Journal of Korea Multimedia Society Vol. 12, No. 4, April 2009(pp. 483-491)

서브블록 부분 계수 적응제거를 통한 고속 움직임 추정 알고리즘

유태경[†], 문광석[††], 김종남[†††]

요 약

본 논문에서는 서브블록 부분 계수 적응 제거를 통한 고속 움직임 추정 알고리즘을 제안한다. 제안한 방법은 초기 절대 오차의 합과 현재까지의 최소 SAD의 관계를 이용하여 각 서브블록별 임계치를 적응적으로 예측하며, 예측된 임계치를 이용하여 기존의 부분 에러 제거(PDE: partial distortion elimination) 방법에서의 불필요한 계산을 효율적으로 줄인다. 제안한 알고리즘은 기존의 전역 탐색 알고리즘과 비교하여 예측 화질의 저하 없이 기존의 PDE 알고리즘에 비해 60% 이상의 계산량을 줄였으며, 기존의 다른 고속 움직임 예측 알고리즘에 적용하여 불필요한 계산량을 효율적으로 줄일 수 있음을 보인다. 제안한 알고리즘은 MPEG-2 및 MPEG-4 AVC를 이용하는 실시간 비디오 압축 응용분야에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

A Fast Motion Estimation Algorithm Using Adaptive Elimination of Sub-block Partial Coefficient

Tae Kyung Ryu[†], Kwang Seok Moon[††], Jong Nam Kim[†††]

ABSTRACT

In this paper, we propose a fast motion estimation algorithm using adaptive elimination of sub-block partial coefficients. The proposed algorithm predicts an adaptive threshold for each sub-block by using relationship of an initial sum of absolute difference(SAD) and a minimum SAD at the current point, and efficiently reduces unnecessary calculation time of the conventional partial distortion elimination(PDE) algorithm with the predicted threshold. Our algorithm reduces about 60% of computations of the conventional PDE algorithm without any degradation of prediction quality compared with the conventional full search. Additionally, the proposed algorithm can be applied to other fast motion estimation algorithms. the proposed Our proposing algorithm will be useful to real-time video coding applications using MPEG-2 or MPEG-4 AVC standards.

Key words: Motion estimation(움직임 추정), Full search(전역 탐색), Block matching(블록 정합), Partial distortion elimination(부분 에러 제거), Adaptive matching(적응 매칭)

1. 서 론

최근 컴퓨터의 발전 및 디스플레이 기기의 발전으로 인해 멀티미디어 데이터의 사용이 일반화 되면서 그 가운데 대부분의 정보를 차지하는 동영상 데이터의 이용이 보편화 되고 있다. 이러한 동영상 데이터

※ 교신저자(Corresponding Author) : 김종남, 주소 : 부산시 남구 대연3동(608-737), 전화 : 051)629-6259, FAX : 051)629-6259, E-mail : jongnam@pknu.ac.kr
접수일 : 2008년 8월 22일, 완료일 : 2009년 1월 28일
[†] 준회원, 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부
(E-mail : toydev@pknu.ac.kr)
[††] 종신회원, 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
(E-mail : moonks@pknu.ac.kr)
[†††] 정회원, 부경대학교 컴퓨터정보통신공학부 교수
※ 본 연구는 중소기업청 산학연공동기술개발지원사업(선도형), 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

