

論文96-33B-8-7

# 공간 필터링에 근거한 시간축 내삽기

## (Temporal Interpolator based on Spatial Filtering)

金 鍾 勳 \*

(Jong-Hun KIM)

요 약

본 논문에서는 공간 필터링에 근거한 시간축 내삽기를 제안한다. 기존의 방법과 달리 본 방법에서는 내삽 위치에 인접한 임의 개의 프레임을 이용하고 시간축 저대역 필터링을 통하여 내삽을 수행한다. 이 방법은 샘플링율 전환(sampling rate conversion)의 기본적인 방법을 따르고 있다. 이러한 시간축 샘플링율 전환을 위하여 이동 성분의 특성을 고려한다. 즉 시간축 상의 필터링을 프레임간의 이동 성분을 이용하여 공간 필터링으로 전환시키고 시간축 내삽을 수행한다. 본 방법은 결국 시간축 대역 제한 필터로 좋은 성능을 갖는 이동 적응 공간 필터와 동일한 형태를 보이며, 이동 적응 공간 필터의 새로운 응용이라고 생각할 수 있다.

### Abstract

In this paper, we propose a new temporal interpolation method based on spatial filtering. Compared with the conventional method, the proposed one may use a few adjacent frames and apply temporal lowpass filtering. To develop this method, we follow the basic approach of sampling rate conversion. Additionally, we use some assumption of video sequence : moving object has constant velocity rigid translational motion. From them, spatial filtering for temporal sampling rate conversion is described. This method has a lot of noise immunity on a motion vector and doesn't make a great difference from the original frame. The interpolated frame shows moderate change even there is a great time difference. This method has exactly same description of Motion Adaptive Spatial Filter which has an efficient temporal band-limiting characteristic. It imposes the possibility to make video sequence with good pictual quality.

### I. 서 론

최근 들어, 반도체 기술의 발전에 따라 실시간 비디오 신호처리가 가능하게 되었다. JPEG, MPEG 등의 영상 압축 방법 뿐만 아니라, 여러 방송사에서는 양질의 화상 서비스 제공을 위하여 아날로그 보다는 디지털 신호로 직접 신호처리하여 편집을 하는 등 디지털 비디오의 사용이 급증하고 있다. 또한, 위성방송 및 케이블 방송 업체에서도 디지털 방송 기술의 진전에 따

라 디지털 비디오에 대한 관심이 증가하고 있다<sup>1)10)</sup>.

본 논문은 영상 압축에도 응용이 될 수 있으나, 이종간의 비디오 데이터 형식 변환에 관한 것으로서, 특히 시간축 형식 변환을 위한 알고리즘에 관한 것이다<sup>1)7)</sup>

1. 일반적으로 비디오 형식 변환에는 2가지를 고려하여야 한다. 전자는 화면의 크기와 관련된 것으로서 수평·수직의 화소 개수를 알맞게 변환하는 것이다<sup>1)4,7)</sup>. 이는 일반적으로 2차원 FIR 필터링을 이용한다. 후자는 시간축 주파수를 변환하는 것으로서, 이는 화면 내의 움직임 성분 등을 고려하여 변환시켜야 한다. 본 논문의 이와 관련된 것으로서, 시간축 샘플링율에 따라 원하는 시간축 상에 인접 프레임과 이동정보를 이용하여 화면을 복원하는 것이다<sup>1)3,5,6)</sup>.

\* 正會員, 大宇電子 映像 研究所

(Daewoo Electronics Co., Ltd., Video Research Center)

接受日: 1995年10月13日, 수정완료일: 1996年7月19日

이를 위하여 가장 많이 이용되는 방법이 이동보상 내삽기로서, 두개의 인접프레임과 내삽하고자 하는 위치의 이동벡터를 갖고 있으면 수식에 따라 손쉽게 수행할 수 있다. 그림1은 이동보상 내삽기의 일반적인 구성도이다<sup>11, 61</sup>. 그림을 살펴보면, 우선 입력데이터로부터 이동벡터를 추출한다. 그후 이동벡터의 잡음등을 제거하고 실제 이동에 가깝도록 후처리하는 이동벡터 정정기(Motion Vector Corrector)를 거쳐게 된다. 그후, 연속 프레임간의 움직임 부분을 검출하는 이동영역 검출기(Change Detector)를 이용하여 선택적으로 움직임이 없는 화소의 이동벡터를 제거시킨다. 마지막으로 이동영역특성에 따라 내삽 필터링을 수행한다.

