

## 생체인식에서의 광정보처리

# Optical information processing in Biometrics

배유석

한국산업기술대학교 컴퓨터공학과

ysbae@kpu.ac.kr

광정보처리의 여러 분야 중 패턴인식 분야는 현재까지 많은 발전을 이루었다. 패턴인식의 분야 중 생체인식 분야는 최근 많은 연구가 이루어지는 분야이며, 인간이 가진 생물학적 혹은 행동학적 특징인 생체패턴을 토대로 하여, 개인을 인식하는 시스템을 연구하는 분야를 말한다. 생체패턴 중 행동학적 생체패턴은 서명, 키보드를 치는 습관, 음성등이며, 생물학적 생체패턴은 지문, 홍채, 정맥, 망막, 손바닥 등 개인의 외부 신체를 표현해 주는 패턴을 말한다. 이러한 생체인식 분야는 크게 세가지의 분야로 나눌 수 있다. 첫 번째는 센서파트, 두 번째는 Feature Extraction, 마지막으로 matching분야로 이루어진다. 디지털 및 광학적 기술들이 현재 계속적으로 연구되고 있다. 이를 위해 다양한 알고리즘과 구조가 제안되었는데, JTC(Joint Transform Correlation), VLC(Vander Lugt Correlation), WT(Wavelet Transform), FC(Fractional fourier transform Correlation), PCA(Principle Component Analysis), SVM(Support Vector Machine), NN(Neural Network)등이 많은 연구가 이루어지는 분야이다.

이 중 FC는 기존 푸리에 변환 대신 분수차 푸리에 변환을 적용하여, 기존의 상관도(Correlation)를 분수차 상관도로 확장하는 것으로, 분수차 상관도의 이점은 high peak이 없는 주파수 분포로 joint transform correlator(JTC) 방식으로 구현하기에 유리하다는 점과 기존 상관도보다 폭이 좁은 상관도 분포를 갖는다는 점이다. 그러나, 기존의 상관도가 갖고 있는 이동불변(shift-invariant)특성은 성립하지 않는다. 이 때문에 기존의 JTC구조로는 분수차 상관도를 구현할 수 없고, 그림 1에 나타난 F.T.S.Yu등이 제안한 JTC 구조를 사용하여 구현할 수 있다[1].

그림 2에 나타난 분수차 푸리에 변환은 기존 푸리에 변환을 포함하는 개념으로 기존 푸리에 변환은 차수가 1인 분수차 푸리에 변환에 해당한다[2,3]. 분수차 푸리에 변환은 기존 푸리에 변환처럼 광학적 구현이 간단하고 차수(order)라는 추가적인 자유도를 갖기 때문에 여러 광시스템에서 기존 푸리에 변환 대신 적용되어 성능을 향상시킬 것으로 기대된다. 그림 3는 분수차 상관도의 신호처리를 표현한 것이다. 차수 a, b, c를 갖는 시스템을 표현하고 있다. 분수차 상관도 분포가 기존 상관도 분포보다 폭이 좁음을 수학적으로 증명할 수 있다. 그림 4은 분수차 상관도와 기존 상관도의 상관도 분포이다.

JTC구조에서 주파수 분포를 기록하는 Square-Law Detector라는 선형성이 유지되는 유한한 동적범위를 갖는다. 기존 푸리에 변환을 적용했을때 주파수 분포는 중앙에 매우 큰 값의 첨점(peak)를 보이는데, 포화(saturation)를 피하기 위해서 중앙값에 동적범위를 맞추면 주변 값이 작아져서 고감도가 요구되거나 쉽게 잡음의 영향을 받을 수가 있다. 중앙에 큰 크기의 첨점이 생기는 원인은 푸리에 변환의 이동불변 특성때문이며, 분수차 푸리에 변환을 적용하면, 입력신호에서 각 픽셀신호의 주파수 분포가 위치에 따라 중앙에서 조금씩 비껴 중첩되기 때문에 중앙에 크기가 큰 첨점이 생기지 않는다.

