

# 디인터레이싱을 위한 C4.5 분류화 기법의 적용 및 구현

김동형  
한양여자대학교 컴퓨터정보과

## The Adopting C4.5 classification and it's Application for Deinterlacing

Donghyung Kim

Dept. of Computer Science & Information Systems, Hanyang Women's Univ.

**요약** 디인터레이싱이란 두 개의 필드(짝수 필드 및 홀수 필드)로 구성된 인터레이스 영상을 프로그레시브 영상으로 변환하는 기술이다. 이는 크게 공간영역에서의 디인터레이싱과 시간영역에서의 디인터레이싱 기술로 나눌 수 있다. 공간영역에서의 기법은 하나의 독립적인 필드만을 사용하여 디인터레이싱을 수행하는 것으로 하드웨어의 구성은 용이하지만 디인터레이싱 대상 화소의 정보가 해당 필드에 존재하지 않는 경우 화질 열화가 발생할 수 있다. 반면 시간영역에서의 기법은 메모리 사용량이 높고 하드웨어의 구성이 어렵지만 보다 높은 객관적 화질을 얻을 수 있다. 하지만 움직임 추정이 잘못된 경우 현저한 화질열화가 발생한다. 제안하는 방법은 공간영역에서의 디인터레이싱 기법으로 대상화소 주변의 통계적 특성에 따라 서로 다른 기법을 사용하여 디인터레이싱을 수행한다. 이 과정에서 최적의 디인터레이싱 방법의 선택을 위해 엔트로피 기반의 대표적인 분류 알고리즘인 C4.5 알고리즘을 적용한다.

실험결과 제안하는 알고리즘은 이전의 여러 방법들과 비교하여 높은 객관적 화질을 가지는 것을 볼 수 있었으며, 주관적 화질 또한 상대적으로 유사하거나 높은 것을 볼 수 있었다.

**Abstract** Deinterlacing is a method to convert interlaced video, including two fields (even and odd), to progressive video. It can be divided into spatial and temporal methods. The deinterlacing method in the spatial domain can easily be hardware-implemented, but yields image degradation if information about the deinterlaced pixel does not exist in the same field. On the other hand, the method in the temporal domain yields a deinterlaced image with higher quality but uses more memory, and hardware implementation is more difficult. Furthermore, the deinterlacing method in the temporal domain degrades image quality when motion is not estimated properly. The proposed method is for deinterlacing in the spatial domain. It uses several deinterlacing methods according to statistical characteristics in neighboring pixel locations. In this procedure, the proposed method uses the C4.5 algorithm, a typical classification algorithm based on entropy for choosing optimal methods from among the candidates.

The simulation results show that the proposed algorithm outperforms previous deinterlacing methods in terms of objective and subjective image quality.

**Keywords** : C4.5 Classification Algorithm, Deinterlacing, Interlaced Video, Progressive Video, WEKA J48

### 1. 서론

아날로그 시대의 종식으로 최근 다양한 프로그레시브

(progressive) 영상 콘텐츠의 사용이 주를 이루지만 여전히 이전의 방대한 양의 인터레이스(interlaced) 콘텐츠가 존재한다. 이들 콘텐츠에 대한 정지영상 캡처 및 프로그

본 논문은 2016년도 2학기 한양여자대학교 교내연구비에 의하여 연구됨

\*Corresponding Author : Donghyung Kim(Hanyang Women's Univ.)

Tel: +82-2-2290-2210 email: kimdh@hywomn.ac.kr

Received November 1, 2016

Revised December 5, 2016

Accepted January 6, 2017

Published January 31, 2017

레시브 디스플레이어를 활용한 재생과정에는 인터레이스 영상을 프로그레시브 영상으로 변환하는 디인터레이싱(deinterlacing) 기술이 사용된다.

인터레이스 영상의 경우 하나의 프레임은 두 개의 필드(짝수 필드 및 홀수 필드)로 구성되며 각 필드간에는 1/60초의 시간차이를 가지고 있다. 따라서 단순히 두 개의 필드를 합하여 하나의 프레임으로 구성하는 경우 1/60초의 시간차이로 인해 결과영상에는 다양한 결점(artifacts)들이 나타나며, 움직임이 큰 영상에서는 이와 같은 문제가 더욱 두드러진다.

