

H.264/AVC에서 효율적인 정화소·부화소 움직임 추정

윤 호 순[†]·김 희 숙^{††}·정 미 경^{†††}·김 미 영^{††††}·조 영 주^{†††††}·김 기 홍^{††††††}·이 귀 상^{†††††††}

요 약

움직임 추정은 동영상 압축에서 영상 화질과 인코더 속도에 대하여 중요한 역할을 하지만, 많은 수행 시간을 요구한다. H.264/AVC에서 움직임 추정에 소요되는 수행 시간을 줄이면서 화질을 유지하기 위하여 본 논문에서는 정화소와 부화소 움직임 추정 기법을 제안하였다. 본 논문에서는 정화소 움직임 추정을 위하여 계층적인 탐색 기법을 사용하였고, 정확한 움직임 추정을 위하여 블록 크기에 따라 부화소 움직임 추정 패턴을 적응적으로 결정하였다. 제안한 정화소 움직임 추정 탐색 기법은 대칭적 십자가-엑스 탐색 패턴, 다중 사각형 탐색 패턴, 다이아몬드 탐색 패턴들로 이루어져 있다. 이 탐색 패턴들은 블록 움직임이 수직으로 크거나 블록 움직임이 크면서 규칙적인 영상에서 국부적 최소화 문제를 해결하고 움직임 추정에 소요되는 시간을 줄이기 위하여 탐색 영역 내에 탐색 점들을 규칙적, 대칭적으로 배치하였다. 제안한 부화소 움직임 추정 탐색 기법은 부화소 움직임 추정을 위하여 기존의 전역 부화소 탐색 패턴, 중앙 편향적 부화소 탐색 패턴과 제안한 부화소 움직임 탐색 패턴들을 사용한다. 그리고 블록의 크기에 따라 3가지의 부화소 탐색 패턴들 중 한 패턴이 부화소 움직임 추정을 위해 적응적으로 결정된다. 블록의 크기에 따라 적응적으로 부화소 탐색 패턴이 결정되므로 보다 정확하게 부화소 움직임을 수행할 수 있다. 제안한 기법을 전역 탐색 기법과 비교하였을 때 약 5.2배의 속도 향상을 가져왔으며, 영상 화질에 있어서 약 0.01 (dB)정도 성능 저하를 보였다. 반면에, 비대칭 다중 육각형 탐색 기법과 비교하였을 때 움직임 추정 속도와 화질에 있어서 각각 약 1.2배와 약 0.02 (dB)정도 향상을 보였다.

키워드 : 움직임추정, 비디오 압축, 움직임 벡터, 가변적인 블록 크기, 정화소, 부화소, H.264

Efficient Integer pel and Fractional pel Motion Estimation on H.264/AVC

HyoSun Yoon[†] · Hyesuk Kim^{††} · Migyoung Jung^{†††} · Mi-Young Kim^{††††} · Youngjoo Cho^{†††††} · GiHong Kim^{††††††} · GueeSang Lee^{†††††††}

ABSTRACT

Motion estimation (ME) plays an important role in digital video compression. But it limits the performance of image quality and encoding speed and is computational demanding part of the encoder. To reduce computational time and maintain the image quality, integer pel and fractional pel ME methods are proposed in this paper. The proposed method for integer pel ME uses a hierarchical search strategy. This strategy method consists of symmetrical cross-X pattern, multi square grid pattern, diamond patterns. These search patterns places search points symmetrically and evenly that can cover the overall search area not to fall into the local minimum and to reduce the computational time. The proposed method for fractional pel uses full search pattern, center biased fractional pel search pattern and the proposed search pattern. According to block sizes, the proposed method for fractional pel decides the search pattern adaptively. Experiment results show that the speedup improvement of the proposed method over Unsymmetrical cross Multi Hexagon grid Search (UMHexagonS) and Full Search (FS) can be up to around 1.2 ~5.2 times faster. Compared to image quality of FS, the proposed method shows an average PSNR drop of 0.01 dB while showing an average PSNR gain of 0.02 dB in comparison to that of UMHexagonS.

Keywords : Motion Estimation, Video Compression, Motion Vector, Variable Block Size, Integer Pel, Fractional Pel, H.264

1. 서 론

H.264/AVC[1,2]는 ITU-T의 비디오 코딩 전문가 그룹과

ISO/IEC의 MPEG 전문가 그룹에 의해 공동으로 만들어진 동영상 압축 표준으로 케이블, 위성 지상파를 통한 방송, 광학 저장 장치와 자기 저장 장치 등의 매체에 대한 저장, 멀티미디어 스트리밍 서비스 등 광범위한 응용분야에 적합한 기술적인 방법을 제공하기 위하여 만들어진 압축 표준으로 특히 높은 압축 효율과 네트워크 환경에러에 강한 특징을 제공하는 데에 초점을 맞추고 있다.

