

Image encoding 을 이용한 Incoherent 광 패턴 인식에 관한 연구

강 창 훈 임 명 섭 박 한 규

연세대학교 전자공학과

A Study on the Incoherent Optical Pattern Recognition by Image Encoding

C. H. Kang M. S. Lim H. K. Park

Dept. of Electronics Yonsei Univ.

ABSTRACT

In this paper, a technique of optical image encoding with a diffusing incoherent source is presented and compared with conventional incoherent correlation output.

Input image in the form of prints is digitized by means of a videcon camera and optical-digital interface. The encoded image is 15 x 20 mm in size.

Incoherent optical correlation is setted by using a Fresnel pupil hologram. The correlation output is detected with CCD array camera.

The difference between conventional and image encoding method is analyzed by experiment and the correlation output of image encoding method is improved in comparison with that of conventional method.

한 긴 처리시간을 요구한다. 반면에 광 패턴 인식은 퓨리어 변환이나 공간필터링등의 연산을 병렬로 빠른 시간에 처리할 수 있다. 1970년대에 들어 Preston 은 아나로그와 디지털 패턴 인식을 결합한 하이브리드 시스템을 모색하였으며 Lohman 과 Rhodes 등은 비간섭성 광상관이가 복소데이터를 처리할 수 있는 새로운 알고리즘을 발표하였다.

본 논문에서는 입력문자를 optical-digital interface 를 거쳐 부호화하여 Agfa 10 E 75 필름으로 hologram 을 제작하여 복소데이터를 처리할 수 있는 비간섭성 광상관기를 제작하였다.

2. 비간섭성 광상관기

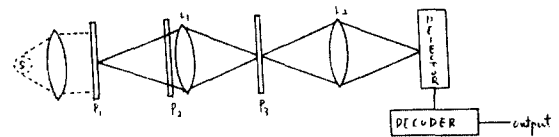


그림 1. 비간섭성 광상관기

P_1 면에 intensity distribution function $f(x,y)$ 인 입력 영상을 놓고 P_2 면에 intensity distribution function $g(x,y)$ 인 pupil plane filter 를 놓으면 출력면 P_3 에서 출력은

$$i_3(x,y) = f(x,y) * g(x,y) \tag{1}$$

* 는 convolution 표시

system impulse response 또는 intensity point spread function (PSF) 인

1. 서 론

패턴 인식은 주어진 데이터속에서 원하는 목적물이나 신호의 존재를 확인하는 분야로서 로보트를 비롯한 산업, 의학, 군사등 그 응용범위가 날로 확대되는 추세이다.

그동안 패턴인식에 대한 연구는 디지털 패턴 인식과 광 패턴 인식이라는 독립적인 관계를 이루고 연구되어 왔었다. 디지털 패턴 인식은 프로그램을 통한 제어 데이터를 해석하여 특징을 추출하는 장점을 가진 반면 데이터의 증가로 인

$$f(x,y) = |p(x,y)|^2 \quad (2)$$

(1)식은 주파수 domain 에서

$$\hat{f}(u,v) = \hat{f}(u,v) \cdot \hat{g}(u,v) \quad (3)$$

u, v : spatial frequency

transfer function $\hat{f}(u,v)$ 는

$$\begin{aligned} f(x,y) &= p(x,y) \cdot g(x,y) \\ &= \hat{p}(u,v) \otimes \hat{g}(u,v) \end{aligned} \quad (4)$$

\otimes : correlation 표시

transfer function $\hat{f}(u,v)$ 를 원점의 값 $\hat{f}(0,0)$ 로 정규화 하면

$$H(u,v) = \hat{f}(u,v) / \hat{f}(0,0) \quad (5)$$

$H(u,v)$: optical transfer function (OTF)

3. Carrier Encoding Process

$f(x,y)$, $g(x,y)$ 를 다음과 같이 encoding 하면

$$f_e = (1/2) |f(x,y)| \{1 + \cos[2\pi u_c x + \arg f(x,y)]\} \quad (6)$$

$$g_e = (1/2) |g(x,y)| \{1 + \cos[2\pi u_c y + \arg g(x,y)]\} \quad (7)$$

위 식에서 f_e , g_e 는 maximum contrast bias 를 사용하여 부호화한 결과이며, u_c 는 carrier frequency 이다.

그림 1 의 시스템을 이용하면 P_2 면에서 correlation $f_e \otimes g_e$ 를 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} f_e \otimes g_e &= (1/4) |f||g| \\ &+ (1/4) |f||g| \cos[2\pi u_c x + \arg(f \otimes g)] \\ &+ (1/4) |f||g| \cos[2\pi u_c y + \arg(f \otimes g)] \\ &+ (1/4) |f||g| \cos[2\pi u_c x + \arg(f \otimes g)] \end{aligned} \quad (8)$$

사번째 항과 네번째 항은 주파수 영역에서 곱해지면 θ 이 되므로 식 (8) 은

$$f_e \otimes g_e = (1/4) |f||g| \{1 + \cos[2\pi u_c x + \arg(f \otimes g)]\} \quad (9)$$

high pass filter 를 사용하면

$$f_e \otimes g_e = (1/4) |f||g| \cos[2\pi u_c x + \arg(f \otimes g)] \quad (10)$$

와 같이 첫번째 항을 제거할 수 있어서 correlation 된 magnitude 와 phase 를 갖는 항만 남게된다.

