2006년도 대한전기학회 EMECS학회 추계학술대회 논문집 (2006.10.19-10.21)

고속 인쇄기의 레지스터 컨트롤러에 오차 보정에 관한 연구

장 중 학, 이 덕 형, 홍 선 기
호서대학교 정보제어공학과

A study for error compensation of register controller of high speed printing machine

Joong-Hack Jang, Duck-Hyung Lee, Sun-Ki Hong
Department of Information Control Engineering Hoseo University

Abstract - 본 논문은 기존의 고속 인쇄기용 레지스터 컨트롤러가 고가의 외국 제품을 사용해 온 것에 반해 이를 대체 할 뿐 아니라 저렴한 가격의 레지스터 칸트롤러를 개발 하는 것을 목표로 하고 기존 250mpm(meter per minute)의 두 배인 500mpm의 고속 인쇄에서도 사용할 수 있도록 레지스터 컨트롤러를 개발해 오차 보정을 좀 더 정확하고 신속하게 하는 것에 그 목적이 있다.

1. 서 론

기존의 인쇄기에서 사용되던 고가의 외국 제품 내에 있는 레지스터 컨트롤러를 저가로 구현 대체하면서 현재 일반적으로 사용되고 있는 속도보다 빠른 속도의 인쇄기에 적용할 수 있도록 거기에 맞는 레지스터 컨트롤러의 개발에 중점을 둔다. 스캐닝 헤드에서 레지스터 마크를 인식하고 이 오차신호를 이용하여 레지스터 컨트롤러는 오차에 해당하는 보정신호를 PPC에 보내주게 된다. 이 신호를 받은 PPC는 각 섹션의 레지스터 컨트롤러에게 보정 명령을 내리고 이러한 과정을 통해서 레지스터 에러를 보정하게 된다. 여기에서 우리의 연구는 이미 상용화 되어 있는 레지스터 마크 인식 센서를 이용하여 레지스터 에러 신호를 받아 들여서 각 모터를 실제 구동하게 해주는 PPC에게 신호를 주는 레지스터 컨트롤러를 개발 하는 것이 목표이며, 현재 고성능의 DSP를 이용하여 기존의 레지스터 컨트롤러에 준하는 성능이나, 혹은 보다 좋은 성능을 내는 컨트롤러가 개발 될 것으로 예상된다.

2. 본 론

2.1 인쇄기의 기본 동작

기존 타입의 레지스터 컨트롤러는 그림1과 같다. 그림의 메인 모터를 통하여 각 실린더는 하나의 축으로 연결되어 동일한 속도로 구동하게 된다. 이 때 각각의 실린더에 스캐닝 헤드가 설치되어 각 도마다 인쇄 위치를 기록하게 된다. 레지스터 컨트롤러에서는 각 도에서 레지스터 마크를 받아 에러를 결정한다. 이 때 에러는 1도와 2도 혹은 2도와 3도와 같이 인접한 도에 대하여 계산하게 된다.

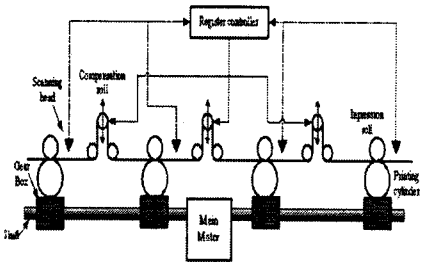


그림 1. 축 방식의 인쇄기 개념도

최근의 인쇄기에서는 축 방향 타입보다 sectional 타입의 인쇄기가 많이 사용되고 있다. sectional 타입의 인쇄기란 메인 모터를 축에 물리는 방식에서 벗어나 각 도 마다의 모터를 개별적으로 구동하여 각각의 오차를 각 도의 모터로 속도제어를 하는 것으로 그림 1에 표시된 보정 롤이 사라지게 된다. 각각의 도를 구동하기 위한 모터 드라이버를 사용하여 구동을 하고 이 모터는 PPC를 통해 제어 된다. 각 도의 1회전 한다 광센서를 통해 원단에 인쇄되는 레지스터 마크를 입력 받고 에러를 생성한 후 인접한 도와의 비교를 통해 오차를 계산한 다음 네트워크를 통하여 레지스터 컨트롤러와 PPC에 전송하게 된다. 레지스터 컨트롤러는 전달 받은 오차의 양을 화면에 출력하여 인쇄 상황을 파악할 수 있게 하며 PPC는 전달 받은 오차의 양만큼 각 도의 상을 조절하여 오차를 보정하게 된다. 보정 방식은 레지스터 컨트롤러의 pulse 형태로 보정 파형을 받은 다음 PWM(pulse width modulation)을 이용하여 미리 정해져 있는 각도의 양만큼 각 도를 조정하게 된다. 정해져 있는 보정의 양은 센서의 타입이나 성능 등을 고려하여 조정된다. sectional type 인쇄기의 개념도는 그림2에서 보이는 바와 같다.

