

다중해상도를 이용한 MRMCS3와 MRMCS4 블록 정합 알고리즘

주현식
 상육의명대학 컴퓨터정보과
 hsjoo21014@syu.ac.kr

A Block Matching Algorithm using Multi-Resolution on MRMCS3 and MRMCS4

Heon-Sik Joo
 Dept. of Computer Information Sahmyook College

요 약

본 논문에서는 기존 MPMC와 다중후보와 인접블록을 이용한 시공간적 방법을 사용하여 MRMCS3와 MRMCS4를 구하여 나타내었다. 실험 결과 움직임 적은 영상에서는 4 레벨인 MRMCS4가 우수하고 움직임 큰 경우에는 3 레벨인 MRMCS3가 더 좋은 성능을 나타내었다. 제한한 다중해상도 방법이 기존방법에 비해 움직임이 적은 경우 PSNR에 있어서 0.01 ~ 0.35[dB]정도 개선되었고, 또한 탐색 속도에 있어서도 10%정도 성능 향상을 나타내었다.

1. 서론

최근 화상 통신의 발전과 함께 비디오 압축 표준인 H.263, MPEG-4 등에 높은 관심을 갖고 있다. 영상 압축 분야에서 데이터의 압축이 필수적인데 동영상의 좋은 화질을 유지하면서 저 비트율로 압축하기 위하여 움직임 예측은 매우 중요하다. 특히 영상 신호에는 시간적으로 연속하는 화면 사이에 중복되는 데이터가 많으므로 이러한 중복된 데이터를 제거하여 효율성을 높이는 방법들이 많이 연구되어 왔다. 이러한 움직임을 예측 하기 위한 방법으로 블록정합 방법을 많이 사용하여 왔는데, 이는 블록 단위로 움직임을 갖는다는 가정 하에 화면을 일정한 크기의 사각형 블록으로 나누고, 정합기준(matching criteria)에 따라 이전 화면의 탐색 영역에서 현재 화면의 각 블록과 가장 유사한 블록을 찾아내는 것으로 탐색된 블록의 차로 움직임 벡터를 찾아내는 방법이다. 움직임벡터로 움직임을 예측(ME: Motion Estimation)한다[1]. 움직임 예측을 함을로서 중복된 데이터와 저장공간을 최소화하고 시간적 낭비를 절감하기 위해서이다. 움직임을 예측하고 보상하여 실시간 지원이 용이하고 좋은 화질을 제공 한다. 블록정합에서 전역 탐색 블록 정합 알고리즘(FSBMA: Full Search Block Matching Algorithm)이 성능이 좋지만 많은 시간적 손실이 있다. 따라서 여러 고속의 정합 알고리즘(BMA:Block Matching Algorithm)들이 제안되어 왔다. 예를 들면 픽셀서브샘플링기법(pixel subsampling technique), 시공간상관(temporal-spatial correlation)[2], 계층적 다중해

상도(hierarchical-multi-resolutionframe structure)[7] 등등이 있으며, 본 논문에서는 Multi-resolution에 의한 알고리즘을 적용하였고 다중의 후보(Multiple of candidates)를 사용하였으며, 시공간적 방법을 적용하여 complexity를 줄였고, 화질의 성능 개선을 제안하였다.

2. 다중해상도(MRME:MultiResolution)

Zafer와 Zhang 은 MRME 알고리즘 기법을 제안하였는데 Multiresolution 알고리즘은 해상도가 가장 낮은 상위 단계, 중간 단계, 하위 단계로서 움직임 벡터를 추정해 나가는 것이다. 원 영상 이미지가 16 x 16 인 동영상에서 현재의 프레임과 이전의 프레임에 대한 움직임 벡터를 찾을 경우 맨 처음 초기점을 상위 레벨인 저해상도에서 탐색 영역을 설정하여 움직임 벡터에 대한 미소 변위를 찾으면서 단계별로 고해상도까지 탐색하면서 최종적인 움직임 벡터를 찾게 된다[2]. 이를 찾기 위해 16 x 16의 해상도를 가진 원 영상에서 움직임 벡터를 구하기 위해 블록 정합의 크기를 N x N으로 설정하고 이전 프레임의 위치 $X_1 = (x_1, y_1)$ 와 현재 프레임의 위치 $X_2 = (x_2, y_2)$ 로 거리 혹은 현재 화면의 위치(k, l)에 있는 화소의 밝기 값을 $I_1(k, l)$ 이라고 하고, 이전 화면의 해당 위치에 있는 화소의 밝기 값을 $I_{t-1}(k, l)$ 이라고 할 때 정합 기준의 식 (1)를 적용 하여

$$MAD(i, j) = \left(\frac{1}{N^2} \right) \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N |I_t(k, l) - I_{t-1}(k+i, l+j)| \dots (1)$$

