

탐색 점 예측에 의한 고속 블록 정합 알고리즘

서은주, 장언동, 김동우, 한재혁, 송영준, 안재형
충북대학교 정보통신공학과

Fast Block Matching Algorithm by Search Point Prediction

Eunju Seo, Undong Chang, Dongwoo Kim, Jaehyuk Han, Youngjun Song and Jaehyung Ahn
Dept. of Computer and Communication Engineering,
Chung-Buk National University.

요 약

일반적인 고속 블록 정합 알고리즘들은 현재 프레임의 탐색 블록과 참조 프레임의 탐색영역 내의 블록간 MAD(Mean Absolute Distance)를 구하여 그 값을 탐색 점으로 사용하므로 탐색 점 수만큼 MAD를 구해야 하는 단점이 있다. 이와 같은 고속 블록 정합 알고리즘들의 단점을 해결하기 위해 탐색 점 예측에 의한 고속 블록 정합 알고리즘을 제안한다.

본 논문에서는 "이웃 한 화소는 서로 간에 거의 같은 값을 지니고 있다"라는 성질을 이용하여, 이웃 한 탐색 점 두개의 MAD 평균값을 계산하여 그 값을 새로운 탐색 점으로 사용하여 탐색 하기 때문에 탐색 점 수는 DS(Diamond Search)알고리즘과 비교하여 비슷하지만, 최소 오차가 center일 때의 탐색 점을 예측에 의해 산출하므로 총 연산량은 $2EpN^2$ 만큼 크게 줄어든다. Ep 는 예측 탐색 점 수를 나타내며, N 은 블록의 크기를 나타낸다.

1. 서론

텍스트나 오디오 정보는 비교적 데이터의 양이 적어 정보의 저장이나 전송에 큰 문제가 없지만 정지영상이나 동영상 표현하기 위해서는 그 자체의 속성이 다른 신호들과는 달리 정보량이 많다. 따라서 제한된 용량의 저장매체에 저장하거나 용량이 작

은 전송 채널을 통하여 전송하는데 큰 문제점을 가지고 있다. 이러한 영상 정보를 효율적으로 처리하기 위해서는 영상 정보의 압축이 절대적으로 필요하다. 멀티미디어 기반의 통신의 핵심은 바로 영상의 효율적 전송 능력에 달려 있기 때문이다.

동영상 정보 압축의 기본은 인접하는 화면들 사이의 시간적인 중복 정보(redundant information)를

움직임 추정(motion estimation; ME)과 움직임 보상(motion compensation; MC) 방법을 사용하여 줄이고, 이산 코사인 변환(Discrete Cosine Transform; DCT) 방법을 이용하여 공간적인 중복 정보를 제거하는 것이다.

그 중에서도 가장 중요한 것이 움직임 추정 및 보상 기법이다.

움직임 추정 및 보상 기법으로는 화소 순환 알고리즘(Pel-Recursive Algorithm; PRA)[1]과 블록정합 알고리즘(Block Matching Algorithm; BMA)[1]으로 분류된다. 화소 순환 알고리즘은 연산량이 많고 복잡하며, 수렴하지 않는 문제가 발생하기 때문에 잘 사용되지 않는다. BMA는 수행 시간이 비교적 적게 소요되고, 하드웨어 구현이 용이하기 때문에 BMA가 많이 사용되고 있다. BMA로는 탐색 영역 내의 모든 탐색 점에 대하여 블록 정합을 행하는 전역 탐색 알고리즘(full search; FS)의 정합 척도로는 평균 자승 오차(mean squared error; MSE)와 비슷한 성능을 가지면서도 연산량이 적은 평균 절대치 차(mean absolute distance; MAD)가 많이 사용된다.

BMA는 블록 단위로 이전 프레임의 탐색영역 내에서 정합 오차가 최소인 위치를 찾아 그 위치를 해당 블록의 움직임 벡터로 결정하는 방식이다. FS는 탐색 영역내의 모든 탐색 점에 대하여 변위 벡터의 오차를 계산한 후 오차가 가장 작은 위치를 찾는 방법이다. 이 방법에서는 모든 탐색 점에 대하여 탐색을 행하여 정합 척도가 최적인 블록을 찾기 때문에 오차는 적으나 연산량이 많은 단점이 있다. 이와 같은 단점을 줄이기 위하여 LOGS(2-D Logarithmic Search)[2], TSS(Three-Step Search)[3], CDS(Conjugate Direction Search)[4], CS(Cross Search)[5], NTSS (New Three-Step Search)[6], 4SS(Four-Step Search)[7], BBGDS(Block-Based Gradient Descent Search)[8]등과 같은 다양한 방법의 고속 BMA들이 제안되었다. 그러나, 이러한 방법들은 움직임 추정 오차가 움직임 방향으로 단조 감소한다는 가정을 이용하여 탐색영역의 일부분에 대해서만 탐색을 행하므로, 연산량은 줄일 수 있지만 FS에 비해 예측 오차가 크고 움직임 벡터의 신뢰성

이 떨어지는 문제점을 내포하고 있다.

