

진보한 MACE 필터를 이용한 패턴 인식 데이터베이스 품질분석

A Pattern Recognition Database Quality Analysis Using Extended MACE Filter

이현숙, 배유석

한국산업기술대학교 컴퓨터공학과

vnlnl@kpu.ac.kr

1 소개

데이터베이스의 Quality는 인식의 성능에 큰 영향을 미친다. 그렇기 때문에 데이터베이스의 Quality를 측정하여 인식 전에 데이터베이스를 분류하고, 그에 따른 전처리를 해줌으로써 그 성능을 향상시킬 수 있다. 본 논문에서는 Correlation 필터를 지문인식에 적용하여 DB Quality에 따라 Correlation 결과값을 비교한다. Correlation 필터는 노이즈에 강하며, Shift Invariant 속성을 갖고 있기 때문에 패턴인식에 적용하여 그 성능을 측정하고자 한다. Correlation 필터 중 명확한 결과값을 갖는 MACE 필터를 사용한다. 또한 이미지의 Quality를 모두 Normal로 만들어 적용하였을 때 Correlation 결과값을 비교한다.

2 Correlation Filter

Correlation은 이미지에서 주어진 templet과 matching 되는 위치를 찾는 것을 말한다. Correlation은 frequency Domain에서 수행되어 지기 때문에 입력되는 이미지들을 주파수로 변환하여 처리하게 된다. 다음은 Correlation output을 나타내는 수식이다.⁽¹⁾

$$c(x, y) = r(x, y) \otimes s(x, y) = \text{IFT}\{R(u, v) \cdot S^*(u, v)\} \quad (1)$$

MACE filter는 sidelobe 영역에 noise peak이 많이 발생하는 단점을 가지고 있는 SDF filter의 단점을 보완해주기 위해 만들어진 filter중 하나이다. MACE filter는 사전에 정한 값을 원점에 강제로 나타나게 하고, 트레이닝 이미지들로부터의 결과값에 average Correlation energy를 최소화하도록 디자인되어진 필터이다. MACE 필터를 이용한 Correlation Output은 peak를 뚜렷하게 나타낸다. 그렇기 때문에 peak의 추출이 쉽고, 물체의 위치를 쉽게 확인할 수 있다. MACE 필터의 수식은 다음과 같다.⁽³⁾

$$E_{average} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mathbf{h}^+ \mathbf{D}_i \mathbf{h} = \mathbf{h}^+ \mathbf{D} \mathbf{h}, \quad \mathbf{D} = (1/N) \sum_{i=1}^N \mathbf{D}_i \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{X}^+ \mathbf{h} &= \mathbf{u} \\ \mathbf{h} &= \mathbf{D}^{-1} \mathbf{X} (\mathbf{X}^+ \mathbf{D}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{u} \end{aligned} \quad (3)$$

\mathbf{h} 는 디자인된 MACE 필터이고, \mathbf{X} 는 training images를 의미한다. \mathbf{D} 는 트레이닝 이미지들의 평균과 위 스펙트럼을 포함하는 대각행렬이다.

4 Database Sample Quality

지문 데이터베이스의 이미지는 크게 Normal, Wet, Dry 지문 이미지로 분류되어진다. Normal 이미지는 용선이 선명하며, 용선과 골 사이의 화소값 차이가 뚜렷한 이미지를 말한다. Wet 이미지는 습기가 많은 손가락의 지문으로 이웃하는 용선의 구분이 쉽지 않은 이미지를 말하며, Dry 이미지는 건조한 손가락의 지문으로 용선 구조를 파악할 수는 있으나, 전체적으로 이미지가 뚜렷하지 못한 경우를 말한다.⁽⁴⁾

5 실험 결과 및 분석

사용한 데이터베이스는 광학식 센서 'VIRDI FSH01'를 이용하여 한 사람 당 150개의 이미지를 입력하여 사용하였다. 하나의 이미지의 사이즈는 224X256 이다. 150개의 이미지는 Normal, Dry, Wet 이미지 각 50개씩을 포함한다.

3개의 Training images(no.1~3 images)를 사용하여 디자인된 MACE 필터를 이용하여 한 사람에 해당하는 150개의 이미지를 이용하여 Correlation Output을 계산하였다. 1~50번 이미지는 Normal Images 이며, 51~100번 이미지는 Dry Images, 101~150번 이미지는 Wet Images 이다.

