

# 오차역전과 알고리즘을 이용한 칼라 스캐너와 프린터의 통합 모델링

김홍기, 조맹섭

한국전자통신연구원 가상현실연구개발센터

hkimrock@mail.etri.re.kr

## An Overall Model for Color Scanner and Printer using EBP

Hong-Kee Kim and Maeng-Sub Cho

Virtual Reality Research Center, ETRI

요 약

현대는 빠른 기술의 발달과 제품의 대량 생산에 의한 가격의 인하로 인해 칼라 스캐너, 칼라 모니터와 칼라 프린터 같은 컴퓨터 주변 칼라 장비들이 널리 보급되었다. 뿐만 아니라 이들 장비들의 성능도 날이 갈수록 향상되고 있다. 그러나 이들 장비간의 칼라 재현 기술과 칼라 일치 문제에는 아직도 왜곡 현상이 남아 있어 이를 해결하기 위한 방법이 많이 연구되고 있다. 신경회로망에 의한 방법은 각 칼라 장비들의 특성을 쉽게 모델링 할 수 있을 뿐만 아니라 별도의 참조 테이블을 구성 할 것도 없이 직접 원하는 칼라 값으로의 매핑이 가능하기 때문에 효율적이다. 여기서는 신경회로망의 오차역전파(Error Back Propagation:EBP) 알고리즘을 이용하여 칼라 스캐너와 칼라 프린터의 모델링 구현과 이를 통합한 통합형 모델을 제시하고 나아가 이를 구현하기 위한 방법과 문제점에 대해 알아 본다.

### 1. 서 론

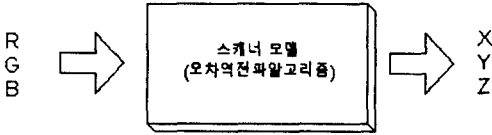
다양한 칼라 장비들이 재생할 수 있는 칼라 품질은 경쟁력을 좌우하는 중요한 요소가 되고 있다. 그러나 칼라 장비는 각각의 하드웨어적 특성을 가지고 있어서 정확한 칼라 재현은 어려운 문제로 남아 있다. 이를 해결하기 위해서 칼라 장비의 특성을 모델링하여 여러 가지 통계학적인 방법으로 칼라 왜곡을 보정하는 방법이 있다[1]. 또 다른 방법으로서 신경회로망을 이용하면 비선형적인 매핑 방법으로 효과적인 모델링을 할 수 있다. 신경회로망 기법 중 오차역전파 알고리즘[2]은 대표적인 기법으로 칼라 장비의 입력 값과 출력 값

을 가지고 학습을 하면 쉽게 모델링을 할 수 있을 뿐만 아니라 직접 원하는 칼라 값으로의 비선형 매핑이 가능하기 때문에 별도의 보정 알고리즘을 사용할 필요가 없다[3]. 여기서는 칼라 모니터와 프린터 각각의 장비에 대한 모델링과 그 결과 값을 알아 보고 이를 통합한 형태의 모델을 제시해 본다.

### 2. 칼라 스캐너와 프린터 각각의 모델링

칼라 스캐너는 이미지를 스캔하여 RGB 값의 데이터를 얻는다. 스캐너에서는 CCD 소자들이 여러 파장에 대해 비선형적 특성으로 감응하기 때문에 색의 왜곡

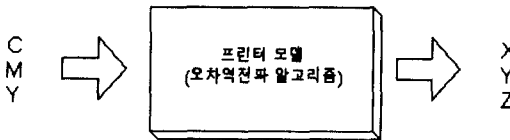
현상이 나타난다. 이를 극복하기 위해서는 스캐너의 장비 특성을 모델링해야 하며 또 이를 근거로 보정하는 작업이 필요하다. 스캐너에서의 오차역전과 알고리즘은 [그림 1]과 같이 RGB 값을 입력으로 받아 장비 독립 공간의 값인 XYZ로 출력한다[6].



