

단슬리트구조센서의 회전에 따른 필터링특성 연구

† 전승환 · 문성배*

† * 한국해양대학교 항해학부 교수

Spatial Filtering Characteristics on Rotation of Single Slit

† Seung-Hwan Jun · Serng-Bae Moon*

† * Division of Navigation Science, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 여러 분야에서 공간적 물리량, 패턴 또는 분포 등의 공간정보를 공간적으로 처리하는 방법이 연구 개발되어 왔다. 공간필터링 또는 공간필터법이라고 불리기도 하는 이 기법은 현재 직선·회전·균속도, 표면거칠기, 토석류속도, 형상, 결함 등 여러 계측분야에서 활용되고 있다. 이들 분야에 활용되는 공간필터는 복수개의 슬리트로 구성되며, 최상의 계측목적을 달성하기 위해서는 최적하중함수를 설계하여 각각의 슬리트에 맞는 하중값을 적용하여야 한다. 본 연구에서는 계측계의 간략화를 구현하기 위한 기초연구로서 기본이 되는 단슬리트의 구조 및 회전에 따른 필터링특성을 분석하였다.

핵심용어 : 공간정보, 공간필터링, 단슬리트, 하중함수, 필터링특성, 공간주파수

1. 서 론

광을 이용하는 계측기술은 여러 분야에서 다양하게 활용되고 있다. 이는 광기술은 다른 계측기술에 비해 공간상의 정보 처리기능에 의한 병렬적 신호처리능력이 우수하기 때문이다. 본 연구에서 다루고자하는 공간필터법이란 센서의 형상, 크기, 배치, 개수 등을 동시에 고려함으로써 구현되는 공간영역에서의 병렬적 신호처리기법으로, 계측목적에 따라 필요로 하는 연산기능을 센싱하는 과정에서 하드웨어적으로 처리하기 때문에 계측계의 간략화 및 고성능화를 실현할 수 있는 방법이다.

2. 공간필터의 구성

Fig.1은 공간필터법의 기본개념을 설명하기 위한 모델을 나타낸 것이다. 측정대상으로서 불규칙한 광투과면을 지닌 물체를 선정하고, 대상면 위에 직교좌표 (x, y) 를 설정한다. 대상물 아래쪽에서 균일한 빛을 비추면 대상물을 투과한 빛은 랜덤한 빛의 광도분포 $f(x, y)$ 를 지니게 된다. 이 물체에 특정한 투과율분포 $h(x, y)$ 를 지닌 유한크기의 공간필터를 근접 설치하고, 필터크기에 대응하는 렌즈를 두어 필터를 통과한 빛을 수집한다. 그리고 렌즈의 초점위치에 광전소자를 둬으로써 광학계를 이용한 공간적 신호처리가 구현되는 것이다. 또한 투과광이 아닌 반사광 및 레이저광, 자연광 등 광종류와 무관하게 적용가능하다.

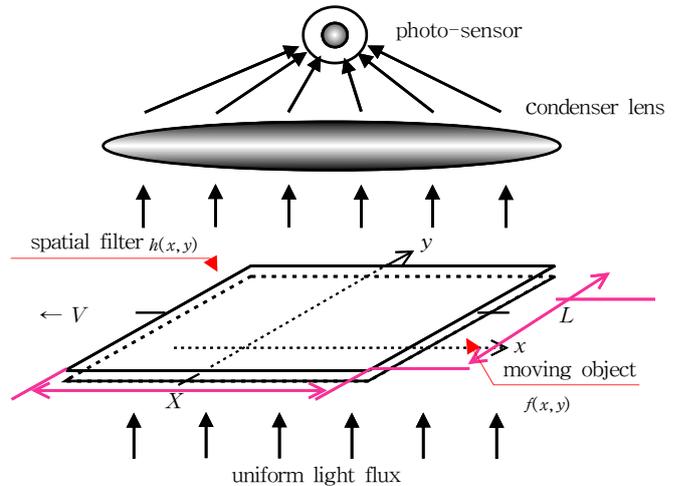


Fig. 1 Schematic model for spatial filtering method

대상으로 하는 물체의 공간패턴이 x 축의 음(-)방향으로 일정속도 V 로 이동하고, 공간필터는 x, y 방향에 대해 각각 크기 X, L 이외의 영역에서는 값이 0(zero)이 되는 하중함수로서 관측계에 고정되어 있는 것으로 한다. 이 때 검출되는 신호의 순간값 $g(x_0, y_0)$ 는 식(1)로 나타낼 수 있다.(內藤,1968) 식(1)은 입력 $f(x, y)$, 공간필터 $h(x, y)$ 및 출력 $g(x_0, y_0)$ 의 관계를 일반화한 식으로서, 공간필터법의 기본식이 된다.

† 교신저자, 중신회원 korjun@hhu.ac.kr 051)410-4245

* 중신회원 msbae@hhu.ac.kr 051)410-4280

$$g(x_0, y_0) = \int_{x_0}^{x_0+X} dx \int_{y_0}^{y_0+L} dy f(x, y) \cdot h(x-x_0, y-y_0) \quad (1)$$

단, $x_0 = V_t + c_1$, $y_0 = c_2$

c_1 과 c_2 는 측정대상과 공간필터의 상대적인 위치관계를 나타내는 임의상수이다.