H.264/AVC는 기존 압축 표준인 H.26x (x : 1,2,3)와 MPEG-y (y : 1,2,4)보다 압축 효율과 영상 화질에 있어서 좋은 성능 향상을 보였다. H.264/AVC는 압축 효율과 영상

† 정 회 원 : 전남도립대학 보건의료학과 초빙교수
†† 준 회 원 : 전남대학교 전산학과 박사
††† 정 회 원 : 전남대학교 전산학과 박사
†††† 정 회 원 : 전남도립대학 보건의료학과 교수
††††† 정 회 원 : 조선대학교 전자계산학과 박사
†††††† 준 회 원 : 전남대학교 전산학과 석사과정
††††††† 종신회원 : 전남대학교 전산학과 교수
논문접수 : 2007년 4월 18일
수정일 : 1차 2007년 12월 11일
심사완료 : 2008년 2월 4일

화질을 향상시키기 위하여 가변 블록 사이즈 움직임 추정, 1/4화소 움직임 추정, 여러개의 참조 영상을 사용하는 움직임 보상, 디블러킹 필터 내장등과 같은 기술들을 사용하였다. 그러나 이러한 기술들의 사용은 움직임 추정에 있어서 많은 계산량을 요구한다.

H.264/AVC에서 움직임 추정은 정화소 움직임 추정, 부화소 움직임 추정으로 이루어져 있다. 특히, 정화소 움직임 추정은 영상의 화질과 압축 효율에 많은 영향을 주고 전체 움직임 추정의 대부분을 차지하기 때문에 많은 관심을 받고 있다. 정화소 움직임 추정에 소요되는 계산량을 줄이기 위하여 다음과 같은 고속 정화소 기법들이 제안되었다. 대표적인 고속 정화소 기법에는 3단계 탐색(Three Step Search: TSS)[3], 새로운 3단계 탐색(New Three Step Search: NTSS)[4], 2차원 로그형 탐색(2 Dimension LOGarithmic search: 2DLOG)[5], 4단계 탐색(Four Step Search: 4SS)[6], 다이아몬드 탐색(Diamond Search: DS)[7,8], 2단계 탐색(2 Step Search: 2SS)[9,10], 움직임 벡터를 추정하는 움직임 벡터 필드 적응적 탐색 기법(MVFAST)[11] 그리고 예측된 움직임 벡터 필드 적응적 탐색기법(PMVFAST)[12] 등이 있다.

위에 나열한 고속 정화소 움직임 추정 기법들은 상대적으로 움직임이 작은 영상이나 영상 크기가 작은 경우에 정화소 움직임 벡터 추정을 잘 수행한다. 그러나 영상의 움직임이 크거나 영상의 크기가 큰 경우에 움직임 추정 시 국부적 최소화 문제에 빠지게 되므로 정확한 정화소 움직임 벡터를 추정할 수 없으므로 영상 화질 저하를 가져온다.

H.264/AVC에서 정화소 움직임 추정 기법으로 영상의 움직임이 크거나 영상 사이즈가 상대적으로 큰 영상에서 움직임 벡터 추정을 잘 수행할 수 있는 비대칭 다중 육각형 탐색 기법[13]을 사용하여 화질 저하를 개선하였다. 그러나 비대칭 다중 육각형 탐색 기법은 탐색 영역 내에 배치하는데 있어서 비대칭적, 불규칙적으로 배치함으로써 블록 움직임이 수직으로 크거나 블록 움직임이 크면서 규칙적인 영상에서 국부적 최소화에 빠질 수 있다.

본 논문에서 제안한 정화소 움직임 추정 기법은 블록 움직임이 수직으로 크거나 블록 움직임이 크면서 규칙적인 영상에서 국부적 최소화에 빠지지 않도록 탐색 점들을 탐색 영역 내에 대칭적, 규칙적으로 배치하여 정화소 움직임 벡터를 추정한다. 그리고 화질을 향상시키기 위하여 블록 크기에 따라 부화소 움직임 추정에 사용되는 탐색 패턴이 적응적으로 결정하는 부화소 움직임 추정 기법을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 H.264/AVC에서 정화소 움직임 추정과 부화소 움직임 추정 대하여 설명하고, 3장에서는 제안한 기법을 기술한다. 그리고 4장에서는 기존 기법들과 성능을 비교한 후, 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. H.264에서 정화소 움직임 추정과 부화소 움직임 추정

동영상 압축 표준안에서는 영상을 분할해서 이전에 부호

화된 영상으로부터 움직임을 추정하여 현재의 블록을 예측하는 움직임 보상 기법을 사용하여 동영상을 압축하고 있다. H.261/263 그리고 MPEG-1/2/4 압축 표준안에서 움직임 추정은 일반적으로 16×16 블록 단위로 수행된다. 그러나 H.264/AVC에서의 움직임 추정은 16×16 블록 단위부터 4×4 블록 단위까지 7종류의 움직임 보상 블록 크기를 사용하여 움직임 벡터를 추정한다. 움직임 보상의 블록 크기를 보다 작게 하면 정확한 움직임 예측을 할 수 있지만 계산량과 부호량이 증가하게 된다.