본 방법은 임의의 위치에 프레임을 구성하기 위하여 인접한 몇개의 프레임으로 시간축 상의 연속적인 화소를 가정하고, 여기에 시간축 대역제한 필터링으로 복원하는 것이다. 이 방법은 샘플링을 전환의 기본적인 원리에 따라 수행하는 것으로서, 내삽기의 형태는 시간축 대역제한 필터의 하나인 이동적응 공간필터와 동일한 구조를 갖는다<sup>18, 91</sup>. 결국, 내삽된 결과는 시간축상의 aliasing의 영향을 받지 않게되며 실시간 디스플레이(Realtime Display)시에도 좋은 화질을 유지한다.

논문의 내용을 살펴보면 다음과 같다. 다음장에서는 이동보상 내삽기의 원리에 대해서 알아본다. 여기서는 이동벡터의 특성에 따른 영역의 분류, 내삽방법을 설명한다. 그리고 III장에서는 세안방법인 공간필터링에 근거한 시간축 내삽기를 설명한다. 이에 앞서 샘플링 전환의 기본 원리를 알아보고, 이에 근거한 내삽기의 구조를 유도한다. IV장은 실험결과로서, 기존의 방법과의 화질차이를 비교하며, 연속시퀀스(sequence)에 대해서도 주관적 화질을 비교하기로 한다. 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

## II. 이동보상 내삽기의 원리

그림1에 나타나 있듯이 내삽기는 이동벡터 추정기(Motion Vector Estimator), 이동벡터 교정기(Motion Vector Corrector), 이동검출기(Movement Detector), 영역분류기(Segmentator) 그리고 내삽필터로 구성된다. 이동벡터 추정기는 이동벡터를 추출후 내삽 필터링에 이용하기 위한 것으로서, 여기서 추출된 이동벡터는 후단의 교정기를 통하여 잡음등을 제거한다. 이동검출기 및 영역분류기는 내삽필터링을 선택적으로

수행하기 위하여 필요한 블록으로서, 연속 프레임간의 이동성분의 검출 및 이동 벡터를 교정하고, 필터링에 사용할 프레임의 위치를 선택하는데 사용된다. 내삽필터는 이동벡터를 이용하여 시간에 대한 가중평균으로 내삽위치의 화소를 추정하는 기능을 갖고 있다. 이동보상 내삽작용에 대하여 알아 보면 다음과 같다.

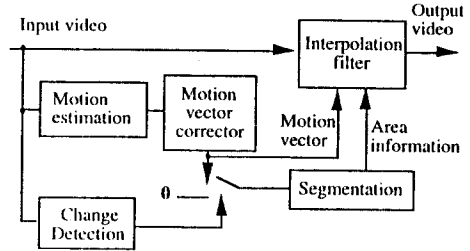


그림 1. 이동보상 내삽기의 블록도  
Fig. 1. Block Diagram of Motion Compensated Interpolator.

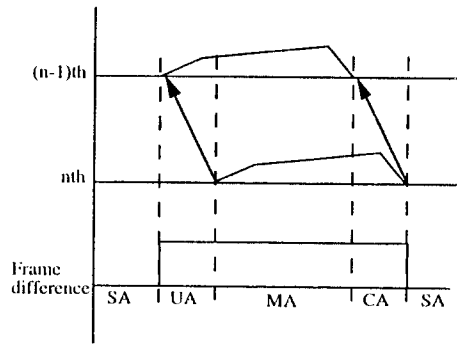


그림 2. 이동성분에 따른 영역 분류  
Fig. 2. Area Segmentation based on Moving Component.

이동보상 내삽작용은 이동성분 및 이동영역의 특징에 따라 그 방법이 변하게 된다. 즉, 그림2에서와 같이 이동성분이 있더라도 내삽위치에서 새로이 생성되는 영역도 있고, 이와 반대로 사라지는 영역도 생긴다. 그러므로 그림에서와 같이 그 특징에 따라 영역을 분류한 후 내삽 필터링을 다르게 수행 해야 한다. 이를 나타내면 다음과 같다<sup>12, 61</sup>.

