

알쉬변환을 이용한 손상된 지문의 결분석

손경두⁰ 허정연

경남대학교 정보통신공학부

hurj@zeus.kyungnam.ac.kr

Analyzing texture of corrupted Fingerprint using Walsh transform

KyoungDoo Son⁰, JungYun Hur

Division of Information and Communication Engineering, Kyungnm University

요약

본 논문은 손상되지 않은 지문과 손상된 지문에 대해 전처리 및 3 레벨 가우스 피라미드(Gaussian pyramid)변환과 알쉬(Walsh)변환을 하고, 출력되는 결(texture) 정보를 평활화 및 이진화하여 해밍거리(Hamming Distance)를 계산하였다. 여기서 얻은 결 정보에 대한 해밍거리 변화율은 인식을 위한 매칭 변수로 사용하였다. 이러한 비교를 위해 이미지를 전처리하여 잡음을 제거하고, 대비를 개선한 후 각 이미지를 이진화 이미지로 만든 다음 세션화 처리를 하였다. 3 레벨 가우스 피라미드 변환은 이미지의 크기를 1/8로 축소하며, 해밍거리 변화율은 타인 수락율(FAR:False Acceptance Ratio)과 본인 거부율RR:False Rejection Ratio)계산에 사용하였다. 그 결과 손상된 동일 지문에 대한 본인 거부율은 ~20%내외이었으며, 타인수락율은 ~50%가 되어 지문이 일부 손상되었어도 결 무늬에 대한 해밍거리는 인식의 특성 벡터로 사용할 수 있음을 알 수 있다.

1. 서론

물체를 구별하는 자료로서 윤곽선 외에 물체 표면의 결(texture) 분석은 이미지 분석에 매우 중요한 변수로 작용한다. 이러한 결을 인식하고 분별하는 방법으로는 통계적 방법, 구조적 분석방법, 주파수 영역의 스펙트럼 분석 등이 있다. 결은 많은 비슷한 패턴(pattern)들로 구성된 이미지로서 나타낼 수 있으며, 결의 요소나 패턴들에 의해 방향성, 무늬의 규칙성으로 나타내어진다.³⁾ 본 논문에서는 손상된 지문과 서로 다른 지문들의 이미지 데이터를 1/8로 축소한 다음 알쉬변환(Walsh transform)후 해밍거리를 계산하고, 동일 지문군과 서로다른 지문군에 대해 각각 해밍거리 변화율을 계산하여 인식의 기본 자료로 사용하였다¹⁾.

2. 전처리

전형적인 생체인식 시스템은 이미지 획득과 특징에서 특징량을 추출(Feature Extraction)하는 과정을 거치며, 이 과정에서 원시 데이터에 포함된 많은 유사 정보들은 전체 처리과정에서 많은 잘못 인식하는 요인을 증대시킨다. 인식의 정확도를 향상시키기 위해서는 입력 받은 영상에 포함된 유사 정보들을 제거하여 추출한 특징에 포함된 유사 정보량을 최소화 시켜주어야 한다. 실험에 사용된 초기 지문 이미지의 크기는 256 * 256 픽셀로 정규화 하였으며, 처리 절차는 그림 1에 보여준다^{1,2)}.

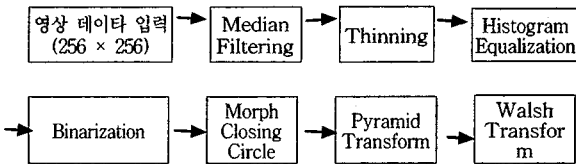


그림 1 전처리 및 변환과정

그림 1에서 중간값 필터링은 5x5크기의 마스크를 사용하여 윤선의 모호한 끊어짐을 보완하였으며, 히스토그램 평활화는 지문의 특성상 국소적 명암 변화가 크므로, 8x8 마스크를 이용하여 지역 히스토그램 평활화를 하였다. 지역 평활화로 지문의 윤선과 골의 명암이 뚜렷하게 상대적 대비가 개선되었다.