H.264/AVC에서는 매크로 블록을 어떤 모드 부호화 할지를 결정하는 것이 H.264 /AVC 부호기의 핵심이다. H.264/AVC는 최적의 모드를 결정하기 위하여 왜곡도와 함께 발생 비트를 고려한다. H.264/AVC는 16×16, 16×8, 8×16, 8×8, 4×8, 8×4 그리고 4×4의 7가지 블록 모드에 대하여 움직임 추정을 수행한다. 움직임 보상과 모드 판정에 대해서 다음과 같은 비용 함수 식 (1), (2)를 정의하고 그 비용 함수를 최소로 하는 최적의 모드를 결정한다[14,15].

$$J_{cost}(s,c) = SAD(s,c) + \lambda_{motion} Genbit(\Delta MV) \tag{1}$$

$$J_{mode}(s,c) = SSD(s,c, Mode|QP) + \lambda_{mode} R(s,c, Mode|QP) \tag{2}$$

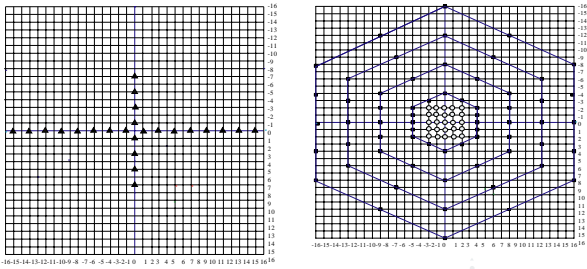
위 식 (1)에서 SAD (Sum of Absolute Difference)은 원 영상 (s)와 참조 영상(c)의 예측 오차로 절대값의 합이고, λ_{motion} 은 움직임 탐색에 대한 라그랑제 승수로 양자화 계수에 의존하는 값이다. 그리고 ΔMV 는 실제의 움직임 벡터와 예측된 움직임 벡터의 차이이고 $Genbit(\Delta MV)$ 는 ΔMV 을 비트로 표현한 것으로 헤더부분의 부호량이다. 식(2)에서 $Mode$ 는 예측모드이고 QP 는 양자화계수이다. 그리고 SSD (Sum of Square Difference)는 원영상과 참조영상과의 제곱오차 합이고 λ_{mode} 는 모드판정에 대한 라그랑제 승수이며 $R(s,c, Mode|QP)$ 는 헤더부분 뿐만 아니라 직교 변환과 양자화 변환 처리 후의 변환계수 부분의 비트도 포함한다. 식 (2)의 비용 함수를 최소로 하는 모드를 현재 블록의 모드로 선정한다.

2.1. H.264/AVC의 정화소 움직임 추정

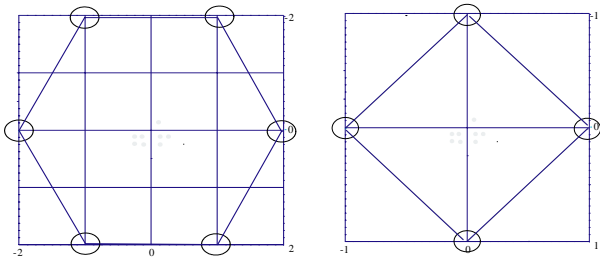
H.264/AVC에서 고속 정화소 움직임 추정 기법으로 사용하는 비대칭 다중 육각형 탐색 기법은 비대칭 십자가 탐색 패턴, 불규칙 다중 육각형 탐색 패턴, 육각형 탐색 패턴, 작은 다이아몬드 탐색 패턴으로 이루어진 계층적 탐색 기법이다. (그림 1)은 비대칭 다중 육각형 탐색 기법이 정화소 움직임 추정 시, 사용하는 탐색 패턴들이다.

비대칭 다중 육각형 탐색 기법은 다음과 같은 알고리즘을 수행하여 움직임 벡터를 추정한다.

[단계1] : 초기 탐색 시작점을 원점으로 (그림 1)의 (a)와



(a) 비대칭 십자가 탐색 패턴 (b) 불규칙 다중 육각형 탐색 패턴



(c) 육각형 탐색 패턴 (d) 작은 다이아몬드 탐색 패턴
(그림 1) 비대칭 다중 육각형 탐색 기법의 탐색 패턴들

같이 탐색 점들을 배치한다. 탐색 점들 중 최소 비용함수 값을 가지는 점이 다음 단계의 탐색 시작점이 된다.

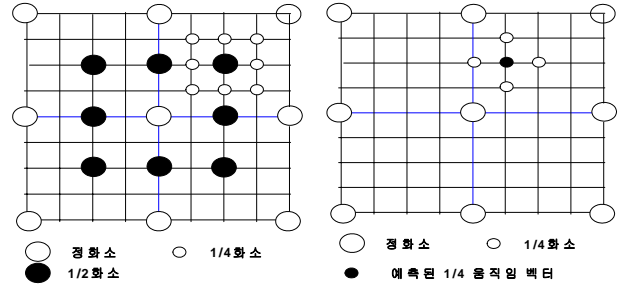
[단계2] : (그림 1)의 (b)와 같이 탐색 범위 2의 전역 탐색과 다중 육각형 탐색을 실시한다. 최소 비용 함수 값을 가지는 점이 다음 단계의 탐색 시작점이 된다.

