

# 사행제어기 성능평가법 개발

## Method for Evaluating Web Guide Controller Performance

\*윤덕균<sup>1</sup>, #이승현<sup>1</sup>, 허성준<sup>2</sup>, 노운현<sup>2</sup>

\*D. Yoon<sup>1</sup>, #S.-H. Lee (shlee79@kimm.re.kr)<sup>1</sup>, S. Heo<sup>2</sup>, Y. Roh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국기계연구원, <sup>2</sup>블루시스

Key words : Roll-to-roll, Web Guide Controller, Performance Evaluation

### 1. 서론

롤 형태로 감긴 필름이나 종이 등의 유연기판을 사용하는 롤투롤(roll-to-roll, R2R) 시스템에서는 롤러 축 간의 평행 정렬이 이루어지지 않은 경우나 지속적인 마모로 인해 롤 외경에 편심이 생기는 경우 등의 이유로 웹 이송시 진행방향의 횡방향(롤러의 축방향)으로 웹이 쏠리는 현상이 발생한다. 따라서 R2R 시스템에서는 쏠림을 검출하여 웹의 위치를 재정렬시키는 사행제어기가 필요하다.

사행제어기는 구동 기구부에 따라 오프셋 피벗(offset pivot) 방식, 엔드 피벗(end pivot) 방식, 릴 제어(reel control) 방식 등으로 분류할 수 있으며 웹의 위치를 측정하기 위한 센서에 따라 초음파 방식, 레이저 투과 방식, 카메라를 이용한 라인 스캐너 방식 등으로 구분할 수 있다. 사행제어기는 웹이 진행 방향에 접하는 롤의 축방향에 대하여 수직으로 진행하는 특성을 이용하여 가이드 롤을 원하는 방향으로 회전 또는 이동시켜 위치를 교정하게 된다<sup>(1)</sup>. 이러한 사행제어기는 R2R 공정에 있어서 사용이 필수적인데, 현재 상용화된 제품은 미디어 인쇄, 철강 또는 섬유 분야에 적용되는 제품으로 인간이 육안으로 구별할 수 있는 100 μm 내외의 정밀도를 갖는 것으로 알려져 있다. 하지만 보다 높은 제어 정밀도를 요구하는 인쇄전자용 생산시스템에 있어서 사행제어기가 보장하는 정밀도에 대한 정확한 정보없이 전자소자 생산정밀도를 확보할 수 없으며 경우에 따라서는 사행제어기가 오히려 생산공정에 외란을 더하는 요소가 될 수도 있다. 따라서 사행제어기의 종류와 적용된 센서에 대한 정량적인 성능을 평가하는 방법에 대한 검토가 필요하다.

### 2. 사행제어기 성능평가장치

사행제어기의 성능을 평가하기 위하여 사행제어기 성능평가장치를 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 제작하였다. 사행제어기의 전단과 후단에 탑재된 레이저 에지 센서(laser edge sensor, Keyence IG-028)를 이용하여 웹의 끝단 위치로 웹의 위치를 측정한다. 이를 통해 실제 장비에서 가공이나 조립 등의 문제로 인해 생길 수 있는 외란에 대한 사행제어기의 웹위치 제어정밀도를 알 수 있다.

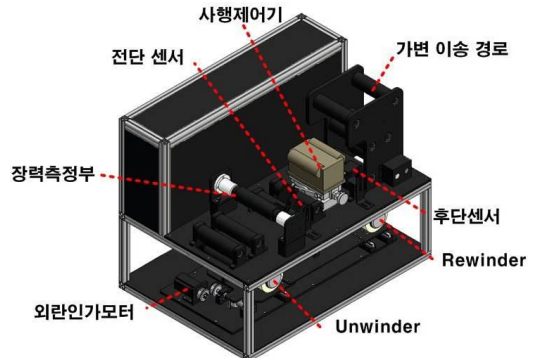


Fig. 1 Schematic of web guide controller performance evaluation equipment

외란형성장치를 Fig.2와 같이 구성하여 언와인더와 리와인더를 연결하는 고정플레이트를 제거한 후 언와인더를 축방향으로 이동시켜 외란을 주게 된다. 외란을 경사, 계단, 사인파, 또는 톱니파 등의 형태로 줄 수 있도록 제어부를 구축 하였으며 본 실험장비는 웹을 두 와인더 사이에 직선으로 건 후 고정플레이트를 사용하는 방식으로 사행제어기에 사용되는 각종 센서의 분해능과 반복정밀도 등을 평가하는데 사용될 수도 있다.