이러한 문제를 해결하기 위한 디인터레이싱 기법은 크게 공간영역 및 시간영역에서의 적용방법으로 나누어진다[1-2]. 공간영역의 경우 짝수 또는 홀수 필드내의 정보만을 사용하여 하나의 프레임을 구성하는 방법으로 대표적으로 ELA(Edge-based Line Average)[3], EELA(Efficient ELA)[4], DOI(Direction-Oriented Interpolation)[5], SDEDE[6]의 방법을 들 수 있다. 반면 시간영역에서의 디인터레이싱 기법에는 와핑(warping) 기법을 이용[7]하거나 옵티컬 플로워(optical flow) 기법[8]을 이용하는 방법들이 있으며 이는 시간상으로 앞 또는 뒤에 위치하는 필드의 정보를 활용하여 디인터레이싱을 수행하는 기법으로 공간영역에서의 디인터레이싱과 비교하여 낮은 복잡도를 가지지만 움직임이 큰 영상의 경우 큰 화질 열화가 있다는 단점을 가진다.

본 논문은 공간영역에서의 디인터레이싱 기법으로 엔트로피 기반의 분류 기법인 C4.5 알고리즘을 이용한다. 제안하는 방법은 크게 전처리(pre-processing) 과정과 핵심처리(core-processing)과정으로 나뉜다. 전처리과정에서는 일반영상 샘플에 대한 통계적 특성에 따라 다양한 디인터레이싱 기법 중 최적의 성능을 보이는 디인터레이싱 기법을 선택할 수 있는 조건을 C4.5 알고리즘[9-10]을 적용하여 도출한다. 이후 핵심처리과정에서는 이전 과정에서 도출된 조건을 적용하여 화소주변의 통계적 특성에 따라 선택된 기법을 적용하여 디인터레이싱을 수행한다.

본 논문의 구성은 2장에서 대표적인 공간영역에서의 디인터레이싱 기법들과 C4.5 알고리즘을 소개하고 3장에서는 제안하는 방법을 기술한다. 4장에서는 제안하는 방법의 실험결과를 이전의 다른 기법과 비교 도시하고 마지막 절에서 결론을 맺는다.

## 2. 기존의 방법

### 2.1 LineAverage와 LocalAverage

공간영역에서 디인터레이싱은 주어진 짝수(even) 또는 홀수(odd) 필드의 화소정보를 사용하여 비워져있는 필드를 복원하는 기법으로 가장 쉽게 적용할 수 있는 기법으로는 라인평균(LineAverage) 방법과 영역평균(LocalAverage) 방법이 있다. 이들 두 방법은  $(i,j)$  위치의 화소값  $P_{i,j}$ 를 복원하기 위해 위쪽 및 아래쪽에 위치한 필드내의 화소값들의 정보를 사용한다.

먼저 라인평균기법은 디인터레이싱을 수행하고자 하는 화소의 위쪽 및 아래쪽 두 개의 화소값을 평균값을 이용하여 디인터레이싱을 수행하는 방법으로 식 (1)을 나타낸다.

$$P_{i,j} = \frac{P_{i-1,j} + P_{i+1,j}}{2} \quad (1)$$

여기서  $P_{i,j}$ 는  $(i,j)$  위치에서의 화소값을 의미하는데 이때,  $i$  값은 짝수 필드와 홀수 필드에서 각각  $(2n+1, n$ 은 정수) 및  $(2n, n$ 은 정수)의 값을 가진다.

영역평균(LocalAverage) 기법은 라인평균기법에서 나타날 수 있는 잡음의 영향을 최소화하기 위한 방법으로 복원하고자 하는  $(i,j)$  위치의 위쪽 세 개의 화소와 아래쪽 세 개의 화소 즉, 여섯 개의 화소값에 대한 평균값으로 디인터레이싱을 수행하는 기법으로 식 (2)을 나타낸다.

$$P_{i,j} = \left[ \sum_{j=j-1}^{j+1} P_{i-1,j} + P_{i+1,j} \right] / 6 \quad (2)$$

### 2.2 ELA

ELA는 공간영역내에 에지의 방향성에 따라 라인평균을 취하는 방법으로 수직( $\pi/2$ ), 우측대각선( $\pi/4$ ), 좌측대각선( $3\pi/4$ )방향에서의 비용값을 산출하고 가장 적은 비용값을 산출하는 방향으로 라인평균을 수행하는 기법이다. 먼저 식 (3)과 같이 각 방향에서의 비용값을 계산하고 이중 가장 적은 비용값을 가지는 방향( $D$ )을 산출한다.