(a) 정지 영역(Stationary area : SA)

$$I(z, n - \tau) = \tau \cdot I(z, n - 1) + (1 - \tau) \cdot I(z, n) \quad (0 \leq \tau < 1) \quad (1)$$

여기서  $I(z, n - \tau)$ 는  $(z, n - \tau)$ 위치에서의 화소 값이므로, 이는 인접 프레임의 가중평균으로 대체된다.

(b) 이동 영역(Moving area : MA)

$$I(z, n-\tau) = (1-\tau) \cdot I(z-\tau \cdot D(z, n-\tau), n) + \tau \cdot I(z+(1-\tau) \cdot D(z, n-\tau), n-1) \quad (2)$$

위의 식에서  $D(z, n-\tau)$ 는  $n$ 번째 프레임에서  $(n-1)$  프레임으로 구한 이동 벡터 중  $(z, n-\tau)$ 를 지나는 이동 벡터이다. 따라서 내삽 되는 값은 식에서처럼 화소 간의 가중평균으로 구성된다.

(c) 생성되는 영역 (Uncovered area : UA)

$$I(z, n-\tau) = I(z, n) \quad (3)$$

이 영역에 대한 정보는 새로 생기는 영역이므로  $n$ 번째 프레임에서만 구해야 한다.

(d) 사라지는 영역(Covered area : CA)

$$I(z, n-\tau) = I(z, n-1) \quad (4)$$

이 영역은 위의 방법과 달리 사라지는 영역이므로 이전 프레임에서 화소 값을 추정해야 한다.

지금까지 언급한 내용은 가장 보편적인 내삽기의 특징으로서, 이동 벡터 및 영역 검출 특성에 따라 매우 가변적인 특성을 가진다. 본 논문은 이동 벡터의 특징이나 영역 정보에 영향을 가능한 받지 않는 내삽 필터를 구현하기 위한 것으로서 다음 장에 설명하기로 한다.

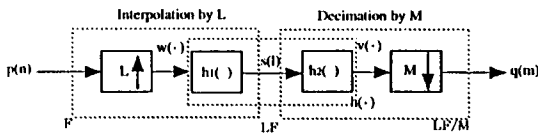


그림 3. 샘플링율 전환의 기본 원리

Fig. 3. Basic Principle of Sampling rate conversion.

### III. 공간 필터링을 이용한 이동 보상 내삽기

이 방법은 샘플링율 전환(Sampling Rate Conversion)의 기본 이론을 토대로 만든 것으로서, 이 기본 원리에 대하여 살펴 본 후, 공간 필터링을 이용한 내삽 필터링에 대하여 알아보기로 한다.

#### 1. 샘플링율 전환

입력의 배율로 샘플링 구조를 변환시키기 위해서는 그림3과 같은 과정을 거쳐야 한다. 즉,  $M/L$  비율로 샘플링

주기를 변환시키려면 일반적으로  $L$ 배로 주파수를 채제한 후  $M$ 의 비율로 채감시키는 방법을 따른다<sup>[11]</sup>. 그림4에 이의 과정을 잘 나타내었다. 그림4(a)는 입력 신호의 시간-주파수 관계를 나타낸 것으로서  $L$ 의 배율로 주기를 감소시키기 위해서는 샘플간에  $L-1$ 개의 zero를 삽입해야 한다. 이 신호는 다음과 같이 표현된다.

$$w(m) = \begin{cases} p(m/L) & m=0, \pm L, \pm 2L, \dots \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (5)$$

그림4(b)에 이의 시간-주파수 관계를 나타내었다. 그림을 보면, 샘플링 주기가 변환되기 때문에 반복 스펙트라(Repeated Spectra)의 중심위치가 변하게 된다. 즉, 다음과 같은 특성을 갖는 저대역 통과 필터로 원시 스펙트럼을 추출해야 한다.

$$H_1(\omega) = \begin{cases} G_1 & |\omega| \leq 2\pi n + \pi/L \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \dots \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (6)$$

여기서  $G_1$ 은 필터의 이득이고, 그림4(c)에 이의 특성을 나타내었다. 따라서, 그림4(d)의 필터링 결과를 얻게 된다.