본 논문에서는 DS(Diamond Search)[9]알고리즘의 성능과 비슷하면서도 탐색 점 예측에 의해 연산량을 크게 줄인 탐색 점 예측에 의한 고속 블록정합 알고리즘을 제안한다.

2. 제안된 고속 블록 정합 알고리즘

BMA에서는 현재 프레임의 탐색 블록과 참조 프레임의 탐색영역 내의 탐색 점에서 블록간 MAD를 구하여 그 값을 탐색 점으로 사용하므로 탐색 점 수만큼 MAD를 구해야 하는 단점이 있다. 이와 같은 BMA의 단점을 해결하기 위해 제안된 논문에서는 "이웃한 화소는 서로 간에 거의 같은 값을 지니고 있다"라는 성질을 이용하여, Fig.1과 같이 이웃한 두 개의 탐색 점(M1, M2)의 MAD 평균값을 계산하여 새로운 탐색 점(MP1)의 MAD를 예측한다. 총 연산량은 블록 크기 N 에 대해 $2N^2$ 의 차의 합과 한번의 나눗셈으로 이루어지던 연산을 한번의 덧셈과 한번의 나눗셈 연산에 의해 가능하므로 연산량은 $2EpN^2$ 만큼 줄어든다. 따라서 기존 방법에 비해 고속의 작업이 가능하다.

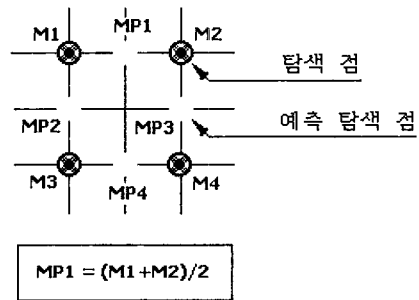


Fig.1 탐색 점 예측 법

Fig.1에서 제안한 탐색 점 예측 방법을 사용하여 최소 오차의 탐색 점을 찾는 방법은 다음과 같다.

Step 1) 참조 탐색 윈도우를 5x5로 하고, Center를 포함한 13개의 탐색 점에 대하여 블록 정합을 행하여, 최소 오차 탐색 점을 찾는다.

만일 center가 최소 오차 탐색 점이면 탐색 점 예측 방법(Fig.1)에 의해 예측된 4개의 탐색 점 중에서 Fig.2와 같이 최소 오차 탐색 점을 찾은 뒤 Step 1을 끝내고, 그렇지 않으면 Step 2를 진행한다.

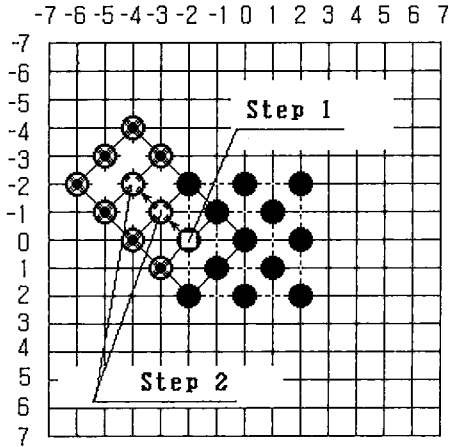


Fig.2 제안한 탐색 알고리즘 예(MV:-4,2)

Step 2) 이전 단계에서 구한 최소 오차 탐색 점을 center로 하여 DSA의 LDSP방법을 이용하여 최소 오차 탐색 점을 찾는다. 만일 Fig.3과 같이 Center가 최소 오차 탐색 점이면 탐색 점 예측 방법(Fig.1)에 의해 예측된 4개의 탐색 점 중에서 최소 오차 탐색 점을 찾은 뒤 단계를 끝내고, 그렇지 않으면 Step 2를 반복한다.

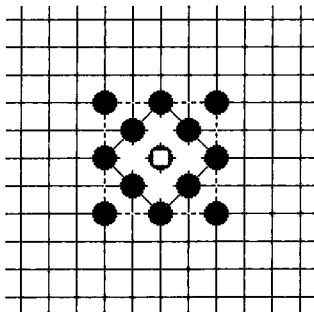


Fig.3 최소 오차가 center일 때

3. 구현 및 고찰

제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여 FS, 4SS[7], DS[9]알고리즘들의 탐색 점 수와 총 연산량을 비교하여 시뮬레이션 하였다.

