

움직임 벡터의 시공간적 관계를 이용한 H.264/AVC 고속 움직임 예측 방법

문지희 호요성

광주과학기술원 정보기전공학부

{jymoon, hoyo}@gist.ac.kr

H.264/AVC Fast Motion Estimation using Spatial and Temporal Correlation of Motion Vector

Ji-Hee Moon and Yo-Sung Ho

Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

요약

H.264/AVC 비디오 압축 표준은 압축 효율을 높이기 위해 다양한 크기의 블록을 사용하여 화면 사이의 움직임 예측을 수행한다. 세밀한 움직임 예측으로 인해 기존의 동영상 표준보다 압축 효율을 높일 수 있었지만, 복잡도도 증가하는 단점이 있다. 따라서, H.264/AVC의 고속 움직임 추정 기법은 필수적이다. H.264/AVC에서 사용하는 움직임 예측 방법은 고정된 탐색 영역 안에서 모든 정수 화소 단위로 최적의 움직임 벡터를 계산한다. 불필요한 정수 화소까지 움직임을 예측하므로 계산량이 증가한다. 본 논문에서는 움직임 벡터의 시간적 상관도와 공간적 상관도를 이용하여 가변적으로 탐색 영역의 크기를 조절하는 방법과 적응적인 초기 시작점 결정 방법을 제안했다. 현재 매크로블록과 참조 화면 사이의 거리를 고려하여 시간적 상관도와 공간적 상관도의 탐색 영역 비중을 가변적으로 조절했다. 또한 참조 화면과 현재 매크로블록 사이의 거리가 멀어질수록 초기 시작점의 정확도를 높이기 위해 초기 시작점을 예측 움직임 벡터와 이전 참조 화면에서 결정된 최적의 움직임 벡터의 평균으로 결정했다. 제안하는 방법은 기존의 전 영역 탐색 방법과 유사한 부호화 성능을 보이면서 움직임 예측 시간이 평균 53.98% 감소하는 것을 확인할 수 있다.

1. 서론

H.264/AVC 표준은 우수한 성능의 비디오 부호화 표준으로 ISO/IEC SC29WG11 산하의 동화상 전문가 그룹(Moving Picture Experts Group, MPEG)과 ITU-T SG16/Q6 비디오 부호화 전문가 그룹(Video Coding Experts Group, VCEG)이 설립한 연합 비디오 팀(Joint Video Team, JVT)에 의해 2003년 5월 제정됐다. 현재 H.264/AVC는 많은 멀티미디어 서비스 분야에서 비디오 표준으로 채택되고 있으며, 사용량도 증가하는 추세이다 [1].

H.264/AVC 표준은 압축 효율을 높이기 위해 기존의 표준과 다른 새로운 기술을 사용했다. 블록 크기를 4x4 단위까지 줄여 움직임 보상을 수행하며, 1/4 화소 단위의 움직임을 사용하여 이미 부호화된 이전 화면으로부터 움직임을 세밀하게 추정했다. 하지만, H.264/AVC의 움직임 예측 및 보상은 부호화 효율을 증가시키지만, 동시에 복잡도가 높아지고 부호화의 전체 계산량이 증가하므로 실시간 구현이 어렵다. 실제 H.264/AVC에서 움직임 예측 및 모드 결정의 부호화 시간은 전체 부호화 시간의 약 50~60%를 차지한다. 따라서, 부호기의 복잡도를 줄이기 위한 여러 가지 고속 움직임 탐색 방법이 제안됐다.

본 논문에서는 움직임 예측에서 소요되는 시간을 줄이기 위해 탐색 영역을 적응적으로 결정하여 불필요한 계산량을 줄여 기존의 방법보다 고속의 전 영역 탐색 방법을 제안한다. 새로운 탐색 영역은 공간적 상관도와 시간적 상관도를 고려하여 참조 화면 간의 거리의 가중합으로 결정된다. 또한 참조 화면에서 움직임 예측의 초기 시작점을 적응적으로 결정하여 부호화 시간을 단축한다.

