

□ 기술개설 □

비선형 움직임 예측에 의한 동화상 표현

포스데이타(주) 이우섭*

● 목 차 ●

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. 서 론 | 4.2 동영상 그물구조의 매듭점 예측 |
| 2. 블록 변수변환에 의한 움직임 보상기법 | 5. 동영상 영역 분할 및 프레임 보간 |
| 3. 매듭점에 의한 움직임 예측기법 | 5.1 움직임에 근거한 영역 분할 |
| 3.1 매듭점을 이용한 기하학적 빈형 | 5.2 영역 움직임에 의한 프레임 보간 기법 |
| 3.2 매듭점의 빈화량 예측 알고리즘 | |
| 4. 그물구조에 의한 동영상 표현기법 | 6. 맺는말 |
| 4.1 동영상 그물구조 | |

1. 서 론

동영상 데이터의 표현기법에 대한 요구사항은 개인용 컴퓨터, TV, 및 각종 멀티미디어 단말기를 이용한 정보의 교환과 더불어 자연스럽게 발전되어 왔다. 여러 연구결과의 결실로 현재의 각 응용 분야마다 대표적인 영상신호 표준안이 채택되어 있고 한때 잠시 독자적으로 유지되어오던 부호화 방법들은 다른 제품과의 호환성 또는 특별히 우수성이 보이지 않기 때문에 점점 사라지고 있다. 이 글에서는 최근 관심이 고조된 저속의 영상압축에 대한 여러 제안 중에서 동영상 영역 분할에 의한 부호화 방법에 대해 소개하고 향후 연구분야 등을 파악하도록 한다.

동영상의 실시간 데이터를 전송하는 전형적인 응용분야는 멀티미디어 서비스를 필요로 하는 영상전화(Video Phone)와 이동멀티미디어 전화(Mobile Multimedia Phone) 등의 저속의 데이터 양이 요구되는 곳부터 HDTV, VOD 등의 비교적 통신 대역 폭이 어느 정도 할당된 곳 등의 다양한 분야이다. 현재의 일반적인 동

영상 부호화 표준안인 H.261, MPEG I, MPEG II 등은 각기 특화된 응용 분야는 다르지만 여러 가지면에서 유사성을 가지고 있다. 가령 GOP의 첫 번째 프레임은 마치 정지영상인 것처럼 취급하여 2차원 영상을 일정한 크기의 블록으로 나눈 뒤에 공간적인 상관관계를 이용하여 각블럭에 존재하는 불필요한 데이터를 줄이는 직교변환(Orthogonal Transform)의 일종인 DCT(Discrete Cosine Transform)를 사용하고 공간에 펼쳐진 시각적인 정보량을 크게 손상 받지 않는 범위 내에서 정보량을 줄이는 방법을 쓴다. 또한 시간축상의 여러 프레임간의 유사성을 이용하여 데이터를 줄이기 위해 움직임 예측 및 보상기법을 쓴다. 첫 번째 프레임에서 정의된 각블럭의 움직임 벡터만을 이용해서 주어진 일정한 크기의 블록 정보를 나타내게 되며 복호기에서는 움직임 벡터와 그리고 약간의 오류 데이터만으로 거의 완전한 원래 영상을 복원한다. 더불어 부호화 할 각데이터들 가령 움직임 벡터, DCT 계수 등은 확률적인 분포도를 최대한 이용하여 최종 비트스트림을 줄인다. 이와 같이 여러 동영상 표준안 부호화기는 개념적인 면에서 많은 유사성이 있

*미 회 위

지만 사용측면, 목표되는 데이터율, 정의된 입력데이터의 형태 등에서 구별화되고 있다. 일반적으로 H.261은 화상회의용으로 N-ISDN (Narrow Band Integrated Services Digital Network)에 있어서의 영상전화용 방식으로 권고되고 있으며, MPEG I은 약 1.5 Mbps의 전송속도를 요구하는 CD-ROM을 이용한 저장매체용 영상압축기술의 표준안으로 사용된다. MPEG II는 보다 포괄적인 응용분야를 목적으로 저장매체, 통신 미디어의 여러 포맷을 수용하기 위한 분야로 자리잡아가고 있고 특히 고화질용 TV 압축 표준으로 산업계에서 많은 주목을 받고 있다. 여기서 한 가지 주목할 점은 하나의 영상압축 표준안과 관련 요소 기술들의 개념이 특정응용 분야에 제한되어 다른 분야에 적용할 수 없는 것은 아니며 그 출력되는 데이터량 또는 요구되는 대역 폭에 따라 여러 다른 모양의 비디오 코더(Video Coder)로 만들어 질 수 있는 것이다. 단지 사용자 환경측면에서의 실시간 처리정도 및 송수신 측의 대역폭, 가격 등을 고려하여 각기 응용분야를 달리 하고 있다. 상기한 여러 표준안들은 시스템 레벨의 블록 다이어그램은 매우 유사하지만 아직은 완전한 상호 호환성이 없으므로 여러 장점을 살린 범용적인 Coder를 만들려는 노력이 바로 MPEG IV 활동이다. 각국의 기업 연구소와 학계를 중심으로 이에 대한 제안이 계속 진행 중이며 이는 64 Kbps의 저속데이터량을 위한 것뿐만 아니라 기존의 여러 표준안을 동시에 수용하는 보다 범용적인 영상 표현 기법을 적용하려는 것이다.

현재까지의 여러 표준안은 블록을 기준으로 이루어지고 있으며, 초저속으로 동영상을 부호화 하려는 노력은 블록을 중심으로 펼쳐진 여러 이론과 경험을 객체(Object)별로 묶어서 부호화 하는 경향이 있다. 이방법은 계산량의 증가를 어느 정도 염두에 두고 차세대를 겨냥한 부호화를 목적으로 한다. 아직은 제안된 여러 알고리즘들이 훨씬 복잡하고 완숙된 결과를 이룬 것은 아니지만 정보산업의 성숙된 멀티미디어 서비스를 제공하는 핵심 기술이 될 것이며 다양한 응용분야를 가지고 가능성이 확대 될 것이라는 것이 현재 많은 연구결과에 의해서

증명되고 있다.

이 글에서는 현재의 저속을 위한 비디오 코딩, 영역 분할에 의한 동영상 표현기법, 그리고 압축 알고리즘의 핵심인 분할된 영역의 움직임 보상기법에 대해서 알아본 후 향후 연구 방향에 대해 살펴보도록 한다.

