

차영상과 4진트리 구조를 이용한 가변 블럭정합 알고리즘에 관한 연구

正會員 정 일 화*, 이 대 영*

A Study on Variable Block Matching Algorithm using Differential Image and Quad Tree

Il Hwa Jung*, Dai Young Lee* *Regular Members*

요 약

가변블럭정합(Variable Block Matching: VBM) 알고리즘은 영상블럭의 복잡도에 따라 다른 블럭크기를 사용함으로써 복잡한 영역이나 경계부근에서의 이동벡터 추정시 효과적이지만 많은 계산량이 요구되므로 이러한 계산량의 문제점을 해결하기 위해서 최적임계치에 의한 차영상신호를 이용하여 4진 트리구조를 구성하고 각각의 블럭에 대해 여러가지 고속블럭정합 알고리즘을 응용하여 움직임 추정하는 방법을 제안하였다.

ABSTRACT

Variable Block Matching algorithm is effective for the estimation of motion vector at complex or edge region by means of using variable block size with respect to the image block. But since VBM algorithm requires considerable number of operations, to solve this problem, we present an algorithm which uses difference images and quad tree structure, and estimates motion using various fast block matching algorithms.

I. 서 론⁽¹⁾

일반적으로 동영상 데이터는 공간방향 및 시간방향으로 많은 중복성을 가지고 있으므로, 영상데이터를 전송하거나 저장하고자 할 때 전송채널을 효율적

으로 이용하기 위해서 이들 중복성이 제거되어야 하므로 여러가지 방식들이 제안되어 왔다.

제안된 동영상 데이터 압축 방식중에서, 물체의 운동에 기인한 변화를 보상하여 예측하는 방식인 움직임보상코딩(Motion Compensated Coding: MCC)이 많은 데이터를 압축할 수 있다는 것이 알려져 있는데, MCC에서는 이동정보를 검출하는 방법이 가장 중요시되며 이동정보를 검출하는 방법은 크게 나누어서 PRA(Pixel Recursive Algorithm)와 BMA(Block Match-

*경희대학교 전자공학과
論文番號: 96149-0520
接受日字: 1996년 5월 20일

ing Algorithm)로 나눌 수 있는데, 블럭정합 알고리즘의 대표적인 방법으로는 탐색영역내의 모든 점들을 후보점으로 하여 움직임 벡터를 추정하는 전역탐색(Full Search:FS)방식, 고속알고리즘을 이용한 3단계탐색(Three Step Search:TSS)방식, 2차원 대수적 탐색(2-D Logarithm Search:2DL)방식, 단계별 방향 전환 탐색(One at a Time Search:OTS)방식 등이 있다.

전역탐색법은 원시적 탐색법(brute force search:BFS)이라고도 하는데 탐색영역내의 모든 후보점에 대해 변위 벡터에 대한 오차를 계산한 후 오차가 가장 작은 위치를 찾는 방법으로 가장 좋은 성능을 갖는 반면, 계산량이 많은 단점을 가지지만 다른 알고리즘에 비해 규칙적인 데이터 흐름 및 병렬처리 등 하드웨어 구현이 용이하고 좋은 성능을 나타내기 때문에 많은 시스템에서 이를 이용하고 있다.

2차원 대수적 탐색법은 움직임 방향의 오차는 다른 방향의 오차보다 작다는 가정하에서 이동벡터를 찾아가는 방법으로, 원점을 포함한 4가지 방향의 탐색점에 대한 오차를 구하여 그 중 오차가 작은 위치의 벡터로 이동벡터가 결정되며 이와 같은 과정을 반복하다 최소오차가 되는 정합점이 경계선에 도달하면 탐색의 간격을 1/2로 줄이고 위의 과정을 반복하게 되며 마지막으로 탐색간격이 1이 되면 탐색점에서 최소오차를 갖는 점이 최종정합점으로 결정되게 된다.

단계별 방향 전환 탐색법은 우선 어느 한 축을 따라서 원점을 중심으로 3개의 위치에 대해 MAD를 계산하고, MAD가 감소하는 방향으로 탐색해 나가며 이 방향으로 탐색하다가 오차가 최소가 되는 점이 가운데 점이면 처음 탐색한 방향의 conjugate 방향으로 앞의 탐색과정을 반복하는 과정을 거치게 된다.

