

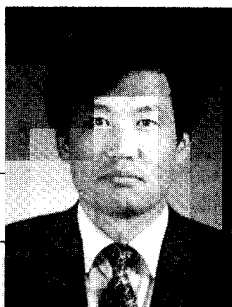
Laser 응용 Roll 각인 기술 개발



서 정

(KIMM 산업기술연구부)

- '82 부산대학교 기계공학과 (학사)
- '84 부산대학교 대학원 기계공학과 (석사)
- '92 포항공대 기계공학과 (박사)
- '84 - '87 부산대학교 조교
- '87 - '88 포항공대 연구원
- '92 - '93 포항공대 기계공학과 Post-Doc.
- '93 - 현재 한국기계연구원 선임연구원



한 유 희

(KIMM 산업기술연구부)

- '78 연세대학교 기계공학과 (학사)
- '84 독일 브라운슈바이크 공대 기계공학과 (석사)
- '87 독일 브라운슈바이크 공대 기계공학과 (박사)
- '87 - '89 독일 항공우주연구소 연구원
- '89 - 현재 한국기계연구원 책임연구원

1. 서 론

레이저를 이용한 롤 가공기술의 응용성은 다양하며, 대표적인 응용분야로서 스테인레스 판재 압연롤의 잉그레이빙, 그라비아 인쇄용 롤의 잉그레이빙을 예로 들 수 있다. 레이저를 응용한 롤 가공 공정은 금속롤에 광경화성 또는 광분해성 폴리머를 도포한 후 원하는 무늬형상대로 레이저 빔을 선별적으로 조사하고 에칭하여 잉그레이빙하는 기술이다.

무늬가 각인된 스테인레스 강판은 무늬 외장성 및 구조감을 가지고 있으며, 부식에 강하기 때문에 싱크용품 및 건축 내·외장재로 사용되고 있다. 무늬가 각인된 스테인레스 강판은 이러한 장점 외에 부가가치의 창출면에서도 바람직하며 현재 그 수요가 증가하고 있다.

한편, 인쇄산업중에서 그라비아(gravure) 인쇄는 풍부한 색채감과 광택이 나는 고급 인쇄기술이며, 신문, 잡지 등의 지류, 의류, 금속박, 플라스틱 필름 등의 재료에 인쇄할 수 있는 대량·고속 인쇄 방법이다. 그러나, 이 방식의 단점은 그라비아 실린더(인쇄용 롤)의 제판이 어렵고, 제판비가 고가이며, 화선부의 수정이 거의 불가능하기 때문에 국산 그라비아 인쇄 롤의 제판기술이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 특히, 선진국의 daetwyler등에서는 그라비아 인쇄 시장을 겨냥하여 레이저를 이용한 그라비아 잉그레이빙 장치를 선보이고 있다. 국내의 경우 산업의 고도화와 함께 광고, 잡지, 포장재의 인쇄량이 빠르게 증가하고 있으며, 그라비아 인쇄의 수요 또한 증가할 것이다. 그라비아 잉그레이빙 시스템은

전량 수입에 의존하고 있어 이에 대한 대책이 필요하며, 기존 시스템의 관리 유지에 드는 비용(인건비) 절감 및 생산성 향상이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 레이저를 이용한 압연롤 및 그라비아 인쇄용 롤 가공기술을 확보하기 위하여 롤 각인 공정을 분석하고 시스템 구성에 중점을 두었다. 본 연구를 통하여 압연롤 각인기술을 확보하였으며, 그라비아 인쇄용 halftone S/W를 개발하고 주변장치 및 운용 S/W 보안을 통한 인그레이빙 시스템을 구성하였다.

2. 롤 각인 공정분석

레이저를 이용하여 금속 롤에 무늬를 식각하기 위해서는 UV(ultra-violet) 광경화성 폴리머를 사용하는 방법과 IR(infrared) 광분해성 폴리머를 사용하는 방법이 있다.

그림 1은 폴리머의 광경화성을 응용한 금속 롤의 무늬식각 공정도이다. 우선 (a)와 같이 롤 표면에 UV 광경화성 폴리머를 코팅한 후 건조시킨다. 폴리머가 코팅된 롤 표면에 UV 광원의 레이저 빔을 (b)와 같이 선별적으로 조사한 후 폴리머를 현상액으로 세척한다. 여기서 빔이 조사되어 광경화가 일어난 부분은 (c)와 같이 롤 표면에 남게 된다. 다음으로 산성의 에칭액으로 롤을 부식시키면 경화된 폴리머는 부식액에 용해되지 않고 남게 되어 이 부분은 식각되지 않

으므로 (d)와 같이 된다. 이 후 롤을 물로 세척하여 광경화된 폴리머를 제거하고 나면 (e)와 같이 식각된 롤을 얻게 된다.

그림 2는 폴리머의 광분해성(laser ablation)을 응용한 금속 롤의 무늬식각 공정도이다. (a)에서와 같이 롤 표면에 광분해성 폴리머를 코팅한 후 건조시킨다. 그리고, (b)와 같이 IR 광원의 레이저를 표면에 선별적으로 조사하면 레이저 빔이 조사된 부분의 폴리머는 분해되어 없어지고 빔이 조사되지 않은 부분의 폴리머는 (c)와 같이 롤 표면에 남아 있다. 다음으로 에칭액으로 롤을 부식시킨후 폴리머를 제거하고 나면 식각된 롤을 얻게 된다.

그림 1과 그림 2로부터 롤 표면의 위치에 따라 선별적으로 레이저 빔을 조사하여 부분 광경화 또는 광분해를 시킨 후 식각 공정을 이용하면 원하는 모양의 요철면을 갖는 가공 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 한편, 광분해성 응용공정은 광경화성 응용공정에 비해 현상공정의 생략과 레이저 빔이 조사된 부분이 식각되는 점이 큰 차이라고 할 수 있다.

