

TI DSP에서의 H.264/AVC를 위한 다중 참조 픽처 움직임 추정부의 최적화

이호택, 이태환, 강영욱, 송병철*

인하대학교 전자공학부

*bcsong@inha.ac.kr

Optimization of Multiple Reference Picture Motion Estimation for H.264/AVC on TI DSP

Lee, Ho Taek, Lee, Taewhan, Kang, Young Uk, and Song, Byung Cheol*

School of Electronic Engineering, Inha University

요약

H.264/AVC는 기존의 동영상 압축 표준안보다 훨씬 뛰어난 압축 효율을 보이나 상대적으로 높은 계산 복잡도를 보인다. 또한 최근 모바일 어플리케이션 및 DTV 등에서의 실시간 구현의 수요가 급증함에 따라 하드웨어 구현보다 상대적으로 flexible한 구조인 DSP 환경에서의 최적화 연구가 활발히 진행 중이다. 본 논문에서는 기존의 다중 참조 픽처 고속 움직임 보상 알고리즘에 대하여 DSP 환경에 맞게 구현 및 최적화를 통하여 실시간 구현 및 최적화 경향과약을 하고 있다. 수행된 DSP 최적화를 통하여 움직임 추정 평균 계산량을 픽셀 당 약 56.17%로 크게 감소시켰다.

1. 서론

H.264/AVC는 ISO/IEC의 MPEG (moving picture experts group)과 ITU-T의 VCEG (video coding experts group)가 함께 만든 고성능 동영상 압축 표준안으로서 기존의 동영상 압축 표준안보다 뛰어난 압축효율을 보인다.^[1]

H.264/AVC 내에서 움직임 추정 (motion estimation)은 가장 높은 계산 복잡도를 보이고 있으며 이를 줄이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 최근 모바일 어플리케이션의 발달과 함께 flexible한 구조를 가진 DSP에서의 실시간 구현에 대한 요구가 커지고 있다 [2,3,4].

따라서 본 논문에서는 H.264/AVC를 위한 다중 참조 움직임 추정부를 TI DSP에서 최적화 결과를 보인다.

2. 다중 참조 픽처를 이용한 고속 움직임 추정

본 논문에서 사용하는 고속 움직임 추정 알고리즘은 [5]에서 제안된 알고리즘이며, 요약하면 다음과 같다. 그림 1처럼 현재 매크로블럭의 영상복잡도 (IC: image complexity)를 계산하여 식 (1)에 의하여 계산된 임계값과 비교한다.

$$th = ave_multi_ref_IC * w^2 \tag{1}$$

계산된 IC가 임계값보다 작으면 단일 참조 픽처에서만 움직임 추정을 수행하고 그렇지 않을 경우 단일 참조 픽처 움직임 추정으로부터 계산된 움직임 벡터와 pMV(predictive motion vector)를 비교한다. 두 벡

터가 같으면 같은 픽처를 참조한 블록이라고 판단하여 계산된 움직임 벡터를 그대로 사용하고, 그렇지 않을 경우에만 다중 참조 픽처 움직임 추정을 수행한다.

본 논문에서는 추가적인 연산량 감소를 위해, PDE (partial differential evaluation)과 spiral search^[6] 방법도 함께 적용하였다.

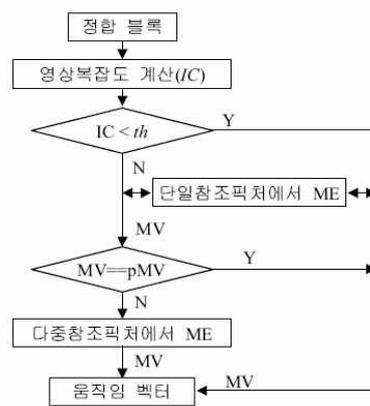


그림 1. 고속 다중 참조 픽처 움직임 추정의 흐름도

3. 최적화 및 결과

다중 참조 픽처 고속 움직임 추정 알고리즘만을 이해 및 구현하고, 최적화 단계에 따라 프로파일링하여 해당 단계에서의 수행 속도를 측정하였다. 다음 표 1은 각 최적화 과정 단계별 구체적인 내용이다.

표 1. 최적화 과정 단계

단계	최적화 내용
1단계	고속 움직임 추정 적용
2단계	PDE, spiral search 적용
3단계	구조 최적화 적용

1단계는 위에서 설명한 다중 참조 픽처 이용 고속 움직임 추정 알고리즘의 적용단계이고, 2단계는 효율적인 블록 매칭 알고리즘인 PDE와 spiral search를 적용한 단계이다.