BMA는 블럭단위의 이동벡터를 이전 프레임의 영상으로부터 직접 구하여 그 정보를 수신단에 전송함으로써 운동을 보상하여 주는 방식인데, 이동벡터 검출에 있어 블럭내의 모든 화소는 단일한 운동을 한다는 가정을 하므로 다른 영역에 속한 경계부근이나 영상이 복잡한 경우에는 이와 같은 가정이 유용성을 잃게 된다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 균일영역에서는 큰 블럭으로, 운동물체의 경계부근에서는 작은 블럭으로써 블럭정합을 하는 가변블럭 알고리즘이 제시되었는데, 본 논문에서는 현재프레임과 이전프레

임의 차영상신호를 이용한 최적임계치를 고려한 후 4진 트리구조를 응용하여 각 단계의 블럭크기에 대해 블럭정합 알고리즘을 적용하는 방법을 제안하였다.

블럭 정합 방식에서는 각 프레임들을 $M \times N$ 블럭으로 나누고, 현재 프레임의 각 블럭들에 대해 이전 프레임의 주어진 탐색 영역 내에서 MAE(Mean Absolute Error)나 MSE(Mean Square Error)등의 주어진 정합 기준에 따라 현재 프레임의 블럭에 가장 가까운 블럭을 찾는다.

일반적으로 N^2 으로 주어지는 블럭의 크기에 대해 탐색을 위한 최대 변위를 w 라고 했을때 전 탐색 블럭정합 방식에서 사용되는 후보 블럭의 수는 $(2w + 1)^2$ 이 되므로 w 가 커지게 되면 실시간 구현이 어렵게 되므로 전탐색 방식의 성능을 기준으로 설정하고 이와 동등한 성능을 얻으면서 계산량을 감축하기 위한 고속 알고리즘들이 많이 연구되어 왔으며 이러한 기법들은 모두 추정을 위한 정합점이 최소 왜곡의 방향(direction of minimum distortion:DMD)으로 부터 멀어질수록 예측오차가 증가한다는 가정에 근거한다.

이동벡터는 여러 개의 시행 벡터(trial vector)에 대해서 평가함수 $D(i, j)$ 를 비교하여 $D(i, j)$ 가 최소가 될 때의 시행 벡터로 결정되고, 두 블럭의 비슷한 정도를 나타내는 왜곡 함수(distortion function)는 블럭내의 각 화소 단위로 계산된다.

II. 기존의 블럭 정합 알고리즘

II-1. 가변 블럭 정합 알고리즘⁴⁾

움직임 영상을 압축하기 위해 일반적으로 널리 사용하는 움직임 보상부호화(motion compensated coding:MCC)기법은 움직임을 추정하여 보상하는 과정과 움직임 보상된 차신호를 보상하는 과정을 거쳐 수행된다. 그 중에서도 움직임 보상은 부호화될 차신호 분산을 최소화 시키면서도 실제적인 움직임을 정확히 반영하는 신뢰성 있는 움직임 정보에 의해서 수행되어야 한다.

또한 움직임 정보의 상관성을 활용하는 움직임 벡터부호화 기법의 사용이 필수적이며 계산량 및 구조상의 복잡성이 적절하게 유지되어야 하는데 실시간 구현의 용이성 때문에 일반적으로 사용하는 블럭 정합 방식(block matching algorithm:BMA)에 근거한 움직

입 추정 기법들에서는 고정된 크기의 블록 단위마다 움직임 벡터를 추정하므로 영상의 국부적인 변화에 따른 움직임을 효과적으로 반영하기 어렵게 된다.

물론 블록 크기를 작게 하면 복잡한 움직임도 추정할 수는 있지만 움직임 정보의 전송 부담(overhead)이 지나치게 증가되므로 움직임 추정 성능과 움직임 정보의 전송 부담간의 적정선을 선택한다면 가변 블록 크기(variable block size: VBS)모델을 이용한 움직임 추정을 고려할 수 있다.

