

指紋 影像의 改善 및 壓縮 알고리즘에 關한 研究

정희원 신재룡*, 김백기**, 곽윤식***, 조기형*, 이대영****

A Study on the Enhancement and Compression Algorithm for the Fingerprint

Jae-Ryong Shin*, Baek-Ki Kim**, Yoon-Sik Kwak***, Ki-Hyung Cho*,
Dae-Young Lee**** *Regular Member*

요 약

본 논문은 지문 영상에 대한 스펙트럼 특성을 추출, 이를 영상 개선기술에의 활용을 위하여 처리단위를 1×64 의 부영역으로 설정하고 레코드의 길이를 32, 16, 8로 설정하여 지문영상의 스펙트럼 특성을 추출하였으며, 이를 영상의 재 합성과정에 적용, 개선된 명암값 영상을 획득하였다. 또한 무손실 JPEG을 근거, 지문영상에 대한 최적의 호프만 표 및 최적의 예측기 선정을 목적으로 7개의 예측기에 대한 예측오차 분포특성을 실험적으로 추출, 모델링 과정을 수행하여 새로운 호프만 표를 제안하였으며 이를 이용하여 지문영상에 대한 압축과 최적의 예측기를 선정하였다.

ABSTRACT

This paper aims to extract characteristics of the spectrum of fingerprint image and to apply them to image enhancement techniques in spatial frequency domain. Based on 1×64 window as a processing unit and the different record lengths(32, 16, 8), the estimate of power spectrum density for each length was made. Each acquired spectrum characteristics was applied to the re-synthesis process of the fingerprint image, an improved gray scale image was obtained.

In order to select an optimal predictor and the Huffman table for the fingerprint image, the lossless JPEG algorithm was used. Experiments were performed for extracting distribution characteristics for the each of 7 predictors from the fingerprint image and modeling processes, and the result was applied to the data compression algorithm and the selection of the optimal predictor.

* 충북대학교 정보통신공학과

** 원주전문대 전자통신과

*** 충주대학교 컴퓨터공학과

**** 경희대학교 전자공학과 교수

論文番號:97346-0924

接受日字:1997年 9月 24日

I. 서 론

정보화 사회의 발전과 더불어 보안성 유지의 필요성이 강조됨에 따라서 개인의 식별수단으로 지문영상에 대한 전처리, 분류, 인식, 압축분야에서 활발한 연구가 진행되고 있다.⁽¹⁾⁻⁽¹¹⁾ 전처리 기술에서는 지문 영상의 특성인 융선(ridge)영역과 곡(valley)영역의 명암값 차를 이용하는 방법,⁽¹⁾ 템플렛 매칭방법,⁽²⁾⁽³⁾ 2진 영상을 대상으로 세션화 과정을 수행한 후, 추적 알고리즘을 이용하는 방법,⁽⁴⁾ 지문 영상이 갖고 있는 방향성 특성을 이용하는 방법⁽⁵⁾⁽⁶⁾등이 제안되었으나 Blurring현상이 발생하는 문제,⁽⁷⁾⁽⁸⁾ 추적에 의한 처리시간이 길어지는 문제점이 지적되고 있다.⁽²⁾⁽³⁾

본 논문에서는 1×64 의 부 영역을 단위로 푸리에 변환을 수행, 평균 전력 스펙트럼 밀도함수(power spectrum density function:PSD)를 이용하여 지문의 융선과 곡의 특성을 추출, 이를 원영상의 재 합성과정에 적용하여 지문영상을 개선하는데 목적을 두었다.

또한 압축분야에서는 분류 또는 인식을 위한 특징량을 압축시키는 방법⁽⁹⁾⁽¹¹⁾, 세션영상을 대상으로 B-Spline 함수를 이용하는 압축방법⁽¹²⁾등이 제안되었으나 기존의 방법론에서는 원영상의 활용에 한계성을 갖게 한다.

이에 따라서 본 논문에서는 무손실 JPEG 알고리즘⁽¹⁴⁾⁻⁽¹⁸⁾을 근간으로 예측기에 대한 실험적인 데이터로 예측오차 값 분포 특성을 추출, 지문영상에 대응하는 호프만 표를 제안하고, 표준안과 비교해서 압축율의 향상 및 지문영상에 대한 최적의 예측기를 선정함으로써 지문영상의 활용성을 재고시키는데 그 목적이 있다.