는 많은 데이터를 포함하고 있으며 압축 없이 전송할 경우 많은 데이터량으로 인해 저장 및 전송에 있어 심각한 문제를 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 저장 용량을 줄이고 전송시간을 짧게 하기 위해 중복된 데이터를 줄이는 기술을 영상 압축이라고 한다. 영상 압축은 자료의 양을 축소하여, 보다 효과적으로 저장하고 전송할 수 있게 한다. 영상압축에 있어서 영상 부호화의 목적은 적은 양의 정보로 원 영상을 충실히 표현하고 재생하는 데 있다. 일반적으로 영상의 중복성은 시간적 중복성, 공간적 중복성, 통계적 중복성을 가지는데 시간에 따라 변화하는 동영상 시퀀스는 시간 상관계수가 공간 상관계수보다 훨씬 크기 때문에 공간 상관성을 이용하는 프레임 내의 부호화 보다 프레임간의 높은 상관성을 이용하여 프레임간의 시간적 중복성을 감소시켜 압축효율을 증가시키는 방법을 사용한다. 움직임 추정(motion estimation)은 시간적 중복성을 줄이기 위해 이전 프레임과 현재 프레임간의 관계를 이용하여 움직임 벡터(motion vector)를 구해 비디오 데이터를 압축 하고, 원영상과 보상된 영상의 차이를 부호화하게 되는데 두 영상의 차이가 클수록 데이터량이 증가하므로 최적의 움직임 벡터를 찾는 움직임 추정은 압축의 중요한 역할을 한다. 이 방법은 H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 MPEG-4/AVC(advanced video coding)등의 동영상 압축 표준에 사용되고 있다[1,2]. 블록 매칭 방법은 좋은 예측 성능, 작은 계산 로드, 그리고 작은 움직임 파라미터 정보 등에 기인한다. 블록 기반 매칭 방법은 참조블록과 후보블록간의 매칭 에러를 최소화 하는 최적의 움직임 벡터를 찾는 알고리즘이다. 블록 매칭 방법에서 가장 대표적인 전역 탐색 방법은 주어진 탐색 영역에서 최소의 매칭 에러를 갖는 후보 지점을 찾는 것이다. 이 탐색 방법은 간단하고 쉬운 하드웨어 구현 때문에 비디오 데이터 부호화에서 널리 사용되어져 왔다[3]. 동영상 압축 표준들의 부호화 과정은 움직임 추정, 움직임 보상, DCT(discrete cosine transform), 양자화, 엔트로피 부호화 등으로 구성되는데 H.261의 경우 움직임 추정은 탐색영역이 ±7일 경우 전체 부호화 계산량의 60%정도를 차지하고, ±128의 탐색영역을 가지는 HDTV의 경우는 전체 계산량의 90%이상을 차지한다. 이 방법의 방대한 계산량은 실시간 부호화 응용분야에서 심각한 문제점으로 남겨져 왔다. 이러한 전역 탐색방법의 계산량을 줄이기 위해 많은 고속 알고리즘들이 연구 되어져 왔는데, 이들 고속 알고리즘들은 크게 두 그룹으로 나누어 질 수 있다. 하나는 전역 탐색 방식에 비해 예측 화질의 손실을 갖는 것이고, 다른 하나는 예측 화질의 손실을 갖지 않는 방식이다. 전자는 다음의 세부 그룹으로 다시 나누어 질 수 있다. 3단 검색 알고리즘(Three- Step Search-TSS)과 그 응용, 다이아몬드 탐색 (Diamond Search-DS), and 육각 탐색(HEXagon Based Search-HEXBS)등이 있다[4]. 이들 가운데 육각 탐색은 육각형의 검색 패턴을 사용하여 보다 나은 추정성능을 가지면서 더욱 속도를 줄였다[5]. 그리고 후자의 무손실 움직임 예측 기법에는 기준 블록과 후보 블록의 블록합을 이용한 후보 제거 알고리즘(Successive Elimination Algorithm-SEA) 및 그 응용[6-11], 그리고 부분 매칭 에러값을 이용한 후보 제거(partial distortion elimination-PDE) 알고리즘 및 그 응용 등이 있다[12-16].

본 논문에서는 PDE 방법에서의 계산량을 줄이기 위하여 기존의 서브 블록과 최소 SAD값을 비교하는 대신에 서브 블록별로 서브 블록의 크기와 매칭되는 임계치를 인접한 매크로 블록들의 초기SAD값과 최소SAD값과의 관계를 통해 적응적으로 결정하여 기존의 PDE방법들에 비하여 계산량을 현저히 줄였다. 또한, 제안된 알고리즘은 기존의 육각 탐색 알고리즘에 적용하면 보다 효율적으로 계산량을 줄일 수 있을 것이다. 제안된 알고리즘은 기존의 PDE 알고리즘을 이용한 전역 탐색 방법들에 비해 약 60%의 계산량 감소를 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문의 관련 연구로서 기존의 움직임 추정 알고리즘을 정리할 것이다. 3장에서는 인접 블록들의 상관관계를 이용하여 적응적으로 서브 블록별 임계치를 추정하는 방법을 제안 할 것이다. 그리고 4장에서는, 본 논문의 알고리즘 검증을 위한 실험 결과 및 분석이 기술될 것이다. 마지막 5장에서 본 논문의 알고리즘 및 실험 결과 요약으로 마무리를 할 것이다.

2. 관련연구

2.1 전역탐색(Full Search) 알고리즘

전역 탐색방법은 탐색영역 내 모든 후보 블록들을

체크한 후 매칭 에러가 가장 작은 후보블록을 최선의 매칭 점으로 선택한다. 오차값을 측정하는 많은 방법들이 제안되었고 이들 가운데 절대 오차의 합(SAD: sum of absolute difference)이 가장 많이 쓰인다. 움직임 예측 화질이 좋은 반면 탐색영역이 커질 경우 방대한 계산량이 심각한 문제점이 될 수 있다. $N \times N$의 크기를 갖는 매크로 블록(macro block-MB)에서 $SAD(x,y)$는 식(1)과 같다.

