Regular paper | Journal of the KIECS. pp. 1329-1336, vol. 10, no. 12, Dec. 31 2015, t. 68, pISSN 1975-8170 | eISSN 2288-2189
http://dx.doi.org/10.13067/JKIECS.2015.10.12.1329

프레임 복잡도를 고려한 적응적 비트율 정규화 방법

박상현*

Frame Complexity-Based Adaptive Bit Rate Normalization

Sang-Hyun Park*

요 약

저전력 CMOS 카메라 기술의 발전으로 농업용 모니터링, 자연환경 감시 등의 다양한 비디오 센서네트워크 응용들에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 응용들에서 핵심 기술은 영상을 어떻게 압축하고 전송할 것인가에 대한 것이다. 일반 센서 데이터에 비해 영상 데이터는 양이 크기 때문에 특히 트래픽에 대한 정확한 예측이 이루어져야만 광범위한 네트워크 자원을 효과적으로 관리할 수 있다. 본 논문에서는 비디오 센서 네트워크 환경에서 비디오 트래픽을 정확하게 예측하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 영상의 복잡도를 측정하고 이 값을 적응적으로 트래픽 예측에 적용함으로써 기존의 방법들 보다 정확하게 압축 영상의 트래픽 양을 예측할 수 있다. 실험결과는 적응적 복잡도 예측을 이용한 제안하는 방법이 기존 방법에 비해 12% 이상 정확하게 결과 비트량을 예측하는 것을 보여준다.

ABSTRACT

Due to the advances in hardware technologies for low-power CMOS cameras, there have been various researches on wireless video sensor network(WVSN) applications including agricultural monitoring and environmental tracking. In such a system, its core technologies include video compression and wireless transmission. Since data of video sensors are bigger than those of other sensors, it is particularly necessary to estimate precisely the traffic after video encoding. In this paper, we present an estimation method for the encoded video traffic in WVSN networks. To estimate traffic characteristics accurately, the proposed method first measures complexities of frames and then applies them to the bit rate estimation adaptively. It is shown by experimental results that the proposed method improves the estimation of bit rate characteristics by more than 12% as compared to the existing method.

키워드

Video Sensor Network, H.264/AVC, BiT Rate Estimation, Intra-Mode Coding
비디오 센서 네트워크, H.264/AVC, 비트량 예측, 인트라모드 압축

Ⅰ. 서 론

IT 기술의 발달과 영상압축 기술의 발달로 비디오 센서를 이용한 다양한 응용들이 개발되고 있다. Wireless video sensor network(: WVSN)는 영상을 캡쳐해서 싱크 노드로 영상정보를 전송하는 카메라가 포함된 센서 노드로 구성된 센서 네트워크를 말한다. 기존의 Wireless sensor network(: WSN)의 경우 기온, 압력, 습도 등의 단순한 정보를 처리하는 노드로 구성되어 데이터 전송을 위한 네트워크 구성이 중요

* 교신저자 : 순천대학교 멀티미디어공학과
• 접 수 일 : 2015. 10. 21
• 수정완료일 : 2015. 12. 13
• 게재확정일 : 2015. 12. 24
• Received : Oct 21, 2015, Revised : Dec 13, 2015, Accepted : Dec 24, 2015
• Corresponding Author : Sang-Hyun Park
Dept. Multimedia Eng., Sunchon National University
Email : shark@scnu.ac.kr

한 이슈였다. 반면 WVSN은 영상이라는 큰 용량의 데이터를 처리하기 때문에 데이터를 압축하고 네트워크 대역폭을 정확하게 예측하고 에너지 효율적으로 데이터를 전송하는 기술들이 중요하다[1-4].

