

복합적 단계별 제거를 통한 고속 움직임 예측 알고리즘

김종남, 악셀 파라디스
 부경대학교 IT융합응용공학과
 e-mail:jongnam@pknu.ac.kr

Fast Motion Estimation Algorithm via Integrated Sequential Removal

Jongnam Kim, Axel Paradis
 Dept of IT Int. & App. Engineering, Pukyong National University
 e-mail:jongnam@pknu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 전영역 탐색기반의 방법과 비교하여 예측화질은 거의 유지하면서 무의미한 계산량을 줄이는 방법을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 PDE 기반으로 각 후보 지점에 대하여 부분 블록 에러 합을 계산하고, 이에 따라 다음 단계에서 진행할 후보들을 선별하고, 최소 에러지점의 최적후보에 대해 단계별 안정성을 비교 판단하여 그 다음 단계의 진행 여부를 결정함으로써 최적의 움직임 벡터를 계산한다. 이를 통하여 전체의 최소블록매칭에러를 갖는 지점을 조기에 발견하고, 불필요한 후보들을 더 빨리 제거함으로써 불필요한 계산량을 줄이고 계산속도 향상을 얻을 수 있다.

1. 서론

비디오 압축에서 움직임 예측 모듈은 비디오 데이터의 몇 가지 중복성 중에 시간적 중복성을 줄이는 기술이며, 이를 통하여 정지영상 압축보다 현저히 높은 압축률을 얻을 수 있다. 이러한 움직임 예측은 연속되는 비디오 프레임간의 유사한 영역을 찾는 것이며, 이웃하는 프레임에서 유사한 영역의 이동 변위를 움직임 벡터로 정의한다. 연속되는 비디오 프레임의 움직임을 예측하는 방법들 중에 블록매칭 움직임 예측 방법이 가장 널리 사용되며, 소요되는 계산량 대비 예측화질이 우수하여 동영상 압축 국제 표준에 널리 사용되어 왔다. 블록 매칭 움직임 예측 방법들에서 가장 기본적인 방법이 전영역 탐색 (full search)방법인데, 이는 설정된 탐색 영역에서 모든 탐색 후보점에 대하여 블록매칭에러 (block matching error)를 계산하고 그 중에 최소의 에러를 갖는 후보 탐색지점을 찾는 것이다. 이 방법은 예측화질과 구현복잡도 측면에서는 우수하나, 계산량이 많으며, 특히 탐색 영역이 커진다면 계산량이 심각한 문제가 되기도 한다. 이를 해결하기 위해 고속 움직임 예측에 대한 많은 연구가 수행되어 왔다 [1-5].

본 논문에서는 예측화질이 전영역 탐색방법과 거의 또는 완전히 동일하면서 계산량을 현저히 줄이는 고속 움직임 예측 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 위에서 언급한 PDE 방법을 기반으로 하며, 무의미한 탐색 후보지점을 조기에 제거하면서 움직임벡터를 더 일찍 계산하도록 한다. 이는 탐색 절차를 몇 단계로 나누는데, 먼저 탐색 영

역내의 각 후보 지점에 대하여 부분 블록 에러 합을 계산하고, 이에 따라 다음 단계에서 진행할 후보들을 선별하고, 최소 에러지점의 최적후보에 대해 단계별 안정성을 비교 판단하여 그 다음 단계의 진행 여부를 결정함으로써 최적의 움직임 벡터를 계산한다. 다음 단계에서 진행할 후보들을 선별할 때 그때까지 계산한 부분 블록 에러 합을 이용하여 적절한 문턱치를 설정하고 이보다 작은 값을 갖는 후보에 대해서만 우선적으로 다음단계에서 탐색을 계속하고, 나머지는 모든 단계를 마친 후에 처리하는데, 이를 통하여 최적 움직임 벡터로서 가능성이 높은 후보에 대해 먼저 검사함으로써 추후에 불필요한 계산을 더 많이 줄일 수 있는 것이다. 또한 단계별로 진행하면서 각 단계에서 최적 후보가 변경되지 않으면 이를 최종 움직임 벡터로 판단하고 나머지 탐색을 종료하게 된다. 이는 예측 화질의 손실을 초래할 수 있는데, 변경되지 않은 단계의 수를 조절함으로써 예측화질을 제어할 수 있다.