2. 블록 변수변환에 의한 움직임 보상기법

움직임 보상에 의한 예측기법은 동영상의 시간축상의 잉여데이터를 줄이려는 핵심 기술이다. 동영상의 여러 프레임에 대하여 MJPEG (Motion JPEG) 기술처럼 정지영상에서 사용하는 공간적인 상관관계를 줄이는 방법을 각 프레임마다 적용할 수도 있지만, 이보다는 주어진 프레임의 각각의 화소에 대응하는 다음 프레임의 위치를 예측하여 현재 좌표에서 변동된 크기만을 나타냄으로써 전체의 부호화 될 데이터 수를 줄이는 것이 더욱 일반적이다. 전체 압축률은 한 물체의 움직임 정도, 프레임간에 포함된 움직임은 물체의 갯수를 예측한 후 나타나는 예측 에러값 등에 따라 변하게 된다. 현재까지의 가장 일반적으로 쓰이는 움직임 예측 방법은 블록정합방법(Block Matching Algorithm, BMA)으로, 주어진 프레임을 각기 겹치지 않는 정사각형으로 나눈 다음 한 블록안에 있는 모든 화소들이 전부 일정한 크기의 수직 또는 수평의 선형의 움직임만을 갖는 것으로 가정하고 현재의 블록과 가장 유사한 블록을 이전 블록에서 찾는 것이다. 블록정합방법은 블록안에 있는 화소들의 움직임에 대한 모델이 매우 간단하며 쉽게 움직임 크기를 예측할 수 있다는 장점이 있고, 일반적으로 주어진 블록 크기와 물체의 크기가 유사하거나 주어진 블록의 크기가 충분히 전체 물체의 크



그림 1 블록정합방법이 큰 예측차분치를 발생하는 일반적인 세 가지 경우들

기를 몇 개의 블록의 조합으로 나타낼 수 있을 때에 효과적이다.

그러나 그림 1에서 보여주듯이 이러한 블록 정합방식이 실패하는 경우는 다음과 같이 세 가지로 요약 할 수 있고 이는 곧 상당히 큰 예측 에러를 발생하여 한 프레임의 부호화 효율을 저하시킨다. 또한 만약 프레임간의 움직임에 근거한 물체의 해석을 요하는 경우에는 위와 같은 블럭정합방식은 부정확한 움직임 벡터 및 물체해석을 야기시켜 예측오류를 증가시킨다. 첫 번째 경우는 한 블록의 움직임이 수직 또는 수평적인 움직임 보상으로 나타낼 수 없는 비선형적인 경우이다. 두 번째는 비록 물체의 움직임이 선형으로 나타나고 있지만 한 블록이 둘 이상의 물체를 포함하고 있고 물체의 움직임 벡터의 방향이 다른 곳 또는 교차하여 나타나는 경우이다. 세 번째 경우는 단순히 움직임 보상으로는 프레임을 예측 할 수 없는 경우이다. 가령 빛의 조명이 바뀌거나 기준되는 블록 또는 프레임에 존재하지 않는 새로운 물체가 나타나는 경우로서 예측화면의 복원을 위하여 오류값에 의한 보상이 크게 요구되는 경우이다. 만약에 블록의 크기가 고정되고 더 이상의 블록 크기의 조정이 허용되지 않으면 두 번째 또는 세 번째의 예측 에러는 피할 수 없게된다. 그러나 첫 번째 움직임 모델에 대한 에러는 비선형적인 움직임 모델을 취함으로써 예측 에러에 의한 부호화의 부담을 줄일 수 있다. 일반적으로 선형 움직임에 의한 가정은 대부분의 블록에 대해서 상당히 효과적인 움직임 예측방법이며 단지 프레임 상호간에 내포된 움직임 정도에 따라서 비선형 움직임을 요구하는 정도의 차이가 다르게 나타난다. 이러한 가정에 의하면 움직임 예측정도에 따라서 전체 블록을 선형 움직임 블록, 비선형 움직임 블록, 그리고 움직임 보상 불가능한 블록으로 나눌 수 있다.

블록의 선형 모델을 채택한 예측오류를 줄이려는 최근의 여러 연구들을 요약하면 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 첫 번째는 주어진 블럭을 이용하여 움직임에 대한 모델링(Block based approach)을 비선형화 하는 방법이고 또 한 가지는 전체 이미지에 그물구조를 가정

하여 각각의 프레임에서 기하학적인 연결관계(Mesh based approach)를 유지함으로써 프레임 움직임을 예측하는 방법이다. 블록에 근거한 방법은 기존의 BMA에서와 같이 가장 적합한 정합 지점을 찾으며 각각의 블록을 이웃한 블록들과의 어떠한 제한도 두지 않고 독립적인 움직임 벡터를 가질 수 있다는 점은 유사하다. 그러나 블록 안에 있는 화소들의 움직임을 단순한 수직, 수평의 선형적으로만 가정하지 않고 비선형적인 움직임을 가정함으로써 위에서 언급한 첫 번째 경우의 모델링 오류를 최소화하려는 방법이다. 픽셀반복방법(Pel recursive method)이 대표적인 방법이다. 이 방법에서는 한 블록 안의 각화소들의 움직임 벡터들을 예측한 다음 그 블럭의 움직임을 단순한 선형의 움직임이 아닌 다항식으로 근사시키는 것이다. 다항식은 차수에 따라서 Affine 변환 또는 Bilinear 변환이 자주 이용된다[8]. 또는 물체의 움직임을 3D 회전과 카메라 화면에 수평으로 움직이는 성분으로 분해하여 이 값들을 2D 이미지에 투사된 것으로 가정한 후 각각의 계수를 찾기도 한다 [9]. 하지만 그물구조에 의한 방법은 주어진 프레임을 삼각형 또는 사각형의 중복되지 않는 요소들로 나눈 다음 이전 프레임의 정합 되는 요소들을 찾을 때 다각형의 꼭지점이 독립적으로 움직이는 것이 아니고 미리 정의된 각각 요소들의 이웃관계들을 그대로 유지하는 것이다. 각 요소들 안의 화소의 움직임은 다각형을 이루는 꼭지점들(Nodes, Knots)로부터 보간(Interpolation)되며 요소를 이루는 다각형간의 보간된 데이터는 불연속성이 없는 부드러운(Piecewise smooth mapping) 전체 움직임을 보이게 된다. 블록에 근거한 방식에 비해서 이 방식은 훨씬 자연스럽게 원래의 움직임을 보이게 되며, 물체의 흐름을 더 정확히 파악 할 수 있다. 요소를 이루는 다각형이 삼각형으로 이루어 질 때는 Affine 변환[2]을 이용하며 사각형 일 때는 Bilinear 변환을 이용한 보간 기법을 사용하게 된다. 삼각형에 근거한 보간 기법이 훨씬 수치해석이 용이하고 산술적인 계산시간이 짧은 반면에 보간된 전체 이미지의 질이 때로는 삼각형의 방향성, 즉 어떤 방향으로 삼각형이 전체 이미지를 나누고

있느냐에 따라서 보간된 전체영상의 질이 상당히 좌우될 수 있다. 그불구조에 의한 동영상 표현은 상당히 최근에 응용되는 개념이지만, 이론적인 근거와 토대는 이미 오랫동안 건축의 구조물 해석(Finite Element Method, FEM)에서 사용되어 왔다. 사각형 그물구조에 의한 움직임 보상 기법은 이미 디지털 이미지 포핑 분야에서 널리 이루어지고 있고[10], 카메라의 굴절에 의한 왜곡현상 수정, 이미지의 상대적인 배열, 그리고 주로 이미지 합성에 쓰이던 것이 이제는 동영상의 해석과 움직임 예측분야에 널리 적용되고 있다[2~6].