일반 BMA의 총 연산량 산출 법은 식(1)에, 제안한 방법의 총 연산량 산출 법은 식(2)에 각각 나타내었다.

$$TC = 2N^2 SP_{AVG} \quad (1)$$

$$TC = 2N^2 Sp_{AVG} - (2EpN^2) \quad (2)$$

위 식에서 TC는 총 연산량을 나타내며, 상수 2는 MAD연산에서 각1회의 뺄셈과 덧셈연산을 나타내며, N은 블록 크기, Sp_{AVG} 는 최대, 최소 탐색 점 수의 평균을 나타내며 Ep는 탐색 점 예측에 의해 구해진 탐색 점 수이다.

4. 결과

본 논문에서 제안한 탐색 점 예측에 의한 고속 블록 정합 알고리즘은 탐색 방법과 탐색 점의 수(Fig.2,4)는 DS알고리즘과 비교하여 비슷하지만 최소 오차가 center(Fig.3)일 때 탐색 점을 예측(Fig.1)에 의해 산출하므로 총 연산량은 $2EpN^2$ 만큼 크게 줄었다.(Table 1, Fig.5)

Table 1 탐색 점 수 및 총 계산량 비교(/#8)

BMAs	Search Point			
	Min.	Max.	Avg	Computation
FS	225	225	225	28800
4SS	17	27	22	2816
DS	13	27	20	2560
제안방법	13	26	19.5	1984

추 후 과제로 실제 영상을 사용하여 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 구하고 원 영상과 재생 영상과의 오차를 비교하여 성능을 평가하기로 한다.

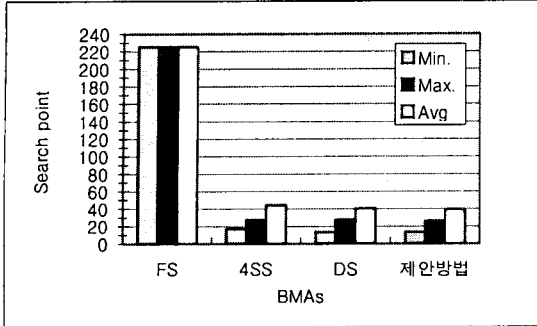


Fig.4 탐색 점 수 비교

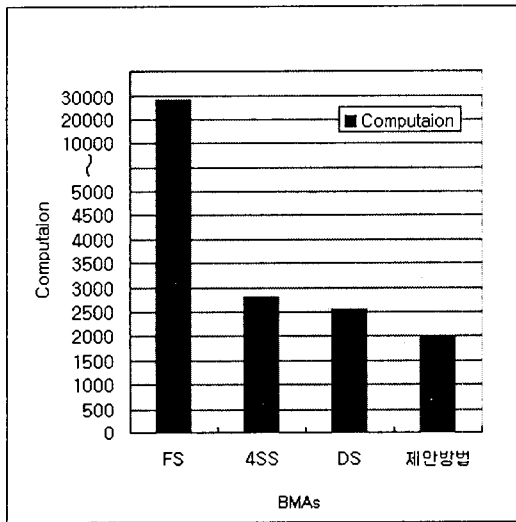


Fig.5 총 계산량 비교

29-Dec. 3 1981, pp.65.3.1-5.3.5.

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

[5] M. Ghanbari, "The cross-search algorithm for motion estimation," IEEE Trans. Commun. vol. 38, pp. 950-953, July 1990.

[6] R. Li, B. Zeng, and M.L.Liou, "A new three-step search algorithm for block motion estimation," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 4, pp. 438-442, Aug. 1994.

[7] L. M. Po and W. C. Ma, "A novel four-step search algorithm for fast block motion estimation," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 6, pp. 313-317, June 1996.

[8] L. K. Liu and E. Feig, "A block-based gradient descent search algorithm for block motion estimation in video coding," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 6 pp. 419-423, Aug. 1996

[9] S. Zhu and K.-K. Ma, "A new diamond search algorithm for fast block matching motion estimation," IEEE Trans. Image process., vol. 9, pp. 287-290, Feb. 2000.

[참고문헌]

[1] A.Murat Tekalp, "Digital video processing", pp. 101-106, 117-129

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

[3] T.Koga, K. Iinuma, A. Hirano, Y.Iijima, and T. Ishiguro, "Motion compensated interframe coding for video conferencing," in Proc. Nat. Telecommun. Conf., New Orleans, LA, Nov.