이 결과를  $M$ 의 비율로 주파수를 채감시키기 위해서는 서브샘플링 이전에 aliasing방지를 위한 저대역 통과 필터를 이용후 주파수를 채감시켜야 한다

$$H_2(\omega) = \begin{cases} G_2 & |\omega| \leq 2\pi n + \pi/M \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \dots \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (7)$$

여기서  $G_2$ 는 필터 이득이고, 그림4(e), (f)에 필터 특성 및 필터링 결과를 나타내었다. 그러므로  $M:1$  서브샘플링을 수행하면, 그림4(g)와 같이 주파수가 변환된 최종 결과를 얻는다.

그림4(c)-(e)를 고려하면, 2개의 필터를 1개로 표현할 수 있다. 즉  $H_1(\cdot), H_2(\cdot)$ 의 차단주파수를 고려하여 다음과 같은 저대역 통과 필터로 대치가 가능하다.

$$H(\omega) = \begin{cases} G & |\omega| \leq 2\pi n + \min(\pi/M, \pi/L) \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \dots \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (8)$$

다음절에서는 지금까지 설명한 샘플링 주기 변환 순서에 따라 영상신호의 시간축 주파수 변환에 대하여

알아보기로 한다.

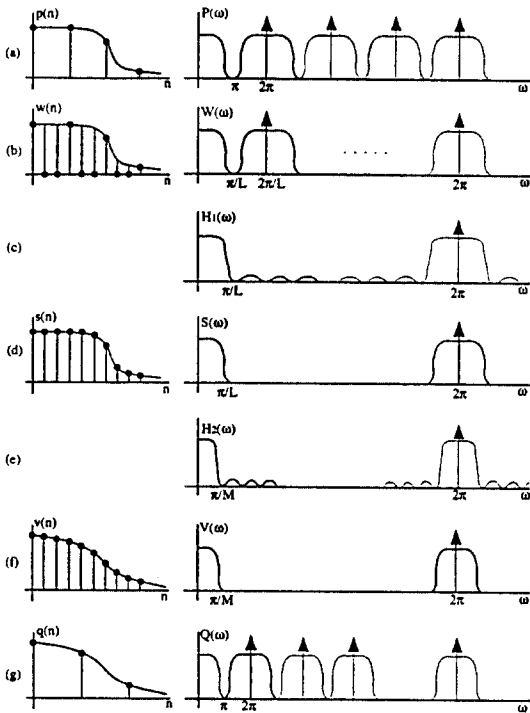


그림 4. 샘플링 율 전환의 시간-주파수 관계 (그림 (a)-(g)의 신호는 그림3의 신호에 해당함)  
 Fig. 4. Time and Frequency Relationship at Sampling Rate Conversion (a)-(g) correspond to the signals of Fig. 3.

2. 공간필터링에 근거한 내삽필터

$p(x, n\Delta T)$ 를  $(x, n\Delta T)$ 위치에서의 화소값이라고 하고  $\Delta T$ 를 시간축의 프레임 간격이라고 하면, 다음과 같은 화소 배열을 가정할 수 있다.

$$p(x, n\Delta T), p(x, (n-1)\Delta T), p(x, (n-2)\Delta T) \dots \quad (9)$$

이는 그림4(a)에 대응된다. 그림4(d)와 같이 주파수 체 배된 신호를 구성하기 위해서는  $\Delta T$ 간격의 기존 화소 간에 원하는 갯수의 화소를 만들어 내는 것이다. 만일 기존 화소간에  $L-1$ 개의 화소가 있다고 하면,

$$\Delta t = \Delta T / L \quad (10)$$

의 관계를 만들수 있다. 그러므로,

$$p(x, n\Delta T), p(x, n\Delta T - \Delta t), \dots, p(x, n\Delta T - L\Delta t), \dots \quad (11)$$

$$\dots, p(x, n\Delta T - (L-1)\Delta t), p(x, (n-1)\Delta T) \dots$$

와 같은 화소배열을 가정할 수 있다.