3. 매듭점에 의한 움직임 예측기법 (Node Based Motion Estimation)

3.1 매듭점을 이용한 기하학적 변형

이 글에서 다루는 매듭점에 의한 보간 기법의 차이점은 기존의 보간 기법들이 단순한 다항식의 근사법에 의존하는 반면에 다각형을 이루는 꼭지점들의 값에 의해 내부의 점들이 보간되는 것이다. 이러한 매듭점 기반 표현(Node-based representation)은 각각의 이웃한 꼭지점들에 일정한 비중을 할당하여 하나하나의 화소 값들의 좌표가 주어지면 이에 준한 움직임의 변화량을 결정하게 된다.

$$d(p) = \sum_{0 \leq l, m \leq N_1, 1 \leq m \leq N_2} a_{l,m}^{x,y} \quad (1)$$

여기서 $p=[x, y]$ 는 원영상의 (x, y) 좌표를 표시하며 $d(p)=[\xi(p), \eta(p)]$ 는 움직인 영상의 (x, y) 에서의 변화량을 나타내고 $a_{l,m}=[c_l, d_{l,m}]'$ 은 이차원 다항식의 계수를 나타낸다. Affine 또는 Bilinear 변환은 식 (1)에서 $N_1=N_2=1$ 그리고 $N_1=N_2=2$ 일 때이며, 특히 Bilinear 변환은 다음과 같이 다항식으로 풀어 쓸 수 있다.

$$d(p) = a_{00} + a_{10}x + a_{01}y + a_{11}xy \quad (2)$$

만약 사각형의 네 꼭지점의 변화량을 안다면 식 (2)는 주어진 영역의 임의의 점에서 보간될 수 있으며 각각의 가중함수(Weighting function)와의 결합으로 나타낼 수 있다.

$$d(p) = \sum_{i=1}^4 \phi_i(p) d_i \quad (3)$$

$$\phi_1(p) = (1+x)(1-y)/4, \phi_2(p) = (1+x)(1+y)/4 \\ \phi_3(p) = (1-x)(1+y)/4, \phi_4(p) = (1-x)(1-y)/4$$

여기서의 $\phi_k(p)$ 는 k th 꼭지점에 대한 점 p 에 기여하는 가중함수가 된다. 일반적으로 부드러운 동영상 보간을 위하여 $0 \leq \phi_k \leq 1, \sum_k \phi_k = 1$ 과 $\phi_k(p_i) = \delta_{k,i}$ 이 만족되어야 한다[11]. 여기서 $\delta_{k,i}$ 은 델타함수이다. 식 (2)와 (3)은 같은 식이지만 매듭점의 변동을 이용하여 이를 선형적인 결합으로 나타낸 식 (3)이 훨씬 수치적인 해석이 용이하다. 가령 기하학적으로 변형된 두 다각형의 배열을 고려할 때 두 프레임에 있는 꼭지점들의 좌표를 안다면 식 (2)를 이용한 보간은 다항식의 계수를 찾기 위하여 행렬을 이용한 해를 구해야 하는 반면에 식 (3)은 간단히 상용하는 매듭점의 변화량을 이용하여 이를 직접 식 (3)에 사용할 수 있다. 그리고 다항식의 계수와 식 (3)의 움직임 벡터 d_i 의 부호화를 비교하여 보면 다항식의 계수는 각각이 양자화 테이블을 만들기에 어려움이 많거나 a_i 개개의 양자화 테이블을 필요로 하고 어떤 계수는 소수점의 비트 할당에 대단히 민감하지만 변화량인 d_i 은 이미 선형적인 움직임 벡터에서 사용되던 양자화 테이블을 그대로 이용할 수 있다. 더불어 식 (3)을 이용한 다각형의 변형은 그 모양을 가시화 하기가 쉬워서 변형된 다각형 구조의 해석과 조립과정에서 생기는 불완전한 기하학적인 모양의 다각형을 피할 수 있다. 예를 들면 사각형의 변형된 기하학적인 변형에 대해서 식 (2)에 의한 다항식의 표현이 주어진다 하더라도 그것을 최종적으로 변형시켜 보기 전에는 모양을 그리기 어렵지만 만약 식 (3)의 식으로 주어진다면 쉬이 그 모양을 가시화 하여 변형된 형태를 예상할 수 있다.

3.2 매듭점의 변화량 예측 알고리즘

영상압축의 근간이 되는 블록정합방식은 한 블럭과 가장 정합되는 부분을 다른 프레임에서 찾아서 좌표의 변화량을 부호화 하는 방식

이며 선형적인 수직, 수평의 변화량만을 가정하는 것이 일반적이다. 하지만 프레임간의 움직임이 카메라의 회전, 물체에 대한 확대 등의 비선형적인 움직임일 때는 예측차가 크게 되므로 이를 최소화하는 알고리즘이 필요하다. 또는 현재 물체 안에 포함된 블록의 모양이 정사각형이거나 직사각형일지라도 상응하는 정합부분은 왜곡된(Deformed) 다각형 일 수 있으며 이 정합영역을 찾는 작업은 곧 식 (2)의 계수를 찾거나 식 (3)의 각꼭지점의 변화량을 찾는 것이 된다. 한 다각형이 K 개의 꼭지점으로 이루어 졌다고 가정하면 K 변화량의 벡터, 곧 2K 계수들을 동시에 찾아야 한다. 물론 상대영역 안의 탐색 지역에 있는 모든 화소들을 일일이 비교하여 예측차분치를 최소화하는 점을 취할 수도 있겠지만 이는 계산량이 방대하여 실시간 처리에는 바람직하지 못하므로 예측에러의 미분을 취한 변형된 Newton method가 일반적으로 이용된다[6].

$\phi_i(p)$, $i=1,2$ 를 동영상의 두 프레임이라고 가정하고 D를 두 번째 프레임의 한 블록이라고 나타내자. 두 번째 프레임에서 첫 번째 프레임으로의 변화량을 d_k , $k=1...4$ 라고 놓으면 사각형 내부에 있는 화소에서의 움직임 벡터는 이 네곳의 움직임으로부터 식 (3)에 의해 보간될 수 있고 이 블록의 예측차는 다음과 같이 정의된다.

$$E = \sum_{p \in D} (\phi_1(p+d(p)) - \phi_2(p))^2 \quad (4)$$

E를 미분치를 취하여 순차적인 최소화 과정을 거친다. t번째 순환에서의 변화량을 d_k 라 하면 변환함수 $d(p)$ '는 $\sum_k \phi_k(p) d'_{(t)}$ 가 되며 작은 진동 $\delta_k = [\phi_{x,k}, \phi_{y,k}]^T$ 에 의한 매듭점의 변환은 $d'(p)$ 를 $d^{t+1}(p) = d'(p) + \sum_k \phi_k(p) \delta_k$ 로 옮기게 된다. 이를 식 (4) $\phi_1(p)$ 의 $d(p)$ 대입하여 테일러 전개를 사용하여 확장할 수 있고 고차 항을 무시한 선형 항들만을 추리면 식 (5)와 같이 정리된다.

$$\phi_1(p+d^{t+1}(p)) \cong \phi_1(p+d'(p)) +$$

$$\left[\frac{\partial \phi_1}{\partial x}, \frac{\partial \phi_1}{\partial y} \right] \left[\sum_k \phi_k \delta_{k,x}, \sum_k \phi_k \delta_{k,y} \right]^T \quad (5)$$

이를 다시 식 (4)에 대입하여 δ_k 로 미분을 취하고 그 값을 영으로 근사화 시킨 후 정리하면 각 순환에서의 예측 값을 최소화하는 움직임 방향 벡터를 얻게 된다[6]. 물론 미분에 의존한 방향값 찾는 방법의 특성상 마지막 예측되는 최종 움직임 벡터는 초기 값에 의존하며 블록정합방식에 의해서 초기 방향을 선택한 후 추천된 방법을 쓰는 것이 바람직하다.

