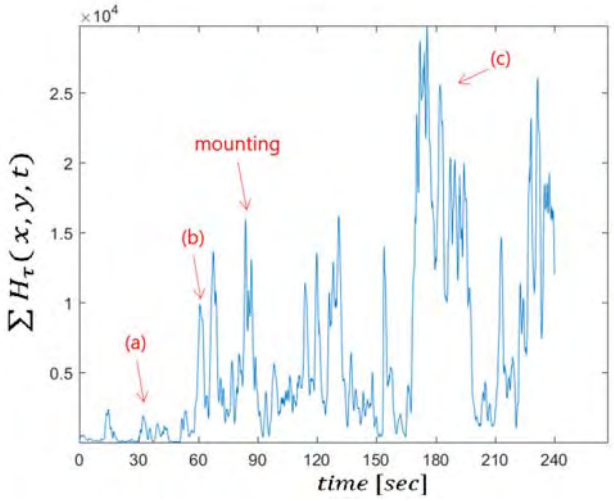

Fig. 4 - 시간에 따른 움직임량 측정 그래프.

Fig.2(a)는 소의 mounting 순간으로 85초일 때의 프레임 이미지이다. 이 때 움직임량은 한 마리의 소가 등장할 때보다는 높고, 두 마리의 소가 격하게 움직일 때보다는 낮은 움직임량을 기록했다. 이를 Fig. 4에서 보면 1.5×10^4 부근에서 mounting 이 일어난다고 추측할 수 있다.

참고문헌

[1] M. S. Dawkins, "A user's guide to animal welfare science," Trends in Ecology and Evolution, vol. 21, no. 2, Feb. 2006.

[2] M. W. DuPonte, “The Basics of Heat (Estrus) Detection in Cattle,” CTAHR UH, Apr. 2007.

[3] Z. Zivkovic, “Improved Adaptive Gaussian Mixture Model for Background Subtraction,” Proc. International Conference on Pattern Recognition, 2004.

[4] M. A. R. Ahad, J. K. Tan, H. Kim, S. Ishikawa, “Motion history image: its variants and applications,” Machine Vision and Applications, Sep. 2010.