영상은 기본적으로 데이터의 양이 크기 때문에 먼저 카메라에 캡처된 영상을 압축하여 데이터의 크기를 줄이고 이를 저장 또는 전송 한 후 영상을 재생할 때 압축된 데이터를 복원하는 과정을 거친다. 이때 영상을 압축하고 복원하는 기능을 수행하는 모듈을 비디오 코덱이라고 하며, 비디오 코덱은 매우 복잡하여 많은 계산처리를 필요로 하는 특징을 가진다. 자원이 매우 제한적인 WVSN 환경을 고려할 때 WVSN에 사용되는 비디오 코덱은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째 부류는 센서의 에너지 소모를 최소화하는 것을 목표로 한다. 즉 센서는 영상 데이터를 압축하는 모듈이기 때문에 계산량이 적은 압축 방법을 적용하고 압축된 영상을 복원할 때 많은 계산량이 필요하도록 코덱을 설계한다. 이 경우 압축효율이 낮아져 전송 데이터의 크기가 커진다. 두 번째 부류는 반대로 영상 데이터를 압축할 때 복잡한 계산량이 필요하도록 코덱을 설계한다. 첫 번째 부류의 장점은 센서의 에너지를 최소화하여 센서의 수명을 극대화할 수 있다는 것이다. 두 번째 부류의 장점은 영상 데이터의 크기를 최소화하여 네트워크 상에서 발생할 수 있는 비용을 최소화할 수 있다는 것이다. 따라서 WVSN에 적용되는 비디오 코덱은 WVSN의 조건과 응용의 성격에 따라 달라진다[5].

본 논문에서는 두 번째 부류에 해당하는 WVSN 환경에 적용되는 알고리즘을 제안한다. 최근 태양광 기술의 발달 등으로 비디오 센서의 전력 공급에 대한 대안들이 제시되고 있다. 특히, 농작물 모니터링, 산불 감시, 해안침식 모니터링 등의 서비스에서는 센서의 전력 공급 문제를 태양광 기술 등을 이용하여 어느 정도 해결하고 있다. 하지만 광범위한 지역을 포함하는 네트워크를 효율적으로 구성하고 자원을 효율적으로 관리하는 것은 여전히 어려운 문제가 되고 있다[6-7].

효율적인 영상압축을 위한 많은 연구가 진행되었고 그 결과물들을 통합하는 표준을 만들기 위해 ITU-T의 Video Coding Expert Group과 ISO/IEC Moving Pictures Experts Group을 중심으로 많은 노력이 있었고, 그 결과 MPEG-2 Visual, H.263, MPEG-4 Visual, H.264/AVC를 거쳐 현재 HEVC 표준에 이르고 있다. WVSN 환경에서 영상을 압축할 때 가장 중요한 것은 압축한 결과 데이터의 양을 목표한 크기에 맞게 제어하는 것이지만 동시에 압축한 영상의 품질을 관리하는 것도 중요한 고려사항이다. 영상을 압축할 때 목표 비트량에 맞게 압축하면서 동시에 영상의 품질을 관리하는 것을 비트율 제어라고 한다[8].

비트율 제어는 특히 영상통신과 같이 목표 대역폭이 정해진 환경에서 영상을 전송하는 응용에서 중요한 역할을 담당하게 된다. 채널 대역폭이 압축한 결과 비트율보다 작을 경우 압축한 영상 데이터는 압축 버퍼에 쌓이게 되고 그 양이 버퍼의 크기를 초과하게 되면 다음 프레임은 압축하지 않고 건너뛰는 프레임 스킵이 발생하게 된다. 프레임 스킵이 발생하면 당연히 영상의 품질은 나빠지게 된다. 반대로 채널 대역폭이 압축된 결과 비트율보다 클 경우에는 주어진 채널 대역폭을 낭비하게 된다. 채널 대역폭에 맞게 영상을 압축하여 프레임 스킵이 발생하지 않게 하면서 동시에 채널 대역폭의 낭비도 발생하지 않게 관리하기 위한 비트율 제어에서 가장 중요한 것은 비트율 모델이다. 비트율 모델은 일반적으로 양자화 변수의 함수 형태로 표현되며, 양자화 변수에 따른 트래픽 발생량을 보여준다. 비트율 모델을 이용하여 네트워크 대역폭에 맞게 영상을 압축하는데 비트율 모델이 정확하지 않으면 적절한 비트율 제어가 이루어지지 못한다. 따라서 비트율을 정확하게 예측하는 것은 비트율 제어의 핵심사항이다. 본 논문에서는 저전송률 네트워크 환경인 WVSN에서 압축영상의 비트율을 정확하게 모델링하기 위해 필요한 방법을 제안한다. 제안하는 방법에서는 현재 WVSN 환경에서 많이 사용되고 있는 H.264/AVC 인트라 코덱을 기반으로 영상의 복잡도를 측정하여 이를 적절히 상쇄함으로써 비트율 모델의 예측 성능을 향상시키고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 비트율 모델과 문제점에 대해서 설명한다. 3장에서는 제안하는 비트율 정규화 방법에 대해서 설명하고 4장에서는 제안하는 알고리즘의 성능을 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 연구배경

