

論 文

이동 보상형 부호화를 위한 효과적인 블록정합 알고리즘

準會員 宋 鉉 善* 正會員 金 南 哲** 正會員 崔 台 浩***

An Effective Block Matching Algorithm for Motion Compensated Coding

Hyeon Sun SONG*, Nam Chul KIM**,
Tae Ho CHOI*** *Regular Members*

要 約 본 논문에서는 조사점 수가 3단계 조사법의 반 정도이고, 조사단계수는 4로 고정되어 있는 효과적인 블록 정합 알고리즘(BMA)이 제안되었다. 16프레임으로 이루어진 세가지 연속영상들에 대하여 제안된 알고리즘의 성능이 3단계 조사법 및 OTS 성능과 비교되었다. 또한, 계산량을 추가로 감소시키기 위하여 각 BMA에 subsampling이나 가산 투영법을 적용했을 때의 성능도 고찰되었다.

ABSTRACT This paper presents an effective block matching algorithm(BMA) in which the number of search point is about a half of that of three step search, and the number of search step is fixed as four. The performance of the proposed algorithm is compared with those of three step search and one-at-a-time search(OTS) for three video sequences composed of 16 frames. Moreover the performance of applying subsampling or integral projection to each BMA for further reducing the amount of computation is considered.

I. 서 론

영상데이터 감축기술은 영상데이터가 가지는 중복성(redundancy)을 제거함으로써 영상데이터를 감축시켜 전송 채널이나 메모리를 효율적으로

사용하기 위한 기술로서, 영상회의 시스템이나 영상전화 시스템 등의 많은 응용 분야가 있다¹⁾. 영상데이터의 시간적인 중복성까지 제거 함으로써 영상 데이터를 감축시키는 방식인 프레임간 예측부호화 방식(interframe DPCM)은 1960년대에 등장하였으나 당시의 기술로써는 하드웨어의 구현이 대단히 어려웠다²⁾. 그러나 근래에 와서 대규모 반도체 메모리의 발전과 더불어 하드웨어 구현이 용이하게 되었다. 프레임간 예측부호화 방식은 현재 프레임의 화소를 이전 프레임의

*韓國電氣通信公社 事業支援團附加通信研究室
Telematic Service Lab. Korea Telecommunication
Authority Research Center

, 慶北大學校 電子工學科
Dept. of Electronics, Kyungpook National University
論文番號 : 88-22(接受1988. 5. 2)

화소로부터 예측하여 그 예측오차를 전송하고, 수신측에서는 이미 저장되어 있는 이전 프레임에 예측오차를 더해서 현재 프레임을 구성하는 방식이다. 그러나 영상에서의 물체의 움직임이 커지면 이 방법은 부호화 효율이 떨어지게 되므로 물체의 움직임에 따라 변화를 보상시켜 예측하는 이동 보상형 부호화(motion compensated coding) 방식이 나타나게 되었다.³⁾

이동 보상형 부호화는 이동 물체의 변위를 추정하는 방법에 의하여 그 성능이 좌우되는데, 변위를 추정하는 방법은 크게 PRA (pel recursive algorithm)⁴⁾와 BMA (block matching algorithm)의 두가지로 나눌 수 있다¹⁾. PRA는 각 화소단위로 변위를 추정하는 방법으로 성능은 우수하나 계산 과정이 복잡하여 하드웨어 구현이 어렵다. 반면에 BMA는 현재 영상을 임의의 작은 블록으로 나누어 그 블록내의 모든 화소가 평행이동을 한다고 가정하고서 블록 단위로 이동 변위를 추정한 후, 그 변위와 예측 오차만을 전송함으로써 영상데이터를 감축하는 방식으로 PRA보다 비교적 하드웨어 구현이 용이하다. 그러나 BMA 방법에서 한꺼번에 모든 예상변위에 대하여 조사하여 정합점을 찾는 경우 계산량이 엄청나게 많아서 하드웨어 구현이 매우 어렵게 된다. 그러므로 이 과정을 몇개의 조사단계로 나누어 각 조사단계에서 특정한 몇개의 조사점에 대해서만 조사하여 계산량을 감소시키게 된다.

BMA의 하드웨어 구현시 하드웨어의 복잡도와 계산시간은 조사점(search point)수와 조사단계(search step)수에 주로 비례하여 증가하므로 조사점수와 조사단계수가 적은 것이 효율적이다⁵⁾ 또 균일한 프레임율로 각 프레임을 처리하기 위해서는 각 프레임당 계산시간이 일정한 것이 하드웨어 구현에 유리하다. 조사점수와 조사단계수를 줄이기 위한 조사법들 중 대표적인 것으로 3 단계조사법(three step search)⁶⁾과 OTS(one-at-a-time search)⁷⁾ 방법이 있다. 3 단계 조사법은 OTS 방법보다 성능이 비교적 우수하나, 조사점수가 25개로 OTS 방법에 비해 많다. 그리고 OTS 방법은 조사점수와 조사단계수가 이동변위에 비례하므로 평균적으로 조사점수가 적으나,