즉, 움직임 추정의 단위마다 블록크기를 적응적으로 설정하고, 결정된 VBS 구성정보를 움직임 벡터 정보와 함께 전송하는 방식이 VBS 움직임 추정 기법이다. 본 논문에서는 이와 같은 VBS 움직임 추정기법에 의한 움직임보상 부호화기법의 성능 개선을 심층적으로 연구하였다.

II -2. 분류기를 사용한 가변 블록 정합 알고리즘^[3]

그림 1은 분류기를 사용하는 가변 블록 정합(Classified Variable Block Size Matching: CVBSM) 알고리즘의 개략도인데, 여기에서 분류기는 각 블록을 background, shade-motion 그리고 edge-motion으로 구분하며 background와 shade-motion 블록에서 계산량을 줄일 수 있으며 edge-motion 블록에서는 정확한 움직임 정보를 얻기 위해서 전탐색을 행하게 되고 움직임 벡터는 DPCM에 의해 부호화된다.

분류기의 개략도를 그림 2에 나타냈는데 이것은 2 단계로 구성되어있으며 첫번째 단계는 입력블록을 background 블록과 motion 블록으로 구분하며 motion 블록은 두번째 단계에서 edge/shade 분류기에 의해 edge-motion과 shade-motion 으로 분류된다.

첫번째 단계에서 background 블록을 분류하기 위해 background distortion이 적용되는데 background distortion bd는 식(1)에 의해서 구하여 진다.

$$bd = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{m-1} (x(i, j) - r(i, j)), \quad 0 \leq i, j < m \quad (1)$$

여기에서 m은 블록의 크기이고 x(i, j)와 r(i, j)는 현재 프레임과 이전 프레임에서의 각각의 화소값으로 만일 background 왜곡이 임계치보다 작으면 그 블록은 background 블록이 되며 임계치 이상일 때는 motion 블록으로 구분된다.

두번째 단계인 Edge/Shade 분류를 위해 분류기는 motion 블록을 shade-motion과 edge-motion으로 분류하는데 이와같은 분류를 위해 zero-mean 벡터 D가 사용된다.

$$D(i, j) = x(i, j) - \eta, \quad 0 \leq i, j < m$$

η : 블록내의 화소평균 (2)

만일 블록내의 모든 D값이 식(2)을 만족하면 이 블록은 shade-motion이 된다.

$$|D(i, j)| < \tau, \quad i, j = 0, \dots, m-1 \quad (3)$$

만족하지 않으면 edge-motion이 된다. τ 는 가변임계치로서 여기에서는 $\tau = 0.5 \times \eta$ 이다.

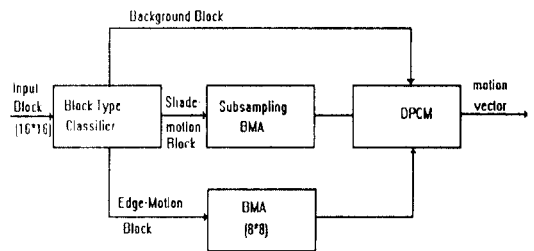


그림 1. 가변블록정합 알고리즘 블록도

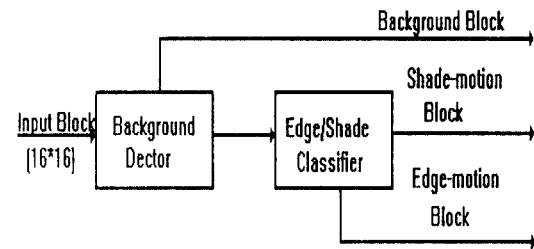


그림 2. 분류기

또한, 가변블록정합 알고리즘에서는 계산량을 줄이기 위해 각 분류기마다 다른 블록 정합알고리즘을 사용하는데 shade-motion의 경우에는 그림 3에서와 같이 subsampling방법을 사용하여 전체의 1/4에 해당하는 화소만을 사용함으로써 전탐색에 비해 1/4로 계산량을 줄일 수 있다.