$$D = \underset{rad}{\operatorname{argmin}} [C(rad)], rad = [\pi/4, \pi/2, 3\pi/4]$$

$$\begin{aligned} \text{where,} \\ C(\pi/4) &= P_{i-1,j+1} - P_{i+1,j-1} \\ C(\pi/2) &= P_{i-1,j} - P_{i+1,j} \\ C(3\pi/4) &= P_{i-1,j-1} - P_{i+1,j+1} \end{aligned}$$

(3)

최소의 비용값을 가지는 방향( $D$ )를 산출한 이후에는 산출된 방향( $D$ )에 따라 식(4)와 같이 각 방향으로의 라인평균기법을 적용하여 디인터레이싱을 수행한다.

$$P_{i,j} = \begin{cases} \frac{P_{i-1,j+1} + P_{i+1,j-1}}{2} & , D = \pi/4 \\ \frac{P_{i-1,j} + P_{i+1,j}}{2} & , D = \pi/2 \\ \frac{P_{i-1,j-1} + P_{i+1,j+1}}{2} & , D = 3\pi/4 \end{cases} \quad (4)$$

### 2.3 DOI(Direction-Oriented Interpolation)

DOI는 에지 기반의 보간 방법으로 대상 화소의 위쪽 및 아래쪽에 위치한  $2 \times 3$  크기를 가지는 블록간의 차이 값을 이용하여 최적의 에지방향을 도출하고 이를 이용하여 해당화소를 복원하는 방법이다. 먼저 위쪽 및 아래쪽 방향으로의 비용값( $C_U, C_L$ )을 통해 각 방향으로의 최적의 에지방향( $D_U, D_L$ )을 식 (5)와 같이 산출한다.

$$D_U = \operatorname{argmin}_k [C_U(k)], -R \leq k \leq R$$

$$D_L = \operatorname{argmin}_k [C_L(k)], -R \leq k \leq R$$

where,

$$C_U(k) = \sum_{n=-1}^1 (P_{i-1,j+n} - P_{i-3,j+n+k})^2 + \sum_{n=-1}^1 (P_{i+1,j+n} - P_{i-1,j+n+k})^2 \quad (5)$$

$$C_L(k) = \sum_{n=-1}^1 (P_{i+1,j+n} - P_{i+3,j+n+k})^2 + \sum_{n=-1}^1 (P_{i-1,j+n} - P_{i+1,j+n+k})^2$$

이후 산출된  $D_U$ 와  $D_L$ 의 값을 이용하여 디인터레이

싱을 수행하며 식 (6)은 이를 표현한다.

$$P_{i,j} = \frac{P_{i-1,j+D_U/2} + P_{i+1,j+D_L/2}}{2} \quad (6)$$

### 2.4 C4.5 분류알고리즘

C4.5 분류알고리즘은 ID3 알고리즘을 개선한 분류기법으로서 ID3와 비교하여 수치형 속성 처리 및 결측치(missing attributes values) 처리, 결정 트리의 깊이 문제 및 속성들을 서로 다른 가중치를 반영하여 사용할 수 있는 등의 기능이 개선된 알고리즘이다. 이중 가장 큰 차이점은 ID3가 모든 속성이 명목형(nominal)인 경우만 처리가 가능한 것과는 달리 C4.5 분류 알고리즘은 수치형 속성의 처리가 가능하여 실제세계의 다양한 분야에 적용이 가능하다는 장점이 있다. 기본적으로 ID3와 같이 엔트로피 기반으로 분류 기준을 결정하며 단계적으로 엔트로피를 낮추는 방향으로 분류를 수행한다. 식 (7)은 분류기준 및 정보이득(information gain)을 산정하는데 사용되는 엔트로피의 계산 수식을 나타낸다.

$$Entropy(S) = - \sum_{i=1}^m P_i \log_2(P_i)$$

$$\therefore P_i = \frac{\operatorname{freq}(C_i, S)}{|S|} \quad (7)$$

여기서  $S$ 는 주어진 데이터들의 집합이며  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ 는 클래스들의 집합을 의미한다.  $\operatorname{freq}(C_i, S)$ 는  $S$ 에서 클래스  $C_i$ 에 속하는 레코드수를 의미하며 마지막으로  $|S|$ 는 주어진 전체 데이터의 개수이다.