2.1 폴리머의 광경화성 분석

레이저 빔에 의한 폴리머의 경화폭을 측정하기 위하여 그림 3과 같은 경화형태를 사용할 수 있다. 그림 3(a)는 이웃한 몇 개의 격자점에 빔

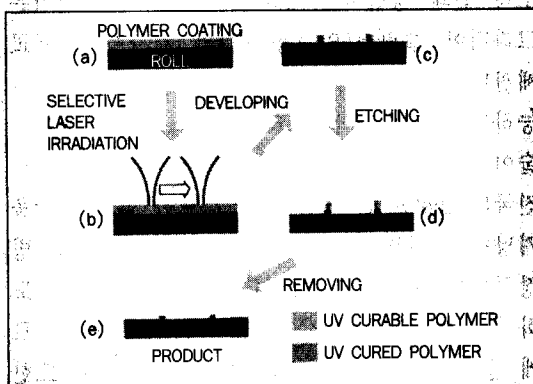


그림 1. 폴리머 광경화성응용 식각공정

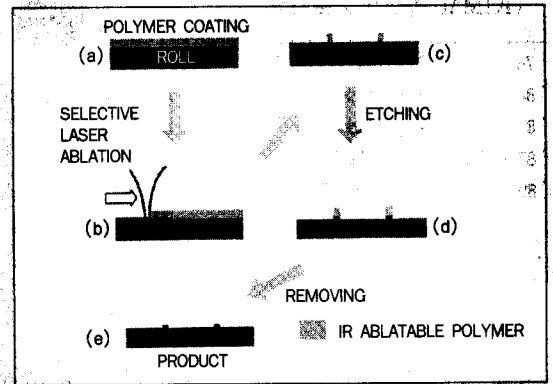


그림 2. 폴리머 광분해성응용 식각공정

을 조사하여 경화된 부분이 원의 형태를 갖도록 경화하는 경우이다. 격자점이 많을수록 원은 부드러운 외곽선을 가질 수 있으며, 원주방향으로 연속되는 격자점들에 대해 빔을 on 시켜 조사시킬 경우 그림과 같이 원주방향으로 끌리는 원모양이 경화된다. 이 때 롤 표면에서 경화된 원의 실제 측정 직경을 D라하고, 격자 간격을 S, 원의 직경은 빔을 조사한 격자점수로 N개라 하면 롤 표면 위에서 한번의 on 신호에 경화되는 폭 W는 $D-N*S$ 로 추정할 수 있다. 이와 반대의 경우로 그림 3(b)와 같이 원 주변을 경화시키는 경우, 롤 표면 위에서 한번의 on 신호에 경화되는 폭 W는 $(N+2)*S-D$ 로 추정할 수 있다. 이 때 D는 경화되지 않고 남은 원의 측정 직경을 말한다. 그리고, N은 빔을 조사하지 않은 격자점의 수를 말한다.

경화폭의 측정을 위해서 직경이 60mm인 롤을 사용하였으며, 1회전당 격자수를 10,000개로 하였다. 따라서 격자 간격은 $19\mu\text{m}$ 임을 알 수 있다. 실험에 사용된 광경화성 폴리머는 국내의 태양잉크사 제품(PER-20K, Taiyo Ink MFG. Co.)이며, 그림 1과 같이 롤 표면에 폴리머 도포후 건조과정을 거쳐 제작된 롤을 시스템에 장착시켜 광경화실험을 한 후 현상하여 광경화부위를 측

정하였다. 사용된 UV레이저는 아르곤 이온 레이저(Coherent사의 Innova328)이다.

초점거리 254mm인 렌즈를 사용하여 그림 3(a)와 같이 몇 개의 화소로 내부가 경화되는가를 원을 구성하여 실험한 결과를 표 1에 정리하였다. 이 때 경화된 원의 직경 D는 현미경을 이용하여 측정한 것이다. 그 결과 초점에서 레이저 빔에 의해 경화되는 평균적인 직경은 약 $160\mu\text{m}$ 임을 알 수 있었다.

그림 3(b)와 같이 원의 외부를 경화시켜 원주를 측정하는 경우는 표 2와 같다. 여기서는 렌즈의 초점거리를 50mm로 하고, 레이저의 출력을 약 300mW, 회전속도를 600rpm으로 하였을 경우이며, 경화되는 직경은 약 $110\mu\text{m}$ 였다. 초점렌즈를 50mm로 하였을 경우 초점면에서 적은 경화폭을 얻을 수 있었기 때문에 섬세한 무늬가공을 위해 짧은 초점렌즈를 선택하는 것이 적절함을 알 수 있다.

실험에 사용된 PER-20K 폴리머는 반도체 회로 제작에 사용되고 있는 국내제품의 폴리머이므로 직접구매가 가능하다는 큰 장점을 갖고 있다. 기존 연구에서 PVA 계통의 폴리머(PVA+Diazo)와 Acrylate계통의 폴리머(IRR160+D184)의 자외선에 대한 경화실험을 실시한 바 있다. 각각 $4\mu\text{s}$, $1\mu\text{s}$ 의 빔 조사시간에서도 경화가 되는 성질을 가지고

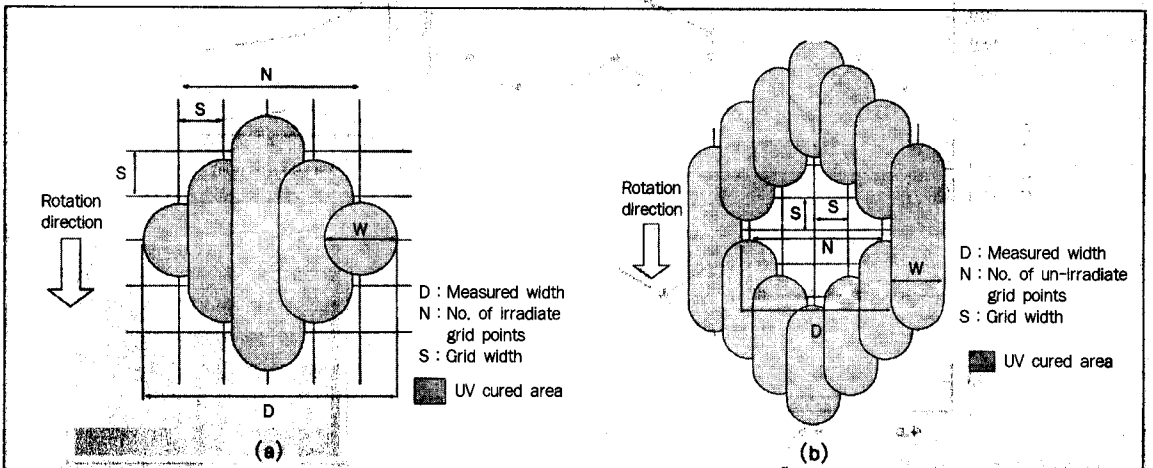


그림 3. (a) 경화격자점으로 구성된 원
(b) 경화되지 않은 격자점으로 구성된 원

있으나, 금속과의 친화력을 고려할 때 PER-20K 보다는 적절하지 못함을 알 수 있었다.

