

MRC 기반의 영상 부호화를 위한 분수령 알고리즘을 이용한 효과적인 신호 채움 기법

Efficient Signal Filling Method Using Watershed Algorithm for MRC-based Image Compression

박상호, 이시웅

한밭대학교 정보통신전문대학원

Sang-Hyo Park(ptagmouse@nate.com), Si-Woong Lee(swlee69@hanbat.ac.kr)

요약

Mixed raster content 모델 기반의 영상 부호화는 전경과 배경 레이어에 빈 영역인 don't care region (DCR)이 발생하게 되며, 이 영역에 대한 신호 채움 방식에 따라 전체적인 부호화 성능이 큰 영향을 받게 된다. DCR을 채우기 위한 대부분의 기존 기법들은 홀 주변 기존 영역의 특성을 효율적으로 이용하지 않아 신호 채움 후에도 기존 신호 영역에 존재하던 고주파 성분이 반영될 뿐 아니라, DCR 경계에서의 신호 불연속으로 인해 고주파 성분이 추가적으로 발생한다는 문제점을 갖고 있다. 이 문제를 해결하기 위해 본 논문은 우선순위 기반의 적응적 영역 확장법을 이용한 새로운 DCR 채움 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 분수령 알고리즘을 이용하여 DCR의 각 홀 픽셀에 대한 신호 특성을 판단한 후, 이를 토대로 영역 채움의 우선순위를 결정한다. 이 우선 순위를 기반으로 영역 확장을 수행함으로써 고주파 성분을 포함하고 있는 영역의 확장이 최소화되어 전체적인 부호화 효율이 향상될 수 있다. 실험 결과를 통해 제안 알고리즘이 비교 대상 알고리즘에 비해 효율적인 신호 채움으로 우수한 부호화 성능을 가짐을 보인다.

■ 중심어 : | 스크린 이미지 부호화 | MRC 모델 | 분수령-알고리즘 | 신호 채움 | 플러딩 |

Abstract

Image coding based on mixed raster content model generates don't care regions (DCR) in foreground and background layers, and its overall coding performance is greatly affected by region filling methods for DCRs. Most conventional methods for DCR filling fail in utilizing the local signal properties in hole regions and thus the high frequency components in non-DCR regions are reflected into DCR after signal filling. In addition, further high frequency components are induced to the filled signal because of signal discontinuities in the boundary of DCR. To solve this problem, a new DCR filling algorithm using the priority-based adaptive region growing is proposed in this paper. The proposed method uses the watershed algorithm and the flooding priority of each pixel for region filling is determined from the degree of smoothness in the neighborhood area. By growing the filled region into DCR based on the computed priority, the expansion of high-textured area can be minimized which can improve the overall coding performance. Experimental results show that the proposed method outperforms conventional algorithms.

■ keyword : | Screen Image Coding | MRC Model | Watershed-algorithm | Signal Filling | Flooding |

* 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.

(No. 2012R1A1A4A01014227)

접수일자 : 2014년 10월 15일

수정일자 : 2014년 12월 09일

심사완료일 : 2014년 12월 10일

교신저자 : 이시웅, e-mail : swlee69@hanbat.ac.kr

1. 서론

카메라에 의해 촬영되는 자연 영상과 달리 웹 페이지, PDF 파일, 슬라이드, 컴퓨터 화면 등과 같이 컴퓨터 또는 스마트폰 등의 다양한 전자기기에 의해 생성된 영상을 스크린 이미지라 한다. 스크린 이미지는 일반적으로 문자/그래픽 영역과 자연영상 영역이 같이 혼재되어 있으며, 이중에서 문자/그래픽 영역은 자연영상 영역과는 구별되는 통계적 특성들을 갖고 있다. 이러한 강한 이방성을 갖는 스크린 이미지의 특성상 자연영상의 효율적인 압축을 목적으로 개발된 기존의 표준 부호화기를 스크린 이미지에 그대로 적용하는 것은 압축 성능 면에서 매우 비효율적이다. 따라서 이를 보완하고 스크린 이미지의 특성을 잘 고려함으로써 고효율의 압축이 가능한 새로운 부호화 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

최근에 스크린 이미지와 같은 혼합 영상을 위한 새로운 부호화 방안으로 레이어 기반의 Mixed Raster Content (MRC) model[1] 이 제안되었다. MRC 모델은 입력 영상을 [그림 1-(a)]와 같이 전경 레이어, 마스크 레이어, 그리고 배경 레이어로 분할한다. 마스크 레이어는 입력 이미지에서 문자 영역에 속하는 픽셀들의 위치 정보를 나타내고, 전경 레이어는 이진 마스크 레이어에 기록된 픽셀들, 즉 문자 영역의 색상 정보를 저장한다. 이 두 레이어는 함께 하나의 쌍을 구성하며 [그림 1-(b)]와 같이 동일한 배경 레이어 위에 다수의 전경/마스크 쌍이 형성될 수도 있다. 배경 레이어는 전경 영역을 제외한 나머지 영역들에 대한 색상 정보를 저장한다. 이와 같이 MRC 모델의 부호화 방식은 입력 이미지를 동질의 특성을 갖는 3계층의 레이어로 분할한 뒤, 각 레이어의 신호 특성에 적합한 방식으로 독립적 부호화를 수행함으로써 부호화 효율을 최적화하는 압축 기법이다.

