분산 비디오 부호화에서 블록별 적응적 탐색에 기초한 반복적인 보조정보 보정기법

김진수* · 윤몽한** · 김재곤*** · 서광덕****

An Iterative Side Information Refinement Based on Block-Adaptive Search in Distributed Video Coding

Jin-soo Kim* · Mong-han Yun** · Jae-Gon Kim*** · Kwang-deok Seo****

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No.2010-0022529)과 경기도 지역협력연구센터(GRRC) 사업(GRRC항공2010-B02)의 지원을 받아 수행된 연구임.

요 약

분산 비디오 부호화기법(DVC: Distributed Video Coding)의 성능을 개선하기 위한 한 가지의 방법으로서 보조정보에 대한 반복적인 보정기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존의 대표적인 반복적인 보정기법으로서 복원 레벨과 보조정보 사이의 관계를 이용한 기법 또는, 움직임 벡터의 필터링에 기초한 보정기법이 제시하고 있으나 성능 개선은 제한적이다. 기존 방식들의 성능 제한을 극복하기 위해, 본 논문에서는, 먼저, 초기의 보조정보 생성 시에 블록별 비용을 측정하여 적응적 움직임 보상을 수행한다. 그리고 수신되는 비트 플레인 정보를 이용하여 블록별 적응적 예측 모드를 사용함으로써 비대칭적인 물체의 움직임 보상에 효과적인 반복적인 보정기법을 제안한다. 모의실험을 통하여 본 논문에서 제안된 보정기법을 사용함으로써 최대 0.2 dB이상의 성능을 개선함을 보인다.

ABSTRACT

Recently, as one of several methods to improve the performance of DVC(Distributed Video Coding) system, many research works are focusing on the iterative refinement of side information. Most of the conventional techniques are mainly based on the relationship between the reconstruction level and side information, or the vector median filtering of motion vectors, but, their performance improvements are restricted. In order to overcome the performance limit of the conventional schemes, in this paper, a side information generation scheme is designed by measuring the block-cost estimation. Then, by adaptively selecting the compensation mode using the received bit-plane information, we propose a block-adaptive iterative refinement which is efficient for non-symmetric moving objects. Computer simulations show that, by using the proposed refinement method, the performance can be improved up to 0.2 dB in rate-distortion.

키워드

분산비디오, 반복적 보정, 보조정보, 적응적 움직임 보상

Key word

DVC, Iterative Refinement, Side Information, Adaptive Motion Compensation

* 정회원 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 (교신저자, jskim67@hanbat.ac.kr)
** 정회원 : 한밭대학교 멀티미디어공학과
*** 종신회원 : 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부
**** 정회원: 연세대학교 컴퓨터정보통신공학부

접수일자 : 2010. 09. 02
심사완료일자 : 2010. 10. 11

Ⅰ. 서 론

현재까지 완료된 국제 동영상 압축 기법은 ISO/IEC MPEG과 ITU-T H.26x에 의해 표준화되었으며, 이 기법들은 매우 높은 복잡도의 부호화기를 요구한다. 그러나 점차 적으로 수요가 증대되고 있는 무선 저전력 감시 카메라, 멀티미디어 센서 네트워크, 무선 PC카메라와 같은 응용 환경에서는 낮은 복잡도의 부호화기법을 필요로 하고 있다. 이러한 응용 분야에 잘 적용될 수 있는 분산 비디오 부호화(DVC: Distributed Video Coding) 기법은 매우 낮은 복잡도의 부호화기를 제공할 수 있는 새로운 패러다임의 부호화 기법을 제공한다.

분산 비디오 부호화기의 구조는 비디오 시퀀스를 키(Key) 프레임 시퀀스와 위너-지브(WZ: Wyner-Ziv) 프레임 시퀀스로 분리하여 부호화한다. 키 프레임은 주로 기존의 화면 내 부호화 기법과 같이 복잡도가 낮은 부호화 기법을 이용하여 전송한다. 복호화기는 복원된 키 프레임에 기초하여 움직임 보상 프레임 보간 기법에 의해 키 프레임 사이에 위치하는 위너-지브 프레임에 대한 예측치 정보 즉, 보조정보(SI: Side Information)를 생성한다. 부호화기는 위너-지브 프레임에 대해 채널 부호화하여 발생되는 패리티 비트를 전송하며, 복호화기는 수신된 패리티 정보에 대하여 유료부하에 보조정보를 위치시켜 위너-지브 프레임 정보와 보조정보 사이의 왜곡을 보정하게 된다[1].