## 3. 제안하는 알고리즘

제안하는 알고리즘은 크게 전처리 과정(pre-processing)과 핵심과정(core-processing)으로 구성된다. 전처리 과

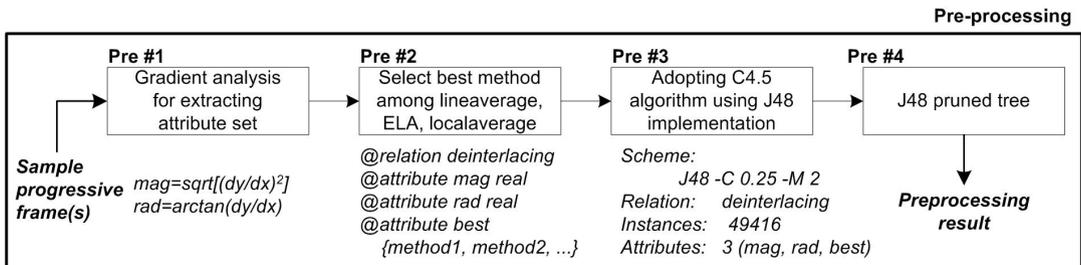


Fig. 1. The block diagram of pre-processing for deinterlacing

정에서는 다양한 디인터레이싱 방법들 중 최적의 디인터레이싱 방법의 선택하기 위한 분류화 방법을 설정하는 단계로 어트리뷰트 셋(attribute set)에 따라 분류기준을 도출한다. 그림 1은 네 단계로 구성되어 있는 전처리과정의 블록다이어그램을 도시하고 있다. 단계별로 살펴보면 전처리과정을 위해서 인터레이싱 프레임이 아닌 프로그레시브 프레임을 입력으로 사용한다. 이는 적절한 디인터레이싱 기법을 사용하기 위한 비용 함수값을 정확히 계산하기 위함이다. 전처리과정에서 사용된 입력프레임에는 1 프레임(*akiyo\_cif 0* 번째 프레임)만 사용한 경우와 2 프레임(*akiyo\_cif* 및 *foreman\_cif 0* 번째 프레임)을 사용한 경우를 나누어 고려하였다.

전처리과정의 첫 번째 단계에서는 입력된 프레임에 대해서 가로방향 및 세로방향 기울기를 이용하여 기울기의 크기(*mag*) 및 방향(*rad*)을 계산한다. 이 과정에서는 디인터레이싱 과정에서 사용될 수 있는 화소 값만을 사용하여 계산하게 되며 그림 2는 이를 나타낸다.

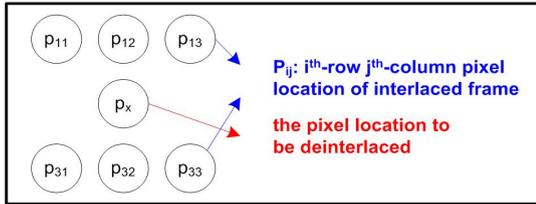


Fig. 2. The pixel locations for two attributes (*mag*, *rad*) values

여기서  $P_{ij}$ 는 인터레이스 프레임에서 사용가능한  $i$ 번째 행과  $j$ 번째 열의 위치를 나타내며  $P_x$ 는 디인터레이싱을 수행하고자 하는 화소 위치에서의 화소 값을 나타낸다. 이들 위치의 화소 값을 이용하여 산출되는 두 개의 어트리뷰트인 *mag*와 *rad*값은 식(8)과 같다.

$$mag = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

$$rad = \begin{cases} \arctan\left(\frac{dy}{dx}\right) & , \arctan\left(\frac{dy}{dx}\right) \geq 0 \\ \arctan\left(\frac{dy}{dx}\right) + \pi & , \arctan\left(\frac{dy}{dx}\right) < 0 \end{cases} \quad (8)$$

여기서  $dx = [(P_{11} + P_{12} + P_{13}) - (P_{31} + P_{32} + P_{33})] / 3$ 이며

$dy = [(P_{11} + P_{31}) - (P_{13} + P_{33})] / 2$ 이다.