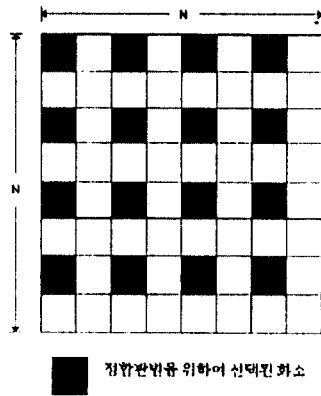


그림 3. ↓ 4 subsampling

III. 차영상신호를 이용한 4진 트리구조에서의 가변 블럭정합 알고리즘

본 논문에서는 현재프레임과 이전프레임에서의 각각의 블럭에 대한 임계치로서 식(4)와 같은 ABD(Absolute Block Difference)를 기준으로 블럭을 분할하였는데, 그림 4의 흐름도와 같이 16×16, 8×8, 4×4 등의 각 블럭에 대해 각각 다른 블럭정합 알고리즘을 사용하였다.

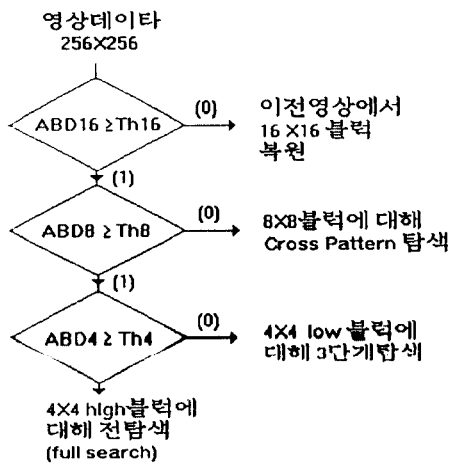


그림 4. 4진트리구조를 이용한 가변블럭정합 알고리즘의 흐름도

16×16블럭에 대해서는 움직임 없는 블럭으로 인식하고 이전프레임의 블럭에서 보상을 하고, 8×8블럭에 대해서는 CPS(Cross Pattern Search)를 사용하고, 4×4블럭에 대해서는 임계치를 넘지 못할 경우 저밀도블럭으로 인식하고 3단계 탐색알고리즘을 적용하였으며 임계치를 넘는 고밀도 블럭에서는 전탐색을 적용하였다.

ABD는

$$ABD_p(i, j) = |x_p(i, j) - x_{p-1}(i, j)| \quad \text{for } 0 \leq i, j \leq N-1 \quad (4)$$

$x_p(i, j)$ 와 $x_{p-1}(i, j)$ 는 현재프레임과 이전프레임의 화소값이며, N은 블럭크기이다.

III-1. 4진 트리구조^{[2][5]}

4진 트리구조 부호화는 이진 영상의 부호화를 위해 제안되었던 것인데, P. Strobach에 의해 차영상 부호화에 도입되었으며, 그림 5에서와 같이 영상을 정해진 큰 구획으로 나눈 다음, 각 구획을 다시 크기가 작은 구획으로 분할해 가는 방법을 사용한다.

분할은 현재 구획내의 신호들의 값을 이용하여 구획내의 신호들의 변화가 거의 없다고 추정될 때까지 반복적으로 행해지는데 각 노드(node)는 그 크기에 해당하는 작은 구획을 나타내며, 각 노드가 4개의 가지를 가지는 것은 해당구획이 다시 4개의 작은 구획으로 분할된다는 것을 의미한다.

node/class	QT code	Symbol
non-leaf	1	●
leaf		
low detail(Lo)	0	□
high detail(Hi)	1	■