이때 위너-지브 프레임과 보조정보 사이의 정보 왜곡을 가상채널 잡음이라고 하며, 이와 같이 동작하는 분산 비디오 부호화기의 성능은 가상채널 잡음의 양을 결정하는 보조정보에 의해 매우 큰 영향을 받게 된다. 즉, 우수한 보조정보 생성 방식은 적은 양의 가상채널 잡음을 낳게 되고, 부호화기로부터 적은 양의 패리티 비트의 전송을 요구하게 되어 결국 같은 화질에서 비트량은 감소된다. 분산 비디오 부호화 기법에 사용된 보조정보 생성 기법은 근본적으로 이전 키 프레임과 이후 키 프레임을 이용한 움직임 보상 프레임 보간(MCFI: Motion Compensated Frame Interpolation) 기법으로 생성되는데, 대부분 블록 정합 알고리즘에 기초하여 움직임을 추정한다[2]. 그러나 블록 정합 알고리즘으로부터 얻은 움직임 벡터는 객체의 움직임을 정확하게 묘사할 수 있을 정도의 믿음직스러운 결과를 낳지 못하는 경향이 있다. 따라서 기존의 비디오 압축 기법과 달리, 우수한 분산 비디오 부호화의 성능을 위해서 위너-지브 프레임에 근사적인 보조정보를 구하는 것은 매우 중요한 문제이다[3].

현재까지 보조정보 생성 방식을 개선하기 위하여 다수의 방식이 제안되었다[1][2][3]. 보조정보를 위해 얻어진 움직임 벡터의 평활화 기법은 움직임 벡터 잡음을 제거하여 움직임 보상에 의한 성능을 개선하기 위해 제안되었으며, 독립적으로 나타나는 움직임 벡터의 임펄스 잡음을 제거하는데 효과적이다[1]. Li[2]등은 움직임에 의한 보조정보를 생성하는 기법을 제시하였고, Peixoto[3]등은 위너-지브 프레임에 존재하게 될 물체 중심으로 프레임을 보간하는 방식을 제안하였다. 그러나 이러한 보조정보 생성 기법만으로는 성능 개선에 한계가 있으며 복호화와 더불어 프레임 보간을 수행하면서 성능을 개선하기 위한 반복적인 보조정보 보정기법이 다양하게 제안되었다.

Ascenso[4]등은 비트 플레인 수신마다 움직임 벡터를 보정하는 기법을 제시하였고, Artigas[5]등은 복호화과정에서 MCTI(Motion Compensated Temporal Interpolation)기법으로 보조정보를 생성하며, 움직임 추정의 반복적인 동작에 의한 MCR(Motion Compensated Restoration)로서 보정하는 기본적인 기법을 제안하였다. Liu[6] 등은 이전의 비트 플레인 정보를 수신한 후에 현재 비트 플레인을 보정하는 방식을 제시하였다. Weerakkody[7] 등은 시공간 상관관계 특성을 이용하기 위해 화소 인터리버 및 3-D 움직임 보정과 다수개의 보조정보 생성 기술을 이용한 혼합된 방식을 사용하였다. Ye[8]등은 복호화기에서 시공간 상관관계를 이용하여 보조정보를 생성하는 기법을 제안하였고, 기존에 제시된 움직임 벡터 보정과 평활화, 최적인 보상 모드 선택, 그리고 새로운 정합 기준을 사용할 뿐만 아니라 WZ 복호화기에 의해 생성된 부분적 복호화 WZ 프레임을 사용하여 성능을 개선하는 방식을 제안하였다. 본 논문에서는 이러한 기존의 반복적인 보조정보 보정방식들의 성능 제한을 극복하기 위해, 초기의 보조정보 생성 시에 블록별 비용을 측정하고 적응적 움직임 보상을 수행한다. 그리고 수신되는 비트 플레인 정보를 이용하여 블록별 적응적 예측 모드를 사용함으로써 비대칭적인 물체의 움직임 보상에 효과적인 반복적인 보정기법을 제안한다.

Ⅱ. 기존의 반복적인 보조정보 보정기법

그림 1에 나타낸 것과 같이 분산 비디오 부호화에 사용되는 일반적인 형태의 반복적인 보조정보 보정기법은 크게 움직임 보상 시간 보간(MCTI: Motion Compensated Temporal Interpolation) 기법과 움직임 보상 복원(MCR: Motion Compensated Restoration) 기법으로 구성된다[5]. 움직임 보상 시간 보상(MCTI) 기법은 이전 키 프레임과 이후 키 프레임에 기초하여 물체의 움직임 보상을 통하여 시간축 상의 보간 기법으로서 초기의 보조정보를 생성하는 것이며, 반복 없이 한차례 수행된다. 그런 후에 위너-지브 프레임에 대한 패리티 비트가 수신되면, 부분적으로 복호된 정보를 이용하여 기존에 생성된 보조정보를 보정하는 움직임 보상 복원(MCR) 기법이 적용된다. 이 방식은 안정화된 성능이 얻어질 때까지 수차례 반복적으로 적용될 수 있다. 움직임 보상 복원 기법은 WZ프레임에 대한 추가적인 정보가 제공되어 움직임 보상 시간 보간 기법에 의해 생성된 보조정보보다 더욱 우수한 정보를 생성하는 것이 가능해진다.