[단계3] : (그림 1)의 (c)와 같이 탐색 점들을 배치하고 이 탐색 점들 중 최소 비용함수를 가진 점을 결정한다. 만약 최소 비용함수를 가진 점의 위치가 탐색 패턴의 중심에 있는 점이면 다음 단계를 수행하고, 그렇지 않으면 이 단계를 반복 수행한다.

[단계4] : (그림 1)의 (d)와 같이 탐색 점들을 배치하고 이 탐색 점들 중 최소 비용함수를 가진 점을 결정한다. 최소 비용함수를 가진 점을 정화소 움직임 벡터이다.

2.2. H.264/AVC의 부화소 움직임 추정

H.264/AVC에서 보다 좋은 화질을 얻기 위하여 1/4까지 부화소 움직임 추정을 수행하는데 선형 보간을 통해 부화소를 만든 후에 (그림 2)의 탐색 패턴들을 사용한다. 블록의 크기에 따라 부화소 탐색 패턴이 결정되는데 블록 크기가 16×16, 16×8, 6×16인 경우 (그림 2(a))의 전역 부화소 탐색 패턴을 이용하고 블록 크기가 8×8, 4×8, 8×4, 4×4인 경우 (그림 2(b))의 Center Biased Fractional Pel Search (CBFPS) [13]을 수행하여 부화소 움직임 벡터를 추정한다. 전역 부화소 탐색 패턴은 먼저 가운데 정화소를 포함하여 8개의 1/2화소를 검사하여 최소 비용 함수를 갖는 1/2화소를 결정하고, 이점을 중심으로 8개의 1/4화소를 검사한 후 최소 비용 함수를 갖는 점을 1/4화소 움직임 벡터로 추정한다. CBFPS는 예측된 부화소 움직임 벡터를 중심으로 작은 다이아몬드 탐색 패턴을 이용하여 부화소 움직임 추정을 추정한다. CBFPS에서 사용하는 예



(a) 전역 부화소 탐색 패턴 (b) CBFPS

(그림 2) 부화소 움직임 추정 탐색 패턴들

측된 부화소 움직임 벡터는 식 (3)을 이용하여 구한다.

$$\text{pred_frac_mv} = (\text{pred_mv} - \text{mv}) \% \beta \quad (\text{식 } 3)$$

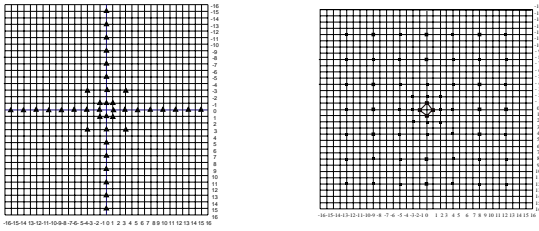
pred_frac_mv는 예측된 1/4 움직임 벡터이고, pred_mv는 현재 블록 주위에 있는 블록들의 중간값 정화소 움직임 벡터이고 mv는 정화소 움직임 추정에서 얻어진 움직임 벡터이며, 화소 단위는 1/4단위이다. β는 1/4화소 단위의 움직임 추정이므로 4이다.

3. 제안한 정화소·부화소 움직임 추정 기법

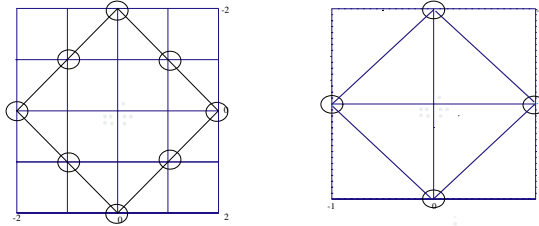
3.1. 제안한 정화소 움직임 추정

H.264/AVC의 비대칭 다중 육각형 탐색 기법은 다음과 같이 잘 알려진 사실들을 이용하여 탐색 패턴들을 제안하였다. 첫째, 영상의 수평 움직임이 수직 움직임 보다 많다. 둘째, 움직임 벡터는 탐색 원점(0,0)주위에 많이 분포한다. 위와 같은 사실들을 이용한 비대칭 다중 육각형 탐색 기법은 좋은 성능 향상을 보였다. 그러나 탐색 영역에 탐색 점들을 배치함에 있어서 비대칭적, 불규칙하게 배치함으로써 영상의 수직 움직임이 크면서 규칙적인 영상에서 국부적 최소화에 빠짐으로서 화질 저하를 야기할 수 있다. 그리고 불규칙 다중 육각형 탐색 패턴은 두 단계로 이루어져 있는데 먼저 비대칭 십자가 탐색 패턴을 수행한 후 얻어진 움직임 벡터를 중심으로 탐색 범위 2로 전역 탐색을 실시하고 다중 육각형 탐색을 실시한다. 만약 비대칭 십자가 탐색 패턴을 수행한 후 얻어진 움직임 벡터가 정확하지 못한 움직임 벡터라면 탐색 범위 2의 전역 탐색은 시간낭비이고 움직임이 크고 규칙적인 영상에서 다중 육각형 탐색은 국부적 최소화에 빠질 수 있다. 제안한 기법은 국부적 최소화에 빠지지 않고 보다 빠르게 정화소 움직임 추정을 수행하기 위하여 (그림 3)과 같은 탐색 패턴을 사용한다.

