

# 이분분할에 의한 효율적인 멀티패스 프린팅 알고리즘

임도연\*, 양명섭\*\*, 양진영\*\*

\*전북대학교 전자정보공학부 컴퓨터공학전공

\*\*초당대학교 컴퓨터학과

e-mail:imhj@nate.com

## An Efficient Multi-Pass Printing Algorithm by Binary Division

Do-Yeon Im\*, Myung-Sub Yang\*\*, Jin-Young Yang\*\*

\*Div. of Electronics and Information Engineering, Chon-Buk University

\*\*Dept of Computer Science, Chodang University

### 요 약

멀티패스 프린팅 기법은 원하는 해상도와 오류를 보상하기 위해서 디지털 인쇄 연구 분야에서 일반적으로 사용되는 기술이다. 그러나 고속 및 고해상도의 인쇄품질을 요구하는 현실에서 건조시간 단축과 근접 잉크의 분사가 인쇄품질을 저하시키는 등 다양한 문제점이 발생되고 있다. 따라서 본 논문에서는 멀티패스 프린팅 방법에서 문제점으로 제기되는 건조시간과 인접잉크의 분사에 따른 응집력에 의한 인쇄품질의 저하를 줄이기 위하여 출력영역의 이분분할 방법을 사용하여 분사함으로써 이미지의 출력품질을 향상시키는 방법을 제안한다.

### 1. 서론

IT기술의 발전과 영상매체 산업의 발전은 디스플레이 및 광고 매체제작의 산업에 대한 시장 수요를 가져왔으며 국내외적으로 고해상도 디지털 출력기 구축에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 특히, 출력 헤드 제작 기술을 가지고 있는 선진국을 중심으로 고해상도의 출력 품질을 위하여 다양한 영상처리 기술을 적용한 연구를 진행하고 있다[4][5].

일반적으로 출력기에서 원하는 해상도와 오류를 보상하기 위해서는 인터레이스 시스템으로 불리는 멀티 패스 프린팅 알고리즘을 사용한다. 멀티패스 프린팅 시스템은 저해상도의 프린터 헤드를 가지고 수직이나 수평방향으로 보다 높은 해상도를 얻는 방법이며 기본적인 개념은 프린터 헤드의 노즐사이를 보충하여 반복 출력하는 방법이다.

그러나 고속 및 고해상도의 인쇄품질을 요구하는 현실에서 건조시간의 단축, 그리고 근접 잉크의 분사는 잉크간의 응집력으로 균일한 이미지 분포를 형성하지 못하여 인쇄품질을 저하시키는 등 다양한 문제점이 발생되고 있다. 또한 헤드의 노즐 장애나 미세한 미디어 이송의 오류는 프린팅 밴딩으로 불리는 주기적인 패턴은 출력물의 품질을 저하시키는 근원이 되고 있다.

따라서 프린터에 대한 기계적인 조정 외에 추가로 시스템은 가능한 부정확성을 보상하기위해 충분하고 강한 멀티패스 프린팅 기술이 요구된다. 본 논문에서는 멀티패스 프린팅 방법에서 문제점으로 제기되는 건조시간과 인접잉크의 분사에 따른 응집력에 의한 인쇄품질의 저하를 줄이

기 위하여 출력영역의 이분분할 방법을 사용하여 분사함으로써 이미지의 출력품질을 향상시키는 강건한 멀티패스 프린팅 방법을 제안한다. 실험에 의하여 제안된 방법의 시각적인 결과들은 일반적인 멀티패스와 강건한 멀티패스사이에서 이미지의 질이 확연히 차이를 보인다.

본 논문의 구성은 제2장에서는 기존의 멀티패스 프린팅 방법과 문제점을 설명하고, 3장에서는 제안된 방법의 멀티패스 프린팅 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 시뮬레이션 방법에 대하여 설명하고 마지막으로 결론을 맺는다.

### 2. 관련연구

멀티패스 프린팅에서 인쇄 헤드 노즐간격의  $n$ 배인 해상도로 인쇄물을 출력하려면 인쇄 헤드가  $n$ 회의 분사 패스를 해야 한다. 일반적으로 사용하는 멀티패스 알고리즘은 단일픽셀 전진과 다중픽셀 전진 멀티패스 기법을 이용한다.

