

## 인지 품질을 고려한 MPEG Decoder에서의 DVFS 적용 기법

\*백제현, 이재범, 김명진, 정의영  
연세대학교 전기전자공학부

e-mail : *j\_h\_baek@dtl.yonsei.co.kr, jblee@dtl.yonsei.ac.kr, kmjjang86@dtl.yonsei.ac.kr, eychung@yonsei.ac.kr*

## Perceptive Quality aware DVFS in MPEG Decoder

\*Je-Hyun Baek, Jae-Beom Lee, Myoung-Jin Kim, and Eui-Young Chung  
School of Electrical and Electronic Engineering  
Yonsei University

## Abstract

To minimize the power consumption in MPEG decoder, we take advantage of the QoS margin to the extent that human cannot perceive the degradation of the video quality. More specifically, in our method the frames are skipped as long as the change from the last decoded frame is not perceptible, and the skipped range is exploited as the additional slack time by Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS). In order to efficiently implement the proposed technique, we insert the Mean Square Error(MSE) to the GOP (Group of Pictures) header at the encoding phase, as an indicator of the inter-frame image difference, so that the overhead on the decoder is minimized.

## I. 서론

배터리를 전원으로 하는 휴대 기기의 경우, 배터리 용량의 한계로 인해 전력 소모를 고려한 설계가 중요하다. 최근 휴대 기기의 소형화와 다기능화로 인해 전력 사용량은 더욱 급증하고 있으며, 특히 멀티미디어 Application은 전체 소모 전력량에서 많은 부분을 차지하고 있다. DVFS는 저전력 구현을 위한 효과적인 기법으로 널리 알려져 왔으며 MPEG과 관련하여 많은 연구가 진행되어 왔다. 멀티미디어의 경우, 화상 품질

의 최종적인 주체는 인간이며, 이러한 인간의 인지 능력에 맞춰 DVFS를 적용한다면 보다 적극적인 저전력 구현이 가능할 수 있다 [1].

## II. 본론

MPEG player의 전체적인 시스템 구성은 크게 3단계로 구분될 수 있다. 첫째, 부호화 된 입력 영상들이 버퍼링 되는 단계, 둘째, 이러한 부호화된 영상을 복호화 하는 단계, 마지막으로 복호화 된 영상을 화면에 표시해 주는 단계가 있다. 본 논문은 위에 기술한 3단계를 기반으로 전력을 줄이기 위한 두 가지 관점을 기술한다.

첫째, 화면에 뿌려지는 영상들이 인간이 인지하지 못할 정도의 미세한 변화라면 그러한 화면은 복호화 과정을 거칠 필요가 없게 된다. 이러한 미세한 변화를 복호기에서 처리하기 위해, 부호화 단계에서 인접 화면간 변화량을 미리 헤더에 넣어 인지하기 어려운 화면 변화량에 대해서는 복호화 과정을 거치지 않게 하면 보다 효율적으로 전력을 줄일 수 있다. 이러한 변화량 정보는 독립된 부호화 단위인 GOP 단위로 처리하기 위해 GOP 헤더에 넣는다. 또한 이러한 인접 화면간의 변화량을 위한 정량적인 기준이 필요한데 이를 위해 인접 화면간 차이를 나타내는 Mean Square Error(MSE)을 사용한다. (H : 가로 화소수, V : 세로 화소수 )

$$MSE = \frac{1}{VH} \sum_{i=0}^{V-1} \sum_{j=0}^{H-1} [X(i,j) - Y(i,j)]^2 \quad (1)$$

복호기에서는 복호의 생략 여부를 판단하기 위해, 현재 버퍼의 이미지와 입력되는 이미지들의 변화량(MSE)을 누적하여, 인지 수준의 누적 MSE의 임계값과 비교하여 이 값이 인지 수준을 넘지 못하면 복호를 하지 않게 된다.

둘째, 복호화 과정 시, DVFS를 적용시키기 위해선 생략에 의해 추가되는 유휴 시간과, 복호되어야 할 화면의 실제 실행 시간을 알아야 한다. 추가되는 유휴 시간은 화면이 생략되는 수를 세어 그 값에 초당 프레임 비율의 역수를 곱하여 구할 수 있으나, 복호화 하는데 필요한 실행 시간은 쉽게 알 수 없다. 본 연구에서는 이러한 실행 시간을 예측하기 위하여 적응형 필터의 하나인 Kalman Filter를 적용하여 과거의 실행 시간들을 이용하여 현재의 실행 시간을 예측하고, 예측값과 실제 관측된 현재의 실행 시간과의 오차를 구하여 다음 화면의 실행 시간 예측 시, 이전의 오차값을 반영하면서 적응적으로 예측 오차를 줄여간다 [2].

최종적으로 위의 두 과정을 통해 얻은 유휴 시간과 예측 실행 시간을 통해 DVFS를 위한 전압과 주파수 쌍을 구하여 복호시 DVFS를 적용하였다. 그림 1은 유사한 이미지 화면을 생략하여 DVFS를 적용한 그림이고 그림 2는 제안된 방법에 대한 알고리즘을 도식화 하였다.