이후 라인 평균 등의 방법에 따라 실제 값과 예측된 값이 최소인 방법을 식 (9)를 이용하여 산출하고 마지막

어트리뷰트에 추가한다.

$$best = \min_{method} (P_x - P_x^*)$$

$$method = [method_1, method_2, \dots] \quad (9)$$

여기서  $P_x$ 는 실제 화소 값을 의미하며  $P_x^*$ 는 각각의 방법을 사용하여 디인터레이싱된 화소 값을 의미한다. *method<sub>i</sub>*는 기존의 다양한 디인터레이싱 기법을 나타내는 것으로 다수의 디인터레이싱 기법의 집합을 나타낸다. 마지막으로 *best*의 값은 해당 인터레이스 프레임의 화소 값의 분포에 따른 최적의 디인터레이싱 방법을 나타낸다.

앞의 두 개의 단계를 거쳐 세 개의 어트리뷰트 셋 (*mag*, *rad*, *best*)의 데이터가 얻어지면 C4.5 분류화 기법을 적용하여 결정트리를 구성하는 것이 전처리 과정의 세 번째 단계이다. 이 단계에서는 C4.5 알고리즘을 구현한 WEKA의 J48 툴킷(toolkit)을 사용하였으며 그림 3은 WEKA의 입력을 위해 구성된 어트리뷰트 셋과 데이터 셋을 나타낸다.

```
@relation deinterlacing
@attribute mag real
@attribute rad real
@attribute best {method1, method2, method3}
@data
6.25,0.64,method1
4.25,2.90,method3
5.00,2.68,method1
...
```

Fig. 3. The attributes and data set (.arf file) for WEKA analysis

마지막 단계는 C4.5의 분류화 기법의 실행 결과인 분류트리를 도출하는 것이다.

전처리과정을 거쳐 분류 기준이 만들어지면 이제 핵심 프로세싱을 통해 실제 다양한 영상에 대한 디인터레이싱이 수행된다. 그림 4는 핵심 프로세싱의 다이어그램을 나타낸다. 먼저 디인터레이싱을 수행하고자 하는 화소위치 주변의 화소값들을 이용하여 *mag*와 *rad*을 계산한다. 계산된 *mag*와 *rad*값은 전처리과정의 분류트리의 기준이 되고 이 기준에 따라 최적의 디인터레이싱 기법을 선정한다. 마지막 단계에서 선정된 최적의 방법을 통해 디인터레이싱을 적용함으로써 C4.5 분류화 기법을 적용한 디인터레이싱을 수행한다.

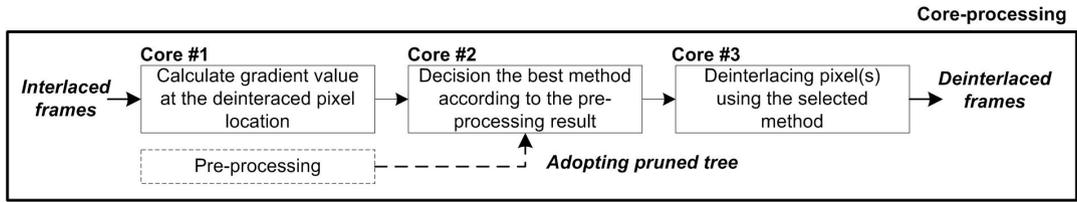


Fig. 4. The block diagram of core-processing for deinterlacing

### 4. 실험결과

제안하는 알고리즘의 성능평가를 위해서 앞서 언급한 바와 같이 전처리과정의 입력을 1 프레임(*akiyo\_cif* 0번째 프레임)만 사용한 경우(제안하는 방법 중 *WEKA1*로 표기)와 2 프레임(*akiyo\_cif* 및 *foreman\_cif* 0번째 프레임)을 사용한 경우(제안하는 방법 중 *WEKA2*로 표기)를 나누어 고려하였다. 또한 성능의 비교평가를 위해 제안하는 방법(*WEKA1*, *WEKA2*)을 포함하여 라인평균기법, *ELA*, 영역평균기법, *EELA*, *DOI*, *SDEDE* 방법을 함께 실험하여 비교 및 평가하였다. 또한 식 (9)의 *best* 값을 산출하기 위한 *method<sub>i</sub>*에는 제안하는 알고리즘의 복잡도를 고려하여 라인평균기법, *ELA*, 영역평균기법을 사용하였다.