MRC 모델의 부호화에 있어서 가장 중요한 화두는 전경과 배경을 분할하는 방식, 그리고 전경과 배경 레이어에 생기는 빈 영역("don't care" region)을 채우는 방식이라고 할 수 있다. 먼저 전경과 배경의 분할에 있어서 가장 중요한 것은 배경 영역과 문자 영역의 정확한 분할이라고 할 수 있다. 이는 입력 영상을 문자의 전

경 영역과 자연 영상의 배경 영역으로 구분하는 분할의 정확도에 따라 전체 부호화기의 압축 효율이 달라지기 때문이다. 이에 관련된 다양한 연구[2-11]가 진행되어 왔으며 본 논문에서는 [그림 2]와 같은 에지 정보를 활용한 형태학적 레이어 분할 알고리즘[11]을 적용했다.

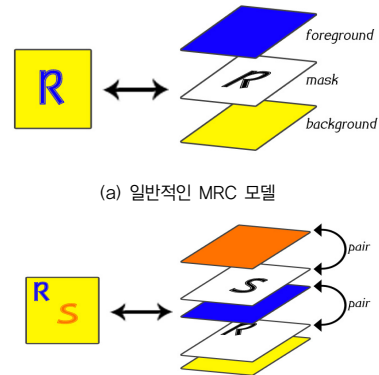


그림 1. MRC 구조

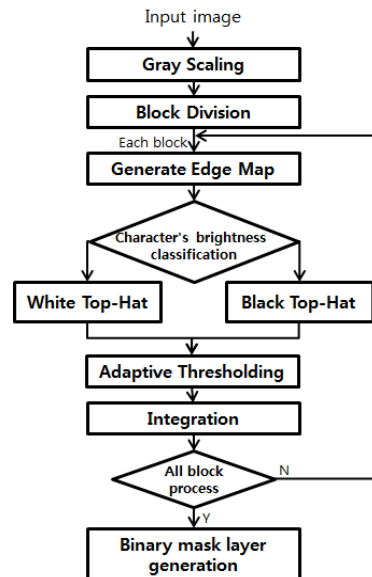


그림 2. 레이어 분할 방식의 흐름도

레이어 분할 후 전경과 배경 레이어에는 [그림 3]과 같이 빈 영역("don't care" region)이 발생하게 된다. 전

경 레이어일 경우 [그림 3-(a)]와 같이 전경 영역을 제외한 배경 영역(검은색 영역)이 빈 영역이 되며 배경 레이어일 경우 [그림 3-(b)]와 같이 전경 영역(검은색 영역)이 빈 영역이 된다.

(a) FG layer의 빈 영역 (b) BG layer의 빈 영역

그림 3. MRC 전경과 배경 영역의 don't care region

전경과 배경 레이어에 발생하는 DCR(don't care region)에 의해 기존 신호와 빈 영역 간에 AC성분이 발생하게 되며 이 AC성분에 의해 부호화시 많은 비트량이 발생하게 된다. 부호화 효율을 향상시키기 위해 DCR에 다른 신호 값을 채워 신호간 불연속을 제거하기 위한 다양한 연구가 진행되어 왔다.

II. 관련 연구

이 DCR을 채우는 기존의 방식에는 대표적으로 레이어 내에 존재하는 기존 신호 값들의 평균값으로 채우는 방식, 그리고 주위 기존 신호 값들을 이용하여 채워 나가는 방식으로 분류할 수 있다.

전역 평균값을 이용한 신호 채움 방식[10]의 단점은 레이어 내의 전체 신호 값들의 편차가 매우 작아야 한다는 제약을 갖는다. 기존 신호간의 편차가 클 경우 DCR을 평균 신호 값으로 채운 후에도 신호 간에 불연속이 여전히 남아있게 되어 높은 부호화 효율을 기대할 수 없다. 이는 국부 신호 특성을 고려하지 않은 방식으로 매우 비효율적인 방식이다. [12][13]은 [14]에서 제안한 웨이블릿 기반의 영역 채움 방식을 적용 하였다. 이 방식은 기존 신호의 평균값으로 영역 채움을 수행하며 웨이블릿 부호화-복호화를 반복적으로 수행하여 기존 신

호와 채워진 평균 신호 값 간에 불연속을 없앴다. 이 방식은 기존 신호와 채워진 평균 신호의 경계를 부드러운 이행 신호로 만들어 전역 평균값 방식의 단점을 보완하였으나 기존 신호 영역의 지역적 특성이 반영되지 않아 큰 부호화 효율을 기대할 수 없으며 반복적인 부호화-복호화로 인한 수행시간 대비 부호화 효율의 trade-off 불균형이 심화된다는 단점이 있다.

