

퍼지 모델링 기법을 이용한 새로운 칼라 메저링 방법

A New Method for Colour Measuring Using Fuzzy Modeling Technique

류상문* 한일석* 박병준** 안태천*

Sang-moon Ryu* Ill-suck Han* Byoung-jun Park** Tae-chon Ahn*

* 원광대학교 지능정보제어시스템 연구실

** 원광대학교 자동화시스템 연구실

Abstract

In this paper, a new method for colour measuring is presented using fuzzy modeling technique. The fuzzy and polynomial inferences are used for obtaining RGB characteristic curve. The eight RGB real data from expert dye-stuff manufacturer, are simulated. The results show that the proposed method will be more excellent than other methods, in the colour measuring process of textile field.

1. 서 론

기존의 염색 염료 공정에서 새로운 칼라를 만들 때 기술자의 수 작업으로 이루어진 칼라 배합을 칼라 공정의 데이터 베이스 매칭과 기계의 자동화 시스템을 이용하여 수행하려는 연구가 필요하다. 현재 칼라 염료 염색 산업은 컴퓨터의 이미지 프로세싱 뿐 만 아니라 세계적으로 패션에 관심이 높아지면서 보다 원하는 색을 가진 옷감을 얻기 위해 칼라 조합을 보다 과학적이고 자동적으로 만드는 필요성이 요구되어지고 있다.

본 연구에서는 칼라 속성을 이용한 칼라 분석을 통해 실제 염료 조합의 칼라 데이터로부터 비교 그리고 퍼지 모델링을 통해 새로운 칼라에 대한 이미지를 얻는데 그 목적이 있다.

연구 방법으로서 우선 RGB 칼라 이미지의 원리에 대한 이해가 필요하고 각 실제 공정에서 쓰는 데이터 베이스간의 매칭 관계를 파악하고 본 논문에서 가장 중심으로 다루고자하는 칼라

의 RGB 데이터로부터 RGB 특성 곡선을 퍼지 모델링으로부터 얻게 된다. 이러한 방법으로 제시된 모델링을 가지고 자동으로 입력 칼라에 대한 칼라 추출이 가능하게 할 것이다. 이를 위해서 우선 이미지 프로세싱의 칼라 처리 특성 연구 및 분석이 선행되어야 한다.

2. RGB Colour

칼라에 대한 연구는 그 동안 이미지 프로세싱 분야에서 꾸준히 연구되어왔다. 이미지 프로세싱은 이미지를 처리하는 것으로서 그 활용 분야는 크게 포인터 처리, 영역 처리 그리고 프레임 처리를 기본으로 하여 우주, 영화, OCR, 의료산업 곳곳에 아주 유용하게 이용되고 있는 분야이다. 이미지 프로세싱에 있어서 칼라 처리 또한 매우 중요하다. 특히 RGB 칼라는 모니터, 비디오 카메라용으로 이미지 프로세싱에서 주로 이용되고 있다. 또한 CMY는 RGB와 보색관계로 주로 프린터용으로 많이 사용되고 있다.

RGB 칼라란 빛의 3요소를 사용하여 색상을 표현하는 방식으로 이것은 모니터에서 색상을 표현하는 방식과 같다. 모니터 역시 Red, Green, Blue의 3가지 빛을 발사하여 수많은 색상을 만들어 낸다. 결국 RGB 칼라라는 것은 바로 모니터에서 색상을 구현하는 방식을 이용한 것이라는 것을 알 수 있다.

RGB 칼라는 Red, Green, Blue의 3가지 빛이 서로 모여 여러 가지 색상을 만들어 내는 원리를 이용한 것이다.

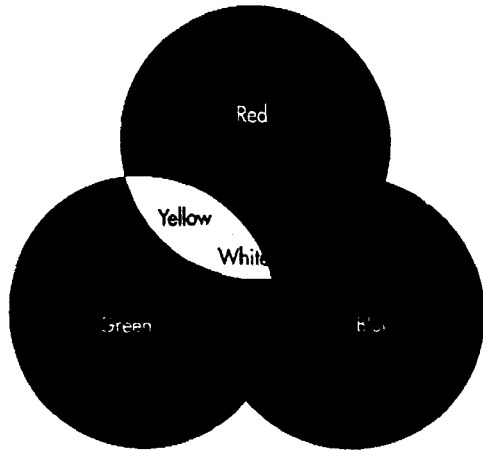


그림 1. RGB 칼라 색상 조합

<그림 1>은 RGB 칼라의 색상 조합을 나타내는 것으로 색상을 표현하는데 컴퓨터에서는 3개의 채널 즉 Red 채널, Green 채널, Blue 채널로 분리하여 나타낸다. 1개의 채널이 Gray scale과 같이 256단계로 색상을 표현하게 된다.

