특집논문 (Special Paper)

방송공학회논문지 제18권 제2호, 2013년 3월 (JBE Vol. 18, No. 2, March 2013)

<http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2013.18.2.167>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

향상된 움직임 탐색 기법을 적용한 움직임 적응적 디인터레이싱 알고리즘

윤 장 혁^{a)}, 전 광 길^{b)}, 정 제 창^{a)†}

A Motion Adaptive Deinterlacing Algorithm Using Improved Motion Detection

Janghyeok Yun^{a)}, Gwanggil Jeon^{b)}, and Jechang Jeong^{a)†}

요 약

이 논문에서는 향상된 움직임 적응적 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다. 정확한 움직임 정보탐색을 위하여 세 가지 부분으로 구성된다 : (1) Modified Edge-based Line Average(MELA) 기법, (2) 연속된 5개의 필드에서의 움직임 탐색, 그리고 (3) 블록기반의 지역적 특성을 포함한다. 움직임 검출부분에서는 FIR 필터를 이용한다. 이것은 물체의 움직임의 내부를 정확하게 탐색 할 뿐만 아니라, 영상에 포함된 잡음도 줄일 수 있는 향상된 기법을 이용함으로써 계산 할 수 있다. 검출된 움직임의 정도에 따라서 가중치를 구하여 공간적 기법과 시간적 기법을 결합시킨다. 제안된 방법의 영상 시퀀스에 대한 실험 결과는 기존의 방법들에 비하여 주관적, 객관적인 비교에서 우수함을 보여준다.

Abstract

In this paper, a motion adaptive deinterlacing algorithm is proposed. It consists of three parts: (1) modified edge-based line average, (2) pixel-based consequent five-field motion detection, and (3) block-based local characteristic for detecting true motion and calculating the motion intensity by using an improved method which is able to detect the inner part of moving objects precisely as well as to reduce the risk of false detection caused by intrinsic noises in the image. Depending on the detected motion activity level, it combines spatial and temporal methods with weighting factor. Simulations conducted on several video sequences indicate that the performance of the proposed method is superior to the conventional methods in terms of both subjective and objective video quality.

Keyword : Video deinterlacing, Interlaced-to-progressive format conversion, Motion adaptive, Motion detection

a) 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과(Department of Electronics and Computer Engineering, Hanyang University)

b) 인천대학교 임베디드시스템공학과(Department of Embedded Systems Engineering, University of Incheon)

† Corresponding Author : 정제창(Jechang Jeong)

E-mail: jjeong@hanyang.ac.kr

Tel: +82-2-2220-4370

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2012-0001584)

· Manuscript received January 4, 2013 Revised February 21, 2013 Accepted March 12, 2013

I. 서론

현재 사용하고 있는 텔레비전 시스템은 인간 시각이 깜빡임에 덜 민감하다는 특성을 이용하여 비디오 신호를 제한된 대역폭에 전송할 수 있는 인터레이스 비디오 신호를 사용하고 있다. 그러나 디지털 TV가 보편화 되면서 기존의 아날로그 기반의 기술들을 디지털 기술에 사용함에 있어서 문제점이 발생하였다. 인터레이스 방식을 디지털 TV에서 그대로 사용하게 되면 에지 플리커(edge flicker), 라인 크롤링(line crawling) 등의 문제점이 발생하여 영상의 질을 저하시키게 된다. 이를 위하여 다양한 디인터레이싱 방식이 제안되었으며, 고선명 디지털 TV방송 서비스에서도 핵심적인 역할을 수행하고 있다^{[1][2]}. 또한 PC 모니터, 액정 표시 장치(LCD), PDP 등의 장치에서도 이용된다.

