

가변 블록을 고려한 블록 정합 알고리즘에 관한 연구

(A Study on Block Matching Algorithm with Variable-Block Size)

金 珍 台,**朱 昌 熙*, 崔 宗 秀*

(Jin Tae Kim, Chang Hee Joo, and Jong Soo Choi)

要 約

- 본 논문에서는 기존의 블록 정합 알고리즘보다 화질 향상을 이룩한 개선된 알고리즘을 제안한다. 부분블록이 object의 boundary를 포함하면-수직 성분만 고려-부분블록을 가변시켜 영상의 특성에 따라 움직임 벡터를 구한다. 실제 영상을 처리한 결과 기존 알고리즘인 3 단계 調査法(three step search)보다 약 1.1dB의 화질 향상이 있었다.

Abstract

A new block matching algorithm that improved the existing block matching algorithm in terms of image quality is proposed in this paper. The subblock of image including the vertical edge of object is subdivided into new two subblocks, and the moving vector found.

The result of computer simulation shows on real image that the image quality by the algorithm becomes higher than that of the three step search algorithm by 1.1dB.

I. 서 론

디지털 신호처리는 정확하고, 안정하며, 잡음에 강하고, time-multiplexing 등 아날로그 통신에서 기대할 수 없는 많은 잇점들 때문에 19C부터 꾸준히 발전되어 왔다. 초기의 디지털 신호처리는 주로 음성 신호에 국한되었으나, 오늘날 VLSI의 발전과 대형 컴퓨터의 등장으로 대량의 정보를 용이하게 저장할 수 있게 되었고 또한 통신기술의 발달로 많은 정보를 가지고 있는 영상신호에까지 그 영역을 넓히고 있다. 이에 따라 디지털 영상신호를 저장하고, 처리하

여, 전송할 필요성이 요구되고 있으며 현재 사용하고 있는 전송로를 효율적으로 이용하기 위해 영상정보의 감축을 위한 영상 부호화가 1970년대 이후 TV 전화(videophone), TV 회의(videoconferencing), 종합 정보 통신망(integrated services digital network) 등의 분야에서 폭넓게 연구, 개발 되어오고 있다. 영상 부호화의 목적은 전송하고자 하는 원래의 영상을 충실히 표현하고 재생하는데 있어 필요한 비트 수를 가능한 최소로 압축하는데 있다고 할 수 있다.

한편 국제전신전화자문위원회(CCITT)에서는 비디오폰의 실용화를 위한 영상 부호화 방법중에서 움직임 보상 부호화와 VQ의 결합, 혹은 움직임 보상 부호화와 변환 부호화(주로 DCT)를 결합하는 복합 부호화(hybrid coding) 방식을 고려하고 있다. 이에

*正會員, **準會員, 中央大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng., Chungang Univ.)

接受日字: 1989年 2月 13日

본 논문에서는 현재까지 개발된 움직임 보상 부호화법의 알고리즘을 비교, 검토하고 보다 정확한 영상복구가 가능하도록 개선된 알고리즘을 구성해 본다.

II. 움직임 보상 부호화

1. PRA와 BMA

연속하는 영상들에서 인접한 두 프레임 사이에 존재하는 중복성을 억제시키는 방법으로 MCC (motion compensated coding)가 있다. MCC는 연속하는 프레임에서 이동된 움직임 정보와 프레임간의 차동 신호를 전송하는 방식이다. 비디오폰과 같은 저전송률용 코덱에서는 전송하는 데이터양의 절감을 위해 sub-sampling (초당 10프레임, 15프레임 등)을 사용하는데 이 경우 타 영상 부호화법보다 MCC의 위치가 더욱 중요하다. MCC는 움직임을 검출하는 방법에 따라 PRA (pel recursive algorithm)^{1,2}와 BMA (block matching algorithm)³로 나누어진다.

PRA는 화소단위로 반복적으로 움직임을 추정하여 영상정보를 감축하는 방법으로 Netravali 등에¹¹의해 처음으로 제안되었다. 이 방법은 화소단위로 움직임을 추정하기 때문에 정확한 값을 얻을 수 있으나, 계산량이 많고 복잡하여 실시간 처리와 하드웨어 구현이 어렵다. 반면 BMA는 2차원 영상을 여러개의 부분블록으로 나누어 부분블록 단위로 물체의 움직임을 추정하여 영상 부호화에 적용시킨 방법이다. BMA는 블록 단위로 움직임 벡터를 추정하므로 PRA보다 정확도는 떨어지지만 계산량이 많지 않은 잇점을 가지고 있어 실시간 처리에 좋다.