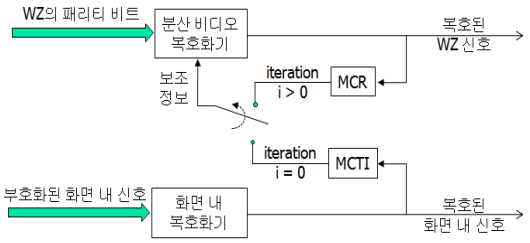


그림 1. 일반적인 분산비디오 복호화기의 반복적인 보정구조도[5]
Fig. 1 A block diagram of iterative refinement for general DVC decoders

그림 2는 Liu[6] 등이 제안한 방식으로서, 초기의 생성된 보조정보를 기초하여 수신된 비트 플레인 정보를 이용하여 보정하는 방식을 요약하고 있다. 각 비트 플레인 정보가 수신될 때마다 보조정보의 값이 복원 레벨 값 사이에 위치하면, 보조정보를 계속적으로 유지하고, 복원 레벨 값 사이를 벗어나게 되면, 양자화 계단을 고려하여 가장 가까운 위치로 보조정보를 교정하게 된다.

그러나 그림 2와 같은 간단한 알고리즘으로 우수한 성능을 달성하는 것은 어렵다. 특히, 움직임 벡터에 대하여 새로이 보정하지 않고서는 우수한 성능을 발휘할 수 없는 한계가 있다. Weerakkody[7] 등은 이전 키 프레임과 이후 키 프레임을 이용하여 움직임 보상 시간 보간으로 초기의 보조정보를 생성하고 수신되는 각 비트 플레인 패리티 정보를 이용하여 벡터 메디안 필터링을 통하여 움직임 벡터의 잡음을 제거하는 기법을 제시하였다. 특히, 움직임 벡터의 보정을 통하여 이전 키 프레임과 이후 키 프레임에 존재하게 되는 드러난 배경, 폐색 영역과 같이 선형적 움직임 보상으로 복구될 수 없는 부분을 위해 모드 선택을 통하여 성능을 개선할 수 있는 방법을 제시하였다.

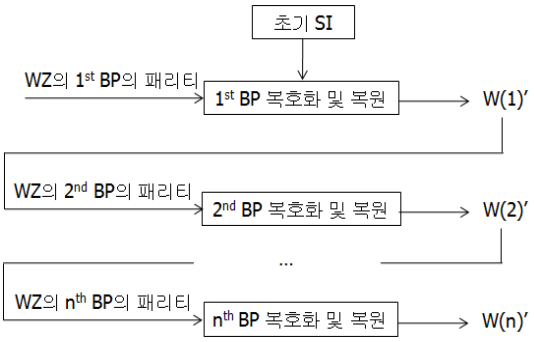


그림 2. 초기의 보조정보에 대한 비트 플레인 수신에 따른 보정
Fig. 2 Iterative refinement for initial side information with the receiving bit-plane

Weerakkody[7] 등이 제시한 방법은 비트 플레인 정보를 통하여 보조정보의 개선에 초점이 맞추어져 있으나 단일 블록내의 다양한 움직임이 존재하는 경우와 비선형적인 움직임이 존재하는 환경에 최적인 방식이라 할 수 없다. 또한, 전송되는 비트 플레인 정보량을 절감하기 위한 방안에 대해 고려치 않았으며, 수신된 비트 플레인과 양자화 레벨의 복원 값 사이의 관계식을 개선하기 위한 방식이 고려되지 않아 성능 개선이 제한적이다. Weerakkody[7] 등이 제안한 방식에 기초하여 Ye[8] 등은 복호화기에서 시공간 상관관계를 이용하여 보조정보를 생성하는 기법을 제안하였고, 기존에 제시된 움직임 벡터 보정과 평활화, 최적인 보상 모드 선택, 그리고 새로운 정합 기준을 사용할 뿐만 아니라 WZ 복호화

기에 의해 생성된 부분적 복호화 WZ 프레임을 사용하여 성능을 개선하는 방식을 제안하였다.

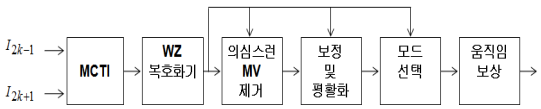


그림 3. 움직임 벡터의 필터링 및 보정을 포함하는 방법[8]
Fig. 3 Motion vector filtering and refinement[8]

Ⅲ. 제안된 보조정보 생성 및 반복적인 보정기법

3.1 PDWZ 코덱구조와 보조정보생성

본 논문에서는 그림 4와 같은 화소 영역 분산비디오 부호화 코덱을 사용한다. 키 프레임은 기존의 H.264 화면 내(intra) 부호화 방식을 통하여 부호화된다. WZ 프레임은 먼저 복원된 이전 키 프레임과의 화소 차이 값을 구하고, 그 차이 값을 양자화한다. 양자화된 값은 MSB에서의 가상채널 잡음의 양을 줄이고, 또한 유사한 밝기 차이 값이 유사한 코드를 갖도록 한다. 즉, 밝기 값 차이에 대한 통계적인 분포 특성은 0을 평균으로 하고 좌우가 대칭인 라플라시안 분포를 따르며, 평균 값 근처에 집중하는 특성을 보이게 되므로, [9]에 나타낸 예와 같이 0을 중심으로 좌우 대칭인 영역에 대해 MSB(Most Significcant Bit) 비트가 같도록 코드를 할당하는 방안을 사용한다. 또한, 이진 형태의 밝기 값 표현은 이웃하는 화소 사이에 거의 유사한 밝기 값을 가진다고 하더라도 비트 플레인 별로 매우 다른 형태로 표현될 수 있다. 이것은 비트 플레인 비교에 있어서 가상채널 잡음으로 나타나게 되어 성능저하의 원인이 될 수 있으므로, 이를 극복하기 위해 코드변환 결과에 대해 그레이코드로 변환하는 방법을 사용한다[9]. 그레이코드는 비트 플레인으로 분할되고 LDPC 코드에 의해 패리티 비트를 생성하며, 생성된 패리티 비트는 수신측의 요구에 의해 순차적으로 전송된다.