윗 식과 같은 화소배열을 추정하기 위하여, 샘플링 전환의 원리에 따라 그림4(b), (c)과 같은 방법을 따를 수도 있으나, 영상신호의 특성을 고려하면 손쉽게 예측이 가능하다. 만일, 영상신호의 이동성분이 등속 강제-병진운동을 한다고 하면,  $(x, n\Delta T - l\Delta t)$  위치의 화소 값은 위치의 프레임으로부터 추정할 수 있다<sup>[2,6,8-10]</sup>. 즉,  $(x, n\Delta T - l\Delta t)$ 위치에서의 단위 속도성분이  $\widehat{D}(x, n\Delta T - l\Delta t)$ 라면,

$$p(x, n\Delta T - l\Delta t) = p(x - \widehat{D}(x, n\Delta T - l\Delta t) \cdot l\Delta t, n\Delta T) \quad (12)$$

와 같이 표현할 수 있다. 또한, 짧은 시간구간내에서는

$$\widehat{D}(x, n\Delta T - l\Delta t) = \widehat{D}(x, n\Delta T) \quad (13)$$

로 가정할 수 있으므로,

$$p(x, n\Delta T - l\Delta t) = p(x - \widehat{D}(x, n\Delta T) \cdot l\Delta t, n\Delta T) \quad (14)$$

로 표현된다. 그런데 이식에서 식(10)을 이용하면,

$$\widehat{D}(x, n\Delta T) \cdot l\Delta t = \widehat{D}(x, n\Delta T) \cdot l \cdot \Delta T / L \quad (15)$$

$$= D(x, n\Delta T) \cdot l / L.$$

로 전환되고,  $\Delta T$ 를 1로 정규화 하면,

$$p(x, n\Delta T - l\Delta t) = p(x, n - l/L) \quad (16)$$

$$= p(x - D(x, n) \cdot l/L, n)$$

으로 표현된다. 여기서  $D(x, n)$ 는 시간축  $n$ 번째 프레임에서  $(n-1)$ 프레임으로의 이동량(이동벡터)이다. 즉, 식(12)에 의해 식(16)에서 알 수 있는 바와 같이 시간축 상에서  $(n - l/L)$ 위치의 화소 값을  $n$ 번째 프레임 정보 값 만으로도 추정이 가능하다. 물론 번째 프레임만으로도 추정할 수 있으나, 이에 대해서는 이절의 마지막 부분에서 화소의 밝기 변화에 대응한 방법 설명시 알아보기로 한다.

그러므로 그림4(d)의 신호 는 다음과 같이 표현된다.

$$s(x, n) = p(x, n)$$

$$s(x, n-1/L) = p(x - D(x, n) \cdot 1/L, n)$$

$$s(x, n-2/L) = p(x - D(x, n) \cdot 2/L, n)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$s(x, n-l/L) = p(x - D(x, n) \cdot l/L, n)$$

$$\begin{aligned}
 & \dots\dots\dots \\
 s(x, n-(L-1)/L) &= p(x - D(x, n) \cdot (L-1)/L, n) \\
 s(x, n-1) &= p(x, n-1) \\
 s(x, n-1-1/L) &= p(x - D(x, n-1) \cdot 1/L, n-1) \\
 & \dots\dots\dots \\
 s(x, n-k-1/L) &= p(x - D(x, n-k) \cdot 1/L, n-k) \\
 & \dots\dots\dots
 \end{aligned} \quad (17)$$

그림4(e)와 같은 필터 특성을 갖는 저대역 필터의 임펄스 응답을  $h(\cdot)$ 라 하면, 임의의 위치에 내삽된 신호  $v(\cdot)$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$v(x, n-\tau) = \sum_{k_1=-N}^N \sum_{k_2=0}^{L-1} h(k_1 \cdot L + k_2) \cdot s(x, n-\tau-k_1-k_2/L) \quad (18)$$

여기서  $\tau$ 는  $l/L$ 을 나타낸다. 이 식은 프레임이  $L$ 개의 샘플마다 존재한다고 가정하고,  $2N+1$ 개의 프레임을 이용할 경우를 나타낸다. 필터계수의 길이는 총  $2NL+1$ 개 이다. 원하는 곳의 화소값을 추정하기 위해서는 단지  $n, \tau$ 의 값을 변화시킴으로서 구성이 가능하다.