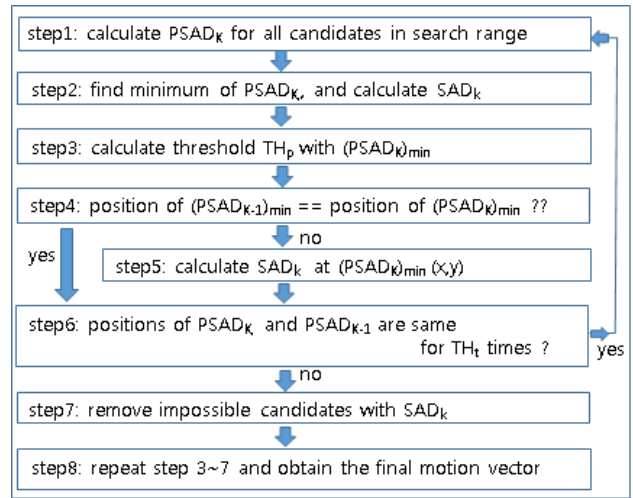
2. 제안방법

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 예측화질에 있어서는 전영역 탐색방법의 결과와 거의 동일하면서 계산량을 효율적으로 감축하는 것이다. 전술한 대로, 전역 탐색 방법과 비교하여 예측화질의 손실이 발생하지 않으면서 계산량을 줄일 수 있는 방법으로 SEA와 PDE방법이 있다. 이 중에서 PDE 방법은 불가능한 후보를 제거하기 위해 부가적인 계산을 하지 않기 때문에 기존의 고속 움직임 예측 방법들과 연계하여 사용할 수 있으며, 계산량의

감축에 있어 우수한 방법이다. PDE 기반의 변경된 고속 움직임 예측 방법들은 블록 매칭에러를 계산함에 있어 블록 영역의 계산 순서를 결정하고, 그 선별된 순서대로 블록 매칭 에러를 구함으로써 고정된 순서로 매칭에러를 구하는 것 보다 불필요한 계산을 더 줄일 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안하는 방법은 기존의 블록매칭에러값이 큰 영역을 유추하는 것이 아니라 단계별로 최소에러를 갖는 최적의 후보지점을 추가적인 계산 없이 가능한 일찍 찾아내어 불가능한 후보 벡터를 더 빨리 제거한다. 탐색영역내에 존재하는 최소의 블록에러지점을 더 빨리 찾기 위하여 부분블록에러합의 결과와 적절한 조건을 이용하여 최적의 후보를 대상으로 전체 블록에러를 계산함으로써 탐색영역내의 최소에러 지점을 더 빨리 계산한다. 기존의 전영역 탐색 및 PDE, 그리고 PDE 변경 알고리즘들은 각 후보지점에 대하여 전체의 블록에러합을 계산을 한 후 다음 후보지점으로 이동하여 블록 에러합을 계산하는 구조를 가지고 있다. 이러한 방법은 탐색영역 내에서 블록매칭에러를 순차적으로 계산을 다 해보아야 최소에러지점을 알 수 있게 되는 것이다. 또한 중간에 부분블록에러합을 갖는 위치가 변하지 않는다면 k의 값이 N에 도달하기 전에 그 지점을 최종적인 움직임 벡터의 지점으로 간주하여 계산량을 대폭 줄일 수도 있다. 이때 연속적으로 변하지 않는 부분 블록에러 합을 단계수에 대한 문턱치값을 조정하여 효율적으로 계산량을 조절할 수 있다.

본 논문에서는 탐색 영역전체에 대하여 부분블록에러의 합을 단계적으로 계산한다. 단계적으로 블록에러의 합을 계산하는 것은 그 블록의 행이나, 열, 또는 작은 서브 블록별로 계산을 하는 것을 의미하며, 유효한 탐색 후보지점에 대해 작은 단위의 매칭에러합을 계산한다. 한 지점에서 한 번에 블록매칭에러의 값을 계산하는 것이 아니라 매칭 블록에서 작은 단위의 매칭영역 개수의 단계로 나누어서 실행을 하며, 각 단계는 탐색영역에 있는 전체 후보들을 대상으로 하는 것이다. 탐색영역내에 있는 전체 후보지점에 대하여 불가능한 후보 벡터를 매 단계마다 제거하며, 제거되지 않고 남은 후보에 대하여 다음단계에서 같은 과정을 반복하게 된다. 이때, 제거되지 않고 남아서 다음 단계에서 계산해야 할 후보들 중에서 그 부분블록에러합의 크기에 따라 문턱값을 설정하고, 설정된 그 문턱값보다 작은 부분블록에러값을 갖는 후보지점에 대하여 다음 단계에서 계산을 한다면 효율적으로 최소에러의 후보지점을 더 빨리 찾아낼 수 있다.