#### 2.1 단일픽셀 전진 멀티패스

단일픽셀 전진은 한 픽셀씩 전진하는 멀티패스 방법이다. 시스템 오류를 확인하거나 각 노즐의 오류를 눈으로 쉽게 확인하기 위한 진단 도구로 한 픽셀 전진 방법을 주로 사용한다. 이 방법은 각 패스 후에 미디어는 한 픽셀만큼 전진하며  $n$ 회 반복된 다음 미디어가 인쇄 헤드 폭만큼 전진한다. 여기서  $n$ 은 원하는 출력 해상도와 인쇄 헤드의 노즐간의 해상도로 나눈 패스 수이다.

단일픽셀 전진은 진단 기능의 장점이 있지만 두 가지

큰 단점이 있다. 첫 번째로 한 픽셀 전진을 달성하기 위한 높은 기계적 정밀도가 필요하다. 장폭 인쇄를 포함한 많은 경우에 이 정밀도를 달성하기 어렵다. 두 번째로 노즐중 하나가 작동하지 않은 경우에 각 단계에서 노즐 결합이 누적된다.

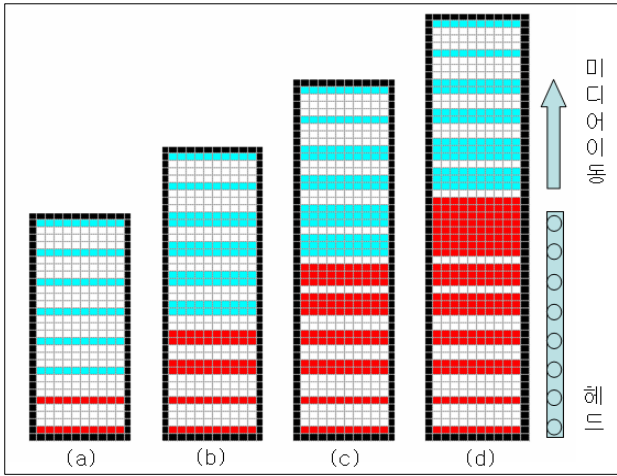
**2.2 다중픽셀 전진 멀티패스**

단일픽셀 전진 기법의 한계를 극복하기 위해 자주 사용되는 다른 멀티패스 방법이 다중픽셀 전진 기법이다. 이 기법의 멀티패스 프린팅은 단일픽셀 전진 방법과는 달리 다중 픽셀 전진 방법으로 기계적으로 구현하기가 쉽다.

다중픽셀 전진 기법에서 원하는 해상도를 구하기 위해서는 헤드 노즐수가  $n$ 개이고 멀티패스수가  $p$  일 때 이동단위는  $n$  픽셀이며  $p$  회 이동 분사하여 완성된 출력물을 형성하는 방법이다.

(그림 1)은 헤드노즐이 8개이고 4패스인 경우의 다중 픽셀 전진 멀티패스 과정을 보이며 (a),(b)(c)(d)는 단계별 분사과정이다. 이 경우에 이동단위를 픽셀로 정의할 때 8 픽셀이다.

다중픽셀 전진 기법에는 단일픽셀 전진과 달리 첫 번째 패스에서 모든 픽셀을 인쇄할 수 없으며 (그림 1)와 같이  $(n/p)$ 의 데이터부터 시작해서 점진적으로 출력하여  $p$  패스에서부터 완성된 출력물을 만들어간다.



(그림 1) 4 multi-pass

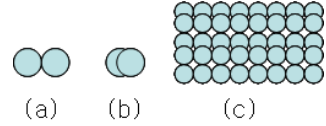
일반적으로 미디어를 일정거리로 전진하는 것이 가변거리로 전진하는 것보다 반복 단계 오류가 많아진다. 물론 가변 거리 미디어 전진이 더 구현하기 어렵다.