II. 개선 알고리즘

지문영상은 융선 영역과 곡 영역이 반복적으로 구성되어 있으며 일정 영역에서는 거의 평행하다는 성질을 갖고 있다⁽¹⁾. 본 논문에서는 이같은 특성을 푸리에 변환 과정을 수행한 후, 스펙트럼 형태로 추출하였다. 즉, 일정 부영역을 설정하고 여기에 존재하는 융선 영역과 곡영역의 특성을 스펙트럼으로 추출⁽⁷⁾, 이를 영상의 재 합성과정에 적용, 개선된 지문영상을 획득하였다. 본 장에서는 스펙트럼 특성을 추출하기 위해 1×64 의 1차원 계열에 대해서 분할 레코드 길

이를 32, 16, 8로 설정하고 오버랩이 존재하지 않는 경우와 오버랩 길이가 16, 8, 4인 경우로 분리하여 추출과정을 수행하였다. 또한 추출된 평균 전력 스펙트럼 밀도 함수를 영상의 재 합성 과정에 적용하였다.

1. 스펙트럼 추출 및 갱신

임의의 계열 $X(j)$, $j = 0, 1, 2, 3 \dots N-1$ 를 가정하고 그 계열의 기대값을 $E(X) = 0$ 이라고 하면 $X(j)$ 의 스펙트럼 밀도는 $P(f)$, $|f| \leq \frac{1}{2}$ 이 된다⁽¹³⁾. 여기서 한 개의 계열에 대해서 여러 개의 분할을 가정하면, 즉 분할 레코드의 길이가 L 이고, 분할 레코드의 시작점을 $(k-1) \cdot D$ 로 설정하면, 임의의 분할 $X_k(j)$ 는 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$X_k(j) = X(j + (k-1)D) \quad j = 0, 1, 2 \dots L-1 \quad (1)$$

한 개의 계열은 k 개의 분할로 구성되고 $X_1(j)$, $X_2(j) \dots X_k(j)$ 로 나타낼 수 있으며 각각에 대한 FFT는 식(2)와 같다.

$$F_k(n) = \frac{1}{L} \sum_{j=0}^{L-1} X_k(j) W(j) e^{-2k\pi j n / L} \quad (2)$$

$$\left[\begin{array}{l} j = 0, 1, 2 \dots L-1 \\ k = \text{분할} \\ W(j) = \text{윈도우} \end{array} \right.$$

식(2)에서 얻어진 푸리에 변환 결과를 이용하여 스펙트럼을 추출하게 되며 이를 나타낸 것이 식(3)이다.

$$P_{xx} = \text{abs}(fft(X_k(j)))^2 \quad (3)$$

주파수 성분에 대한 에너지 분포를 나타내는 푸리에 스펙트럼 분포에서 지문영상은 2가지 성분으로 구성된다. 즉, 고주파성분의 윤곽영역 성분과 저주파성분의 배경영역 성분이 그것이다. 여기서 왜곡의 형태는 국부적으로 발생하는 특성을 갖고 있기 때문에 부

영역의 크기를 조정하면 지문영상이 갖고 있는 융선 영역과 곡영역이 일정하게 반복적으로 나타나는 무늬 특성을 스펙트럼으로 추출이 가능해지며, 스펙트럼 성분의 확대 및 축소 조작을 이용하여 영상을 개선시킬 수 있다. 지문 영상에 있어서 윤곽 영역에 대응하는 특정 공간 주파수에 에너지가 집중되어 있으며 이를 활용할 수 있습니다. 즉, 처리단위 1×64 원도우를 기본 단위로 하고, 원래 영상에 대해서 위쪽에서 아래 방향으로 주사하면서 각각의 계열에 대한 PSD를 추출한다. 전체 PSD에서 최대 PSD, 최소 PSD, 평균 PSD를 산출하였다. 여기서 얻어진 평균 PSD를 기준으로 각각의 계열에서 얻어진 스펙트럼 특성을 갱신하게 된다. 이를 나타낸 것이 식(4)이다.

$$F(u) = (G(u) * PSD) / PSD' \quad (4)$$

여기서 F(u)는 개선된 계열, G(u)는 처리대상 계열, PSD는 부영역의 평균 PSD, PSD'는 처리대상 계열에 대한 PSD이다. 즉, 처리대상 계열의 크기성분을 평균 PSD와 처리대상 계열의 PSD'비 만큼 확대 또는 축소시킴으로써 영상을 개선하게 된다. 이렇게 개선된 계열에 대한 역 변환 과정을 수행시킴으로써 최종의 결과 영상을 얻게 된다.