수신측에서는 패리티 비트에 대한 유료부하를 위해 키 프레임들을 이용하여 본 논문에서 제안하는 방식에 의해 WZ 프레임에 대한 예측치인 보조정보를 생성하며, 이 정보를 송신측과 동일한 방법으로 프레임 차 신호, 양자화, 코드할당, 그레이코드 변환의 과정을 통하여 보조정보에 있는 가상채널 잡음을 제거하게 된다. 이때 각 비트 플레인의 정보가 복원될 때마다 본 논문의 보조정보를 보정하는 방식을 사용하여 더 나은 품질의 정보를 생성하게 된다.

본 논문에서 제안하는 초기의 보조정보 생성 기법은 그림 5와 같다. 먼저, 이전 키 프레임과 이후 키 프레임에

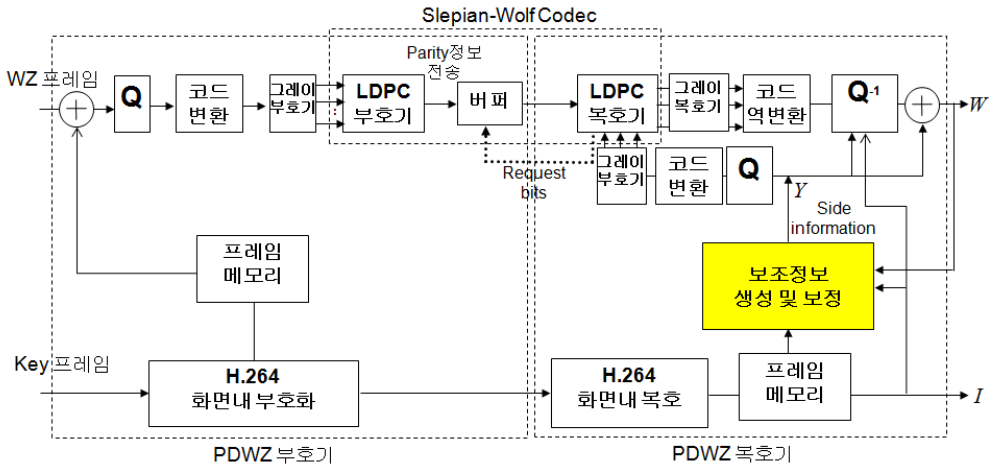


그림 4. 코드변환과 그레이부호호기를 이용한 PDWZ 코덱구조
Fig. 4 PDWZ codec structure with code conversion and gray coder

들어간 부호화 잡음을 제거하기 위해 저역통과 필터를 적용하여 실제의 움직임 정보에 가까운 움직임 벡터를 얻도록 한다.

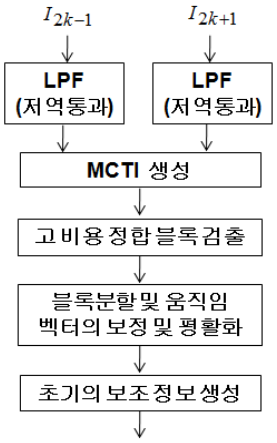


그림 5. 초기의 보조정보 생성을 위한 제안된 제어 흐름도
Fig. 5 Proposed control flow for the initial side information generation

가. MCTI 생성

프레임 내에 존재하는 물체의 움직임이 없거나 또는 선형적이라고 가정하면 그 물체의 움직임 벡터는 현재 프레임 위치를 중심으로 이전 프레임과 이후 프레임에 대해 서로 대칭을 이루게 된다. 본 논문에서는 이와 같은 가정 하에서 NxN블록에 대해 다음의 식을 최소화하는 움직임 벡터(v*)를 구한다.

$$v^* = \arg\min_v [SAD_f(v) + SAD_b(v) + SAD_m(v)] \quad (1)$$
$$SAD_f(v) = \sum_{p\in M} |I^L_{2k-1}(p) - I^L_{2k+1}(p+v)|$$
$$SAD_b(v) = \sum_{p\in M} |I^L_{2k+1}(p) - I^L_{2k-1}(p-v)|$$
$$SAD_m(v) = \sum_{p\in M} |I^L_{2k+1}(p+v/2) - I^L_{2k-1}(p-v/2)|$$

여기서, p는 주어진 탐색을 하고자 하는 블록 M에 속하는 화소의 좌표를 나타내고, I^L_{2k-1} 과 I^L_{2k+1} 는 이전 키 프레임의 복원된 신호 I_{2k-1} 과 이후 키 프레임의 복원된 신호 I_{2k+1} 를 각각 저역통과 시켜 얻은 결과를 나타낸다. 식(1)을 통해 NxN블록에 대해 움직임 벡터가 구해지면, 다음 식에 의해 양방향 대칭인 블록의 평균으로 보조정보 $I_{2k}(p)$ 는 얻어진다.

