

H.264/AVC Motion Vector를 이용한 손 추적 알고리즘

염주혁 이혁재

서울대학교 전기컴퓨터 공학부, 반도체 공동 연구소

{jhyum, hyuk_jae_lee}@capp.snu.ac.kr

A Hand Motion Tracking Algorithm using Motion Vectors in H.264/AVC
Compression

Joohyuk Yum Hyuk-Jae Lee

Department of Electrical Engineering

Inter-University Semiconductor Research Center

Seoul National University

요약

사용자에게 편리한 인터페이스를 제공하는 IT 기기가 널리 보급되면서 직관적인 인터페이스 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 이미지 센서로 입력된 사람의 손 모양이나 움직임을 이용하는 인터페이스가 그 중 하나이다. 한 편 이미지 센서 영상을 저장하기 위하여 H.264/AVC와 같은 영상 압축 기술이 사용된다. 영상을 압축하기 위해 부호기는 모든 Macroblock에서 움직임 추정을 수행한다. 추정된 움직임 정보는 손 움직임을 인식하는데 사용될 수 있고 이를 통해 전자 기기에 명령을 내리는 인터페이스 기술의 한 부분을 구현하는 것이 가능하다. 본 논문은 H.264/AVC 부호기의 Motion Vector를 이용하는 손 추적 알고리즘을 제시한다. 제시된 알고리즘은 손 움직임 추정의 정확도를 향상시키기 위하여 Motion Vector보다 신뢰도가 높은 Motion Density Map 정보를 사용한다. 이 정보를 이용하여 이동한 손을 포함하는 손 윈도우를 결정한다. 실험 결과를 통하여 제시된 알고리즘이 손의 움직임을 추적하는 것을 확인할 수 있다.

1. 서론

H.264/AVC 부호기는 영상을 압축할 때 각각 Macroblock에서 움직임 추정을 수행한다. 추정된 Motion Vector는 물체의 실제 움직임과 유사하다. 그러므로 Motion Vector를 이용하여 움직이는 물체를 인식하고 추적하는 것이 가능하다 [1,2]. 하지만 H.264/AVC 움직임 추정은 압축 효율을 높이는 것이 목적이기 때문에 정확하지 않은 움직임을 추정할 가능성이 있다 [2]. 특히 손과 같이 내부 텍스처의 유사성이 큰 물체의 경우 움직임 추정의 정확도가 떨어질 수 있다. 본 논문에서 신뢰도가 낮은 Motion Vector를 이용하여 손을 추적하는 알고리즘을 제시한다. Motion Vector의 부정확성을 보완하기 위하여 시간에 따라 움직이는 영역을 누적한 정보인 Motion Density Map을 이용하여 손의 움직임을 추적한다.

2. 본론

Motion Vector를 이용하면 연속된 두 프레임에 대하여 각 Block의 움직임을 알 수 있다. 손과 같이 텍스처가 유사한 물체에서 발생한 Motion Vector는 움직임 추정의 정확성이 떨어진다. 따라서 Motion Vector를 통해 발견된 Moving Block의 신뢰도를 평가할 필요가 있다.

평가 기준으로 Moving Block의 움직임의 빈도를 사용한다. 움직임의 빈도를 나타내는 값을 Mobility(M_k^i)라고 하고 수식(1)과 같이 결정된다.

$$M_k^i = \begin{cases} bnd(M_k^{i-1} + a) & (mv > 0) \\ bnd(M_k^{i-1} - b) & (mv = 0) \end{cases}, bnd(x) = \begin{cases} 0 & (x < 0) \\ M_{max} & (x > M_{max}) \\ x & (otherwise) \end{cases} \quad (1)$$

i 는 i 번째 프레임의 의미이고 k 는 i 번째 프레임에서의 Block의 좌표를 의미한다. M_k^{i-1} 는 좌표 k 에서 Motion Vector만큼 떨어진 지점에서 중심이 가장 가까운 Block의 Mobility이다. mv 는 Motion Vector를 의미한다. $|x|$ 는 벡터 x 의 크기를 의미하고 a, b 는 Mobility값의 변화 폭이다. a 와 b, M_{max} 는 실험적으로 최적의 값을 결정한다. 첫 프레임의 모든 Block의 Mobility는 0으로 초기화 한다. 현재 프레임의 각 Block의 Mobility를 모두 취합한 Map을 Motion Density Map이라고 정의한다. 이전 프레임의 Motion Density Map은 현재 프레임 내 각 Block의 Mobility를 계산하는데 필요한 M_k^{i-1} 를 제공해준다. 또한 제시된 손 추적 알고리즘은 현재 프레임의 Motion Density Map을 이용하여 손을 추적한다. Motion Density Map의 Block 중에서 Mobility가

M_{active} 이상인 Block은 빈번하게 움직인 Block이다. 따라서 이 Block은 실제 물체에 포함될 확률이 높다. 따라서 이 Block들을 Moving Block이라고 결정한다. M_{active} 은 실험적으로 최적의 값을 정한다.

손에서 발생한 Motion Vector의 방향은 손의 움직임 방향과 다를 수 있지만 손과 배경의 텍스처 사이 상관관계가 충분히 작다면 손에서 배경으로 향하는 Motion Vector는 발생하지 않는다. 따라서 이전 프레임의 손과 Motion Vector로 연결된 Moving Block들을 모으면 현재 프레임의 손의 위치를 구할 수 있다. 제시된 알고리즘은 이런 특성을 이용하여 손을 추적한다.