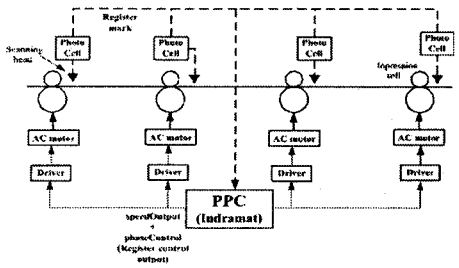


그림 2. sectional 방식의 인쇄기 개념도

2.2 레지스터 마크에 관한 입력 설계

기존의 타입보다 발전된 성능의 레지스터 마크를 설계하기위해서는 기존 방식의 입력되는 센서의 값을 시뮬레이션 하고 그 값에 대한 현재 시스템의 접목이 필요하다. 따라서 레지스터 마크에 대한 입력에 관한 시뮬레이션 기능을 하는 새로운 시뮬레이터가 필요하고 입력에 대한 정확한 이해와 정의도 필요하게 된다. 그림 3에서 보는 바와 같이 스케닝 헤드의 신호를 받는다. 각각의 레지스터 마크의 간격은 20mm로 떨어져 있어 동일한 시간대에 신호가 나오면 오차가 없는 것이고 차이가 있으면 오차 값이 발생하는 것이다. 이 신호를 그림에서 보는 바와 같이 아날로그 신호로 출력을 해주는 방식이다. 이와 같은 파형의 신호일 지라도 펄스 타입의 파형으로 바뀌기 때문에 DSP에서 인식하는 것에는 문제가 없게 된다. 버퍼 IC를 이용하여 간단하게 구형파로 바꿀 수 있다.

이 때 인쇄기의 속도를 계산하고 그 속에 의해 파형의 폭과 파형과 파형의 간격을 결정하여 실제 시스템에 가장 근접한 신호를 만들게 된다.

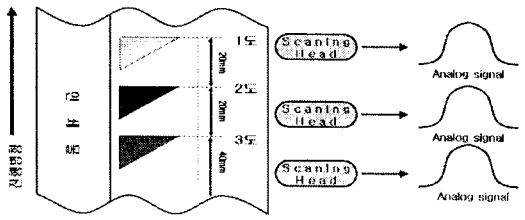
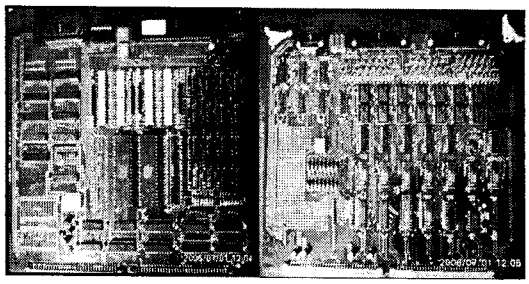


그림 3. 레지스터 마크의 센서 신호 인식 개념도

다음의 그림들로 현재 사용되고 있는 회로도에 비해 새로 개발될 회로도가 얼마나 회로적으로 간소화 되었는지를 알 수 있다.



(a) (b)

그림 4. 기존의 시스템 보드

그림 4에서 볼 수 있듯이 기존의 시스템은 복잡하며 크기도 커서 공간을 많이 차지하는 단점이 있었다. 기존의 시스템에서의 크기에 단점을 보완함과 동시에 더 나은 성능을 위해서 사용된 보드와 시뮬레이션 보드를 그림 5와 6에서 나타내었다.

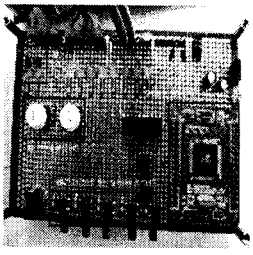


그림 5. 가상의 시뮬레이션 보드

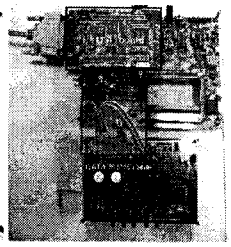


그림 6. 시뮬레이션 보드와 레지스터 컨트롤러

2.3 PULSE 입력을 통한 속도 측정 입력 설계

현재 인쇄기 내에서 존재하는 펄스 제너레이터(이하 PG)를 통해서 인쇄기의 선속도를 알 수 있다. 인쇄기에서 선속도를 알아야 레지스터 마크에서의 오차 파형의 양에 대해 정확히 측정을 할 수 있다. 때문에 정확한 시뮬레이션을 위해 PG의 입력을 설계하였다. PG에서는 그림7 에서 보는 바와 같이 일정한 펄스가 속도에 비례하게 출력이 될 것이라 예상을 했고 시스템 분석을 통해 확인을 하였다.