III. 압축 알고리즘

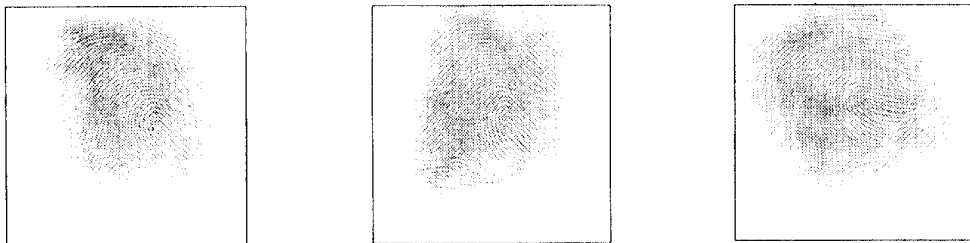
1. JPEG 무손실 모드 와 모델링

JPEG 정지영상 압축 표준안에 있어서 무손실 압축 방법은 DPCM(Discrete Pulse Code Modulation)을 근

거로 대상화소와 인접해 있는 왼쪽 인접화소, 위쪽 인접화소, 대각선 인접화소들 사이의 선형 결합 형태인 예측기를 사용하여, 화소값과 예측기 값의 차가 호프만 또는 산술 부호화 알고리즘을 통해서 부호화 과정이 수행된다.⁽¹⁴⁾⁻⁽¹⁸⁾ JPEG 무손실 압축 알고리즘에 있어서 예측기는 7개로 구성된다.⁽¹⁶⁾

모델링이란 지문 영상의 명암값 분포 특성을 실험적으로 추출, 이를 이용하여 새로운 호프만 표를 설계하는 과정을 가리킨다. 구체적으로 JPEG에서 제공하는 7개의 예측기에 대해서 명암값 분포특성을 실험적으로 추출하고, 이를 DC 또는 AC 부류표를 근거한 분포 특성(예측오차 분포특성)을 추출하므로써 JPEG에서 제공하는 것과 다른 호프만 표를 구성시키는 과정을 말한다. 지문영상의 명암값 분포 특성이 예측기에 대해서 어떠한 예측오차 분포 특성을 갖는지를 실험적으로 추출, 이를 호프만 표를 작성하는데 사용하였다. 이를 나타낸 것이 표 1이며 그림 1은 실험 영상을 나타낸 것으로 개인의 지문을 서로 다른 3방향에서 가로, 세로가 32mm×32mm 크기를 200 dpi의 해상도로 획득한 것이다.

표 1에서 수직 방향은 예측기 번호를 나타내고 수평 방향은 부류를 나타내는 것으로 부류는 예측오차 값을 일정한 크기로 분할한 후, 이를 S₀, S₁, S₂, S₃, S₄, S₅, S₆로 표시한 것이다. 예측기 1, 4, 5, 6, 7번과 2, 3번이 각각 유사한 분포를 나타내고 있다. 모든 예측기에 대해서 공통적으로 S₁, S₂, S₃, S₄, 부류에 집중화된 분포 형태를 나타내어 약 20(%) 정도이며 S₅, S₆ 부류에 대해서는 거의 분포되지 않는 것은 융선과 곡영역을 이루는 화소의 명암값 차가 작다는 지문의 특성에 기인된다.



(a) 실험영상 I

(b) 실험영상 II

(c) 실험영상 III

그림 1. 실험영상

Fig. 1 Experiment Image

표 1. 예측기 분포 특성

Table 1. The Distribution Characteristics for each Predictor

예측기	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
1	14.95	19.47	20.83	17.86	17.03	9.17	0.68	.
2	11.0	16.22	21.59	18.77	19.56	12.13	0.74	.
3	9.94	14.93	20.8	18.1	19.2	14.6	2.44	.
4	11.69	19.6	23.24	20.9	17.5	6.7	0.1	.
5	14.5	21.39	22.25	19.72	16.45	5.56	0.1	.
6	12.17	19.86	22.72	20.33	18.68	6.16	0.1	.
7	12.9	20.9	21.6	20.9	18.7	4.94	0.1	.