2.1 RGB 데이터

임의의 색에 염색된 샘플을 스캐너를 통해 이미지를 얻을 수 있다. 그 이미지에 대한 각각의 RGB값을 얻는다.

<Table 1>은 RGB 데이터 값을 나타낸 것이다. 실제 산업체에서는 Red 계열, Green 계열, Blue 계열의 염료를 쓰는데 보통 2~3가지의 색을 사용하고 있다.

<Table 1>에서는 Yellow 계열 2가지(5GN, RXL), Red 계열 3가지(10B, B) 그리고 Blue 계열 3가지(G, 5GM, 6B)를 나타내고 각 염료에 대한 농도(0~2.5%)를 나타낸다. 즉 물 100에 대한 함유량을 %로 나타내고 있다. 그리고 각

각에 대한 R, G, B의 값(0~255)을 표시하고 있다.

Table 1. RGB 데이터 값

No	Color	Yellow 5GN	Yellow RXL	Red 10B	Red B	Red F-3GL	Blue G	Blue 5GM	Blue 6B
1 (0.01%)	R	254	251	251	253	254	191	209	202
	G	253	240	234	221	225	224	240	212
	B	220	212	231	228	221	239	245	242
2 (0.05%)	R	255	253	243	252	254	117	158	146
	G	254	240	194	170	181	175	215	159
	B	183	172	226	205	174	236	243	241
3 (0.1%)	R	255	254	240	251	254	83	130	120
	G	254	233	166	140	159	148	195	129
	B	150	131	218	186	148	226	235	235
4 (0.2%)	R	255	254	231	250	255	42	100	90
	G	254	218	129	116	138	123	171	97
	B	118	93	198	167	119	214	226	220
5 (0.5%)	R	255	254	214	243	254	1	38	35
	G	254	202	89	64	112	73	131	34
	B	40	40	167	128	59	180	201	192
6 (1%)	R	255	253	198	236	255	0	18	17
	G	253	181	43	33	92	46	107	8
	B	0	7	142	105	18	157	179	168
7 (1.5%)	R	255	251	188	231	254	1	14	13
	G	252	164	26	22	81	39	92	4
	B	0	0	128	91	8	144	166	155
8 (2.5%)	R	255	248	174	226	253	7	16	15
	G	249	147	8	14	68	29	75	4
	B	0	0	108	77	7	123	149	137

3. RGB 특성곡선 모델링

칼라의 매칭에 있어서 지금까지 다루어오던 방법은 주어진 RGB 데이터로부터 값을 비교하여 가장 근사적인 값을 결과로 나타내는 수준이었다. 하지만 이런 데이터를 가지고 RGB의 특성곡선을 모델링을 함으로써 어떠한 입력에서도 정확한 출력을 내고자 하는 것이다.

3.1 RGB 값에 대한 회귀다항식 모델링

RGB 데이터는 1입력 1출력의 데이터이다. 기존의 모델링 방법으로 데이터를 이용한 최소자승법(최적 이론)을 사용하였다. 즉 8개의 데이터를 이용하여 0.01~2.5 사이를 균일하게 50개로 분할하여 테스트를 하였다. 출력 오차(output error), 즉 다음과 같이 정의되는 성능지수(performance index)가 최소화하는 구조를

찾아 선택한다.

$$PI = \frac{1}{m} \sum (y - \hat{y})^2 \quad (1)$$

여기에서, m 은 데이터 수, y 는 실험 값, \hat{y} 는 모델 출력 값이다.

<Table 1>의 Yellow 5GN에 대한 모델링을 한 결과는 다음과 같다.

Table 2. Yellow 5GN Performance Index

Yellow 5GN	1차	2차	3차	4차
R	0.056205	0.011533	0.0015296	0.00013044
G	1.7516	0.41738	0.092567	0.0045467
B	329.06	294.68	52.772	19.267

<Table 2>는 성능지수를 나타내고 <그림 2> 순서대로 RGB에 대한 회귀 다항식(1~3차) 모델링을 한 곡선을 보여주고 있다.

3.2 RGB 값에 대한 퍼지 모델링

모델링은 대개 미분 방정식을 통해 이루어지는데 이것은 선형일 경우이고 RGB 데이터가 선형이 아니기 때문에 이를 퍼지를 이용하여 모델링하고자 한다.

우선 퍼지 시스템에서는 규칙을 만들고, 규칙에 대한 소속 함수(membership function)를 정의하여 시스템을 모델링하게 된다. 이렇게 모델링된 규칙과 소속함수는 적절한 추론을 통해서 시스템의 특성을 나타낼 수 있다.