150개의 이미지가 모두 같은 사람이기 때문에, True Class에 속하므로, 모두 높은 Correlation peak value를 가져야 한다. 그러나 테스트 결과 150개 이미지의 Correlation peak value의 분포를 보면, 51~100번, 즉 Dry Images에서 peak value가 전체적으로 낮게 나타났음을 알 수 있다. 그렇기 때문에 dry image를 normal image로 변환 후 Correlation을 하였을 때의 성능 변화에 대해 테스트하였다.

Dry image의 특징은 이미지의 gray value의 mean 값이 높다는 것이다. 전체적으로 높은 gray value를 갖는 pixel들이 많이 존재하기 때문에 이미지의 구분이 뚜렷하지 않아 성능을 저하시키게 된다. 그러므로 이미지 전체 pixel이 high gray value에 분포되어있는 것을 평활화(equalization)를 통해 고루 분포시켜준다. dry image를 normal image로 변환시킬 수 있다. 변환 후 테스트 해본 결과 낮은 Correlation peak value가 나왔던 dry image 부분 (51~100번 이미지)에서 좀 더 높은 peak value가 나타남이 확인되었다.

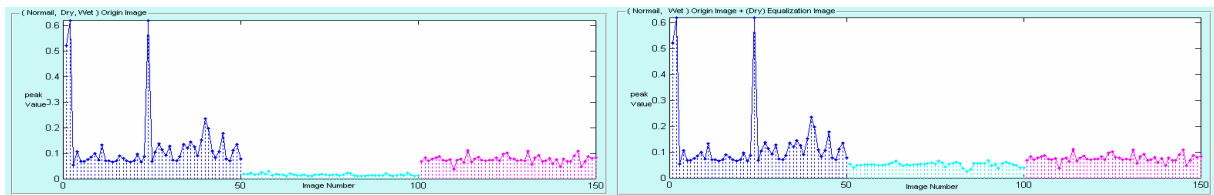


그림1. 150개의 지문 이미지 중 Dry 이미지에 평활화 적용 전과 후 Correlation output peak value (no.1~50 images : normal, no.51~100 images : dry, no. 101~150 images : wet)

표1. Correlation output peak value 평균 변화 비교

Image No.	Quality	변환 전 peak value 평균	변환 후 peak value Mean
1~50	Normal	0.1289	0.1289
51~100	Dry	0.0156	0.0515
101~150	Wet	0.0762	0.0762

6 결론 및 향후 연구 방향

MACE 필터를 이용하여 지문인식 성능을 향상시키기 위해서 Database Quality에 따른 Correlation Output을 실험 해 보았다. 그 결과 Quality 중 Dry 이미지에 해당하는 경우 다른 타입에 비해 낮은 peak value를 갖게 됨을 확인하였다. 그런 Dry 이미지가 시스템에 미치는 악영향을 줄이기 위해 Dry 이미지 평활화를 통해 이미지를 Normal 이미지에 가깝게 변환한 후 적용해 본 결과 peak value가 전체적으로 향상되었음을 확인하였다. 앞으로 Correlation 필터를 이용한 지문인식의 성능을 향상시키기 위해 Fourier Transform이 아닌 FrFT(Fractional Fourier Transform)를 이용하려고 한다. 또한 노이즈에 대한 Correlation 필터의 성능을 측정하기 위해 이미지에 노이즈를 포함하여 다양한 테스트를 하고, 노이즈를 제거할 수 있는 적절한 방법을 찾아 시스템에 적용하여 성능을 향상해야 한다. Correlation을 이용한 패턴인식을 위해 다양한 부분에서 연구를 진행할 것이다.

7 참고문헌

1. B.V.K. Vijaya Kumar, Abhijit Mahalanobis, and Richard D.Juday,"Correlation Pattern Recognition", Cambridge,140-142 (2006)
2. B.V.K. Vijaya Kumar, Marios Savvides, Chunyan Xie, Krithika Venkataramani, Jason Thornton, and Abhijit Mahalanobis, "Biometric verification with Correlation filter", Appl. Opt. 43, pp.391-400, (2004)
3. B.V.K. Vijaya Kumar, Abhijit Mahalanobis, and Richard D.Juday,"Correlation Pattern Recognition", Cambridge,209-211 (2006)
4. 문지현, 김학일, "Quality Score를 이용한 지문 영상 품질 구분 방법론", 한국정보보호학회 동계정보보호학술대회 논문집, Vol.15, No.2, (2005)