조사과정이 다소 불규칙하다. 이외에도 이진조사법(binary search)을 2 차원으로 확장한 2-D log 조사법⁸⁾ 3 단계 조사법을 1 차원적으로 전개한 orthogonal 조사법⁹⁾, 정합정도에 따라 조사단계를 조절하는 adaptive motion 조사법¹⁰⁾, 조사단계수가 1인 menu vector 조사법¹¹⁾ 및 블록의 특징을 이용한 방법¹²⁾ 등이 있다. 또한, 각 조사점에서 계산량을 줄이기 위한 방법으로 유사성 계산시에 subsampling⁶⁾을 하거나 가산투영(integral projection)¹³⁾을 이용하는 방법이 있다.

본 논문에서는 조사점수가 3 단계 조사법보다 약 1/2배로 적고, 조사단계수는 4 개로 고정되는 새로운 블록정합 알고리즘을 제안하였다. 그리고 제안된 방법의 성능을 3 단계 조사법과 OTS 방법에 비교 평가하였다. 또한, 각 조사점에서 계산량을 더욱 감소시키기 위해서 유사성 계산시 subsampling 방법이나 가산투영법을 적용할 때의 성능도 고찰하였다. 16 프레임으로 구성된 3 가지의 실제 연속영상에 대해 컴퓨터 시뮬레이션을 한 결과, 제안된 방법이 이동보상형 부호화를 위한 효과적인 블록정합 알고리즘임을 확인하였다.

II. 기존의 블록정합 알고리즘

그림 1은 블록정합 알고리즘을 사용하는 이동보상형 부호화기의 일반적인 블록도를 나타낸 것이다. 이 부호화방식에서는 입력된 영상과 이전 영상으로부터 블록정합 알고리즘으로 이동 변위를 검출한 후, 이러한 이동정보와 이전 영상을 사용하여 현재 영상을 예측하고 그 예측오차와 이동변위를 전송하게 된다. 블록정합 알고리즘에 의한 이동변위 검출시, 먼저 한 프레임의 영상을 작은 블록들로 나눈다. 그리고 나서 블록내의 모든 화소는 같은 병진운동을 한다는 가정에 이전 프레임의 조사영역내에서 현재 프레임의 블록과 가장 유사한 블록을 찾아 그 위치와의 차이를 이동변위로 한다.

그림 2는 블록의 크기와 조사영역간의 관계를 나타낸 그림이다. 블록의 크기가 $M \times N$ 이고 회

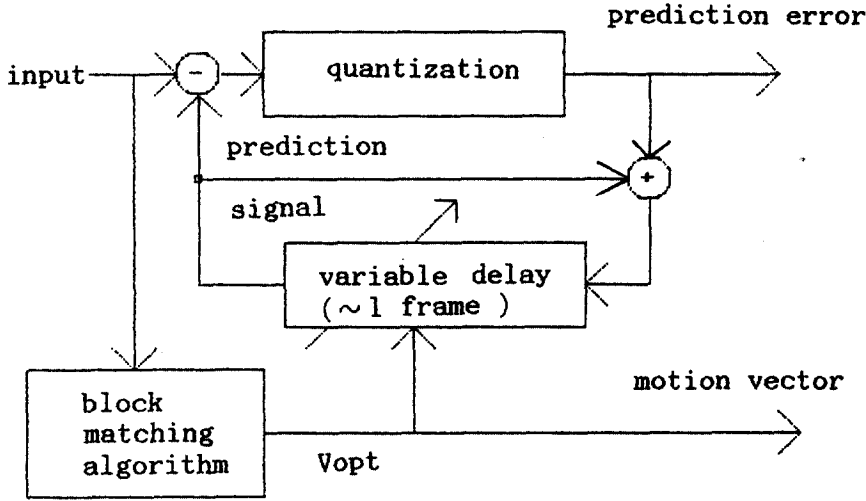


그림 1 BMA 를 사용하는 이동보상형 부호화기의 블록도
Block diagram of a motion compensated coder using BMA.

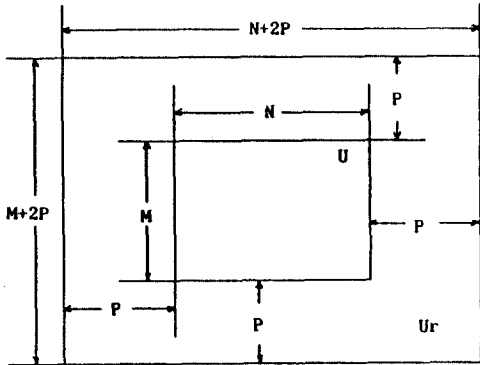


그림 2 기준 블록 U와 $(N+2P) \times (M+2P)$ 조사영역 U_r 에 대한 기하학적 구조(P: 최대변위)
Geometry for $M \times N$ reference block U and $(N+2P) \times (M+2P)$ search area U_r (P: maximum displacement)

대 이동변위가 P일때 조사영역의 크기는 $(2N+P) \times (2M+P)$ 이다. 일반적으로 최대 이동변위 P는 비교적 움직임이 작은 영상회의 시스템이나 영상전화 등에서는 5 pef (pels per frame) 정도이고 방송영상 등의 움직임이 큰 영상에서는 10 pef 정도인 것으로 알려져 있다¹⁴⁾. 현재 프레임내의 블록 U와 과거 프레임의 조사 영역내의 블록 U_r

사이의 유사성을 나타내는 왜곡함수는 아래와 같이 주어진다.