3단계는 그림 2에서 보이는 것처럼 구조 최적화 적용으로써 내부/외부 메모리 정의, DMA module을 이용한 효율적인 외부메모리 접근, Ping/Pong scheme을 사용하여 데이터 출입 및 접근을 효율적으로 최적화하였다. 또한 데이터의 중복 접근을 최소한으로 하기 위하여 매 loop마다 추가로 필요한 데이터에 대해서만 부분적으로 접근, 입력하

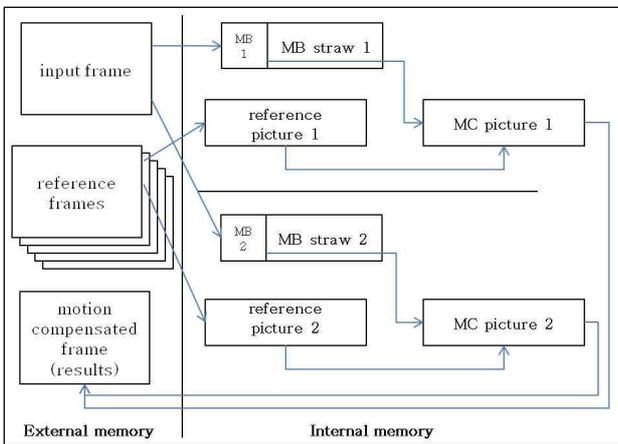


그림 2. 구조 최적화 단계의 데이터 흐름도

였다.

다음은 각 최적화 단계별 프로파일링 결과이다. Compiler는 Code Composer Studio v3.3을 사용하였고, 타겟 보드로는 C64x 계열의 DM642를 사용하였다. 움직임 추정만의 계산량, 속도를 측정, 경향 파악하는 것이 목표이므로 움직임 추정시 매크로블록은 16x16만을 사용하였고 탐색범위는 ±16으로 하였다. 사용한 실험 영상은 qcif급으로 akiyo, foreman, mobile, cif급으로 news, flower를 사용하였고 각 영상별 10프레임에 대하여 실험을 수행하였다. 표 2는 각 영상별 평균 프로파일링 결과이며 한 픽셀 당 평균 소요되는 사이클 수이다. 다중 참조 고속 움직임 추정 알고리즘은 각 영상의 복잡도(IC)에 의존적이기

표 2. 영상별 최적화 단계 프로파일링 결과 (cycles/pixel)

영상	1단계	2단계	3단계	
cif	news	399.00	91.16	87.28
	flower	540.78	278.96	256.19
qcif	akiyo	480.09	94.37	89.59
	foreman	642.30	324.07	298.17
	mobile	480.14	387.34	374.75
평균	504.66	235.18	221.19	

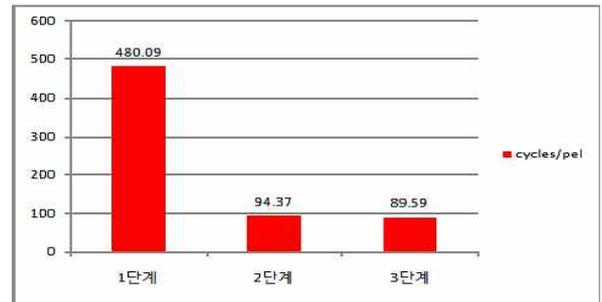


그림 3. akiyo 영상의 각 단계별 프로파일링 결과

때문에 상대적으로 움직임이 적은 news나 akiyo에 대해서는 픽셀당 낮은 프로파일링 결과 값이 나오게 되었다. 현재까지의 최적화를 통하여 다중참조 픽처 고속 움직임 추정 대비 평균 약 56.17%의 프로파일링 결과 감소를 보였다.

최종 3 단계에서의 내부 분석 결과 1차 단일 픽처 참조 움직임 추정에서의 계산량이 가장 많았다. 그 중에서도 SAD (sum of absolute difference)를 구하는 블록 매칭 자체가 전체 계산량의 거의 대부분을 차지하였다. 비록 PDE를 사용하여 매크로블록의 일부분만을 사용하여 SAD를 구하기 때문에 일반적인 SAD 계산방법보다 적은 계산량(매크로블록 당 약 40cycles)이 소요되었지만 search range가 고려되어 위 표 2와 같은 결과를 도출하였다. 이는 SAD를 구하는 더 빠른 방법에 대한 속제를 남겼다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 H.264/AVC에서 가장 큰 연산량을 차지하는 다중 참조 픽처 움직임 추정부에 대한 DSP환경에서의 최적화를 수행하였고 그 경향을 파악하였다. 1단계 알고리즘 측면 최적화 대비 최종 최적화 후 픽셀 당 평균 약 56.17%의 연산량 감소 효과를 보였다. 위 결과는 단순 움직임 추정 부분만을 수행한 결과이며 H.264/AVC 내부에서의 구체적인 적용에 대해서는 향후 과제로 계획하고 있다.

감사의 글

이 논문은 2010년 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (2010-0015861).

참고문헌

- [1] ITU-T Recommendation H.264, "Advanced video coding for generic audiovisual services," 2005.
- [2] N Vun and YJ Cai, "Optimization techniques for a DSP-based H.264 embedded system", ISCE 2009.
- [3] I. Werda et al., "Optimal DSP based integer motion estimation implementation for H.264/AVC baseline encoder", *International Arab Journal of Information Technology*, 2010.
- [4] Cheng Peng, "Video encoding optimization on TMS320DM64x/ C64x", Document of Texas Instrument(SPRAA63), 2004.
- [5] 김성희, 오정수, "H.264/AVC에서 다중 참조 픽처를 이용한 고속 움직임 추정", 한국통신학회논문지, 2007.
- [6] Y. Tu, B. Li and J. Niu, "A novel motion estimation algorithm based on dynamic search window and spiral search", *International Commission on Mathematical Instruction(ICMI) 2000*.