

인쇄전자장비용 고정밀 사행제어기의 성능평가 Performance Evaluation of Highly Precise Web Guide Controller for Printed Electronics Equipment

*윤덕균¹, #이승현¹, 허성준², 노윤현²

*D. Yoon¹, #S.-H. Lee(shlee79@kimm.re.kr)¹, S. J. Heo², Y. H. Roh²

¹한국기계연구원 인쇄전자연구실, ²㈜블루시스

Key words : Web Guide Controller, Offset Pivot Guide, Roll-to-roll, Printed Electronics

1. 서론

롤 형태로 감긴 필름이나 종이 등의 유연기판을 사용하는 롤투롤 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 롤투롤 시스템에서는 쏠림을 검출하여 웹의 위치를 재정렬시키는 사행제어기가 필요하다. 사행제어기는 웹이 진행 방향에 접하는 롤의 축방향에 대하여 수직으로 진행하는 특성을 이용하여 가이드 롤을 원하는 방향으로 회전 또는 이동시켜 위치를 교정하게 된다¹.

이러한 사행제어기는 롤투롤 공정에 있어서 사용이 필수적인데, 현재 상용화된 제품은 미디어 인쇄, 철강 또는 섬유 분야에 적용되는 제품으로 인간이 육안으로 구별할 수 있는 1 - 0.1 mm 수준의 정밀도를 갖는 것으로 알려져 있다. 따라서 인쇄전자용 생산시스템에 맞는 고정밀 사행제어기의 개발과 정량적인 성능을 평가하는 방법에 대한 검토가 필요하다².

본 논문에서는 인쇄전자용 생산시스템에 맞게 개발된 사행제어기의 성능 평가에 관하여 발표하고자 한다.

2. 고정밀 사행제어기의 성능평가 방법

실제 롤투롤 시스템을 모사하고 인위적인 외란을 가할 수 있도록 설계된 사행제어기 성능평가장치를 이용하여 정량적으로 사행

제어기의 정밀도를 평가하였다. 사행제어기가 선형, 계단, 사인파, 삼각파 등의 형태로 주어지는 인위적인 외란을 얼마나 제거할 수 있는지를 센서로 측정된 결과가 제어정밀도이다². Fig. 1 은 실험에 사용된 사행제어기 성능평가 장치의 모습을 보여준다. 성능을 평가하고자 하는 사행제어기의 전단과 후단에 수과형 레이저 에지 센서(반복정밀도 5 μm)를 장착하여, 외란의 크기와 제어된 웹 끝단 위치의 흔들림을 측정한다. 실험은 10 과 20 mm/s 의 웹 이송속도에서 0.1, 0.5 와 1.0 mm 의 계단 외란을 인가하며 진행되었다. 또한 10, 20 과 50 mm/s 의 웹 이송속도에서 진폭 0.5 mm 의 삼각파 외란을 0.01 Hz 의 진동수로 인가하며 사행제어기의 성능을 평가하였다.

Fig. 2 는 실험에 사용된 오프셋 피벗 가이드 형식의 사행제어기(BS-1000, ㈜블루시스)이다.