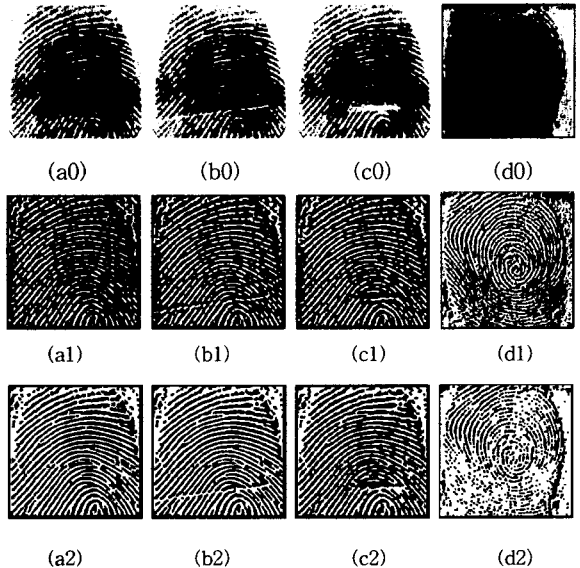


그림 2 전처리 전 지문(a0,b0,c0,d0)과
히스토그램 평활화된 지문(a1,b1,c1,d1),
2진화 및 형태학 필터링한 지문(a2,b2,c2,d2)

그러나 전체적 대비 개선을 위해 다시 전역 히스토그램 평활화를 다시 처리하였다. 지역 히스토그램 평활화를 한 후 전역 히스토그램 평활화를 수행하면 이진화시의 정보손실을 줄일수 있다는 것을 알 수 있으며, 동일한 지문일 경우 히스토그램의 형태가 유사함을 알 수 있다⁴⁾.

2진화 영상처리는 전역 히스토그램 평활화를 거친 영상에서 최적 문턱치 값을 계산하여 이진화 하였다.

형태학 필터는 열림(opening)과 닫힘(closing)을 사용하여 옵션의 이상 빼침과 함몰을 교정하였다. 그림 2는 지금까지의 전처리 과정에서 출력되는 이미지들을 간단하게 보여준다.

3. 가우스 피라미드(Gaussian Pyramid)

이미지의 해상도를 개념적으로 보여주는 구조는 이미지 피라미드(image pyramid)형태가 매우 바람직하다. 대개 원시 이미지에서 특정 백터를 추출하려면 처리해야 하는 데이터 량이 매우 방대하여 여분의 많은 처리시간(redundancy)이 요구된다. 이러한 문제를 해결하는 방법 중 하나는 이미지가 가지고 있는 특성은 유지 하면서 처리 이미지의 크기를 축소하는 방법으로 이미지 피라미드를 많이 사용한다. 이미지 피라미드는 피라미드의 형태로 정렬된 감소하는 해상도 이미지의 집합으로 모든 레벨의 반의 면적을 선형 차원으로 쌓아 올린 것이다. 그림 3과 같이 피라미드의 제일 밑바닥은 처리된 이미지의 고해상을 표현하며 정점에서는 낮은 해상도의 근사값을 나타낸다. 피라미드가 위로 갈수록 이미지의 사이즈와 해상도는 감소한다¹⁾.

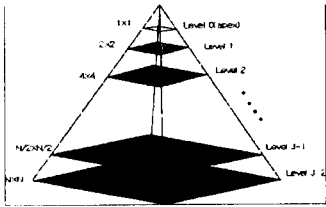


그림 3 이미지 피라미드의 구조

즉 피라미드의 기본 레벨(base level) J는 크기가 $2^J \times 2^J$ 또는 $N \times N$ 이다 ($J = \log_2 N$). 중간 레벨 j의 경우 크기는

$2^j \times 2^j (0 \leq j \leq J)$ 이며, 픽셀 수는 아래 레벨의 $\frac{1}{4}$ 의 크기가 된다.²⁾

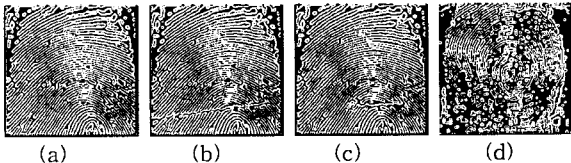


그림 4 그림 2(a2,b2,c2,d2)의 가우스 피라미드 변환

그림 3에서 기준 레벨의 이미지크기는 256*256이며, 한 레벨 위로 움직이면 5*5 Gaussian convolution kernel이 수행되고, 크기는 128*128로 축소된다. 기본 레벨에서 3회 5*5 Gaussian convolution kernel이 수행되면 이미지 크기는 32*32로 매우 축소되나 지문의 용선과 골의 정보는 그대로 가지고 있다. 그림 4는 전 처리된 256*256 이미지(그림 2)를 3단계 가우스 피라미드 처리한 결과를 보여준다^{1,5)}.