표 1. 경화폭 측정 결과(f=254mm, 그림 3(a)형상)

광경화 시킨 격자 수 N(개)	측정 경화 폭D (mm)	추정 경화 직경 W=D-N*S(mm)
18	0.51	0.17
11	0.35	0.14
7	0.3	0.16
4	0.25	0.17

표 2. 경화폭 측정 결과(f=50mm, 그림 3(b)형상)

광경화 시킨 격자 수 N+2(개)	측정 경화 폭D (mm)	추정 경화 직경 W=(N+2)*S(mm)
28	0.42	0.11
21	0.29	0.10
17	0.21	0.11
13	0.13	0.11

2.2 폴리머의 광분해성 분석

레이저 빔에 의한 폴리머 광분해(Laser

Ablation)는 레이저의 빔에 의한 폴리머의 열적 분해를 의미한다.

그림 4는 Nd:YAG 레이저를 사용한 ablation 결과이다. 여기서 레이저 출력은 16W이며, scan speed는 60m/min이다. 사용된 black polymer는 독일제품(Schapers Druckformtechnik GmbH)이며, 검은색을 띠므로 빔 흡수율이 높고, ablation 후 잔류물질이 전혀 남지 않음을 알 수 있었으며, 최소선폭 25μm까지 가공이 가능하였다.

국내제품의 폴리머를 사용하는 경우, 탄소성분의 잔류물이 존재하여 분해성이 완벽하지 못함을 알 수 있었으며, 이를 해결하기 위해서는 레이저 광분해 공정에 적합한 폴리머의 개발이 요구된다.

3. 레이저 광경화성 응용 롤 각인 시스템의 구성

폴리머의 광경화성 응용공정과 광분해성 응용 공정에 대한 기초 분석을 통하여 단기간내 국산

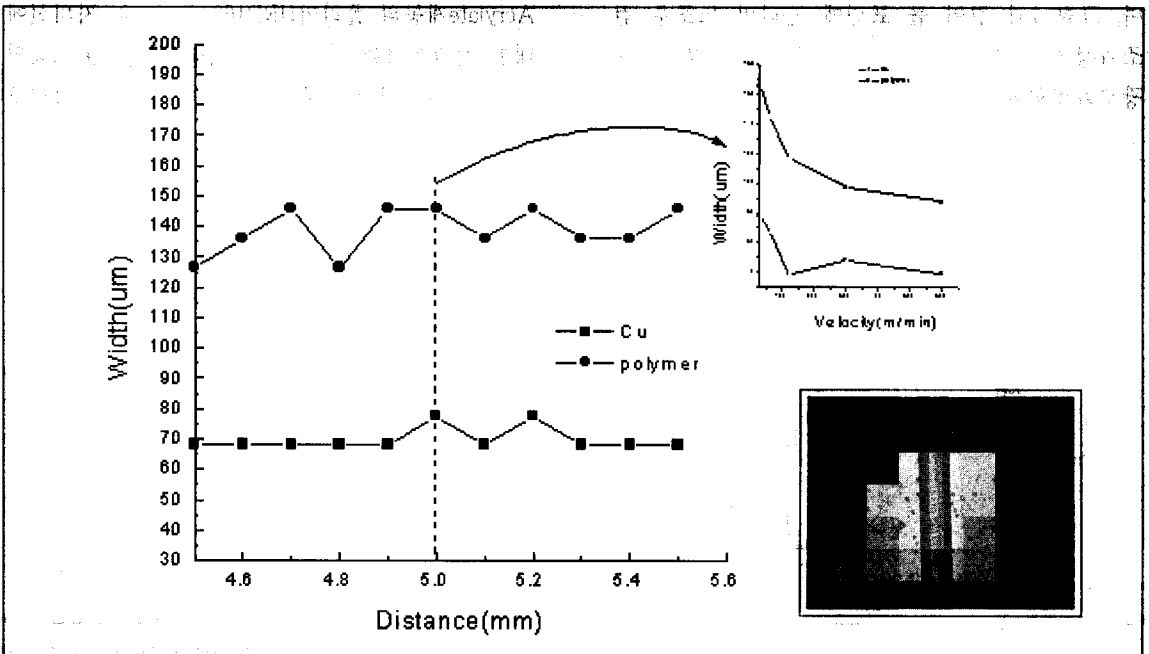


그림 4. 도포된 폴리머의 레이저 광 분해 실험 결과

화가 가능한 롤 각인공정은 광경화 응용공정임을 알 수 있다. 폴리머의 레이저 광경화성 응용 롤 각인 시스템의 전체적인 구성은 그림 5와 같다. UV 아르곤 이온 레이저에서 나온 레이저 빔은 AO 모듈레이터를 거쳐 빔 블록을 지난 후 빔 이송 및 초점형성 장치를 거쳐 롤 표면에 초점이 맺히도록 되어 있다. 롤 표면은 광경화성 수지가 도포되어 있고 롤은 고속으로 회전한다. 드럼 표면에 무늬를 만들기 위한 PC 기반의 콘트롤러가 롤 가공장치의 기계적인 구동을 제어할 뿐 아니라, 롤의 회전 위치와 연계하여 주어진 그림 데이터의 정보대로 AO 모듈레이터를 작동시켜 빔의 경로를 차단 또는 개방함으로써 롤 표면에 도포된 광경화성 수지를 가공하고자 하는 무늬대로 경화시킨다.

시스템에서 사용되는 아르곤 이온 레이저는 Coherent사의 Innova328이며, 최대출력 1W, 빔 직경은 빔 허리(beam waist)에서 약 1.5mm, 총 발산각은 0.5mrad 그리고 파장은 멀티라인(multi-line)으로 333.6nm~363.8nm에 이른다. 이 중 351.1nm와 363.8nm의 파장이 강하다. AO 모듈레이터는 Intra-Action사의 제품으로 Beam deflection 각도는 약 4.25mrad이다. 그리고 optical rise time은 최대 약 55ns, active aperture height는 2mm이다.