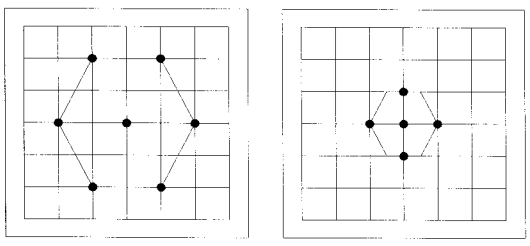
$$SAD(x,y)=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}|f_t(i,j)-f_{t-1}(i+x,j+y)| \qquad (1)$$

식 (1)에서, $f_t(i,j)$는 현재 MB의 픽셀(i,j)값을 나타내고 $f_{t-1}(i+x,j+y)$는 이전 프레임의 후보블록의 픽셀 값을 나타낸다.

2.2 육각 탐색(Hexagon based Search) 알고리즘

고속 움직임 예측 알고리즘 가운데 예측화질의 손실을 갖는 대표적인 방법인 육각형 탐색(hexagon based search-HEXBS)이 있다[5]. 이 알고리즘은 그림 1(a)와 같이 중심점과 수평방향 거리가 2인 두 점과 중심점으로부터 거리가 $\sqrt{5}$인 4개의 점으로 이루어진 큰 육각패턴과 그림 1(b)와 같은 중심점으로부터 거리가 1인 4개의 탐색점을 갖는 작은 육각패턴을 이용하여 탐색의 횟수를 줄여 기존의 다른 고속 탐색 방법보다 현저한 속도 증가를 나타 내었다.

육각 탐색 알고리즘은 탐색 영역 내에 미리 정의된 탐색 블록의 (0, 0)을 중심점으로 하는 7개의 탐색점을 가지는 큰 육각패턴을 구성하여 최소 블록 왜곡(block distortion measure-BDM)점을 계산한다. 최소 블록왜곡점이 큰 육각패턴의 중심점이 될 때 까지 이전 단계에서 구해진 최소 블록 왜곡점을 중심으로 하는 큰 육각패턴을 구성하여 탐색점을 반복한다. 큰



(a) 큰 육각 패턴 (b) 작은 육각패턴

그림 1. 육각 탐색 알고리즘 패턴

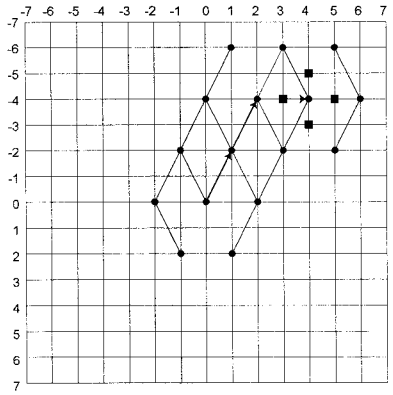


그림 2. 육각 탐색 방법

육각패턴의 중심점이 최소 블록 왜곡 점일 때, 중심점의 이웃 4개의 점을 포함하는 작은 육각패턴을 구성하여 최소 블록 왜곡점을 구하여 이점을 움직임 벡터로 결정한다. 육각패턴을 이용한 탐색경로는 그림 2와 같다[6].

움직임이 크지 않은 영상에서 육각 탐색방법은 예측성능이 뛰어나며 계산량 또한 많이 감축시켰다. 하지만 실시간 비디오 압축을 요구하는 소프트웨어 기반의 비디오 코덱에서는 더 많은 계산 감량이 요구되며, 본 논문에서는 전역 탐색뿐 만 아니라 육각 탐색 방법에서도 적용 가능한 움직임 예측 방법을 살펴볼 것이다.

2.3 부분 오차 제거(partial distortion elimination) 알고리즘

기존의 전역 탐색방법과 비교하여 예측화질의 손실이 발생하지 않는 무손실 방법으로 대표적인 방법이 부분 오차 제거(partial distortion elimination-PDE)알고리즘이다. PDE알고리즘은 하나의 블록의 부분 매칭 에러를 가지고 최소 에러와 비교함으로써 불필요한 계산을 줄이는 것이다. 즉, 매칭 에러의 중간 합이 그때까지의 최소 에러보다 크다면 나머지 계산을 할 필요가 없다는 것이다. 식 (2)는 일반적인 PDE에서 사용되는 SAD값의 행별 부분비교를 나타낸 것이다. 이 방법은 하나의 블록의 완전한 계산을 하기 전에 부분 매칭 에러를 가지고 최소 에러와 비교함으로써 불필요한 계산을 줄이는 것이다[10-11]. 즉, 매칭 에러의 중간 합이 그때까지의 최소 에러보다 크다면 나머지 계산을 할 필요가 없다는 것이다.