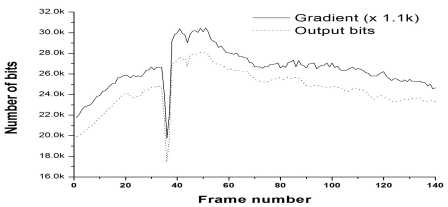
본론은 필요에 따라 3-4 개의 장으로 편집할 수 있습니다. H.264/AVC 표준을 이용하여 WVSN 환경에서 영상을 압축할 때는 주로 I 프레임 형태로 압축하는 인트라 코딩이 사용되며 P 프레임을 사용한 인터 코딩을 적용하더라도 GOP 크기는 작은 값을 가진다. 이것은 센서 네트워크의 특성상 원하는 정보를 최소화하기 때문으로 일반적인 동영상 응용과 다른 점이다. 따라서 WVSN에서 인트라 코딩이 매우 중요하며, 인트라 코딩에서도 압축 결과를 정확하게 예측하는 것이 매우 중요하다[7].

H.264/AVC 표준에서 인트라 코딩은 양자화 파라미터를 결정하는 것이 핵심이다. 표준에서 제시된 양자화 파라미터 결정 방법은 영상 콘텐츠의 특성을 반영하지 않는 간단한 방법이다. 영상 콘텐츠의 특성을 반영하기 위한 다양한 방법들이 제시되었으며, 그 중에서 영상의 그레디언트 값 (G)을 이용하는 방법이 많이 활용되고 있다[9]. 영상의 그레디언트는 인접 화소간의 차이에 대한 평균으로 식 (1)과 같이 간단히 계산할 수 있다.

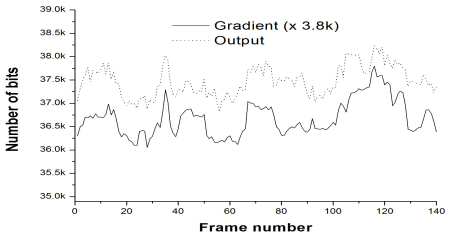
$$G=\frac{1}{M\cdot N}\left\{\sum_{i=1}^{M-1}\sum_{j=1}^{N-1}(|I_{i,j}-I_{i+1,j}|+|I_{i,j}-I_{ij+1}|)\right\} \quad (1)$$

그림 1은 Coast-guard 시퀀스와 Akiyo 시퀀스의 140개 프레임에 대해서 그레디언트 값과 압축된 결과 비트를 비교한 결과를 보여준다. 영상의 복잡도를 나타내는 그레디언트 값과 비트량이 비례하는 것을 알 수 있다. 이러한 특성을 이용하여 각 프레임이 복잡도를 반영한 인트라 프레임 비트율 예측 모델이 식(2)와 같이 제안되었다[10-11].

$$R=G\times a\cdot QS^{b} \quad (2)$$



(a)



(b)

그림 1. 그레디언트와 비트량의 관계 (a) Coast-guard (b) Akiyo

Fig. 1 Relationship between gradient and the number of bits (a) Coast-guard (b) Akiyo