모터 제어 보드로써 MEI(Motion Engineering

Inc.)사의 LC/DSP를 사용하였다. 롤의 회전각에 따른 레이저 빔의 on/off 동기 제어를 위해 회전 인코더 (rotary encoder)를 채용하였으며, 필요에 따라 적당히 분주하여 동기 신호 (분주 클락(clock))로 사용할 수 있다. 롤 표면의 수지층을 경화하여 나타내게 될 무늬에 대한 그림 데이터는 0과 1의 데이터로 버퍼(buffer)에 저장되어 있다가 롤이 회전함에 따라 회전 인코더의 분주 신호에 동기되어 순차적으로 내보내지며 이 신호는 AO 모듈레이터 제어신호로 사용되어 결국 레이저 빔을 on/off 제어한다.

그림 6은 그림 데이터를 인코더 신호에 동기되어 FIFO를 이용한 AO 모듈레이터 제어신호 발생까지의 과정을 보여주는 타이밍 차트이다. 그림의 높이(화소수)와 폭(화소수)은 롤의 길이방향으로 주사되는 레이저 빔의 수와 1회전당 데이터 버퍼에서 내보내지는 비트(bit)수(분주 클락수)와 같게 한다. 즉, 롤의 원주 둘레를 분주된 클락수로 나눈 값을 1회전당 진행거리로 한다. 따라서, 이 진행 거리와 원둘레를 따라 분주된 위치로 나누어진 작은 격자들에 대해 레이저 빔을 on/off 할 것인지를 결정할 수 있다. 롤의 회전 인코더 신호를 2분주하여 사용한다면 이때 CLOCK신호는 SOCP와 같게 된다. SO(serial out)는 Ox92f2와 같은 순차적인 16bit의 parallel 데이터를 CLOCK 신호에 맞춰 내보내는 신호이다.

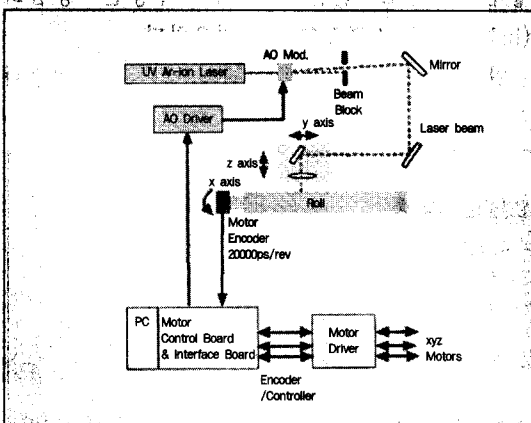


그림 5. 시스템 개략도

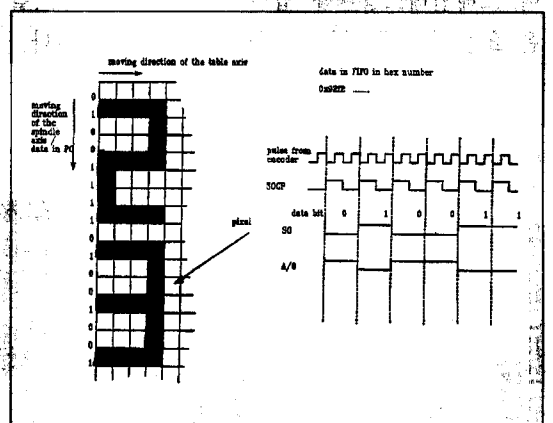


그림 6. 그림 데이터와 AO 모듈레이터 제어

4. 압연롤 제작으로의 응용

재질이 공구강인 압연롤의 표면을 매끄럽게 연마하였다. 압연롤을 세척후 광경화성 수지를 롤 표면에 도포한 후 건조시켜 준비하였다. 가공할 롤의 1회전당 격자수를 10,000개로 설정하였으며, 1회전당 빔 집속장치가 롤의 길이 방향을 따라 진행하는 거리는 20 μ m로 하였다. 따라서, 화소의 격자를 조정하는 롤 표면 위에서의 위치 정밀도는 20 μ m 정도로 설정되었다. 사용한 집속 렌즈의 초점 거리는 50mm, 롤의 회전 속도는 600rpm, 레이저 출력은 레이저 출력단에서 약 300mW로 하였다. 이 경우의 작업 속도로서는 1m의 폭을 가공하는데 약 83분 정도 소모되었다. 준비한 무늬는 그림 7과 같은 모양이 반복되는 것이다.

시스템에서 레이저 빔 조사에 의한 광경화 작업을 마친 롤을 현상하였다. 다음에 수은등을 이용하여 후경화를 마치고 식각(에칭)작업을 하였다. 에칭액으로는 질산 수용액을 미온으로 가열하여 사용하였으며, 약 25~30분 동안 120~150 μ m의 식각 깊이를 얻을 수 있었다. 식각 작업후 롤을 세척하고 수산화 나트륨 수용액에서 경화되었던 수지층을 제거하여 최종의 무늬 각인용 압연롤을 얻었으며, 그 결과는 그림 8과 같다. 제작한 압연롤을 삼미특수강 생산라인에 설치하여 스테인레스강판을 압연한 결과 그림 9와 같은 요철 무늬를 갖는 스테인레스강판을 얻었다.

폴리머의 레이저 광경화성을 응용한 압연롤

제작기술은 기존의 방전가공이나 도안 필름을 이용한 방법에 비교하면 다음과 같은 장점이 있다. 우선적으로, 가공 도구의 마모등에 의한 제품 품질의 불균일함이 없으며, 이음매 등에 의한 불량 발생요인이 없다. 그리고, 도안 필름을 제작하고 작업을 관리할 숙련공이 필요치 않으며 공정자동화가 용이하다. 또한, 가공 시간면에서도 무늬 도안만 주어지면 반나절 정도에 작업이 이루어지는 매우 빠른 공정이며, 회전 인코더를 채용하여 위치 동기 신호로 사용하였기 때문에 무늬의 정밀도 및 반복성이 우수하다.