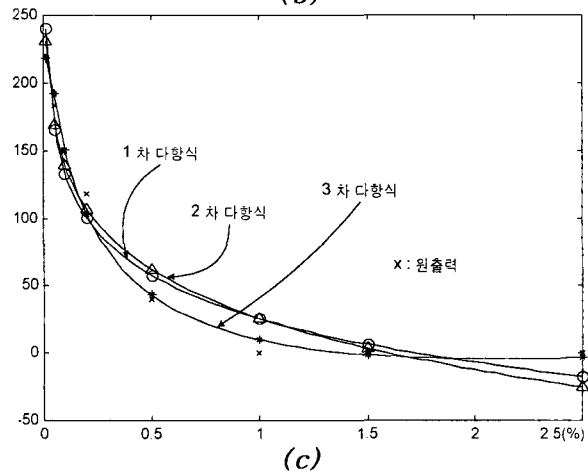
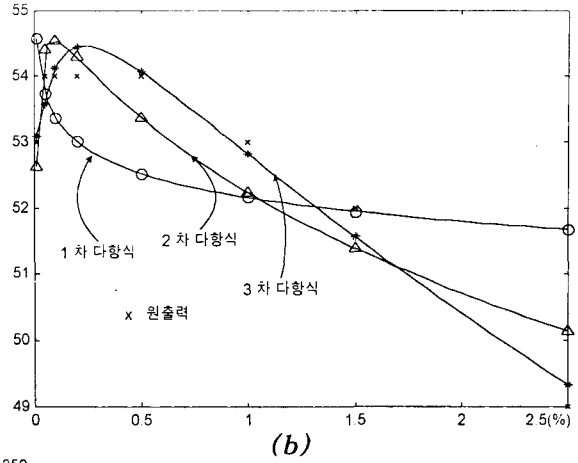
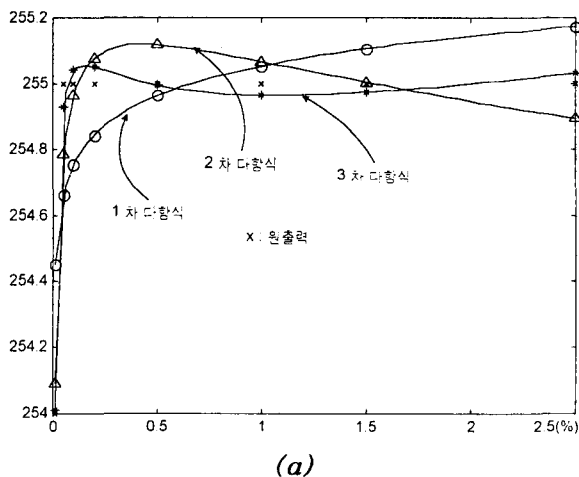
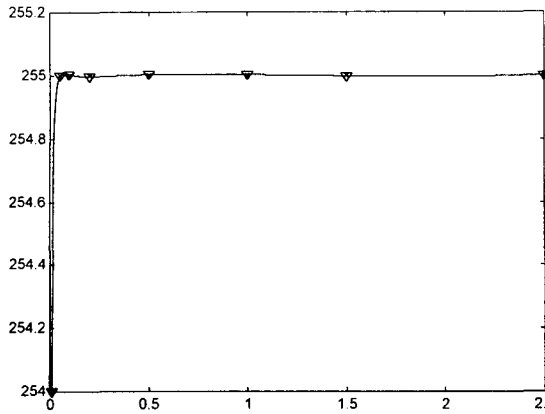


그림 2. Yellow 5GN RGB 회귀다항식 모델링 곡선 (a)Red (b)Green (c)Blue

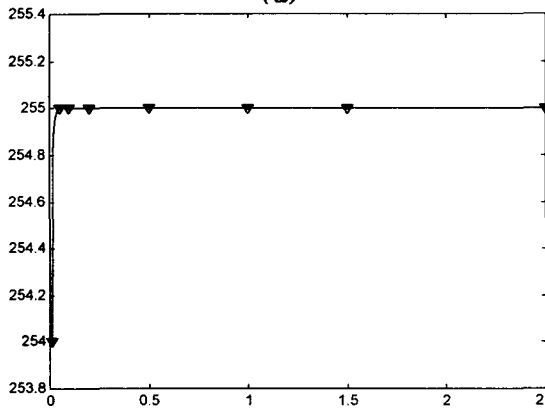
이 방법에서도 1입력 1출력의 8개의 RGB 데이터를 이용하여 모델링을 하였다. 0.01~2.5 사이를 0.005간격으로 균일하게 499개로 분할하여 테스트를 하였다. 성능평가는 식(1)로서 구했고 퍼지 모델은 다음과 같이 정의했다. 규칙은 2개와 3개를 사용하였고 전반부는 삼각형과 가우시안 멤버십 함수를 사용하였다. 후반부는 다음식(2)와 같은 회귀 다항식을 이용하였다.