그림 7. PG에서 발생되는 펄스

PG에서 발생되는 펄스는 그림과 같은 단일 파형이 출력될 것이라고 본다. 따라서 PG에서 단상이 출력 될 경우 DSP의 QEP회로에 연결하기 위해 2상으로 출력시키는 회로를 구성하였다. 또 M/T method를 이용해서 속도를 구하는 방법을 이용했다.

$$Nf = \frac{60X}{2\pi} = \frac{60X}{2\pi(Tc + \Delta T)}(r/\min) \qquad (1)$$

이 공식은 M/T method 공식으로 속도 측정을 하기위해 가장 많이 사용되는 공식이다. 첫 번째 줄의 수식은 각 변위 X를 구하는 구문이다.

$$X(\text{각변위}) = (2 \times \Pi \times 10msec\text{일때의 펄스수}) / 1\text{회전당 펄스수} \qquad (2)$$

이와 같은 수식에 의해서 각 변위를 구하고 M/T method 공식에 적용하면 rpm을 구할수 있게 된다. 이러한 방법을 이용하여 선속도를 구하게 된다.

$$mpm = rpm \times \text{반지름} \times \pi \times 2 \qquad (3)$$

2.4 새로운 시스템 순서도

현재의 시스템에 대해 AMP회로 분석 및 기존 레지스터 컨트롤러의 회로 분석, 현재 상품화 되어 있는 시스템의 연결 방식을 확인하여 기존의 시스템을 분석하였다. 우선 인쇄기가 가동을 하면 인쇄물에 레지스터 마크를 찍어내고 PG에서 속도에 따른 펄스를 발생한다. 스캐닝헤드를 통해 마크를 인식하고 PG의 펄스를 AMP회로를 통해 DSP가 인식할 수 있는 신호로 스케일을 변환을 한다. DSP가 인식할 수 있는 구형파로 변환하기 위해 IC 버퍼를 통해 구형파로 변환을 한 다음 앰프로 스케일이 변환된 PG의 펄스를 2상으로 변환한다. DSP1에서 MD 신호를 외부 인터럽트 1,2로 입력 받고 스캐닝 헤드에서 나온 신호의 폭을 이용해 DSP2의 QEP회로에 집어넣어 CD오차를 분석을 한다. PG펄스를 DSP1의 QEP를 통해 입력시키고 PG펄스를 MT method 방법에 의해 mpm과 비교해서 mpm에 따른 MD에러의 보정된 값을 출력한다. PPC에 맞는 신호레벨을 출력하기 위해 12V 스케일로 변환을 한 다음 PPC에 신호를 보내주면 레지스터 컨트롤러의 일이 마쳐지게 된다.

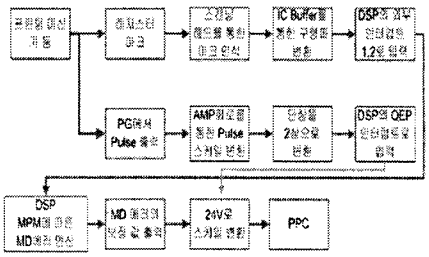


그림 8 전체 시스템 분석도

2.5 프로그램 알고리즘

그림 9의 알고리즘을 이용하여 여러 가지 경우의 수를

따져 오차에 따른 보정 신호 출력에 대해 오실로스코프로 확인을 할 수 있었다. 각각의 시간 주기는 최대 오차 범위 1mm 오차가 났을 경우 1sec의 보정신호를 나타내는 것을 기준으로 GPIO 신호를 결정 하였으며 초기 오차 신호는 앞에 언급한 바와 같이 ATmega128을 이용해 버튼 이벤트로 외부 인터럽트를 사용하여 만든 파형을 이용하였다. 이렇게 생성된 파형을 이용하여 DSP에서 받아낸 다음 C를 이용하여 프로그램을 구성하였다. 각각에 따른 오차 신호에 대해 보정 파형을 출력하는 시스템을 완성 하였다.

