

잉크젯 토출 특성 제어를 위한 측정 방법 개발

Measurement techniques for controlling ink jetting performance

권계시† · 고정국* · 김진원*
 Kwon Kye-Si, Go Jung-Kook and Kim Jin-Won

1.

잉크젯 기술이 발전함에 따라서 사무실용 프린터로부터 제조 공정의 도구로서 응용 범위가 점차 넓어지고 있다^{1,2}. 따라서 다양한 종류의 잉크가 개발이 되어 이를 안정적으로 토출 시켜야 된다. 이를 위하여 잉크젯에 인가되는 파형(waveform)의 파라미터를 조절하여 잉크가 효과적으로 토출 되게 만드는 방법을 사용한다³. 한편으로 이러한 토출 현상은 잉크젯 헤드내의 잉크의 음향학적 압력파(pressure wave)의 거동 현상과 파형과 관련이 있다고 알려져 있다. 이러한 압력파의 세기를 입력 파형을 조절 함으로서 토출이 용이하게 만들어서 잉크를 토출 시키게 된다.

따라서 압력파를 측정 할 수 있다면 토출 전반적인 현상을 이해하는 것이 가능하다⁴. 또한 잉크젯 파형을 효율적으로 설계하는 것이 가능하다. 잉크젯 헤드내의

가 가

가

7,8

CCD

가 7.

†

E-mail : kskwon@sch.ac.kr
 Tel : (041) 530-1670, Fax : (041) 530-1550

9.

10.

2.

2.1

파형을 인가 하였을 때 Fig. 2 과 같은 압력파가 헤드 내부에서 진행한다. 팽창(expansion)파형 인가시에는 두 개의 음의 압력이 반대방향으로 진행하고 반대로 압축(contraction) 파형이 인가시는 반대로 양의 압력이 PZT 를 중심에서 양쪽으로 진행한다³.

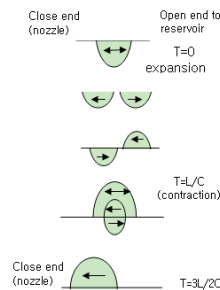


Fig. 1 Pressure waves in inkjet dispensers

이러한 압력파는 일정시간 동안 계속해서 진동하게 된다. 이러한 진동하는 주기와 상태는 잉크젯 내의 유체 조건에 따라서 달라지게 된다³. 따라서 압력파는 잉크젯 내의 상태를 측정하는데 좋은 정보가 된다. 또한 주기등을 측정하여 제팅 파형 설계등에 응용이 가능하다⁴.

5,6

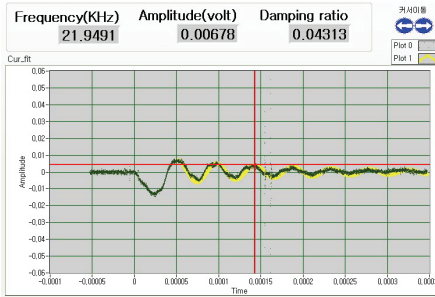


Fig. 2 Self-sensing signal from piezo in inkjet dispensers.

가
가

2.2

메니스커스는 토출 현상과 밀접한 관계가 있다. 메니스커스를 측정하기 위해서는 토출을 하지 않는 작은 전압을 이용하고 LED의 trigger delay를 사용해야 한다. 이러한 메니스커스를 자동으로 측정하기 위하여 메니스커스는 노즐 부분의 관심 영역을 직선으로 만들고 이미지의 문턱값을 설정하면 Fig.3 과 같이 메니스커스의 위치를 측정하는 것이 가능하다.

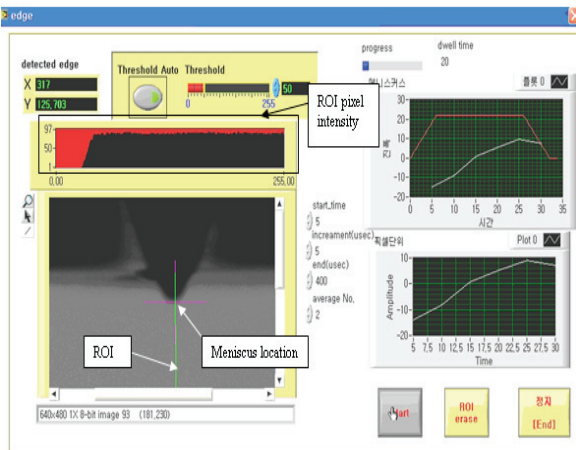


Fig. 3 Meniscus measurement

토출 현상을 예측하고 잉크의 물성인 점성, 유속등을 간접적으로 측정하는 것이 가능하다. 메니스커스 측정방법은 본 저자의 참고 문헌 또는 인터넷 동영상상을 참조 할 수 있다^{5,6}.