[15]는 Dynamic color palette를 이용하여 영역 채움을 수행한다. 이 방식은 블록 내 발생 빈도가 가장 높은 밝기 값으로 DCR을 채우는 방식으로, 블록 단위 처리로 국부 특성을 고려하였으나 블록 내 전체 DCR이 단일 신호 값으로 채워져 전역 평균값을 이용한 영역 채움과 마찬가지로 높은 부호화 효율을 기대할 수 없다. 또한 블록 단위의 신호 채움으로 각각의 블록이 독립적으로 수행되어 blocking artifact 현상이 나타날 수 있으며 이 문제를 해결하기 위한 후처리가 필요해 진다는 문제점을 갖는다. [16]은 국부 신호를 이용하여 영역 채움을 수행한다. 홀 픽셀 주위의 4방향 픽셀(NSEW) 값들의 평균값을 이용한 영역 채움을 하고 있으나 참조하는 픽셀의 개수가 너무 적고 영역 채움의 우선순위를 정하지 않는다. 그 결과 홀 주변의 기존 전경 영역에 고주파 성분이 존재할 경우 그 신호 특성이 홀 영역에 그대로 반영될 수 있다는 문제점이 있다. [17]은 가우시안 모델을 이용한 국부 영역의 가중치 평균값으로 홀을 채우는 방식을 제안하였으며 [18]은 기존 신호와의 가중치와 기울기를 이용한 FMM(Fast Marching Method) 방식을 제안 하였다. 위의 두 방식은 레이어 내에 존재하는 기존 신호 값들 간의 상관도와 가중치를 이용하여 영역 채움을 수행함으로써 채워진 신호 영역들이 부드러운 이행 영역을 이루어 높은 부호화 효율을 얻을 수 있다는 장점이 있지만 기존 신호 영역의 신호 특성을 고려한 영역 채움의 순서를 결정할 수 없어 채워진 신호간에 많은 이행 영역이 만들어 진다는 단점을 갖는다.

부호화기의 측면에서 볼 때, MRC 모델의 전경과 배경 레이어에 발생하는 DCR에 대한 신호 채움의 목적은 신호 채움시 발생하는 AC성분을 최소화하여 부호화 효율을 높이는 것이다. 신호 채움시 AC성분이 존재하

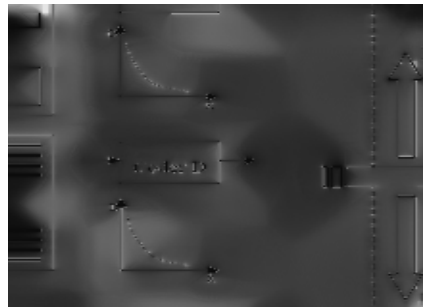
는 기존의 고르지 못한 신호 영역([그림 4]의 ②)이 먼저 확장 되었을 경우 AC성분이 그대로 확장되어 [그림 5-(a)]와 같이 영역마다 많은 이행 영역을 발생시킨다. 이는 부호화 효율 저하를 야기한다. 영상 내 기존 신호 영역들의 밀집도와 영역들의 밝기 차이가 다양할수록 신호 채움시 영역 간 많은 이행 영역이 만들어져 부호화시 많은 비트량을 발생시키게 된다. 뿐만 아니라 국부 특성을 고려하지 않는 전역적 신호 채움 방식은 영상 내 기존 신호영역간의 밝기 차이가 클수록 채워진 신호와 기존 신호간의 불연속으로 인해 부호화 효율이 심각하게 저하될 수 있다.

본 논문에서는 기존의 이러한 문제점을 해결하기 위해 국부 특성을 고려한 분수령 알고리즘 기반의 적응적 신호 채움 방식을 제안한다. 제안 방식에서는 신호 채움시 AC성분을 최소화시키기 위하여 기존의 부드러운 신호 영역([그림 4]의 ①)을 먼저 확장시킨다. 신호 영역의 특성에 따른 신호 채움의 우선순위를 결정하기 위해 홀 픽셀 주위의 기존 신호로부터의 편차를 계산한다. 이때, 큰 편차값을 갖는 홀 영역은 AC성분이 존재하는 영역을 의미하며 이와 반대로 작은 편차값을 갖는 홀 영역은 AC성분이 없는 부드러운 영역을 의미한다. 모든 홀 픽셀에 대하여 편차값에 따른 우선순위를 결정하는 동시에, 우선순위에 따른 flooding을 수행하여 영역 채움을 수행한다. 그 결과 [그림 5-(b)]와 같이 DCR에 채워진 신호 영역간의 이행영역을 최소화 시킬 수 있었으며 실험을 통해 제안 방식이 기존의 방식보다 더 높은 부호화 효율을 가짐을 확인했다.

