

반화소 움직임추정 및 보상 오차의 개선된 모델에 관한 연구

정회원 이강환*

A Study on the Development of an Improved Model for Half-Pel Motion Estimation And Compensated Error

Kang-Whan Lee* *Regular Member*

요 약

본 논문에서는 반화소 위치에서의 움직임보상 오차에 대한 개선된 모델을 제시한다. 현재 정수단위의 움직임추정을 위한 블록정합알고리즘은 영상의 큰 열화현상 및 성능의 저하 없이 효과적으로 계산량을 감소시킬 수 있는 많은 방식들이 개발되어 있으나^{[1][4]}, 반화소 단위의 움직임추정을 위한 개발은 극히 제한적이다.

본 논문에서 제시하고자 하는 개선된 모델에서는 기존의 모델과는 달리 각 방향에서 움직임보상 오차가 수렴하는 정도를 고려하였으며, 이 모델을 적용했을 때 기존의 모델을^[5] 이용하는 것에 비해 향상된 성능을 얻을 수 있음을 보여주었다.

ABSTRACT

To reduce the computational load of motion estimation have been well established without loss effect of image qualities until now, there is a little efforts to development the Half-pel search algorithms.

The focus of this paper is to discuss the important of Half-pel search for motion estimation algorithms. The previous motion estimation design often pays attention to only the processor integer pel search, however the Half-pel search model and to improve algorithms are as important in determining the video source encoder systems.

In this paper, we propose an improved model for Half-Pel Motion-Compensated error. The proposed and improved model considers the Half-pel motion estimation and compensated error from every interactive integer pel direction in video frames. The proposed an improved model for Half-pel Motion compensated error apply into the system, it can show the up-degree and performance point in block of matching compare with the other exit model^[5] development.

Key words : Block Matching Algorithm, Motion estimation

I. 서론

동영상의 데이터 압축을 수행하는 디지털 비디오 코덱은 기본적으로 시간축, 공간축상에서의 중복성

을 제거하고 데이터의 통계적인 특성을 이용한 압축 방법을 이용한다. 그림1과 같은 디지털 부호화기는 영상 프레임간의 중복성을 효율적으로 제거하기 위하여 움직임 추정 및 보상 방법을 사용하며, 이를 위한 여러 가지 움직임 추정 방법이 연구되어 왔다

* 김천대학 전자통신과(kwlee@kimcheon.ac.kr), 한국전자통신연구원 선임연구원
논문번호 : 99032-0927 접수일자 : 1999년 9월 27일

[14]. H.261 및 MPEG-2 표준 안에서는 블록정합 방법이 채택 되었으며, 이에 따라 MPEG-2 표준 안을 따르는 Digital TV, HDTV등의 응용분야에서 효율적인 움직임 추정 방법 및 이의 구현에 대한 연구 필요성이 대두 되었다[14]. 블록정합 알고리즘(Block Matching Algorithm)은 전역탐색방식의 경우 많은 연산량이 요구되지만 사용되는 데이터의 규칙성으로 인하여 다양한 형태의 병렬처리 구조가 연구되었다[2,3,4].

블록정합알고리즘은 특정크기의 블록을 기반으로 하여 시간상으로 인접한 두 영상간의 각 블록에 대한 움직임벡터를 계산한다. 정합척도로서 절대오차합(sum of absolute difference)가 사용되며 식 (1)과 같이 표현된다.

$$SAD(x, y) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} |S(i+x, j+y) - R(i, j)|, \quad (1)$$

$$\left(\begin{array}{l} -q_h \leq v \leq q_h - 1 \\ -q_v \leq v \leq q_v - 1 \end{array} \right)$$

식(1)에서 S(i,j)와 R(i,j)는 각각 탐색영역내 후보 블록과 기준블록의 (i,j)번째에 위치한 화소를 나타내며, N는 블록의 크기를, q_h와 q_v는 각각 수평,수직방향의 탐색영역범위를 의미한다.