4. 그물구조에 의한 동영상 표현기법 (Mesh based video representation)

4.1 동영상 그물구조

각 블록의 움직임을 독립적으로 다루는 블록에 의존한 방법은 개념적으로 매우 용이한 반면에 각 프레임에 펼쳐진 움직임 벡터들의 흐름(Optical Flow)이 매우 혼잡하여 실제 물체의 움직임 모양을 추론하는 데는 어려움이 많다. 이는 블록정합방식이 실 물체의 움직임을 추정하는 것이 아니라 수치적인 최소 점을 찾는 것이기 때문에 때로는 한 물체에 존재하는 인접한 블록끼리도 서로 상반된 움직임 벡터들을 만들어 내기도 한다. 그러므로 시각적으로는 휘도의 변화가 없는 평범한 배경에서도 블록들 사이의 불연속성으로 예측영상에 생기는 블록화 현상을 피할 수 없다. 따라서 이러한 움직임 모델링에 의한 오류를 줄이고 블록을 독립적으로 취급함으로써 생기는 혼돈된 움직임 벡터들의 배열을 일관성을 정리하기 위한 것이 그물구조에 의한 예측기법이다. 이것은 블록의 움직임을 예측할 때에 이웃한 블록 사이에 기하학적인 제약을 가함으로써 가능한 유연한 움직임 벡터들의 모양을 유도하는 것이다.

그물구조에 의한 동영상 표현은 각영역의 다각형 움직임에 원래의 정의된 지형적인 이웃관계를 유지하게 함으로써 보다 실제의 움직임에 가까운 움직임 흐름을 유도할 수 있다. 두 프레임간의 움직임 보간은 요소와 요소 사이의 연속성 변화이 되기 때문에 블록마디의 불연속성을 피할 수 있으며 내부의 화소에서의 움직

임은 주변의 매듭점을 이용하여 비선형 적으로 이루어진다. 전체 그물구조를 잇는 각매듭점의 상대 프레임에 있어서의 탐색영역은 주어진 그물구조를 파괴하지 않는 한도 내에서 이루어져 원래의 기하학적인 그물 구조를 그대로 유지하게 된다. 물론 이는 일정한 시간동안만 유효하다. 따라서 원래의 초기화면에 정의된 그물구조의 모양은 움직임 예측의 성능을 평가하는 변수가 된다. 일반적으로 그림 2에서 나타나듯이 삼각형 또는 사각형의 구조가 일반적이다. 물론 2 차원 영상 프레임들 서로의 중복성이 없이 나눌 수 있는 다른 다각형으로 육각형의 보로노이 셀(Voronoi Cell)도 있지만 삼각형 또는 사각형 구조의 그물구조에 비해 두드러진 장점이 없기 때문에 선호되지 않는다.

그물구조에 의한 움직임 예측은 부드러운 동영상 만들어 낸다는 것 외에도 각프레임간의 동일한 물체의 움직임을 추적한다는 점에서 블록기준의 예측기법과 큰 차이점을 가지고 있다. 다시말 하면 블록에 기준한 예측기법은 기준되는 현재의 프레임에서 각블록의 움직임을 과거화면(역방향 예측)이나 미래화면(순방향 예측)에서 유사 블록의 화소들을 채워가지만 그 움직임을 계속해서 추적해 가는 방법이 아닌 순간 순간의 움직임 보상이기이다. 그러나 그물구조에 의한 움직임 예측은 기존의 역방향

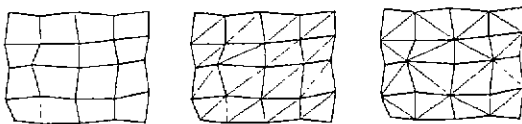


그림 2 전형적인 그물구조로 나누어진 2차원 영상 영역의 예 a) 사각형 그물 b) 비대칭형 삼각형 그물 c) 대칭형 삼각형 그물

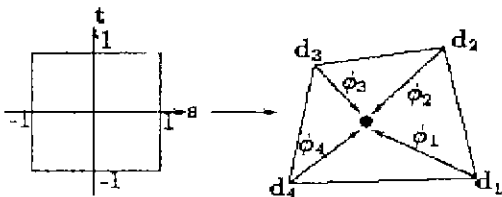


그림 3 네 매듭점을 이용한 정사각형(Master element)에서 변형된 사각형으로의 기하학적인 변환에

예측과 유사한 움직임도 만들어 낼 수 있지만 무엇보다도 연속적인 움직임 추적을 한다는 큰 장점이 있다. 첫 번째 프레임에서 시작하여 프레임의 내용에 큰 변화가 없는 한 계속해서 각 영역이 동일 물체의 특징점을 추적(Feature Tracking)할 수 있기 때문에 일정시간동안 움직임의 흐름을 시간축을 기준으로 파악해 나갈 수 있다.

그물구조를 해석하는데 있어서의 수치해석의 용이성을 위하여 매듭점 예측기법에서 소개된 FEM 해석기법을 그대로 확장하여 이용한다. 임의의 다각형에서 다른 임의의 다각형으로의 기하학적인 변환은 중심을 좌표의 중앙에 위치하고 x 축과 y 축의 범위가 -1 부터 +1 까지 차지하는 Master element를 이용한 중간변환 기법을 쓴다. 그림 3을 참조하라. Master element 개념은 일그러진 사각형을 다루는데 있어서 매우 중요하며 적분, 미분 등의 수치해석을 매우 용이하게 한다. 만약 일그러진 사각형의 네 매듭점이 주어지고 내부화소의 적분을 취하려면 네 변의 주어진 선의 모양을 유도하고 화소의 좌표를 확인한 후 그 점이 다각형 내부에 있는지의 여부를 확인하는 매우 복잡한 과정을 거쳐야 할 것이다. 하지만 마치 그 일그러진 사각형이 정사각형인 Master element에서 기하학적인 변형을 거쳐서 이루어진 것으로 간주하면 변형된 사각형에서 필요로 하는 모든 수치해석을 Master element에서 취할 수 있다.