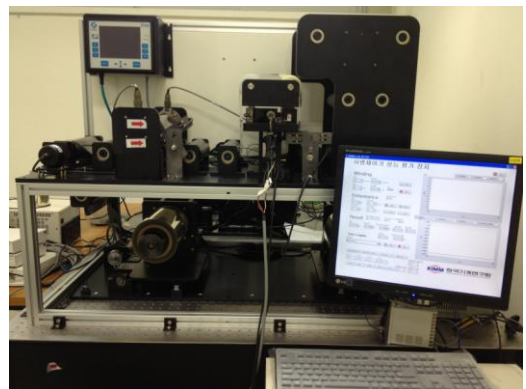


Fig. 1 Web guide controller performance evaluation equipment

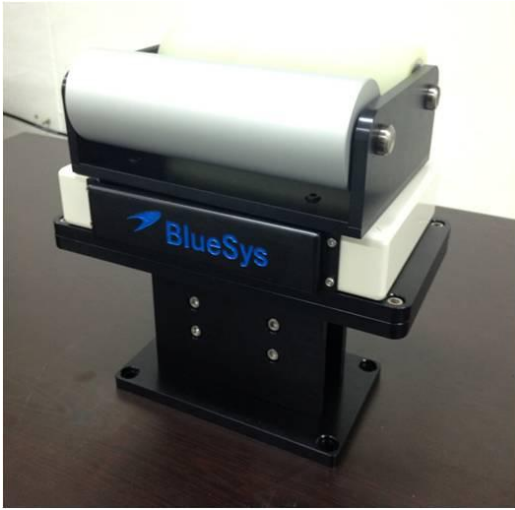


Fig. 2 Evaluated offset pivot guide

3. 성능평가 결과

사행제어기의 성능평가 결과 중 10 mm/s 의 웹 이송속도에서 1 mm 의 제어된 계단 형식의 외란을 인가하였을때 측정결과는 Fig. 3 과 Fig. 4 에 나타난 바와 같다. 1 mm 의 외란이 전단센서에 의하여 감지되나, 후단센서에 기록된 웹 끝단의 흔들림은 $\pm 25 \mu\text{m}$ 수준을 유지함을 볼 수 있다. 그 외 다른 실험조건에서도 위와 비슷한 수준의 흔들림을 유지하는 결과를 얻을 수 있었다.

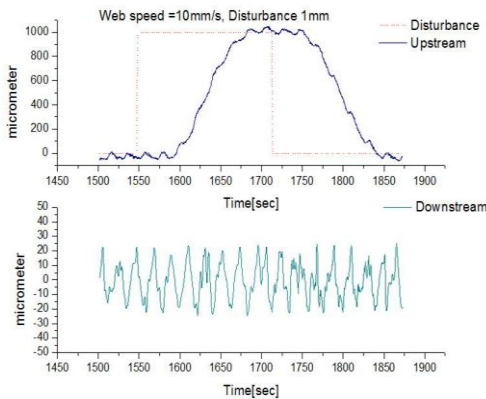


Fig. 3 Experimental results when controlled step disturbance is applied

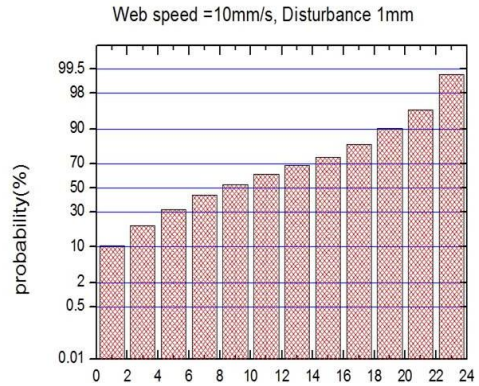


Fig. 4 Cumulative distribution function indicating precision of web guide controllerdl

4. 결론

오프셋 피벗 방식 사행제어기의 성능 평가를 하였다. 10 mm/s 로 이송되는 웹에 계단 형식의 외란을 발생시켰을 때 $\pm 25 \mu\text{m}$ 이내의 오차로 후단부를 제어할 수 있는 성능을 지님을 확인하였다. 또한, 계단 형식의 외란 외에도 삼각과 등의 형태로 주어지는 외란을 10, 20,과 50 mm/s 의 웹 이송속도에서도 비슷한 정밀도로 후단부를 제어함이 확인되었다. 기존 상용화된 제품대비 정밀도가 높아진 이유는 웹 에지 센서와 구동계 제어의 분해능 개선으로 추정된다.

후기

본 연구는 중소기업청 창업성장기술개발사업 (과제번호: SM121494 “정밀도 $50 \mu\text{m}$ 을 만족하는 인쇄전자장비용 사행제어기 개발”) 의 지원으로 수행 되었음.

참고문헌

1. Shelton, J., Reid, K., "Lateral Dynamics of an Idealized Moving Web," J. of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 187-192, 1971.
2. Yoon, D., Lee, S., Heo, S., Roh, Y., "Method for Evaluating Web Guide Controller Performance", Proc. of Spring Conference of KSPE, 2012