일반적으로 동영상의 움직임추정 구현은 정수단위의 움직임추정 연산은 물론 반화소 단위의 움직임추정 연산 역시 매우 많은 계산량을 필요로 한다. 현재 정수단위의 움직임추정을 위해서는 성능의 큰 저하없이 계산량을 효과적으로 감소시킬 수 있는 많은 방식들이 개발되어 있으나[14], 반화소 단위의 움직임추정을 위한 방식은 극히 제한적이다.

일반적으로 반화소 단위의 움직임 추정을 위해 사용될 수 있는 가장 정확한 방법은 정수화소단위의 움직임 벡터를 구한 뒤, 반화소 위치를 결정하기 위하여 완전탐색을 수행하는 것이다. 그러나 이 방식은 구현 시 많은 양의 하드웨어는 물론 추가적인 많은 시간을 요구하게 되는 문제가 있다. 따라서 이러한 완전탐색방식의 문제점을 해결하기 위한 방법으로 움직임보상 오차에 대한 모델을 이용하는 방법이 널리 이용되고 있다[5]. 즉 움직임보상 오차에 대한 모델을 이용하여 각 반화소 위치에서의 움직임보상 오차를 근사적으로 구하고 최소 오차를 갖는 위치를 최종 움직임벡터로 결정하는 방식이다. 그러나 기존의 모델에서는 움직임보상 오차가 최소 오차를 중심으로 모든 방향에서 동일하게 수렴한다는 것을 가정함으로써 실제 상황과는 많이 다른 결

과를 가져올 수가 있으며, 개선의 필요성이 있었다.

본 논문에서는 반화소 위치에서의 움직임보상 오차에 대한 개선된 모델을 제시한다. 개선된 모델에서는 기존의 모델과는 달리 각 방향에서 움직임보상 오차가 수렴하는 정도를 고려하였으며, 이 모델을 적용했을 때 기존의 모델을 이용하는 것에 비해 향상된 성능을 얻을 수 있음을 보인다. 먼저 2절에서는 방향에 따른 움직임보상 오차의 수렴 정도를 고려한 모델을 소개한다. 3절에서는 기존 모델과의 성능비교 결과를 보이고, 4절에서 결론을 맺는다.

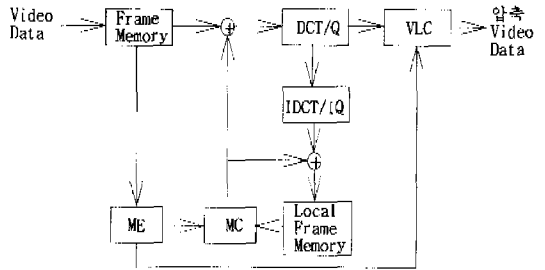


그림 1. Digital TV Encoder system

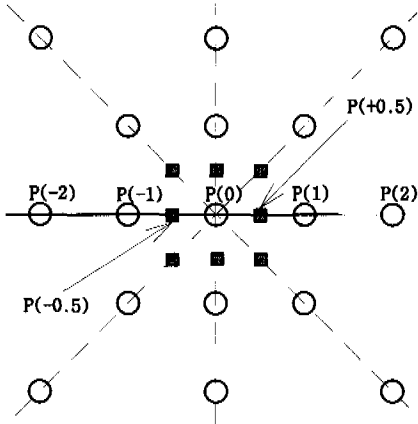
II. 움직임보상 오차에 대한 개선된 모델

본 절에서는 반화소 위치에서의 움직임보상 오차를 구하기 위한 개선된 모델을 소개한다. 제안된 모델은 기존의 모델과는 달리 반화소 위치를 중심으로 각 방향에서 움직임보상 오차가 수렴하는 정도를 고려하였다. 그림 2는 움직임보상 오차에 대한 모델을 보여준다. 그림 2(a)에서 정중앙의 원은 최소 움직임보상 오차를 갖는 정수 위치이며, 주위 16개의 원은 주위의 정수단위의 움직임보상 오차 위치를 나타낸다. 정중앙의 원을 중심으로 주위 8개의 사각형은 반화소 위치를 나타낸다. 그림 2(a)에서 P(■)는 각 위치에서의 움직임 보상 오차값을 나타내며, 위치벡터는 편의상 수평위치만을 나타내었다. 그림 2(b)는 반화소 움직임보상 오차의 크기 P(-0.5)를 계산하는데 이용되는 4개의 정수 위치 오차인 P(-2), P(-1), P(0), P(1)들에 대해 위치와 오차의 크기를 좌표축으로 하여 다시 그린 것이다.

