# 공간적 상관관계를 이용한 개선된 교차 탐색 기반의 고속 블록 정합 움직임 추정

고병관*, 최명렬*
*한양대학교 전자전기제어계측공학과
kwankoko@asic.hanyang.ac.kr

# Fast Motion Estimation based on Advanced Cross Search Algorithm using Spatial Correlation

Byung-Kwan Ko*, Myung-Ryul Choi*
*Dept. of EECI, Hanyang University

요 약

현재 H.264, MPEG-4 등 비디오 코덱에서 움직임 추정이 많이 사용되는데, 이를 효율적으로 계산하기 위해 여러 고속 블록 정합 움직임 추정이 제안되었다. 본 논문은 이를 위한 알고리즘을 제안한다.

## 1. 서론

움직임 추정 (ME : Motion Estimation)은 동영상에서 프레임간의 시간적인 중복성을 제거하여 데이터를 압축하여 효율을 증가시키는 중요한 요소이다. 움직임 추정의 일반적 방법인 전역 탐색 (FS : Full Search)은 프레임간 정확한 움직임 추정을 수행하지만 많은 연산량이 필요하다. H.264, MPEG-4 등의 비디오 코덱도 움직임 추정을 위해 35-40% 정도의 많은 연산량을 필요로 한다. 이러한 움직임 추정 연산량을 줄이기 위한 많은 고속 블록 정합 알고리즘 (FBMA: Fast Block Matching Algorithm)이 제안되었다[1-2].

본 논문에서는 개선된 교차 탐색 패턴 (ACSP : Advanced Cross Search Pattern)을 이용한 저연산 움직임 추정 기법을 제안한다.

## 2. 본론

제안된 알고리즘은 현재 코덱에서 표준으로 사용하는 16x16 블록 크기인 매크로 블록의 중심을 기준으로 4x4 블록 크기 영역 내에 움직임 벡터가 존재할 확률이 높다는 실험적 근거를 바탕으로 한다[3].

제안된 알고리즘은 개선된 교차 형태의 탐색 패턴으로 움직임 벡터를 찾는다. 블록별로 계산되는 움직임 벡터는 SAD (Sum of Absolute Difference) 값을 이용하며, SAD는 식(1)과 같이 정의된다.

$$SAD=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}\left|C(x,y)-R(x+i,y+j)\right| \qquad (1)$$

여기서 C(x, y)는 현재 프레임을 나타내고, R(x+i, y+j)는 참조 프레임을 나타낸다. (x, y)는 블록별 각 픽셀의 위치이고, (i, j)는 참조 프레임의 탐색 영역의 이동 위치이다. 탐색 블록은 매크로 블록의 크기로 한다.

개선된 교차 탐색 패턴은 블록의 중심이 (0, 0) 일 때, (i, j)가 {(-1, -1),(-1, 1),(0, 0),(1, -1),(1, 1)}이 된다.

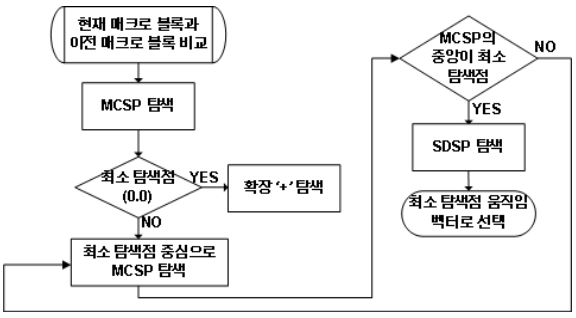
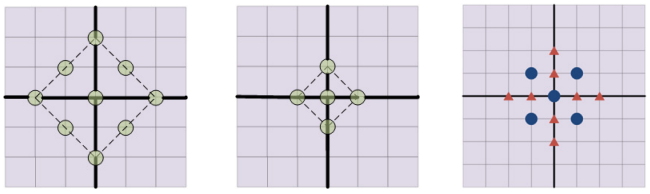



그림 1. 제안된 알고리즘의 흐름도



(a) (b) (c)

그림 2. (a) 큰 다이아몬드 탐색 패턴, (b) 작은 다이아몬드 탐색 패턴, (c) 확장 '+' 탐색 패턴

그림 2의 (c)에서 확장 '+' 탐색 패턴은 큰 다이아몬드 탐색 패턴 (LDSP: Large Diamond Search Pattern)과 작은 다이아몬드 탐색 패턴 (SDSP : Small Diamond Search Pattern) 영역에 대한 동시 탐색이 가능하다[2].

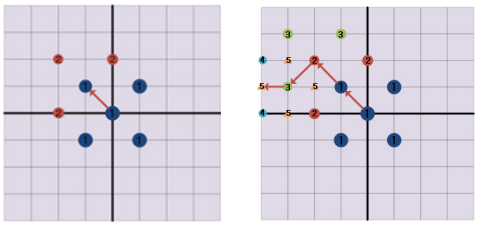


그림 3. 제안된 알고리즘의 탐색 패턴

탐색 방법은 개선된 교차 탐색 패턴만을 연속적으로 사용한다. 그림 3의 개선된 교차 탐색 패턴의 예에서 알 수 있듯이 단계를 진행하면서 추가적으로 연산해야 하는 탐색점의 수가 기존의 알고리즘들에 비해 감소함을 확인할 수 있다. 따라서 적은 연산량을 이용한 움직임 추정이 가능하다.