5. 그라비아 인쇄용 롤 각인용 Halftone S/W 개발

컬러 그라비아 인쇄방식으로 인쇄물을 만들기 위해서는 기본적으로 CMYK(Cyan, Magenta, Yellow, black)의 4판이 분판되어 잉크가 전이되어야 한다. 그런데, 근본적으로 오목판 인쇄방식인 그라비아는 잉크의 포켓 즉, cell이 마름모 또는 정사각형인 것이 잉크를 doctoring 하는데 가장 바람직하다. 컬러 그라비아 인쇄에서 사각형의 망점으로 계조를 만드는 방법은 망촬영을 하여 얻었으나, 최근에는 대부분 컴퓨터에 의해 망이 있는 원고를 만들고 image setter 및 필름 출력기에 의해 그 공정을 대체하고 있다. 따라서 망점 형태로 만들기 위한 적당한 망점화(halftoning) 소프트웨어가 필요하다.

연속계조를 사각형의 망점이 생기도록 망점화

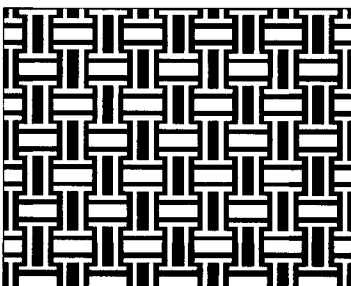


그림 7. 식각될 무늬 패턴

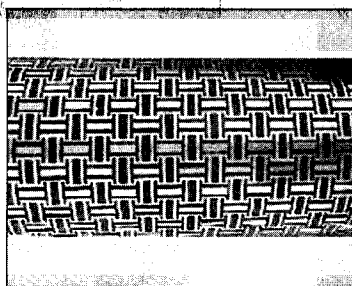


그림 8. 식각된 압연롤의 형상

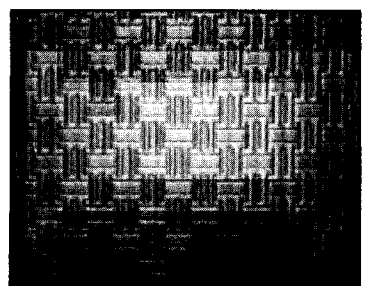


그림 9. 무늬강판

하는 소프트웨어들은 adobe photoshop을 비롯하여 다수가 있으나, 이들은 대부분 평판 오프셋 인쇄용 망점화 프로세싱에 적당하고, 그라비아 제판용으로 사용하기 위해서는 프로그램의 수정이 필요하다. 또한 그 출력상태가 그라비아 인쇄 메커니즘에서 원하는 기능을 충족해주기 어렵다. 한편 대부분의 망점화를 위한 상업용 인쇄 소프트웨어들은 package화하여 판매되고 있으며, 그 원시프로그램들을 비공개로 되어 있기 때문에 새로운 그라비아 인쇄용 롤 각인 시스템을 국산화하고자 할 때는 상업용 소프트웨어를 적용할 수 없는 실정이다.

그라비아는 종류별로 깊이 차이에 의해 농담의 계조를 나타내는 컨벤셔널(conventional) 그라비아와 망점의 면적비에 의해 계조를 나타내는 망점 그라비아 및 혼합된 방식이 있는데, 본 절의 연구는 주로 망점 그라비아에 관한 소프트웨어개발에 관한 것이다.

그라비아 인쇄를 위한 출판 인쇄용 비트맵 데이터를 생성하기 위해서는 여러 가지 방법이 있을 수 있으나, 본 연구는 원고를 mapping 한 후 회전하고 만들어진 일정 인쇄농도를 확장하여 만들고, 이 방법을 소위 사상(寫像)과 농도확장법(mapping and equal density expansion, MNDE)이라고 명명하였다. 개발된 알고리즘에 의해 Microsoft Visual C++2.0 언어로 프로그램

을 만들어 원도를 망점화한 예가 그림 10과 11에 나타나 있다. 그림 10에서 32×32 bit로 청밀한 사각형 망점을 얻을 수 있음을 알 수 있고, 그림 11로 부터 64×64 bit로 정확한 사각형이 만들어짐을 알 수 있다.

인쇄물에서 전체의 컬러를 나타낼 수 있는 방법은 중첩 인쇄하는 dot on dot 방법과 옆에 인쇄하는 dot off dot 방법, 그리고 스크린의 각도를 회전하여 만드는 rotated 방법이 있다. 이들 방법 중에서 rotate 하는 방법으로 프로그래밍하였다.

컴퓨터는 133Mhz, 64M ram IBM, 의 개인용 컴퓨터를 사용하였는데, 이와 같은 저가의 범용 컴퓨터를 사용하여 프로그래밍 할 경우, 일반적으로 bit map image 프로그래밍의 단점으로서 용량이 커지는 문제로 컴퓨터에 로딩이 어려운 경우가 있다. 그러나, CAD 확장 프로그래밍 기법을 이용하여 자체의 file 크기가 100 Mbyte 정도가 된다고 해도 메모리 관리 및 처리를 무난히 할 수 있도록 고려하여 소프트웨어를 만들었다.

본 연구에서 개발한 S/W 의 특징은 첫째로, 일반적인 인쇄용 프로그램들이 Machintosh 컴퓨터를 이용하기 때문에, 부대 장비들이 IBM PC에 비해 상대적으로 고가인 점을 감안하여 IBM용으로 제작한 것이다. 따라서, 현재 300 Mhz 이상 속도의 IBM 컴퓨터가 범용으로 등장하였고,

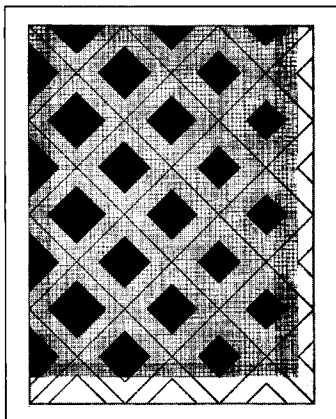


그림 10. 32×32 bit 망점화

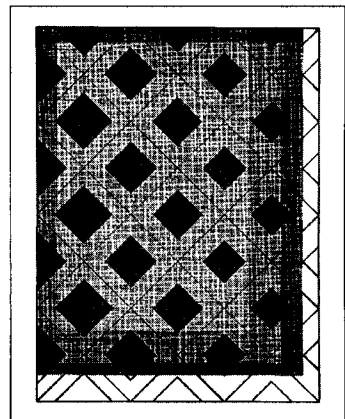


그림 11. 64×64 bit 망점화

CAD 및 제어가 용이하기 때문에 매우 편리하리라고 생각된다. 둘째로, 기능상으로는 거의 정확한 그라비아용 사각형 cell을 만들 수 있고, 분판(分版)의 회전 및 모아레 방지 각도의 자유로운 지정할 수 있으며, 셋째로, 읍셋에서 사용하던 변형된 망점화 프로그램과는 다른, 그라비아 전용 최적 알고리즘으로 제작하였다는데 그 장점이 있다.