제안한 정화소 움직임 추정 기법은 (그림 3)와 같이 4개의 탐색 패턴들로 이루어져 있다. 대칭 십자가-엑스 탐색 패턴은 정화소 움직임 벡터가 대각선 방향 보다 수평, 수직 방향에 많이 존재한다는 사실을 이용한 탐색 패턴이고, 다중 사각형 탐색 패턴은 움직임이 크고 규칙적인 영상에 국부적 최소화에 빠지지 않도록 탐색점들을 배치하였다. 그리



(a) 대칭 십자가-엑스 탐색 패턴 (b) 다중 사각형 탐색 패턴



(c) 큰 다이아몬드 탐색 패턴 (d) 작은 다이아몬드 탐색 패턴
(그림 3) 제안한 정화소 움직임 추정 탐색 패턴들

고 제안한 정화소 움직임 추정 기법은 국부적인 움직임 추정을 위하여 (그림 1(c))의 육각형 탐색 패턴 대신 (그림 3(c))의 큰 다이아몬드 탐색 패턴을 이용하였는데 이는 실험 결과 큰 다이아몬드 탐색 패턴이 육각형 탐색 패턴 보다 화질과 속도면에서 더 나은 결과를 보였기 때문이다. 제안한 정화소 기법은 비대칭 다중 육각형 탐색 기법처럼 메디안 예측, 상위 모드를 이용한 예측, 이전 화면의 대응 블록을 이용한 예측, 이웃한 참조 화면을 이용한 예측을 이용하여 초기 탐색 시작점을 결정한다. 비대칭 다중 육각형 탐색 기법은 초기 탐색 시작점을 결정하기 위해서 작은 다이아몬드 탐색 패턴을 사용하였지만 제안 기법은 보다 정확하게 초기 탐색 시작점을 결정하기 위하여 큰 다이아몬드 탐색 패턴을 이용하였다. 제안한 정화소 움직임 추정 기법은 다음과 같은 알고리즘을 수행하여 정화소 움직임 벡터를 추정한다.

[단계1] : 초기 탐색 시작점을 원점으로 (그림 3)의 (a)와 같이 탐색 점들을 배치한다. 이들 탐색 점들 중 최소 비용 함수 값을 가지는 점이 다음 단계의 탐색 시작점이 된다.

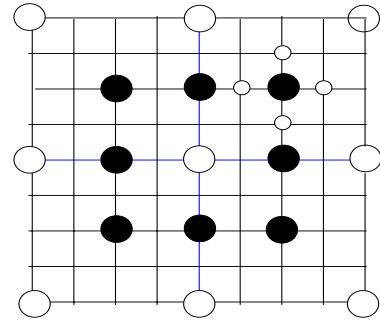
[단계2] : (그림 3)의 (b)와 같이 다중 사각형 탐색을 실시한다. 최소 비용 함수 값을 가지는 점이 다음 단계의 탐색 시작점이 된다.

[단계3] : (그림 3)의 (c)와 같이 탐색 점들을 배치하고 이 탐색 점들 중 최소 비용함수를 가진 점을 결정한다. 만약 최소 비용함수를 가진 점의 위치가 탐색 패턴의 중심에 있는 점이면 다음 단계를 수행하고, 그렇지 않으면 이 단계를 반복 수행한다.

[단계4] : (그림 3)의 (d)와 같이 탐색 점들을 배치하고 이 탐색 점들 중 최소 비용함수를 가진 점을 결정한다. 최소 비용 함수를 가진 점을 정화소 움직임 벡터로 추정하고 탐색을 마친다.