$$\begin{aligned}
 \text{1차} &: a_0 + a_1 \times x \\
 \text{2차} &: a_0 + a_1 \times x + a_2 \times x^2 \\
 \text{3차} &: a_0 + a_1 \times x + a_2 \times x^2 + a_3 \times x^3 \\
 \text{4차} &: a_0 + a_1 \times x + a_2 \times x^2 + a_3 \times x^3 + a_4 \times x^4
 \end{aligned} \quad (2)$$

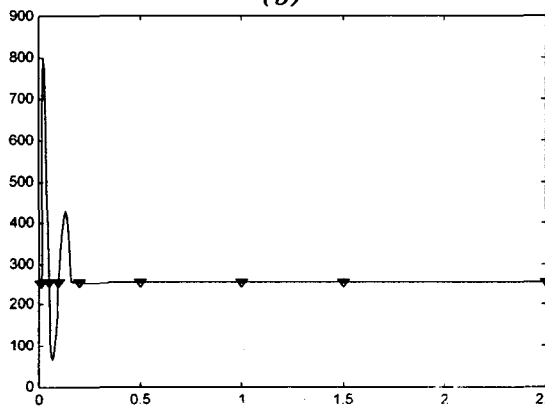
같은 Yellow 5GN의 R값의 데이터를 가지고 퍼지 모델링은 다음과 같다. <그림3>에서 각각 (a)삼각형 멤버십 함수의 규칙2개를 사용했을 때 후반부 4차 모델링, (b)가우시안 멤버십 함수의 규칙2개를 사용한 후반부4차 모델링, (c)삼각형 멤버십 함수의 규칙 3개를 사용했을 때



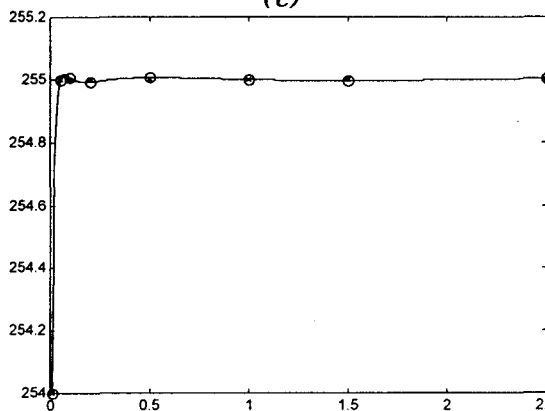
(a)



(b)



(c)



(d)

그림3. Yellow 5GN의 R값의 퍼지 모델링 후반부 4차 모델링, (d)가우시안 멤버쉽 함수의

규칙 3개를 사용한 후반부 1차 모델링을 나타낸다. <Table 2>는 <그림3>의 각각에 대한 성능지수를 나타낸다.

Table 3. Yellow5GN R의 퍼지모델링 PI

Performance Index(PI)	
(a)	7.9976e-006
(b)	4.5751e-020
(c)	2.9075e-020
(d)	1.9373e-005

4. 결 론

본 논문에서는 실제 공정에서 제한된 염료 배합에서 나오는 칼라의 RGB의 8개 데이터를 가지고 회귀다항식과 퍼지모델을 이용하여 모델링함으로써 칼라 메저링의 기초를 확립하였다. 그림에서 보여준 R값에 대한 모델링의 규칙 수를 2개와 3개를 썼을 때와 멤버쉽 함수를 삼각형나 가우시안 함수를 썼을 비교하여 실험한 결과 좋은 상태를 보였다. 그러나 삼각형 멤버쉽 함수의 규칙 3개를 사용하고 후반부를 4차로 모델링한 경우는 염료가 0.5% 이전에서 진동이 일어남으로써 별로 좋지 않은 성능을 나타내었다. 앞으로는 이를 극복하는 새로운 지능형 방법의 연구와 칼라재현 시스템의 데이터베이스에 본 방법을 이식하는 연구가 이루어 질 것이다.

5. 참 고 문 헌

- [1]Fuzzy modeling for intelligent decision making under uncertainty, IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics, Part B: Cybernetics ,V.30 N.1 ,2000
- [2]퍼지 모델 및 제어이론과 프로그램, 오성권, 퍼지 추론과 모델 알고리즘, pp93-232, 1999
- [3]M.Sugeno, G.T.Kang, Structure Identification of Fuzzy Model, Fuzzy Sets and Systems 28,pp15-33,1988
- [4]A.Verikas, K.Malmqvist, L.Malmqvist, L.Bergman, A New Method for Colour Measurements in Graphic Arts, Proc Internal Conf Printing Graph Arts. Vol.24, Number3, June 1999
- [5]John C. Russ, The Image Processing Handbook, Third Edition, IEEE Press, pp32-60, 2000