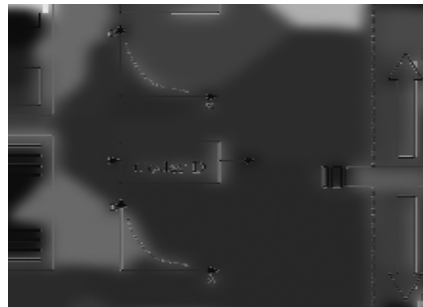


그림 4. 객체-배경 영역의 서로 다른 신호 특성

본 논문의 구성은 다음과 같다. 3장은 분수령 알고리즘의 개념에 대하여 서술한다. 4장은 제안 방식에 대하여 서술하고 5장은 실험을 통해 제안 방식의 성능을 확인한다. 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.



(a) FG-Priority Off



(b) FG-Priority On

그림 5. 우선순위 적용에 따른 영역 채움 비교

III. 분수령 알고리즘의 개요

분수령 알고리즘(watershed algorithm)은 영역 성장을 이용한 방식이며 주로 영상 분할에서 쓰이는 알고리즘으로 Lantuejoul과 Beucher[19]에 의해 소개되었다. 분수령 알고리즘은 2차원 이미지의 픽셀 값을 지형으로 생각한 후, 지형 상의 국부 최소에 구멍을 뚫고 담수 과정을 전개한다. 이 과정에서 서로 인접한 두 담수 지역이 분수령에서 만나는 위치에 경계를 세워 두 담수 지역의 경계선을 형성한다. 그 결과 영역 간 경계선을 형성하게 되어 모든 국부 최소마다 독립된 영역을 갖게 된다. 분수령 알고리즘은 지역적 잡음이 분수령에 의해 차단되어 전역 오류로 전파되지 않는다는 장점이 있다.

[그림 6]의 봉우리(peak)는 분수령을 나타내며 협곡(valley)은 담수가 이루어지는 국부최소를 나타낸다.

분수령 알고리즘의 담수는 범람(flooding)방식을 이용한다. 범람은 낮은 고도의 협곡부터 물을 채워 넣는 방식으로 시드(seed)결정과 범람(flooding)과정을 통해 이루어진다. 시드는 국부최소를 의미하며 이 시드영역에서부터 범람 과정을 전개한다. 범람은 시드 결정 후 선택된 시드 영역과 유사한 인접 홀 픽셀을 동일한 영역으로 간주하며 영역을 확장해 나가는 과정이다. 이때의 영역 확장은 우선순위에 따라 진행되며 우선순위는 다음의 식(1)과 같이 시드 주변 화소와의 밝기 값의 기울기로 정의된다.

$$p(x,y) = \nabla f(x,y) \quad (1)$$

기울기가 작다는 것은 협곡의 고도가 낮다는 것을 의미하며 높은 우선순위를 갖는다. 이와 반대로 기울기가 큰 영역은 경계로 의심되어 지는 영역으로 낮은 우선순위를 갖게 된다. 이와 같이 우선순위에 따라 낮은 고도부터 담수가 이루어지게 되며 기울기가 큰 영역의 확장을 늦춰 경계로 추출하게 된다.

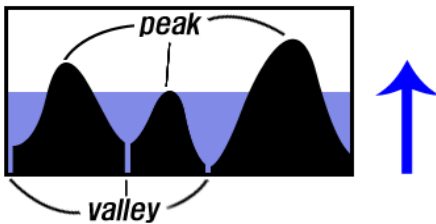


그림 6. 분수령 알고리즘

IV. 제안 방법

MRC모델의 전경과 배경 레이어에 발생하는 DCR에 대한 신호 채움시 발생하는 AC성분을 줄이기 위해 본 논문은 분수령 알고리즘을 기반으로 한 효과적인 신호 채움 방식을 제안한다. 1절에서 언급했듯이 기존 신호 영역의 특성에 따라 신호 채움 후의 부호화 효율이 달라질 수 있다. 복잡한 신호 영역부터 신호 채움이 이루

어질 경우 기존 신호 영역의 AC 성분이 그대로 확장되어 부호화 효율을 저하시킨다. 신호 채움시 기존 신호 특성이 평탄한 영역부터 채워져야 영역 간 이행 영역을 최소화 시킬 수 있다. 분수령 알고리즘은 이 문제를 해결하기 위한 효과적인 솔루션이 된다.

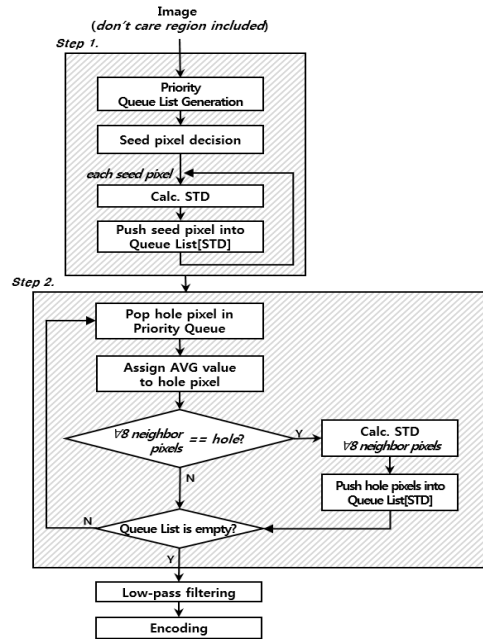


그림 7. 제안 방식의 흐름도

[그림 7]은 제안 방식의 전체 흐름도를 보여준다. 그림에서 보듯이 제안 방식의 신호 채움은 총 2단계의 과정으로 이루어진다.

