

# 참조패턴 기반 2차원 위치 측정 방법론

## Measuring Methodologies of 2-D In-Plane Position based on Reference Pattern

\*박성준<sup>1</sup>, 김문수<sup>2</sup>, #정광석<sup>1</sup>

\*S. J. Park<sup>1</sup>, M. S. Kim<sup>2</sup>, #K. S. Jung(교신저자, ksjung@ut.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국교통대학교 기계공학과, <sup>2</sup> 한국교통대학교 기계공학과 대학원

Key words : Half shaded square pattern, BGPI, Reference pattern, Sawyer motor, Superposed pattern

### 1. 서론

항온, 항습, 제진성 등 환경에의 제약을 많이 받는 레이저 간섭계와 같은 자체 레퍼런스를 갖는 측정 방식과 달리 참조 패턴에 기준한 변위 측정 방법은 내환경성이 뛰어나며 패턴재질이나 토폴러지에 따라 다양한 인코딩 방법이 가능하다. 본 논문에서는 참조 패턴에 기반하는 다양한 2차원 위치 측정 방법을 논의한다.

### 2. 참조 패턴 기반 면내 위치 측정 방법

In-plane 패턴 기반 측정법은 주기적으로 정렬된 1차원 패턴의 광학적 혹은 물리적 변화를 검출하여 인코딩하는 방법을 2차원적으로 확장한 개념으로 이해할 수 있다. 우선, 패턴의 투과 유무 혹은 명암에 따른 단순한 인코딩 기법과 달리 측정 윈도우 내에 결상된 암호화된 이미지 즉 binary grid pattern image를 판독하여 변위 정보로 환산하는 비전 기반 in-plane 측정 방법을 Fig. 1에 나타내었다.<sup>1</sup> Areal-바코드 스캐닝과 같이 측정 윈도우 내의 일부 패턴 결함이나 왜곡에도 측정 정보를 강건하게 측정할 수 있는 장점이 있으며 분해능은 CCD 픽셀 소자

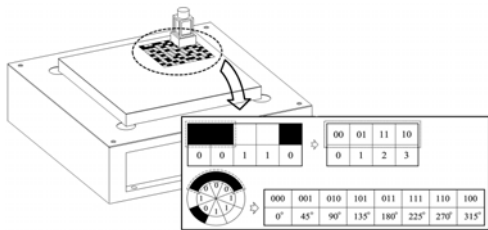


Fig. 1 Vision-based encoding method using binary grid pattern image

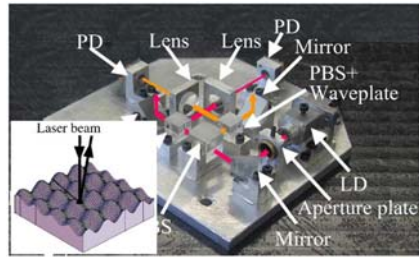


Fig. 2 Optical layout for the embossing pattern repeated sinusoidal in two directions

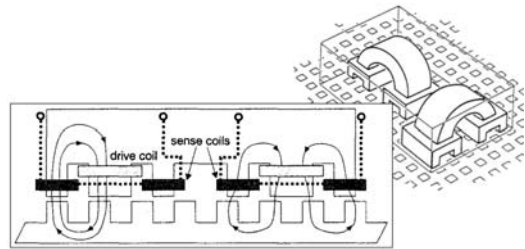


Fig. 3 Sensing-integrated sawyer motor through detecting physical variation between teeth

크기에 의해 제약을 받는다.

2차 order를 갖는 엠보싱 단면의 프로파일을 2차원으로 확장하여 참조패턴을 구성하고 패턴의 높낮이와 기울기를 측정하여 변위 정보로 변환하는 측정 방법을 Fig. 2에 나타내었다.<sup>2</sup> 두 레이저 spot에서의 반사 정보가 조합되어 2차원 변위를 생성하며 미세하지만 부분적인 yaw 변위도 측정 가능하다. 변위 정밀도는 패턴에 의해 결정되며 공작기계의 주축 진동 오차 측정에 이용되었다. 측정 패턴을 별도로 구성하지 않고도 Fig. 3에서와 같은 Sawyer 모터에서는 플레이트 자체가 격자 구조로 구성되