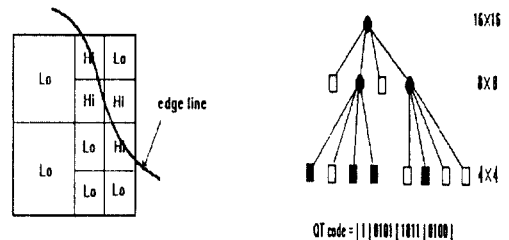


그림 5. 4진트리 구조에 의한 블럭 분할 과정

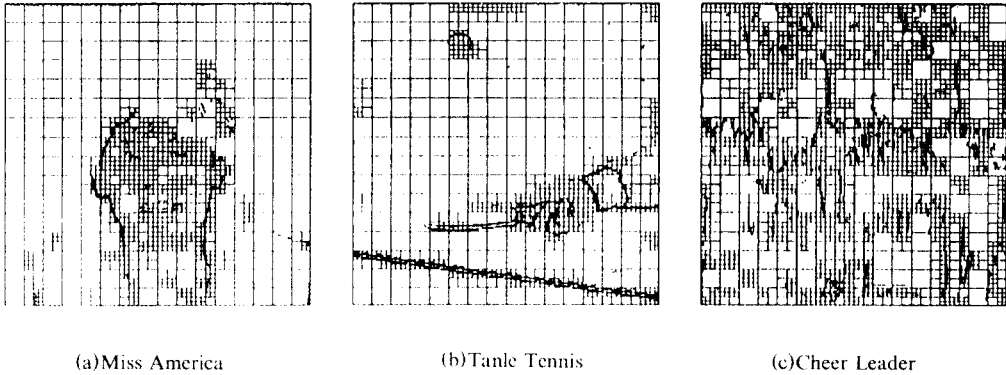


그림 6. 4진 트리로 구조를 이용한 영상분할

본 논문에서 제안한 움직임 추정은 현재 프레임과 이전 프레임을 비교하여 같은 화소위치에 대한 왜곡 값이 임계치보다 작으면 그 블록은 균일하다고 보고, 임계치 이상이면 4진트리를 이용하여 다시 4개의 부분블록으로 나누고 또 다시 부분블록에 대한 균일성 여부를 검사하여 더 이상 움직임이 임계치 이하일때까지 반복한다.

그림 6은 Miss America, Table tennis, Cheer leader 영상에 대해 4진트리 구조를 적용하여 16×16에서 4×4까지의 블록으로 분할한 결과를 보인 것이다.

III -2. 움직임추정에 사용한 고속블록매칭 알고리즘

III -2-1. 3단계탐색(Three Step Search)방법

BMA에서 가능한 변위의 수 $(2P + 1)^2$ 의 진부에 대해 연산을 하는 경우, 많은 계산량 때문에 변위를 몇개의 단계로 나누어 예상변위를 순차적으로 줄여 나가면서 계산량을 줄이는 고속 알고리즘이 개발되어 왔으며, 현재 개발된 고속 알고리즘 중에서 성능과 하드웨어 구현의 용이성 등을 고려하면 Koga 등이 제안한 3단계탐색법(three step search: TSS)이 성능면에서 우수하다고 볼 수 있는데, 이 방식은 그림 7에서와 같이 세 단계의 간격을 줄여가며 정합점을 찾아나가는 방식으로, 처음에는 큰 간격의 9개의 후보점에 대해 오차가 가장 작은 위치를 찾고, 찾은 위치를 중심으로 간격을 줄인 후 위 과정을 반복하여 오차가 최소인 위치를 찾고 그 점에 대해 다시 간격을 더욱 줄여 최종 정합점을 찾게 된다.

III -2-2. CPS(Cross Pattern Search)방법

가변블록정합 알고리즘에서 사용한 $\downarrow 4$ subsampling은 임의의 화소를 주리 만든 고속알고리즘이므로 전 탐색 알고리즘에 비해 계산량이 1/4로 감소하지만 일부의 경사가 있는 에지에 대해서는 움직임을 추정을 못하는 경우가 있게 된다.

따라서 본논문에서는 8×8 에 대해 $\pm 45^\circ$ 의 경사가 있는 에지블록에 대해 그림 8에서와 같은 크로스패턴 탐색을 도입하였는데, 그 결과 기존의 $\downarrow 4$ subsampling보다는 화질면에서 앞서는 결과를 얻었다.

Cross패턴탐색의 평가함수로 사용되는 MAD(mean absolute difference)는 $N \times N$ 블록에 대하여 식(5)과 같이 정의된다.