디인터레이싱은 interlaced 스캔 형태를 progressive 스캔 형태로 변환하는 기술이다. 디인터레이싱 방법은 일반적으로 네 개로 분류할 수 있다. 필드 내(intra-field), 필드 간(inter-field), 움직임 적응적(motion adaptive, MA), 그리고 움직임 보상(motion compensated, MC) 방법이 있다. 필드 내 디인터레이싱 방법^[3-6]은 사라진 화소 줄을 채우기 위하여 현재 필드의 픽셀들을 이용한다. 이 방법은 간단한 계산을 하기 때문에 널리 이용되고, 저역 공간 주파수 영역에서 매우 효율적이다. 하지만 고역 공간 주파수 영역에서는 잘못된 에지 정보로 인하여 매우 민감하며 플리커 현상을 발생시켜 화질을 저하시키는 단점이 있다. 필드 간 디인터레이싱 방법^{[7][8]}은 영상의 화질을 개선하기 위하여 인접한 필드간의 높은 상관관계의 특징을 이용한다. Vertical- Temporal Filter(VTF) 알고리즘^[8]은 움직임 영역과 고정 영역에서의 보간을 위하여 수직방향의 공간 필터계수를 둠으로써 적응적으로 보간을 하는 방법이다. 이 방법은 고정 영역에서 매우 좋은 성능을 보이지만 움직임이 많은 영역에서는 화질 저하를 일으킨다. 움직임 적응적 디인터레이싱 방법^[9-12]은 필드 내, 필드 간 디인터레이싱 방법들의 이점을 결합시키는 기술이다. 이 방법은 움직임의 정도에 따라 시간적 보간 필터와 공간적 보간 필터 두 방법을 모두 사용한다. Pang's^[9] 알고리즘은 5개의 참조필드를 이용하여 움직임을 탐색하

며 인간 시각계의 특성을 고려하여 밝기에 따라 임계치를 적응적으로 변화시키는 방법이 사용되며, 또한 잡음을 없애기 위하여 이미지를 블러링 하는 기술이 적용된다. K.Lee^[10] 알고리즘은 다양한 패턴의 VTF를 적용하여 적응적으로 보간을 하는 방법을 제안한다. MA 방법은 낮은 연산량과 높은 영상 화질을 보여주기 때문에 가장 널리 이용 되는 방법이다. 공간적 보간 방법만을 사용하는 것보다 훨씬 우수한 객관적 성능을 보이며, 주관적 화질 측면에서도 향상된 성능을 보인다. 움직임 보상 디인터레이싱 방법^[13, 14]은 이웃 하는 필드 내에서 블록 또는 물체의 위치를 계산 하는 방법이다. MC 방법은 다른 방법들 보다 우수한 성능을 보인다. 하지만 복잡한 연산량과 메모리 구조면에서 비효율적이다.

논문에서는 향상된 움직임 탐색방법과 최종적인 디인터레이싱을 위한 방법들을 제시한다. 픽셀기반과 블록기반의 움직임 탐색 방법을 사용하며 단계적으로 가중치를 결정하는 단계가 추가된다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 기본적인 움직임 적응적 디인터레이싱 기법에 대하여 간단하게 알아보고, III장에서는 기존의 방법 및 제안하는 알고리즘을 소개한다. IV장에서는 실험 결과를 제시한 뒤, V장에서 결론을 맺는다.

II. 움직임 적응적 디인터레이싱 방법의 개요 및 사용되는 기술

움직임 적응적 디인터레이싱 방법은 필드 내(intra), 필드 간(inter) 디인터레이싱 방법의 이점들을 결합시킨다. 움직임 탐색 부분은 가장 먼저 움직임의 존재 여부를 판단한다. 그 다음 움직임이 많은 영역은 필드 내 디인터레이싱 방법을 적용하고, 정적인 영역은 화면 간 디인터레이싱 방법을 적용시킨다. 움직임 탐색단계 이후, 가중치를 이용하여 공간적 보간과 시간적 보간법을 결합하여 비선형 적인 보간법을 수행한다. 움직임 적응적 디인터레이싱 방법의 흐름도는 그림 1에서 보여진다. 다음 식 (1)은 보간 단계를 보여준다.

그림 1. 움직임 적응적 디인터레이싱 방법의 흐름도
Fig. 1. Block diagram of Motion Adaptive deinterlacing method

$$D_n(i, j) = \begin{cases} X_n(i, j), & \text{if } (y \bmod 2 = n \bmod 2), \\ P_M \cdot X_{\text{intra}}(i, j) + (1 - P_M) \cdot X_{\text{inter}}(i, j), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

P_M 은 시간적 보간법과 공간적 보간법의 결합을 위한 가중치이다. (i, j) 는 픽셀의 위치, n 은 현재 필드, $X_n(i, j)$ 은 (i, j) 위치에서의 픽셀 값을 나타낸다. 그리고 $D_n(i, j)$ 는 최종적으로 보간 되는 픽셀의 값을 나타낸다. 이렇게 함으로써 재구성된 순행주사 영상이 완성된다. 그림 1에서 이용되는 필드 내, 필드 간 보간법들은 각각 다양한 방법들이 제안되었다.