4. Walsh 변환

결분석을 위한 디지털 이미지의 변환은 일반적으로 중첩되지 않는 조그만 사각형의 부 이미지들로 나누어진다. 1차원 이산 푸리에 변환은 일반식으로 표현이 가능한 중요한 변환 중의 하나이며, 관계식은 $T(u)$ 가 $f(x)$ 의 변환이고, 순방향 변환 커널(forward transformation kernel)은 $g(x,u)$ 이며, u 가 0,1,...,N의 범위의 값을 가질 때 $\langle x,-1 \rangle$ 과 나타난다.

$$T(u) = \sum_{x=0}^{N-1} f(x)g(x,u) \quad \langle \text{식-1} \rangle$$

왈쉬 변환(Walsh transform)은 삼각함수를 기본으로 하는 푸리에 변환과는 다르게 Walsh 변환은 +1과 -1의 값을 가지는 급수 전개를 기본 함수로 구성된다. 데이터 수 N이 $N = 2^n$ 일 때 이산 왈쉬 변환 $W(u)$ 는 $\langle \text{식-2} \rangle$ 와 같이 표현된다

$$W(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \prod_{i=0}^{n-1} (-1)^{b_i(x) b_{n-1-i}(u)} \quad \langle \text{식-2} \rangle$$

그림 4의 이미지를 $\langle \text{식-2} \rangle$ 를 사용하여 왈쉬변환을 수행하면 그림5와 같이 된다.^{3,6)}

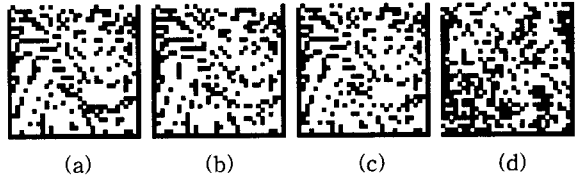


그림 5 그림 4 이미지의 왈쉬변환

그림 6은 결무늬 해석을 위해 왈쉬변환으로 만들어진 그림 5 이미지를 국소 히스토그램 평활화한 후 다시 이진화한 영상을 보여준다. 그림 5에서는 각 이미지의 결무늬 특징이 잘 나타나지 않으나 그림 6에서는 매우 잘 나타남을 알 수 있다. 그림 6(a),(b),(c)는 각각 손상된 같은 지문이며 (d)는 별개의 다른 지문임을 알 수 있다.



그림 6 그림 5 이미지의 평활화 이미지

5. 결과분석

최종 처리된 이미지(그림 6)에서 가로 세로 32*32비트가 된다. 각 비트 변화에 대한 최소 변화코드로 각 열을 Gray 코드로 변환하여 해밍 디스턴스를 이용한 매칭 시험을 하였다. 성능평

가를 위해 타인 수락율(FAR:False Acceptance Ratio)과 본인 거부율(FRR:False Rejection Ratio)을 사용하였다. 표 1에서는 손상된 동일한 지문에 대한 해밍거리 변화율을 보여주며, 표 2에서는 서로다른 지문에 대한 해밍거리 변화율을 보여준다.

표 1에서 손상된 동일 지문에 대한 해밍거리 변화율은 거의 20% 내외임을 알 수 있다. 또한 표 2에서 서로 다른 지문에서는 해밍거리 변화율이 거의 50%가 되어 손상된 동일 지문과 다른 지문의 변별이 확실하게 구분되는 것을 알 수 있다.