식 (2)는 일반적인 SAD를 구하는 식 (1)에서 각 행마다 중간 계산을 점검하도록 고친 것이다.

$$\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{N}|f_t(i,j)-f_{t-1}(i+x,j+y)|, \quad \text{where} \quad k=1,2,\cdots,N \tag{2}$$

앞에서 언급했듯이, $k<N$일 때 부분 매칭 에러합이 그때까지의 최소 에러보다 크다면 $k+1$ 부터 N까지의 행에 대한 매칭 에러 계산을 무시하고 다음 후보점으로 옮겨갈 수 있기 때문에 그 만큼의 계산량 절감을 얻을 수 있다. PDE 방법은 다른 고속 탐색 방법에서도 계산을 효율적으로 줄이기 위해 사용되어질 수 있다. PDE 알고리즘의 계산의 감소는 주어진 탐색영역에서 전체 최소 에러를 가능한 빨리 찾는 것과 해당 매칭 블록에서 매칭 에러가 큰 영역을 먼저 계산함으로써 얻을 수 있다.

3. 제안한 움직임 추정 알고리즘

기존의 변형된 PDE 알고리즘들은 후보 블록을 보다 빨리 제거하기 위하여 서브 블록의 형태를 변형하거나 매칭 순서를 변형하여 후보 블록의 오차값이 보다 빨리 최소 SAD 값보다 큰 값이 나오도록 하였다. 서브 블록의 형태는 매크로 블록을 크게 가로방향으로 분할하거나 또는 세로방향 그리고 4×4 형태의 정방 서브 블록으로 나누고 서브 블록의 각각의 픽셀들을 모아 부분계수로 만드는 방법 등을 사용하였다. 기존의 PDE 방법들은 부분 오차값과 최소 오차값을 비교하는 방법을 사용하였다. 따라서 PDE 방법의 단점을 개선하려면 서브블록별로 최소 오차값을 예측하여 후보블록에 적용하여야 한다.

기존의 방법을 개선하기 위하여 제안한 방법은 서브블록의 오차값이 각 서브블록별로 균일 하게 분포하도록 하여 하나의 서브블록에 오차값이 치우치지 않도록 하였다. 그리고, 서브블록별 최소값을 초기 매칭시부터 블록별로 적응적으로 예측하기 위해 인접블록간의 상관관계를 고려하였다. 첫 번째로 서브블록별로 오차값이 균일하게 분포하도록 서브블록의 형태를 구하기 위해 제안한 방법은 움직임이 발생한 영역에서의 오차값이 하나의 서브 블록에 치중되지 않도록 정규화 방법을 사용하여 부분계수를 정렬한다. 여기서의 정규화 방법은 그림 3과 같이 16×16의 크기를 갖는 블록들에서 서브 블록의 오차값을

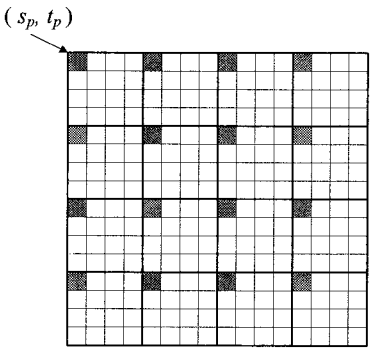


그림 3. 16×16블록의 부분 오차값 d_p의 계산순서

영상 전체에 걸쳐서 구하게 된다[16]. 서브 블록별 SAD 값은 식 (3)과 같이 구할 수 있다. SAD값은 식(4)와 같이 구할 수 있다. 여기서는 16×16 매크로 블록을 4×4 정방 서브 블록으로 나누기 때문에 p는 1부터 16까지의 값을 가질 수 있다. 또한 i, j는 매크로 블록의 기준 위치를 나타내고, k, l은 서브 블록의 위치를 나타내며, s_p, t_p는 서브 블록 내에서 픽셀 위치를 나타낸다.

$$d_p=\sum_{k=0}^{3}\sum_{l=0}^{3}\left|\begin{array}{l} f_t(i+4k+s_p,j+4l+t_p) \\ -f_{t-1}(i+4k+s_p+x,j+4l+t_p+y)\end{array}\right| \tag{3}$$

$$SAD^p=\sum_{i=1}^{p}d_i \tag{4}$$

비디오 영상에서 이전프레임과 현재 프레임간의 상관관계를 실험적으로 고려해 보면 프레임간의 움직임은 매우 작다. 정적인 영상의 경우는 거의 움직임이 없는 경우도 있다. 이러한 비디오영상의 특성을 제대로 고려하기 위하여 매칭 스캔 순서를 정하는 방법으로 나선형 스캔(spiral scan)을 적용하여 최소 SAD값이 우선적으로 나올 수 있도록 고려하였다.

