

# 시·공간 상관성을 이용한 움직임 추정 연구

대전산업대학교 제어계측공학과 임 기영

동서울대학 전자 통신과 이 시현

## 요약

동영상은 시간 및 공간적으로 많은 상관성을 지니고 있으며, 움직임추정 방법에서 움직임의 시·공간 상관성을 이용하면 정확한 움직임 추정과 성능 개선을 가져올 수 있다. 한편, Zafar와 Zhang은 웨이브릿 변환 영역에서 가변 블록 (variable block-size) 을 이용한 다해상도 움직임 추정(multiresolution motion estimation) 기법을 제안하였다

## 1. 서론 .

동영상의 구성 요소는 움직임이 없는 배경과 매우 빠르게 움직이는 물체 그리고 병진이동, 회전 그리고 변형에 이르기까지 매우 복잡한 형태를 포함하고 있으며, 이러한 동영상에서 정확한 움직임 추정 (motion estimation) 및 보상은 전체 부호화 성능을 결정한다. 동영상 데이터는 프레임내(interframe)와 프레임간(interframe)의 부호화(coding) 방식으로 구분된다. 물체의 운동을 보상하여 부호화 하는 MCC(Motion-Compensated Coding) 방식에서 가장 중요한 것은 움직임 정보를 검출하는 것이고, 그 방법에 따라 BMA (Block Matching Algorithm)

방법과 PRA(Pel Recursive Algorithm) 방법으로 나눌 수 있다.

다해상도 움직임 추정 방법에는 가변크기 블록정합(variable size block matching), 움직임 드세분화 (motion field segmentation), 국부적 적응 멀티그리드 블록 정합(locally adaptive multigrid block matching)등이 제안되었다. 따라서 높은 압축비가 요구되는 응용분야의 움직임 추정 방법은 BMA에 기반한 시·공간 상관성을 적용하면 효율성 측면에서 성능 개선을 가져올 수 있다.

이러한 목적에 따라 본 장에서는 첫째, 동영상의 움직임을 추정하기 위한

BMA 방법을 설명하고 둘째, 동영상의 움직임을 효율적으로 추정 및 보상하기 위한 목적으로 움직임의 시·공간 상관성을 이용할 수 있는 알고리즘을 제안하고 셋째, 다해상도에서 BMA-기반의 시·공간 상관성을 이용한 고속 움직임 추정 및 보상 알고리즘을 제안한다.

## 2. 움직임의 시·공간 상관성

동영상에서 물체(object)의 회전, 변형 그리고 장면전환 현상이 없다고 가정할 경우, 동영상의 움직임은 그 특성상 시·공간적으로 많은 상관성이 있으며, 특정한 물체의 움직임은 시·공간적으로 인접한 영역에 존재하게 된다. 이러한 사실에 기초하여 동영상의 움직임 추정은 움직임 정보만 부호화하게 되므로 많은 데이터를 감축할 수 있다

따라서 동영상 부호화에서 움직임은 시·공간적으로 많은 상관성이 있으며, 이를 이용하여 움직임 벡터를 효율적으로 추정할 수 있고 결과적으로 영상 데이터의 많은 감축이 가능하다. 압축율을 목

적으로하는 동영상 부호화에서 움직임의 시·공간 상관성을 이용하기 위한 방법은 (1)BMA에 기반한 움직임을 고려하고 (2) 공간영역과 시간영역에서 움직임을 추정하는 알고리즘을 제안한다.

## 3. 다해상도에서 시·공간 상관성을 이용한 움직임 추정

*Zafer*와 *Zang*에 의해서 제안된 다해상도(multiresolution) 움직임 추정 알고리즘은 웨이브릿 변환된 피라미드 최상위층의 가장 낮은 해상도의 부대역( $P_2f$ ) 영상에서 추정한 움직임 필드(motion field)를 이용하여 피라미드의 나머지 계층에 위치한 부대역 영상의 움직임 벡터를 추정하는 것이다. 다해상도 움직임 추정 기법은 웨이브릿의 고유 특성에 적합하고, 탐색(searching)과 정합(matching) 시간을 줄일 수 있고, 여 주고 평활한 움직임 필드(smooth motion field)를 제공하는 등의 장점이 있다

그러나 다해상도 움직임 추정 기법은 가장 낮은 해상도에 위치한 저주파 부대역 영상의  $MT$ 를 부대역 영상의 멀티스

케일된 정보만 이용하고, 움직임 벡터는 다른 해상도의 부대역 영상의 움직임 벡터를 구하기 위한 초기 추정치(initial estimate)로 사용되어 초기  $MV$  추정 값의 오차가 다른 영역의  $MV$ 에 전과되어 최종적으로 움직임 추정에 많은 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 영상의 웨이브릿 변환된 다해상도에서 공간 및 시간 상관성을 결합한 새로운  $MV$  추정 알고리즘을 제안한다.