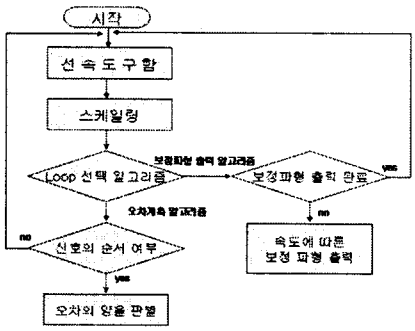


그림 9. 프로그램 알고리즘

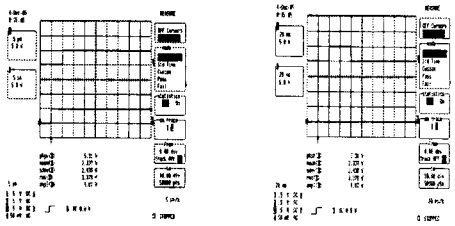


그림 10. 5us오차 신호 및 보정 파형 출력

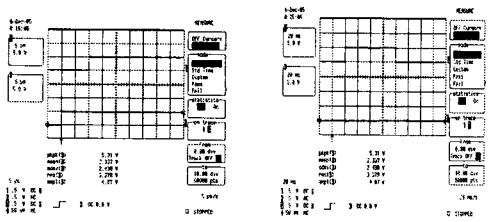


그림 11. 10us오차 신호 및 보정 파형 출력

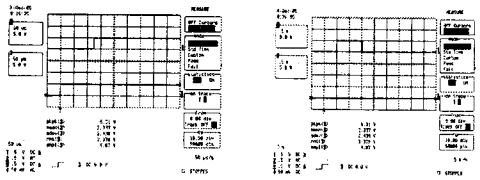


그림 12. 125us오차 신호 및 보정 파형 출력

위의 그림과 같이 오차신호가 들어 왔을 경우 내보내 줄 수 있는 파형은 일정한 계산식을 이용해 만들었다. 현재의 속도를 고려하여 속도에 따른 오차 보정 파형을 내보내 줘야 한다. 속도는 가변되기 때문에 공식을 대입하여 속도의 변화에 유동적으로 반응하는 식을 만들어 프로그래밍 하고 거기에 따른 게인 값을 곱해 줌으로 오차에 대한 보정파형을 출력하게 하는 방식을 이용했다.

3. 결 론

연구를 진행하기 위해 단계적인 계획을 수립하였고 기존의 레지스터 컨트롤 시스템의 동작과 전체 시스템의 기본적인 동작에 대해 파악하고 이를 통해서 프로세서를 선정하였다. 선정된 프로세서인 DSP를 빠른 연산능력으로 좀 더 적은 시간에 고성능의 오차 인지 및 보정신호 출력 장치를 개발하는데 중점을 두었다. 현재의 시스템에서는 DSP의 성능을 십분 발휘하는 것은 아니지만 앞으로 여러 가지 상황 등을 고려해서 DSP의 기능을 좀 더 활용하는 방안을 찾고 있다. 시뮬레이터 제작은 현재 완성된 상태로서 기존의 시스템을 부착시켜 서서히 접목시키는 방향으로 하고 있다. 실험상의 편의를 위하여 시스템으로 구성된 DSP보드 및 새로 제작된 외부 인터페이스 보드를 사용하였으나 실제 응용제품을 제작 시는 최소화된 DSP모듈을 이용하여 레지스터 컨트롤러의 크기도 현재보다는 대폭 간소화된 보드로 개발을 검토 중에 있다. 시뮬레이터 제작과 동시에 여러 가지 신호의 의미와 입출력의 관계를 연구 하여 현재 입출력 관계를 규명 한 상태이다. 각각의 시스템의 분석이 완료된 상태에서 앞으로 기존의 시스템과의 성능 비교를 통한 현재 개발된 시스템이 기존 인쇄기와 잘 접목이 되는 지 확인을 해야 한다. 이를 통해 연동의 문제가 확실시 된다면 본 연구에 사용된 시스템은 기존의 레지스터 컨트롤러의 역할을 대체할 뿐 아니라 좀 더 발전된 성능의 레지스터 컨트롤러로서 기능을 발휘 할 것으로 예상된다.

[참 고 문 헌]

[1] 설승기, "전기기기 제어론", 도서출판 브레인 코리아, 2002
[2] 백종철, "TMS320F28XX CPU 핸드북", 싱크웍스, 2005
[3] 백종철, "TMS320F24XX- CPU 메모리 인터럽트 MAC의 이해", 싱크웍스, 2004
[4] 백종철, "TMS320F24XX 계열을 이용한 하드웨어 설계", 싱크웍스, 2004
[5] Texas Instruments, "TMS320F2810, TMS320F2812 Digital Signal Processor Data Manual, July 2003
[6]] Texas Instruments, "TMS320F28x Event Manager Peripheral Reference Guide, June 2003

본 연구는 성안기계㈜에 의해 지원되었으며, 이에 관계자 제위께 감사드립니다.