QS는 양자화 스탭으로 H.264/AVC 표준에 정의된 양자화 파라미터이다. 그리고 a와 b는 모델 파라미터이다. 이 모델은 압축한 영상의 비트량 R이 QS의 지수함수 형태로 표현될 수 있는 특성과 R과 G가 비례하는 특성을 결합한 모델로 측정된 영상의 복잡도를 단순히 곱하여 모델 파라미터를 예측하는 방법이다. 다시 말하면, 이 모델은 측정된 G값을 이용하여 식 (3)과 같이 비트율을 정규화하는 것이다.

$$R_{norm}=\frac{R}{G}=a\cdot QS^{b} \quad (3)$$

비트율을 정규화하면 영상의 복잡도에 의한 비트율 모델의 가변성을 미리 상쇄할 수 있기 때문에 QS의 지수함수로 형태로 표현되는 비트율 모델의 파라미터를 보다 정확하게 예측할 수 있다.

III. 제안하는 비트율 정규화 방법

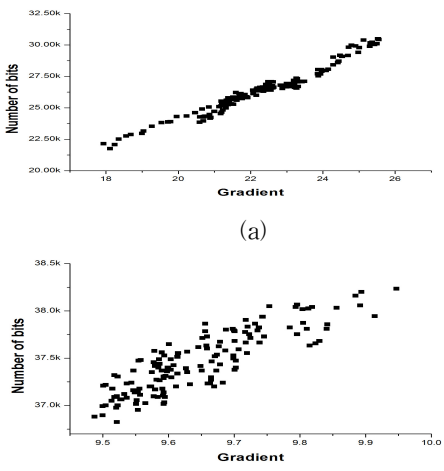
기존 정규화 방법의 경우 식 (3)과 같이 영상의 복잡도에 따른 비트율의 영향에 대한 가중치를 일정하게 유지하고 있다. 즉, 모든 영상에 대해서 영상의 복잡도가 비트율에 미치는 영향이 일정한 것을 가정한다. 하지만 동영상은 시간이 지남에 따라 내용이 변하게 되고, 따라서 시간이 경과함에 따라 발생하는 프레임에 대해서 영상의 복잡도가 비트율에 미치는 영향의 차이가 발생할 수 있다.

그림 2는 그림 1의 결과에 대해서 비트율과 그레디

언트 사이의 상관관계를 보여준다. Coast-guard 영상의 경우 상관도가 강한 것을 볼 수 있다. 이 경우는 비교적 다양한 형태의 영상을 포함하고 있어 그레디언트의 변화가 크다. 하지만 그레디언트가 큰 부분과 작은 부분의 기울기가 다소 차이가 있는 것을 알 수 있다. 즉, 그레디언트에 의한 비트율의 변화률이 달라진 것을 볼 수 있다. Akiyo 영상의 경우 Coast-guard 영상에 비해 상대적으로 상관도가 약한 것을 볼 수 있다. 즉, Akiyo 영상의 경우 처음 영상과 시간이 경과된 후의 영상의 그레디언트가 비트율에 미치는 영향이 다를 수 있음을 의미한다. 상관도가 높은 경우에는 비트율에 대한 그레디언트의 비율이 일정하기 때문에 복잡도에 의한 가중치를 일정하게 해도 예측의 정확도를 유지할 수 있지만 상관도가 약한 영상의 경우 영상의 복잡도가 비트율에 미치는 영향을 피드백하여 가중치를 적응적으로 조정할 필요가 있다.