그림 1은 BMA를 이용한 부호기를 나타낸다. BMA의 우수성을 판단하는 기준으로 다음과 같은 조건들이 있다.

- a. 예측에러 값이 zero에 가까울 것.
- b. 계산량이 작을 것
- c. 하드웨어 구현이 쉬운 것.
- d. 움직임 벡터의 전송량이 적을 것.

2. 기존의 BMA

BMA는 연속하는 프레임 사이의 움직임을 검출함에 있어 시간축으로 인접한 두 프레임 내에서 부분블록 사이의 상관 계수를 비교하여 최대치를 움직임 보상 위치로 이용하는 방법이다. 그림 1에서와 같이 버퍼 메모리에 있는 직전 프레임을 사용하여 현재 프레임을 예측하고 그 움직임 벡터와 예측오차를 전송한다. BMA에 의한 움직임 벡터 검출시 먼저 현 프레임의 영상을 고정된 크기의 작은 블록으로 나누고 나서, 블록 내의 모든 화소는 같은 병진운동을 한다는

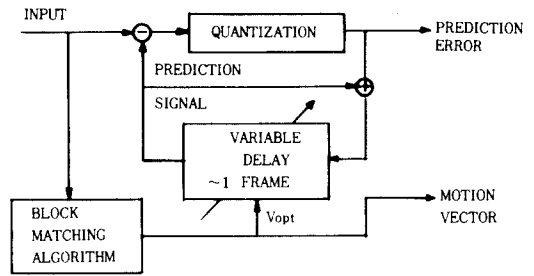


그림 1. BMA를 이용한 부호기
Fig. 1. Encoder using BMA.

가정하에 이전 프레임의 적당한 크기를 갖는 조사영역 내에서 현 프레임의 블록과 상관계수 값이 최대가 되는 위치를 찾아 그 위치를 움직임 벡터로 한다.

그림 2는 블록의 크기와 조사영역의 관계를 그림으로 나타내었다. 블록의 크기가 $M \times N$ 이고 최대 이동 변위가 P 일때 조사영역의 크기는 $(M + 2P) \times (N + 2P)$ 가 된다. 현재 프레임 내부의 부분블록 U 와 이전 프레임의 조사영역 U_r 사이의 상관성을 구하기 위해 다음과 같은 함수 $D(\cdot)$ 를 정의 한다.

$$D(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N G(U(m, n) - U_r(m+i, n+j))$$

단, $-P \leq (i, j) \leq P$

여기서,

$G(\cdot) : |X|$ 와 X^2 과 같은 비선형 함수

$U_{(m,n)}$: 현재 프레임에서 $M \times N$ 크기의 부분블록의 화소의 밝기

$U_{r(m+i, n+j)}$: 이전 프레임에서 $(M + 2P) \times (N + 2P)$ 크기의 조사영역의 화소의 밝기

P : 최대 이동 변위

이때, $D(i, j)$ 가 최소로 되는 (i, j) 의 위치가 움직임 벡터가 된다.

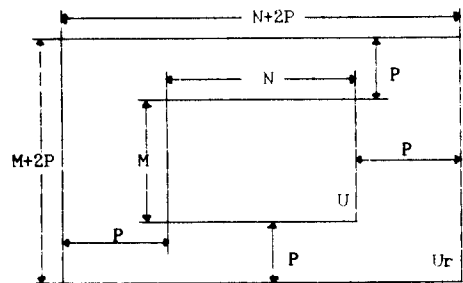


그림 2. 調査領域과 부분블록의 관계
Fig. 2. Geometry for search area and subblock.