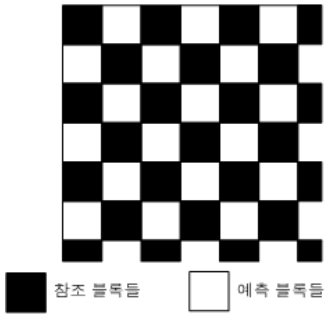



그림 4. 블록들의 공간적 상관관계

그림 4와 같이 블록들의 공간적인 상관관계를 이용하여 한 프레임에서 인접한 참조 블록들의 움직임 벡터들로부터 이웃한 블록들의 움직임 벡터를 예측할 수 있다.

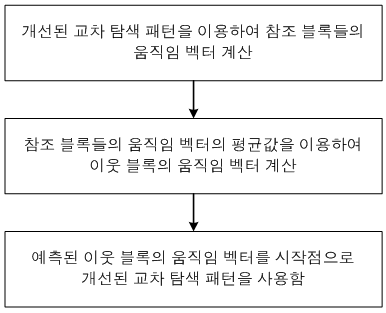



그림 5. 예측 기법의 흐름도

모든 블록의 움직임 추정은 개선된 교차 탐색 패턴을 이용한다. 그림 5의 흐름도와 같이 이웃 블록 움직임 벡터의 시작점은 참조 블록의 상, 하, 좌, 우 4개에 위치한 참조 블록들의 움직임 벡터의 평균값으로 한다. 움직임 벡터 계산 순서는 먼저 개선된 교차 탐색 패턴을 이용한 참조 블록들의 움직임 벡터가 계산되고, 이들의 평균값을 탐색 시작점으로 하여 개선된 교차 탐색 패턴을 이용한 예측 블록들의 움직임 추정을 하게 된다.

## 3. 실험 결과

제안된 알고리즘의 정량적인 평가를 위해 전체 탐색점 수와 PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)을 표 1에 나타내었다. 제안된 알고리즘은 다이아몬드 탐색법과 비교했을 때, 총 탐색점 수는 평균 35% 정도 감소함을 알 수 있고, PSNR을 비교한 결과를 영상으로 평가했을 때, 다이아몬드 탐색법과 차이가 많이 나지 않음을 확인할 수 있다.

표 1. 각 영상에 대한 실험 결과

| 탐색 방법 / 영상 | 전역탐색 | | 다이아몬드 탐색 | | 개선된 교차 탐색 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 총 탐색점 | PSNR (dB) | 총 탐색점 | PSNR (dB) | 총 탐색점 | PSNR (dB) |
| Fight (800x336) | 1105492 | 25.83 | 32644 | 22.82 | 23978 | 22.36 |
| Susie (704x480) | 1397647 | 27.64 | 48394 | 25.62 | 37148 | 25.71 |
| Flower (640x480) | 1269083 | 22.42 | 26913 | 21.52 | 18903 | 20.99 |
| Ice (720x480) | 1429788 | 32.96 | 44607 | 25.43 | 21879 | 23.97 |
| Football (512x480) | 1011955 | 34.51 | 19829 | 33.31 | 13734 | 32.88 |
| Tennis (640x480) | 1269083 | 29.04 | 17426 | 28.33 | 15174 | 28.46 |
| Salesman (512x480) | 1011955 | 46.11 | 14742 | 45.97 | 13252 | 45.95 |
| Word (480x272) | 530256 | 40.53 | 9014 | 31.02 | 7543 | 30.69 |
| 평균 | 1,128,157 | 32.38 | 26,696 | 29.25 | 18,951 | 28.88 |

| 탐색 방법 / 영상 | 예측 기법을 적용한 다이아몬드 탐색 | | 예측 기법을 적용한 개선된 교차 탐색 | |
|---|---|---|---|---|
| | 총 탐색점 | PSNR (dB) | 총 탐색점 | PSNR (dB) |
| Fight (800x336) | 26444 | 23.60 | 18954 | 22.97 |
| Susie (704x480) | 46709 | 27.33 | 36172 | 27.07 |
| Flower (640x480) | 21204 | 21.51 | 16812 | 21.25 |
| Ice (720x480) | 38257 | 25.87 | 19727 | 25.28 |
| Football (512x480) | 17950 | 33.49 | 12617 | 33.43 |
| Tennis (640x480) | 16508 | 28.60 | 14057 | 28.72 |
| Salesman (512x480) | 13986 | 45.99 | 12918 | 46.03 |
| Word (480x272) | 8901 | 31.23 | 7126 | 31.10 |
| 평균 | 23,745 | 29.70 | 17,298 | 29.48 |

## 참고문헌

[1] M. Ghanbari, “The cross-search algorithm for motion estimation,” IEEE Trans. On Commun., Vol. 38, No.7, pp. 950 - 953, July 1990.

[2] S. Zhu and K. K. Ma, “A new diamond search algorithm for fast block matching motion estimation,” IEEE Trans. On Image Process., Vol. 9, No. 2, pp. 287 - 290, Feb. 2000.

[3] Chun-Ho Cheung and Lai-Man Po, “Novel Cross-Diamond-Hexagonal Search Algorithms for Fast Block Motion Estimation,” IEEE Trans. On Multimedia., Vol. 7, No. 1, pp. 16-22, Feb. 2005.