

정수-화소만을 이용한 1/4-화소 단위 고속 움직임 추정

*조 효문, 박 동균, 조 상복
울산대학교 전기전자정보시스템공학부
e-mail : hmcho67@ulsan.ac.kr, tgbvfrede@mail.ulsan.ac.kr

Sub-Pixel Motion Estimation by Using Only integ-Pixel

*Hyo-Moon Cho, Dong-Kyun Park, Snag-Bock Cho
School of Electrical Engineering
University of Ulsan

Abstract

In this paper, we propose the new and simple method for sub-pixel block search algorithm by only using integer-pixel for motion estimation and compensation. In many papers, the fast search block match algorithms based on TSS have been proposed. However, these methods could be achieved a little reduction of the computational complexity. All of searching points by 1/4-pixel have own predicted integer-pixel SAD array. Therefore, if we know initial nine SAD values by integer, which is on the searching area of the reference frame, then we can find optimal searching point by 1/4-pixel, directly.

I. 서론

움직임 추정 및 보정 기술은 영상 압축 기술의 핵심 요소로 현재 모든 비디오 신호의 압축 부호화에 사용되고 있다. MPEG-4 영상 표준에서 1/2-화소 단위로 움직임 추정을 수행한 것에 비해, H.264에서는 더 정교한 움직임 추정을 위해 1/4-화소 단위까지의 움직임 추정이 이루어지고 있다.

이 1/4-화소단위의 움직임 추정은 고 압축 효율은 얻을 수 있는 반면, 연산 양은 약 4배 이상 증가하게 되어 실시간 영상 압축에 장애 요소가 된다. 이에 초기의 전역 탐색 기법에서 연산 복잡도를 감소시키기 위해 TSS 기법을 기반으로 하는 고속 탐색 알고리즘이 제안되어 널리 적용되고 있다. 이는 SAD 연산을 주로 사용하며 탐색 점에서 ± 1 영역 내에 탐색 점이 위치할 확률이 96% 이상이 되므로 주로 이 영역 내에서 부-화소 단위로의 탐색이 수행된다.

이러한 고속 탐색 알고리즘들은 초기 2~3개의 최소 SAD값을 갖는 탐색 영역으로 축소시키고, 1/4-화소 단위까지 계속 2~3개의 최소 SAD값을 갖는 화소 점에 대한 연산을 수행하여 최적의 탐색 점을 찾아가는 방식인데, 전역 탐색이든 고속 탐색이든 모두 초기 ± 1 영역내의 9개 지점의 SAD연산을 모두 수행한다.

본 논문에서 제안하는 방식은 이에 착안하여 얻어진 9개 정수-화소 지점의 SAD값의 크기로 한 번에 1/4-화소 탐색 점을 찾아가는 방식이다. 물론 본 논문의 방식에서도 총 12개의 중복 지점이 발생하는데 이는 이전 프레임의 확률적 특성을 고려하여 탐색 지점을 지정하게 함으로써 중복 문제를 해결하였다.

II. 본론

실제 영상에서의 움직임은 정수 단위로만 이루어지지 않기 때문에 움직임 예측과 보상에서 블록 크기가

결정되면 이를 기반으로 1/4-화소 단위까지의 움직임 추정이 이루어져야 압축 효율을 높일 수 있다.

고속 탐색 알고리즘 인 개선된 TSS 방법의 SAD 연산은 초기 정수-화소에서 9개 지점, 1/2-화소단위의 4개 지점에서, 그리고 마지막으로 1/4-화소 단위에의 4개 지점 등 총 17개 지점에서 수행된다.

기존의 방식들에서 초기에 정수단위의 9개 지점의 SAD연산을 수행하는 것과, 1/4-화소 단위의 탐색 지점에 대해 고유의 정수-화소 단위 SAD 값들이 존재한다는 것(그림 1)에 착안하여, 초기 9개 지점의 SAD 연산으로 1/4-화소 단위 움직임 추정을 도출 할 수 있었다.