#### 4. 다해상도에서 시·공간 움직임 추정 알고리즘

다해상도로 변환된 프레임은 거친 레벨에서  $2 \times 2$ 의 블록 크기를 갖고 세밀한 레벨에서  $16 \times 16$ 의 블록 크기를 갖는 네 개의 해상도 레벨로 분해된다. 레벨은 3이며, 레벨 0과 3은 각각 가장 거칠고 가장 세밀한 레벨을 의미한다. 제안한 각 블록에 대한  $MV$ 를 얻기 위해 완전 탐색을 수행함으로써 가장 거친 레벨로 시작한다. 제안한 알고리즘은 많은 수의 초기  $MV$  후보들을 선택하기 위해 다중해

도와 시·공간적으로 인접한 블록들로부터 정보를 사용한다. 거친 레벨의  $MV$ 는 세밀한 레벨의 초기 후보로  $MV$ 로 사용하기 위해 스케일(scale)되어야 한다. 다음의 식에서  $\{V_1, V_2, \dots, V_M, V_{M+1}\}$  ST2에 명시된  $MV$  선택 절차로부터 얻어진 초기  $MV$  후보이며  $V_{M+1}$ 은 대응하는 거친 레벨에서의 초기 후보이다

각 프레임에 대해 가장 거친 레벨에서의 전체 블록에 대해 가장 작은 MAD들의 평균(mean)을 계산하고 그것을  $TH_1$ 의 값을 결정하는데 사용한다. 또한 대부분의 프레임에 대해 해상도 레벨이 세밀해짐에 따라  $K_t$ 는 작은 값으로 증가됨을 알 수 있다. 따라서 레벨이 세밀해짐에 따라  $K_t$ 에 0.5를 더한 값으로 임계값  $TH_1$ 을 선택한다. 즉, 레벨 1에서 임계값  $TH_1$ 은 식과 같다.

$$TH_1(l) = K_t + (0.5 \times l)$$

#### 5. 동영상 부호화 모델의 제안

제안된  $E_8$ -Lattice VQ와 시·공간 상관성을 이용한 동영상 부호화의 모델은 그림에서와 W.T(wavelet transform), 된  $E_8$ -LatticeQ, MRME/C(multiresolution motion estimate/compensation), MRQ (multiresolution quantization, IMRQ (inverse multiresolution quantization), entropy coding, DPCM(difference pulse code modulation), frame memory 그리고 MUX(multiplex)로 구성된다.

W.T(wavelet transform)부분은 입력되는 동영상을 프레임 단위로 웨이브릿 변환한다.  $E_8$ -Lattice VQ 부분에서는 입력되는 영상의 확률분포에 따라 코드북의 모양을 형성하고 입력되는 영상의 벡터와 코드북의 격자와 정합시키고 매칭된 (matching)인덱스(index) 값을 전송한다. MRME/C 부분은 웨이브릿 분해된 다해상도에서 시·공간 상관성을 이용하여 움직임을 추정하고 보상하고 보상된 움직임 벡터 값은 DPCM을 통해서 MUX를 통해서 전송된다. MRQ 부분은 다해상도 분해된 영상신호를 스칼라 양자화하고 이 값을 entropy coding을 통해서 MUX로 전송된다. IMRQ 부분은 MRQ를 통해서 변환된 양자화 값을 역양자화하는 기능을

한다. 이러한 과정은 움직임을 추정하기 위해서 초기 프레임의 값을 프레임에 저장하기 위함이다. entropy coding 부분은  $E_8$ -Lattice VQ와 MRQ의 양자화된 값을 엔트로피 부호화(entropy coding)하는데 사용된다. DPCM 부분은 MRME/C에서 움직임이 추정된 결과의 움직임 벡터 값을 DPCM으로 전송한다. 그리고 MUX 부분은 엔트로피 코딩된 데이터와 DPCM 그리고 부가적인 정보를 프레임 형태로 만들어 비트 스트림으로 전송한다.

그림 5에서 동영상의 부호화 과정은 최초로 영상의 프레임을 웨이브릿 변환된 형태로 엔트로피 부호화하여 전송하여 초기 화면으로 하고 첫 번째 프레임은 움직임 추정을 위해서 프레임 메모리에 저장된다. 두 번째 영상 프레임으로 부터  $E_8$ -Lattice VQ를 통해서 양자화된 인덱스 값과 MRME/C를 통해서 움직임 추정된 움직임 벡터 값을 전송하면 복호화기에서는 첫 번째 프레임과 두 번째의 스트림을 사용하여 두 번째 프레임을 복원한다. 동영상의 부호화 및 복호화 과정은 이러한 과정으로 부호화 된다.

제안된 동영상 모델에서는 움직임을

효율적이고 정확하게 추정 및 보상하기 위한 방법으로 웨이브릿 변환된 다해상도 영역에서 시간 및 공간적 상관성을 이용하여 움직임을 추정하는 알고리즘을 사용하였다. 제안된 움직임 추정 및 보상 방법은 ITU-T의 H.261, ISO-IEC /JTC /SC29/WG11의 MPEG-2(Moving Picture Expert Group-4)에서 사용된 BMA 단위로 움직임을 추정한다.