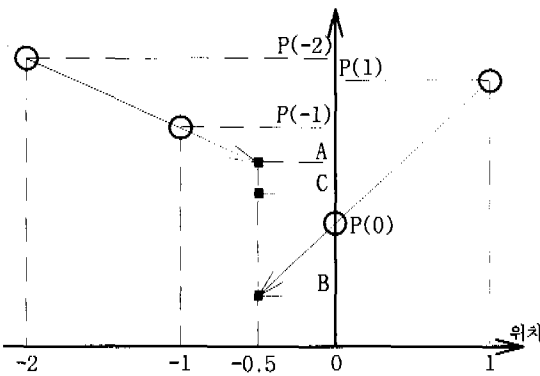
위에서 구하고자 하는 반화소 위치 -0.5에서의 움직임보상 오차 P(-0.5)는 새로운 모델인 식 (2)에 의해 다음과 같이 얻어진다.

$$P(-0.5) = aA + bB + C \quad (2)$$

위의 식(2)에서 가중계수 a와 b는 실험적으로 결정되는 값이다. A, B는 그림 2에서 보여지는 바와 같이 각 방향에서 움직임 보상 오차의 수렴 정도에 따라 선형예측된 값이며 다음의 식(3)과 같이 구해진다.



(a) 움직임보상 오차



(b)

그림 2. 움직임보상 오차에 대한 모델.

$$A = \frac{P(-1) - |P(-2) - P(-1)|}{2}$$

$$B = \frac{P(0) - |P(1) - P(0)|}{2} \quad (3)$$

움직임보상 오차를 구할 때 식(3)에 따라 양쪽 방향 오차 수렴의 기울기만을 고려한 식(2)의 첫번째와 두번째 항 $aA + bB$ 는 일반적으로 정수단위의 최소 오차인 $P(0)$ 보다 작게 된다. C는 이를 보상하기 위하여 추가된 항으로써 구하고자 하는 반화소 주위의 두 정수위치 오차값에 의해 얻어진다.

위 식(2)의 모델은 수평과 수직의 각 방향에 대해 독립적으로 적용될 수 있다. 즉, 반화소단위 움직임벡터의 수평성분은 수평방향에 위치한 3개의

움직임보상 오차 중에서 최소값을 갖는 위치가 되며, 수직성분은 수직방향에 위치한 3개의 움직임보상 오차 중에서 최소값을 갖는 위치가 된다. 또한 식(2)의 모델은 수평, 수직 그리고 대각선의 모든 방향에 대해 동일하게 적용될 수 있다. 즉, 식(2)의 모델에 의해 모두 8개 반화소 위치에서의 움직임 보상 오차들을 구한뒤, 8개의 반화소 위치에서의 오차와 $P(0)$ 중에서 최소 오차를 갖는 위치가 최종 반화소 단위의 움직임벡터가 된다.

III. 성능평가

본 절에서는 2절 식(2)의 모델에 대한 성능평가 결과를 기술한다. 이때 사용된 a, b, 그리고 C의 값은 식(4)와 같다.

$$a = 1/2 - 1/64$$

$$b = 1/2$$

$$C = (P(-1) - P(0)) / 8 \quad (4)$$

제안된 모델의 성능평가를 위해 [5]에서 제안한 방식과의 모의실험 결과가 표 1에 보여진다. 모의실험은 football과 flower garden 영상을 이용하여 수행하였으며, 방식 I은 수평 및 수직성분의 움직임벡터를 각각 독립적으로 처리했을 때의 결과이며, 방식 II는 모든 반화소 위치에 대해 최소 움직임보상 오차를 구한 결과이다.