이와 같이 연속계조의 bit map image 원도를 C++2.0 언어로 프로그래밍하여 나온 망점화 사진의 결과가 그림 12이다. 이 10 단계 gray scale에서 보는 바와 같이 1 cell을 64×64 단계로 만들었을 경우, 1 단계 및 10 단계 모두 콘트라스트가 높은 그라비아 계조를 나타낼 수 있다는 것

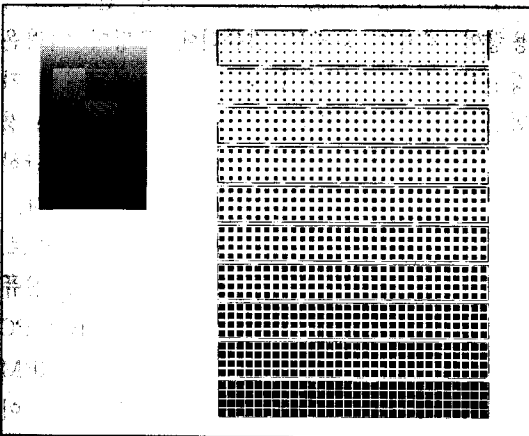


그림 12. 10단계 gray scale의 그라비아 계조

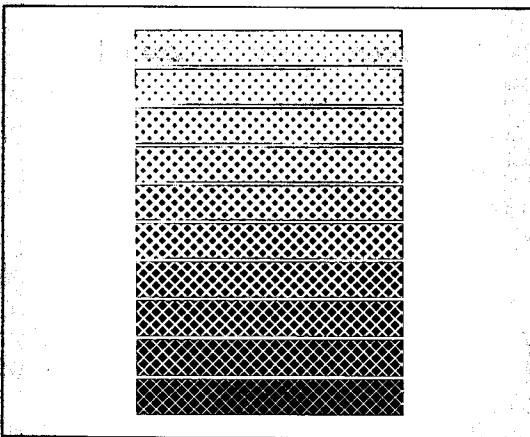


그림 13. 45도 회전한 그라비아 계조

을 알 수 있다.

그림 13은 사상과 동일농도 확장법에 의해 45°회전하여 얻은 망점들을 다시 10 단계 gray scale로 나타낸 것이다. 대부분의 망점들이 사각형을 유지하고 있으며, 이 결과는 그라비아 인쇄의 잉크 doctoring이 아주 양호하게 될 수 있음을 보여 준다.

실제 그래픽 이미지를 4색으로 분판하고 회전하여 원하는 값을 입력시킨후 출력한 종합적인 결과가 그림 14에 나타나 있다.

Adobe photoshop에 의해 만든 그림들의 일부는 계조를 나타내는 방법이 다소 그라비아 제판법과 다르다. 즉, 대소의 망점 사각형의 집합으로 나타내는 대부분의 면처리와 달리, 일부분의 면적에서는 변형된 사각형 모양으로 직선에 의한 기하학적인 도형에서 벗어나는 현상을 볼 수 있다. 이런 현상은 평판 읍셋용 망점화로는 적당하지만 그라비아는 완전한 잉크의 전이가 어려운 모양이 되는 것이다. 따라서, 본 프로그램이 그라비아 제판에는 보다 응용성이 있을 것으로 생각된다.

6. 그라비아 인쇄용 롤 각인 공정

그라비아 인쇄를 무늬식각 방법은 UV (Ultra-Violet) 광경화성 폴리머를 이용한 무늬 식각 방법을 사용하므로 시스템의 전체적인 구성은 압연롤 각인 시스템(그림 5)과 거의 같다. 그러나, 그라비아 인쇄용 롤 각인을 위한 시스템의 정밀도를 향상시키기 위해 시스템을 수정·보완하였으며, 그 구성도는 그림 15와 같다.

앞의 그림 5에서는 그림 15에서의 DCD (Distance Compensation Device)가 없으므로 빔 집속 테이블의 이동에 따라 레이저로부터 빔 거리가 달라지게 되어 롤 표면에 집속되는 초점크기가 변화하게 된다. 이를 보완하기 위한 장치가 DCD이며, 빔 집속 테이블이 y축으로의 이동거리의 1/2에 해당하는 거리를 동시에 같은 방향으로 DCD가 이동하므로 레이저로부터 롤 표면에

집속되는 빔 경로 길이를 일정하게 유지하게 하여 롤 표면의 집속 빔의 크기는 항상 일정하게 유지된다.

롤의 회전각에 따른 레이저 빔의 on/off 동기

제어를 위해 그림 5의 회전당 20,000펄스의 회전 인코더 대신에 회전당 90,000~360,000 펄스의 회전 인코더(독일 HEIDENHAIN사 제품)를 채용하여 롤 원주상의 분해능력을 향상시켰다.