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

$$-P \leq (i, j) \leq P$$

여기서 $g(x)$ 는 x^2 , $|x|$ 등으로 사용되는데, 본 논문에서는 하드웨어 구현이 용이한 MAE(mean absolute error) 즉 $|x|$ 로 사용하였다. (1)식에서 블록의 왜곡함수가 크다는 것은 유사성이 작다는 것을 의미한다.

최대 이동변위가 P일 때 가능한 예상변위수는 $(2P+1)^2$ 개가 된다. 이와같이 가능한 예상변위 전체에 대하여 조사하는 방법을 원시적 조사법(brute force search)라고 하는데, 이 방법은 계산량이 너무 많아서 하드웨어 구현이 매우 어렵다. 그러나 왜곡함수 $D(i, j)$ 가 다음과 같이 quadrant monotonic^{8, 9)}하다고 가정하여 예상변위를 몇개의 조사단계로 나누어 예상변위수를 순차적으로 줄여 나가면 계산량을 크게 감소시킬 수 있다.

정의 : quadrant monotonic

$O = (O_x, O_y)$ 를 예상변위 중의 최적 정합점이라 하고 $A = (A_x, A_y)$ 가 그외 예상변위 중의 하나일 때 아래의 두조건을 만족하는 임의의 예상변위 $X = (X_x, X_y) \in$ 조사영역에 대해 $D(A) < D(X)$ 이면 $D(x, y)$ 는 quadrant monotonic 이라한다.

- i) X 와 A 가 O 에 대하여 같은 사분면에 있고
- ii) $|A_x - O_x| < |X_x - O_x|$ 이고 $|A_y - O_y| \leq |X_y - O_y|$ 이거나
또는 $|A_x - O_x| \leq |X_x - O_x|$ 이고 $|A_y - O_y| < |X_y - O_y|$ 이다.

즉 quadrant monotonic 이라는 것은 왜곡함수가 최적 정합점에서 멀어질수록 커진다는 것을 의미하는 것으로 실제 영상에 비교적 잘 맞는 가정이다. 그러나 이러한 가정이 국부적으로 벗어나는 경우가 있기 때문에 고속 정합법들의 성능이 원시적 조사법에 비해 다소 떨어진다.

조사점수를 줄이기 위한 대표적인 방법으로 Koga가 제안한 3 단계 조사법과 Rao가 제안한 OTS 방법 등이 있다. 먼저 3 단계 조사법의 조사과정을 그림 3에 나타내었다. 3 단계 조사법의 1 번째 단계에서는 원점을 포함한 주위의 3 pef 간격으로 떨어진 8 개의 예상변위에 대하여 정합점을 찾아낸다. 2 번째 단계에서는 1 번째 단계에서 찾은 정합점을 중심으로 2 pef 간격으로 떨어진 8 개의 예상변위에 대하여 새로운 정합점을 찾는다. 3 번째 단계에서는 2 번째 단계에서 찾은 정합점을 중심으로 주위의 8 개의 예상변위에 대하여 정합점을 찾으면 이 점의 위치가 이동변위가 된다. 3 단계 조사법은 알고리즘이 간단하고 조사단계수가 적으나 조사점수는 $9+9+9-2=25$ 개가 되어 원시적 정합법의 169 개에 비하면 매우 적으나 OTS 방법에 비하면 많다.

한편 OTS 방법은 X 방향으로 정합점을 찾은 후 Y 방향으로 정합점을 찾는 방법으로 조사과정은 그림 4와 같다. 이 방법에서는 먼저 원점을 중심으로 1 간격으로 떨어진 2 개의 예상변위에 대하여 유사성을 계산하고 유사성이 큰 방향으로 다음 단계의 중심을 옮긴다. 이때 중심의

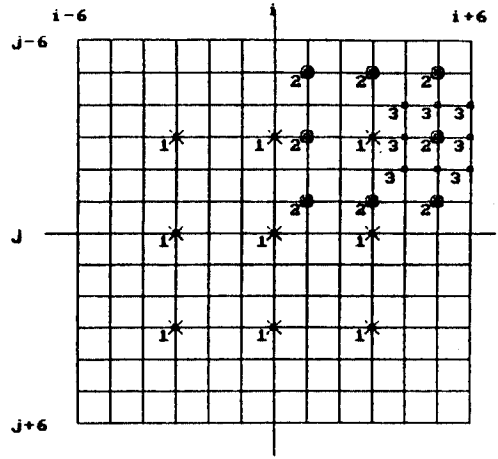


그림 3 3 단계 조사법의 과정
Procedures of three step search.