3.2. 제안한 부화소 움직임 추정

H.264/AVC는 위에서 기술한 전역 부화소 탐색 패턴과



○ 정화소 ○ 1/4화소
● 1/2화소
(그림 4) 부화소 움직임 추정 탐색 패턴

CBFPS을 이용하여 1/4까지 부화소 움직임 추정을 수행한다. 보다 정확한 부화소 움직임 추정을 위하여 제안한 부화소 움직임 추정 기법은 부화소 움직임 추정을 위하여 3가지 탐색 패턴을 이용하는데 블록 크기에 따라 탐색 패턴을 적용적으로 결정한다. 블록 크기가 16x16, 16x8, 6x16인 경우 (그림 2(a))를 이용하여 전역 부화소 탐색 패턴을 이용하고 블록 크기가 8x8, 4x8, 8x4인 경우 (그림 4)의 탐색 패턴을 이용하며 블록 크기가 4x4인 경우 (그림 2(b))의 탐색 패턴 부화소 움직임 벡터를 추정한다. 특히, 블록 크기가 8x8, 4x8, 8x4인 경우 먼저 가운데 정화소를 포함하여 8개의 1/2화소를 검사하여 최소 비용 함수를 갖는 1/2화소를 결정하고, 이 점을 중심으로 작은 다이아몬드 탐색 패턴의 4개의 1/4화소를 배치한 후 검사하여 최소 비용 함수를 갖는 점을 결정한다. 만약 최소 비용 함수를 갖는 점의 위치가 작은 다이아몬드 탐색 패턴의 중심에 있는 점이면 이 점을 부화소 움직임 벡터로 추정하고 탐색을 마치고 그렇지 않으면 최소 비용 함수를 갖는 점의 위치가 작은 다이아몬드 탐색 패턴의 중심이 될 때까지 반복 수행하여 부화소 움직임 벡터를 추정한다. 제안한 고속 부화소 움직임 추정 기법은 기존의 부화소 움직임 추정 기법에 비해 약간의 계산량을 요구하지만 보다 정확한 부화소 움직임 추정을 수행한다.

4. 실험 결과

제안한 움직임 추정 기법은 H.264의 JM 9.5에서 실험하였으며, QCIF인 Akiyo, Container, Foreman, Mother and Daughter (M&D), Mobile, Salesman, Silent, Stefan, and Table 영상과 CIF인 Akiyo, Bus, Children, Container, Foreman, Mobile, Mother and Daughter, Paris and Stefan 영상의 각각 100 프레임을 사용하였고 비교 탐색 기법으로는 전역 탐색 기법 (Full Search :FS), 고속 전역 탐색 기법 (Fast Full Search :FFS), 다이아몬드 탐색 기법 (Diamond Search :DS), 육각형 탐색 기법 (Hexagon Search :HS) 그리고 비대칭 다중 육각형 탐색 기법 (UMHexagonS)들을 사용하였다. 성능 비교 함수로는 영상 화질의 품질을 평가하기 위하여 PSNR (Peak Signal-to-noise Ratio)을 사용하였는데, PSNR은 다

움과 같이 정의된다.

$$MSE = \left(\frac{1}{MN} \right) \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [x(m,n) - \hat{x}(m,n)]^2 \quad (4)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad (5)$$

여기에서 식(4)에서 M, N은 영상의 가로와 세로의 크기이고, $x(m,n)$ 는 원 영상화면을 나타내고, $\hat{x}(m,n)$ 는 움직임 보상 예측된 화면을 나타낸다. 각 영상에 대한 실험 결

과를 <표 1>, <표 2>, <표 3>, <표 4>에 나타냈는데, <표 1>, <표 2>에 각 실험 영상의 움직임 추정 시간을 나타내었고 <표 3>, <표 4>에 각 실험 영상의 평균 PSNR(dB)의 평균을 나타낸다.

<표 1>, <표 2>, <표 3>, <표 4>의 실험 결과를 보면 움직임이 많은 QCIF영상 Mobile, Stefan, Table과 CIF영상 Bus, Mobile, Stefan에서 제안한 움직임 추정 기법을 사용하였을 때, 제안한 기법은 움직임 벡터 추정 속도면에 있어서 FFS, FS 보다 약 2.7 ~ 6.9배 정도 빠르게 움직임 벡터를 추정하였고, 화질면에 있어서 거의 FS와 비슷하였다. 그리고 제안한 기법과 UMHexagon과 비교하였을 때 약 1.2배

<표 1> QCIF 영상의 움직임 추정 시간

	FS	FFS	UMHexagons	DS	HS	제안기법
Akiyo	197.747	176.282	47.958	51.179	52.946	46.873
Container	218.159	177.042	49.398	40.163	50.783	45.903
Foreman	274.268	189.465	63.387	50.776	48.514	60.787
M & D	287.904	190.881	59.359	48.393	58.672	55.183
Mobile	441.222	187.772	80.998	52.998	65.668	70.276
Salesman	269.39	178.843	53.829	43.669	55.979	50.11
Silent	246.762	185.815	56.51	47.129	60.78	50.305
Stefan	366.615	195.076	78.606	54.81	67.22	68.985
Table	484.01	190.581	77.562	64.455	67.439	69.171

<표 2> CIF 영상의 움직임 추정 시간

	FS	FFS	UMHexagons	DS	HS	제안기법
Akiyo	759.962	691.765	191.457	204.556	210.013	188.183
Bus	2115.909	749.148	374.267	324.977	324.075	311.507
Children	1018.625	686.571	232.123	207.939	172.449	197.766
Container	1114.456	716.774	202.127	188.895	209.161	190.651
Foreman	1205.444	679.764	283.234	268.199	206.546	266.377
Mobile	1410.4	735.147	301.664	246.418	234.393	277.834
M & D	789.795	723.815	209.995	200.395	179.765	208.373
Paris	890.924	705.866	225.255	216.77	176.238	213.81
Stefan	1411.327	740.877	312.287	278.03	259.175	283.996