제안하는 비트율 모델은 영상의 복잡도가 비트율에 미치는 영향을 고려하여 적응적으로 가중치를 적용하여 정규화한다. 즉, 제안하는 방법에서는 영상의 그레디언트가 비트율에 미치는 영향이 가변적임을 반영하여 식 (2)로 표현되는 비트율 모델링을 식 (4)와 같이 수정한다.

$$R = f(G) \times a \cdot QS^{b} \tag{4}$$



(a)

(b)

그림 2. 그레디언트에 대한 비트량의 산포도 (a) Coast-guard (b) Akiyo

Fig. 2 Scatter plots of the number of bits versus gradient (a) Coast-guard (b) Akiyo

f(G)는 화면의 복잡도가 비트율에 미치는 영향을 나타내는 값으로 화면의 복잡도와 비트율의 비례 관계를 반영하여 식 (5)와 같이 모델링 할 수 있다.

$$f(G_i) = c + d \cdot G_i \tag{5}$$

여기서 $f(G_i)$는 기준 양자화 파라미터로 압축한 i번째 프레임의 비트율이고 c와 d는 모델 파라미터이다. 기존 방법인 식 (3)의 경우 c가 0이고 d가 상수인 경우이다. 하지만 제안하는 방법은 파라미터 c와 d가 프레임이 변함에 따라 적응적으로 새로운 값을 가지게 된다. 비트율을 정규화하기 위한 가중치는 식 (6)과 같이 정의한다.

$$w_i = \begin{cases} 1, & i = 1 \\ f(G_i)/f(G_1), & otherwise \end{cases} \tag{6}$$

가중치를 이용한 비트율 정규화는 식 (7)과 같다.

$$R_{norm} = \frac{R_i}{w_i} \tag{7}$$

제안하는 모델에서는 식 (5)의 모델 파라미터를 실시간 계산하는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 실시간으로 모델 파라미터를 결정하기 위해 RLSE(: Recursive Least Square Estimation) 방법[12]을 이용한다. 제안하는 모델에서 파라미터는 프레임의 특성을 반영하여 적응적으로 변하게 되며, 이 값들을 RLSE 방법을 적용하여 계산한다. 식 (5)의 파라미터를 적응적으로 결정하기 위해서는 파라미터를 식 (8)과 같이 상태 방정식으로 표현한다.

$$y_i = H_i \cdot x_i + v_i \tag{8}$$

식 (8)에서 정의된 상태에 맞게 측정된 값들을 이용하여 파라미터 값을 계산하기 위한 변수들을 정의하면 식 (9)과 같다.

$$\begin{aligned} x_i &= \begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix}, \\ y_i &= f(G_i), \\ H_i &= (1 \;\; G_i), \\ E(v_i^2) &= R_i \end{aligned} \tag{9}$$

여기서 y_i와 H_i는 하나의 영상을 압축한 후 해당되는 결과값을 사용하는 변수이다. 식 (8)의 방정식을 이용하여 구하고자 하는 것은 식 (5)의 모델의 파라미터로 x_i에 해당된다. x_i에 대한 예측값을 $\hat{x_i}$라고 하면 예측값은 식 (10)과 같이 재귀적으로 구할 수 있다.

$$K_i = P_{i-1}H_i^T(H_iP_{i-1}H_i^T+R_i)^{-1},$$
$$\hat{x}_i = \hat{x}_{i-1}+K_i(y_i-H_i\hat{x}_{i-1}), \quad (10)$$
$$P_i = (I-K_iH_i)P_{i-1}(I-K_iH_i)^T+K_iR_iK_i^T.$$

RLSE 방법은 이전 값과 현재 값을 이용하여 최종 예측값을 결정하는데, 여기서 K_i 은 이전 예측값과 현재 예측값을 어느 정도로 반영할지를 나타내는 가중치이고 P_i는 예측 에러에 대한 공분산 행렬이다.