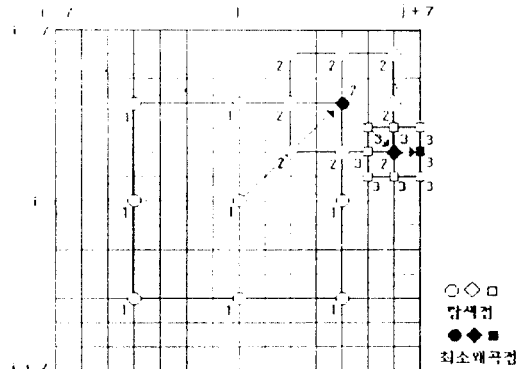


그림 7. 3단계 탐색

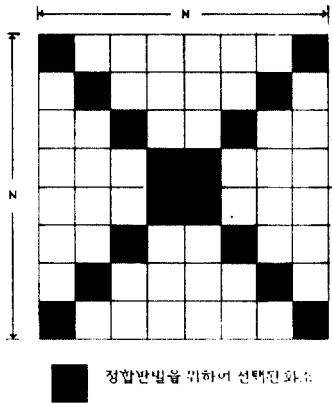


그림 8. cross 패턴 탐색

$$MAD = \frac{1}{2N} \sum_{n=0}^H \{ |f_k(x+n, y+n) - f_{k-1}(i+n, j+n)| + |f_k(x+H-n, y+n) - f_{k-1}(i+H-n, j+n)| \} \quad (5)$$

여기서 $H=N-1$ 이고, $f_k(x, y)$ 는 (x, y) 에서의 k 번째 프레임의 화소값이다.

IV. 실험결과 및 고찰

본 논문에서는 제안한 방법의 성능을 평가하기 위한 비교영상으로는 움직임이 비교적 적은 Miss America 20프레임, 운동량이 큰 Table tennis 20프레임, 영상이 복잡한 Cheer leader 20프레임을 사용하였다.

각 영상에 대해 x, y 방향에 대한 변위추정 허용치는 Miss America영상에서는 6화소까지 Table tennis영상에서는 7화소까지 추정할 수 있게 하였으며 차영상신호에 있어서 임계치는 움직임이 작은 Miss America 보다 움직임이 큰 Table tennis의 경우에 크게 하여 계산량을 감소시키면서 화질을 개선하고, 영상이 복잡한 Cheer leader에서는 실험을 통해 연산수와 화질을 고려하여 최적임계치를 설정하였으며 성능 비교를 위한 알고리즘으로는 전 탐색인 8×8 BFS(Brute Force Search)알고리즘과 분류기를 사용한 가변블러정합 알고리즘을 사용하였는데 실험결과 움직임이 작은 Miss America sequential frame에서는 기존의 CVBSM에 비해 PSNR은 평균적으로 약 2.5dB개선되고 연산량은

34%감소되었고, 운동량이 큰 table tennis sequential frame에서는 PSNR은 평균적으로 약 3.0dB정도 개선되고 연산수는 85.7%감소 시키고, 영상이 복잡한 cheer leader sequential frame에서는 PSNR이 약 2.4dB정도 개선되고, 연산량은 48.5%감소함을 볼수 있었다.

표 1. 각 방식에서의 계산량의 비교(S/W 구현)

Frame no	연산수		Frame no	연산수	
	CVBSM	제안한 방법		CVBSM	제안한 방법
1	3,765,344	3,289,344	6	3,457,088	2,845,888
2	4,717,152	2,997,312	7	5,793,344	2,456,512
3	5,252,544	3,018,944	8	2,586,400	2,721,504
4	3,586,880	2,872,928	9	5,706,816	2,602,528
5	5,366,112	2,883,744	10	2,851,392	2,586,304
Brute Force Search		$1024 \times (2 \cdot 6 + 1)^2 \times 64 \times 2 = 22,151,168$			

(a) Miss America

Frame no	연산수		Frame no	연산수	
	CVBSM	제안한 방법		CVBSM	제안한 방법
1	18,273,664	1,340,672	6	17,373,664	2,463,872
2	18,504,064	3,399,872	7	19,504,864	1,571,072
3	18,410,464	4,235,072	8	18,028,864	2,651,072
4	18,000,064	3,011,072	9	18,345,664	1,995,872
5	17,978,464	3,140,672	10	17,265,664	2,125,472
Brute Force Search		$1024 \times (2 \cdot 7 + 1)^2 \times 64 \times 2 = 29,491,200$			