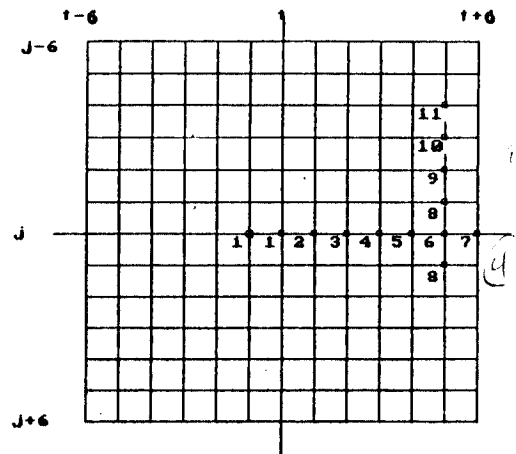


그림 4 OTS 조사법의 과정
Procedures of one-at-a-time search(OTS).

유사성이 주위 두 예상변위보다 더 크다면 X 방향 조사를 멈추고 Y 방향으로 조사를 한다. X 방향 조사과정이 끝나지 않았다면 최대 이동변위까지 위의 과정을 반복한다. 중심이 최대 이동변위에 도달하면 이 위치에서 X 과정 조사를 멈추고 Y 방향 조사과정을 행한다. Y 방향으로 조사과정은 X 방향 조사과정과 유사하고 조사과정에서 주위의 두 예상변위보다 중심의 유사성이 더 크다면 조사를 멈춘다. 그 때의 중심의 위치가 최종 이동변위가 된다. 이 방법은 조사점수는 3 단계

조사법에 비해 적으나, 조사과정이 다소 복잡하다. 또 조사단계수가 이동변위에 비례하여 증가하므로 프레임당 처리속도가 달라진다.

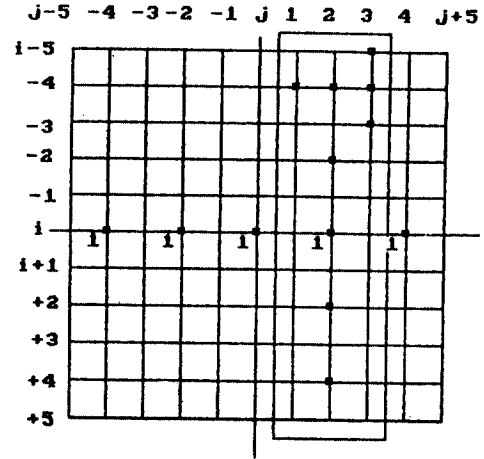
Ⅲ. 제안된 블록정합 알고리즘

BMA의 각 조사단계에서 모든 조사점에 대하여 왜곡함수의 계산을 병렬처리한다고 가정할 때 BMA 과정의 수행시간은 조사단계수에 비례하게 된다¹⁵⁾. 또 각 단계에서의 조사점수는 왜곡함수를 계산하는 회로를 몇개를 두느냐를 결정하므로 일반적으로 하드웨어의 크기에 비례한다. 그러므로 효과적인 BMA가 되기 위해서는 방법자체가 간단할 뿐만아니라 조사점수와 조사단계수가 적어야 한다.

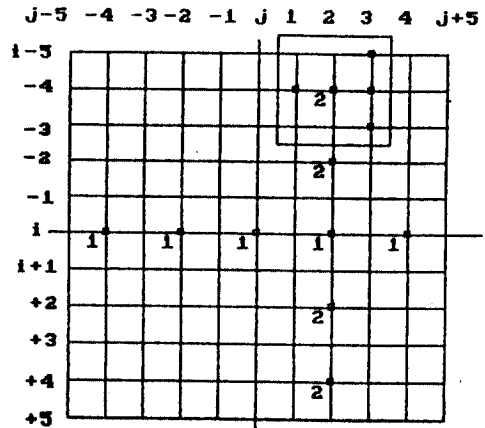
본 논문에서는 위와 같은 조건에 근거하여 이동 보상형 부호화를 위한 효과적인 알고리즘을 아래와 같이 제안하였다. 여기서 최대 이동변위 P는 3, 5 또는 7 등이라고 가정한다.

- 과정1) 중심에서 X축방향으로 2점 간격으로 떨어진 P개의 조사점에서 정합점을 찾는다.
- 과정2) 과정 1에서 찾은 정합점을 중심으로 Y축으로 2점 간격으로 떨어진 P개의 조사점에 대해 정합점을 찾는다.
- 과정3) 과정 2에서 찾은 정합점을 중심으로 X축으로 양 옆으로 1점 간격 떨어진 두개의 조사점에 대해 정합점을 찾는다.
- 과정4) 과정 3에서 찾은 정합점을 중심으로 Y축으로 양 옆으로 1점 간격 떨어진 두개의 조사점에 대해서 정합점을 찾으면 이때의 (X, Y) 좌표가 최종적인 이동변위가 된다.