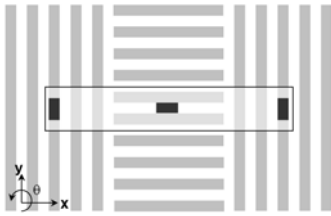


Fig. 4 Commercialized planar encoder composed of plural one-dimensional linear encoders

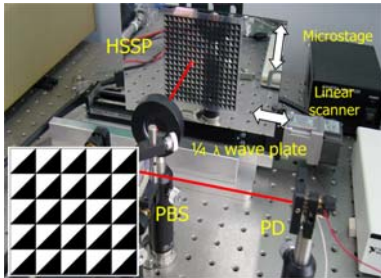


Fig. 5 2-D encoding method through measuring beam duration as well as pattern switching

어 있으므로 플레이트의 이동시 격자간에 물리적 변화가 발생하고 이를 광학적으로 혹은 기계적인 공극 변화를 검출하여 간단하게 변위 정보를 얻을 수 있다.<sup>3</sup>

2 차원 인코딩의 가장 간이한 형태는 Fig. 4와 같은 1 차원 패턴의 병렬 조합이며 이웃 패턴간의 투과도 차만을 검출하여 디코딩할 수 있지만 측정 영역의 확대는 각 1 차원 측정 영역의 확대를 수반한다. 이를 극복하기 위해 Fig. 5와 같이 단일 패턴에 대해 패턴의 스위칭 이벤트뿐만 아니라 패턴 내에서 빔의 지속 기간(duration)을 검출하여 두 가지 정보로 이차원 변위를 측정하는 방법이 제안되었다.<sup>4</sup> 빔을 스캐닝하는 속도는 패턴의 이동 속도에 비해 대단히 빠르기 때문에 스캐닝에 관련된 물리적 왜곡은 무시할 수 있고 x, y 축 이축 정보를 위해 패턴은 사선을 두고 이분화되어 있다. 이와 대비되어 Fig. 5는 서로 교차되어 주기화 되어 있는 1 차원 패턴을 단순히 적층하여 상층 레이어와 하층 레이어를 독립적으로 인코딩하여 2 차원 위치를 측정하는 방법이다. 투명한 상층의 패턴 피치는 굴절률 차로 하층 패턴은 투과도 차로 인코딩할 수 있으며 따라서 하드웨어적으로 기존 방법을 용이하게 적용할 수 있다.

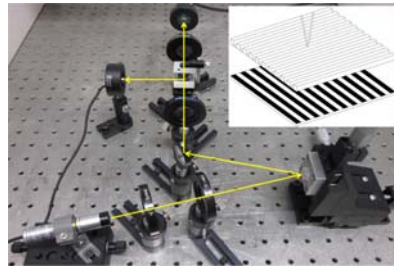


Fig. 6 Optical layout for decoding of the reflective beam against the superposed double layers

### 3. 고찰

2 차원 참조 패턴의 관건은 재현성 있는 정밀 패턴의 구현에 있다. Fig. 4, 5와 같은 방법에 있어 HSSP 혹은 적층 패턴의 경우 roll 기반의 필름 성형에 의해 저가로 반복 구현이 가능하며 향후 더욱 연구되어야 할 주제이다.

### 후기

이 논문은 2011년 정부재원(교육과학기술부 학술연구조성사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(2011-0013168).

### 참고문헌

1. Jung, K. S., Jung, K. H., and Baek, Y. S., "A novel measuring method of in-plane position of contact-free planar actuator using binary grid pattern image," *J. of Korea Society of Precision Engineering*, **20**, 120-127, 2003.
2. Gao, W., Dejima, S., Yanai, H., Katakura, K., Kiyono, S., and Tomita, Y., "A surface motor-driven planar motion stage integrated with an  $XY\theta_z$  surface encoder for precision positioning," *Precision Engineering*, **28**, 329-337, 2004.
3. Butler, Z., Rizzi, A., and Hollis, R., "Integrated precision 3-DOF position sensor for planar linear motor," *Proc. of IEEE Inter. Conf. on Robotics and Automation*, 3109-3114, 1998.
4. Lee, S. H., Jung, K. S., Park, E. S., and Shim, K. B., "Surface encoder based on the half-shaded square patterns," *Int. J. of Precision Engineering and Manufacturing*, **9**, 82-84, 2008.