실제로 파라미터 예측에 RLSE 알고리즘을 적용하기 위해서는 먼저 초기값을 설정하여야 한다. y_i는 실측값이기 때문에 초기값 설정이 필요 없지만 x_i의 경우 초기값의 설정이 필요하다. R_i는 측정 에러를 반영하기 위한 파라미터이기 때문에 실시간 모델링의 경우 모델의 정확도를 측정하여 그 값을 모델에 반영한다. P_i는 오차에 대한 공분산 행렬로 식 (8)에 대한 사전 정보가 없는 경우에 비교적 큰 값으로 초기화하게 된다. 큰 값으로 초기화를 해도 시스템이 반복적으로 진행되면 빠르게 적절한 값으로 감소하게 된다. 제안하는 모델에서 x_i에 대한 초기 값의 설정은 실제로 전체 파라미터 예측에 영향을 주게 된다. 제안하는 방법에서는 10개의 GOP를 압축한 결과를 이용하여 x_i의 초기값을 결정한다. 즉, JM 알고리즘으로 10개의 GOP를 압축한 후 10개의 비트율 값과 해당 그레디언트 값을 이용하여 선형회귀 방법을 적용하여 c와 d의 초기값을 결정하고 그 값을 x_0로 사용한다.

비트율에 대한 예측을 하기 위해서는 먼저 비트율에 대한 정규화를 수행한 후 식 (4)의 파라미터 a와 b에 대한 계산을 수행하여야 한다. 파라미터 a와 b에 대한 계산은 논문[10]에서 제시된 방법을 사용한다. 따라서 b는 상수값으로 -0.8의 값을 사용하고 a의 값은 식 (11)과 같이 계산한다.

$$a_0 = \frac{R_{norm,0}}{G_0 \cdot QS^b}$$
$$a_{k+1} = \alpha \cdot a_k + (1-\alpha) \cdot \frac{R_{norm,k}}{G_k \cdot QS^b} \quad (11)$$

여기서 $R_{norm,k}$ 는 k번째 프레임의 정규화된 비트율을 의미하며, α는 0.5의 값을 사용한다.

Ⅳ. 실험 및 분석

제안하는 방법은 비디오 센서에서 사용할 압축 코덱으로 H.264/AVC를 가정하고 있다. H.264/AVC는 다양한 응용에 사용될 수 있는 압축 코덱이며, 센서 노드에 사용될 경우 센서 노드의 특성상 기본적으로 전력 소모를 최소화할 필요가 있기 때문에 많은 기능들이 제한적으로 설정된다. 따라서 본 실험에서는 영상 압축의 복잡도가 높지 않은 설정을 사용한다. 실험에 사용한 H.264 코덱은 JVT에서 제공되는 참조 소프트웨어 중 최신 버번인 JM 18.4이다. WVSN에 사용되는 H.264/AVC를 적용할 때는 GOP 크기를 크게 하지 않는다. GOP 크기가 커지면 인터 모드로 압축되는 프레임의 수가 증가하게 되는데, 인터 모드는 인트라 모드에 비해 계산량이 많기 때문에 GOP의 크기가 커지면 전력 소모가 커지기 때문에 센서 네트워크에 적합하지 않게 된다. GOP 크기가 크지 않은 설정에서 전체 영상의 품질을 좌우하는 것은 인트라 모드 압축 영상이다. 따라서 본 논문에서는 인트라 모드 압축만 적용하여 실험을 수행하고 성능을 분석하였다. 양자화파라미터는 30으로 고정하였으며 따라서 비트율 제어는 적용하지 않았다. 세부 설정 내용은 표 1과 같다.

표 1. 실험환경

Table 1. Experimental environment

Parameters	Values
YUV Format	4:2:0
Error robustness	Off
Entropy coding method	CAVLC

Smallest motion compensation block size	8×8
Subpel motion compensation	Disabled
Deblocking filter	Disabled
R-D Optimization	Off
Rate Control	Off
GOP size	1
QP	30

표 2. 정규화 비트량의 분산 비교

Table 2. Comparison of normalized bit rate variance

Video Sequence	Variance of R_{norm} ($\times 10^3$)		Improving Rate (%)
	Existing method[10]	Proposed method	
Akiyo	11.8	10.5	10.9
Coast-guard	120.1	72.2	39.9
Grandma	16.8	14.8	11.6
Hall	41.6	30.5	26.6
Mobile	655.6	335.0	48.9
Salesman	23.6	19.5	17.1