$$I_{2k}(p) = \frac{I_{2k-1}(p-v^*/2) + I_{2k+1}(p+v^*/2)}{2} \quad (2)$$

나. 고비용 정합 블록의 검출

식 (1)은 물체의 움직임이 없거나 선형적인 경우에 우수한 보조정보를 생성하도록 한다. 그러나 실영상에서는 비선형적인 움직임 물체가 있는 경우, 폐색 영역(occluded region) 또는 새로이 드러난 영역(uncovered region)이 있는 경우, 또는 그 블록에서 두 개 이상의 물체가 서로 다른 움직임을 갖는 경우에는 식 (2)에 의한 생성은 우수한 성능을 기대하기 어렵다. 이러한 블록에 대해서는 더욱 정교한 처리를 통하여 성능을 개선할 필요가 있다. 본 논문에서는 두 개의 척도를 도입하여 선형적인 움직임 보상으로 해결될 수 없는 블록을 찾아낸다. 첫째 식 (2)에 의해 생성되는 이전 키 프레임과 이후 키 프레임의 차 신호의 절대값 평균(MAD: Mean Absolute Difference)을 이용하여 비용을 측정한다. 즉,

$$C_{MAD}(v^*) = \frac{1}{N_A}\sum_{p\in M} |I_{2k-1}(p-v^*/2) - I_{2k+1}(p+v^*/2)| \quad (3)$$

로서 측정하고, N_A는 화소 블록 M에 속하는 화소의 개수를 나타낸다. 이렇게 생성된 블록은 이웃하는 블록과의 블록효과가 없이 자연스러운 조합이 되는 것이 필요하다. 이를 측정하기 위하여 다음과 같이 이웃 정합 비용(side matching cost)을 정의한다.

$$C_{BAD}(v^*) = \frac{1}{N_B}\sum_{p\in B} |I_{2k}(p) - I_{2k}(k(p))|, \quad (4)$$

여기서, B는 생성된 보조정보 내의 주어진 블록의 경계에 있는 화소 그룹이고, p는 그 블록에 속하는 화소 위치를 나타낸다. $k(p)$는 p와 이웃하는 화소를 나타낸다. 식 (3)과 (4)로 측정된 비용은 다음과 같이 총비용으로 더해진다.

$$C(v^*) = \alpha C_{MAD}(v^*) + (1-\alpha) C_{BAD}(v^*), \qquad (5)$$

여기서, α는 주어진 블록의 공간적 복잡도에 의존적으로 결정될 수 있는 상수이나 본 논문에서는 0.55로 고정하여 사용한다. 식 (5)는 보조정보를 구성하는 블록의 정합 정도를 나타내는 것으로서 높은 값을 가질수록 정합 효과는 우수하지 않다고 할 수 있다. 따라서 식 (5)에 의한 값이 문턱치 T1보다 크면 고비용 정합 블록으로 간주한다.

다. 블록분할과 움직임 벡터의 보정 및 평활화

식 (5)에 의해 고비용 정합 블록으로 분류된 블록은 비선형적인 움직임이 있거나 두 개 이상의 물체가 움직임이 다른 경우, 또는, 폐색 영역(occluded region)을 갖거나 드러난 배경(uncovered background)이 있는 경우를 포함한다.

이와 같은 영역에 대해 더욱 우수한 보조정보를 얻기 위해서 NxN 블록을 4개의 N/2 x N/2 블록으로 분할하고, 각각의 블록에 대해 식 (1)에 기초하여 움직임 벡터를 구한다. 이렇게 해서 구해진 움직임 벡터는 공간적인 상관성을 떨어뜨리는 효과를 낳게 된다. 이들 블록간의 공간적 상관성을 유지할 수 있기 위해 N/2 x N/2블록에 대하여 가중치가 부여된 메디안 필터를 적용하며, 다음 관계식을 이용하여 구한다.

$$v_f = \underset{v_i}{\arg min} \sum_{i=1}^{N_e} w_j \| v_i - v_j \|, \; i \in [1, N_e] \qquad (6)$$

여기서, $v_1 \cdot\cdot\cdot v_{N_e}$는 주어진 N/2 x N/2 블록 주위의 N_e=8개의 블록에 대한 움직임 벡터를 나타낸다. v_f는 가중치가 부여된 벡터 메디안 필터를 적용해서 얻은 움직임 벡터를 나타내며, 이 값은 다른 N_e-1개의 벡터와 거리의 합을 최소화하도록 선택된다. 그리고 가중치 $w_1 \cdot\cdot\cdot w_{N_e}$은 N/2 x N/2블록 크기로 재 예측 움직임 벡터 v_c에 j번째 블록의 움직임 벡터 v_j에 대해 식 (5)의 비를 이용해서 결정된다. 즉,

$$w_j = \frac{C(v_c)}{C(v_j)}, \qquad (7)$$

를 통해 얻어진다. 식 (6)에 의해 결정된 움직임 벡터를 이용하여 고비용 정합 블록에 대하여 N/2 x N/2 블록 크기로 보조정보가 식 (2)로 결정된다.