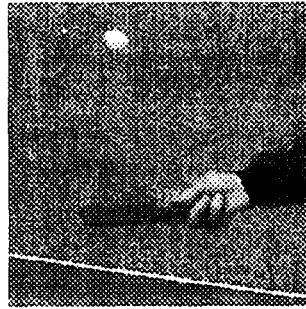
(b) Table tennis

Frame no	연산수		Frame no	연산수	
	CVBSM	제안한 방법		CVBSM	제안한 방법
1	13,838,464	8,202,272	6	14,608,864	2,982,272
2	15,688,864	7,943,072	7	14,558,464	5,970,272
3	14,486,464	7,151,072	8	15,069,664	6,855,872
4	13,867,264	6,193,472	9	15,026,464	7,179,872
5	13,874,464	9,087,872	10	15,400,864	6,654,272
Brute Force Search		$1024 \times (2 \cdot 7 + 1)^2 \times 64 \times 2 = 29,491,200$			

(c) Cheer leader



(a)Miss America
PSNR = 38.153dB



(b)Table Tennis
PSNR = 29.791dB



(c)Cheer Leader
PSNR = 29.772dB

그림 9. 제안한 방법에서의 복원영상

표 2. 복원영상의 PSNR

프 레 임	PSNR [dB]			프 레 임	PSNR [dB]		
	8*8 BFS	CVBSM	제안 방법		8*8 BFS	CVBSM	제안 방법
1	38.751	37.04	38.051	11	39.292	36.258	38.192
2	39.466	37.93	38.58	12	39.531	36.993	38.492
3	39.503	36.34	38.556	13	39.78	37.533	39.1
4	38.831	35.97	38.153	14	39.561	36.361	38.1
5	38.186	35.34	37.938	15	38.601	36.039	38
6	38.008	35.7	37.964	16	39.165	35.413	38.1
7	39.71	37.06	39.065	17	38.816	35.651	38.3
8	39.123	35.91	38.767	18	37.527	35.655	37
9	39.087	36.48	38.703	19	37.949	35.73	36.1
10	39.222	36.22	38.652	20	38.314	36.747	38.1

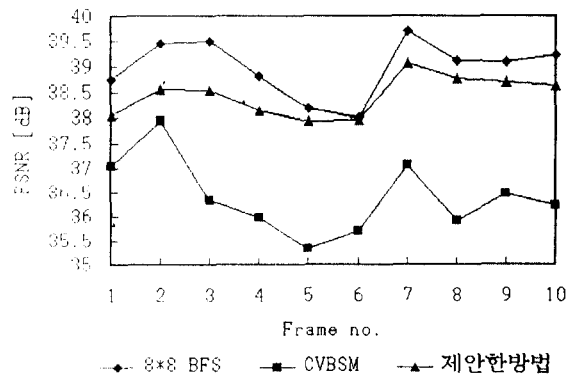
(a) Miss America

프 레 임	PSNR [dB]			프 레 임	PSNR [dB]		
	8*8 BFS	CVBSM	제안 방법		8*8 BFS	CVBSM	제안 방법
1	28.705	25.418	28.294	11	28.864	26.967	27.844
2	28.894	26.379	28.255	12	29.388	27.283	28.57
3	29.394	26.382	28.674	13	29.717	27.432	28.657
4	29.703	26.398	28.865	14	29.754	26.727	28.34
5	28.362	25.39	27.944	15	31.45	28.048	31.155
6	31.455	28.68	29.772	16	30.346	28.115	29.527
7	30.402	27.34	29.129	17	30.123	28.054	29.148
8	30.405	27.66	29.144	18	30.385	28.186	29.279
9	30.627	27.743	29.274	19	29.876	27.764	29.121
10	30.13	26.958	29	20	29.688	27.3	29.113

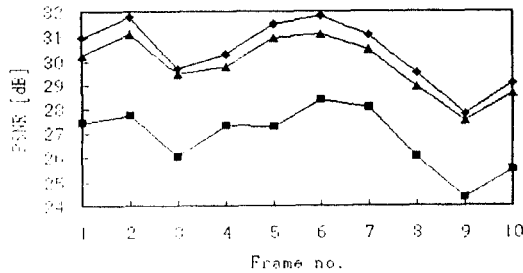
(c) Cheer Leader

프 레 임	PSNR [dB]			프 레 임	PSNR [dB]		
	8*8 BFS	CVBSM	제안 방법		8*8 BFS	CVBSM	제안 방법
1	30.988	27.43	30.283	11	29.115	27.3	28.5
2	31.798	27.762	31.139	12	27.878	26.1	27.4
3	29.715	26.031	29.486	13	26.819	25.502	26.5
4	30.312	27.3	29.791	14	28.291	26.594	27.9
5	31.508	27.28	30.956	15	28.631	26.989	28.1
6	31.838	28.39	31.148	16	29.435	27.88	28.72
7	31.098	28.05	30.495	17	28.68	26.702	27.9
8	29.523	26.04	28.94	18	30.003	28	29.7
9	27.772	24.34	27.496	19	30.122	28.488	29.5
10	29.096	25.52	28.659	20	29.704	27.628	29.1