(단위 : %)

S ₁ 22.0 (10)	22.0 (10)	22.0 (10)	35.1 (11)	43.0 (0)	57.1 (1)
S ₂ 22.0 (01)	22.0 (01)	22.0 (01)	22.0 (10)	35.1 (11)	43.0 (0)
S ₃ 21.0 (00)	21.0 (00)	21.0 (00)	22.0 (01)	22.0 (10)	
S ₀ 16.0 (111)	16.0 (110)	19.1 (111)	21.0 (00)		
S ₄ 14.0 (1101)	14.0 (1111)	16.0 (110)			
S ₅ 5.0 (11101)	5.1 (1110)				
S ₆ 0.1 (11100)					

그림 2. 모델링
Fig. 2 Modeling

표 1에서 얻어진 결과를 바탕으로 호프만 표를 모델링하는 과정을 나타낸 것이 그림 2이다. 예측기 5 번을 예로 나타낸 것으로 모델링 과정에서 S₁, S₂ 부류에 각각, 22(%), S₃, S₀, S₄, S₅, S₆ 부류에 대해서 21(%), 16(%), 14(%), 5(%), 0.1(%),의 예측오차 율을 할당하였다. 이렇게 설정된 모델과 호프만 표의 생성 과정이 수행되어 새로운 호프만 표가 만들어 졌으며 각각의 부류에 대한 부호의 길이에 3, 2, 2, 2, 4, 5, 5비트가 할당되었다. 이것은 S₁, S₂, S₃, 부류에 지문 영상에 대한 명암값 집중화가 발생되고 있음을 나타내며 새로이 얻어진 호프만 표에 대한 평균 부호 길이는 2.595로 나타났다.

IV. 실험 및 결과고찰

1. 실험

영상개선에 대한 실험영상의 크기는 64×64 이고 해상도를 5비트로 작게 함으로써 명암값의 집중화 현상이 심화되도록 하였다. 입력 영상에 대해서 1×64

로 단위 영역을 설정하고 Hamming 윈도우를 적용함으로써 푸리에 변환 과정에서 발생하는 비연속성을 제거하였으며, 1×64 계열에 대해서 레코드의 길이를 64, 32, 16, 8 그리고 오버랩이 존재하지 않는 경우와 오버랩 길이가 16, 8, 4인 경우로 분리하여 스펙트럼 추출 실험을 수행하였다. 얻어진 결과에 대해 DC 성분을 제거하고, AC 성분에 대해 스펙트럼 갱신 과정을 수행하였다. 갱신된 스펙트럼 특성을 역 푸리에 변환을 통해서 원래 영상으로 재생하였다.

2진화 실험에 있어서는 기존의 방법론⁽¹⁾을 사용하는 경우, 5×5 부영역을 처리단위로 설정하고 부영역의 평균 명암값을 문턱값으로 설정하여 2진화 과정을 수행하였으며 본 방법의 경우는 1×5의 부영역을 처리단위로 설정하고 부영역의 평균 명암값을 문턱값으로 설정, 2진화 과정을 수행하였다.

압축 알고리즘에 대한 실험영상은 256×256 크기, 8비트의 해상도로 스캐너를 이용하여 140명의 개인에 대해서 서로 다른 방향으로 3개씩 획득, 총 420개를 실험영상으로 채택하였으며 표준안에서 제공하는 호프만 표와 본 방법에서 제안한 호프만 표를 적용하여 압축 알고리즘을 구성, 실험 결과를 비교 평가하였다.

2. 결과고찰

영상 개선 알고리즘에 대한 평가 방법으로 원래 영상과 개선처리 후의 영상에 대해서 히스토그램의 분포를 제시하여 원래 영상에 존재하는 화소의 집중화 현상이 완화되는 것을 나타내었으며 또 다른 방법으로 지문 영상의 개선 정도를 2진 영상에 존재하는 특징량의 상태로 판단하기 위해 기존의 방법론과 본 논문에서 제안한 방법론에서 얻은 2진화 결과 영상에 존재하게 되는 특징량의 상태를 주관적으로 비교하였다. 이같은 방법의 적용은 지문 영상의 특수성에 기인한 것으로 영상에 존재하는 단점, 분기점, 중심점, 델타점과 같은 특징량의 존재 상태가 지문영상에 대한 개선기술의 효율성을 결정하는 척도가 될 수 있으며, 이것이 지문 인식 시스템의 성능에 결정적인 영향을 미치는 것으로 연구결과에서 검증되고 있다.⁽²⁾ 실험영상에 대한 스펙트럼 특성 추출 실험에 있어서 레코드의 길이가 64, 16, 8의 경우는 32와 유사한 결과를 나타내는 관계로 레코드 길이가 32이고 오버랩이 존재하지 않는 경우의 스펙트럼 특성만을 그림 3에 나타내었다.