4.2 동영상 그물구조의 매듭점 예측

시간축을 기준으로 프레임을 나열하였을 때 첫 번째 프레임에 대해서 그물구조를 형성한다. 물론 이때의 그물구조를 물체의 형태에 따라 객체지향 그물(Object oriented mesh)을 형성할 수도 있지만 물체의 형태에 적당한 그물구조를 만들기에는 아직 외부와 상호작용이 필요하다. 가장 간단한 그물구조 형성을 프레임을 중복되지 않는 정다각형의 결합으로 형성한다. 그 다음에 각매듭점의 배칭되는 점들을 연속적인 프레임에서 추적해 나간다. 물론 각매듭점의 영향권 또는 그 정합의 기준이 되는 조건들은 그 매듭점을 둘러싸고 있는 다각형의

정합정도에 따라 계산된다.

여기서 각매듭점은 전체 그물구조를 손상시키지 않는 탐색영역 내에서 또는 수치해석의 안정적인 운영이 보장되는 한도 내에서 이루어지기 때문에 움직임 벡터의 크기에 제약을 가지며, 이점이 그물구조에 의한 기법의 단점이 되기도 한다. 이 그물구조의 움직임 벡터에 의한 해석은 프레임간의 움직임이 지나치게 크지 않으며 또한 물체의 상호 교차적인 움직임이 존재하지 않는다는 가정에서 시작한 것이다. 즉 스포츠 경기와 같은 빠른 물체의 움직임보다는 화상회의나 화상전화와 같은 낮은 움직임 정도 그리고 저속의 부호화가 요구되는 동영상에서 이 그물구조가 더욱 효과적이다.

그물구조의 특징점 추적을 위한 여러 기법이 연구되어 왔으며 일반적으로 이들을 크게 둘로 나눌 수 있다. 그 중 하나는 그물구조에 걸쳐진 각 매듭점들을 기존의 블록정합방식에 의해 이루는 것으로 각각의 매듭점들의 움직임 벡터는 매듭점을 중심으로 주위의 사각형 영역의 정합차분치에 따라서 그 예측정도가 결정된다 [2, 3, 4]. 다른 방법은 각매듭점들의 움직임을 단순한 블록정합 알고리즘을 채택하는 것이 아니고 각 매듭점과 연결된 다각형 요소들의 비선형적인 움직임에 의한 예측차를 최소화하는 벡터를 찾는 것이다. 최적의 정합점을 찾는 탐색은 전 후보지역의 모든 점을 시도하여 가장 적합한 변화량을 찾기도 하지만 비선형의 예측차 함수를 정의하여 이를 미분하여 방향성 벡터를 순환적으로 찾아가는 방법이 일반적이다. 이 글에서는 두 번째 방법을 이용한 특징점 추적 알고리즘에 대해서 설명한다.

시간 t 에서의 이미지 함수, 매듭점 위치 그리고 각 다각형 요소를 $\phi_i(p)$, $p_{i,n}$ 과 $D_{i,m}$ 으로 나타내고 다각 $D_{i_2,m}$ 에서 $D_{i_1,m}$ 으로의 기하학적인 변형을 $w_{i_2,i_1,m}(p)$ 로 표시하기로 한다. 여기서의 i_2 는 예측될 현재의 화면을 나타내며 i_1 에서 i_2 로 변형 또는 예측된 전체 프레임울 식 (6)으로 나타낼 수 있다.

$$\hat{\phi}_{i_2}(p) = \phi_{i_1}(w_{i_2,i_1,m}(p)), p \in D_{i_2,m} \quad (6)$$

변환 함수 $w_{i_2,i_1,m}(p)$ 는 물론 매듭점 위치에

따라 변하는 함수이며 이미 앞에서 살펴본 기하학적인 변형의 매듭점 변형 형태를 따른다. 프레임 i_1 과 i_2 전체 두 프레임에 걸쳐진 그물구조가 있을 때에 그리고 각 다각형의 일대일 대응관계가 정의되어 있으면 한 프레임에서 다른 프레임의 예측차는 식 (7)로 정의된다.

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_{m \in M} \int_{p \in D_{i_2,m}} (\phi_{i_2}(p) - \hat{\phi}_{i_2}(p))^2 dp \quad (7)$$

변형된 다각형의 적분을 취하거나 순환적인 최소 예측에러를 찾는 과정을 용이하게 하기 위하여 $D_{i_1,m}$ 과 $D_{i_2,m}$ 의 두 다각형이 Master element \tilde{D} 에서 변화된 것으로 가정한다. 그러면 앞의 식 (3)에서 살펴본 매듭점을 이용한 변형과 같은 맥락에서 \tilde{D} 에서 $D_{i,m}$ 으로의 변형함수는 식 (8)과 같다.

$$\tilde{w}_{i,m}(u) = \sum_{i \in \tau} \tilde{\phi}_i(u) p_{i,n(m)}, u \in \tilde{D} \quad (8)$$

$J_{i,m}(u)$ 를 변형함수 $\tilde{w}_{i,m}(u)$ 의 Jacobian이라고 놓으면 식 (7)의 예측오류는 \tilde{D} 에서 다음과 같이 정리된다.

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_{m \in M} \int_{u \in \tilde{D}} \tilde{e}^m(u) J_{i_2,m}(u) du \quad (9)$$

$$\tilde{e}_m(u) = \phi_{i_2}(\tilde{w}_{i_2,m}(u)) - \phi_{i_1}(\tilde{w}_{i_1,m}(u))$$

는 마스터 다각형에서 본 두 프레임 사이의 예측 에러를 나타낸다. 순방향 예측을 이용한 특징점 추적은 기준화면인 $p_{i_1,n}$ 을 고정하고 현재 예측될 화면에 위치한 $p_{i_2,n}$ 을 미분을 이용한 순환지 방법으로 결정해 나가는 것이다.

$$\frac{\partial E_p}{\partial p_{i_2,n}} = \sum_{m \in M_n} \int_{u \in \tilde{D}} \left(\tilde{e}_m(u) \tilde{\phi}_{i_2,n}(u) \frac{\partial \phi_{i_2}(p)}{\partial p} + u_{i_2,m}(u) J_{i_2,n}(u) + \frac{1}{2} \tilde{e}^m(u) \frac{\partial J_{i_2,n}(u)}{\partial p_{i_2,n}} \right) du \quad (10)$$

식 (10)의 정합차는 예측화면인 i_2 에서 계산되는 것이 아니고 시간 i_1 의 기준화면에서 계산되며 실제적인 매듭점의 변화량이 적을 때는 Jacobian의 변화량이 매우 적다. 이런 경우에

는 $p_{1,m}$ 이 고정되어 있기 때문에 $J_{1,m}$ 으로 대신하여 사용할 수 있고 두 번째 항목을 무시하고 계산할 수 있다. 식 (10)에서 한 매듭점에 대한 미분량은 주변의 연결된 다각형의 예측차분치에 의해서만 결정되므로 한 매듭점의 새로운 움직임에 의한 변화는 주변 다각형에 연결된 여럿의 매듭점의 예측 기여도를 변화시킴을 고려하여서 각 매듭점의 순환적인 순서가 정해져야 한다. 물론 전체 매듭점의 움직임을 동시에 예측하는 방법도 고려할 수 있지만 이런 경우에는 $K \times K$ 매듭점으로 이루어진 그물 구조에 대해서 $2K \times 2K$ 의 행렬 역변환을 필요로 하는 부호화기의 부하가 크게 걸린다.