최대 이동 변위가 P일때 가능한 예상 변위 수는 $(2P+1)^2$ 이 된다. 예상 변위 전체에 대해 탐색하는 방법을 원시적 조사법(brufe force search)이라 한다. 그러나 이 방법은 계산량이 너무 많아 하드웨어 구현이 매우 어렵다. 따라서 왜곡함수 $D(i, j)$ 가 quadrant-monotonic⁹⁾하다고 가정하여 예상 변위를 몇 개의 조사단계(search step)로 나누어 예상변위(search point)를 순차적으로 줄여 나가면서 계산량을 줄이는 fast algorithm들이 개발되었다. quadrant-monotonic이라는 것은 왜곡함수가 최적 변위에서 멀어질 수록 커진다는 것을 의미하는 것으로 실제 영상에 비교적 잘 맞는 가정이다. 그러나 이러한 가정이 국부적으로 벗어나는 경우가 있기 때문에 fast algorithm들이 원시적 조사법보다 다소 성능이 떨어진다.

지금까지 개발된 fast algorithm에는 다음과 같은 것들이 있다.

- (1) three step search¹⁾
- (2) 2-D logarithmic search (direction of minimum distortion)⁴⁾
- (3) menu vector search⁵⁾
- (4) modified 2-D logarithmic search⁶⁾
- (5) conjugate directional search⁷⁾
- (6) one at-a-time search⁸⁾
- (7) orthogonal search⁹⁾

fast algorithm과 원시적 조사방법을 표 1에 비교하였다. 표 1에서 min.은 최선의 경우이고 max.는 최악의 경우를 나타내며, MAXIMUM DISP.는 최대 이동 변위를 표시한다.

모든 algorithm은 search step과 search piont의 수에 따라 구별할 수 있는데, 하드웨어 구현시에는 다음 조건을 만족하는 algorithm일 수록 유리하다.

- a. serch point가 작은 것.
- b. search step이 가능한 작은 것.
- c. search step이 고정된 것.

표 2에는 fast algorithm과 원시적 조사법의 성능을 비교하기 위하여 실제 영상인 SUSAN과 ELLEN에 적용하여 얻은 PSNR과 Entropy 이다.

따라서, 현재 개발된 fast algorithm 중에서 알고리즘의 성능면과 하드웨어 구현의 용이성 등을 고려하면 Koga 등이 제안한 3단계 調査法(three step search)이 가장 우수하다고 판명된다.

III. 에지 정보를 고려한 BMA

1. 3 단계 調査法

앞 절에서 fast algorithm중 TSS(three step search)가 실제 코덱에 적용할 경우, 가장 우수한 알고

표 1. 여러가지 fast algorithm의 비교

Table 1. Comparison among fast algorithms.

SEARCH ALGORITHM	SEARCH POINTS	SEARCH STEPS	MAXIMUM DISP.
ALGORITHM 1	13	3	6
ALGORITHM 2	25	1	*
ALGORITHM 3	min. 13	3	5
	max. 21	7	
ALGORITHM 4	min. 1	1	6
	max. 19	6	
ALGORITHM 5	min. 7	3	5
	max. 14	11	
ALGORITHM 6	min. 5	2	5
	max. 13	10	
ALGORITHM 7	13	6	6
BRUTE-FORCE	169	1	6

ALGORITHM1:three step search, 2:menu vector search,
 3:2-Dlogarithmic search(DMD), 4:modified 2-Dlogarithmic search,
 5:conjugate directional search, 6:one at-a-time search,
 7:orthogonal search.

표 2. Fast algorithm의 성능

Table 2. Performance of fast algorithm.

영 상	SUSAN		ELLEN	
	PSNR (dB)	entropy (b/p)	PSNR (dB)	entropy (b/p)
I-DPCM	28.02	3.49	27.67	3.96
NEW	31.23	3.19	29.68	3.85
OTS	35.04	2.81	32.45	3.29
ORTHO	34.97	2.79	32.52	3.31
TSS	35.60	2.73	33.41	3.22
DMD	35.68	2.72	33.47	3.20
BRUTE	36.29	2.66	34.79	3.13

I-DPCM:interframe DPCM, NEW:modified 2-D logarithmic search,
 OTS:one at-a-time search, ORTHO:orthogonal search,
 TSS:three step search, DMD:direction of minimum distortion,
 BRUTE:brute forch search.

리즘이라고 판명되었다. TSS는 Koga 등이³⁾ 제안한 알고리즘으로 MAD(mean of the absolute frame difference) 혹은 MAE(mean absolute error)를 왜곡 함수(cost function)로 사용한다.

TSS의 처리 과정은 다음과 같다.