기존의 변형된 방법에서는 그림 3에 사용된 서브 블록 매칭방법을 사용하여 최소 오차값을 1/N으로 나누어 서브블록별로 비교를 하였다. 하지만 이 방법은 계산량의 감소는 이루었지만 예측화질의 손실이 발생하는 문제점이 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 제안한 방법은 서브 블록별 최소 오차값을 산술적으로 나누어 계산하지 않고 영상의 특성에 따라 오차값을 각 블록별로 적응적으로 예측하여 불필요한 계산을 보다 효율적으로 줄였다. 서브블록별 최소 오차값을 적응적으로 예측하기 위하여 우선 현

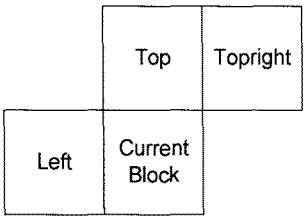


그림 4. 현재 블록과 인근 참조 블록의 위치

재 블록과 인접 세 블록간의 상관관계를 고려하여 최초로 블록 매칭을 적용한 후보블록의 SAD값(SAD_{ini})과 전체 후보 블록 가운데 최소 오차값을 갖는 SAD값(SAD_{min})의 상관관계를 이용하여 현재 블록의 SAD_{ini} 값으로 SAD_{min} 값을 적응적으로 예측 할 수 있다. 그림 4는 현재 블록과 인접 세 블록의 위치를 나타낸다.

식(5)에서 β는 인접 세 블록간의 SAD_{ini} 와 SAD_{min} 의 관계를 가지고 현재 적용블록에서 SAD_{ini} 값으로 SAD_{min}를 예측 변수를 나타낸다. γ는 현재 블록까지의 SAD_{ini} 와 SAD_{min}의 비율의 평균이다.

$$AdpThr^{p} = \frac{\beta \times p + \gamma}{N} \tag{5}$$

$$\beta = \frac{SAD_{ini_left} + SAD_{ini_top} + SAD_{ini_topright}}{SAD_{min_left} + SAD_{min_top} + SAD_{min_topright}}$$

$$\gamma = \frac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{n-1}\frac{SAD_{ini}}{SAD_{\mathrm{min}}}$$

최초 후보블록이 들어오면 이 후보 블록을 가지고 최소 오차값을 갖는 SAD_{min}을 예측하여야 한다. 따라서 식(5)의 인접 블록간의 SAD_{ini} 와 SAD_{min} 값의 상관관계를 고려하여 서브블록별로 최소 오차값을 적응적으로 예측할 수 있다. 그림 5는 제안한 방법의 흐름을 블록도로 나타내었다. 후보 블록이 들어오면 서브블록별 SAD(d_p)값과 누적된 서브블록별 SAD 값(SAD^p)을 구하고 각 블록별로 적응적으로 구해진 임계치를 서브블록별로 비교 한다. 제안한 방법은 전역 탐색 방법뿐 만 아니라 다른 고속 탐색 방법에서도 계산을 줄이기 위해 사용되어질 수 있으므로 제안한 방법을 육각 탐색방법과 다중해상도 방법에 적용하여 보다 빠르게 후보 블록을 제거 할 있음을 실험을 통하여 살펴 볼 것이다.

4. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘과 기존의 알고리즘의 성능을 비

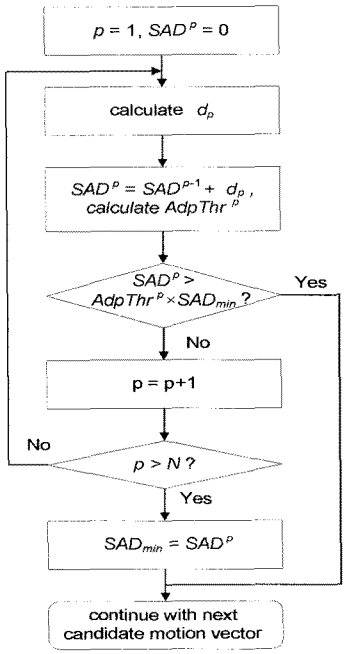


그림 5. 제안한 방법의 블록매칭 기법

교하기 위해, "foreman", "car phone", "trevor", "akio", "claire", "grandmother"의 비디오 시퀀스를 가지고 실험을 하였다. 이들 시퀀스에서, "foreman"과 "car phone"은 다른 시퀀스에 비해 비교적 큰 움직임을 가지고 있다. 한편 "akio", "claire", "grandmother"는 이전 두 시퀀스보다 비교적 작은 움직임을 갖는다. "trevor" 시퀀스는 이들 두 부류의 중간 정도 움직임을 갖는 것이라고 할 수 있다. 매칭 블록의 크기는 16×16이며, 탐색 영역의 범위는 ±7 화소로 설정하였다. 프레임의 크기 정보로서 QCIF (176×144)를 사용하였다. 실험 결과는 계산된 평균 행의 수와 PSNR(peak signal to noise ratio)로 나타내었으며, 계산된 평균 행의 수는 하나의 스캔 블록에서 계산 되는 수치이다.