표 1 : 손상된 동일지문에 대한 해밍거리 변화율

original image \ corrupted image	a	b	c	d	e
1	0.15	0.16	0.20	0.21	0.23
2	0.17	0.18	0.17	0.18	0.21
3	0.19	0.17	0.18	0.17	0.20
4	0.22	0.16	0.19	0.18	0.19
5	0.18	0.18	0.20	0.19	0.25
6	0.19	0.16	0.16	0.16	0.20
7	0.21	0.19	0.23	0.21	0.16
8	0.17	0.17	0.19	0.16	0.20
9	0.20	0.19	0.17	0.18	0.23
10	0.15	0.18	0.20	0.17	0.16

표 2 : 서로 다른 지문에 대한 해밍거리 변화율

images \ images	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.5	0.4	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4
2			0.6	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5
3				0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.6
4					0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5
5						0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
6							0.4	0.5	0.6	0.6
7								0.4	0.5	0.5
8									0.5	0.4
9										0.5
10										

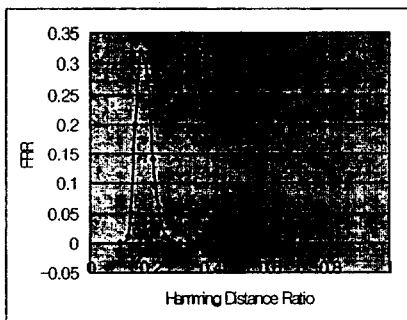


그림 7 FRR 그래프

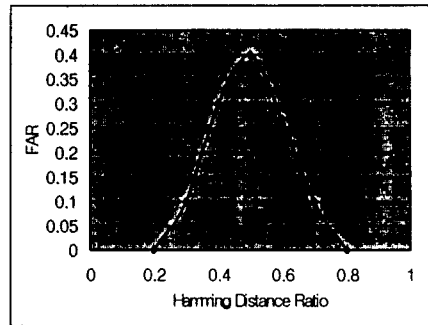


그림 8 FAR 그래프

그림 7에서 손상된 이미지의 거부율은 약 20%이며, 그림 8에서 타인 수락율은 약 50%가 되어 해밍거리 변화율이 0.2에서 경계 값을 가지는 것을 알 수 있다.

6 결론

본 논문은 손상된 지문과 손상되지 않은 지문을 가우스 피라미드 변환과 왈쉬 변환에서 얻은 이진화 정보를 이용하여 해밍 거리를 계산하여 지문 인식에 관한 연구를 하였다. 이 과정은

- 손상된 지문군과 서로 다른 지문군을 만든다.
- 이들 지문군들을 전처리하고, 평활화를 한다.
- 가우스 고주파 피라미드 변환을 한 후 왈쉬변환을 한다.
- 왈쉬변환된 이미지를 이진 그레이코드화하고, 해밍거리 변화율을 계산한 후 군 별로 비교한다.

처리 결과 손상된 동일 지문군의 해밍거리 변화율은 약 20%이었으며, 서로 다른 지문군의 해밍거리 변화율은 약 50%가 되었다. 이러한 결과를 이용한다면 비록 지문이 약간 손상되어도 다른 지문과 분리 인식이 가능함을 알 수 있다. 실험실에서 제한된 지문만으로 이루어진 결과이므로 앞으로 방대한 자료를 대상으로 실험하여 그 결과를 비교해 볼 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

- [1] Rafael C. Gonzalez & Richard E. Woods, "Digital image Processing", 2nd Ed., p.351, Prentice Hall, 2001
- [2] Donyun Kim & Dongsu Cho, "Texture Segmentation Using Competitive Learning Algorithm with Pyramid approach.", IEEE, ICAR '97 Monterey, CA, July 7-9, 1997
- [3] Felicia M. Vinrotter, Ramakant Nevatia, Keith E. Price, "Structural Analysis of Natural Textures," IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell, Vol PAMI-8, No1, pp76-89, Jan. 1986.
- [4] Jih-Ming Feng, Taoi Hsu, Jiann-Ling Kuo, " Texture Analysis Based Affine Transform Coding", IEEE, 1999
- [5] Simona E. Grigorescu, Nicolai Petkov, and Oeter Kruizinga, "Comparison of Texture Features Based on Gabor Filters", IEEE Trans Image Processing, vol.11. 10. October 2002
- [6] T. Randen and J. H. Husoy, "Texture segmentation using filters with optimized energy separation," IEEE Trans. Image Processing, vol. 8 p.571, Apr 1999