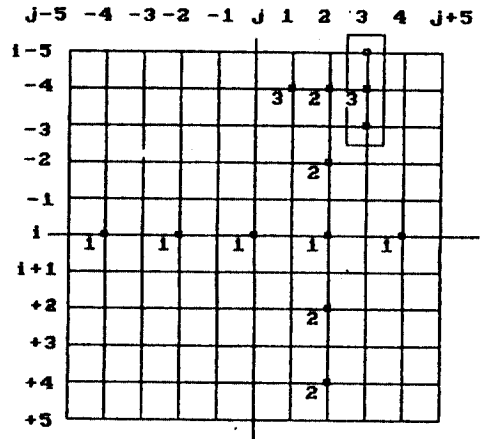
최대 이동변위가 P일 때 제안된 방법에서 조사점수는 1, 2단계에서 각각 P개이고 3, 4 단계에서 각각 3개이다. 여기서 중복되는 조사점을 제외하면 전체 조사점수는 2P+3개가 된다. 또 조사단계수는 최대 이동변위에 관계없이 4단계로 고정되어 있다. 그림 5는 최대 이동변위가 5일 때의 제안된 알고리즘의 조사과정을 나타낸



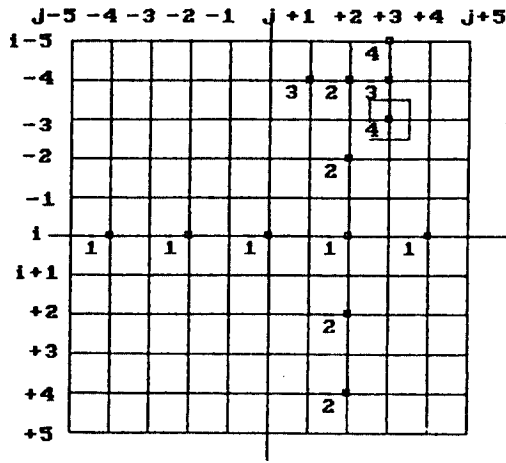
a) 1계후
after 1st step



b) 2단계후
after 2nd step



c) 3단계후
after 3rd step



d) 4 단계후
after 4th step

그림 5 제안된 방법의 조사 과정(네모 안의 점들은 정합 후보점임)

Search produres of the proposed method(the points in a box are match candidate points).

것으로 사각형내의 점들을 각 조사단계를 거친 후의 정합후보점들을 나타낸 것이다. 여기서 조사점수는 13개이다.

IV. 실험결과 및 검토

시뮬레이션에 사용된 영상들은 256개의 명암도를 갖고 16프레임으로 구성된 상반신 영상들로서 256×256화소의CRONKITE영상과,192×128화소의 움직임이 작은 SUSAN 영상 및 비교적 움직임이 큰 ELLEN 영상들이다. ELLEN 영상과 SUSAN영상은 전화하고 있는 장면들로 영상전화 시스템에 좀 더 실제적인 영상이다. 그림6은 시뮬레이션에 사용된 연속영상의 1번 프레임과 16번 프레임을 나타낸 것인데, 각 그림을 자세히 살펴보면 1번 프레임과 16번 프레임 사이에는 상당한 움직임이 있음을 관찰할 수 있다.



frame 1



frame 16

a) CRONKITE



frame 1

frame 16

b) SUSAN



frame 1

frame 16

c) ELLEN

그림 6 시뮬레이션에 사용된 연속 영상들
Image sequences used in simulation.

먼저 제안된 방법의 성능평가에 앞서 하드웨어의 복잡도 및 계산시간에 비례하는 조사점수와 조사단계수를 비교하였다. 표 1은 최악의 경우에 대한 조사점수와 조사단계수를 표시한 것이다.

표 1 여러 알고리즘에 대한 최악의 상태에서의 조사점수 및 조사단계 수 (OTS의 괄호안의 값들은 평균된 값을 나타냄)
 The number of search points and the number of search steps in the worst case for various algorithms (the values in parenthesis of OTS represent average ones).

algorithm	search point	search step	max. disp. [pef]
brute force	169	1	6
3 step	25	3	6
OTS	13(6-9)	10(3-6)	5
proposed	13	4	5

표 1을 살펴보면 원시적 조사법은 조사단계가 1개이나 조사점수가 169개로 엄청나게 많아서 하드웨어 구현이 아주 어렵게 되나, 제안된 알고리즘은 조사점수가 13개로서 3단계 조사법에 비해 약 2배 가량 감소되는 반면 조사단계수는 거의 늘어나지 않으므로 하드웨어 구현시 유리한 방법임을 알 수 있다. OTS 방법은 이동변위에 따라 조사점수와 조사단계수가 변하므로 각 프레임에 대해 평균값 값들의 범위를 표의 괄호안에 표시하였는데, 제안된 알고리즘보다 평균적으로 조사점수가 적다. 그러나 OTS 방법은 프레임당 평균 조사단계수가 프레임에 따라 3-6 정도로 변하므로 균일한 프레임율로 처리할 수 없다. 또 OTS 방법은 조사과정이 다소 복잡하고, 최악의 경우에 조사단계가 매우 많은 것을 감안한다면, 제안된 방법은 OTS 방법에 비해 하드웨어 구현에 보다 유리하다고 할 수 있다.

