

## 전자 종이 인쇄를 위한 마크 형상 연구

이덕형\*, 정훈\*, 홍선기\*  
호서대학교 서보기기 및 제어연구실\*

### A study for mark shape for e-paper printing

Duck-Hyoung Lee\*, Hoon Jung\* Sun-KI Hong\*  
Hoseo University SMCL\*

**Abstract** - 본 논문에서는 롤투롤 인쇄에서 보편적으로 많이 사용하는 그라비아 방식의 인쇄에 영상처리를 이용하여 해상도가 높고, 속도가 빠른 전자에 인용될 수 있는 마크를 개발하려 한다. 인쇄의 품질은 영상처리용 레지스터 마크 간의 오차에 의해 결정되므로 영상처리용 레지스터 마크의 형상이 중요 하게 된다. 본 논문에서는 다양한 인쇄 조건하에서도 구분점을 명확히 인식할 수 있는 형태를 찾는 방법으로 마크 형상을 연구하여 적합한 형상을 찾아내었다.

#### 1. 서 론

전자 인쇄는 RFID 태그, 스마트 센서, 플라스틱 태양 전지 등의 생산 프로세스를 개발하여 제품을 대량으로 생산하는 기술이다. 이러한 인쇄 전자소자(Printed Electronics)를 대량으로 생산할 수 있는 방법으로 주목되고 있는 것이 롤투롤(Roll-to-Roll) 인쇄 방식 중에서 보편적으로 많이 사용하고 있는 방식이 그라비아 인쇄 방식이다. 기존 그라비아 인쇄에서는 에러 보정을 하는데 이용한 방식은 스캐너 방식을 이용했는데 이때의 오차의 정밀도가 100um 정도였다. 하지만 전자 인쇄에서는 오차의 정밀도가 10um 정도여야만 정상적인 인쇄를 할 수 있다. 따라서 스캐너 방식을 이용한 방법으로는 전자인쇄에 적용을 할 수 없기 때문에 에러 보정의 정밀도가 높은 영상처리를 이용한 방법으로 에러를 보정했다. 영상처리를 이용해서 에러를 보정할 때 쓰이는 영상처리용 레지스터 마크의 형상에 따라서 오차의 정밀도가 달라진다. 따라서 본 논문에서는 영상처리용 레지스터 마크의 형상을 연구하려 한다.

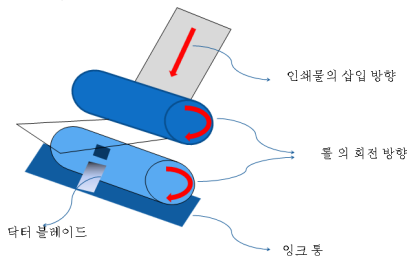


〈그림 1〉 영상처리용 레지스터 마크

#### 2. 본 론

##### 2.1 영상 처리용 레지스터 마크 선정시 고려 사항

그라비아 인쇄에서 인쇄물에 남은 잉크를 제거하기 위해서 〈그림 2〉와 같이 닥터 블레이드를 이용해서 남은 잉크를 위에서 아래로 닥터 블레이드를 움직여 제거하게 되는데 이때 아래방향으로 잉크가 흐르게 된다. 따라서 레지스터 마크의 형상을 선정할 시 아래부분의 잉크가 흐르는 것을 고려하여야 한다.



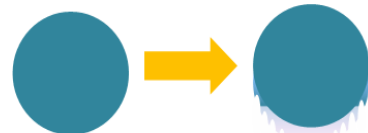
〈그림 2〉 그라비아 인쇄기의 롤

삼각형 형태의 구분점은 〈그림 3〉과 같이 3개를 갖고 있다. 하지만 닥터 블레이드에 의해서 잉크가 아래로 흐르게 되고 구분점은 1개만 남게 된다. 1개의 구분점으로 전체의 윤곽을 알기는 쉽지 않다.



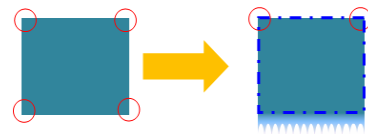
〈그림 3〉 삼각형 형태의 구분점

〈그림 4〉와 같은 원 형태는 구분점을 갖고 있지 않아서 구분하기가 쉽지 않다.