3. 단슬릿구조의 필터링 특성

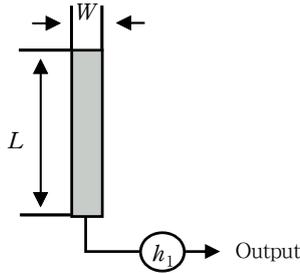


Fig. 2 Configuration of spatial filter(single slit)

Fig.2는 단슬릿구조의 공간필터를 나타낸 것으로, L 은 슬릿의 길이, W 는 폭을 나타낸다. 하중함수 h_1 을 $h(x, y)$ 로 나타내면 이는 식(2)로 나타낼 수 있다. 또한, x 방향의 공간하중값 $h_x(x)$ 는 식(3)으로, y 방향의 공간하중값 $h_y(y)$ 는 식(4)로 나타낼 수 있다. $h(x, y)$ 의 2차원 푸리에변환 $H(\mu, \nu)$ 는 식(5)로 된다. 슬릿이 각 θ (y 축에 대해 시계방향) 경사했을 때의 하중을 $q(m, n)$ 이라 하고 이 하중의 공간영역에서의 2차원 푸리에변환을 $Q(\mu', \nu')$ 로 나타내면 필터링특성은 식(6)으로 구해진다. Fig.3은 $\theta=0^\circ$ 인 경우 W 를 0.1, 0.3, 0.6 및 0.9로 하였을 때의 필터링 특성을 나타낸 것이다. 가로축은 공간주파수대역을, 세로축은 정규화한 필터링과워를 의미한다. 그림에 보이듯이 직류성분을 포함하여 광대역에 걸쳐 저역통과 필터링 특성을 보이고 있으며, W 가 작을수록 고주파 대역에 걸쳐 필터링 특성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 즉, 센서폭의 크기에 따라 필터링대역을 제어할 수 있게 된다. μ, ν 는 x, y 방향의 공간주파수를, μ', ν' 는 m, n 방향의 공간주파수를 나타낸다. 통상 필터란 시간주파수에 대한 선택특성을 지니는 것에 대해, 공간필터란 측정대상의 공간주파수성분에 대해 선택특성을 지니며, 공간주파수는 거리의 역수로 나타내어진다.

$$h(x, y) = h_x(x) \cdot h_y(y) \quad (2)$$

$$h_x(x) = \begin{cases} 1 & (0 \leq x \leq W) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (3)$$

$$h_y(y) = \begin{cases} 1 & (0 \leq y \leq L) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (4)$$

$$H(\mu, \nu) = \int \int dx dy h(x, y) \cdot \exp(-j2\pi(\mu x + \nu y)) \quad (5)$$

$$|Q(\mu', \nu')|^2 = (LW)^2 \cdot \text{sinc}(\pi \nu L)^2 \cdot \text{sinc}(\pi \mu W)^2 \quad (6)$$

단, $\mu = \mu' \cos\theta + \nu' \sin\theta$, $\nu = -\mu' \sin\theta + \nu' \cos\theta$

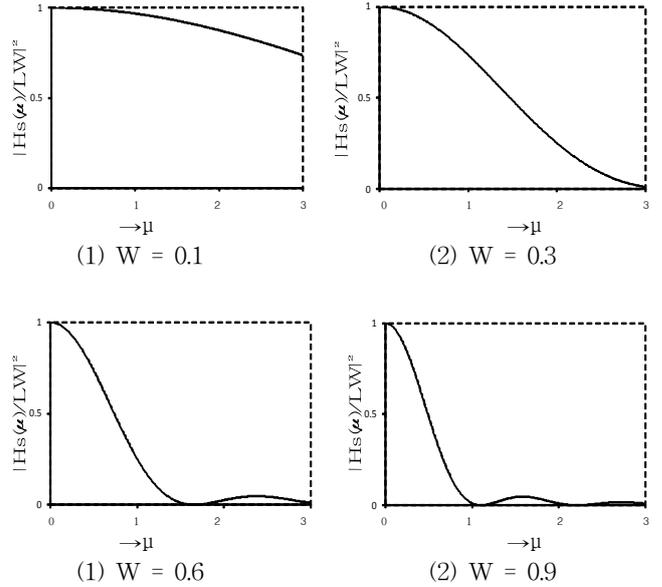


Fig. 3 Filtering characteristics of single slit ($\theta=0^\circ$)

Fig.4에 단슬릿이 회전하는 경우의 필터링특성곡선을 나타낸다. 이처럼 회전각에 따른 필터특성을 지니게 되며, 그 외 대역에서는 거의 0에 가깝게 된다. 따라서 측정대상이 지니고 있는 2차원 공간주파수를 분석하고 이에 맞게 필터를 배치함으로써 최상의 필터링효과를 거둘 수 있을 것으로 사료된다.

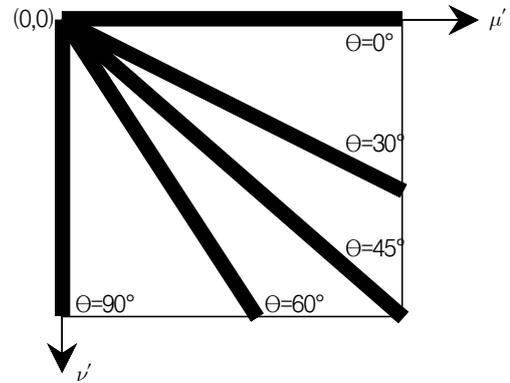


Fig. 4 Filtering characteristics of single slit according to rotation

4. 결론

단슬릿의 필터링특성을 해석하고, 회전시의 특성변화를 검토하였다. 측정대상이 지니고 있는 공간패턴으로부터 특정 공간주파수성분을 선택하도록 필터를 설계함으로써 최적의 계측목적 달성을 할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 内藤,狼,小林(1968), “空間フィルタによる速度計測”, 計測と制御, Vpl.7 No.11, pp.761-772.