표 2는 Akiyo, Coast-guard, Grandma, Hall, Mobile, Salesman의 여섯 개의 영상을 대상으로 압축한 영상의 비트량을 정규화한 결과를 보여주고 있다. 기존 방법의 경우 식 (3)을 이용하여 계산하게 되는데 모든 프레임에 대해서 프레임의 복잡도의 가중치를 동일하게 설정하고 있다. 제안하는 방법은 식 (7)을 이용하여 비트량을 정규화하는데, 영상의 복잡도가 비트량에 미치는 정도를 압축된 결과를 바탕으로 적응적으로 적용하고 있다. 실험 결과에서 제안하는 방법이 기존 방법에 비해 정규화된 비트량의 분산을 감소시키는 것을 확인할 수 있는데, 이것은 영상의 복잡도에 의한 비트량의 변화를 제안하는 방법이 적절히 상쇄하는 것을 의미한다.

그림 3은 Coast-guard 영상과 Akiyo 영상의 정규화된 비트량을 프레임별로 보여준다. Coast-guard 영상의 경우 영상의 복잡도가 점진적으로 변하하는 것을 볼 수 있고 이때 제안하는 방법을 적용하여 정규화 경우 그 값의 변화가 기존 방법에 비해 적은 것을 볼 수 있다. Akiyo 영상은 비교적 영상의 복잡도가 일정하게 유지되는 특성을 가지지만 정규화된 비트량을 보면 점진적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 제안하는 방법을 이용한 정규화 방법의 경우 전체 영상의 정규화된 비트량의 변화가 일정한 범위 내에서 이루어지는 것을 볼 수 있다.

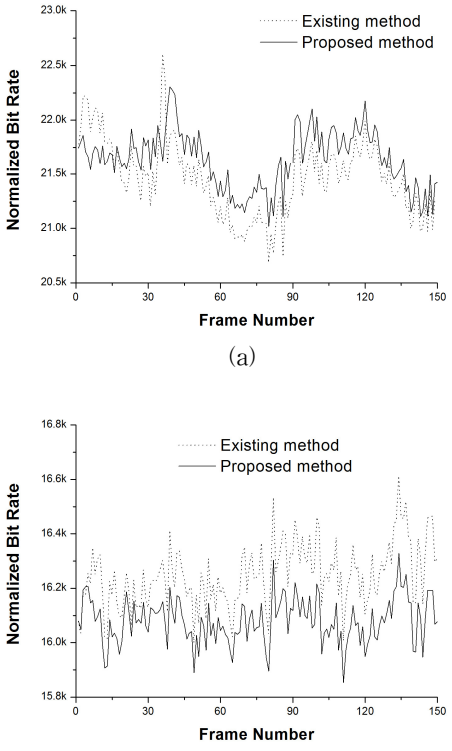


그림 3. 정규화 비트량 비교 (a) Coast-guard (b) Akiyo

Fig. 3 Comparison of normalized bit rates (a) Coast-guard (b) Akiyo

표 3. 비트량 예측 오류 비교
Table. 3 Comparison of bit rate estimation error

Video Sequence	Bit Rate Estimation Error		Improving Rate (%)
	Existing method[10]	Proposed method	
Akiyo	82	72	11.7
Coast-guard	179	146	18.4
Grandma	97	87	10.6
Hall	114	102	10.8
Mobile	275	244	11.2
Salesman	106	91	14.2

표 3은 정규화된 비트량을 이용하여 다음 프레임의 비트량을 예측한 결과를 보여준다. 정규화를 통해 프레임의 복잡도를 상쇄한 결과값을 식 (11)에 적용하여 예측하게 되는데, 비트량의 변화가 크지 않을 경우 예측의 정확도가 높아진다. 모든 영상에 대한 실험 결과는 제안하는 정규화 방법을 적용하여 예측한 결과가 기존 방법에 비해 12% 이상 예측을 개선하는 것을 보여준다. Coast-guard 영상의 경우 예측 오류를 18% 이상 감소시키는 것을 볼 수 있다.