1. Step 1: Initialization

초기화 단계는 범람(flooding)을 수행하기 위한 초기 시드를 결정하고 우선순위에 따른 홀 픽셀을 저장할 큐 리스트를 생성한다. 초기 시드는 기존 신호영역과의 경계를 이루고 있는 홀 픽셀로 이루어지며 이후 범람 과정을 전개하기 위한 각 시드의 우선순위는 시드로 결정된 픽셀 주위의 편차로 결정된다. 큐는 [그림 8]과 같은 구조의 큐 리스트(queue[0~255])로 형성되며 다음의 Algorithm1로 수행된다.

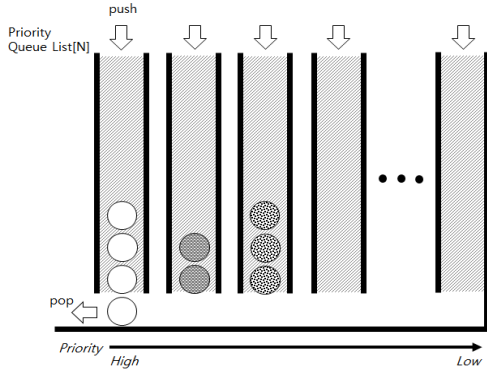


그림 8. Priority queue list

```

• for i=Min_Priority to Max_Priority do
•   Allocation(Queue[i]);
• end
• for y=0 to Height do
•   for x=0 to Width do
•     if p(x,y)==holethen
•       if  $\forall 8$  neighbors of p(x,y)!= hole then
•         Calc. STD at p(x,y);
•         Push p(x,y) into QueueList[STD];
•       end
•     end
•   end
• end
• end

```

Algorithm 1. Initialization(seed decision)

2. Step 2: Flooding

범람 단계는 모든 홀 픽셀에 대하여 편차에 따른 우선순위를 결정한 후 해당 큐 인덱스에 삽입하는 동시에 우선순위에 따라 큐 버퍼에 쌓여 있는 홀 픽셀을 꺼내 신호 채움을 수행하는 단계이다. 우선순위를 결정하기 위한 편차와 채워질 신호 값인 평균은 다음의 식(2)와 식(3)으로 계산된다.

$$\text{round} \left(\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (x_{j,i} - \text{mean})^2}{N}} \right), \quad x_{j,i} \neq \text{hole} \quad (2)$$

$$\text{mean}_{j,i} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{j,i}}{N}, \quad x_{j,i} \neq \text{hole} \quad (3)$$

식(2)의 *priority*는 큐 리스트의 index로 사용된다. *round*는 반올림 연산을 나타내며 *round*의 내부 연산은 홀이 아닌 마스크 내부 픽셀들에 대한 표준편차를 나타낸다. 즉, *priority*는 홀 픽셀에서 생성한 마스크 내부의 밝기 값의 편차로 계산되며 이는 계층적 큐 리스트의 우선순위를 의미한다. *m*과 *n*은 마스크의 크기를 나타내며 $x_{j,i}$ 는 홀이 아닌 픽셀의 밝기 값, 그리고 *N*은 마스크 내부의 홀이 아닌 픽셀들의 개수를 나타낸다.

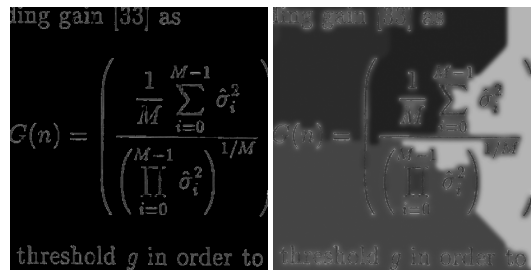
```

• for n= Min_Priority to Max_Priority do
•   while Queue[n] != empty do
•     for k=0 to n do
•       if Queue[k] != empty do
•         n = k;
•       end
•     end
•     Pop hole pixelp(x,y) in QueueList[n];
•     Assign avg value of non-hole pixels
•     in the mask to p(x,y);
•     if  $\forall 8$  neighbors of p(x,y)== hole then
•       Calc. STD at neighbor pixel;
•       Push the neighbor pixel
•       into QueueList[STD];
•     end
•   end
• end

```

Algorithm 2. Flooding

우선순위에 따라 채워질 홀 픽셀의 값은 마스크 내부 평균값으로 채워지며 계산된 편차값중 작은 편차값은 높은 우선순위를 갖는다. 이와 반대로 큰 편차값은 낮은 우선순위를 갖는다. 우선순위가 낮다는 것은 편차를 계산 할 때 마스크 내부에 포함되는 기존 신호 영역의 밝기 분포가 넓게 퍼져 있다는 것을 의미하며 이와 반대로 높은 우선순위는 밝기 분포가 좁다는 것을 의미한다.