단계 1 : 최대 이동 변위를 ± 6 pel이라 가정하고, 기준 변위(처리하고자 하는 부블록과 조사영역 내에서 시간적으로 일치되는 변위)를 중심으로 전 후 좌 우 45° 대각으로 3 화소씩 떨어져 있는 9개의 변위에

대해 MAD를 구한다. 이때 MAD 값이 가장 최소인 변위(그림 3에서 V_1)를 구한다.

단계 2 : 단계 1에서 구한 변위를 중심으로 각각 2 화소씩 떨어져 있는 9개의 변위에 대해 MAD를 구하고, 가장 최소의 MAD 값을 갖는 변위의 위치(그림 3에서 V_{12})를 구한다.

단계 3 : 단계 2에서 구한 변위를 중심으로 각각 1 화소씩 떨어져 있는 9개의 변위에 대해 MAD를 구하고, 가장 최소의 MAD 값을 갖는 변위(그림 3에서 V_{123})를 구한다.

단계 3에서 최종적으로 구한 위치(V_{123})가 부분 블록의 움직임 벡터가 된다. 그림 3에 TSS의 처리과정을 도식적으로 표시하였다.

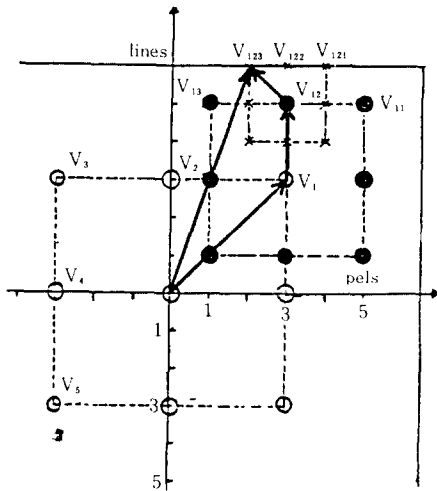


그림 3. 3단계 調査法의 처리과정
Fig. 3. The three step search procedure.

2. TSS의 문제점

TSS를 포함한 기존의 블록 정합 알고리즘들은 다음과 같은 가정들이 필요하게 되는데 이런 가정들이 화질 저하의 원인이 된다. 따라서 TSS가 가지고 있는 다음과 같은 모순점을 극복한다면 더 좋은 예측 효율과 계산량의 감소를 가져올 수 있다.

(a) 부분 블록 내의 모든 화소는 같은 운동을 한다.

이러한 가정은 모든 fast algorithm의 성능의 한계를 원시적 조사법 이하로 만든다. 즉 부분 블록 내의 화소들이 서로다른 움직임을 갖는 경우, 특히 움직이는 물체의 boundary를 포함하는 경우에 성능 저하가 심하다

(b) 부분 블록의 크기와 형태는 같다.

TSS는 전체 입력 영상을 동일한 형태의 크기를 갖는 부분 블록으로 나누고, 부분 블록과 동일한 차원을 가지면서 왜곡이 최소인 블록을 조사영역에서 찾는다. 이는 (a)에서와 마찬가지로 블록을 입력 영상의 특성에 따라 블록의 크기를 변화시킬 수 있다면 화질 개선을 할 수 있다.¹⁰⁾

(c) 모든 부분 블록에 대해 TSS를 행한다.

TV회로나 TV전화 등과 같은 비교적 움직임이 적은 영상을 대상으로 하는 경우에 영상의 많은 부분은 시간이 경과하여도 변하지 않는다. 따라서 적당한 factor를 정하여 이 부분임을 알 수 있다면 많은 계산량을 줄일 수 있다.

위에서 살펴본 바와 같이 TSS가 갖고 있는 기본적인 모순점을 극복하여 원시적 조사법보다 더 좋은 예측 효율을 갖을 수 있도록 TSS를 보완하였다.