3.

3.1

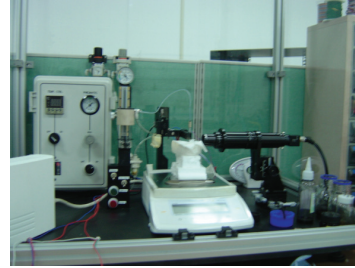


Fig. 4 Developed jetting system

전체적인 잉크 제팅 장치의 구성은 Fig. 4 와 같이 구성하였다. LED 를 이용한 strobe 조명을 토출 신호와 동기화 하면 Fig.5 와 같이 토출된 잉크 액적이 정지된 화면을 얻을 수 있다. 이 때 이미지 프로세싱의 기술을 사용하면 잉크 방울의 위치와 크기를 구하는 것이 가능하다. 또한 2 개의 LED 조명의 점등 시점을 이용하고 이 때 잉크 액적의 위치를 이용하면 간단히 토출 속도를 구하는 것이 가능하다. 자세한 내용은 저자의 참고 문헌을 참조 할 수 있으며 동영상으로 보다 더 쉽게 이해하는 것이 가능하다^{7,8}.

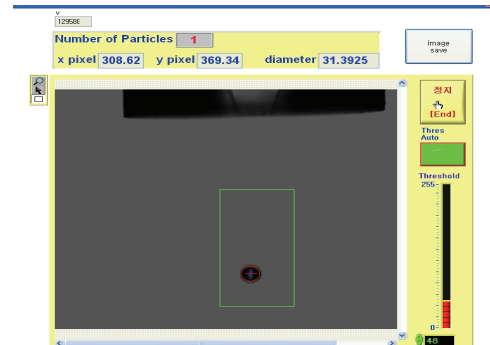


Fig. 5 Measurement of jetting speed and droplet volume

3.2

잉크의 체적은 이미지 프로세싱 기술로 간단히 구할 수 있으나 카메라 초점, LED 조명의 밝기, 문턱값(threshold value)등에 의하여 오차가 생길 수 있다. 실제 잉크젯 응용에서는 토출된 양을 정확히 측정하는 것이 필요하다. 이를 위해 Satorius 사의 저울을 사용하여 토출 주파수를 고정시키고 무게가 증가 되는 비율을 구하는 방법으로 잉크 1 방울에 해당하는 무게를 구할 수 있었다. 또한 이미 알고 있는 밀도를 사용한다면 체적을 간접적으로 구할 수 있다. 따라서 이미지를 통해서

얻은 잉크 체적의 결과를 교정 할 수 도 있다.

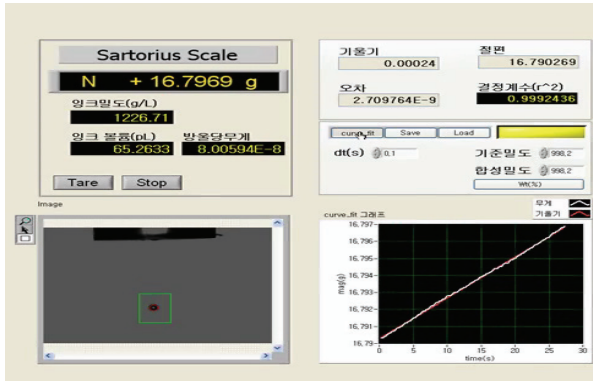


Fig. 5 Measurement of jetting speed and droplet volume

4.

4.1

기존의 파형 설계는 토출 되는 잉크의 속도를 측정하여 원하는 속도가 되도록 실험에 의해서 파형을 설계하였다. 그러나 잉크젯 응용 범위가 넓어짐에 따라서 토출 조건을 찾는 것이 어려운 경우가 많다. 또한 설계된 파형이 최적인지를 판단하는 것이 어려운 경우가 많다. 압력파를 측정하거나 토출 현상과 관련이 있는 메니스커스 운동을 측정하면 파형을 체계적으로 설계하는 것 가능하다. 또한 설계된 파형을 평가하는 것도 가능하다. 압력파 또는 메니스커스를 활용한 파형 설계 알고리즘 개발도 진행 중이다.