(a) FG - Flood Off (b) FG - Flood On

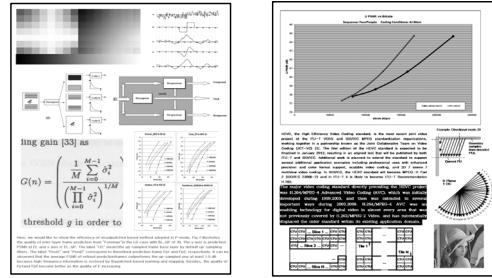
그림 9. Flooding On/Off에 따른 전경 레이더

높은 우선순위 큐가 완전히 비워질 때 까지 다음 우선순위 큐의 pop은 이루어지지 않으며, 이 과정을 큐 내부에 홀 픽셀이 존재하지 않을 때 까지 진행 한다. 그 결과 [그림 9]와 같이 영상 내 모든 홀 픽셀들은 우선순위에 따라 신호 채움이 이루어지게 된다. 모든 홀 픽셀에 대한 신호 채움 후 채워진 신호 영역간의 잔여 고주파 성분은 제거하기 위하여 채워진 신호 영역에 대하여 Low-pass 필터링을 수행한 뒤 부호화를 수행한다. 본 논문에서는 평균과 편차를 계산하기 위한 마스크의 크기를 15로 정의 했다.

V. 실험 결과 및 분석

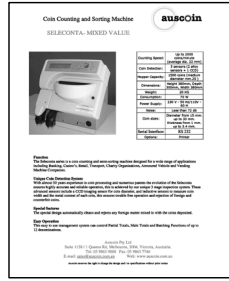
실험에서는 제안 방식의 성능을 검증하기 위해 DCR에 기존 신호의 평균값을 채운 경우와 인페인팅 알고리즘[18]을 참조 기법으로 사용했다. 실험 영상으로는 다음의 [그림 10]과 같이 4종류의 스크린 이미지를 사용했다. 실험에 사용된 영상은 객관적인 성능 평가를 위해 자연영역과 그래픽 영역이 혼합된 이미지를 사용했다. MRC 모델의 전경(FG)과 배경(BG) 레이어의 부호화는 H.264/AVC-I를 사용 했으며 MRC 모델의 Mask 레이어는 JBIG2를 사용했다. 제안 방식의 부호화 효율을 검증하기 위해 비교 대상 알고리즘과의 PSNR을 비교했다. 아래 [그림 11]과 [표 1]에서 보는 것과 같이 4종류의 실험 영상에서 제안 방식이 평균값 방식과 인페인팅[18]방식에 비해 부호화 효율 향상을 보인다.

아래 [표 1-(a)]의 경우 제안 방식이 인페인팅과 평균값 방식에 비해 평균적으로 각각 3.14%, 10.4%의 비트량 감소와 0.06%, 1.89%의 PSNR이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 또한 4종류의 실험 영상에서 전역 평균값 신호 채움 방식에 비해 평균적으로 1.62%의 PSNR증가 대비 23.76%의 발생 비트량 감소를 보이며 인페인팅 방식에 비해 평균적으로 0.11%의 PSNR증가 대비 4.44%의 발생 비트량 감소를 확인했다. 이 결과를 통해 제안방식이 비교 대상 알고리즘에 비해 전경과 배경 레이어에 발생하는 DCR에 대한 신호 채움의 효율을 큰 폭으로 개선시킨다는 것을 확인할 수 있다.

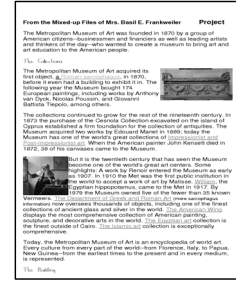


(a) Compound 1

(b) Compound 2



(c) Compound 3



(d) Compound 4

그림 10. 4 Type 실험 영상

표 1. 신호 채움 방식에 따른 부호화 성능 비교

| | Proposed method | | Inpainting method | | Avg method | |
|-------|-----------------|--------|-------------------|--------|------------|--------|
| | KByte | PSNR | KByte | PSNR | KByte | PSNR |
| QP 22 | 132.429 | 47.761 | 140.177 | 47.793 | 150.584 | 46.880 |
| 27 | 93.892 | 43.720 | 96.429 | 43.687 | 104.568 | 42.573 |
| 32 | 61.096 | 38.918 | 60.860 | 38.846 | 66.633 | 38.174 |
| 37 | 35.270 | 34.381 | 38.701 | 34.560 | 38.516 | 34.025 |
| Avg | 80.672 | 41.195 | 83.292 | 41.222 | 90.075 | 40.413 |