그림 3(a)는 레코드 길이가 32이고 오버랩이 존재하지 않는 상태에서 원래 영상을 위에서 아래 방향으로 주사하면서 각 계열의 스펙트럼을 추출한 것이고, (b)는 (a)의 최대, 평균, 최소PSD를 나타낸다. 레코드의 길이가 길수록 크기의 진폭이 심해지는 것으로 나타났으며 레코드의 길이가 8인 경우에는 진동이 거의 나타나지 않고 형태가 일정하게 나타났다. 또한 모든 경우에 대해서 DC성분은 약 40(dB)로 나타났다. 이때 각각의 레코드에 대해서 시작부분과 끝부분에서 발생하는 Sidelobe현상을 제거하기 위해 Hamming윈도우를 적용하였으며 윈도우 길이는 1×64, 1×32, 1×16, 1×8 단위의 레코드 길이와 동일하게 적용하였다. 이 과정은 역 변환과정 후, 가중치 윈도우를 적용하는 경우에도 동일한 방법으로 적용하였다. 식(5)은 Hamming 윈도우를 나타낸다.

$$W(n) = 0.54 + 0.46 \cos\left(n - \frac{N-1}{2}\right) \frac{2\pi}{N} \quad (5)$$

$n = 0, 1, 2, \dots, N-1$

N : 윈도우 길이

언급한 것에 대해서 16, 8, 4 만큼의 오버랩이 존재하는 경우에 대해서 동일한 실험을 반복하였으나 오버랩이 존재하지 않는 경우와 유사한 결과를 얻었다. 이는 분할 레코드의 길이에 음선 영역과 곡영역

이 복수개 포함되고 한 개의 계열에 복수개의 분할이 존재하기 때문에 오버랩의 사용여부에 따른 차이가 거의 나타나지 않는 것으로 판단된다. 또한 지문영상이 갖고 있는 방향성 특성(음선 영역과 곡영역의 방향과 스펙트럼 특성 추출을 위한 주사방향의 관계)으로 수직 또는 수평의 방향성 영상에 대해서는 주사방법의 보완이 요구된다. 즉 방향성에 따라서 위쪽방향에서 아래쪽 방향으로 또는 좌측방향에서 우측방향으로의 선택적 주사가 필요하다.

그림 4(a)는 원래 영상에 대한 히스토그램으로 명암값 20을 중심으로 19, 21에 대응 화소가 집중화 현상을 나타낸다. 그러나 그림 4(b)는 그림 3(b)의 평균 PSD를 사용하여 재 합성 영상에 대한 히스토그램으로 (a)의 경우보다 화소의 집중화 현상이 완화된 것으로 나타났다. 즉, (b)의 경우는 명암값 13에서 19까지의 범위에 분산 분포되고 있음을 나타내고 있다. 이것은 음선 영역과 곡 영역에 대응하는 화소의 명암값 차가 개선되었음을 나타낸다.

위 실험 결과를 바탕으로 기존의 적용적 2진화 기법⁽¹⁾과 본 방법을 사용하여 얻어진 2진화 영상에 존재하는 특징량의 상태를 비교, 평가하였다. 기존의 방법에서는 음선 영역과 음선 영역이 합쳐짐으로 오 특징점인 분기점이 새로이 생성되는 것으로 나타나고 있다. 이를 곡 영역에 대해서 해석하면 곡 영역과 곡 영역이 서로 끊어짐으로 해서 분기점이 발생되고 있