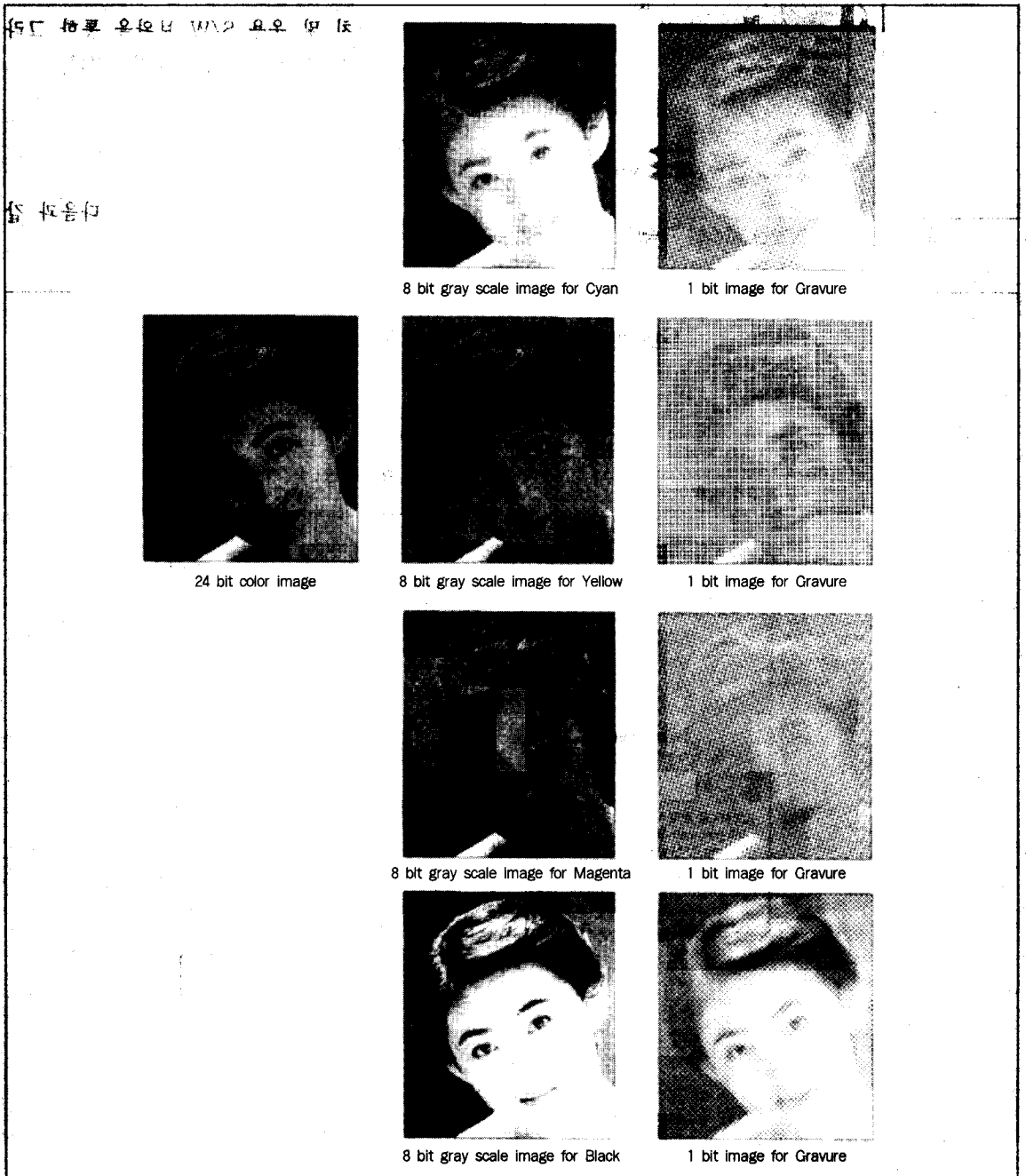


그림 14. 실제 사진으로부터 분판 및 망점화 처리한 결과

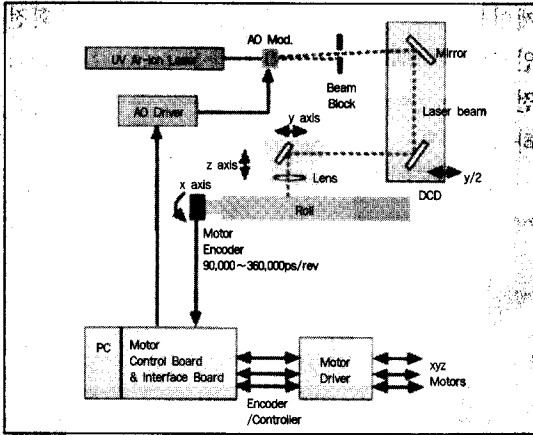


그림 15. 수정·보완된 시스템 개략도

프로그램을 구동하여 roll을 가공하기 전에 이미지 data file을 준비해야 하며 그 과정은 그림 16과 같다. 이미지데이터가 준비되면 시스템 운용 프로그램을 구동시킨다.

이상과 같이 그라비아 인쇄용 Halftone S/W 개발, 주변장치 및 운용 S/W 보완을 통한 그라비아 인쇄용 롤 각인 시스템을 구성하였다.