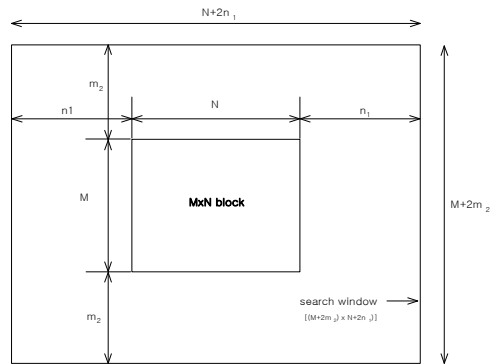


그림 2. BMA 방법에서 움직임 벡터를 추정하기 위한 탐색 영역

Fig. 2. Search area for motion vector estimation in BMA method

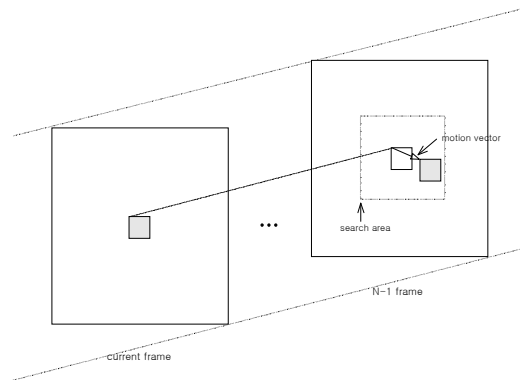
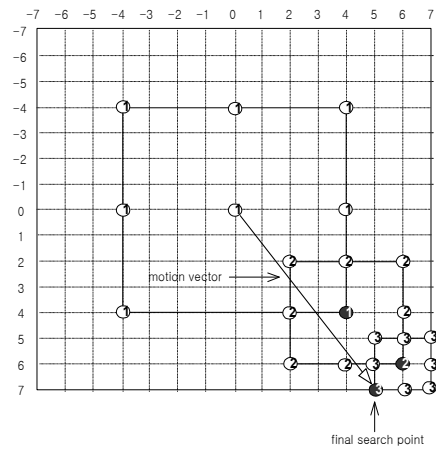


그림 1. BMA-기반의 화면간 움직임 추정 방법

Fig. 1. Motion estimation of interframe in BMA-based



- : step-1      ● : MV of step-1
- : step-2      ● : MV of step-2
- : step-3      ● : MV of step-3

그림 3. 삼단계 움직임 추정 방법에서 움직임 벡터의 추정 과정

Fig. 3. Motion estimation sequence of motion vector in TTS method

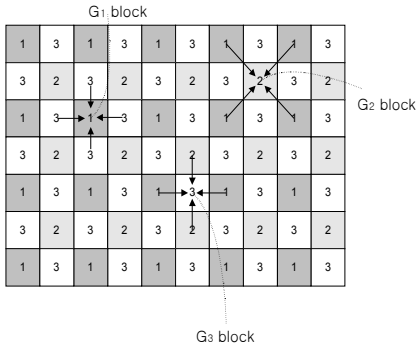


그림 4. 공간적 상관성을 이용하기 위한 프레임 분할

Fig 4. Frame partition using spatial correlation

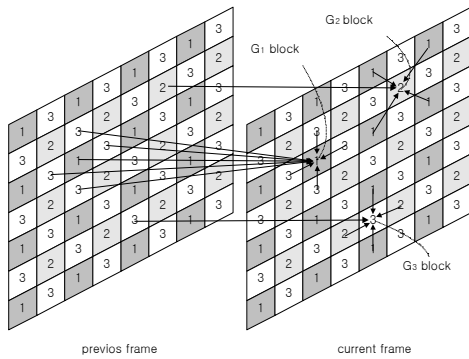


그림 5. 시간 영역의 상관성을 이용한 MV 추정 방법

Fig. 5. Estimation method for Temporal correlation

## 6. 결론

동영상은 시간 및 공간적으로 많은 상관성을 지니고 있으며, 움직임추정 방법에서 움직임의 시·공간 상관성을 이용하면 정확한 움직임 추정과 성능 개선을 가져올 수 있다.

이러한 목적에 따라 본 연구에서는 첫째, 동영상의 움직임 추정을 위한 BMA 방법을 설명하고 둘째, 동영상의 움직임을 효율적으로 추정 및 보상하기 위한 목적으로 움직임의 시·공간 상관성을 이용한 고속 움직임 추정 및 보상 알고리즘을 제안 하였다.

## 참고 문헌

- [1] Gilbert Strang and Turong Nguyen, walet and filter bank. Wellycam bridge Press, 1996
- [2] N.S Jayant and Peter Noll, digital coding of wavejorms principles and applications to speech and video, Prentice-Hall, 1996
- [3] M.Sugeno, M.Vishida, "Fuzzy Control of Model car." Fuzzy Sets Syst, Vol.16 pp.103-113 , 1985