5. 동영상 영역 분할 및 프레임 보간 (Motion based Element Classification)

5.1 움직임에 근거한 영역 분할

동화상의 한 프레임의 공간적인 정보를 이용하기보다도 시간축에서 펼쳐지는 움직임 벡터를 이용하여 프레임의 각영역이 가능한 실세계의 의미 있는 물체를 포함토록 동화상을 분할하는 것을 움직임에 근거한 영역 분할이라 한다. 블록에 근거한 영역 분할은 편의상 이용되는 것이며 각각의 블록들이 프레임에 내포된 물체의 형상과는 아무런 관계가 없다. 그러므로 이미 앞에서 살펴본 그림 1의 두 번째 경우와 같이 한 블록에 둘 이상의 물체가 겹쳐 있을 수 있다. 여기서는 최근의 객체지향형 동영상 부호화의 핵심부분인 동영상 분할에 대한 간단한 기법을 소개하고 이것이 어떻게 동영상의 부호화에 응용 될 수 있는지 살펴보도록 한다. 초저속 오디오/비디오 정보 부호화 표준화 그룹인 MPEG IV의 최근 연구는 주로 정보의 복원 및 색출에 필요한 기능과 알고리즘의 개념정립에 많은 노력을 기울이고 있지만 기존의 부호화 표준과 호환성을 유지하면서 새로운 부호화 알고리즘을 정착하기 위한 여러 제안에도 불구하고 아직은 실시간 동영상에 적용할 만한 또는 기존의 표준들에 비해서 눈에 띄는 성능향상과 진전이 있는 것은 아니다. 그 중에서 영역분할 기법에 의한 동영상 복원 방법은 기

존의 블록에 근거한 방법에 비해서 많은 잠재력을 가진 동영상 부호화 방법이라 판단된다 [7]. 임의의 영역에 대한 표면의 돌레를 기호화하는 방법, 정사각형의 매크로블록(Macro block)이 두물체 이상의 경계면에 놓였을 때 직교변환(Orthogonal Transform)된 부호화 계수를 최소화하며 동시에 블록마다 효과를 줄이려는 등의 여러 연구결과가 발표되었다 [12, 13].

동영상을 분할하기 위해서는 우선 움직임 벡터의 흐름을 변수화 시키는 과정이 필요하다. 변수들의 좌표화 과정에서는 물체의 중앙마다 좌표의 원점을 취해가며 유사한 움직임 가령 물체의 확대, 회전등의 비선형적인 운동을 동일한 집단으로 묶어서 집단의 중심 변수로 대표하여 나타내게 된다. 최초의 영역분할과정에서는 몇 개의 집단이 존재하는지 그리고 물체의 중앙위치가 어느 곳에 있는지 알려지지 않았으므로 화면의 중앙을 기준으로 셋 또는 네 개의 물체를 가정한다. 가령 3×3 또는 그보다 약간 넓은 지역의 움직임 벡터들의 모양을 이끌어 낸 다음 몇 개씩의 움직임을 결합하여 변수변환을 취한다. 이때에도 affine을 이용한 (dx, dy) 의 6 계수를 이용하기도 하고 bilinear를 이용한 8 계수 또는 그이상의 다항식을 이용한 변환이 이용된다 [1].

가령 a_m 을 일정영역 또는 물체 일부를 나타내는 고차원의 움직임 벡터라고 하고 프레임에서 이 벡터들로 나타낼 수 있는 총 물체의 수를 L 이라고 하면 영역을 분할하는 것은 곧 이 움직임에 근거한 전체 벡터들을 L 개의 집단으로 나누는 작업인 것이다. 그러면 어떤 집단 R_i 에 속한 영역들은 유사한 하나의 움직임으로 보이고 이를 대표하는 새로운 하나의 움직임 벡터 c_i 을 유도하여 나타낼 수 있다. 이 R_i 과 c_i 을 결정하기 위하여 원래의 움직임 벡터와 그리고 그 대표부호 c_i 사이의 평균제곱차(mean square error, MSE)인 식 (11)을 최소화하여 간다.

$$\sum_{l=1}^L \sum_{a_m \in R_l} \| a_m - c_l \|^2 \quad (11)$$

식 (11)은 벡터양자화 과정에서 자주 이용

되는 K-means 알고리즘 또는 Lloyd 알고리즘의 일반형으로써 초기의 일반 백터를 시작으로 영역 R_i 와 대표부호를 순차적으로 하나씩 결정해 나간다[14]. 최종의 영역과 대표부호의 성능정도는 일반적으로 초기의 대표부호 선정에 어느 정도 의존도가 있음을 잊어서는 안된다. 또한 다항식의 계수의 수치적인 범위가 다르므로 각 계수는 가기 다르게 비중을 두어서 계급차가 계산되어야 한다. 가령 affine 변화의 수직, 수평 변환을 나타내는 계수의 범위와 다각형의 회전 등의 변형정도를 나타내는 고차항의 계수는 수치의 동적인 범위가 다르게 나타나므로 각기 다른 비중으로 취급되어야 바람직하다. 그리고 K-means 알고리즘은 공간적인 연결관계를 전혀 고려하지 않은 것이므로 하나의 물체라고 여기기에는 너무 조그만 고립된 영역이 자주 발생하는데 이들은 마지막 필터링과 유사한 후처리과정을 거쳐서 근접한 영역으로 흡수시킬 수 있다. 목표로 하는 동영상의 데이터 정도가 초저속용이라면 내포된 물체의 움직임이 매우 조심스럽게 일고 있다고 가정할 수 있으므로 초기화 단계에서 움직임이 거의 없는 배경 등의 영역을 제거해 내면 나머지 움직이는 물체의 분할이 훨씬 용이해 질 것이다.