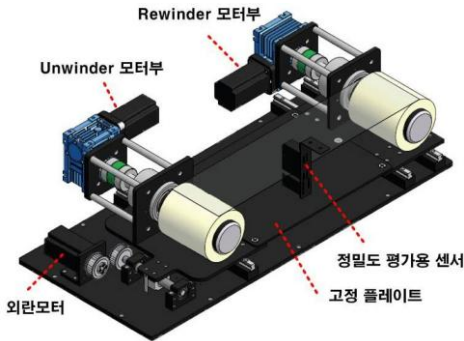


Fig. 2 Schematic of winding units and controlled disturbance generator

### 3. 실험결과

Fife DS-25 오프셋 피봇 사행제어기의 성능을 본 연구에서 소개한 실험장치를 이용하여 평가하였다. 사용된 제어기는 Fife D-Max 이며 센서는 Fife SE-31 초음파 센서이다. Fig. 3 는 70 mm/s 의 속도로 웹을 이송시키며 100  $\mu\text{m/s}$  의 제어된 경사의외란을 주었을 때 웹 횡방향 위치의 측정결과를 보여준다. 전단에 위치한 센서의 측정 값을 통해 한 쪽 방향으로 쏠린 웹이 사행제어기로 진입되는 것을 알 수 있으며, 후단에 위치한 센서의 측정 값을 통해 쏠려서 들어온 웹이 사행제어기를 통과하며 일정하게 제어되고 있는 것을 볼 수 있다.

Fig. 4 는 후단에 위치한 센서를 통해 측정된 사행제어기 제어정밀도(후단센서 측정값의 절대값) 누적 분포 함수를 보여준다. 약 99%의 측정값이  $\pm 100 \mu\text{m}$  이내로 들어오는 것

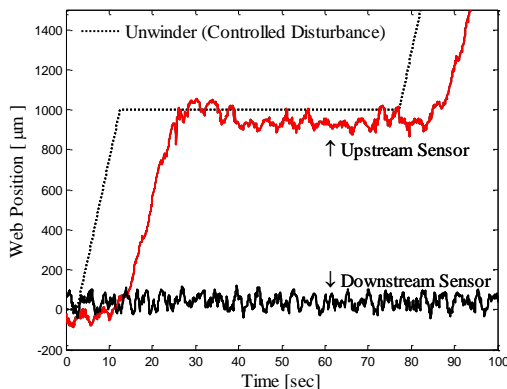


Fig. 3 Experimental results when controlled ramp disturbance is applied

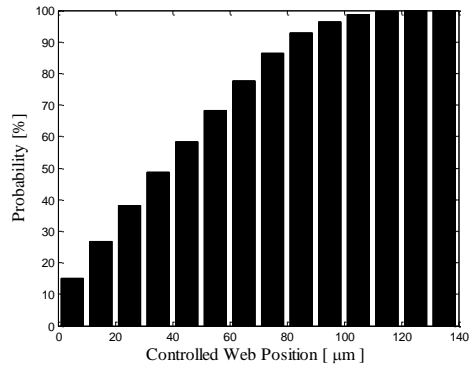


Fig. 4 Cumulative distribution function for web guide controller's control precision

을 보아 이 실험에 사용된 사행제어기의 제어성능은  $\pm 100 \mu\text{m}$  정도인 것을 알 수 있다.

### 4. 결론

사행제어기의 성능을 평가할 수 있는 평가장치를 제작하여 오프셋 피봇방식의 사행제어기의 성능을 평가하였다. 사용된 사행제어기의 성능은 인위적인 100  $\mu\text{m/s}$  의 제어된 경사의외란에 대해  $\pm 100 \mu\text{m}$  정도인 것으로 평가되었다. 실험결과 전단센서와 후단센서의 측정 값에 주기적인 변동이 있음이 보이는데, 이 주기적인 변동의 원인들이 무엇인지 규명하여 보다 정확히 사행제어기의 성능을 평가할 수 있는 방안에 대한 후속 연구가 필요하다.

### 후기

본 연구는 중소기업청 창업성장기술개발사업 (과제번호: SM121494 “정밀도 50  $\mu\text{m}$  을 만족하는 인쇄전자장비용 사행제어기 개발”) 과 지식경제부 산업원천기술개발사업 (과제번호: 10030065 “RFID 태그 제작을 위한 인쇄공정 및 장비기술개발”) 의 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

- Shelton, J., Reid, K., "Lateral Dynamics of an Idealized Moving Web," J. of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 187-192, 1971.