움직임을 구한다. 이렇게 현재 프레임과 이전 프레임의 거리 혹은 값을 16 x 16의 매크로 블록으로 표

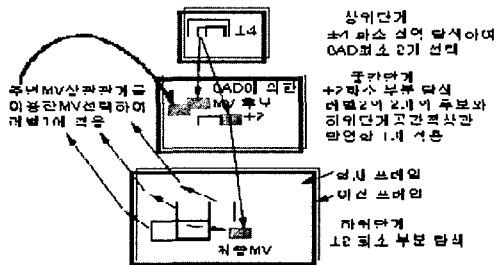
현하여 블록의 위치 혹은 값으로서 하위에서 최종적인 움직임 벡터를 구한다[3].

3. 다중해상도 시공간적 상관관계(MSTC: Multi-ResolutionSpatio-Temporal Correlation)

동영상의 움직임은 그 특성상 시·공간적으로 많은 상관성이 있으며, 특정한 물체의 움직임은 시·공간적으로 인접한 영역에 존재하게 된다. 따라서 동영상 부호화에서 움직임은 시·공간적으로 많은 상관성이 있으며, 이를 이용하여 움직임 벡터를 효율적으로 추정할 수 있고, 결과적으로 영상데이터의 많은 데이터의 압축이 가능하다. 동영상 안에 존재하는 시간적 중복성은 연속되는 화면사이의 유사성을 이용하는 방법으로 움직임 추정 및 보상 기법을 통하여 화면간 상관도를 최소화하는 것으로 이를 위한 움직임 예측 기법은 영상의 각 단위로 블록 또는 화소 단위로 움직임을 적용한다. 블록단위의 움직임 예측은 동일한 블록내의 화소들은 동일한 움직임을 갖는다는 것과 블록들은 수평, 수직으로 움직인다는 것이다. MRMC 알고리즘은 다중 해상도 블록 정합 알고리즘을 기본으로 하여 인접 블록들의 공간적 상관관계를 이용하여 MV로서 움직임을 보상(MRMC: Multi-resolution Motion Compensation)한다[4].

4. MRMCS(Multi-Resolution search using Multiple Candidates and Spatial Correlation of Motion)구현

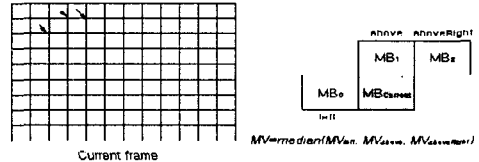
MRMCS 알고리즘은 계층적 블록 정합 알고리즘을 기본으로 하며, 국소문제를 해결하기 위해 다수의 후보를 사용하고, 공간적 상관관계를 이용하여 성능을 높였다[2]. 이 알고리즘의 기본 아이디어는 객체가 연속적으로 움직인다고 가정할 때, 움직이는 객체에 포함된 블록의 움직임 벡터는 공간적으로 인접한 블록들의 움직임 벡터와 유사하다는 성질을 이용한 것이다[5]. MRMC 알고리즘은 (그림 1)과 같이 해상도가 낮은 순서대로 상위, 중간 그리고 하위 단계의 계층적



(그림 1) MRMCS 알고리즘

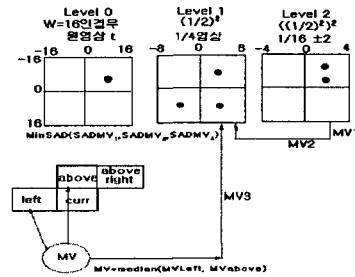
구조 되어 있다. 상위 단계에서는 원래 영상을 1/4

의 크기로 줄인 4x4 블록에 대해 ±4 탐색 영역에 대하여 전역 탐색을 수행 한 후에 구해진 가장 작은 SAD(Sum of Absolute Difference)를 갖는 두 개의 탐색점들이 중간 단계에서의 후보들로 사용되고, 하위 단계에서 구해진 움직임 벡터들의 공간적 상관관계를 반영한 후보 하나가 더해져 중간 단계에서의 후보로 사용된다.(그림2)와같이 공간적 상관관계[6]



(그림 2) 공간적 상관성을 갖는 인접 매크로블록

를 이용한 후보는 현재 매크로 블록에 인접한 3개의 매크로 블록의 움직임 벡터들의 중간 값을 취하여 구한다. (그림3)은 각각의 레벨에서 움직임 벡터를 구하는 단계를 나타내었다.