(a) Compound1

| | Proposed method | | Inpainting method | | Avg method | |
|-------|-----------------|--------|-------------------|--------|------------|--------|
| | Byte | PSNR | Byte | PSNR | Byte | PSNR |
| QP 22 | 175.578 | 46.126 | 184.992 | 46.047 | 248.618 | 44.874 |
| 27 | 129.539 | 42.043 | 132.497 | 41.762 | 196.902 | 41.030 |
| 32 | 88.252 | 37.235 | 88.990 | 36.839 | 144.620 | 36.558 |
| 37 | 53.169 | 32.371 | 54.118 | 32.420 | 97.567 | 31.864 |
| Avg | 111.635 | 39.444 | 115.149 | 39.267 | 171.927 | 38.582 |

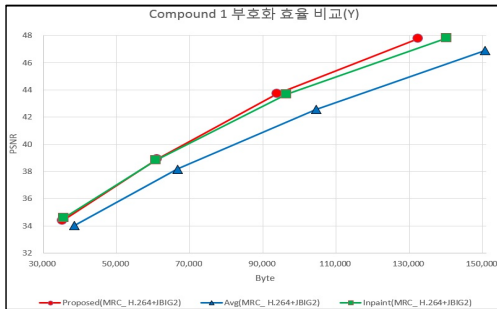
(b) Compound2

| QP | Proposed method | | Inpainting method | | Avg method | |
|-----|-----------------|--------|-------------------|--------|------------|--------|
| | Byte | PSNR | Byte | PSNR | Byte | PSNR |
| 22 | 116.423 | 48.438 | 128.617 | 48.371 | 171.014 | 48.160 |
| 27 | 80.709 | 43.985 | 87.101 | 43.896 | 127.525 | 43.401 |
| 32 | 53.068 | 39.417 | 56.171 | 39.382 | 86.435 | 38.599 |
| 37 | 32.054 | 34.857 | 34.212 | 34.933 | 52.291 | 33.701 |
| Avg | 70.564 | 41.674 | 76.525 | 41.645 | 109.316 | 40.965 |

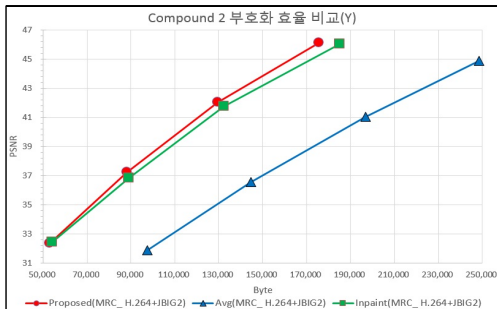
(c) Compound3

| QP | Proposed method | | Inpainting method | | Avg method | |
|-----|-----------------|--------|-------------------|--------|------------|--------|
| | Byte | PSNR | Byte | PSNR | Byte | PSNR |
| 22 | 245.550 | 46.333 | 259.170 | 46.305 | 273.733 | 46.191 |
| 27 | 173.999 | 41.622 | 179.535 | 41.699 | 202.944 | 41.511 |
| 32 | 112.807 | 36.700 | 115.944 | 36.798 | 136.829 | 36.435 |
| 37 | 64.221 | 31.941 | 65.638 | 31.994 | 80.670 | 31.429 |
| Avg | 149.144 | 39.149 | 155.072 | 39.199 | 173.544 | 38.891 |

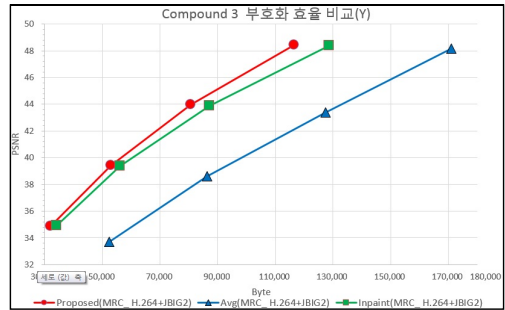
(d) Compound4



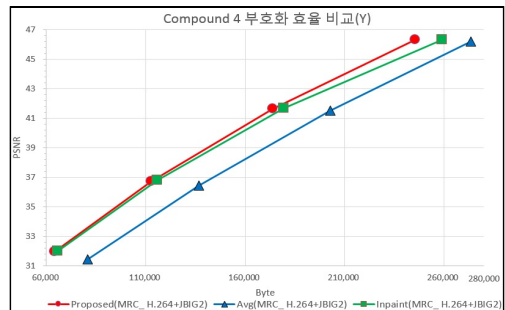
(a) Compound1



(b) Compound2



(c) Compound3



(d) Compound4

그림 11. 신호 채움 방식에 따른 부호화 성능 비교

VI. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 스크린 이미지를 MRC 모델로 분할했을 때 전경 레이어와 배경 레이어에 발생하는 DCR(do n't care region)을 효과적으로 채울 수 있는 신호 채움 알고리즘을 제안했다. 제안 방식의 기본 개념은 DCR에 신호 채움시 발생하는 이행 영역을 최소화시키기 위해 기존 신호 특성을 이용한 신호 채움을 기반으로 한다. 이때, DCR을 제외한 기존 신호 영역의 특성은 국부 신호 영역의 분산으로 판단하였다. 이 분산 값에 따른 우선순위로 모든 홀 픽셀에 대하여 적응적 신호 채움을 수행함으로써 DCR에 대한 신호 채움시 발생하는 이행 영역을 최소화 시켰다. 실험 결과로부터 제안 알고리즘이 기존 알고리즘에 비해 더 높은 부호화 효율을 가짐을 확인했다.