앞서 언급한 것처럼 식(12)는 프레임간에 이동성분이 등속-강제 병진운동을 한다는 가정하에 나온 것으로서, 시간축상의 잡음 및 화소 밝기의 변화등을 고려하여 표현할 수도 있다. 먼저, 식(12)는  $n-\tau$ 위치의 화소를  $n$ 번째 프레임의 정보로 표현한 것으로서, 이동성분에 대한가정을 이용하면  $n-1$ 번째 프레임의 화소값으로도 표현이 가능하다. 즉, 식(16)은

$$\begin{aligned}
 p(x, n-1/L) &= p(x, n-\tau) \\
 &= p(x - D(x, n) \cdot \tau, n) \\
 &= p(x + D(x, n) \cdot (1-\tau), n-1)
 \end{aligned} \quad (19)$$

으로 표현된다. 그러므로 식(16)과 식(19)의 가중평균으로 식(17)의 화소값을 표현할 수 있다. 이는 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned}
 s'(x, n-k-\tau) &= (1-\tau) \cdot p(x - D(x, n-k) \cdot \tau, n-k) \\
 &+ \tau \cdot p(x + D(x, n-k) \cdot (1-\tau), n-k-1)
 \end{aligned} \quad (20)$$

식(18)의  $s(\cdot)$ 대신 식(20)을 사용하면 보다 효율적인 내삽필터링된 결과를 얻을 수 있다.

결국, 식(18)은 시간축 내삽필터로 식(12), (19)처럼 공간상의 값으로 시간축상의 화소값을 예측하고 이를 토대로 시간축 저대역 필터링을 하는 것이다. 이는 시간필터링을 공간필터링으로 대체하는 것으로 이동적용

공간필터의 특성을 갖는다<sup>18,9)</sup>.



(a)



(b)



(c)

그림 5. Clair 원시 영상

(a) 29번째, (b) 30번째, (c) 31번째 영상

Fig. 5. Clair Original Sequence.

(a) 29th, (b) 30th, (c) 31st video frame

#### IV. 실험 결과

본 논문에서 제안한 시간축 내삽기의 성능을 알아보기 위하여 그림5의 Clair Head-Shoulder영상을 사용하기로 한다. 이 영상은  $352 \times 288$ 크기로서 영상압축에 많이 이용되는 실험 영상이다. 원시 프레임은 29, 30,

31번프레임을 대상으로 하였으며, 실험에 사용된 이동 벡터는 계층적 이동벡터 추정방법(Hierarchical Motion Vector Estimation)을 이용하였다. 즉 화소단위의 이동벡터를 구하게 된다. 프레임간의 최대 이동량은  $\pm 10$  화소로 가정하여 정수벡터(integer pixel vector)를 추정하였다<sup>12, 61</sup>.

비교 방법으로는 2장에서 언급한 방법을 따랐다. 그림6(a)는 인접영상을 토대로 내삽한 프레임으로서 기존의 방법을 따른 결과이다. 그림5(b)는 공간필터링을 이용한 방법으로서 식(18)및 (20)에 근거하였다. 식(18)에서  $N=1, L=4$ 로서 필터길이는 9이다. 즉, 사용한 프레임의 갯수는 내삽위치에 인접한 4개의 프레임이고, 샘플링율을 4배로 증가한후 필터링을 한 것으로서 차단주파수는 0.25(샘플링 주파수=1로 가정)로 Nyquist 율에 알맞도록 차단주파수를 선정한 것이다. 그림을 보면 알수 있듯이 화질상에 현저한 차이를 발견할 수 있으며, 그림5(c), (d)에 zoom한 결과를 나타내었다.

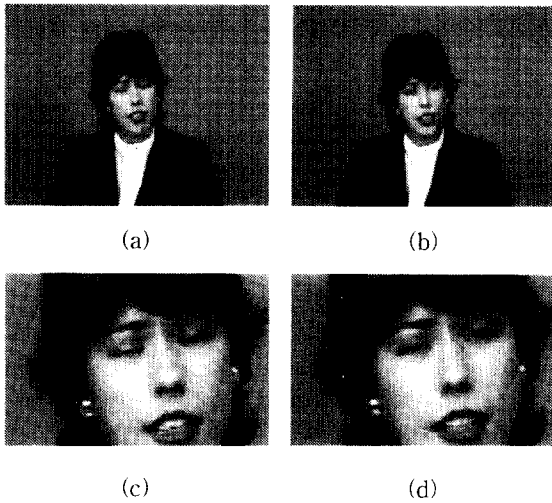


그림 6. 29, 30번째 영상을 이용하여 내삽된 영상 (a) 기존방법 (b) 공간필터링에 의한 방법(c) zoom 결과(기존방법) (d) zoom 결과(공간필터링)

Fig. 6. Interpolated Frame between 29th and 30th Frames (a) Conventional method (b) Proposed method (c) zoom (conventional.) (d) zoom (proposed.)