3.2 제안하는 보조정보의 반복적 보정기법

송신측에서 전송되어 오는 각 비트 플레인(BP)의 패리티 정보는 수신측에서 생성된 보조정보의 가상채널 잡음을 줄이기 위해 사용된다. 그림 6은 본 논문에서 제안하는 보조정보의 반복적인 보정 기법에 대한 제어 흐름도를 나타내고 있다. WZ프레임에 대한 i번째 BP의 패리티 정보가 수신되면, 보조정보의 해당 영역을 코드변환과 그레이코드로 변환하여 유료정보로 사용한다. 패리티 비트를 이용하여 교정된 유료부하는 다시 그레이코드 역변환과 코드역변환 과정을 거쳐 화소 값으로 변환된다.

이렇게 해서 교정된 보조정보 I_{2k}^L의 N x N블록에 대해 세 가지 종류 즉, 이전 키 프레임을 이용한 순방향 탐색, 이후 키 프레임을 이용한 역방향 탐색, 그리고 이전 키 프레임과 이후 키 프레임의 평균에 의한 탐색 중에서 가장 작은 값을 갖는 블록으로 대치한다. 즉,

$$\begin{aligned} F(v) &= \sum_{p \in M} \left| I_{2k}^L(p) - I_{2k+1}^L(p+v) \right| \\ B(v) &= \sum_{p \in M} \left| I_{2k}^L(p) - I_{2k-1}^L(p-v) \right| \\ M(v) &= \sum_{p \in M} \left| I_{2k}^L(p) - \frac{I_{2k-1}^L(p-v) + I_{2k+1}^L(p+v)}{2} \right| \end{aligned} \qquad (8)$$

와 같은 세 종류의 블록 탐색 중에서 가장 작은 값을 유도하는 탐색 방식을 선택하고, 동시에 그때의 v를 새로운 움직임 벡터 v^*로 한다. 만일, 식 (8)을 통해서 두 개 이상이 선택되는 경우에는 해당 v^*를 이용하여 식 (3)과 식 (4)를 통해 얻어지는 식 (5)의 결과치 중에서 가장 낮은 것을 선택한다.

식 (5)에 의해 계산한 값이 T_2보다 크면, 이 블록은 고비용 정합 블록으로 분류되고, 블록의 크기를 N/2 x N/2로 분할한다. 분할된 각 블록은 식 (8)에 의한 세 종류의 블록 탐색 중에서 가장 작은 값을 갖는 블록으로 대치된다.

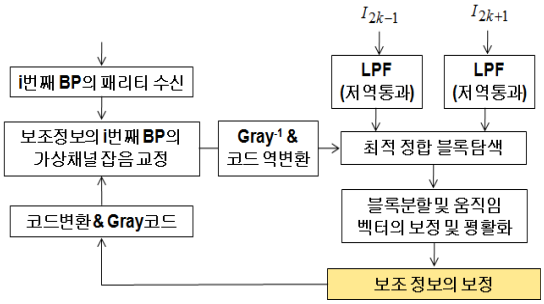


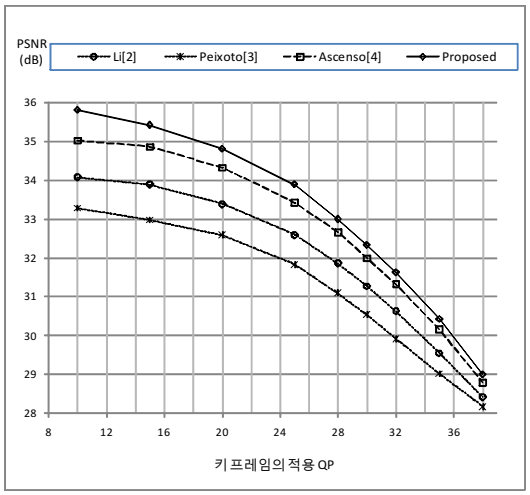
그림 6. 보조정보의 반복적인 보정방법에 대한 제안 방식의 제어 흐름도
Fig. 6 Proposed control flow for the iterative refinement of side information

Ⅳ. 모의실험 결과 및 검토

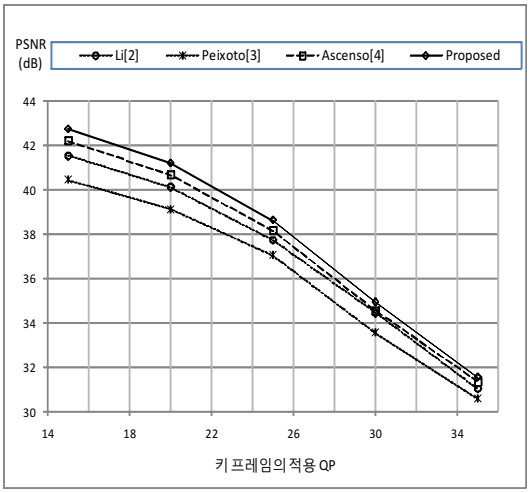
모의실험을 위해 공간해상도는 QCIF, 30Hz로 구성된 Foreman (291프레임), Salesman(291프레임)을 사용하였다. 먼저, 홀수 프레임에 대응되는 키 프레임에 대한 부호화는 표준안 H.264의 화면 내 부호화 방식을 이용하여 양자화 파라미터 값을 고정시키고, 가변 비트율로 부호화하였다.