다중픽셀 전진 멀티패스의 또 다른 장점은 한 개의 노즐에 결합이 발생되어 작동하지 않는 경우에 특정 노즐의 결합이 인쇄 전체로 오류가 분산되어 오류가 확연히 나타나지 않는 장점이 있다. 그러나 이 방법은 단일 픽셀 전진보다 나은 기계적 시스템이지만 여전히 전진 오류가 존재한다[1][2].

**3. 제안된 멀티패스 알고리즘**

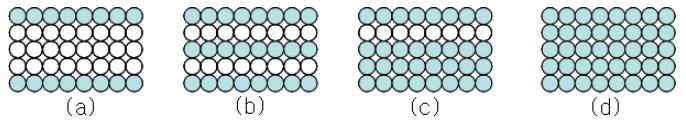
앞 절에서 설명한 집합적 멀티패스 알고리즘들은 현재

고속 및 고해상도의 프린팅 시스템에서는 기계적인 결합 이외에 다양한 물리적 예러가 발생되어 인쇄품질을 저하시키는 원인이 되고 있다. 예를 들어 고속의 시스템에서 (그림 2)의 (a)와 같이 잉크가 분사되기를 원하지만 건조되지 않는 조건에서 다시 잉크를 분사하게 되면 (b)와 같은 응집력 현상이나 번짐 현상이 나타나서 전반적으로 (c)와 같이 출력품질에 물결(graininess)현상이 나타나게 된다.



(그림 2) 잉크분사 상태

따라서 본 논문에서 제시하는 기본적인 아이디어는 (그림 3)과 같이 잉크의 분사영역을 이분 분할하여 출력하고 반복해서 다시 분사할 때 출력영역을 계속적으로 이분 분할하여 분사함으로써 (그림 2)와 같은 현상을 방지하고 고른 상태로 분사되어 좋은 인쇄품질을 얻는데 있다(그림 3).



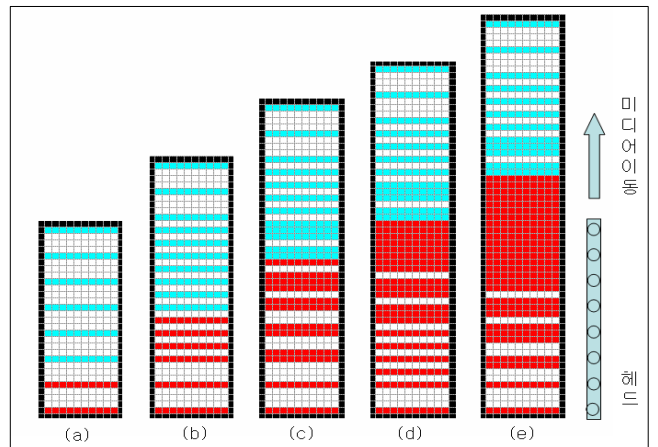
(그림 3) 이분분할에 의한 잉크분사방법

본 논문의 알고리즘은 4 multi-pass인 경우에 다음과 같다. 여기서 이동단위는 픽셀단위로 규정한다.

헤드의 노즐이  $n$ 개인 경우 (그림 4)와 같이 진행된다.

- ① (a) 번째 분사
- ② (b) 번째  $n+2$  픽셀단위 이동
- ③ (c) 번째  $n+1$  픽셀단위 이동
- ④ (d) 번째  $n-2$  픽셀단위 이동
- ⑤ (e) 번째  $n-1$  픽셀단위 이동

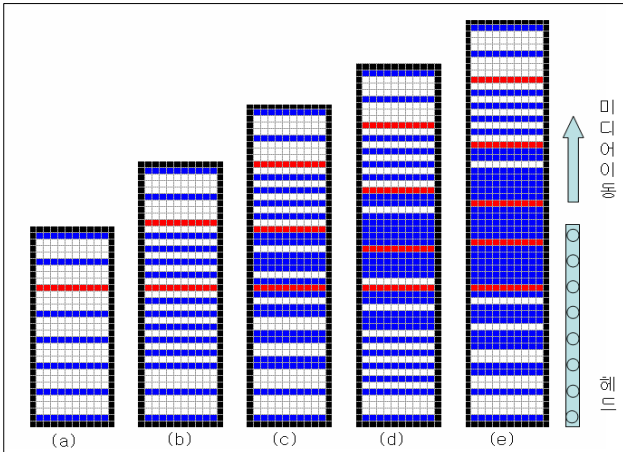
이와 같은 과정을 반복하여 인쇄한다.