[그림 1] 스캐너 모델링

[그림 1]에서 RGB는 칼라 샘플을 스캔한 후 얻은 값이고 XYZ는 칼라 샘플을 계측기로 측정된 값이다. 스캐너의 오차역전과 알고리즘은 이 값을 입력 값과 목표 값으로 받아 학습을 하며 스캐너의 하드웨어적 특성이 담긴 RGB 값에서 장치 독립적이며 목표 값인 XYZ로의 매핑을 하기 때문에 직접 칼라 보정이 이루어진다. 본 실험에서는 5개 군의 학습 데이터와 모델의 은닉층 수 및 각 층의 노드의 수를 변동하며 모델링 하였다. 결과적으로는 총 264개의 전체 칼라 샘플 중에서 168개의 테스트 샘플을 제외한 96개의 샘플로 학습하고 10개의 노드를 가진 은닉층 1개를 구성해서 모델링할 때 가장 작은 결과 값인  $\Delta CIE_{Lab}$  2.64를 얻었다.

다음은 칼라 프린터의 특성화 작업으로 CMY 값을 가지고 이를 프린터로 출력한 후 얻어진 칼라 샘플을 측정해 XYZ 값을 얻는다. 이 작업을 오차역전과 알고리즘을 사용하여 [그림 2]와 같이 모델링할 수 있다[5].



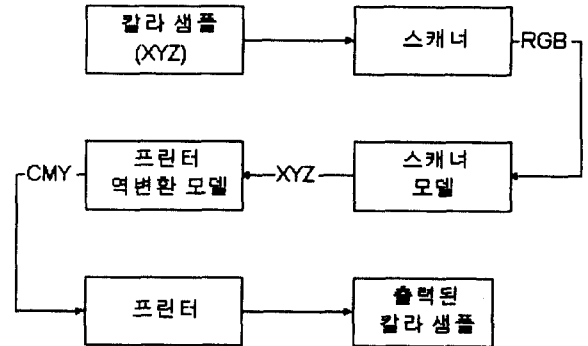
[그림 2] 프린터 모델링

칼라 프린터는 인쇄용지와 잉크 및 프린터 헤더의 정렬정도 등에 의해 칼라의 왜곡 현상이 발생한다. 이 특성을 모델링하기 위해서는 [그림 2]와 같이 CMY 값을 입력 값으로 하고 XYZ 값은 목표 값으로 한다. 프린터의 모델링은 단순히 프린터의 하드웨어적 특성을 모델링한 것이다. 그래서 이를 보정하기 위한 작업이 필요하며 이는 [그림 2]의 역 변환 작업에 해당한다. 본

실험에서의 칼라 보정을 위한 프린터의 역 변환 모델 구성은 XYZ를 입력으로 하고 목표 값은 CMY로 하며 알고리즘은 오차역전과 알고리즘을 사용한다. 스캐너의 모델링 작업과 마찬가지로 프린터의 역 변환 모델링도 학습 데이터와 은닉층의 수 및 각각의 은닉층이 가진 노드의 수를 변동 시키며 실험하였다. 실험에서의 결과는 전체 729개 칼라 샘플 중에서 380개로 된 샘플을 학습하고 구조는 은닉층이 3개로 구성되며 각각은 10개씩의 노드를 가질 때 성능은 평균 칼라 재생 오차  $\Delta CMYK$  2.55를 얻었다.

### 3. 칼라 스캐너와 프린터의 통합 모델링

칼라 스캐너와 칼라 프린터의 통합적인 모델의 구성은 각각의 모델의 통합에 근거한다. [그림 3]은 본 실험에서 제시하는 칼라 스캐너와 프린터의 통합 모델이다.