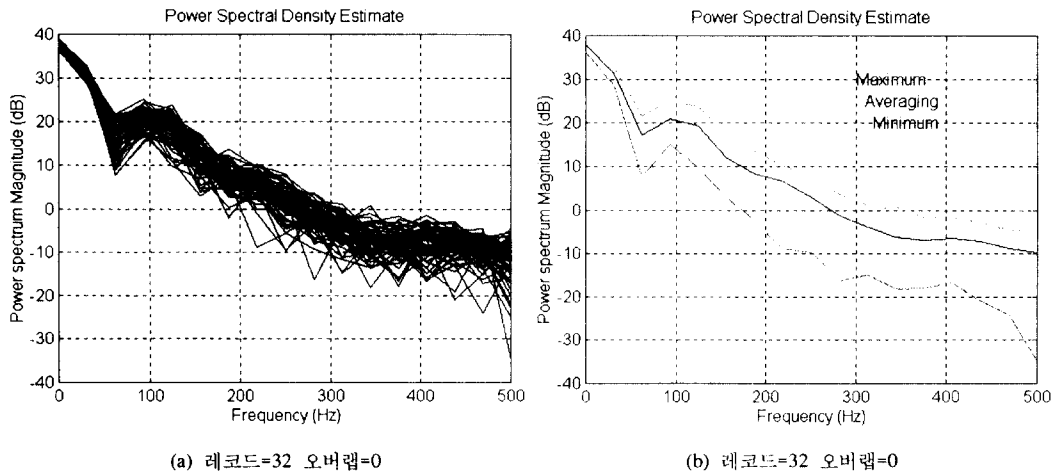


그림 3. 스펙트럼 추출 실험결과
Fig. 3 Result of the extraction of the PSD estimate

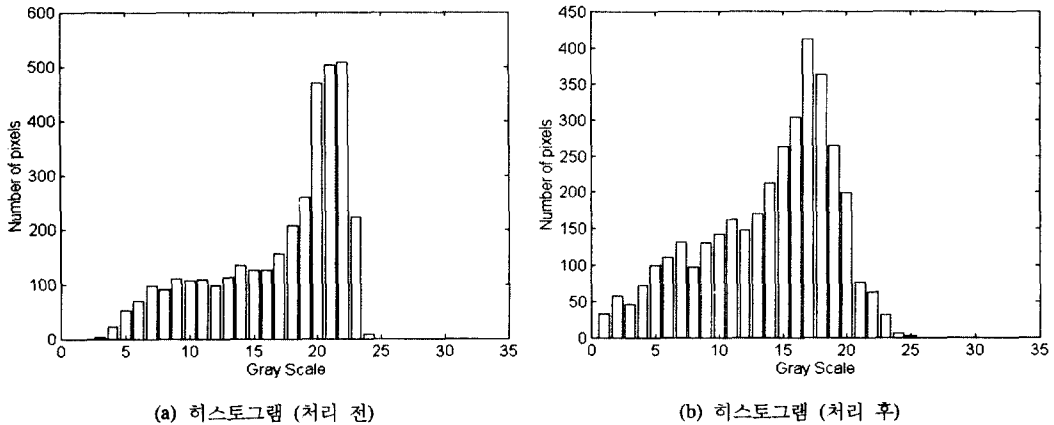


그림 4. 개선 처리 전,후 영상에 대한 히스토그램
Fig. 4 Histogram of the image before and after application

음을 알 수 있다. 이같은 현상은 용선 영역과 곡 영역에 대응하는 명암값 차가 작기 때문에 발생하는 것으로 판단된다. 그러나 본 방법의 경우는 이러한 문제점이 상대적으로 적게 발생되었음을 알 수 있으며 이는 용선 영역과 곡 영역사이의 명암값 차가 개선된 것으로 판단된다. 이는 기존의 방법은 부 영역의 평활화에 의한 잡음의 제거효과가 있는 반면 본 방법은 잡음 제거효과 및 윤곽의 강조효과가 있는 것으로 판단되며 이같은 효과는 개선 및 2진화 과정에서 얻어지는 것으로 판단된다. 또한 64×64 의 부영역을 단위로 처리시간에 있어서 기존의 경우는 0.29(초), 본 방법론의 경우는 0.7(초)로 나타났다. 본 알고리즘이 처리시간에 있어서는 2배정도 오래 걸리는 것으로 나타났으며 이를 보완하기 위한 전용 프로세서의 활용이 요구되어 진다.

압축 실험에 있어서 예측기에 대한 예측 오차 값의 분포 특성추출 실험결과를 나타낸 것이 표 1이다. 대부분의 예측기에 대해서 S_1, S_2, S_3, S_4 부류가 약 20(%), S_0 와 S_5 부류가 각각 10(% 정도이다. S_6 부류는 배경부분과 지문영상이 접하는 부분에서 발생하는 것으로 판단되며 S_0 부류는 배경영역의 크기와 관계되는 것으로 판단된다. 분포특성 추출실험에서 1, 4, 5, 6, 7번 예측기가 유사한 형태로 나타났으며 2, 3번 예측기의 경우만 상이한 형태로 나타났다. 표 1을 이용하여 각각의 예측기에 대한 모델링 결과를 표 2에 나타냈다. 여기서 수직 방향은 예측기를 나타내

며 수평 방향은 부류 및 부가 비트 수를 나타낸다. 부가 비트수란 각 부류에 존재하는 예측오차 값을 부호화하기 위해 할당되는 비트수를 말한다.