3. 개선된 BMA

입력된 영상을 8*8 크기의 부분 블록으로 나눈다. 부분 블록의 움직임 추정을 하기 전에 부분 블록이 움직인 부분 블록인가 아닌가를 판정한다. 이렇게하여 실제 배경과 같은 움직임이 없는 부분을 검출하여 움직임 추정을 하지 않음으로 해서 계산량을 감소시킨다. 따라서 움직임 추정은 움직인 블록이라 판정된 부분 블록에만 행한다. 이때 움직임을 판단하는 기준은 puri 등이¹¹⁾ 사용한 방법을 도입하였다. 먼저 2개의 파라미터 T_0 , N_0 를 정한다. 만일, 화소 (m, n) 이 다음 식을 만족하면 움직인 화소라 한다. $|U(m, n) - U_r(m, n)| \geq T_0$, 여기서 $U(\cdot, \cdot)$ 와 $U_r(\cdot, \cdot)$ 는 각각 현재 프레임, 직전 프레임의 화소이다. 움직인 화소 수가 N_0 보다 많거나 같을 경우 그 부분 블록을 움직인 블록이라 판정했다. 여기서 각 화소는 0~255의 명암도를 갖는다. 위의 판정에 따라 움직임이 없는 블록은 바로 양자화 과정을 거쳐 전송되고, 움직임이 있다고 판정된 블록에만 움직임 추정과정을 거친다.

움직임 추정의 목표는 입력된 프레임의 부분 블록이 직전 프레임에 존재하는 조사영역 내에서 가장 유사한 블록을 찾아내는 것이다. 이때 필연적으로 앞 절에서 설명한 가정 (a), (b)가 요구되는데 실제 영상에서 이 가정에 맞지 않는 경우가 생긴다. 이런 경우는 특히 부분 블록 내에 에지(특히, object의 boundary) 성분을 포함하는 경우에 발생한다. 따라서 제안한 알고리즘들은 에지 성분을 포함한 블록을 고려하기 위해 움직임 추정을 하기 전에 부분 블록이 에지 성분을 포함하고 있는가를 판단한다. 단, 본 연구에서는 object의 움직임상, 상하 움직임보다는 좌우 움직임이 많

기 때문에 수직 성분의 에지만을 고려하였다.

에지의 포함여부를 판단하는 기준은 여러가지가 있으나, 실제 하드웨어 구현이 쉽게 될 수 있도록 가장 간단한 projection 방법을 사용하였다.

그림 4와 같이 8*8 크기의 부분블록에 대해 8개의 각 열의 명암도를 더한다. 각 열에 해당하는 값(X₁~X₈) 중에서 최대치와 최소치를 비교하여 기준치를 초과하면 수직 에지가 있는 블록이라 판단하였다. 에지 성분이 없다고 판정된 부분블록은 TSS를 행하여 움직임 벡터를 구한다.

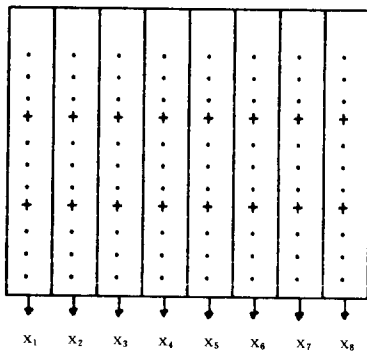


그림 4. 투영에 의한 수직 에지의 검출
Fig. 4. Vertical edge detection by projection method.

다음, 에지가 존재하는 부분블록은 에지가 있는 곳 에 따라 양쪽으로 나누게 되는데 한 부분블록에는 수직 에지 성분이 2개 이상은 없다고 가정하였다. 그러므로 에지가 존재하는 부분블록은 8*1~8*7의 크기를 갖는다. 또한, 나누어진 블록 각각을 TSS를 행하여 각각의 움직임 벡터를 전송하게 된다. 제안한 알고리즘의 흐름도를 그림 5에 보인다.

제안한 알고리즘에서 에지 성분이 있는 부분블록은 2개로 다시 나누어 움직임을 추정하므로 전송해야 할 움직임 벡터가 2배로 된다. 나누어 지는 부분블록 수가 많아지면 화질은 좋게 되지만 전송해야 하는 움직임 벡터도 따라서 증가되므로 이는 고려할 사항이다. 에지를 판단하는 기준치는 가변시켜 데이터 폭 주를 막게 비트율을 고려하여, 전체 부분블록 중에서 에지가 있다고 판명되는 부분블록이 1/3 이하가 되게끔 하였다. 본 논문에서 움직임 벡터를 추정할 때 사용한 함수는 MAD(MAE) 이다.

$$MAD(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |U(m, n) - U_r(m+i, n+j)|$$

단, $-P \leq (i, j) \leq P$

MAD는 MSE(mean square error)와 유사한 성능을 나타내지만 하드웨어 구현이 용이하기 때문에 주로 쓰이는 평가함수 이다.