1. 필드 내(Intra-field) 디인터레이싱 방법

필드 내 보간법은 에지가 있는 영역을 고려하기 위하여 에지 방향을 고려하여 화소를 보간하는 방법들이 제안되었다. Line Averaging(LA), Edge-based Line Averaging(ELA), Efficient ELA(EELA), Modified-ELA(MELA)^[3-6] 등의 다양한 방법들이 제안되었다.

제안하는 움직임 적응적 디인터레이싱 알고리즘에서의 공간적 보간법에서는 Modified-ELA 알고리즘^[6]을 이용한다. MELA 알고리즘은 EELA 알고리즘^[5]을 개선한 디인터레이싱 방법이다. 기존의 공간적 보간 알고리즘들 보다 좀

더 정교한 에지의 경향을 구하기 위하여 MELA 알고리즘에서는 EELA 알고리즘에서 사용되는 두 개의 방향 벡터 이외에도 수직방향의 방향벡터를 추가적으로 사용한다. 이 방향은 수직(90°), 대각선(67°), 역 대각선(117°) 방향이며 다음 식을 따른다.

$$\begin{aligned} P &= \frac{(|U_{-1} - L_0| + |U_0 - L_1|)}{2}, \\ Q &= \frac{(|U_0 - L_1| + |U_1 - L_0|)}{2}, \\ V &= \frac{(|U_{-1} - L_{-1}| + |U_0 - L_0| + |U_1 - L_1|)}{3}. \end{aligned} \quad (2)$$

Edge-based Line Average(ELA) 알고리즘^[4]에서 사용되는 상관관계는 다음 수식을 따른다.

$$\begin{aligned} C_{-1} &= (U_{-1} - L_{-1}), \\ C_0 &= (U_0 - L_0), \\ C_1 &= (U_1 - L_1). \end{aligned} \quad (3)$$

그림 2은 MELA 알고리즘에서 사용하는 방향 벡터의 에지 경향을 보여준다. 에지 방향에 따른 MELA 알고리즘에 대한 보간법의 수식적 표현은 다음과 같다.

그림 2. MELA 알고리즘에서 사용되는 방향벡터 : (a) P(직선), Q(점선), (b) V
Fig. 2. Directional vector in the MELA algorithm : (a) P(solid line), Q(dotted line), (b) V

연산자 $\wedge$ 는 논리적 AND 연산자를 나타낸다. MELA 알고리즘은 방향벡터의 에지 경향과 상관계수의 방향이 일치할 때만 에지가 잘 검출됐다고 판단하여 그 방향에 위치한 네 화소들의 평균값으로 화소를 보간한다. 만약 에지검출이 실패하거나 수직방향으로 정해지면 위, 아래 화소의 평균값으로 화소를 보간하게 된다. MELA 알고리즘은 같은 ELA와 거의 같은 연산 속도를 가지며 우수한 PSNR 결과를 보여준다.

$$X_{\text{intra}} = \begin{cases} \frac{U_{-1} + U_0 + L_0 + L_1}{4}, & \text{if } [\min(P, Q, V) = P] \wedge [C_{-1} < C_0] \\ \frac{U_0 + U_1 + L_{-1} + L_0}{4}, & \text{if } [\min(P, Q, V) = Q] \wedge [C_1 < C_0] \\ \frac{U_0 + L_0}{2}, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (4)$$

2. 필드 간(Inter-field) 디인터레이싱 방법

필드 간 보간법 또한 다양한 방법들이 제안되었다. 필드간의 에지를 고려하기 위해 ELA 알고리즘을 확장한 Spatial-Temporal Edge-based Line Averaging(STELA) 방법^[15]이 있으며, Vertical-Temporal Filter(VTF) 방법^[8]도 제안되었다. 또한 간단한 방법으로는 Field Insertion(FI), Temporal Filter, Temporal Median Filter 등이 제안되었다. 제안하는 논문에서는 전($n-1$)과 후($n+1$) 필드의 같은 위치에 존재하는 픽셀들만을 가지고 시간적 보간을 하는 단순한 알고리즘을 이용한다^[7]. 픽셀이 고정된 영역이거나 배경

인 부분에서는 인접한 필드 사이의 픽셀 값은 매우 유사하다. 움직임 탐색이 잘 수행되었다면 단순한 시간적 보간법을 이용하더라도 우수한 성능을 가져오게 된다. 이 과정은 다음 식 (5)와 같이 두 개의 픽셀의 평균값을 가진다.

$$X_{\text{inter}}(i, j) = \frac{X_{n-1}(i, j) + X_{n+1}(i, j)}{2}. \quad (5)$$

III. 제안하는 알고리즘

이번 절에서는 픽셀기반 블록기반의 움직임 탐색 방법을 포함하는 디인터레이싱 알고리즘을 소개하고 가중치 (W)를 결정한다. 그 후 가중치와 움직임 강도를 이용한 이용하여 공간적 보간법과 시간적 보간법을 결합하는 과정을 설명한다.