V. 결 론

WVSN은 센서 네트워크의 기본 개념을 확장하여 영상을 분산된 센서를 이용하여 제공하는 것으로 농업이나 자연재해 등의 감시 시스템을 보다 유연하게 설계하는 것을 가능하게 한다. 기존 센서 네트워크에 비해 비디오 센서를 사용하는 WVSN은 전송 대역폭이 크다고 가정할 수 있지만 여전히 데이터 전송 등을 관리하는 것이 중요하게 된다. 최적의 경로를 설정하는 라우팅 등을 정밀하게 관리하기 위해서는 특히 트래픽 양에 대한 예측이 정확하여야 한다. 본 논문에서는 H.264/AVC 코덱을 WVSN에서 적용할 때 사용할 수 있는 트래픽 예측 방법을 제안하였다. 제안하는 방법에서는 영상의 복잡도에 의한 트래픽 특성을 실시간으로 예측하여 영상의 복잡도에 의한 영향을 상쇄함으로써 영상의 예측 성능을 향상시키고 있다. 실험을 통해 제안하는 방법이 영상의 복잡도를 상쇄한 정규화된 비트량의 분산을 감소시킴으로써 압축 트래픽의 양을 기존 방법에 비해 10% 이상 정확하게 예측하는 것을 확인할 수 있었다.

References

[1] N. Imran, B. Seet, and A. Fong, "A comparative analysis of video codecs for multihop wireless video sensor networks," *Multimedia Systems*, vol. 18, no. 5, 2012, pp. 373-389.

[2] J. Park, S. Lee, and W. Oh, "Congestion Control Mechanism for Efficient Network Environment in WMSN," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 2, 2015, pp. 289-296.

[3] J. Kim, S. Lee, J. Koh, and C. Jung, "A Marking Algorithm for QoS Provisioning in WMSN," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 5, no. 2, 2010, pp. 193-204.

[4] S. Kwak, H. Choi, and J. Yang, "A Real-time Video Transferring and Localization System in HSPDA Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 7, no. 1, 2012, pp. 21-26.

[5] B. Sarif, M. Pourazad, P. Nasiopoulos, and V. Leung, "Encoding and communication energy consumption trade-off in H.264/AVC based video sensor network," *Proc. of World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks 2013*, Madrid, Spain, June 2013, pp. 1-6.

[6] Y. Zhang, B. Wetherill, R. Chen, F. Peri, P. Rosen, and T. Little, "Design and implementation of a wireless video camera network for coastal erosion monitoring," *Ecological Informatics*, vol. 23, 2014, pp. 98-106.

[7] B. Sarif, M. Pourazad, P. Naslopoulos, and V. Leung, "Fairness scheme for energy efficient H.264/AVC-based video sensor network," *Human-centric Computing and Information Sciences*, vol. 5, no. 7, 2015, pp. 2-29.

[8] M. Wang, K. Ngan, and H. Li, "An Efficient Frame-Content Based Intra Frame Rate

Control for High Efficiency Video Coding," *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 22, no. 7, 2008, pp. 896-900.
[9] W. Kim, J. Yi, and S. Kim, "A bit allocation method based on picture activity for still image coding," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 8, no. 7, 1999, pp. 974-977.
[10] X. Jing, L. Chau, and W. Siu, "Frame Complexity-Based Rate-Quantization Model for H.264/AVC Intraframe Rate Control," *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 15, Mar. 2008, pp. 373-376.
[11] W. Tsai and T. Chou, "Scene Change Aware Intra-Frame Rate Control for H.264/AVC," *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 20, no. 12, 2010, pp. 1882-1886.
[12] P. C. Young, *Recursive Estimation and Time-Series Analysis.* Berlin: Springer-Verlag, 2011.

저자 소개

박상현(Sang-Hyun Park)

1995년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1997년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
2002년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
2004년 순천대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 영상처리, 패턴인식