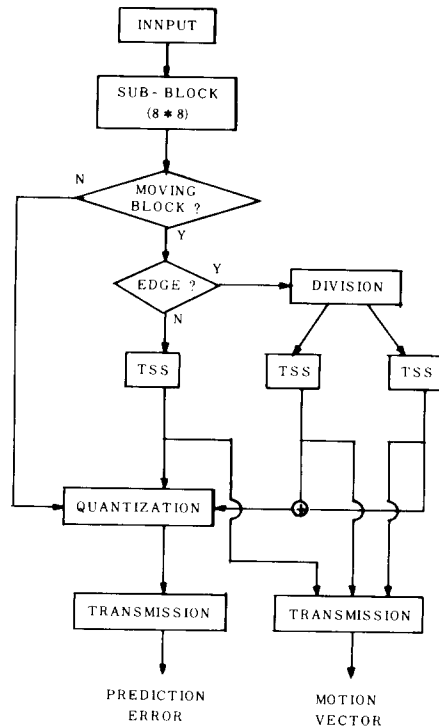


그림 5. 제안한 알고리즘의 흐름도
Fig. 5. Flowchart of proposed algorithm.

IV. 컴퓨터 모의실험 및 검토

1. SNR과 Entropy

제안한 알고리즘과 TSS, 원시적 調査法의 성능을 비교하기 위해 객관적인 평가기준으로 주로 사용되는 SNR과 Entropy를 구해보았다. 이때 사용된 식은 다음과 같다.

$$SNR = 10 \log_{10} (255^2 / \sigma_e^2) \quad [dB]$$

$$Entropy = - \sum_{i=0}^{255} p(i) \log_2 p(i) \quad [bit/pel]$$

여기서, σ_e^2 : 예측오차의 분산

P(i) : 예측오차 |i|의 확률

단, 이때의 컴퓨터 모의실험은 양자화 오차를 없애기 위하여 예측오차에 대하여 양자화 과정을 생략하였으며 첫프레임은 이미 전송되어 송수신측의 버퍼 메모리에 있다고 가정하였다. 최대 이동변위 $P=6$ 으로 하였으며 움직임 블록 여부를 판단하는 상수 T_0, N_0 는 각각 3, 24로 초기화 시켰다.

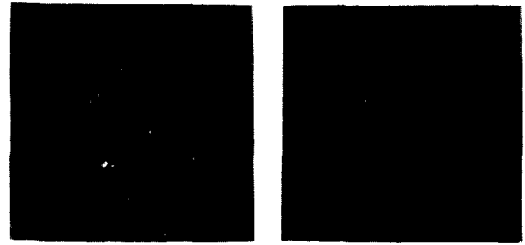
그림 6은 16프레임까지 처리한 결과의 영상이고, 그림 7은 에러영상이다. (영상을 2배로 확대했음) 그림 8은 SUSAN 영상에 대한 제안한 알고리즘과 TSS, 원시적 조사법 등에 대한 성능을 그래프로 표시하였다.

2. bit rate

제안한 알고리즘은 부분블록을 2개로 양분하는 과정에서 전송해야 하는 움직임 벡터와 나누어진 블록의 크기를 고려하는 overhead information이 필요하다. 그림 9는 일반적으로 예상할 수 있는 SUSAN 영상 (192×128) 1 frame에 대한 conventional 방법과 proposed 방법의 bit rate이다. TYPE1-3에서 MSB는 움직임 여부(배경)를 판단하는 비트이고, TYPE1-2에서 2번째 비트는 부분블록이 나누어지는 여부를 판

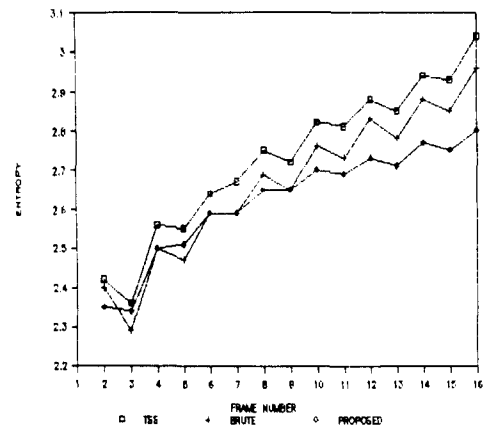


그림 6. 컴퓨터 모의실험 결과
Fig. 6. Result of computer simulation.