그림 6~그림 8은 10fps의 "foreman", "car phone", "akio" 영상 시퀀스에서 서브 블록에 대해 다양한 방법으로 실험된 순차적 매칭 스캔과 서브블록별로 적응적으로 임계치를 적용하는 매칭 스캔방법으로 계산된 평균 행의 수를 보여 준다. 제안한 방법을 적용하면 각 후보 블록별로 종래의 순차적인 방법에 비해 매칭 에러를 계산하는데 있어 서브 블록당 적응임계치를 사용하여 매칭에러 비교를 적용했을 때 불필요한 계산을 현저히 줄였다. 그리고 제안

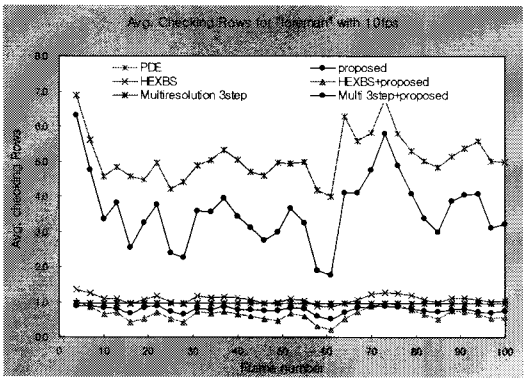


그림 6. 10fps "trevor"영상 시퀀스에서 기존의 순차적인 스캔방법과 제안한 방법의 계산된 평균 행의 수.

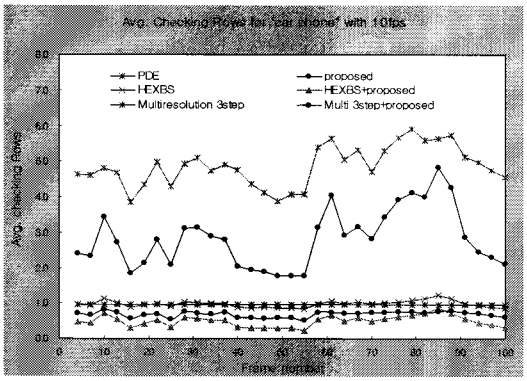


그림 7. 10fps "car phone" 영상 시퀀스에서 기존의 순차적인 스캔방법과 제안한 방법의 계산된 평균 행의 수.

한 방법을 고속의 육각 탐색방법에 적용한 결과 기존의 육각 탐색방법에 비해 불필요한 계산을 더 줄일 수 있었다.

표 1과 표 2는 30fps 및 10fps에서 모든 영상 시퀀스의 서브 블록에 대해 순차적인 방법과 제안한 방법

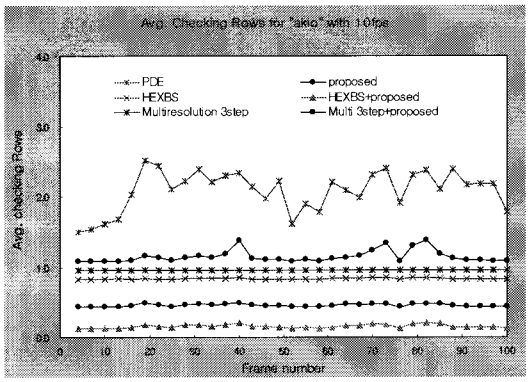


그림 8. 10fps "akio" 영상 시퀀스에서 기존의 순차적인 스캔방법과 제안한 방법의 계산된 평균 행의 수.

을 적용하여 계산된 평균 행의 수를 보여 준다. 모든 수치는 복잡도를 측정하기 위해 모든 부가적인 계산을 고려한 값이다. 고속 알고리즘을 전혀 사용하지 않은 원래의 전역 탐색 알고리즘은 표에서 보는 바와 같이 평균 계산 행의 수가 매칭 블록의 크기인 16이 된다. 표 1~표 2에서 제안한 알고리즘은 기존의 PDE알고리즘보다 58~73%, 육각 탐색방법에 적용할 경우 49~61%, 다중 해상도의 경우 35~54%의 계산량 감소를 얻음을 볼 수 있었다. 표 3과 표 4는 30fps, 10fps에서 기존의 방법과 제안한 방법에서의 PSNR이다. PSNR의 차이는 블록별로 서브블록 단위로 적응적으로 임계치를 구할 때 서브블록별로 오차의 분포가 지역적으로 분포할 때 발생하는 차이에 의한 것이다.