그림 5는 어트리뷰트에 대한 데이터셋 추출을 위해 1 프레임을 사용한 경우와 2프레임을 사용한 경우에 대한 *WEKA* 분석 결과를 나타낸다. 분석결과에서 볼 수 있는 바와 같이 전처리과정에서 하나의 프레임만을 사용한 경우 49,416개의 데이터셋을 사용하여 분석이 이루어졌으며 트리의 크기 및 가지의 수는 각각 39 및 20의 값을 가진다. 반면 2개의 프레임을 입력으로 사용한 경우 데이터의 수는 두배인 98,832이며 트리의 크기와 가지의 수는 크게 증가한 1375 및 688의 값을 가진다. 추가로 동일한 프레임의 경우 라인평균 기법과 *DOI*기법의 복잡도를 비교하여 보면 *LineAverage* 기법은 2개의 화소값에 대한 1회의 덧셈만이 필요하지만 *DOI*의 경우 12개 화소에 대한 6회의 뺄셈과 고려 영역개수에 비례하는 비교연산이 추가로 필요하다.

Total Number of Instances	49416	
Number of Leaves :	20	
Size of the tree :	39	
Correctly Classified Instances	31745	64.2403 %
Incorrectly Classified Instances	17671	35.7597 %
Kappa statistic	0.0488	
Mean absolute error	0.3404	
Root mean squared error	0.4125	
Relative absolute error	96.9064 %	
Root relative squared error	98.4351 %	

(a)

Total Number of Instances	98832	
Number of Leaves :	688	
Size of the tree :	1375	
Correctly Classified Instances	64866	65.6326 %
Incorrectly Classified Instances	33966	34.3674 %
Kappa statistic	0.1243	
Mean absolute error	0.3226	
Root mean squared error	0.4015	
Relative absolute error	91.8353 %	
Root relative squared error	95.8142 %	

(b)

Fig. 5. The analysis result for (a) 49,416(1-frame) and (b) 98,832 (2-frame) data using *WEKA* J48 toolkit

테이블 1은 *qcif*(176×144) 크기의 영상 5개, *cif*(352×288) 크기의 영상 6개, 그리고 *4cif*(704×576) 크기의 영상 2개에 대해서 제안하는 방법(*WEKA1* 및 *WEKA2*)과 기존의 디인터레이싱 기법의 *PSNR*을 비교하고 있다. 테이블에 포함되어 있는 결과 중 가장 높은 *PSNR*과 두 번째로 높은 *PSNR*을 갖는 방법을 진하게 표기하였다. 실험 결과에서 볼 수 있는 바와 같이 제안하는 알고리즘의 *PSNR*이 모든 테스트에 사용된 영상에 대해서 첫 번째 또는 두 번째로 높은 *PSNR*을 보임을 알 수 있었다. 특이할 점은 전처리 과정에서 보다 많은 데이터셋을 사용하는 *WEKA2*보다 오히려 적은 데이터셋을 사용하는 *WEKA1*이 높은 객관적 화질을 나타내는 것으로 나타났다.

그림 6는 제안하는 방법을 포함하여 기존의 여러 방법들을 사용하여 디인터레이싱을 수행한 주관적 화질 결과를 비교한 것으로 제안하는 *WEKA1* 및 *WEKA2*의 방법이 다른 방법들과 비교하여 유사 또는 우수한 것을 알 수 있다.

Table 1. PSNR comparisons using LineAvg., ELA, LocalAvg., EELA, DOI, SDEDE, WEKA1 and WEKA2

	Spec.	LineAvg.	ELA	LocalAvg.	EELA	DOI	SDEDE	WEKA1	WEKA2
qcif	car_qcif	32.7	32.91	31.66	<b>33.19</b>	30.93	33.16	<b>33.27</b>	33.17
	claire_qcif	<b>39.01</b>	38.58	34.57	38.9	33.86	38.46	<b>39.2</b>	38.82
	grandma_qcif	33.71	33.49	33.16	33.8	31.64	33.32	<b>34.12</b>	<b>34.01</b>
	hall_monitor_qcif	<b>27.58</b>	26.9	26.71	27.09	25.85	26.72	<b>27.21</b>	27.20
	trevor_qcif	34.37	33.77	32.66	34.09	31.04	33.53	<b>34.54</b>	<b>34.43</b>
cif	akiyo_cif	<b>39.70</b>	37.95	36.39	39.36	34.21	38.97	<b>39.9</b>	39.66
	foreman_cif	31.11	31.76	31	31.83	30.28	<b>31.77</b>	<b>31.82</b>	31.76
	mobile_cif	<b>25.40</b>	23.40	23.97	24.24	22.05	22.99	<b>24.43</b>	24.39
	highway_cif	32.04	32.48	32.21	<b>32.49</b>	32.39	32.39	<b>32.51</b>	32.49
	silent_cif	<b>31.24</b>	30.88	30.85	31.05	29.88	30.79	<b>31.25</b>	31.21
4cif	table_cif	<b>29.98</b>	29.41	29.29	29.75	28.25	29.26	<b>30.05</b>	29.95
	soccer_4cif	<b>32.74</b>	32.32	32.5	32.41	30.82	31.81	<b>32.71</b>	32.67
	hourbor_4cif	<b>38.59</b>	35.00	33.94	35.51	30.13	35.11	<b>37.42</b>	37.15
Avg		<b>32.94</b>	32.22	31.45	32.59	30.10	32.18	<b>32.96</b>	32.84