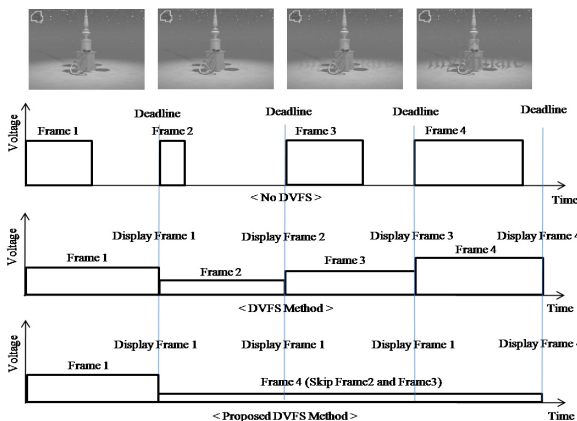


그림 1. 화면 생략 기법을 적용한 DVFS

#### IV. 실험 결과

제안된 방법은 요구되는 비디오 화면의 품질 수준을 만족 하면서 저전력을 구현하여야 하므로 재생되는 비디오 품질에 대한 정량적인 지표가 필요하다. 식 (2)는 이러한 재생 비디오 품질에 대한 QoS를 표현한 수식이다. (MSE : 원본 화면과 복호된 화면간의 오차, Max Error : 가장 큰 MSE 값, N : 전체 화면수)

$$QoS = \left(1 - \frac{\sum_{i=0}^{N-1} MSE(i)}{Max_{Error} \times N}\right) \times 100 \quad (2)$$

누적 MSE의 임계값이 커지면 생략이 허용되는 화면수가 증가하게 되고 이에 대한 DVFS 효과가 커져 에너지 사용량을 줄 수 있다. 또한 복호가 생략되는 화면들의 경우는 이전

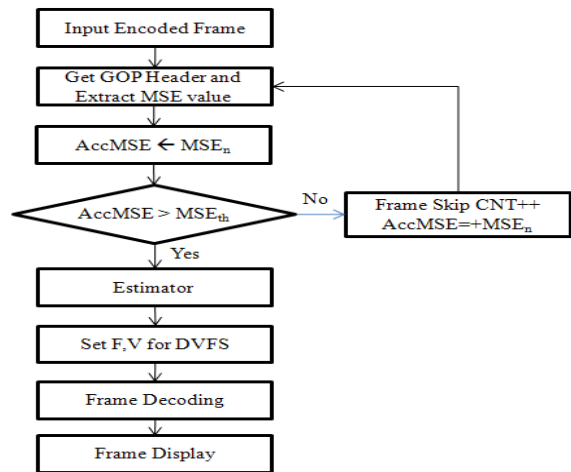


그림 2. 제안 Algorithm

에 복호된 영상으로 대체 되고 이러한 두 화면은 변화량이 적어 QoS값에 크게 영향을 주지 못한다. 도표 1은 여러 비디오 파일에 대해 제안된 방법으로 에너지 소모량을 구한 것이다. Airwolf와 같이, 비디오 화면 변화량이 빠르면 생략되는 화면수가 적어지게 되어 제안된 방법의 효과가 줄어들게 되고 이상적으로 DVFS를 적용한 경우와 유사하게 된다.

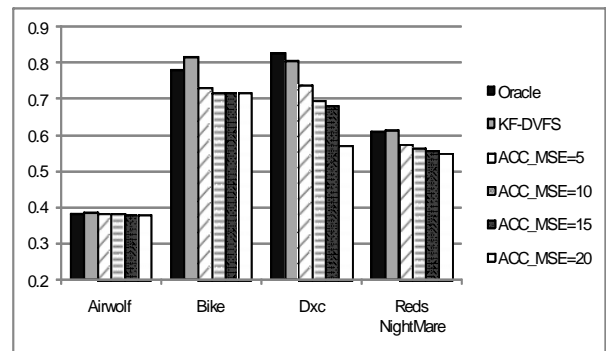


도표 1. 누적 MSE 임계값에 따른 에너지 소모 ( DVFS 미적용 기준 정규화 )

#### IV. 결론 및 향후 연구 방향

인지 기반의 DVFS 기법은 화면 생략을 어떻게 하느냐 따라 다양하게 적용 될 수 있다. 향후, 비디오 재생 시 요구되는 화면 품질 수준에 적응적으로 누적 MSE의 임계값을 조정하는 기법을 연구할 계획이다.

#### 참고문헌

[1] C.S. Im and S.H. Ha, "Energy Optimization for Latency- and Quality-Constrained Video Applications" IEEE Design & Test, v.21 n.5 pp.358-366, Sep. 2004.  
 [2] S.Y. Bang, K.H. Bang, and E.Y. Chung "Run Time Workload Estimation for Dynamic Voltage Scaling." in Proc. IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuit and Systems. vol. 28, no. 9, pp.1334-1347, 2009.