표 1. 제안된 모델의 성능평가 결과

(a) Football 영상

모델		성공율(%)
완전탐색방식		1181/1181 (100.)
[5]의 모델	방식 I	541/1181 (45.8)
	방식 II	548/1181 (46.4)
제안된 모델	방식 I	598/1181 (50.6)
	방식 II	822/1181 (69.6)

(b) Flower Garden 영상

모델		성공율(%)
완전탐색방식		1199/1199 (100.)
[5]의 모델	방식 I	735/1199 (61.3)
	방식 II	746/1199 (62.2)
제안된 모델	방식 I	902/1199 (75.2)
	방식 II	907/1199 (75.6)

$$\text{성공율} = \frac{\text{(완전탐색방식과 일치한 움직임벡터의 수)}}{\text{(전체 움직임벡터의 수)}}$$

표 1의 결과로부터 각 방향에 따른 움직임보상 오차의 수렴 정도를 고려한 제안된 모델이 이를 고려하지 않은 기존의 모델보다 더 좋은 성능을 제공한다는 것을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 반화소 위치에서의 움직임보상 오차에 대한 개선된 모델을 소개하였다. 제안된 모델에서는 기존의 모델과는 달리 각 방향에서 움직임보상 오차가 수렴하는 정도를 고려하였으며, 성능평가 결과 기존 모델보다 향상된 성능을 제공한다는 것을 확인하였다.

<감사의 글>

본 논문이 나오기까지 많은 조언을 해주시고 함께 동고동락한 한국전자통신연구소의 연구원들께 진심으로 감사드립니다.

참고 문헌

[1] Bede Liu and Andre Zaccarin, "New Fast Algorithms for the Estimation of Block Motion Vectors," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 3, No. 2, pp. 148-157, April 1993.

[2] Bor-Min Wang, Jui-Cheng Yen and Shyang Chang, "Zero Waiting-Cycle Hierarchical Block Matching Algorithm and its Array Architectures," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 4, No. 1, pp. 18-28, Feb. 1994.

[3] Yeu-Shen Jehng, Liang-Gee Chen and Tzi-Dar Chiueh, "An Efficient and Simple VLSI Tree Architecture for Motion Estimation Algorithms," IEEE Trans. Signal Processing, Vol. 41, No. 2, pp. 889-900, Feb. 1993.

[4] Liang-Gee Chen, Wai-Ting Chen, Yeu-Shen Jehng, and Tzi-Dar Chiueh, "An Efficient Parallel Motion Estimation Algorithm for Digital Image Processing," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 1, No. 4, pp. 378-385, Dec. 1991.

[5] Johnston et al., "High Definition Television Coding Arrangement with Graceful Degradation," U.S. Patent, No. 5,128,756, Jul7 7, 1992.

[6] Hiroshi Fujiwara, Ming L. Liou, Ming-Ting Sun, Kun-Min Yang, Masanori Maruyama, Kazuyoshi Shomura, and Koichi Ohyama, "An All-ASIC Implementation of a Low Bit-Rate Video Codec," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 2, No. 2, pp. 123-134, June 1992.

[7] 한국전자통신연구소, "고선명TV전송 시스템 기술개발", 1993.

이강환(Kang-Whan Lee)

정희원



1987년 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1989년 중앙대학교 대학원 반도체공학 전공 (공학석사)
 1989년 중앙대학교 대학원 반도체공학 전공 (박사수료)

1996년 한국전자통신연구원 통신시스템 연구단 선임연구원
 1996년 한국전자통신연구원 초빙연구원
 1997년 Antipolice institute 연수
 1999년 한국통신학회 상임이사
 현재: 김천대학 전자통신과 조교수
 <주관심 분야> VLSI 구조 및 설계, 영상신호처리, 영상통신, 디지털신호처리