표 2. 모델링 결과
Table 2. The experiment result for modeling

	S0/A0	S1/A1	S2/A2	S3/A3	S4/A4	S5/A5	S6/A6	S7/A7
1	3/0	2/1	2/2	3/3	3/4	4/5	4/6	
2	4/0	3/1	2/2	3/3	2/4	3/5	4/6	
3	4/0	3/1	2/2	3/3	2/4	3/5	4/6	
4	4/0	2/1	2/2	2/3	3/4	5/5	5/6	
5	3/0	2/1	2/2	2/3	4/4	5/5	5/6	
6	4/0	2/1	2/2	2/3	3/4	5/5	5/6	
7	4/0	2/1	2/2	2/3	3/4	5/5	5/6	

(S:부류번호, A:부가비트수)

모델링 결과, 예측기에 따라 다양하게 나타나 예측기 5번의 경우는 $S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ 부류에 대한 부호 길이가 3, 2, 2, 2, 4, 5, 5 비트로 나타났다. 여기서 4, 5, 6, 7 번 예측기의 S_1, S_2, S_3 부류에 대해서 2비트, S_0, S_4 부류에 4비트, 3비트, S_5, S_6 부류에 5비트의 부호어가 할당되었다. 예측기 1, 2, 3 번의 경우, 2차원 예측기와 비교해서 규칙성 없이 S_1, S_2, S_3, S_4 부류에 집중되어 있는 것으로 나타났으며 2비트에서 3비트 길이의 부호어가 할당되었다. S_5, S_6 부류에 대해서는 4, 5, 6, 7번 예측기보다 작은 비트

가 할당되었다. 이는 예측기의 차값이 2차원 예측기보다 상대적으로 크다는 것을 나타낸다.

모델링 결과를 사용한 압축 실험 결과와 표준안을 사용한 압축실험 결과를 표 3에서 “본 방법/표준안” 형식으로 나타낸 것이다.

표 3. 압축을 실험결과
Table 3. The experiment result for compression

예측기	최소값	최대값	평 균
1	1.454/1.424	1.729/1.629	1.593/1.541
2	1.438/1.376	1.646/1.596	1.51/1.457
3	1.346/1.294	1.553/1.499	1.461/1.408
4	1.486/1.441	1.8/1.653	1.614/1.528
5	1.526/1.479	1.804/1.678	1.656/1.583
6	1.485/1.449	1.828/1.674	1.622/1.536
7	1.527/1.458	1.799/1.664	1.647/1.556

(본 방법/표준)

표 3에서 표준안을 사용한 경우, 2, 3번 예측기의 경우를 제외하고는 평균 1.5이상의 압축율을 나타내고 있다. 1번 예측기가 1차원 예측기 중에서 가장 양호한 것으로 나타났다. 또한 실험영상에 따라서 각각의 예측기에 대해 최소 0.199에서 최대 0.225까지의 압축율 차를 나타내므로 특정 예측기의 선택에 신중을 기하는 것이 요구된다고 판단된다. 본 방법의 경우, 각각의 예측기에 대해 0.052, 0.053, 0.053, 0.086, 0.073, 0.086, 0.091 씩 표준안과 비교해서 압축율이 증가하는 것으로 나타났으며, 최소 0.052에서 최대 0.091까지 압축율이 향상되는 것으로 나타났다. 또한 4, 5, 6, 7번 예측기는 평균 1.6이상의 압축율을 얻을 수 있었으며 각각의 예측기에 대해 압축율의 최소와 최대값 사이의 차는 0.207에서 0.343까지 나타났다. 이 과정에서 최대와 최소 압축율의 차가 작고, 평균 부호 길이가 다른 예측기와 비교해서 가장 양호한 것으로 5번 예측기가 선정되었다.

V. 결 론

본 논문은 지문 영상을 대상으로 스펙트럼 특성을 추출, 이를 개선 기술에의 활용을 위해서 일정 크기의 부영역에 대해서 평균 스펙트럼 밀도 함수를 추출

하고, 이를 영상의 재 합성과정에 적용하여 개선된 명암값 영상을 획득하였다.