분수차 푸리에 변환은 이동불변 특성이 없기 때문에 분수차 상관도도 이동불변 특성이 없다. 이의 shift-variant특성을 이용하여, 얼굴인식, 지문인식, 홍채인식등의 생체인식 시스템을 구현할 수 있다 [4,5]. 1에 가까운 차수를 선택하여 이동불변 특성이 성립하는 구간을 설정할 수 있으나, 근본적으로 이동불변 특성과 평탄한 주파수 분포는 양립할 수 없다.

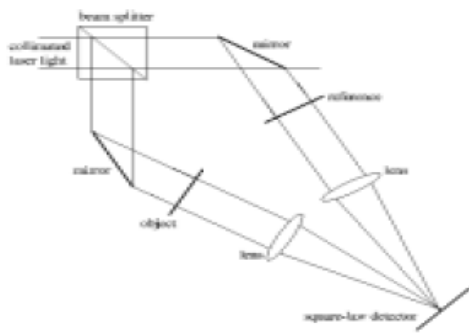


그림 1 Nonconventional Joint transform Correlator

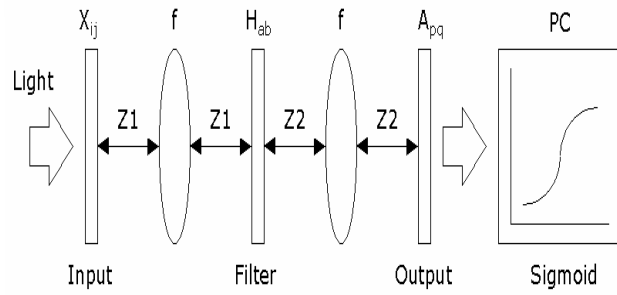


그림 2 일반화된 Vander Lugt Correlator

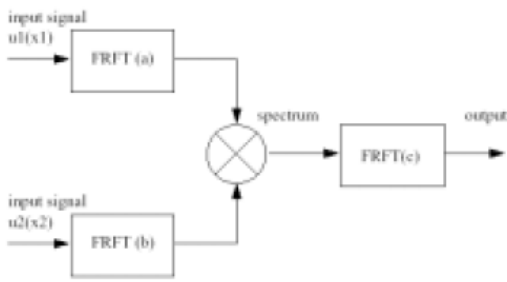


그림 3 분수차 Fourier Correlation의 신호처리 과정

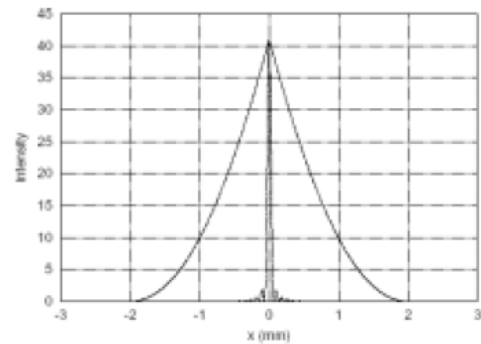


그림 4 상관도 분포 비교

## References

1. F.T.S. Yu et al, "Nonconventional joint-transform correlator" Opt. Lett. 14, 922-924 (1989).
2. D. Menndlovic and H. Ozaktas, "Fractional Fourier transforms and their optical implementation", J. Opt. Soc. Am. A10, 1875-1881 (1993).
3. D. Menndlovic and H. Ozaktas, "Fractional correlation" Appl. Opt. 34, 303-309 (1995).
4. J. Rosen, "Three-dimensional optical Fourier transform and correlation" Opt. Lett. 22, 964-966 (1997).
5. Sang-il Jin, You-Seok Bae, Soo-Young Lee, "Generalized Vander Lugt correlator as an optical pattern classifier and its optimal learning rate" Opt. Comm. 206, 19-25 (2002).