1. 픽셀기반의 5-필드 움직임 탐색

일반적으로 현재 프레임과 인접한 프레임 사이에는 매우 높은 상관관계를 가진다. 주변의 두 개 또는 그 이상의 필드를 참조하여 픽셀 값을 비교함으로써 움직임 정보를 얻을 수 있다. 이전 파트에서 언급되었듯이, 움직임 적응적 기술은 정확한 움직임 검출에 크게 의존한다. 그림 3는 다섯 개

그림 3. 일반적인 5-필드 움직임 탐색 알고리즘

Fig. 3. Conventional 5-field motion detection algorithm

의 필드를 이용하여 같은 주사선의 필드간의 차이 값을 계산한다. 그림 3는 기존의 5-필드 픽셀기반의 움직임 탐색 알고리즘을 보여준다. n 은 현재 프레임이고 X 는 디인터레이싱 될 픽셀의 위치이다. 그리고 $(n-2, n)$, $(n-1, n+1)$, $(n, n+2)$ 는 각각 같은 잃어버린 화소 줄을 가지고 있고 같은 시간 간격을 가진다.

이 알고리즘에서 움직임 강도 MI_1 , MI_2 , MI_3 은 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} MI_1 &= |C - F|, \\ MI_2 &= \left| \frac{(A+B) - (D+E)}{2} \right|, \\ MI_3 &= \left| \frac{(D+E) - (G+H)}{2} \right|, \end{aligned} \quad (6)$$

그리고 움직임 값 MI 는 다음과 같이 정의 한다.

$$MI = \max(MI_1, MI_2, MI_3). \quad (7)$$

그러나 이 방법은 물체의 정확한 움직임을 찾을 수 없다. 움직이는 물체의 내부 영역을 잘못 탐색하고 잡음을 가져올 수 있다. 이것을 개선하여 움직임 검출 성능을 향상시키기 위하여 FIR 필터를 적용 한다. 그림 4에서 보듯이 움직임 계산에서 현재 픽셀을 중심으로 양쪽으로 각각 두 개의 픽셀들을 더 포함 시킨다.

기존의 알고리즘과 비교할 때, 이 방법의 픽셀 값은 식(8)

와 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} A &= \frac{(A_1 + 2*A_2 + 4*A_3 + 2*A_4 + A_5)}{10}, \\ B &= \frac{(B_1 + 2*B_2 + 4*B_3 + 2*B_4 + B_5)}{10}, \\ C &= \frac{(C_1 + 2*C_2 + 4*C_3 + 2*C_4 + C_5)}{10}, \\ D &= \frac{(D_1 + 2*D_2 + 4*D_3 + 2*D_4 + D_5)}{10}, \\ E &= \frac{(E_1 + 2*E_2 + 4*E_3 + 2*E_4 + E_5)}{10}, \\ F &= \frac{(F_1 + 2*F_2 + 4*F_3 + 2*F_4 + F_5)}{10}, \\ G &= \frac{(G_1 + 2*G_2 + 4*G_3 + 2*G_4 + G_5)}{10}, \\ H &= \frac{(H_1 + 2*H_2 + 4*H_3 + 2*H_4 + H_5)}{10} \end{aligned} \quad (8)$$

$MI_1, MI_2, MI_3, MI_4, MI_5$ 는 식 (9)와 같이 계산 된다.

$$\begin{aligned} MI_1 &= |A - D|, \\ MI_2 &= |B - E|, \\ MI_3 &= |C - F|, \\ MI_4 &= |D - G|, \\ MI_5 &= |E - H|, \end{aligned} \quad (9)$$

MI 는 식 (10)과 같이 정의 한다.