125	125	115	214	212	412	511	521	521
247	346	336	438	525	834	833	843	742
579	689	779	878	878	978	977	986	975
136	126	115	215	313	512	511	621	631
248	247	336	426	525	624	633	742	842
569	679	779	879	878	978	977	975	965
137	137	115	315	313	513	511	731	731
137	137	115	315	313	513	511	731	731
569	669	559	879	878	978	955	965	965
248	248	338	427	525	724	833	842	842
137	127	117	215	313	512	711	721	731
469	569	559	759	858	957	955	965	964
258	358	338	358	626	835	833	853	852
127	127	117	215	212	512	711	721	721
258	358	338	538	626	835	833	853	852
469	569	559	759	858	957	955	965	964
137	127	117	215	313	512	711	721	731
248	248	338	427	525	724	833	842	842
669	669	559	879	878	978	955	965	965
137	137	115	315	313	513	511	731	731
137	137	115	315	313	513	511	731	731
569	579	779	879	878	978	977	975	965
248	247	336	426	525	624	633	742	842
136	125	115	215	313	512	511	621	631
579	689	779	879	878	978	977	986	975
247	346	336	436	525	834	833	843	742
125	125	115	214	212	412	511	521	521

그림 1. 각 1/4-화소 단위 탐색 점에 대한 정수-화소 단위의 SAD 값 분포

이의 결과는 거리에 따라 SAD 값의 분포가 결정되는 실험적 결과를 바탕으로 한 것이며 동일 거리에 위치한 SAD 값은 같은 값으로 산정하였다. 이는 SAD 결과 값의 소수점 넷째 자리까지 만 유효 수로 사용하여 도출한 결과이다.

III. 구현

임의의 1/4-화소 단위의 탐색 지점에 대한 정수 화소 단위의 9개 지점으로 부터의 거리(A~I)에 대한 SAD 예측은 식 (1) 과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 A &= \sqrt{|0-x_i|^2 + |0-y_i|^2}, & B &= \sqrt{|4-x_i|^2 + |0-y_i|^2}, \\
 C &= \sqrt{|8-x_i|^2 + |0-y_i|^2}, \\
 D &= \sqrt{|0-x_i|^2 + |4-y_i|^2}, & E &= \sqrt{|4-x_i|^2 + |4-y_i|^2}, \\
 F &= \sqrt{|8-x_i|^2 + |4-y_i|^2},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G &= \sqrt{|0-x_i|^2 + |8-y_i|^2}, & H &= \sqrt{|4-x_i|^2 + |8-y_i|^2}, \\
 I &= \sqrt{|8-x_i|^2 + |8-y_i|^2}
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서 정수-화소 지점의 거리 A~I는 1/4-화소 단위로 확대하면 각 각 (0,0), (4,0), (8,0), (0,4), (4,4), (4,8), (0,8), (4,8), (8,8)이 된다. 그림 1에서 보듯이 총 12개의 1/4-화소 지점에서 두 개씩 중복되는데 이는 이전 프레임의 확률적 특성을 이용하여 예측된 값을 지정하여 해결한다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 제안한 방식은 초기 9번의 정수-화소 단위의 SAD 연산만으로 탐색 지점을 찾을 수 있다. 따라서 향후 이의 정량적 모델을 구축하여 H/W로 설계는 물론 본 연구 팀에서 수행한 SAD 연산의 최적화를 위한 RAVR(Rough Average)와의 접목을 시도하여 간단한 H/W 구조 설계와 움직임 추정의 고속화를 추구하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 ETRI SOC 산업진흥센터의 IT-SoC 실습 프로젝트와 교육인적자원부의 2단계 BK 21사업의 지원으로 수행된 연구결과임

참고 문헌

- [1] Cheng Du, Yun He, and Junli Zheng, "PPHS: A Parabolic Prediction-Based, Fast Half-Pixel Search Algorithm for Very Low Bit-Rate Moving-Picture Coding", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 13, No.6, June 2003.
- [2] Bo Zhao and Jian Chen, "A Fast Two-Step Search Algorithm for Half-Pixel Motion Estimation", Dept. of Electronic Engineering, Shanghai Jiaotong University, China
- [3] P. Hosur and K. Ma, "Motion vector field adaptive fast motion estimation," Second International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS '99), Singapore, 7-10, December
- [4] Telecommunication Standardization Sector (ITU-T), International Telecommunication Union
- [5] Joint Video Team(JVT), International Telecommunication Union
- [6] H. M. Wong, O. C. Au, J. Huang, S. Zhang and W. Z. Yan, "Sub-Optimal Quarter-Pixel Inter Prediction Algorithm(SQIA)," Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2005. Proceedings.(ICASSP '05). Volume 2, pp. 921-924, March 18-23, 2005.