(그림 4) 제안된 4 multi-pass

제안된 방법에서 헤드의 3번째 노즐에 결합이 발생되었을 때 (그림 5)에서 볼 수 있는 것처럼 특정 노즐의 결합

이 인쇄물의 전체로 오류가 분산되어 오류가 확연히 나타나지 않는 장점이 있다. 이는 사람의 눈에 시각적으로 쉽게 나타나지 않는다.

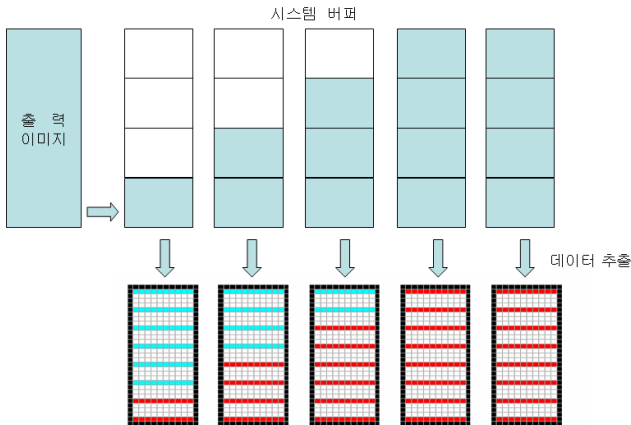


(그림 5) 헤드노즐의 결함에 의한 오류

#### 4. 시뮬레이션

제안된 방법을 시뮬레이션 하기 위해서 (그림 6)과 같이 p 패스 시스템을 설계하였다. 구현은 Windows OS 환경에서 VC++ 이용하였다. 이 시스템에서 n 패스를 진행하기 위해서는 다음과 노즐수의 n배에 해당되는 큐 버퍼를 구성한 후 원본 데이터를 한번 진행시 마다 버퍼를 채우며 또한 매 패스마다 헤드 데이터를 추출하는 방법을 이용하였다.

분사할 데이터의 추출은 (그림 6)과 같이 버퍼에서 p배 픽셀 간격으로 추출한다.



(그림 6) 분사될 헤드 데이터 추출과정

#### 5. 결론

본 논문에서는 고속 및 고해상도를 멀티패스 프린팅 시스템에서 발생하는 문제점을 해결하기 위한 강건한 멀티패스 프린팅 알고리즘을 제시하였다. 즉, 제안된 방법은 출력영역을 이분 분할하여 잉크를 분사하여 잉크의 건조시간을 증가시킴으로서 분사된 잉크 간 응집력 및 번짐 현상을 제거하여 출력된 잉크의 농도를 균일화하여 출력

품질을 향상하도록 하였다. 실험결과는 고속 및 고해상도 시스템에서 강건함을 보인다. 향후 다양한 실험과 원본 이미지의 도트(dot)를 이용한 인터레이싱에 대한 연구가 이루어지면 노즐의 결함에도 강건함을 보일 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] Cesar Nino and Roger Keane, "A Robust Multi-pass Printing Method," Dupont Color Communication (USA)
- [2] Zhigang Fan, Gaurav Sharma, and Shen-ge Wang, "Error-Diffusion Robust to Mis-Registration in multi-pass Printing," IS&T's 2003 PICS Conference.
- [3] David J. Forrest, John C. Briggs and Ming-Kai Tse, "Print Quality Analysis as a QC Tool for Manufacturing Inkjet Print Heads," Int'l Conference on Digital Printing Technologies. October 18-23, 1998.
- [4] Chang-Hwan Son, et al., "Six color separation for improving graininess in a middle tone region," SPIE-IS&T Electronic Imaging, SPIE Vol, 5293, pp110-120, 2004.
- [5] Wang Xiao-hua, et al., "Color control of the multi-color printing device," Journal of Zhejiang University SCIENCE A, pp.1187-1192, 2006