그림 4. FIR 필터를 적용한 제안된 픽셀 기반의 움직임 탐색
Fig. 4. Proposed pixel-based motion detection algorithm adapted FIR Filter

그림 5. 블록 기반의 움직임 탐색

Fig. 5. Block-based motion detection algorithm using SAD

$$MI = \max(MI_1, MI_2, MI_3, MI_4, MI_5). \quad (10)$$

2. 블록기반의 3-필드 움직임 탐색

앞 절에서 필드 사이의 픽셀 값을 비교함으로써 각 필드에서의 움직임 상태를 결정 할 수 있었다. 하지만 일부 미세한 움직임에 대한 추정은 찾아 내지 못하였다. 작은 움직임이 있는 부분에서 정확한 움직임 예측을 위해서 이 절에서는 추가적으로 블록기반의 움직임 탐색 방법을 제시한다. 그림 5는 3×3크기의 블록의 SAD(Sum of Absolute Difference)를 계산하는 과정을 보여준다.

3×3블록을 구성하여 SAD 값들을 계산하기 위해서 비어있는 픽셀(노란색)들을 채워야 한다. 이 단계에서는 Line Average(LA)방법을 이용한다. (n-1, n), (n, n+1), (n-1, n+1) 세 개의 쌍으로 이루어진 각각의 필드간의 세 개의 SAD 값들은 다음 식과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} SAD_{cur-prev} &= \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 |X_n(i, j) - X_{n-1}(i, j)|, \\ SAD_{cur-next} &= \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 |X_n(i, j) - X_{n+1}(i, j)|, \\ SAD_{next-prev} &= \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 |X_{n+1}(i, j) - X_{n-1}(i, j)|. \end{aligned} \quad (11)$$

3. 가중치(Weighing Factor) 계산

움직임 탐색 단계에서 구해진 움직임 값(MI)와 세 개의

SAD 값들을 이용하여 보간 계수인 가중치 W와 (1-W)를 계산 한다. W는 공간적 보간법과 시간적 보간법의 결과를 결합할 때 비율 값으로 이용된다.

STEP 1 :

가중치는 식 (12)과 같이 계산된다.

$$W = \begin{cases} 0, & \text{if } (MI \leq \tau_1), \\ 1, & \text{if } (MI \geq \tau_2), \\ \frac{MI - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (12)$$

여기에서 τ_1 과 τ_2 는 실험적으로 결정된다. 만약 움직임 값(MI)이 임계값 1(τ_1)보다 작으면 이 픽셀은 영상의 정적인 부분 또는 고정 배경으로 간주하고 필드 간(inter) 보간법(시간적 보간법)이 선택된다. 만약 움직임 값이 임계값 2(τ_2)보다 크다면 필드 내(intra) 보간법(공간적 보간법)이 적

그림 6. 비선형 가중치 계수

Fig. 6. Coefficients (Weighing factor) of non-linear transformation

용된다. 그리고 만약 움직임 값이 τ_1 과 τ_2 사이에 있다면 시간적, 공간적 보간법의 결합 형태가 적용된다. 그림 6는 가중치의 그래프를 보여준다.

STEP 2 :

가중치 값을 개선해서 더욱 더 정확한 예측을 하기 위하여 추가적인 조건을 둔다. Step 1으로부터 구해진 W 가 0 일 때 수정된다. Step 1에서는 W 가 0 이면 움직임이 없는 부분이라고 간주한다. 그러나 이러한 배경으로 간주된 부분들 중에서 실제로는 미세한 움직임을 가지고 있는 부분들이 존재한다. 만약 세 개의 SAD 값들이 임계값 $3(\tau_3)$ 보다 크다면 우리는 미세한 움직임이 있다고 가정하여 공간적 필터링을 수행하기 위해 W 를 1로 재설정 한다.

IV. 실험 결과

제안된 디인터레이싱 알고리즘의 성능평가를 위해 11개의 CIF 비디오 시퀀스를 대상으로 실험을 수행 하였다. 이 영상은 디인터레이싱을 비롯한 일반적인 영상신호처리 분야에서 가장 많이 이용되는 시퀀스로써 실험의 특성을 잘 반영하기 위하여 움직임의 정도에 따라 다양하게 분류하여 실험을 하였다. Akiyo, News, Motorh & doughter 시퀀스는

(a) (b)

그림 7. 움직임 탐색의 결과 (a) 픽셀기반 움직임 탐색, (b) 블록기반의 움직임 탐색을 이용한 수정된 움직임 탐색

Fig. 7. Results of motion detection, (a) pixel-based motion detection, (a) modified motion detection using block-based motion detection

움직임이 매우 적은 영상이며, Foreman, Tempete 시퀀스는 중간정도의 움직임, 그리고 Stefan, Highway 시퀀스는 매우 움직임이 많은 특성을 가지고 있다. 실험에서의 임계값들은 각각 $\tau_1=20$, $\tau_2=70$, $\tau_3=100$ 로 셋팅 하였다. 그림 7(a)와 그림 7(b)는 각각 Step 1 과 Step 2의 결과를 보여준다.