5.2 영역 움직임에 의한 프레임 보간 기법

영상압축의 비율을 높이기 위하여 MPEG 표준화에서는 각각의 프레임을 I, B, P 프레임으로 나누고 시간축상의 여분정보량을 줄이기 위하여 양방향 예측방법을 도입하였다. P 프레임은 과거의 하나의 기준 화면을 필요로 하지만, B 프레임은 기준화면으로 과거, 미래의 화면을 취함으로써 복호기에서도 이들을 기준으로 복원하기 위한 약간의 지연이 나타난다. 그러나 단방향의 예측을 취할 때에 생기는 두 기준 프레임 사이에서 물체가 가려지거나 보여지게 되어 생기는 예측차를 훨씬 최소화 할 수 있다. 가령 B 프레임의 한 블럭에서 과거화면을 기준으로 한 예측차가 미래화면을 기준으로 한 차보다 크다면 이 영역은 보여지게 되는 물체 부분이 많은 것으로 여겨질 수 있다. 물론 반대

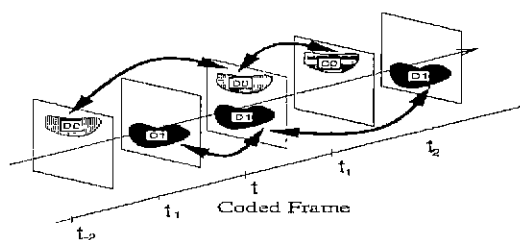


그림 4 불규칙적인 프레임 생략과 영역 분할 기법에 의한 프레임 보간 기법. 시간 t 에서의 물체 D0는 시간 t_0 와 t_1 에서의 정보로 보간되며 물체 D1은 t_1 과 t_2 에서의 정할 하는 물체에서 보간된다

의 경우에는 가려지는 물체 영역이라 간주될 수 있다. B 프레임이 생략되는 경우는 미래와 과거의 화면을 기준으로 보간하게 되며 두 기준화면의 간격은 프레임간의 움직임 상태에 따라서 조절될 수 있다.

동영상 분할에 준한 프레임 보간 기법은 각 프레임을 독립적으로 다루는 대신에 각 영역을 독립적으로 다루는 것이다. 가령 그림 4에서 D0 그룹은 시간 t_0 에서 t 까지 그리고 D1은 t 에서 t_2 까지 선형적인 또는 비선형적인 움직임 움직임을 보인다고 가정하자. 그리고 시간 t 에서의 프레임을 보간해 내는 것이라면 D0와 D1 물체의 영역을 각기 다른 과거와 미래의 기준 프레임 즉 운동의 변화가 심한 영역 프레임들을 이용할 수 있을 것이다. 이 그림에서는 영역움직임에 준한 프레임 생략의 효과가 두드러지지 않지만 영상전화용 등의 부드러운 동영상 나타나는 경우는 사실 움직이는 영역 부분이 전체 한 프레임에 비해서 큰 비율을 차지하는 것이 아니므로 배경 등의 비교적 정적인 영역과 얼굴 같은 동적인 영역의 기준화면 거리가 상당히 유지되더라도 중간의 프레임을 큰 차 없이 보간하게 된다.

그물구조에 의한 프레임 보간 기법은 각다각형마다 일정한 영역으로 정해져 있으므로 한 물체 또는 영역의 양방향 예측의 기준되는 미래, 과거의 두 매듭점을 이용하여 보간할 수 있다. 예를 들어 D_m 에 속한 다각형의 화소 p_i 를 생각해 보자. 프레임 t_0 와 t_1 사이의 상대영역의 정보가 주어지면 주변의 둘러싸인 매듭점

들의 움직임 변화량인 d_{t_i, t_0}^k (t_i 에서 t_0 로의 순방향 변화량)를 이용하여 시간 t 의 p_i 에서의 보간된 이미지 성분은 식 (12)로 표시된다.

$$f(p_i, t) = \alpha_i f(p_i - d_{i, t_0}(p_i), t_0) + (1 - \alpha_i) f(p_i + d_{i, t_1}(p_i), t_1) \quad (12)$$

여기서 $\alpha_i = (t_1 - t) / (t_1 - t_0)$ 는 시간축 상에서 현재 프레임까지의 비례량이며

$d_{i, t_0}(p_i) = \alpha_i \sum_{k=K} d_{i, t_0}^k(w^{-k}(p_i))$ 는 프레임 t 에서 t_0 로의 움직임 변화량을 나타낸다. 상기한 보간은 프레임간 매듭점의 움직임이 선형적이라고 가정 한 것이지만 다각형의 내부에 있는 화소들의 움직임은 위와 같이 비선형적으로 표시된다.

지금까지 설명한 매듭점에 의한 움직임 예측법을 이용하여 기존의 블록정합방식과 그 예측차를 비교한 영상을 그림 5에 나타내었다. Bilinear 변환을 이용한 예측기법은 여덟 개의 계수에 대한 부호화가 필요하다. 동일한 데이터량 한도 내에서의 공정한 비교를 위하여 블록정합방식을 이용한 예측은 수직, 수평의 두 데이터 외에도 예측차분치를 DCT 변환한 후 여섯 개의 계수를 zig-zag 형태의 Zonal 부호화 기법(BMA-DCT)을 사용하고

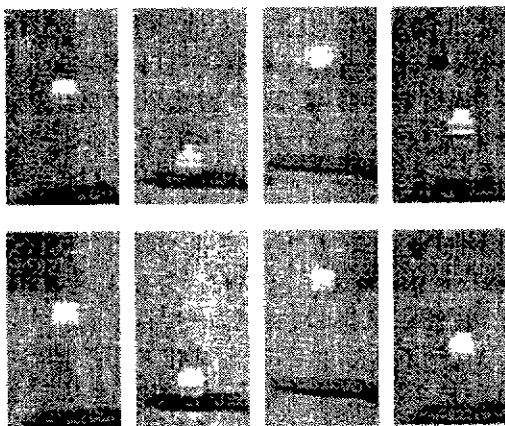


그림 5 BMA-DCT(윗줄)와 매듭점을 이용한 움직임 예측(아랫줄)으로 복원된 Table Tennis 프레임의 일부 확대된 부분들(좌로부터 10, 12, 15, 25번째 프레임)

보상하여 비교하였다. 매듭점을 이용한 기법 다시 말하면 비선형 움직임 모델링에 의한 방법이 탁구공의 원래의 모양을 더 현실감 있게 복원하고 있다. 그림 6에 나타난 영역의 움직임에 따른 분류는 먼저 블록 정합 방식을 쓰고 차분치가 임계값보다 큰 영역에 대해서만 매듭점을 이용한 움직임 보상 기법을 적용하였다. 다음의 비선형 움직임 예측방법과 차를 크게 줄이지 못한 블록들은 예측차의 보상이 필요한 다시 말하면 움직임 예측이 실패한 영역으로 나타났다. 그림 6에서 보듯이 대부분의 블록이 수직 수평의 블록움직임 모델로 충분히 예측 가능하지만 Susie 영상의 눈과 입 부근은 주로 비선형 적인 움직임을 보이고 있으며, Table tennis 에 있는 물체의 경계부근에서는 움직임 예측이 일반적으로 실패한 곳으로 분류되었다. 물체의 움직임이 있는 경계면은 기준화면으로부터 생성과 소멸이 이루어지는 곳이기 때문에 이는 매우 당연한 결과라 여긴다. 그물구조에 의한 예측된 동영상은 이곳에서 생략하며 관심 있는 독자는 참고문헌 [2, 4, 5] 를 참조하기 바란다.