먼저 초기의 보조정보 생성 방식에 따른 성능을 비교 분석 하기 위해, 짝수 프레임은 제안된 방식과 기존의 방식 즉, Z.Li[2], E.Peixoto[3], 그리고 J.Ascenso[4]방식을 사용하여 보조정보를 생성하였다. 그림 7은 본 논문에서 제안한 초기의 보조정보 생성 방식을 모의실험을 통하여 기존의 방식에 대해 성능을 비교하고 있다. Foreman 시퀀스는 공간적인 복잡도는 낮은 부분이 많으며 시간적인 복잡도가 높은 시퀀스로서, 제안된 방식은 기존의 방식들에 비해 우수한 성능을 보이고 있다. 특히, 낮은 양자화 파라미터를 사용하는 고품질의 키 프레임에 대해 Ascenso[4] 방식에 비해 최대 0.8dB까지의 뛰어난 성능을 보인다. 그리고, 양자화 파라미터의 값이 증가하는 경우 즉, 키 프레임의 품질이 저하되는 경우에는 기존 방식과의 성능 차이가 작아짐을 알 수 있다. Salesman시퀀스는 공간적인 복잡도는 높으나 시간적인 복잡도는 매우 낮은 시퀀스이다. 이 경우에는 제안방식과 기존의 방식들 사이에 성능 차이는 크지 않다. 높은 품질의 키 프레임에서 Ascenso[4]방식에 비해 최대 0.5dB가량의 뛰어난 성능을 보이고 있다.

그림 8은 모의실험 결과를 통하여 제안된 보조정보 보정방식의 성능을 기존의 방식과 비교하고 있다. 매우 낮은 비트율에서는 키 프레임에 의한 화질 저하로 인하여 우수한 성능을 보이지 않으나, 비트율이 증가함에 따라 기존의 방식에 비해 뛰어난 성능을 보인다.



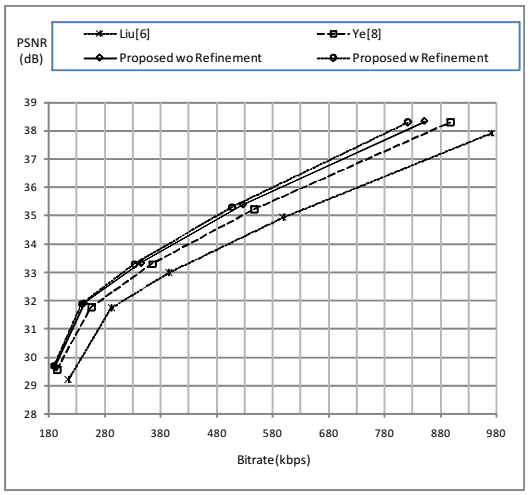
(a)



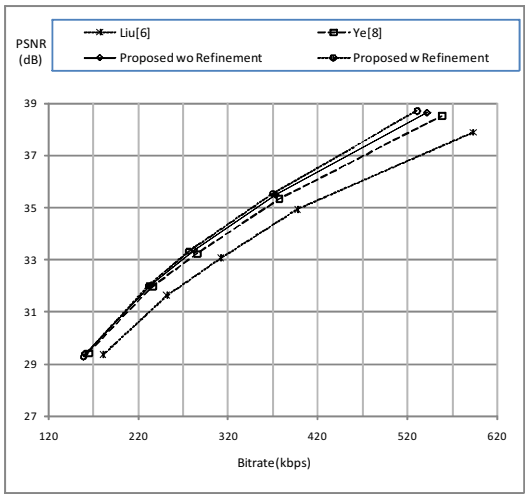
(b)

그림 7. 초기의 보조정보 생성 방식에 대한 성능비교 (a) Foreman (b) Salesman
Fig. 7 Performance comparison for the initial side information generation (a) Foreman (b) Salesman

보정을 취하는 방식은 보정을 하지 않는 방식에 비해 Foreman시퀀스의 경우에 최대 0.2dB 이상의 화질 개선을 보인다. Salesman 시퀀스의 경우에는 기존의 방식과의 성능 차이가 크지 않으나 여전히 제안된 보정방식을 사용한 방식은 그렇지 않은 방식에 비해 최대 0.15dB 이상의 개선을 보인다.



(a)



(b)

그림 8. 제안된 보조정보의 보정방식에 대한 R-D 성능 비교 (a) Foreman (b) Salesman
Fig. 8 R-D performance comparison for the proposed refinement of side information
(a) Foreman (b) Salesman

V. 결 론

본 논문에서는 분산 비디오 부호화 기법의 성능을 개선하기 위한 한 가지의 방법으로서 보조정보에 대한 반복적인 보정기법을 제안하였다. 제안된 기법은 초기의 보조정보 생성 시에 블록별 비용을 측정하여 적응적 움직임 보상을 수행하고, 수신되는 비트 플레인 정보를 이용하여 블록별 적응적 예측 모드를 사용함으로써 비대칭적인 물체의 움직임 보상에 효과적인 반복적인 보정기법을 제안하였다. 모의실험을 통하여 제안한 방식은 시간적 복잡도와 공간적 복잡도가 높은 영상에서 기존의 방식에 비해 우수한 성능을 보였고, 특히 반복적인 보정을 사용함으로써 우수한 화질의 성능을 얻을 수 있음을 보였다. 본 논문에서 제안한 보조정보 생성 및 보정 방식은 보조정보를 구성하는 각 블록별 비용을 구하는 방식에 대한 안정화 알고리즘을 연구할 필요가 있다. 또한, 블록 크기의 가변에 따른 계산량을 줄이기 위한 연구가 추가적으로 진행될 필요가 있다.