<표 3> QCIF 영상의 평균 PSNR

	FS	FFS	UMHexagons	DS	HS	제안기법
Akiyo	36.85	36.85	36.79	36.83	36.81	36.83
Container	34.79	34.79	34.77	34.75	34.75	34.77
Foreman	34.39	34.39	34.34	34.33	34.23	34.34
M & D	34.93	34.93	34.9	34.93	34.93	34.95
Mobile	31.64	31.64	31.64	31.64	31.61	31.64
Salesman	34.02	34.02	34	34.01	34.02	34.03
Silent	34.37	34.37	34.34	34.36	34.35	34.36
Stefan	32.6	32.6	32.59	32.43	32.41	32.62
Table	34.3	34.3	34.25	34.23	34.22	34.26

〈표 4〉 CIF 영상의 평균 PSNR

	FS	FFS	UMHexagons	DS	HS	제안기법
Akiyo	38.44	38.44	38.43	38.44	38.44	38.45
Bus	33.21	33.21	33.2	32.71	32.69	33.2
Children	35.66	35.63	35.61	35.55	35.54	35.61
Container	34.72	34.72	34.7	34.7	34.69	34.7
Foreman	35.72	35.69	35.66	35.62	35.57	35.67
Mobile	32.57	32.57	32.56	32.52	32.5	32.57
M & D	37.55	37.54	37.51	37.53	37.5	37.51
Paris	33.89	33.89	33.86	33.86	33.86	33.86
Stefan	33.98	33.97	33.94	33.52	33.52	33.96

정도 빠르게 움직임 벡터를 추정하였고 화질면에 있어서 최대 0.03(dB) 향상을 보였다. 움직임이 작은 영상에서 제안한 움직임 추정 기법을 사용하였을 때, 제안한 기법은 움직임 벡터 추정 속도면에 있어서 FFS, FS 보다 약 2.5~5.2배 정도 빠르게 움직임 벡터를 추정하였고, 화질면에 있어서 거의 FS와 비슷하였다. 그리고 제안 기법과 UMHexagon과 비교하였을 때 약 1.1배 정도 빠르게 움직임 벡터를 추정하였고 화질면에 있어서 최대 0.05(dB) 향상을 보였다. 제안한 기법을 HS와 비교하였을 경우, QCIF영상에서 약0.05(dB), CIF영상에서 약 0.14(dB) 화질 향상을 보였다. 그리고 제안한 기법을 DS와 비교하였을 경우, QCIF영상에서 약 0.03(dB), CIF영상에서 약 0.12(dB) 화질 향상을 보였다. 움직임 추정 속도면에 있어서 DS는 제안 기법 보다 평균 약 0.9배 빠르지만 HS는 비슷한 성능을 보였다.

그리고 QCIF영상 M & D, Salesman, Stefan과 CIF영상 Akiyo에서 제안한 움직임 추정 기법을 사용하였을 때, FS 보다 더 나은 화질을 보였는데 이는 제안한 부화소 움직임 추정 기법을 사용하여 부화소 움직임 추정을 수행하였기 때문이다.

5. 결 론

본 논문에서는 H.264에서 움직임 추정에 소요되는 계산량을 줄이면서 화질을 유지하기 위한 정화소 움직임 추정 기법과 부화소 움직임 추정 기법을 제안하였다. 제안한 정화소 움직임 추정 기법은 계층적인 탐색 기법으로 대칭적 십자가-엑스 탐색 패턴, 다중 사각형 탐색 패턴, 큰 다이아몬드 탐색 패턴, 작은 다이아몬드 탐색 패턴들로 이루어져 있다. 이 탐색 패턴들은 영상 화질에 영향을 미치는 국부적 최소화 문제를 해결하기 위하여 탐색 영역 내에 탐색 점들을 규칙적, 대칭적으로 배치하였다. 그리고 제안한 부화소 움직임 추정은 블록 크기에 따라 탐색 패턴을 적응적으로 결정하여 화질을 더욱 좋게 하였다.

실험을 통하여 알 수 있듯이, 제안한 기법을 전역 탐색 기법과 비교하였을 때 움직임 추정 속도면에 있어서 약 4.5

배 (움직임이 작은 영상) ~ 6배 (움직임이 많은 영상) 향상을 보였고 평균 0.01(dB) 화질저하를 보였다. 그리고 제안 기법을 비대칭 다중 육각형 탐색 기법과 비교하였을 때 움직임 추정 속도와 화질에 있어서 각각 약 1.2배와 약 0.02(dB)정도 향상을 보였다.