식 (18), (20)을 보면,  $N, L$ 의 변수가 있다. 첫변수는 사용하고자 하는 프레임의 갯수를 나타내고,  $L$ 은 주파수 채배율로서 필터계수의 길이와 연관된다. 사용되

는 프레임의 갯수는 많이 사용할 수도 있으나, 내삽위치의 양방향으로 2프레임이나 3프레임이 계산및 성능면에서 좋은 결과를 보인다. 또한  $L$ 의 값은 이론적으로는 주어진 시간 주파수와 변환주파수의 최대공약수에 맞추어 진행을 하여야 하나, 이를 크게 하면, 필터의 계수길이가 늘어나므로, 3또는4의 값으로 대치하여도 성능에는 큰 차이를 보이지 않는다. 따라서, 본 실험에서는  $N$ 은 1로하고,  $L$ 은 4로하여 수행하였다<sup>191</sup>.

기존방법에서는 내삽하고자 하는 위치에  $D(x, n)$ 로부터  $D(x, n - \tau)$ 를 추정하고, 벡터가 할당되지 않는 부분에 대해서는 후처리를 통하여 벡터를 할당하도록 되어 있다. 그러나 제안 방법에서는 단지 식(13)과 같이 단위벡터의 방향은 동일하다는 가정하에 수행을 하여 계산상의 복잡도가 많이 떨어진다. 뿐만아니라, 기존 방법의 경우에는 이동영역(Changed Mask)의 검출특성에 따라 화질에 영향을 미치나, 본 방법에서는 이동영역 검출기를 필요로 하지 않는다. 단지, 이동량이 클 경우에는 정지영역이 흔들리는 결과를 보일수도 있으나, 단순한 이동영역 검출기를 사용한다면 이러한 현상은 쉽게 감쇄시킬 수 있다.

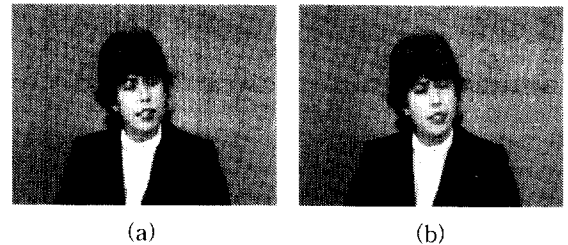


그림 7. 29, 31번째 영상을 이용하여 내삽된 중간 영상 (a) 기존방법 (b) 공간 필터링에 의한 방법

Fig. 7. Interpolated Middle Frame of 29th and 31th Frames.

(a) Conventional method (b) Proposed method

그림7은 2:1 서브샘플링된 신호를 내삽한 결과이다. 즉 29번, 31번 영상으로 30번째 프레임을 구성한 것으로서 화질차이를 느낄수 있다. 이 경우에는 이동벡터가 크고 시간차이가 커지기때문에, 앞서 가정한 이동벡터의 등속-강제-병진운동의 정의를 적용하기가 어렵다. 그림을 보면 알수 있듯이, 본 방법에서는 그림7(a)와 같이 형상이 변하기 보다는 약간의 blur로 나타나기 때문에 시각장애를 유발시키지 않는다. 또한 이동이 큰 경우에는 judder 현상등이 나타나기때문에, 이보다는

blur가 좋은 시각효과를 보인다. 결국, 본 방법은 이동 벡터의 잡음에 의한 영향을 적게 받는다.

앞 장에서 언급한 것처럼 본 내삽기는 이동적용 공간필터와 동일한 구조를 보이고 있다. 이동적용 공간필터는 시간축으로 대역제한을 하기위하여 개발된 필터로서 시간축 aliasing의 영향을 받지 않고 효율적으로 대역제한을 할수 있다<sup>[89]</sup>.

즉 필터링된 결과는 aliasing에 의한 시각장애를 유발시키지 않는다. 본 내삽필터는 변환하고자 하는 영상 시퀀스(Video Sequence)에 적용하여 프레임을 변환 뿐만아니라, 시간축 잡음을 제거하여 화질개선을 꾀할 수 있다.

그림8에 28번부터 31번까지의 프레임을 필터링하여 2배로 프레임수를 증가시킨 결과를 나타내었다. 여기서도 그림6과 동일한 조건하에 진행을 하였으며, 시간축 aliasing이 제거된 영상시퀀스이다.