그림 7(a)에서 공은 아래 방향으로 움직이고 있다. $(n-1)$ 과 $(n+1)$ 필드에서는 공이 존재하지만 $(n-2)$, (n) , $(n+2)$ 필드에서는 존재하지 않는다. 움직이는 물체가 한 개만 있는 경우 픽셀 기반의 움직임 탐색은 종종 잘못된 검출을 하게 된다. 그림 8 또한 유사한 경우이다. 글자들이 오른쪽에서 왼쪽방향으로 움직이고 있다. 움직임이 매우 많은 부분이지만 대부분의 픽셀들이 배경으로 간주되어 버리게 되어 시간적 보간 필터를 선택하게 된다. 이런 상황을 개선하기 위하여 Step 2를 적용하였고, 그 결과 7(b)와 8(b)에서 개선된 움직임 탐색의 결과를 보여준다.

(a) (b)

그림 8. 움직임 탐색의 결과 (a) 픽셀기반 움직임 탐색, (b) 블록기반의 움직임 탐색을 이용한 수정된 움직임 탐색

Fig. 8. Results of motion detection, (a) pixel-based motion detection, (a) modified motion detection using block-based motion detection

표 1은 PSNR 비교를 나타내며, 표 2는 연산량을 나타내는 소요시간을 보여준다. 그림 9, 10 과 11은 주관적인 화질 비교를 보여준다. 제안된 디인터레이싱 알고리즘은 LA, ELA, MELA, 수직 시간적 필터 방법과 다른 움직임 적응적 디인터레이싱 알고리즘과 같이 잘 알려진 방법들 보다 향상된 성능을 보여준다. 제안된 방법은 약 0.95dB의 PSNR 향상을 이루었다. 특히 객관적 성능 비교에서는 움

$$W = \begin{cases} 1, & \text{if}[(W == 0) \& \& (SAD_{cur-prev} > \tau_3) \& \& (SAD_{cur-next} > \tau_3) \& \& (SAD_{next-prev} > \tau_3)] \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

직임이 적은 영상인 Akiyo, Mother&daughter 그리고 Container영상이 움직임이 많은 영상보다 더 우수한 성능을 보여준다. 그림 9, 10 과 11에서 흰 사각형은 고정된 픽

셀 부분을 나타낸다. 이 부분들은 상대적으로 움직임이 없는 부분이다. 다른 방법들의 결과는 약간 흐릿해지는 반면 제안된 방법은 보간이 잘 이루어 졌음을 볼 수 있다.

표 1. PSNR 성능 비교

Table 1. Performance comparison in PSNR(dB)

	LA	ELA	EELA	MELA	VTF	K. Lee's [10]	Pang's [9]	proposed
Akiyo	39.75	37.88	39.40	40.03	44.25	47.43	46.52	47.40
News	34.08	31.80	32.65	34.05	39.08	40.20	42.58	43.88
Mother & daughter	38.27	37.52	37.88	38.32	38.69	40.05	43.44	44.31
Container	28.54	27.59	27.81	28.52	31.25	34.17	44.62	45.62
Hall monitor	31.14	30.11	30.48	31.15	32.19	34.10	40.40	40.83
Silent	33.05	32.48	32.76	33.13	32.12	33.11	41.01	41.66
Foreman	32.25	32.50	32.66	32.50	31.62	30.94	33.55	35.23
Coastguard	28.48	27.78	27.92	28.44	31.11	31.28	30.34	30.37
Tempete	29.38	27.37	28.03	29.31	31.97	32.71	32.49	35.30
Highway	32.61	33.17	33.20	32.86	32.93	33.44	34.51	34.34
Stefan	27.59	26.30	26.55	27.50	28.78	27.33	27.04	28.00

표 2. 연산 시간 비교

Table 2. Computation performance comparison(sec/300 frames)