본 장의 1 절에서는 제안된 알고리즘의 성능을 기존의 3 단계조사법, OTS 방법, 그리고 BMA 성능의 상한선 및 하한선인 원시적 조사법 및 프레임간 예측부호화(interframe DPCM)의 성능과 비교하였다. 2 절에서는 계산량을 더욱 감소시키기 위하여 제안된 방법과 기존의 방법에 sub-

sampling이나 가산투영법을 사용했을 때의 성능을 비교하였다. 여기서 성능평가의 척도로는 예측오차의 정보량을 나타내는 엔트로피(entropy)와, 두 프레임간의 예측오차를 전송하지 않고 수신된 이전 프레임과 이동정보만으로 재생했을 때의 영상의 품질을 나타내는 SNR(signal to noise ratio)을 사용하였다.

$$\text{엔트로피} = -\sum p(i) \log_2 p(i) \text{ [bits/pel]} \quad (2)$$

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} (255^2 / \sigma_e^2) \text{ [dB]} \quad (3)$$

여기서 $p(i)$ 는 예측오차 i 의 확률이고 σ_e^2 는 예측오차의 분산이다. 이때 블록의 크기는 일반적으로 적절하다고 알려진 8×8 로 하였다. 그리고, 제안된 방법과 OTS 방법의 최대 이동변위는 5 pef으로 하고 원시적조사법의 최대 이동변위는 3 단계 조사법과 같게 6 pef으로 하였다.

IV-1. 기존 방법들과의 성능 비교

그림 7과 그림 8은 CRONKITE 영상에 대해 제안된 방법을 기존의 방법과 엔트로피 및 SNR 면에서 각 프레임마다 비교한 것이다. 여기서 이동 보상형 부호화 방법들은 프레임간 예측부호화에 비해 예측오차의 엔트로피가 상당히 감소되고 SNR이 증가되므로 이동보상이 영상 데이터 감축에 큰 효과가 있음을 알 수 있다. 또한 제안된 방법은 3 단계 조사법보다 조사점수가 적기 때문에 3 단계 조사법보다 다소 성능이 떨어지나 OTS 방법과 성능이 비슷함을 알 수 있다. 그리고, ELLEN 영상 및 SUSAN 영상에 대한 결과들도 CRONKITE 영상과 유사한 결과를 나타내었다.

표 2는 각 연속영상에 대해 전체 프레임에 대한 평균적인 성능을 나타낸다. 여기서 엔트로피와 SNR 면에서 성능이 가장 우수한 것은 계산량이 매우 많은 원시적 조사법이다. 그 다음으로 성능이 우수한 것은 제안된 방법보다 계산량이 2배 가량 많은 3 단계 조사법이다. CRONKITE 영상에 대해서 각 방법의 성능을 살펴보면 다음과 같다.

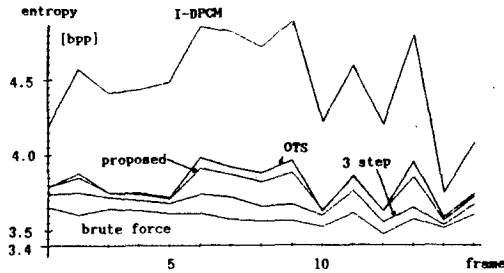


그림 7 CRONKITE에 대한 여러 알고리즘들의 엔트로피 비교(I-DPCM : 프레임간DPCM)
Entropy comparison of various algorithms for CRONKITE(I-DPCM: interframe DPCM).

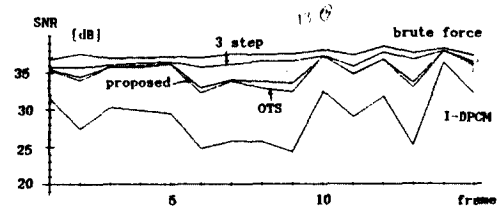


그림 8 CRONKITE에 대한 여러 알고리즘들의 SNR 비교 (I-DPCM: 프레임간 DPCM)
SNR comparison of various algorithms for CRONKITE(I-DPCM: interframe DPCM).