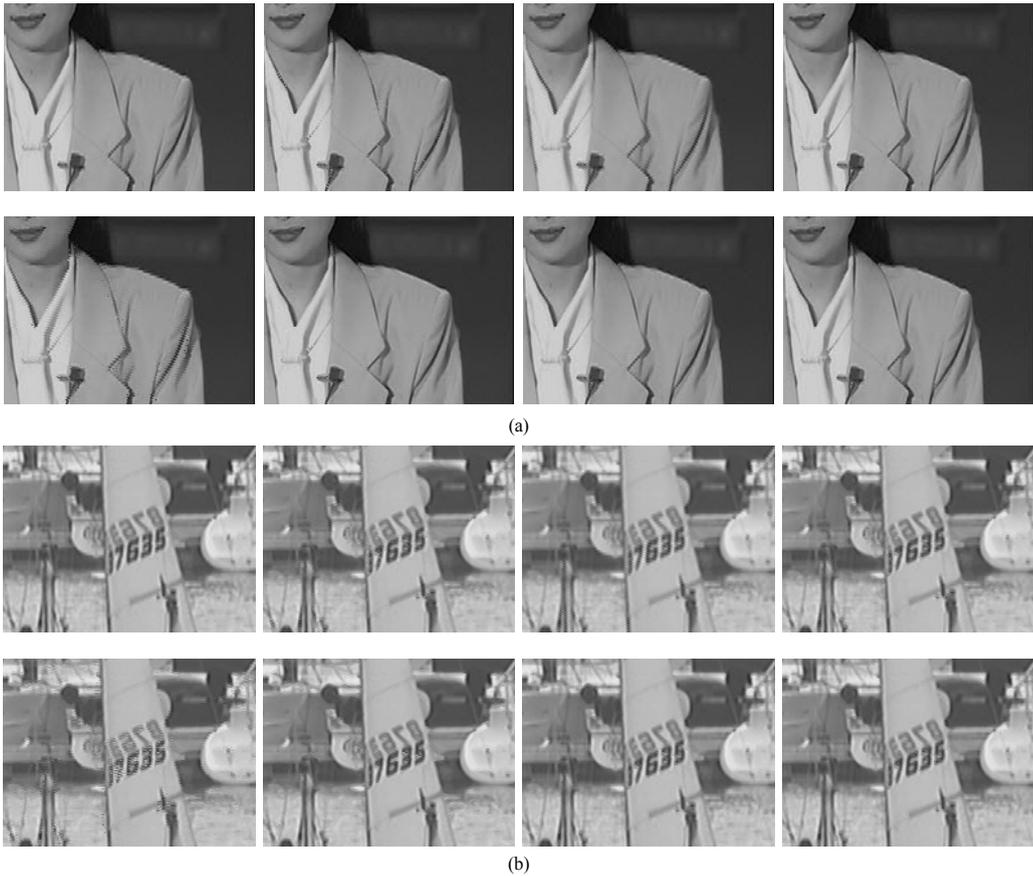


Fig. 6. Comparison of subjectivity quality: line average, ELA, local average, EELA, DOI, SDEDE, and the proposed WEKA1 and WEKA2 from left to right and from top to bottom.