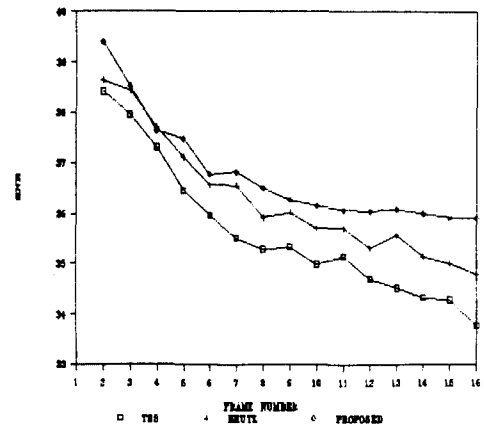


(a) TSS (b) Proposed

그림 7. 예측오차의 영상
Fig. 7. Prediction error image.



(a) Entropy



(b) SNR

그림 8. 제안한 알고리즘의 성능 비교
Fig. 8. Performance comparison of proposed algorithm.

단하는 비트이다. 따라서 TYPE3은 움직임이 없는 경우의 비트 할당이고, TYPE2는 부블록이 에지성분을 포함하지 않는 경우이다. TYPE1은 에지 성분을 포함하는 부블록의 경우로 C_0-C_2 비트는 나누어진 블록의 크기를 표시하며 2개의 moving vector가 이어지게 된다.

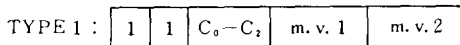
그림 9에서 bit rate가 제안한 방법이 프레임당 924비트(약 pel 당 0.038비트)가 증가된다. 그러나 실제 부호화시 같은 형태의 데이터가 연속적으로 발생하는 경우가 많이 존재하므로 RLC(run length coding)와 같은 기법을 사용하면 bit rate를 감소시킬 수 있다. 또한, 본 알고리즘에서 데이터의 발생량이 영상의 움직임 정도에 따라 underflow와 overflow가 발생한다. 이를 제어하기 위해 완충 기억소자가 필요한데, underflow가 발생하면 채널신호 내에 한 프레임의 시작과 끝을 나타내는 비트를 포함시켜 해결할 수 있으며, overflow시는 임계치(배경여부, 부블록을 나누는 여부)를 유기적으로 조절하여 다음 프레임에 적용함으로써 해서 전체적인 비트율을 일정하게 할 수 있다.

그리고, 제안한 알고리즘은 TSS보다 예측 에러의 dynamic range가 적으므로 양자화 과정시 잇점이 있으며 frame skipping 방법을 사용한다면 표 3에서 보는 바와 같이 TSS는 2:1, 제안한 알고리즘은 3:1의 subsampling에서 유사한 성능을 보여주므로 전체적인 비트율에서 유리하다.

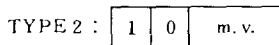


8 bit * subblock 수(384) = 3172 bit/frame

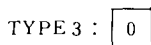
(a) Conventional method



21bit * 384/3 = 2688bit



10bit * 384/3 = 1280bit



1bit * 384/3 = 128bit

TYPY1 + TYPE 2 + TYPE 3 = 4096 bit/frame

(b) Proposed method

그림 9. SUSAN 영상 1 frame에 대한 비트율
Fig. 9. Bit rate for 1 frame of the SUSAN image.

표 3. subsampling 시의 성능

Table 3. Performance as subsampled.

		PROPOSED (2 : 1)	PROPOSED (3 : 1)	TSS (2 : 1)
SUSAN	PSNR	37.87	37.13	36.69
	entropy	2.45	2.59	2.57
ELLEN	PSNR	36.54	34.79	35.32
	entropy	2.81	3.04	2.95

V. 결 론

본 논문에서는 움직임 보상 부호화 중에서 블록정합 알고리즘에 해당하는 fast algorithm을 비교, 검토하였으며, 여러 fast algorithm 중에서 준최적 알고리즘을 찾아 보았다. 또한 준최적 알고리즘인 TSS를 개선시켜 원시적 조사법 이상의 성능을 갖는 알고리즘을 하드웨어 구현시 많은 문제가 되는 복잡한 연산을 피하고 단순한 수식만으로 완성하였다.