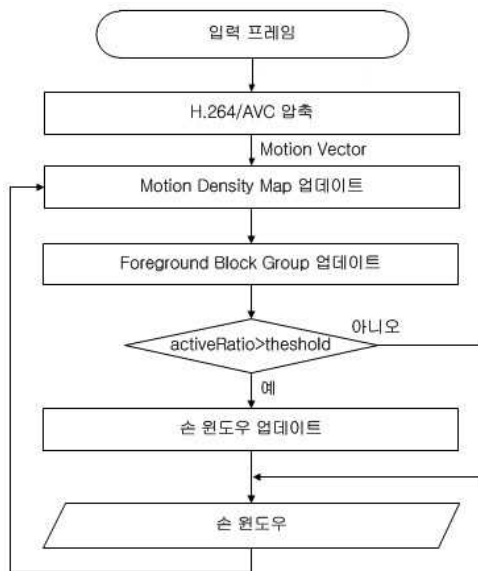


그림 1. 손 추적 알고리즘 순서도

제시된 알고리즘은 첫 프레임의 손 윈도우를 입력 받는다. 손 윈도우는 손을 포함하는 Block들을 묶은 Minimum Bounding Rectangle(MBR)을 의미한다[1]. 다음 프레임이 압축되면 계산된 Motion Vector를 이용하여 Motion Density Map을 업데이트하고 이전 프레임의 손 윈도우 내부 Block들과 연결된 Moving Block 그룹(Foreground Block Group)을 찾는다. Active Ratio는 Foreground Block Group의 Block수를 손 윈도우가 포함하는 Block수로 나눈 값을 뜻한다. Active Ratio와 threshold로 결정되는 조건문은 손 윈도우에 충분한 Mobility가 쌓였는지 확인하기 위한 것이다. 이 조건을 만족한다면 신뢰할 수 있는 손의 움직임이 감지되었다는 것이므로 손 윈도우를 업데이트한다. 손 윈도우 업데이트는 Foreground Block Group을 포함하는 MBR을 결정하는 것을 말한다. 조건을 만족하지 않는다면 손 윈도우를 업데이트하지 않는다. Active Ratio의 Threshold는 실험적으로 결정된 값이다.

3. 실험 결과

손 영상을 H.264/AVC 부호기인 JM13.2로 압축할 때 계산되는 Motion Vector를 사용하여 손 추적 알고리즘을 수행하였다[3]. 손 추적 알고리즘의 파라미터는 $Mobility_{max} = 5$, $a = 1$, $b = 3$, Active

Ratio의 Threshold = 0.6, $s = 4$, $Mobility_{active} = 2$ 로 세팅하였다. 초기 손 윈도우는 수동으로 입력하였다. 손 추적 결과는 그림 2와 같다.

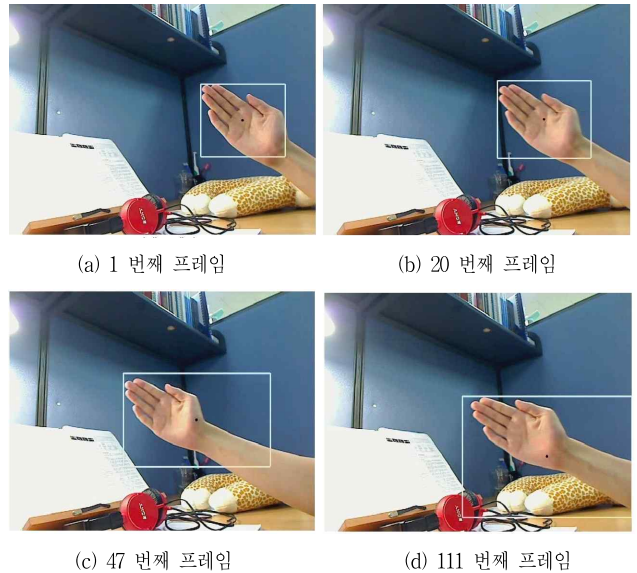


그림 2. 손 추적 결과

흰색 윈도우는 제시된 알고리즘으로 추적한 손 윈도우이다. 1, 20, 47, 111프레임 모두 손 윈도우는 손을 포함하고 있다. 하지만 시간이 오래 되면 111프레임과 같이 손 윈도우가 팔까지 포함하는 문제가 발생한다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

H.264/AVC Motion Vector를 이용하여 손을 추적하는 알고리즘을 제시하였다. Motion Vector의 부정확성을 보완하기 위하여 Motion Density Map을 제시하였고 이 정보를 이용하여 손을 추적하였다. 손 윈도우는 손을 정확히 추적하지만 손과 함께 팔까지 포함하는 현상이 발생하였다. 향후 손 윈도우에서 팔을 제외시키기 위한 연구가 필요하다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부의 출연금으로 수행한 ETRI 시스템반도체진흥센터 위탁연구의 결과입니다.

참고문헌

- [1] Takanori Yokoyama, Toshiki Iwasaki, and Toshinori Watanabe, "Motion Vector Based Moving Object Detection and Tracking in the MPEG Compressed Domain," *In Proceedings of Seventh International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing*, pp. 201-206, Chania, Greece, June, 2009
- [2] Wonsang You, M.S Houari Sabirin, and Munchurl Kim, "Moving Object Tracing in H.264/AVC Bitstream," *Multimedia Content Analysis and Mining 2007, Lecture Notes in Computer*

Science, Springer, Heidelberg, Vol. 4577, pp. 483-492, 2007

[3] *Joint Video Team Reference Software JM13.2*