참고문헌

[1] J. Ascenso, C. Brites, and F. Pererira, “Improving Frame Interpolation with Spatial Motion Smoothing for Pixel Domain Distributed Video Coding,” in *Proc. EURASIP Conf. Speech and Image Processing,* July 2005. Pp. 311-316

[2] Z. Li, L. Liu and E. J. Delp, “”Rate-distortion analysis of motion side estimation in Wyner-Ziv video coding””, *IEEE Transactions on Image Processing 16,* pp. 98-113, January 2007.

[3] E. Peixoto, R. L. Queiroz and D. Mukherjee, ″On Side Information Generation for Wyner-Ziv Video Coding″, *Proc. of Simposio Brasileiro de Tel., Rio de Janeiro,* Brazil, Sept. 2008.

[4] J. Ascenso, C. Brites, and F. Pereira, ″Motion Compensated Refinement for Low Complexity Pixel Based Distributed Video Coding,″ *IEEE International conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance,* Sardinia, Italy, Sept. 2005.

[5] X. Artigas and L. Torres, "Iterative Generation of Motion-compensated side Information for Distributed Video Coding," *in Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP '05)*, pp. 833 – 836, Genova, Italy, September 2005.

[6] X. Liu, Q. Dai, R. Wang, "An Improved Side Information Refinement Method in Distributed Video Coding," *in 2009 World Congress on CSIE,* pp. 312-315.

[7] W.A.R.J. Weerakkody, W.A.C Fernando, J.L. Martinez, P.Cuenca, F.Quiles, "An Iterative Refinement Technique for Side Information Generation in DVC", *in ICME' 07,* pp. 164-167, Beijing, China, Aug. 2007

[8] S. Ye, M. Ouaret, F. Dufaux, T. Ebrahimi, "Improved Side Information Generation with Iterative Decoding and Frame Interpolation for Distributed Video Coding," *in Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP '08),* vol. 1, pp. 2228-2231, San Diego, U.S.A., October 12 – 15, 2008.

[9] J.-s. Kim, J.-G. Kim, and K.-d. Seo, "A PDWZ Encoder Using Code Conversion and Bit Interleaver," *Jour. of the Broadcasting Engineering,* Feb. 2010.

[10] J.-s. Kim and J.-G. Kim, "Side Information Generation Using Symmetric Search with Variable Block Size for Wyner-Ziv Coding," *in IPIU 2010,* Jeju, Jan. 2010.

김진수(Jin-soo Kim)

1991년 : 경북대학교 전자공학과 공학사
1993년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학석사
1998년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학박사
1995년 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
2000년 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 교수
2003년 ~ 2006년 : 한국전자통신연구원 초빙연구원
2008년 ~ 2009년 : 텍사스 주립대학교(UTA) 교환교수
※관심분야 : Distributed Video Coding, SVC, 디지털방송, 영상부호화, 영상통신

윤몽한(Mong-han Yun)

1987년 2월: 한국항공대학교 항공전자 공학과 공학사
1990년 2월: 한국항공대학교 항공전자 공학과 공학석사
1990년 3월 ~ 2003년 2월: 국방과학연구소 선임연구원
2005년 3월 ~ 현재: 한밭대학교 정보통신전문대학원 박사과정
2003년 3월 ~ 현재: 파인텔레콤(주) 대표이사
※관심분야 : Distributed Video Coding, 멀티미디어통신, 무인 데이터링크, 무선 영상전송 장치개발

김재곤(Jae-Gon Kim)

1990년 2월: 경북대학교 전자공학과 공학사
1992년 2월: KAIST전기 및 자공학과 공학석사
2005년 2월: KAIST전기 및 전자공학과 공학박사
1992년 3월 ~ 2007년 2월 한국전자통신연구원 선임연구원/팀장
2001년 9월 ~ 2002년 11월: 뉴욕 콜롬비아대학교 연구원
2007년 9월 ~ 현재: 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 조교수
※관심분야 : 비디오 신호처리/코딩, 디지털방송 미디어, 미디어 컨버전스, 멀티미디어 통신

서광덕(Kwang-deok Seo)

1996년 2월: KAIST전기및전자공학과 공학사
1998년 2월: KAIST전기및전자공학과 공학석사
2002년 8월: KAIST전기및전자공학과 공학박사
2002년 8월 ~ 2005년 2월 LG전자선임연구원
2005년 3월 ~ 현재 연세대학교 컴퓨터정보통신공학부 부교수
※관심분야 : 영상부호화, 영상통신, 멀티미디어통신 시스템