(그림 1) 제안 알고리즘 절차

그림 1은 제안 알고리즘의 진행절차를 도식화한 것이다. 그림 1에서 $PSAD_k$ 은 k단계에서 부분 블록 에러의 합을 나타내며, SAD_k 는 k단계에서 최적의 후보지점에서 블록 에러의 합을 나타낸다. 그림 1에서 단계 6은 더 많은 계산량 감소를 위하여 손실 움직임 예측을 할 수 있는데, 문턱치 값을 매칭 블록 크기인 N으로 설정하면 무손실 예측 방법으로서 예측화질의 저하없이 계산량만 줄일 수 있다.

3. 실험결과

제안 알고리즘의 객관적인 성능 평가를 위해, “bus”, “bally”, “bicycle”, “flower garden”, “football”의 비디오 데이터를 이용하여 실험을 수행하였다. 이들 비디오 데이터는 표준적으로 사용하고 있는 영상으로서 영상의 공간 복잡도, 움직임의 크기, 움직임의 복잡도를 고려하여 작성되었다. 움직임 벡터를 계산하는 매칭 블록의 크기는 16×16화소이며, 탐색 영역의 범위는 ±15 화소로 설정하였다. 영상의 해상도 크기는 720×480 화소이며, 비디오 프레임수는 95이다. 알고리즘의 성능평가를 위한 실험 결과는 움직임 벡터 계산을 위해 사용된 평균 계산량과 움직임 벡터의 정확도와 예측화질 평가를 위하여 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)로 나타내었다.

<표 1> 알고리즘별 계산량(단위: 행)

	bus	bally	bycl	flower	football
FS	16	16	16	16	16
MSEA	10.9	8.4	10.6	7.8	10.8
CDMHS	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0
Proposed TH _t =4	6.6	5.0	6.1	4.2	5.0

<표 2> 알고리즘별 예측화질(단위: dB)

	bus	bally	bycl	flower	football
FS, MSEA	26.0	31.5	23.5	27.7	36.5
CDMHS	24.4	30.2	22.0	25.4	35.2
Proposed TH=4	25.8	31.4	23.4	27.6	36.5

참고문헌

[1] T. Tan, R. Weerakkody, and G. Sullivan, "Video quality evaluation methodology and verification testing of HEVC compression performance," *IEEE Transactions on Circuits System & Video Technology*, Vol. 26, No. 1, pp. 76-90, 2016.

[2] N. Alnajdawi, M. Alnajdawi, and S. Tedmori, "Employing a novel cross-diamond search in a modified hierarchical search motion estimation algorithm for video compression," *Elsevier Information Sciences*, Vol. 268, pp. 425-435, 2014.

[3] A. Paramkusam, "Efficient motion estimation algorithm on the layers," *IEE Electron. Letters*, pp. 467-468, 2017.

[4] X.Q. Gao, C.J. Duanmu, and C.R. Zou, "A Multilevel Successive Elimination Algorithm for Block Matching Motion Estimation," *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 9, No. 3, pp. 501-504, 2000.

[5] S. Jin and H. Lee, "Fast Partial Distortion Elimination Algorithm based on Hadamard Probability Model," *IEE Electron. Letters*, Vol. 44, No. 1, pp. 17-19, 2008.

4. 결론

본 논문에서는 움직임 예측에서 전영역 탐색방법에 비하여 예측화질의 저하가 전혀 없거나 거의 없으면서 소요되는 계산량을 현저히 줄이는 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 탐색 영역의 후보지점에서 단계별 최소 에러를 갖는 최적의 후보를 찾고, 이를 통하여 얻는 최소의 블록매칭에러를 계산하고 단계별 부분블록매칭에러의 크기에 따라 다음 단계에서 우선 순위를 갖는 후보를 걸러내며, 단계별 부분블록매칭에러 지점이 변치 않는 횟수를 조사하여 그에 따라 최종 움직임벡터를 결정함으로써 불필요한 계산량을 현저히 줄일 수 있게 하였다.

감사의 글

본 논문은 부경대학교의 중소기업청 연구마을사업과 부경대학교 링크플러스 산학공동과제와 부경대학교 URP 사업단의 연구지원을 받아 수행된 것임.