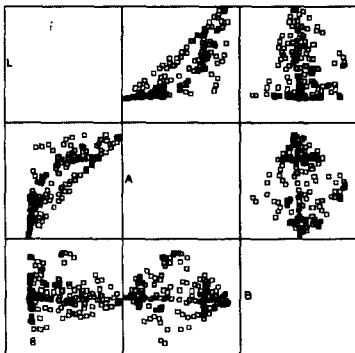
[그림 3] 칼라 스캐너와 프린터의 통합 모델

[그림 3]에서 각각의 스캐너 및 프린터 모델은 학습을 완료한 후 학습 정보를 가지고 있는 노드사이의 연결 강도의 값이 고정되어 있다. [그림 3]의 흐름을 보면 다음과 같다. XYZ 값을 알고 있는 칼라 패치들을 스캐너로 스캐닝하면 RGB 값을 얻는다. 이 RGB 값은 오차역전과 알고리즘의 스캐너 모델에 의해 보정된 XYZ 값을 가지게 된다. 그리고 이 값을 가지고 프린터의 입력 신호인 CMY로 바꾸기 위해 프린터의 역 변환 모델에 입력으로 들어간다. 프린터의 역 변환 모델에 의해 나온 CMY를 가지고 프린터로 출력한 후 이를 측정하면 XYZ 값을 얻는다. 통합 모델의 성능 평가는 [그림 3]의 처음 칼라 샘플의 XYZ 값과 모델을 통해 출력된 칼라 샘플을 계측기로 측정된 XYZ 값과의 차이를 비교하면 된다. 이 실험에서 나온 칼라 스캐너와

프린터의 통합 모델의 성능은  $\Delta CIE Lab$  9.86 이다. [그림 3]을 보면 스캐너 모델은 목표 값을 보정된 XYZ 값으로 갖는다. 그러므로 스캐너 모델은 칼라 보정의 기능을 포함하고 있다. 그러나 프린터의 역 변환 모델은 단순히 프린터의 모델을 바꾸어 놓은 것이기 때문에 칼라 보정을 하는 부분이 들어 있지 않다. 그래서 통합 모델의 성능이 좋지 않은 것이고 또 다른 이유는 각각의 모델을 통합할 때 은닉층의 수 및 노드 수에 따라 모델의 값이 영향을 받기 때문이다. 다음의 그림들은 칼라 스캐너와 프린터의 통합 모델에서 사용된 칼라 샘플의  $L^*ab$  값과 통합 모델의 결과로 나온  $L^*ab$  값의 분포에 관한 그래프로서 오차( $\Delta CIE Lab$ )가 9.86 만큼 일치한다.



[그림 4] 통합모델에 사용된 칼라 샘플의  $L^*ab$  분포도



[그림 5] 통합 모델의 결과로 나온  $L^*ab$  값 분포도

#### 4. 결 론

칼라 장비는 장비가 가진 하드웨어적 특성 때문에 정확한 칼라의 재현이 어렵다. 또한 이를 해결하기 위

해 하드웨어적 특성을 모델링하는 비선형적인 방법도 다양하게 제시되고 있다. 신경회로망 기법도 입력 값과 출력 값만 주어진다면 비선형적인 방법으로 쉽게 학습시킬 수 있기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다. 여기서는 칼라 스캐너와 프린터의 개별적인 모델링을 통합한 모델을 제시하였다. 통합형 모델을 구축한 후 입력 값을 주면 쉽게 원하는 장비를 제어하는 값이 나오기 때문에 각각의 장비에서 독립적으로 모델링하는 것 보다는 효과적이다. 실험에서 통합 모델의 성능은 좋은 편이 아니지만 프린터의 역 변환 모델의 방법에다 칼라 보정하는 기능까지 첨가한다면 더욱 좋은 결과가 나올 것이다. 또한 각각의 개별적인 모델의 구성 조건도 다양하게 구성해서 결합해 볼 필요가 있다. 또한 칼라 스캐너와 모니터의 통합 모델과 칼라 모니터와 프린터의 통합 모델도 추후 연구하고자 한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] R.W.G. Hunt, Measuring Colour, Second Ed., Ellis Horwood, 1992
- [2] D.E.Rumelhart, J.L.McClelland and the PDP Research Group, Parallel Distributed Processing, MIT Press, 1986
- [3] S.Tominaga, Color notation conversion by neural Network, Color Research and Application, 18:253-259, 1993
- [4] Shoji Tominaga, Color Control Using Neural Networks and Its Application, SPIE vol.2658,253-260, 1996
- [5] 김홍기, 강병호, 한규서, 윤창락, 김진서, 조맹섭, 오차역전과 알고리즘을 이용한 칼라 프린터 모델링, 한국정보과학회 98 춘계학술발표회, 제 25 권 1 호, 569-571, 1998
- [6] 김홍기, 윤창락, 강병호, 김진서, 한규서, 조맹섭, 오차역전과 알고리즘을 이용한 분광 반사값과 XYZ 값에 대한 스캐너의 칼라 보정 비교, 한국정보과학회 98 추계학술발표회, 제 25 권 2 호, 345-347, 1998