3. 실험 및 결과 고찰

(1) 홀로그렘 제작

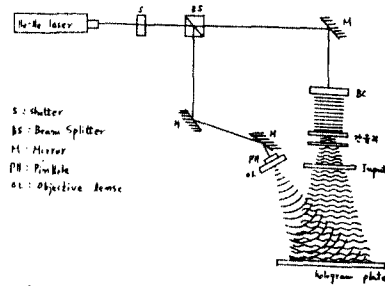


그림 (2) Fresnel Hologram 제작 시스템

기준광 과 입사광이 이루는 각은 10° , 기록면과 입력 영상과의 거리는 20 cm 로 하였으며 Agfa 10 E 75 필름을 이용하여 홀로그렘을 제작하였다.

(2) Grating 을 이용한 Encoding

사진 (1)과 같은 encoding 하지 않은 문자 g 를 사용하여 그림 (2)와 같은 방법으로 홀로그렘을 제작하여 그림(1)의 pupil 평면 P 에 놓으면 P 면에서 correlation $f * g$ 가 나온다.

OPTIC T

사진 (1) encoding 하지 않은 문자

이때 P 면에 Transmittance function $(1/2) \{1 + \cos[2\pi u_c y + \arg g(x,y)]\}$ 인 Grating을 놓아 출력면 P 에서 CCD camera 로 조사하여 각각의 문자에 대한 correlation 측정 결과는 사진 (2)와 같다

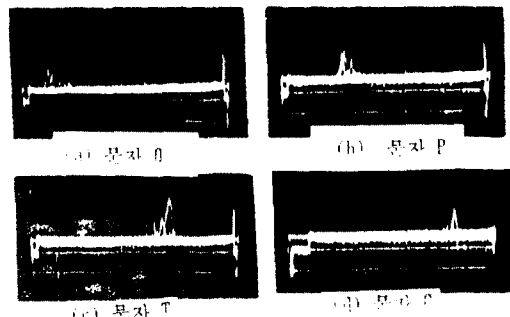


사진 (2) Grating을 이용한 correlation 측정결과

(3) Image encoding

사진 (1)의 같은 문자를 사용하여 digital interface 를 이용하여 사진 (3)과 같은 encoded 문자를 만든다

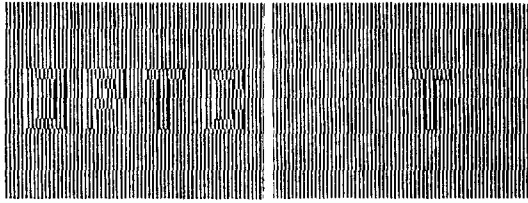


사진 (3) encoded 문자

이 encoded 문자 g 를 사용하여 그림 (2)와 같은 방법으로 홀로그램을 제작하여 그림 (1)의 P 면에 놓는다. 출력면 P 에서 각각의 문자에 대한 correlation 출력 $f * g$ 를 CCD camera로 주사하여 검출한 결과는 그림 (4)와 같다.

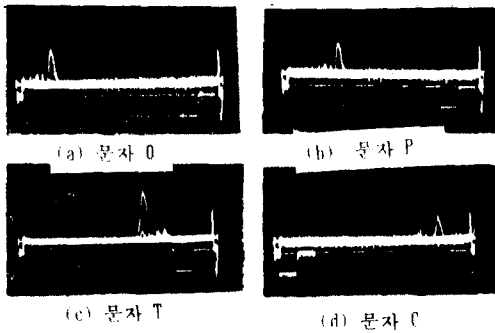


사진 (4) encoded 문자를 이용한 correlation 측정 결과 사진 (2)와 사진 (4)에서 보면 encoded 문자를 이용한 방법이 grating 을 이용한 기존의 방법보다 autocorrelation 최대값이 크며, correlation 곡선이 모양에서 잡음이 많이 감소되었음을 알 수 있다. 그러나, 두 방법 모두 비교적 큰 crosscorrelation 값들을 나타내었다. 이는 문자 모양이 유사성에 기인한 것으로 생각된다.

4. 결 론

optical - digital interface 를 이용 문자를 encoding 하여 비간섭성 광상관기를 제작하여 기존의 방법과 비교하였다.

그 결과 image encoding 방법은 grating 을 이용한 기존의 방법보다 autocorrelation 최대값이 크며, 곡선의 모양도 훨씬 안정되는 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

5. 참 고 문 헌

1. G. Vander Lugt, IEEE Trans. Inf. Theory, Vol. 10, pp. 139 - 145, 1964.
2. R. F. Chen et al., Applied Optics, Vol. 22, No. 22, pp. 3573 - 3582, 1983.

3. J. W. Lehan, Applied Optics, Vol. 16, No. 2, pp. 261 - 263, 1977.

4. W. T. Rhodes, Applied Optics, Vol. 16, No. 2, pp. 265 - 267, 1977.