2. H.264/AVC 전 영역 탐색 방법

H.264/AVC에서 제공하는 전 영역 움직임 탐색 방법은 그림 1과 같이 이루어진다. 현재 부호하고자 하는 매크로블록의 움직임 벡터를 예측하기 위해 움직임 벡터 간의 공간적 상관도를 이용한다. 인접하는 블록에서 정해진 움직임 벡터들의 중간 값을 수평 방향과 수직 방향에 대해 독립적으로 계산한다 [2].

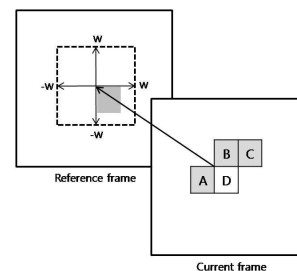


그림 1. 기존의 H.264/AVC 전 영역 움직임 탐색 방법

예측된 움직임 벡터는 참조 화면에서 움직임 예측 시 초기 시작점으로 사용된다. 탐색 영역을 w 로 정했다면 예측된 초기 시작점을 기준으로 상하좌우로 w 길이만큼을 탐색 영역이 정해진다. 정화소 단위로 탐색 영역의 크기는 $(2w + 1)^2$ 이 된다. 움직임 예측 수행 후, 예측된 최적의 정화소를 기준으로 부화소 단위의 움직임 예측 과정이 수행된다.

3. 제안하는 방법

가. 탐색 영역 결정 방법

기존의 움직임 예측 방식은 고정된 정사각형 모양의 탐색 영역 내에서 수행되므로 불필요한 위치를 탐색하여 계산량이 증가한다. 이러한 불필요한 연산을 줄이기 위해 움직임 벡터 사이의 공간적 특성과 시간적 특성을 고려하여 탐색 영역을 가변적으로 결정한다. 공간적 특성을 이용하여 결정된 탐색 영역은 식 (1)과 같다. 인접하는 블록 사이에서 움직임 벡터의 표준편차를 이용하여 부호하고자하는 매크로블록의 움직임의 크기를 추정하여 수직 방향과 수평 방향의 탐색 영역을 가변적으로 결정한다 [3].

$$R = \max\{1, \alpha \sqrt{\text{standard derivation}(MVs)}\} \quad (1)$$

$$\alpha = \text{search_range}/2 \sqrt{\text{search_range}}$$

여기서, R은 가변적인 탐색 영역을 나타내고, α는 결정된 탐색 영역이 초기 탐색 영역보다 커지는 것을 막기 위한 scaling factor를 나타낸다.

시간적 특성을 이용하여 탐색 영역을 결정하는 방법은 식 (2)와 같다. 움직임 예측 과정을 통해 결정된 움직임 벡터와 예측된 움직임 벡터의 차분 값들의 중간 값을 이용하여 탐색 영역을 결정한다. 차이 값은 최적의 움직임 벡터가 초기 시작점으로부터 떨어진 거리를 나타낸다.

$$MVD_{ref} = \text{Predicted_MV} - \text{Best_MV}_{ref}, \quad 0 \leq ref \leq 3 \quad (2)$$

$$r = \text{median}\{MVDs_{ref}\}, \quad 0 \leq ref \leq 3$$

움직임 벡터의 시간적, 공간적 특성을 이용하여 최종적인 탐색 영역을 결정하는 방법은 식 (3)과 같다. 참조 화면과 현재 부호하고자 하는 블록의 거리가 멀어질수록 공간적 특성을 반영한 탐색 영역보다는 시간적 특성을 반영한 탐색 영역에 가중치를 두어 탐색 영역의 크기를 결정한다. 실제 최적의 참조 화면은 부호하고자 하는 매크로블록에서 가장 가까운 화면으로 선택되므로, 시간적 특성을 반영한 탐색 영역에 가중치를 둔다. 식 (3)에서 Distance는 현재 매크로블록을 기준으로 참조 화면과 현재 화면 사이의 거리를 의미한다. 거리가 멀어질수록 시간적 특성을 반영한 탐색 영역의 비중이 높아진다.