	LA	ELA	EELA	MELA	VTF	K. Lee's [10]	Pang's [9]	proposed
Akiyo	0.016	0.141	0.223	0.486	0.129	1.128	0.617	1.544
News	0.016	0.141	0.224	0.482	0.130	1.267	0.663	1.583
Mother & daughter	0.017	0.143	0.223	0.480	0.130	1.335	0.717	1.629
Container	0.016	0.153	0.221	0.486	0.130	1.467	0.706	1.635
Hall monitor	0.016	0.143	0.219	0.481	0.131	1.525	0.718	1.618
Silent	0.017	0.149	0.215	0.491	0.129	1.538	0.725	1.643
Foreman	0.016	0.140	0.213	0.490	0.150	1.667	0.775	1.727
Coastguard	0.016	0.153	0.208	0.488	0.130	1.810	0.758	1.684
Tempete	0.016	0.150	0.219	0.491	0.129	1.652	0.757	1.687
Highway	0.017	0.142	0.223	0.481	0.130	1.53	0.685	1.596
Stefan	0.016	0.144	0.219	0.486	0.130	1.617	0.819	1.675

그림 9. "Container" 영상의 주관적 화질 비교. (a) 원본 영상, (b) 확대된 영상, (c) LA, (d) ELA, (e) EELA, (f) MELA, (g) VTF, (h) K. Lee's 알고리즘, (i) Pang's 알고리즘, (j) 제안된 알고리즘

Fig. 9. Subjective comparison on "Container" sequence. (a) original image, (b) zoomed image, (c) LA, (d) ELA, (e) EELA, (f) MELA, (g) VTF, (h) K. Lee's algorithm, (i) Pang's, (j) proposed. When the input frame is a key frame, the pixel value of the input frame is very high, so the correlation is high.

그림 10. "Tempete" 영상의 주관적 화질 비교. (a) 원본 영상, (b) 확대된 영상, (c) LA, (d) ELA, (e) EELA, (f) MELA, (g) VTF, (h) K. Lee's 알고리즘, (i) Pang's 알고리즘, (j) 제안된 알고리즘

Fig. 10. Subjective comparison on "Tempete" sequence. (a) original image, (b) zoomed image, (c) LA, (d) ELA, (e) EELA, (f) MELA, (g) VTF, (h) K. Lee's algorithm, (i) Pang's, (j) proposed

그림 11. "Stefan" 영상의 주관적 화질 비교. (a) 원본 영상, (b) 확대된 영상, (c) LA, (d) ELA, (e) EELA, (f) MELA, (g) VTF, (h) K. Lee's 알고리즘, (i) Pang's 알고리즘, (j) 제안된 알고리즘

Fig. 11. Subjective comparison on "Stefan" sequence. (a) original image, (b) zoomed image, (c) LA, (d) ELA, (e) EELA, (f) MELA, (g) VTF, (h) K. Lee's algorithm, (i) Pang's, (j) proposed

V. 결 론

본 논문은 향상된 움직임 검출 방법을 이용한 움직임 적응적 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다. 움직임 탐색을 위하여 FIR 필터를 적용한 5-필드 픽셀 기반의 움직임 탐색, 3-필드 블록기반의 움직임 탐색이 소개되었다. 이는 움직임은 물체의 내부의 픽셀을 검출하고 노이즈를 감소하여 보다 정확한 움직임을 검출한다. 그리고 블록단위의 지역적 특성의 비교를 통해 보다 정밀한 움직임의 유무를 결정한다. 가중치를 계산한 뒤 이것은 보간 될 픽셀의 보간 조건에 적용이 된다. 실험 결과는 제안된 디인터레이싱 알고리즘은 참조 알고리즘보다 PSNR이 약 0.95(dB) 향상된 결과를 얻을 수 있었다. 또한 제시된 다른 방법들 보다 주관적, 객관적 성능평가에서 우수함을 보인다.