표 2 여러 알고리즘에 대한 16프레임에서 평균된 성능(I-DPCM: 프레임간 DPCM)
Performance averaged on 16 frames for various algorithms(I-DPCM: interframe DPCM).

image sequence measure algorithm	CRONKITE		SUSAN		ELLEN	
	entropy[bpp]	SNR[dB]	entropy[bpp]	SNR[dB]	entropy[bpp]	SNR[dB]
I-DPCM	4.46	29.14	3.46	36.38	4.19	32.75
brute force	3.58	37.58	3.11	38.84	3.70	35.92
3 step	3.68	36.70	3.13	38.70	3.74	35.50
OTS	3.80	34.99	3.17	38.36	3.78	35.27
proposed	3.77	35.36	3.16	38.42	3.80	35.21

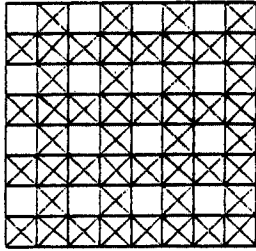
3 단계 조사법은 원시적 조사법에 비해 엔트로피면에서 0.1bpp 증가하고 SNR 면에서 1.12dB 감소됨을 볼 수 있다. 그리고 제안된 방법은 3 단계 조사법에 비해 엔트로피면에서 0.11bpp 증가하고 SNR 면에서 1.34dB 감소되어 3 단계 조사법에 비해 성능이 다소 떨어지나, OTS 방법에 비해 성능이 약간 나음을 알 수 있다. 또 영상전환 시스템에 좀 더 실제적인 SUSAN 영상과 ELLEN 영상에 대해서는 제안된 방법은 조사점수가 많은 3 단계 조사법에 비해 성능이 크게 떨어지지 않음을 알 수 있다.

IV-2. subsampling의 영향

앞서 언급한 바와 같이 블록정합 알고리즘의 하드웨어 복잡도는 조사점수에 비례할 뿐만 아니

라, 또 각 조사점에서 블록 정합되는 화소수에 비례한다. 따라서 subsampling을 하게 되면 하드웨어의 복잡도를 크게 감소시킬 수 있다. 그림 9는 수평 수직으로 각각 2:1 subsampling 형태를 나타낸 것으로, 이렇게 하면 계산량을 4배로 감소시킬 수 있다. 그림에서 X표된 부분은 유사성 계산에 사용되지 않는 화소들을 나타낸다. 계산량을 감소시키는 다른 방법으로는 그림 10에 나타낸 가산투영법이 있다. 그림에서 블록내의 각 행의 화소를 더한 값들을 수평 가산투영이라 하고, 각 열의 화소를 더한 값을 수직 가산투영이라 한다. 가산투영법을 이용한 조사법에서는 유사성을 계산할 때에 가산투영을 사용하게 된다. 8x8블록에 대해서 가산투영의 갯수는 수평, 수직으로 각각 8개가 되므로 기본적으로 4배의

계산량의 감소를 이룰 수 있으나, 각 예상변위에 대해 고속 알고리즘으로 가산투영을 구한다고 하더라도 그 계산이 복잡하므로 실제적으로는 약 3 배 정도로 계산량이 감소된다.



× : unused pels in matching

그림 9 Subsampling 패턴(수평 및 수직방향으로 2:1)
Subsampling pattern(2:1 in horizontal and vertical directions).

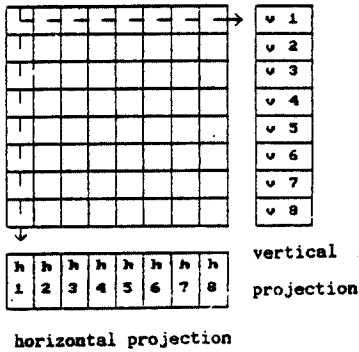


그림10 한 블록의 가산투영
Integral projection of a block.

표 3은 제안된 방법과 3 단계 조사법 및 OTS 방법에 대하여 수평 수직으로 2:1 subsampling 할 때와 3 단계 조사법에 가산투영법을 적용했을 때의 성능을 비교한 것이다. 표 3을 살펴보면 각 방법들은 subsampling을 하게 되면 엔트로피 면에서 약 0.05bpp-0.1bpp 정도 증가하고 SNR 면에서 약 0.4dB-0.5dB 정도 감소하여 계산량 감소에 비해 성능이 크게 떨어지지 않음을 알 수 있다. 3 단계 조사법에 가산투영법을 적용한 방법은 단순히 subsampling 한 3 단계 조사법에 비해 성능이 다소 떨어짐을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 조사점수가 3 단계 조사법보다 약 1/2 배로 적고, 조사단계수는 4 개로 고정되는 새로운 블록정합 알고리즘을 제안하고, 이를 기존의 3 단계 조사법과 OTS 방법과 성능을 비교 평가하였다. 또 각 방법에서 계산량을 감소시키기 위해서 유사성 계산시 subsampling이나 가산투영법을 적용할 때의 성능도 비교하였다. 16 프레임으로 구성된 실제 연속영상에 대해 실험한 결과, 제안된 방법은 3 단계 조사법에 비해 성능이 다소 떨어지나 OTS 방법과는 성능이 유사한 것으로 나타났다. 그리고 제안된 방법은 기존의 3 단계 조사법에 비해 조사점수가 1/2 배로 적고, OTS 방법에 비해 조사과정이 규칙적이므로 하드웨어 구현에 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