$$\text{Determined_R} = \frac{R + \text{Distance} * r}{(\text{Distance} + 1)} \quad (3)$$

나. 적응적인 초기 시작점 결정 방법

제안하는 방법을 이용하여 탐색 영역을 가변적으로 조절하여 움직임 예측에 소요되는 시간을 효율적으로 줄일 수 있다. 일반적으로 현재 부호하고자 하는 매크로블록의 참조 화면에서의 움직임 벡터와 예측 움직임 벡터 사이의 차분 값은 참조 화면과의 거리가 멀어질수록 증가한다. 예측의 정확도를 높이기 위해 초기 시작점은 이전의 참조 화면에서 결정된 최적의 움직임 벡터를 고려하여 가변적으로 조절한다. 식 (4)는 본 논문에서 제안하는 초기 시작점 결정 방법이다. 공간적 상관도를 고려한 예측 움직임 벡터와 이미 이전의 참조 화면에서 결정된 움직임 벡터의 평균으로 각 참조 화면에서 초기 시작점을 계산한다.

$$\text{Determined_pmv}_{ref} = \frac{pmv + mv_{ref-1}}{2}, \quad 1 \leq ref \leq 4 \quad (4)$$

4. 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 H.264/AVC 표준 소프트웨어 JM 12.4[4]를 이용하여 실험했다. 움직임이 다양한 영상에 네 개의 양자화 계수(22, 27, 32, 37)를 사용하여 제안한 방법의 성능을 평가했다. 실험에서 사용한 영상은 CIF급(352×288) 해상도이다. 실험에서 사용한 부호화 변수는 표 1과 같다.

표 1. 부호화 변수

실험 변수	값
ProfileIDC	77
LevelIDC	40
SearchMode	-1
SearchRange	16

표 2는 제안한 방법과 기존의 방법의 움직임 예측 시간을 비교했다. 표 2에서 보듯이, 제안하는 방법은 기존의 방법에 비해 움직임 예측 시간을 평균 약 54% 단축했다.

표 2. H.264/AVC와 제안한 알고리즘의 성능 비교

	H.264/AVC	Proposed	△ Time(%)
Akiyo	730.10	378.27	-48.19
Foreman	1401.96	640.34	-54.33
Football	2077.62	882.30	-57.53
Mobile	1773.27	809.31	-54.36
Paris	1161.15	516.62	-55.50
Average			-53.98

5. 결론

본 논문에서는 움직임 벡터의 시간적, 공간적 상관도를 이용하여 탐색 영역을 결정하는 방법을 제안했다. 현재 부호하고자 하는 매크로블록과 참조 화면의 거리를 고려하여 탐색 영역을 가변적으로 결정한다. 또한, 움직임 예측에서 초기 시작점은 이전 참조 화면에서 계산된 최적의 움직임 벡터의 평균으로 결정된다. 제안하는 방법을 통해 움직임 예측 시간을 평균 53.98% 감소시켰음을 확인할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2010-(C1090-1011-0003))

참고 문헌

- [1] T. Wiegand, G. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," IEEE Trans. Circuits System Video Technology, vol. 13, no. 7, pp. 560-576, July 2003.
- [2] I. Richardson, H.264 and MPEG-4 Video Compression. Wiley, 2003.
- [3] 문지희, 호요성, "시공간적 상관도를 이용한 고속 H.264/AVC 전 영역 탐색 방법," 2009년 한국방송공학회 학술대회, pp. 67-70, 2009.
- [4] http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old_jm/jm12.4.zip, Joint Video Team, Reference Software Version 12.4.