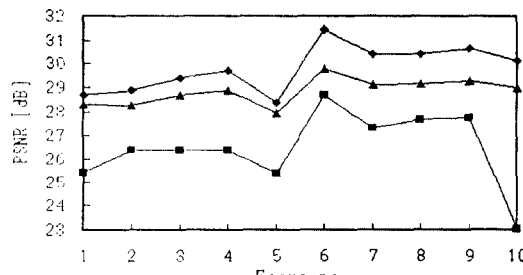
(b) Table Tennis



(a) Miss America



(b) Table Tennis



(c) Cheer Leader

그림 10. 복원영상의 PSNR

V. 결 론

본 논문에서는 기존의 가변블럭 알고리즘과 분류기를 이용한 가변블럭 알고리즘에서의 문제점인 계산량의 문제를 보완하기 위해서 차영상을 이용한 4진트리 구조를 적용하여 블럭을 더욱 세분화 한 후 블럭정합 알고리즘을 사용하는 방법을 제안하였는데, 가장 차영상신호가 큰 4x4블럭에 대해서는 전탐색인 BFS 탐색방법을, 그리고 나머지 4x4 블럭에 대해서는 3단계 탐색 방법을 사용하였으며 8x8블럭에 대해서는 차영상신호가 그리크지 않다고 생각되어 ±45° 경사진 부분을 탐색하기 위해 CPS방법을 사용하였다.

실험결과 움직임이 작은 Miss America 영상에서는 기존의 CVBSM에 비해 PSNR은 평균적으로 약 2.5dB 개선되고 연산량은 34% 감소되었으며, 운동량이 큰 Table tennis 영상에서는 PSNR은 평균적으로 약 3.0dB정도 개선되고 연산량은 85.7%감소, 영상이 복잡한 Cheer leader 영상에서는 PSNR이 약 2.4dB정도 개선되고, 연산량은 48.5%감소함을 볼수 있었다.

따라서 기존의 방법과 비교하여 속도나 화질면에서 개선점을 볼 수가 있었는데, 가변적인 블럭에서의 평행 움직임이 아닌 여러가지 회전 움직임에서도 효율적으로 움직임을 추정할 수 있는 방법의 적용이 추후 연구과제라고 생각된다.

참 고 문 헌

1. H. G. Musmann, P. Pirsch and H. J. Grallert. "Advances in Picture Coding", in SPIE, Visual Commun. Image Processing '88, vol. 73, No. 3, April 1985.
2. V. Seferidis, M. Ghanbari, "Generalised block-matching motion estimation using quad-tree structured spatial composition", IEE Proceeding, Image Signal Process, Vol. 141, No. 6, Dec, 1994.
3. S. Y. Huang, H. Y. Hsieh, "Classified variable block size motion estimation algorithm for image sequence coding", in ICIP'94, pp. 739-740, Nov, 1994.
4. M. H. Chan, Y. B. Yu and A. G. Constantinides, "Variable size block matching motion compensation with application to video coding", IEE Proceedings, Vol. 137, Pt. I, No. 4, August 1990.
5. M. H. Lee and G. Crebbin, "Image sequence coding using quadtree-based block-matching motion compensation and classified vector quantisation", IEE Proceeding, Vis, Image Signal Proceeding, Vol. 141, No. 6, December 1994.



정 일 화(Il Hwa Jung) 정회원
 1966년 1월 3일생
 1991년 2월:경희대학교 전자공학과 공학사
 1993년 8월:경희대학교 대학원 전자공학과 공학석사
 1993년 9월~현재:경희대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학중

※주관심분야:영상데이터 압축, 통신

이 대 영(Dai Young Lee)

정회원

한국통신학회 논문지 제20권 3호 참조