〈그림 4〉 구분점이 없는 원 형태

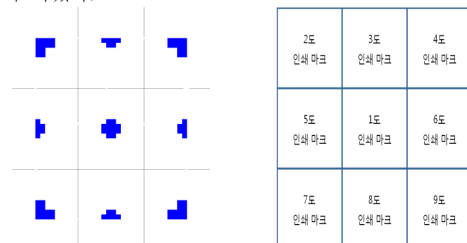
각형 형태의 구분점은 〈그림 5〉에서 알 수 있듯이 구분점을 4개를 갖고 있다. 닥터 블레이드에 의해서 잉크가 아래로 흐르게 되므로 2개의 구분점이 남게 되는데 이 2개의 구분점으로 전체적인 윤곽을 구할 수 있다.



〈그림 5〉 각형 형태의 구분점

##### 2.2 영상 처리용 레지스터 마크의 선정

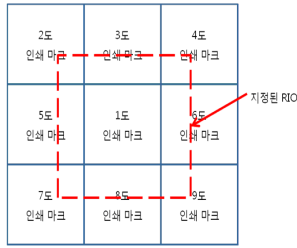
영상 처리용 레지스터 마크를 선정할 시 닥터 블레이드 때문에 삼각형 형태의 구분점은 하나 밖에 없게 되고, 각형 형태의 구분점은 닥터 블레이드를 지나도 2개의 구분점을 갖게 된다. 하지만 2도 이상의 인쇄에서는 사각형 형태의 구분점으로 패턴매칭을 하기가 어려우므로 사각형 형태보다 몇 개의 구분점을 더 갖고 있는 〈그림 6〉과 같은 형태로 선정하였다. 〈그림 6〉은 1도 마크를 기준이 되는 위치에 배치하고 나머지 각 유닛들을 배치하여 전체 레지스터 마크를 설계하였다. 여러 유닛을 한 영역 내에 존재하게 하여 에러가 일어나는 것을 직관적으로 알기 쉽도록 하였다.



〈그림 6〉 중첩형 레지스터 마크

##### 2.3 영상 처리용 레지스터 마크의 오차 인식

디지털 카메라를 통해 패턴 매칭을 할시 〈그림 7〉과 같이 1도 레지스터 마크가 인쇄될 위치를 관심 영역으로 설정한다.



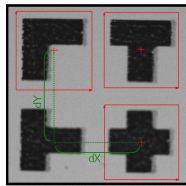
〈그림 7〉 1도 마크의 대한 관심 영역 설정

2도 레지스터 마크가 인쇄될 위치를 〈그림 8〉과 같이 관심영역으로 설정한다.



〈그림 8〉 2도 마크의 대한 관심 영역 설정

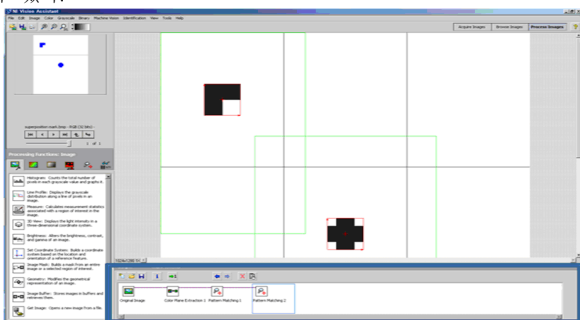
1도와 2도의 레지스터 마크를 패턴 매칭을 통해서 각각을 찾고, 1도와 2도 마크의 중심점을 구한 후, 〈그림 9〉와 같이 기준이 되는 1도 마크의 중심점에서 2도 마크의 중심점까지의 거리를 구한다. 이때의 거리가 미리 정의된 에러 수용 범위를 넘을 경우 오차가 일어난 것으로 간주한다.



〈그림 9〉 레지스터 마크 간의 거리 계산

## 2.4 영상처리용 레지스터 마크의 실험

영상처리용 레지스터 마크를 실험을 하기위해서 영상처리 전용 프로그램을 이용을 해야 한다. 본 논문에서는 NI(National Instruments)사의 LabVIEW 소프트웨어 중에서 영상처리 전용인 Vision Assistant를 이용해서 실험을 하였다. 〈그림 10〉은 Vision Assistant를 이용하여 실험을 하는 것으로 Vision Assistant는 그래픽언어 기반의 프로그램을 작성하기 때문에 구조가 간단하고, 사용자가 매우 쉽게 프로그램을 작성할 수 있다.