제안한 방법은 기존의 PDE 및 육각 탐색방법들과 비교하여 영상의 예측화질에는 차이가 없었다. 다중 해상도 방법에서 10fps 영상의 경우 움직임이 큰 영상의 경우 기존의 다른 알고리즘에 비해 예측화질의

표 1. 30fps 영상 시퀀스에서 서브 블록에 대해 다양한 매칭 스캔의 계산된 평균 행의 수

Algs \ Seqs	Foreman	Car phone	Trevor	Claire	Akio	Grand ma
Original FS	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
PDE(sequential)	4.04	4.24	3.18	3.94	1.71	4.18
proposed	1.86	1.91	1.35	1.21	1.08	1.66
HEXBS	0.90	0.89	0.85	0.83	0.83	0.85
HEXBS+proposed	0.35	0.32	0.21	0.17	0.14	0.22
MRME 3step	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
MRME+proposed	0.62	0.59	0.50	0.47	0.44	0.51

표 2. 10fps 영상 시퀀스에서 서브 블록에 대해 다양한 매칭 스캔의 계산된 평균 행의 수

Algs \ Seqs	Foreman	Car phone	Trevor	Claire	Akio	Grand ma
Original FS	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
PDE(sequential)	5.05	4.91	4.51	4.39	2.01	4.61
proposed	3.60	2.83	2.35	1.41	1.15	1.86
HEXBS	1.08	0.97	0.93	0.84	0.84	0.86
HEXBS+proposed	0.64	0.49	0.39	0.22	0.16	0.27
MRME 3step	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
MRME+proposed	0.77	0.68	0.60	0.51	0.46	0.57

표 3. 30fps 영상 시퀀스에서 PSNR

Algs \ Seqs	Foreman	Car phone	Trevor	Claire	Akio	Grand ma
PDE(sequential)	32.85	34.04	34.06	42.98	44.15	43.45
proposed	32.85	34.04	34.06	42.98	44.15	43.45
HEXBS	32.12	33.63	33.89	42.94	44.11	43.42
HEXBS+proposed	32.12	33.63	33.88	42.94	44.11	43.42
MRME 3step	31.57	33.42	33.75	42.97	44.15	43.44
MRME+proposed	31.56	33.34	33.75	42.97	44.15	43.44

표 4. 10fps 영상 시퀀스에서 PSNR

Algs \ Seqs	Foreman	Car phone	Trevor	Claire	Akio	Grand ma
PDE(sequential)	29.50	31.54	28.64	37.51	38.66	39.01
proposed	29.50	31.54	28.63	37.51	38.66	39.01
HEXBS	28.39	31.13	28.34	37.24	38.48	38.86
HEXBS+proposed	28.39	31.12	28.34	37.24	38.48	38.86
MRME 3step	25.49	29.50	26.50	37.02	38.14	38.76
MRME+proposed	25.44	29.45	26.44	37.02	38.14	38.75

손실이 많이 발생하므로 제안한 방법을 적용하였을 경우에 최소 SAD의 움직임 벡터를 가지고 임계치를 예측하지 못하게 되어 약간의 오차가 발생하였고 움직임이 작은 영상의 경우에는 다중해상도 방법이 기존의 방법과 비교하여 예측화질의 손실이 적으므로 제안한 방법을 적용하였을 경우 예측화질의 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 본 논문에서는 계산의 복잡도를 제거하기 위하여 초기 SAD값과 기존의 SAD값들의 관계를 이용하여 적응적 임계치를 구하여 화질의 감소없이 계산량 감소를 얻었으며, 육각 탐색 기반 방법에 적용하였을 경우 보다 많은 계산량의 감소를 얻을 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 기존의 PDE알고리즘의 계산량을 줄이고 동시에 동일한 예측화질을 얻기위해, 부분 임계치의 적응적 예측을 통한 고속 제거 알고리즘을 제안했다. 기존의 PDE 방법보다 효율적으로 불필요한 계수를 제거하기 위하여 인접 블록간의 유사도를 이용하여 초기 SAD값을 통해 최소 SAD값을 각 매크로 블록 마다 적응적으로 예측하여 전역 탐색방법과 동일한 PSNR을 유지하면서 효율적으로 불필요한 계산량을 줄였다. 또한 제안한 알고리즘은 다른 고속 알고리즘에도 적용이 가능하며 추가적으로 계

산량을 감축할 수 있다. 실험결과에서 육각 탐색 방법, 다중해상도 방법에 적용하여 동일한 예측 화질을 유지하면서 불필요한 계산량만 줄일 수 있음을 보였다. 제안한 방법은 예측 화질의 저하 없이 기존의 PDE방법보다 60%이상의 계산량을 줄였으며, MPEG-2 및 MPEG-4 AVC를 이용하는 비디오 압축 응용분야에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] G. C. de Oliveira and A. Alcaim, "On fast motion compensation algorithms for video coding," *Proc. PCS*, pp. 467-472. 1997.

[2] J.Y. Lu, K.S. Wu, and J.C. Lin, "Fast full search in motion estimation by hierarchical use of Minkowski's inequality (HUMI)," *IEEE Trans. Pattern Recog.*, Vol.31, pp. 945-952, 1998.