## 5. 결론

CCTV 등에서 여전히 많이 사용되고 있는 인터레이싱 방식의 동영상은 정지화면으로의 재생 또는 프로그래시브 영상 디스플레이 장치를 통해 보이고자 하는 경우 디인터레이싱 과정을 필요하다. 기존의 다양한 디인터레이싱 기법이 있으며 본 논문에서는 엔트로피 기반의 의사결정 트리기법 중 하나인 C4.5 알고리즘을 디인터레이싱에 적용함으로써 주변 통계에 따라 위치별 최적의 방법을 선택하여 디인터레이싱을 수행하였다. 실험결과 객관적 화질면에서 비교에 사용된 다양한 방법들과 비교하여 유사 또는 높은 PSNR을 가지는 것으로 나타났고, 주관적 화질 또한 상대적으로 우수하게 나타남을 알 수 있었다.

향후에는 디인터레이싱 분야에서 C4.5 알고리즘의 적용 및 성능 향상은 이와 유사한 통계적 특징을 가지는 에러은닉(error concealment) 기술에 적용할 예정이다. 보다 자세하게는 연속적(consecutive) 에러은닉기술과 비연속적(isolated) 에러은닉 기법에 C4.5 알고리즘을 적용하여 성능을 분석할 계획이다.

## References

- [1] S. Sreekanth, G. R. S. Reddy, and D. L. Kumari, "A survey on deinterlacing algorithms", *Int. Journal of Advances in Science and Technology*, vol. 2, no. 5, pp. 8-18, Jan. 2011.
- [2] S. H. Keller, F. Lauze, and M. Nielsen, "Deinterlacing using variational methods", *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 17, no. 11, pp. 2015-2028, Nov. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIP.2008.2003394>
- [3] C. J. Kuo, C. Liao, and C. C. Lin, "Adaptive interpolation technique for scanning rate conversion", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 6, no. 3, pp. 317-321, Jun. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1109/76.499841>
- [4] T. Chen, H. R. Wu, and Z. H. Yu, "Efficient deinterlacing algorithm using edge-based line average interpolation", *SPIE Optical Engineering*, vol. 39, no. 8, pp. 2101-2105, Aug. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1117/1.1305262>
- [5] H. Yoo and J. Jeong, "Direction-oriented interpolation and its application to de-interlacing", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 48, no. 954, pp. 954-962, Nov. 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TCE.2003.1196426>
- [6] D. Kim, "Spatio-Temporal Deinterlacing Method using Edge Direction and Horizontal Motion", *Journal of*

*Advanced Information Technology and Convergence*, vol. 13, no. 3, pp. 33-41, Mar. 2015.

DOI: <https://doi.org/10.14801/jkiit.2015.13.3.33>

- [7] A. Almog, A. Levi, and A. Bruckstein, "Spatial de-interlacing using dynamic time warping," in *Proc. IEEE International Conference on Image Processing*. *ieeexplore.ieee.org*, pp. 1010-1013, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ICIP.2005.1530229>
- [8] T. Brox, A. Bruhn, N. Papenberg, and J. Weickert, "High Accuracy Optical Flow Estimation Based on a Theory for Warping," in *Proceedings of the 8th European Conference on Computer Vision*, T. Pajdla and J. Matas, Eds., vol. 4. Prague, Czech Republic: Springer - Verlag, pp. 25-36, 2004. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-24673-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-540-24673-2_3)
- [9] O. O. Adeyemo and T.O. Adeyeye, "Comparative Study of ID3/C4.5 Decision tree and Multilayer Perceptron Algorithms for the Prediction of Typhoid Fever", *IEEE African Journal of Computing & ICT*, vol. 8, no. 1, pp. 103-112, Mar. 2015.
- [10] Z. Xiang and L. Zhang, "Research on an Optimized C4.5 Algorithm Based on Rough Set Theory," *International Conference on Management of e-Commerce and e-Government*, pp. 272-274, Oct. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1109/icmecg.2012.74>

김 동 형(Donghyung Kim)

[정회원]



- 1999년 2월 : 충북대학교 전자공학과(공학사)
- 2001년 8월 : 충북대학교 전자공학과(공학석사)
- 2007년 2월 : 한양대학교 전자통신전공학과(공학박사)
- 2007년 6월 ~ 2008년 8월 : 한국 전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
- 2008년 9월 ~ 2011년 2월 : 한라대학교 정보통신방송공학부 전임강사
- 2011년 3월 ~ 현재 : 한양여자대학교 컴퓨터정보과 조교수

<관심분야>

영상처리, 멀티미디어통신, 영상압축