지문영상의 압축알고리즘으로 무손실 JPEG을 근거, 7개의 예측기에 대한 분포특성을 실험적으로 추출하고 이를 이용하여 모델링과정을 수행하여 지문영상에 대한 최적의 호프만 표를 제안하였다. 제안된 호프만 표를 이용, 표준안과 비교하여 0.073의 압축율의 향상 및 지문영상에 대한 최적의 예측기로 5번을 선정할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Robert P. Chiralo et., "Adaptive digital enhancement of latent fingerprint", *Proceedings of the 1978 Carnahan Conference on Crime Countermeasures*, pp. 17-18, May, 1978.
2. 中村 納, 長岡 植紘, 南 敏, "指紋濃淡畫像の復元處理", *電子通信學會論文誌 D Vol. J68-D, No. 5*, pp.1133-1140, 1985.
3. 中村 納, 外 2, "テンプレート・マッチングによる指紋隆線の復元について", *電子情報通信技術 研究報告 IEEE-87*, pp.15-22, 1981.
4. 大和 一晴, 火田豊, "谷細線化による 指紋照合システム", *電子情報通信學會論文誌 D, Vol. J71-D, No.2*, pp. 327-335, 1988.
5. B. M. Mehtre and B Chatterjee, "Segmentation of fingerprint images-A composite method", *Pattern Recognition*, Vol.22, No. 4, pp. 381-385, 1989.
6. 金岡 泰保, 浜本 義彦, "方向性に 着目した 指紋畫像に 對する 強調處理の 一手法", *電子通信學會論文誌*, Vol. J72-D-II, No.2, pp. 302-306, 1989.
7. E Kaymaz, S. Pemmaraju and S. Mitra, "A Novel Algorithm for efficient analysis and matching of degraded fingerprints", *IEEE Computer Society's Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 498-509, July, 1992.
8. T. F. Krile and J. F. Walkup, "Enhancement of fingerprints using digital and optical techniques", *Image Analysis Applications*, Editors Kasturi and Trivedi Marcel Dekker, New York, Chapter 10, 1990.
9. D. C. Douglas Hung, "Enhancement and feature

purification of fingerprint images”, *Pattern Recognition*, Vol 26, No.11, pp. 1661-1671, 1993.

10. B. G. Sherlock, D. M. Monro and K. Millard, “Algorithm for enhancing fingerprint images”, *Electronics Letters*, Vol. 28, No. 18, pp. 1720-1721, 1992.

11. 淺井 紘, 星野 幸夫, 本地 和夫, “マニユ-シャ ネットワーク特徴による 自動指紋照合-特徴抽出過程-”, *電子情報通信學會論文誌 D-II*, Vol. J72-D-II, No.5, pp.733-740, 1989.

12. Michael M.S. Chong, Robert K.L. Gay, etc, “Automatic representation of fingerprints for data compression by B-spline functions”, *Pattern Recognition*, Vol.25, No.10, pp. 1199-1210, 1992

13. Welch, Peter D., “The use of fast fourier transform for the estimation of power spectra:A method based on time averaging over short, modified periodograms”, *IEEE Trans on Audio Electroacoustics*, Vol. AU-15, pp. 70-73,1967

14. Gregory K. Wallace., “The JPEG Still Picture Compression Standard”, *Communications of ACM*, Vol 34 No. 4, pp. 30-44, April 1991.

15. Jef Poskanzer, “Extended Portable Bitmap Toolkit (PBMPLUS)”, Distribution of 10 Dec. 1991.

16. ISO/IEC, “Digital Compression and coding of continuous-tone still image”, *ISO/IEC IS 10918-1*

17. ISO/IEC, “Technology-Digital Compression and Coding of Continuous-Tone sill images ‘Extensions’”, *ISO/IEC IS 10918-3*

18. Kongji Huang, “Experiments with a lossless JPEG Codec”, *cornell university*, sept 2, 1994.

19. 곽윤식, “푸리에 변환을 이용한 지문영상의 개선에 관한 연구”, 한국통신학회논문지 제21권 8호, pp. 1897-1904, 1996



신 재 룡(Jae-Ryong Shin) 준회원
 1971년 1월 9일생
 1996년 2월:충북대학교 정보통신 공학과 졸업(공학사)
 1998년 8월:충북대학교 정보통신 공학과 석사 졸업예정
 ※ 주관심분야:영상처리, 지문인식, 인공신경망, 데이터 베이스

김 백 기(Baek-Ki Kim) 정회원
 원주전문대 전자통신과 부교수
 한국통신학회 논문집 제 20권 3호 참조

곽 윤 식(Yoon-Sik Kwak) 정회원
 충주대학교 컴퓨터공학과 조교수
 한국통신학회 논문집 제 23권 4호 참조

조 기 형(Ki-Hyung Cho) 정회원
 충북대학교 정보통신공학과 교수
 한국통신학회 논문집 제 21권 12호 참조

이 대 영(Dae-Young Lee) 정회원
 경희대학교 전자공학과 교수
 한국통신학회 논문집 제 21권 12호 참조
 한국통신학회 수석 부회장