참 고 문 헌

- [1] K. Jack, Video Demystified - A Handbook for the Digital Engineer (4thed, Jordan Hill, Oxford: Elsevier, 2005).
- [2] G. De Haan, Television display processing: past & future, Proc. IEEE ICCE'07, Las Vegas, NV, Jan. 10-14, 2007, 1-2.
- [3] S. H. Keller, F. Lauze, & M. Nielsen, Deinterlacing using variational methods, IEEE Trans. Image Processing, 17(11), 2008, 2015-2028.
- [4] C. J. Kuo, C. Liao, & C. C. Lin, Adaptive interpolation technique for scanning rate conversion, IEEE Trans. Circuits and System. Video Technology, 6(3), 1996, 317-321.
- [5] T. Chen, H. R. Wu, & Z. H. Yu, Efficient deinterlacing algorithm using edge-based line average interpolation, SPIE Optical Engineering, 39(8), 2000, 2101-2105.
- [6] W. Kim, S. Jin, & J. Jeong, Novel intra deinterlacing algorithm using content adaptive interpolation, IEEE Trans. Consumer Electronics, 53(3), 2007, 1036-1043.
- [7] US Patent #5621470, Maher A. Sid-Ahmed, Interpixel and interframe interpolation of television pictures with conversion from interlaced, Apr 15, 1997.
- [8] M. Zhao & G. de Haan, Content adaptive vertical temporal filtering for de-interlacing, Proc. of the 9th International Symposium on Consumer electronics, June 2005, 69-73.
- [9] Z. Pang, D. Lei, D. Chen & H. Tan, A motion adaptive deinterlacing method based on human visual system, Proc. 4th International Congress on Image and Signal Processing(CISP), 2011, 340-344.
- [10] K. Lee, J. Lee & C. Lee, Deinterlacing with motion adaptive vertical temporal filtering, IEEE Trans. Consumer Electronics, 55(2), 2009, 636-643.
- [11] Y. -L. Chang, S. -F. Lin, C. -Y. Chen, & L. G. Chen, Video de-interlacing by adaptive 4-field global/local motion compensated approach, IEEE Trans. Circuits and System for Video Technology, 15(12), 2005, 1569-1582.
- [12] Y. Shen, D. Zhang, Y. Zhang, & J. Li, Motion adaptive deinterlacing of video data with texture detection, IEEE Trans. Consumer Electronics, 52(4), 2006, 1403-1408.
- [13] E. B. Bellers & G. de Haan, Advanced motion estimation and motion compensated de-interlacing, Proc. Int. Workshop HDTV, Los Angeles, CA, Oct. 1996.
- [14] Y. -Y. Jung, B. -T. Choi, Y. -J. Park & S. -J. Ko, An effective de-interlacing technique using motion compensated interpolation, IEEE Trans. Consumer Electronics, 46(3) 2001, 260-266.
- [15] Hyo-Sub Oh, Yoon Kim, You-Young Jung, Aldo W. Morales and Sung-jea Ko, "Spatio-temporal edge-based median filtering for deinterlacing," IEEE International Conference on Consumer Electronics, pp.52-53, 2000.

저 자 소 개

윤 장 혁

- 2012년 2월 : 계명대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 석사과정
- 주관심분야 : 비디오 압축, 영상처리

저 자 소 개

전 광 길

- 2003년 3월 : 한양대학교 전자전기컴퓨터공학과 졸업(학사)
- 2005년 2월 : 한양대학교 전자통신전파공학과 석사
- 2008년 8월 : 한양대학교 전자통신전파공학과 박사
- 2008년 9월 ~ 2009년 8월 : 한양대학교 전자통신전파공학과 박사후과정
- 2009년 9월 ~ 2011년 8월 : 캐나다 오타와대학 정보기술대학(SITE) 박사후과정
- 2011년 11월 ~ 2012년 2월 : 일본 니이가타 대학 국제과학기술대학원 조교수
- 2012년 02월 ~ 현재 : 인천대학교 임베디드시스템공학과 조교수
- 주관심분야 : 영상처리, 인공지능, 화질개선, 영상압축

정 제 창

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업
- 1982년 2월 : KAIST 전기전자공학과 석사
- 1990년 : 미국 미시간대학 전기공학과 공학박사
- 1980년 ~ 1986년 : KBS 기술연구소 연구원 (디지털 및 뉴미디어 연구)
- 1990년 ~ 1991년 : 미국 미시간대학 전기공학과 연구교수 (영상 및 신호처리 연구)
- 1991년 ~ 1995년 : 삼성전자 멀티미디어 연구소 (MPEG, HDTV, 멀티미디어 연구)
- 1995년 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 교수 (영상통신 및 신호처리 연구실)
- 1998년 11월 : 과학기술자상 수상
- 1990년 12월 : 정보통신부장관상 수상
- 2007년 : IEEE Chester Sall Award 수상
- 2008년 : ETRI Journal Paper Award 수상
- 2011년 5월 : 제46회 발명의 날 녹조근정훈장 수훈
- 주관심분야 : 영상처리, 영상압축, 3DTV