(그림 3) 레벨별 MRMCS

MRMCS의 알고리즘은 다음과 같다.

- 레벨 2 (4 x 4 블록)
 - ① ±4 블록에 대해 전역 탐색
 - ② 전역탐색하여 SAD가 가장작은 2개를 후보로 선택
 - ③ 선택한 후보 2개를 레벨 1에 적용한다.
- 레벨 1 (8 x 8 블록)
 - ④ 레벨 2에서 선택 한 후보 2개와 레벨1에서 후보 1개를 추가하는데 이 후보는 공간적 상관관계를 이용하여 레벨 0(하위 단계)에서 현재 매크로 블록에 인접한 3개의 매크로 블록에서 중간값 (left, above, above right)을 취하여 레벨 1에 후보로 반영한다.
 - ⑤ 레벨 1의 ④에서 Min SAD를 구하여 최적의 1개를 구한다.
- 레벨 0 (16 x 16 블록)
 - ⑥ ⑤에서 구한 움직임 벡터를 최종 해로 결정한다.

5. 실험 결과

제안된 기법의 성능을 평가하기 위하여 CIF(Common Intermediate Format:: 352×288 pixels)의 akiyo, foreman, news, stefan, SIF(Source Input Format: 352×240 pixels)의 football, garden, tennis의 7개 영상에 대해 각각 80프레임씩을 대상으로 실험하였고, 비교 탐색 기법으로는 FS와 MRMCS3와 MRMCS4를 나타내었다. 실험 결과 각각 <표 1>, <표 2> 나타내었다. 제안한 MRMCS3, MRMCS4는 공간적 상관과 다중 후보를 사용한 움직임 예측(MRME)기법과 움직임 보상(MRMC)알고리즘을 사용하였다. 그리고 모션 추정에 사용된 매크로블록의 크기는 16×16 화소며, 탐색 영역의 변위는 4를 적용하여 Pentium IV 1.6GHz와 256MB 메모리가 장착된 컴퓨터상에서 실험을 수행하였다. 블록 정합의 정도를 평가하기 위해 대표적인 정합 기준인 평가 함수(cost function)로 영상 화질의 품질을 평가하기 위한 식 (2)의 평균 제곱 오차(MSE: Mean Squared Error), 식 (3)의 평균 절대 값 오차(MAD: Mean Absolute Difference)와 정합 오차 측정 함수로는 식 (4)의 절대 값 오차의 합(SAD: Sum of Absolute Difference)을 이용하였다. 또한 제안하는 기법의 성능 향상을 측정하기 위해 블록 당 탐색 점의 개수를 기존 방법들과 비교하였다.

$$MSE(i, j) = \left(\frac{1}{N^2} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N |I_i(k, l) - I_{i-1}(k+i, l+j)|^2 \right) \quad (2)$$

$$MAD(i, j) = \left(\frac{1}{N^2} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N |I_i(k, l) - I_{i-1}(k+i, l+j)| \right) \quad (3)$$

$$SAD(i, j) = \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N |I_i(k, l) - I_{i-1}(k+i, l+j)| \quad (4)$$

여기서 N은 영상의 가로와 세로의 각각의 크기이며, $I_i(k, l)$ 은 원영상의 화면을 나타내고, $I_{i-1}(k+i, l+j)$ 은 모션 추정 화면을 나타내며, 이들 정합 기준들은 최소 값을 가지는 위치를 모션 벡터로 결정한다. 그리고 화질의 평가를 위한 PSNR은 식 (5)과 같다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \quad (5)$$

실험 영상에 대한 실험 결과는 <표 1>은 4레벨에 대한 결과를 나타내고, <표 2>는 3 레벨에서의 각각의 실험 결과로서 영상별 기존의 탐색 기법과 제안하는 탐색 기법에 대한 평균 PSNR[dB]을 나타내었다.