제안 방식에서는 우선순위를 결정하기 위한 편차를 계산할 때 픽셀 거리에 따른 가중치를 적용하지 않았

다. 향후 추가적인 알고리즘 적용과 기존 알고리즘을 개선하여 더 높은 부호화 효율을 얻을 수 있을 것이며 이와 관련된 지속적인 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Recommendation T.44, Mixed Raster Content (MRC), International Telecommunication Union, 1999.
- [2] Y. Chen and B. Wu, "A multi-plane approach for text segmentation of complex document images," *Pattern Recognit*, Vol.42, No.7, pp.1419-1444, 2009.
- [3] Y. Liu and S. Srihari, "Document image binarization based on texture features," *IEEE Trans. Pattern Anal.*, Vol.19, No.5, pp.540-544, 1997.
- [4] C. Jung and Q. Liu, "A new approach for text segmentation using a stroke filter," *Signal Process*, Vol.88, No.7, pp.1907-1916, 2008.
- [5] 박종천, "적응적 문자-에지 맵을 이용한 다양한 기울기와 크기를 갖는 텍스트 영역 검출", 한국콘텐츠학회 2007 춘계종합학술대회논문집, 제5권, 제1호, pp.5-9, 2007.
- [6] 원종길, "레이블링 기법과 밝기값 변화에 기반한 컬러영상의 문자영역 추출 방법", 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제12호, pp.511-521, 2011.
- [7] Xin Zhang, Fuchun Sun, and Lei Gu, "A Combined Algorithm for Video Text Extraction," *Seventh International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, pp.2294-2298, 2010.
- [8] W. Kim and C. Kim, "A New Approach for Overlay Text Detection and Extraction From Complex Video Scene," *IEEE Trans. Image Process*, Vol.18, No.2, pp.401-411, 2009.
- [9] 장인영, "형태학과 문자의 모양을 이용한 뉴스 비디오에서의 자동 문자 추출", 정보과학회논문지, 컴퓨팅의 실제, 제8권, 제4호, pp.479-488, 2002.
- [10] S. Ebenezer Juliet, V. Sadasivam, and D. Jemi Florinabel, "Effective layer-based segmentation of compound images using morphology," *Journal of Real-Time Image Processing*, pp.1-16, 2011.
- [11] 박상호, "스크린 이미지 부호화를 위한 에지 정보 기반의 효과적인 형태학적 레이어 분할", 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제12호, pp.38-47, 2013.
- [12] A. Zaghetto and R. L. de Queiroz, "MRC compression of compound documents using H.264/AVC-I," *XXV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações*, Recife, Brazil, 2007(9).
- [13] A. Zaghetto and R. L. de Queiroz, "Iterative pre- and post-processing for MRC layers of scanned documents," *IEEE International Conference*, pp.1009-1012, 2008(10).
- [14] R. L. de Queiroz, "Pre-processing for MRC layers of scanned images," *IEEE International Conference Image Processing(ICIP)*, pp.3093-3096, 2006(10).
- [15] Xi Qi, Xing Wu, and S. Zhang, "Compound Image Compression with Multi-step Text Extraction Method," *Fifth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, pp.1270-1273, 2009.
- [16] R. L. Queiroz, "On Data Filling Algorithms for MRC layers," *IEEE International Conference Image Processing(ICIP)*, pp.586-589, 2000.
- [17] D. Mukherjee, C. Chrysafis, and A. Said, "JPG2000-matched MRC compression of compound document", *IEEE International Conference Image Processing(ICIP)*, pp.73-76, 2002.
- [18] A. Telea, "An image inpainting technique based on the fast marching method," *Proc. of Journal of Graphics Tools*, Vol.9, No.1, pp.23-34, 2004.
- [19] S. Beucher and C. Lantuejoul, "Use of watersheds in contour detection," *Proceedings of the International Workshop on Image Processing, Real-Time Edge and Motion Detection/Estimation, Rennes*, 1979(9).

저 자 소 개

박 상 효(Sang-Hyo Park)

준회원



- 2012년 2월 : 한밭대학교 멀티미디어공학과(공학사)
- 2013년 2월 ~ 현재 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 석사과정

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리

이 시 웅(Si-Woong Lee)

정회원



- 1997년 8월 : KAIST 전기및전자공학과(공학박사)
- 1995년 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
- 2004년 4월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리, 영상압축