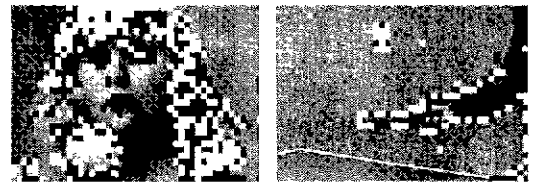


그림 6 매듭점을 이용한 Bilinear 움직임 예측기법으로 분류된 Susie 프레임과 Table-Tennis 프레임의 각영역. 검은 블록은 비선형적인 움직임 영역이며, 흰 블록은 움직임예측이 실패한 영역 그리고 나머지 영역은 수직, 수평의 선형적인 움직임 영역이다.

6. 맺는말

지금까지 본문에서는 동화상 움직임 벡터들의 흐름을 가능한 프레임에 내포된 실제 움직임을 보다 자연스럽게 유도하는 방법에 대해서 살펴보았다. 블록정합방식에서 가정된 선형적인 움직임 벡터 때문에 생기는 예측차를 줄이기 위해서 매듭점을 이용한 비선형의 다항식

움직임을 근거로한 정합방식을 소개하였고 프레임간의 움직임이 작은 경우에는 각요소들간의 기하학적인 제약을 가함으로써 물체의 동일한 특징점을 추적해 가는 그물구조에 의한 동영상 표현기법에 대해서도 간략히 살펴보았다. 그물구조에 의한 해석은 동영상의 각 물체에 대한 분할을 시킨 후 물체마다 각기 다른 그물구조를 채택하는 객체지향형 부호화에 응용될 수 있을 것이다. 만약 움직임에 근거한 온전한 자동 분할이 가능하다면 이를 확장하여 각 물체마다 각기 다른 그물구조를 이용한 동영상 표현기법도 가능 할 것이다. 움직임 해석의 관심 있는 응용분야로 동영상 프레임의 파노라마 편집기능이다. 만약에 카메라가 고정된 위치에서 스포츠게임을 즐기는 경우라면 우리는 얼마 동안의 시간이 흐른 후에는 전체 경기장의 지형적인 모양과 움직이는 물체를 서로 구별해 낼 수 있을 것이다. 이를 이용하면 차후에 부호화 될 데이터량을 극적으로 줄이는 것은 물론이고 각 물체나 경기장 선수의 움직임을 파노라마 편집으로 재생 가능하며, 수신자의 관찰지점 역시임으로 선정하여 동영상을 재생 가능하다.

이 글에서 살펴본 그물구조의 단점은 서로 교차하는 물체의 움직임이 있을 경우는 기하학적인 그물구조를 유지하면서 움직임 보상 기법을 진행할 수가 없다. 따라서 그물구조를 물체마다 다룰 수 있는 여러 층의 그물구조 기법을 필요로 하며 차후 이에 대한 연구를 필요로 한다. 일반적인 동영상은 완전한 하나의 그물로 표현하기보다는 여러 개의 독립된 그물구조로 이루어져야 한다고 판단된다. 다시 말하면 동영상의 보다 성숙한 해석을 위하여 부분적인 그물구조를 가지는 여러 층의 결합으로 동영상을 해석할 수 있을 것이다. 이것이 성공적으로 이루어지면 가장 작고 단순한 움직임 모델을 이용한 그물구조는 지금의 블록정합방식이 될 것이다. 움직임에 근거한 영상 분할 기법이 성공적으로 이루어지려면 우선 움직임 예측기법이 가능한 동영상에 존재하는 물체의 움직임을 정확히 추출할 수 있어야 한다. 그 다음의 분할 정도는 이 움직임을 얼마나 잘 변수화할 수 있는냐에 따라 그 성공도가 좌우된다 할 수 있

다. 움직임을 예측하는데 있어서 비선형 적인 모델에 기준한 움직임 예측기법이 선형적인 가정보다 정밀하다는 것이 입증되었으며 향후 이를 바탕으로 보다 일반적인 동영상 분할 기법이 확장 될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- [1] M. Karczewicz, J. Niewegowski and P. Haavisto, "Motion Estimation and Representation for Arbitrarily Shaped Image Regions", ICIP-95, pp 197-200.
- [2] Y. Nakaya and H. Harashima, "An Iterative motion estimation method using triangular patches for motion compensation", Proc. SPIE : Visual Com. Image Processing, pp 546-557, Nov. 1991.
- [3] G. J. Sullivan and R. Baker, "Motion compensation for video compression using control grid interpolation", Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing, pp. 2713-2716, May 1991.
- [4] J. Niewegloski, T. G. Campbell and P. Haavisto, "A Novel video coding scheme based on temporal prediction using digital image warping", IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 39, pp. 141-150, Aug. 1993.
- [5] Y. Wang and O. Lee, "Active Mesh-A Feature Seeking and Tracking Image Sequence Representation Scheme", IEEE Trans. Image Processing, pp. 610-624, Sep. 1994.
- [6] O. Lee and Y. Wang, "Motion compensated prediction using nodal based deformable block matching", Journal of Visual Communications and Image Representation, pp. 26-34, Mar. 1995.
- [7] E. H Adelson and J. Y. A Wang, "Representing moving unages with layers", Technical Report Media Lab. Vision and Modeling Group, TR No. 228, MIT, Nov. 1993.
- [8] H. Sanson, "Motion affine identification and application to television image coding", Proc. SPIE Int. Conf. Visual Commu-

nication and Image Processing(VICIP "91), SPIE-1605, pp 570-581, Nov. 1991.

[9] V. Seferidis, "Three Dimensional Block Matching Motion Estimation", Electronic Letters, Vol. 28, No. 18, pp 1770-1771, Aug. 1992.

[10] G. Wolberg, Digital Image Warping, Los Alamitos, CA : IEEE Computer Society Press, 1990.

[11] O. C. Zienkewicz and R. L. Taylor, The Finite Element Method, vol. 1, Prentice Hall, 4th Ed. 1989.

[12] Sharp Corporation, "Temporal Scalability algorithm based on image content", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG95/0377, Nov. 1995.

[13] M. Banham and J. Bralean, "Motorola MPEG-4 Video Submission Technical De-

scription", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG95/0324, Nov. 1995.

[14] A. Gersho and R.M Gray, Vector Quantization and Signal Compression, Kluwer Academic Press, 1992.

이 우 섭



1985 서강 대학교 이공대학 물리(전자)과 졸업(B.S.)
 1985 효성 컴퓨터(주) 근무
 1988 미국 뉴욕 맨허턴 공대 졸업(M.S. in E.E.)
 1990 ~ 1994 뉴욕 폴리텍 Image Lab. 연구 조교
 1994 미국 뉴욕 폴리텍 공대 공업(M.S. in S.E, Ph.D in E.E.)

1994~현재 포스데이타(주) 기술연구소 선임 연구원
 관심분야: 멀티미디어 통신 및 시스템 응용, 저속 영상 압축 기법, 디지털 영상 처리

● '96 단동 첨단기술 국제 학술회의 및 신기술 신상품 전시 ●

- 일 자 : 1996년 7월 28~31 일
- 장 소 : 中國, 丹東市 (신의주對岸)
- 내 용 : 심포지움, 전시회 및 백두산 관광 등
- 주 최 : 중국 료녕성 민족과학자협회
- 문 의 : 한국정보과학회 사무국
 T. 02-588-9246/7