<표 1>MRMCS4 레벨 알고리즘의 PSNR(dB) 성능과 복잡도 비교

Video Seq.	MRMC			Proposed(MRMCS4)		
	MAD	RMSE	PSNR	MAD	RMSE	PSNR
akiyo	0.626700	4.161969	42.479912	0.615413	3.985994	42.746537
foreman	3.079748	35.748669	32.772285	3.117340	37.822591	32.626083
news	1.224320	19.139974	36.999052	1.217352	19.270057	37.196105
stefan	6.760695	189.701512	25.643159	8.100942	285.123842	24.388740
football	8.937894	298.405376	23.408489	9.491130	340.040157	22.858987
garden	7.786590	241.830154	24.372075	8.391371	300.208697	23.432506
tennis	4.463841	108.887865	29.827546	4.693287	128.978630	29.223114

제안된 결과로서 CIF(Common Intermediate Format) 영상에서는 움직임이 적은 akiyo, news에서는 MRMCS4가 높은 것으로 나타났지만, SIF(football, garden, tennis)에서는 움직임이 큰 경우에는 MRMCS3 더 좋은 것으로 나타났다.

<표 2>MRMCS3 레벨 알고리즘 PSNR(dB) 성능과 복잡도 비교

Video Seq.	MRMC			Proposed(MRMCS3)		
	MAD	RMSE	PSNR	MAD	RMSE	PSNR
akiyo	0.626700	4.161969	42.479912	0.612675	4.168641	42.622150
foreman	3.079748	35.748669	32.772285	3.180286	38.068190	32.520300
news	1.224320	19.139974	36.999052	1.227405	19.683830	37.016247
stefan	6.760695	189.701512	25.643159	6.941170	200.655247	25.449202
football	8.937894	298.405376	23.408489	9.184428	315.111980	23.176316
garden	7.786590	241.830154	24.372075	8.248512	271.380421	23.864828
tennis	4.463841	108.887865	29.827546	4.668063	118.433959	29.448497

6. 결론

본 논문에서는 고속의 블록 정합 방법으로 다중해상도 블록 정합 알고리즘을 적용하였다. 각 레벨크기에 따른 이미지의 해상도를 적용하였고 다중의 후보를 사용한 Multi-candidate를 적용하였고, 시공간적 상관 관계를 적용하였다. 본 논문의 실험 결과에서 나타난 것과 같이 기존의 MRMCS3 방법이 움직임이 큰 경우에는 좋지만 움직임이 적은 영상에서는 제안한 방법이 더 좋은 결과를 알 수 있었다. 또한 MRMCS3와 MRMCS4의 실험에서는 작은 영상에서는 MRMCS4가 더 화질이 좋게 나왔고, 움직임 큰 경우에는 MRMCS3가 더 좋은 화질을 나타내었다. 실험결과 제안한 방법이 0.01 ~ 0.35 [dB] 정도 성능향상을 나타내었다. 앞으로 움직임이 큰 영상에서 화질이 더 좋은 알고리즘을 적용하여 하는 연구가 이루어져야 하겠다.

참고문헌

- [1] Ya-Qin Zhang, Sohail Zafar " Motion- Compensated Wavelet Transform Coding for Color Video Compression ". IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 2, No.3, September 1992, pp. 285-296
- [2] Jie Wei, Ze-Nian Li, " An Enhancement MRMC Sheme in Video Compression ". IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 7, No. 3, June 1997, pp.564-568
- [3] Jae Hun Lee, Kyoung Won Lim, Byung Cheol Song, Jong Beom Ra. " A Fast Multi-Resolution Block Matching Algorithm and its LIS Architecture for Low Bit-Rate Video Coding " IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 11, No. 12, December 2001, pp. 1289-1301
- [4] Jinwen Zan: Omair Ahmad, M.: Swamy, M.N.S. " Median filtering-based pyramidal motion vector estimation " IEEE International Conference on , Volume: 3 , 7-11 May 2001 Pages:1605 - 1608 vol.3
- [5] Jinwen Zan, M.Omair Ahmad, M.N.Swamy, " New Techniques for Multi-Resolution Motion Estimation " IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology Vol. 12, No. 10, October 2002, pp. 934-947
- [6] 김정선, 조진현, 이진연, 이윤태, 전재욱, "모바일용 저전력 고속 계층적 탐색 블록 정합 알고리즘", 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, VOL. 15 NO. 01 pp. 0541 ~ 0544 2003 . 01
- [7]Kwon Moon Nam: Joon-Seek Kim: Rae-Hong Park: Young Serk Shim: "A fast hierarchical motion vector estimation algorithm using mean pyramid" Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on ,Volume: 5 , Issue: 4 , Aug. 1995 Pages:344 - 351