7. 결론

본 연구를 통하여 얻은 연구결과는 다음과 같

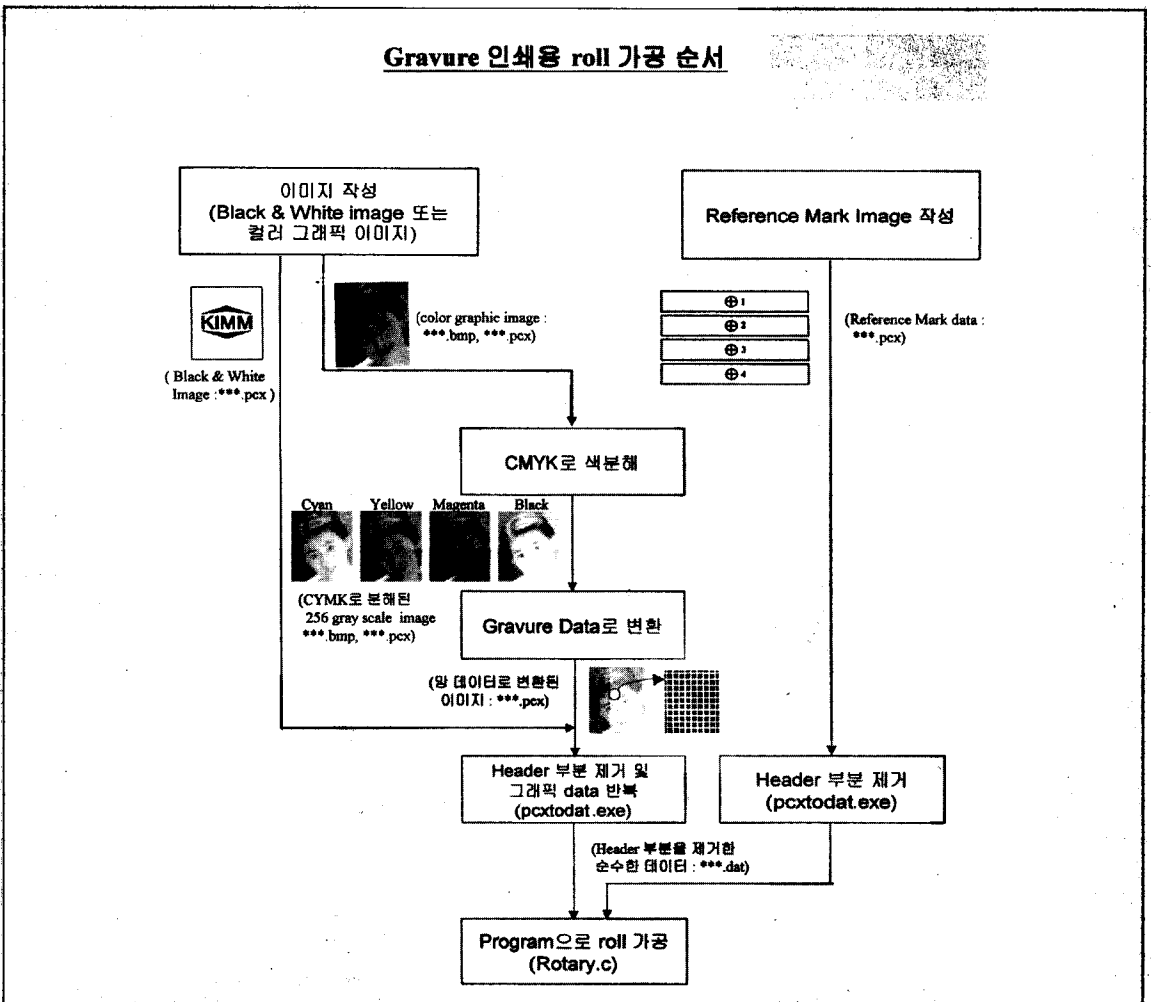


그림 16. 이미지 데이터 준비 공정도

이 요약될 수 있다.

1) 폴리머의 광경화성과 광분해성을 응용한 무늬식각 공정 분석을 통하여 광경화성 응용공정이 최단기간내에 국산화가 가능함을 알 수 있었다.

2) 폴리머의 레이저 광경화성 응용 롤 각인 시스템 구성하여 압연롤 제작에 적용한 결과, 기존의 전기방전이나 도안필름을 이용한 방법에 비해 우수성이 입증되었으며, 압연롤 각인기술의 국산화가 가능하였다.

3) 레이저 그라비아 각인용 Halftone S/W 개발하였다. 망점 알고리즘을 독자적으로 개발하였으며, 개발된 S/W는 CAD 및 재어가 용이하고 PC에서 구동 가능하다. 또한, 각인 시스템에 적합한 data 변환 가능한 그래픽 data 제공할 수 있다.

4) 그라비아 인쇄용 롤 각인 시스템 구축을 위하여 기존 시스템의 주변장치를 보완하여 시스템 정밀도 향상시켰으며, PC 운용 S/W 보완하여 시스템 인터페이싱 성능을 확보하였다. 향후 그라비아 인쇄 작업을 통한 인쇄정밀도를 분석 및 평가하여 그라비아 인쇄용 각인기술을 확보하고 이를 업체에 기술이전할 수 있도록 상품화에 중점을 두고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] Jean-Pierre Fouassier Ed. "Lasers in Polymer Science and Technology: Application", Vol. I - IV. CRC Press. Boca Raton, 1990.
- [2] "감광성 수지의 합성과 응용", CMC, 1982.
- [3] 박정호의 3인 "레이저를 이용한 Polymer 가공", 제6회 레이저 가공기술 심포지움, 한국기계연구원, pp. 137-148.
- [4] 한유희의 5인, "직물나염용 로터리 스크린 제판 시스템 개발", 한국정밀공학회 '96년 춘계학술대회, pp. 574-580. 1996.
- [5] 한유희의 5인, "직물나염용 로터리 스크린 제판 시스템 개발", 제7회 레이저 가공기술 심포지움, 한국기계연구원, pp. 179-186, 1996.
- [6] 강춘길 역, "원도, OS/2비트맵 그래픽", pp.18-161, 도서출판 삼각형, 1997.
- [7] 신재성, "그라비아 인쇄와 연포장기술" 인쇄계사출판국, 서울, 1998.
- [8] 윤중태, "인쇄현상론", 부산공업대학 출판부, 부산, 1990.
- [9] 황시영, 최홍영, 이용철, "컴퓨터 그래픽 이론과 실제", pp.115-121, 1995.
- [10] Chen J., "An investigation of color variation as a function of register in dot-on-dot multicolor halftone printing," Proc. TAGA, pp.315-334, 1984.
- [11] Delabastita P. A., "Screening techniques, moire in four color printing." Proc. TAGA, pp.44-65, 1992.
- [12] Engeldrum P. G., "Four-color reproduction theory for dot formed imaging systems," J. Imag. Tech., 12, 126-130, 1986.
- [13] Kim C., Kim S., Seo Y., and Kweono I., "Model-based color halftoning techniques on perceptually uniform color spaces," Proc. IS&T 47th Annual Conf., May 15-20, Rochester, NY, 1994.
- [14] Pappas T. N., "Model-based halftoning for color images." Proc. IS&T Eighth International Congress on Advances in Non-Impact Printing Technologies, Oct.25-30. Williamsburg, Virginia, 1992.
- [15] Rhodes W. L. and Hains C. M., "The influence of halftone orientation on color gamut and registration sensitivity", Proc. IS&T 46 Annual Conf., may 9-14, 1993.
- [16] Roger D. F. and Adams J. A., "Mathematical elements for computer

- graphics", 2nd ed., pp.78-88, McGraw-Hill, 1990.
- [17] Stucki P., "Algorithms and procedures for digital halftone generation." Proc. SPIE 1670, pp.26-40, 1992.
- [18] Ulichney R., "Digital Halftoning", MIT Press, London, England, 1993.
- [19] Umibe F., "Some comments and proposals for better application of theories and tools to actual practice," IEEE Trans. Eng. Manag., 58, pp.359-365, 1991.
- [20] Viggiano J. A. S., "Modeling the color of multicolor halftones," Proc. TAGA, pp.44-62, 1990.
- [21] Viggiano J. A. S., "The +color of halftone tints," Proc. TAGA, pp.647-661, 1985.