제안한 알고리즘은 SNR이 SUSAN 영상을 연속해서 처리한 결과 TSS보다 평균적으로 1.1dB, 원시적 조사법보다 0.5dB이 개선되었고, Entropy는 TSS보다 0.11b/p (bit per pel), 원시적 조사법보다 0.04 b/p이 향상되었다. 또 제안한 알고리즘은 카메라에 새로운 object가 들어오거나 object가 카메라 밖으로 이동하는 경우에는 더욱 높은 성능이 발휘되리라 예측된다.

그리고 앞으로의 연구로 본 알고리즘은 정확한 영상 복구에 주안점을 두었기 때문에 기존의 알고리즘보다 증가되는 비트율에 대해서는 고려할 사항이다. 또한 object의 boundary를 정확히 검출하여 보다 정확한 영상을 복구하는 방법이 연구되어야 할 것으로 본다.

參 考 文 獻

[1] A.N. Netravali and J.D. Robbins, "Motion-compensated television coding: part I," *Bell Syst. Tech. J.*, vol. 58, pp. 631-670, Mar. 1979.

[2] T.I. Shiguro and K. Jinuma, "Television bandwidth compression transmission by motion-compensated interframe coding," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 10, pp. 24-30, 1982.

[3] T. Koga, K. Linuma, A. Hirano, Y. Ujima, and T. Ishiguro, "Motion-compensated

interframe coding for video conferencing," in Proc. NTC'81, New Orleans, LA, Nov. 1981, pp. G5.3.1-G5.3.5.

[4] J.R. Jain and A.K. Jain, "Displacement measurement and its application in interframe image coding," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-29, pp. 1799-1808, Dec. 1981.

[5] Y. Ninomiya and Y. Ohtsuka, "A motion-compensated interframe coding scheme for television pictures," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-30, pp. 201-211, Jan. 1982.

[6] S. Kappagantula and K.R. Rao, "Motion compensated interframe image prediction," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-33, pp. 1011-1015, Sep. 1985.

[7] R. Srinivasan and K.R. Rao, "Predictive coding based on efficient motion estimation," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-33, pp. 888-896, Aug. 1985.

[8] R. Srinivasan and K.R. Rao, "Motion-compensated coder for videoconferencing," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-35, pp. 297-304, Mar. 1987.

[9] A. Puri, H.-M. Hang, and D.L. Schilling, "An efficient block-matching algorithm for motion compensated coding," *Proc. ICASSP '87*, pp. 25.4.1-25.4.4, Apr. 1987.

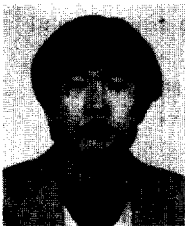
[10] A. Puri, H.-M. Hang, and D.L. Schilling, "Interframe coding with variable block-size motion compensation," *Proc. GLOBE-COM'87, Tokyo, Japan*, pp. 2.7.1-2.7.5, Nov. 1987.

[11] C.M. Lin and S.C. Kwatra, "Motion compensated interframe color image coding," *Proc. ICC'84, Amsterdam, The Netherlands*, pp. 516-520, May 1984.

[12] R.R. Furner, R.W. Christiansen, and D.M. Chabries, "Motion compensated vector quantizer," *Proc. ICASSP'86*, pp. 20.2.1-20.2.4, Apr. 1986.

[13] 김진태, 주창희, 최중수, "에지 성분을 고려한 개선된 Block Matching Algorithm," 한국통신학회 영상통신연구 발표회, 1988. 10.

— 著 者 紹 介 —



金 珍 台(準會員)
 1963年 9月 28日生. 1987年 2月
 중앙대학교 전자공학과 공학사 학
 위 취득. 1989年 2月 중앙대학교
 대학원 전자공학과 공학석사 학위
 취득. 주관심분야는 화상처리 및
 영상통신임

朱 昌 熙(正會員)
 1959年 11月 1日生. 1982年 2月 중앙대학교 전자
 공학과 졸업. 1984年 2月 중앙대학교 전자공학과 석
 사과정 졸업. 1983年 12月 ~ 1986年 2月 삼성전자
 (주), 연구소 근무. 1987年 9月 ~ 현재 중앙대학교
 전자공학과 박사과정.

崔 宗 秀(正會員) 第 26卷 第 1號 參照
 현재 중앙대학교 전자공학과
 교수