[3] H.S. Oh and H.K. Lee, "Adaptive adjustment of the search window for block-matching algorithm with variable block size," *IEEE Trans. Consumer Electronics,* Vol.44, No.3, pp. 659-666, Aug. 1998.

[4] F. Dufaus and F. Moscheni, "Motion estimation techniques for digital TV: A review and a new contribution," *Proceedings. IEEE,* vol. 83, pp. 858-876, June 1995.

[5] C. Zhu, X. Lin, and L. P. Chau, "Hexagon-based search pattern for fast block motion estimation," *IEEE Trans. Circuits Syst. for Video Technol.*, Vol.12, No.5, pp. 349-355, May 2002.

[6] W. Li and E. Salari, "Successive elimination algorithm for motion estimation," *IEEE Trans. Image Processing,* Vol.4, pp. 105-107, Jan. 1995.

[7] G.C. Oliveira and A. Alcaim, "On fast motion compensation algorithms for video coding," *Proc. PCS,* pp. 467-472. 1997.

[8] J.Y. Lu, K.S. Wu, and J.C. Lin, "Fast full search in motion estimation by hierarchical use of Minkowski's inequality (HUMI)," *Pattern Recog.*, Vol.31, pp. 945-952, 1998.

[9] M.Z. Coban and R.M. Mersereau, "A fast exhaustive search algorithm for rate-constrained motion estimation," *IEEE Trans. Image Processing*, Vol.7, pp. 769-773, May 1998.

[10] J.N. Kim, D.K. Kang, S.C Byun, I.L Lee and B.H. Ahn, "A fast full search motion estimation algorithm using sequential rejection of candidates from hierarchical decision structure," *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol. 48, pp. 43-46, Mar. 2002.

[11] X.Q. Gao, C.J. Duanmu, and C.R. Zou, "A multilevel successive elimination algorithm for block matching motion estimation," *IEEE Trans. Image Processing*, Vol.9, pp. 501-504, Mar. 2000.

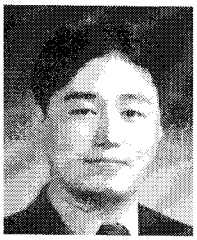
[12] J.N. Kim, and T. Choi, "Adaptive matching scan algorithm based on gradient magnitude for fast full search in motion estimation," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.45, pp. 762-772, Aug. 1999.

[13] J.N. Kim, and T. Choi, "A fast full-search motion-estimation algorithm using representative pixels and adaptive matching scan," *IEEE Trans. Circuits Syst. for Video Technol.*, Vol.10, pp. 1040-1048, Oct. 2000.

[14] J.N. Kim, S.C. Byun, Y.H. Kim, and B.H. Ahn, "Fast full search motion estimation algorithm using early detection of impossible candidate vectors," *IEEE Trans. Signal Processing*, Vol.50, pp. 2355-2365, Sep. 2002.

[15] B. Erol, F. Kossentini, and H. Alnuweiri, "Efficient coding and mapping algorithms for software-only real-time video coding at low bit rates," *IEEE Trans. Circuits Syst. for Video Technol.*, Vol.10, pp. 843-856, Sep. 2000.

[16] C.H. Cheung and L.M. Po, "Adjustable partial distortion search algorithm for fast block motion estimation," *IEEE Trans. Circuits Syst. for Video Technol.*, Vol.13, No.1, pp. 100-110, Jan. 2003.

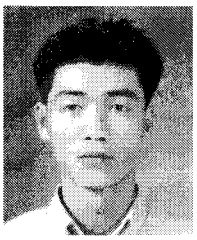


유 태 경

1997년 8월 부경대학교 전자공학과 졸업(공학사)
2000년 2월 부경대학교 전자공학과 석사(공학석사)
2008년 2월 부경대학교 전자공학과 박사(공학박사)
관심분야 : 영상신호처리, 멀티미디어 보안 등

문 광 석

1979년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1981년 2월 경북대학교 전자공학과 석사(공학석사)
1989년 2월 경북대학교 전자공학과 박사(공학박사)
1988년 1월~12월 일본 동경대학교 학부 연구원
1997년 8월~1998년 7월 미국 Jackson State University 객원교수
1990년 3월~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
관심분야 : 영상신호처리, 적응신호처리등



김 종 남

1995년 2월 국립금오공과대학 전자공학과 졸업(공학사)
1997년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과 석사 (공학석사)
2001년 8월 광주과학기술원 기전공학과 박사(공학박사)
2001년 8월~2004년 2월 KBS 기술연구소 선임연구원
2004년 4월~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
2003년 3월~현재 (주)홈캐스트 사외이사
관심분야 : 영상신호처리, 멀티미디어 보안 등