〈그림 10〉 Vision Assistant를 이용한 영상처리

영상처리용 레지스터 마크의 손실은 크게 2가지로 분류를 할 수 있는데 첫 번째는 닥터 블레이드를 지나면서 잉크가 흐르거나 번지는 현상이고, 두 번째는 잉크의 양이 부족하여 레지스터 마크가 제대로 인쇄되지 않는 경우이다. 따라서 본 논문에서 삼각형, 원형, 각형의 형태의 마크를 실험을 하였다.



〈그림 11〉 손실이 있는 삼각형, 원형 레지스터 마크

〈그림 11〉은 손실이 있는 삼각형, 원형 레지스터 마크로서 패턴 매칭을 했을 때의 결과를 〈그림 12〉를 얻게 되었다. Score라는 항목은 패턴 매칭을 했을 때 일치율의 정도를 1000분 1로 표현한 것이다. 〈그림 12〉의 첫 번째 결과는 삼각형 형태의 패턴 매칭의 결과로서 Score가 859 라는 일치율 값을 얻었고, 두 번째 결과는 원형 형태 패턴 매칭의 결과로 Score가 846 이라는 일치율을 얻었다.

Results ...	1
Center X	37.00000
Center Y	34.00000
Score	859
Angle	0.000000

Results ...	1
Center X	59.00000
Center Y	56.00000
Score	846
Angle	0.000000

〈그림 12〉 손실이 있는 삼각형, 원형 레지스터 마크의 실험 결과

〈그림 13〉은 손실이 있는 각형 레지스터 마크로서 Vision Assistant로 패턴 매칭을 수행하여 〈그림 14〉와 같은 결과를 얻었다.



〈그림 13〉 손실이 있는 각형 레지스터 마크

〈그림 14〉에서 첫 번째 마크 일 때는 953.85272라는 매우 높은 일치율이 나왔고, 두 번째 마크 일 때는 첫 번째 경우 보다는 작지만 비교적 높은 수치인 924.12500라는 수치가 나왔다. 이는 영상처리용 레지스터 마크가 삼각형, 원형 보다 각형 형태로 설계했을 때 패턴 매칭의 인식율이 좋아져 인쇄 품질 향상의 결과를 가져 온다.

Results ...	1
X Position	172.07837
Y Position	212.99321
Angle	0.000000
Score	953.85272

Results ...	1
X Position	172.04433
Y Position	213.04176
Angle	0.000000
Score	924.12500

〈그림 14〉 손실이 있는 레지스터 마크의 실험 결과

## 3. 결 론

전자 인쇄는 RFID 태그, 스마트 센서, 플라스틱 태양 전지 등의 전자 소자 생산까지 대량생산으로 그 활용 범위가 넓어지고 있다. 이러한 전자 소자를 대량으로 생산할 수 있는 물투물 방식중의 그라비아 인쇄에 영상 처리를 이용하여 해상도가 높고, 속도가 빠른 전자 인쇄에 인용할 수 있는 마크를 설계했으며, 인쇄의 품질은 영상처리용 레지스터 마크 간의 오차에 의해 결정되므로 영상처리용 레지스터 마크의 형상이 중요하게 된다. 본 논문에서는 다양한 인쇄 조건하에서도 구분점을 명확히 인식할 수 있는 형태인 각형으로 영상처리용 레지스터 마크를 설계했을 때 구분점이 많기 때문에 손실이 있어도 패턴매칭을 하는데 높은 일치율을 보여 전자 인쇄에 성능향상이 기대된다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 권혁기, "LabVIEW를 이용한 고속 인쇄기의 레지스터 컨트롤러의 개발에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회, 1728~1729, 2008
- [2] 김재현, "직접인쇄회로기술 동향", 공학기술논문집, 2008
- [3] 최병오, "전자 소자 프린팅을 위한 물 투 물 프린팅 장비 개발", 대한기계학회 추계학술대회, 2365~2370, 2005
- [4] 설승기, "전기기기 제어론", 도서출판 브레인 코리아, 2002