표 3 Subsampling(SUB)이나 가산투영(INT)을 사용하는 여러 알고리즘에 대한 16 프레임에서 평균된 성능
Performance averaged on 16 frames for various algorithms with subsampling(SUB) or integral projection(INT).

image sequence measure algorithm	CRONKITE		SUSAN		ELLEN	
	entropy[bpp]	SNR[dB]	entropy[bpp]	SNR[dB]	entropy[bpp]	SNR[dB]
3 step+SUB	3.75	36.21	3.20	38.04	3.81	35.20
3 step+INT	3.81	35.81	3.21	38.10	3.84	35.06
OTS+SUB	3.87	34.61	3.23	37.73	3.84	34.84
proposed+SUB	3.84	34.90	3.23	37.84	3.85	34.76

한편, 각 방법에 수평, 수직으로 2:1 subsampling을 적용한 경우에는 하지 않았을 때보다 성능은 다소 떨어지지만 가산투영법에 비해 하드웨어의 복잡도를 줄이는 좋은 방법으로 판단되었다.

參 考 文 獻

- (1) K. R. Rao and R. Srinivasan, Teleconferencing, Hutchinson Ross Publication, 1985.
- (2) P. Debaldo, "Compression technologies and techniques," Teleconference Mag., pp. 10-11, Mar. 1983.
- (3) T. I. Shiguro and K. Iinuma, "Television bandwidth compression transmission by motion-compensated interframe coding," IEEE Commun. Mag., Vol. 10, pp. 24-30, 1982.
- (4) A. N. Netravali and J. D. Robbins, "Motion-compensated television coding, part 1," BSTJ, Vol. 58, pp. 631-671, Mar. 1979.
- (5) 김재관, 영상감축 기술개발 연구, 한국과학재단 연구보고서, 1985년.
- (6) T. Koga et al., "Motion compensated image coding for video conferencing," Proc. Nat. Telecom. Conf., New Orleans, LA, pp. G5. 3. 1-G5. 3. 5, Nov. 1981.
- (7) R. Srinivasan and K. R. Rao, "Predictive coding based on efficient motion estimation," IEEE Trans. Commun., Vol. COM-33, pp. 888-896, 1985.
- (8) J. R. Jain and A. K. Jain, "Displacement measurement and its application in interframe image coding," IEEE Trans. Commun., Vol. COM-29, pp. 1799-1809, 1981.
- (9) A. Puri et al., "An efficient block matching algorithm for motion compensated coding," Proc. ICASSP 87, Vol. 2, pp. 25. 4. 1-25. 4. 4, 1987.
- (10) C. S. Kwatra et al., "An adaptive algorithm for motion compensated color image coding," IEEE Trans. Commun. Vol. COM-35, pp. 747-754, 1987.
- (11) Y. Ninomiya and Y. Ohtsuka, "A motion-compensated interframe coding scheme for television pictures," IEEE Trans. Commun., Vol. COM-30, pp. 201-211, 1982.
- (12) 김진업, Block특징을 이용한 BMA 추정방법과 적응예측기 선택방법에 관한 연구, 한국과학기술원 석사학위논문, 1987년 12월.
- (13) 이인홍, 계산시간 단축을 위한 고속 Block Matching Algorithm 연구, 서강대학교 석사학위논문, 1986년 12월.
- (14) S. Kappgantula and K. R. Rao, "Motion compensated predictive coding," SPIE 27th Proc., Vol. 432, pp. 64-72, 1983.
- (15) 김재관, 영상 정보의 부호화 기술개발 연구, 한국과학재단 연구보고서, 1986년.
- (16) T. Koga et al., "A 1.5Mb/s interframe codec with motion compensation," IEEE Int. Conf. Commun. Proc., pp. D8 7. 1-7. 5, 1983.
- (17) Y. Ninomiya and Y. Ohtsuka, "A motion-compensated interframe coding scheme for NTSC color television signals," IEEE Trans. Commun., Vol. COM-32, pp. 328-334, 1983.



宋 鉉 善(Hyeon Sun SONG) 準會員
1964年 3月10日生
1986年 2月: 慶北大學校 電子工學科 卒業(工學士)
1988年 2月: 慶北大學校 電子工學科 大學院 卒業(工學碩士)
1988年 2月~現在: 韓國電氣通信公社 事業支援團 專任研究員



金 南 哲(Nam Chul KIM) 正會員
1955年 7月29日生
1978年 2月: 서울大學校 工科大學 電子工學科(工學士)
1980年 2月: 韓國科學院電氣및電子工學科(工學碩士)
1984年 2月: 韓國科學技術院 電氣및電子工學科(工學博士)
1984年 3月~現在: 慶北大學校 電子工學科 助教授



崔 台 浩(Tae Ho CHOI) 正會員
1955年 2月22日生
1977年 2月: 서울大學校 電子工學科 卒業(工學士)
1979年 2月: 韓國科學院 電氣 및 電子工學科 卒業(工學碩士)
1979年 3月~現在: 慶北大學校 電子工學科 助教授