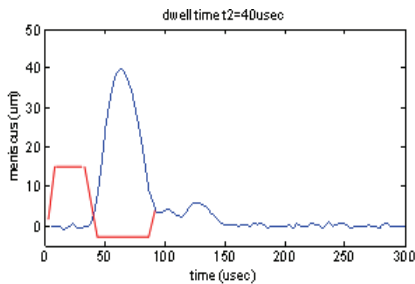


Fig. 6 Waveform design using measured meniscus motion

한편으로는 잉크젯을 생산 장비로 사용하는 경우에는 고속 토출이 필요한 경우가 많다. 이럴 때는 기존의 파형 설계 방법으로는 주파수 특성을 좋은 파형을 얻는 것이 힘들기 때문에 본 연구에서 사용하고 있는 토출 현상을 측정하는 것이 필수 적이라고 할 수 있다.

4.2 가

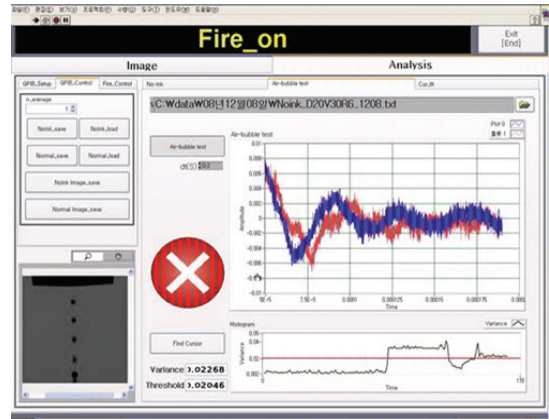


Fig. 7 Inkjet fault detection using self-sensing

잉크젯의 응용이 생산 공정으로 사용되었을 때 토출 불량을 신속히 검출하고 이를 신속하게 조치를 취하는 것이 필수 적이다. 이를 위하여 비전 이미지를 이용하는 것은 실제 프린팅시 어려울 뿐더러 검출 속도 역시 충분히 빠르지 않다. 따라서 잉크젯 헤드의 셀프 센싱을 이용하여 신속하고 정확한 잉크젯 토출 불량을 검출 하는 것이 가능하였다¹⁰.

5.

가 가

(1) Rhee, J., et al, 2006, "A 14.1-in full-color polymer-LED display with a-Si TFT backplane by ink-jet printing", SID (society for information display) 2006

(2) Gohda, T., et al., 2006, "A 3.6-in 202-ppi Full-color AMPLD Display Fabricated by Ink-jet method", SID 2006.

- (3) Bogy, D.B. and Talke, F.E., 1984, "Experimental and theoretical study of wave propagation phenomena in drop-on-demand ink jet devices", *IBM Journal of research and development*, vol. 28., no.3, pp.314-321.
- (4) Kwon, K.S. and W. Kim, 2007, "A waveform design method for high speed inkjet printing based on self-sensing measurement", *Sensors and Actuators A*, vol. 140, pp. 75-83.
- (5) Kwon, K. S., 2008, "Inkjet status monitoring using meniscus measurement", *Proceedings of NIP24, Pittsburgh, USA*.
- (6) Kwon, K S, 2009, "meniscus motion measurement", <http://www.youtube.com/watch?v=U48a7bRtJ9I>,
- (7) Kwon, K. S., 2009, "Speed measurement of ink droplet by using edge detection technique", *Measurement*, vol.42, pp.44-50.
- (8) Kwon, K. S.,2009, "Inkjet droplet speed as well as volume measurement", http://www.youtube.com/watch?v=zdHF6W_P6UE .
- (9) Kwon, K. S., 2009, "ink droplet mass and density measurement", <http://www.youtube.com/watch?v=3ZEvLQSTUq8>, 2009
- (10) Kwon, K. S., 2009, "air bubble detection in piezo inkjet printhead", <http://www.youtube.com/watch?v=Yp0LrS8c-tI>