28th Filtered Frame

28th Original Frame



28.5th Interpolated Frame

29th Filtered Frame



29th Original Frame

29.5th Interpolated Frame



30th Filtered Frame

30th Original Frame



30.5th Interpolated Frame

31th Filtered Frame



31th Original Frame

31.5th Interpolated Frame

그림 8. 28부터 31번까지 필터링된 영상  
(그림 6의 조건으로 내삽수행)

Fig. 8. Filtered/Interpolated video sequence from 28th to 31th frame according to the condition of Fig. 6.

## V. 결 론

본 논문에서는 시간축 내삽을 위하여 공간필터링에 근거한 방법을 제안하였다. 이는 샘플링을 전환의 기본 원리에 따른 방법으로서 주어진 영상신호의 시간축 스펙트럼을 고려한 후, 전환하고자 하는 시간 축 샘플링율에 따라 Nyquist 율에 알맞도록 전환을 하였다.

본 방법을 따르면, 이동 벡터의 잡음 등의 영향에 민감하지 않으며, 이동량이 큰 영역에서는 blur의 형태로 나타나, 기존의 방법처럼 이동 물체의 형상이 왜곡되지는 않는다. 그러나 객관적인 비교 단위인 MSE(Mean

Square Error)나 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)의 수치는 기존의 방법보다 떨어지는 결과를 예측할 수 있다. 이는 시간 축 aliasing을 감쇄 시키기 위하여 시간 축 고주파 성분을 강제로 감쇄 시키기 때문에 발생된다.

일반적으로 시간 축 내삽기는 객관적인 비교 단위를 이용하여 성능을 판단하기가 어렵다. 아무리 수치가 좋게 나오더라도 일부 작은 영역에서 큰 왜곡이 생긴다면, 이는 큰 시각 장애를 일으킬 수 있으므로, 주관적 화질의 중요성이 대두되고 있다. 본 방법은 이러한 측면에서 좋은 성능을 보인다. 결국, 이동 적응 공간 필터의 역할을 하므로 시간축 aliasing 효과가 감쇄되기 때문에 실시간 디스플레이(Realtime Display) 시 시각 장애를 크게 감쇄시킨다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Y. Tanaka, T. Ohmura, K. Okada, "HDTV-PAL Standards converter," NHK Laboratories Note, Jan., 1986.
- [2] M. Bierling, R. Thoma, "Motion Compensating Field Interpolation using a Hierarchically Structured Displacement Estimator," Signal Processing II, pp. 387-398, 1986.
- [3] H. Yamaguchi, T. sugi, etc., "Movement-Compensated Frame-Frequency Conversion of Television Signals," IEEE Tr. COM., Vol. COM-35, No. 10, pp. 1069-1082, Oct., 1987.
- [4] G. Schamel, "Pre- and Postfiltering of HDTV Signals for Sampling Rate Reduction and Display Up-conversion," IEEE Tr. CAS, Vol. 34, No. 11, Nov., 1987.
- [5] K. Okada, T. Mitsuhashi, "HDTV-NTSC Standards Converter," NHK Laboratories Note, Feb., 1989.
- [6] R. Thoma, M. Bierling, "Motion Compensating Interpolation Considering Covered and Uncovered Background," Signal Processing: Image Communication 1, pp. 191-212, 1989.
- [7] P. Haavisto, J. Juhola, Y. Neuvo, "Fractional Frame Rate Up-conversion using Weighted Median Filters," IEEE Tr. CE, Vol. 35, No. 3, Aug., 1989.
- [8] Jong-Hun KIM, Seong-Dae KIM, "Efficient Temporal Band-limitation based on Motion Adaptive Spatial Filtering," Signal Processing VI-Theories and Applications, pp. 965-968, 1992.
- [9] 김종훈, 김성대, "영상데이터 압축을 위한 Temporal Filter의 구성," 한국통신학회 논문지, pp. 1645-1654, 11월호, 1993
- [10] John Watkinson, "Motion Estimation Techniques and Applications," International Broadcasting Engineer, pp. 86-96, May, 1995.

#### 저 자 소 개



金 鍾 勳(正會員)

1986년 서강대학교 전자공학과 졸업. 1988년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 석사 졸업. 1992년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 박사학위 취득. 1992년 ~ 현재 대우전자 영상 연구소

선임 연구원. 주관심분야는 영상 압축 및 인식 기술, Network 기반의 멀티미디어 응용