참 고 문 헌

- [1] T.Wiegand, G.J.Sullivan, A.Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard", IEEE Trans. on Circuits and System for Video Technology Vol.13, No.7, pp.560-576, 2003.
- [2] Draft ITU-T recommendation and final draft international standard of joint video specification. (ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14 496-10 AVC in Joint Video Team(JVT) of ISO/ICE/ MPEG and ITU-T VCEG, JVTG050, 2003.
- [3] T.Koga, K.linuma, A.Hirano, Y.Ishiguro, "Motion compensated interframe coding for video conference", Proc. NTC81, pp.G5.3.1-5.3.5, Nov., 1981.
- [4] R.Li, B.Zeng and M.L.Liou, "A New Three Step Search Algorithm for Block Motion Estimation", IEEE Trans. on Circuits and System for Video Technology Vol.4, No.4, pp.438-441, Aug., 1994.
- [5] J.R.Jain and A.K.Jain, "Displacement measurement and its application in Interframe image Coding", IEEE Trans. on Communications, Vol.29, No.12, pp.1779-1808, Dec., 1981.
- [6] L.M.Po and W.C.Ma, "A Novel Four Search Algorithm for Block Motion Estimation". IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology Vol.6, pp.313-317, June, 1996.
- [7] J.Y. Tham, S.Ranganath and A.A.Kassim, "A Novel Unrestricted Center-Biased Diamond Search Algorithm for Block Motion Estimation", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.8, pp.369-377, Aug., 1998.

- [8] S.Zhu and K.K.Ma “A New Diamond Search Algorithm for Fast Block Matching Motion”, IEEE Transaction on Image Processing Vol.9, No.2, pp.287-290, Feb., 2000.
- [9] Yuk Ying Chung ,Neil W.Bergmann “Fast Search Block Matching Motion Estimation Algorithm using FPGA”, Visual Communications and Image Processing 2000. Proc.SPIE, Vol.4067, pp.913-921.
- [10] Danian Gong, Yun He, “Fast Motion Estimation Algorithm using Horizontal and Multi-grid Search Strategy”, Picture Coding Symposium 2001, pp.362-365.
- [11] Prabhudev Irappa Howur, K. K. Ma, “Report on Performance of Fast Motion Estimation using Motion Vector Field Adaptive Search Technique”, ISO/IEC/JCTI/SC29/WG11 M5453, Dec., 1999.
- [12] A. M. Tourapis, O. C. Au, M. L. Liou, “Fast Block Matching Motion Estimation using Predictive Motion Vector Field Adaptive Search Technique”, ISO/IEC/JCTI/SC29/WG11 MPEG2000/M5866, Mar., 2000.
- [13] Z. Chen, P. Zhou, Y. He, “Fast Integer pel and Fractional pel motion estimation in for JVT” in JVT of ISO/ICE/ MPEG and ITU-T VCEG, 6th meeting, 2002.
- [14] M. Wein, “Variable Block-Size Transforms for H.264/AVC”, IEEE Trans. on Circuits and System for Video Technology, Vol.13, No.7, pp.604-613, 2003.
- [15] T. Wiegand, B. Girod, “Lagrangian Multiplier Selection in hybrid video coding control”, ICIP 2001.



정 미 경

e-mail : mgjung@chonnam.ac.kr
 1987년 전남대학교 전산학과(학사)
 1989년 전남대학교 전산학과(석사)
 2000년 2월 전남대학교 전산학과(박사)
 관심분야 : 멀티미디어 통신, 영상 처리



김 미 영

1983년 전남대학교 전산통계학과(이학사)
 1985년 이화여자대학교(이학석사)
 1997년 전남대학교 전산통계학과(이학박사)
 1986~1997년 목포과학대학 전산계산과 부교수
 1998~현 재 전남도립남도대학 컴퓨터정보통신과 교수

관심분야 : 멀티미디어 통신, 화상처리, 정보검색, CAD/VLSI



윤 호 순

e-mail : estheryoon@hotmail.com
 1993년 호남대학교 전산통계학과(학사)
 2002년 전남대학교 전산학과(석사)
 2005년 전남대학교 전산학과(박사)
 2006~현 재 전남대학교 전산학과 연구원
 관심분야 : 멀티미디어 통신, 영상 압축 및 복원, 에러 은닉



조 영 주

e-mail : csjyj@chosun.ac.kr
 1990년 광주대학교 전자계산학과(공학사)
 1999년 조선대학교 전자계산교육학과(교육학 석사)
 2006년 조선대학교 전자계산학과(이학박사)
 관심분야 : 네트워크 보안, 전자상거래, 라우팅 프로토콜, 모바일 에드혹 네트워크



김 희 속

e-mail : iamtina@paran.com
 1999년 전남대학교 전산학과(이학석사)
 2009년 2월 전남대학교 전산학과(박사)
 관심분야 : 멀티미디어 통신, 영상 처리



김 기 흥

e-mail : calri99@nate.com
 2006년 목포대학교 전자공학과(학사)
 2008~현 재 전남대학교 전산학과 석사과정
 관심분야 : 영상압축, 영상 처리



이 귀 상

e-mail : gslee@chonnam.ac.kr

1980년 서울대학교 전기공학과(학사)

1982년 서울대학교 전자계산기공학과(석사)

1982년 금성통신 연구소

1991년 Pennsylvania 주립대학 전산학과
박사

1984년~현 재 전남대학교 전산학과 교수

관심분야 : 멀티미디어통신, 영상처리 및 복원, 논리합성, VLSI/
CAD