

디지털 이미지의 컬러 매니지먼트 적용에 관한 연구

조영권, *구철회, *조가람

포항여자전자고등학교, *부경대학교 공과대학 화상정보공학부

A study on Color Management Application in Digital Image

*Young-Kwon Cho, *Chul-Whoi Koo, *Ga-Ram Cho*

Pohang Girls' Electronic High School,

*Division of Image and Information, College of Engineering, Pukyong National University

Abstaract

In this study, the CIE RGB color space which was one of the most popular device-dependent application program in digital image processing was adopted to make the profile with the device information. The profile was applied to the digital image of a JPEG file format. The result was compared with the color reproduction of another digital image of a JPEG file format, which was made in the e-sRGB color space that had the color spaces allocated to each reproduced color of an image and device-independent colors. In this way it was investigated which color space was more appropriate for digital image processing for web printing and if the e-sRGB color space was good as a color management tool that didn't depend on a device in processing a digital image for web printing.

1. 서 론

커뮤니케이션 발달에 따라 기존의 인쇄물 대체로 인터넷을 통한 웹 인쇄물을 이용하여 다양한 상거래가 이루어지고 있지만 재현되는 컬러가 디지털 이미지의 실제 컬러와 다르게 보이거나 사용자의 디스플레이 장치에 따라 달라지므로 아직도 많은 문제점을 내포하고 있다.

이미지의 컬러 재현은 입력, 디스플레이, 출력 장치들의 종류에 따라 재현할 수 있는 컬러의 범위는 다른데 이것은 각 장치에 의존하여 서로 다른 원색으로 컬러를 재현하기

때문이다. 이러한 컬러의 재현은 장치간에 컬러 불일치를 가져오므로 이미지 재현 산업에서 경제적, 시간적인 문제를 가져온다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 여러 가지 해결책을 제시하고 있으며, 그 중의 한가지 방법으로 인쇄물에 응용되는 디지털 이미지 제작자가 각각의 장치들이 가지는 컬러 영역과 특성을 기록한 프로파일을 이용하는 것이다. Profile에는 입력, 모니터, 출력 profile이 있으며, profile을 디지털 이미지에 적용하여 다른 장치로 보내면 이미지를 생성, 수정한 장치의 컬러 재현 정보가 같이 보내지게 되고, 정보를 받아들인 장치에서 컬러 정보가 저장된 profile을 그대로 이용하여 컬러 재현이 가능함으로써 올바른 컬러 관리가 이루어진다.¹⁾

일반적으로 컴퓨터 그래픽에서 디지털 이미지 처리에 이용되는 컬러 공간은 RGB, CMYK인데 이들 컬러 공간은 주변 장치의 특성에 의존하는 장치 의존적인 경향이 있지만, CIE XYZ, CIE Lab, sRGB, e-sRGB 컬러 공간은 주변 장치에 의존하지 않고, 컬러 재현을 독립적으로 처리한다.

특히 웹 인쇄물에 이용되는 디지털 이미지의 컬러 재현은 처리 속도와 주변 장치의 컬러에 영향을 받으므로 컬러 재현의 범위가 치명적이지 않고 다소간의 손실을 인정하면서 주변 장치에 영향을 받지 않는 sRGB 컬러 공간을 ICC (International Color Consortium)는 추천하고 있다. 그러나 sRGB 컬러 공간은 다른 컬러 영역보다 컬러 재현 범위가 좁은 8bit 체계이므로 최근에는 웹 인쇄물의 디지털 이미지 처리에서는 장치에 의존하지 않으면서 처리 속도도 빠르고, 컬러 재현 범위도 넓은 16bit의 e-sRGB 컬러 공간이 대두되고 있다.^{2), 3)}

따라서 본 연구에서는 디지털 이미지 처리 응용프로그램에 가장 많이 활용되는 장치 의존적인 CIE RGB 컬러 공간에서 장치의 정보를 가진 profile을 제작한다. 제작된 profile을 JPEG 파일 포맷의 디지털 이미지에 적용한 후 재현된 이미지의 컬러와 장치 독립적인 컬러 공간을 가진 e-sRGB 컬러 공간에서 JPEG 파일 포맷을 이용하여 만든 디지털 이미지의 컬러 재현을 비교 검토하여 웹 인쇄물의 디지털 이미지 처리에 적합한 컬러 공간을 검토하였다. 또한 e-sRGB 컬러 공간이 장치에 의존하지 않고 웹 인쇄물의 디지털 이미지 처리를 위한 컬러 매니지먼트로 타당성에 대해서도 검토하는 것을 연구 목적으로 하였다.

2. 실험

2-1. 샘플 이미지 제작

컬러 재현 평가를 위한 샘플 이미지는 캘리브레이션이 되어 있는 입력 장치 FUJIFILM FineScan 2750에서 FUJI사가 제공하는 3×5inch의 Color Input Target IT

8.7 투과 원고를 오일작업을 한 후 300ppi 해상도로 스캐닝 한다. 스캔한 이미지는 CIE RGB color space, e-sRGB color space에서 제작한 장치 profile을 적용한 것과 적용하지 않은 것을 나누어 저장하였다. 이 때 컬러 공간에 따른 장치 profile 제작을 위한 디스플레이 장치의 조건은 디스플레이 감마를 2.2로 조절하고, white point의 색온도는 D_{65} 로 조절하였다.

또한 FUJI에서 컬러 매니지먼트 평가에 사용하는 디지털 이미지를 실험에 이용하였다. 스캔한 target 이미지와 디지털 이미지는 모니터 캘리브레이션을 한 후 Photoshop v7.0 응용 프로그램에서 웹 인쇄물의 디지털 이미지에 많이 활용되는 표준 파일포맷 JPEG의 순차적 모드로 제작하였다.

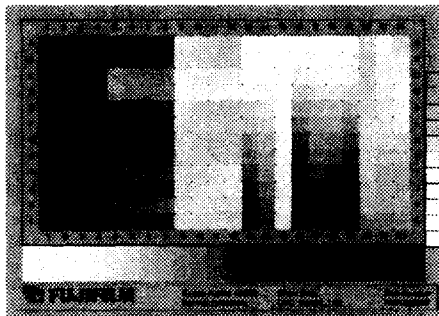


Fig. 1. Color Input Target IT 8.7.



Fig. 2. The sample digital image.

2-2. 실험 방법

2-2-1. 모니터 측색

제작된 target의 올바른 컬러 재현을 평가하기 위하여 profile을 적용한 순차적 모드의 JPEG 파일 포맷 이미지를 웹 서버를 통해 캘리브레이션이 이루어진 디스플레이 장치와 이루어지지 않은 디스플레이 장치로 각각 보낸 후 이미지를 불러온다. 또한 profile를 적용한 이미지와 적용하지 않은 이미지를 각각 비교하기 위하여 profile를 적용하지 않은 JPEG 파일 포맷 이미지도 동일한 방법으로 함께 불러와 GretagMacbeth Spectrolino로 측색하였다.^{4), 5)}

측색 실험에 이용된 디스플레이 장치인 모니터는 gamma 2.2와 white point D_{65} 의 조건으로 만든 SyncMaster 915MB, FLATRON 995F의 CRT 두 기종과 FLATRON L1720P, SyncMaster Magic CX700S의 LCD 두 기종을 각각 사용했다.

Table 1. Monitor reference viewing environment

condition	CRT	LCD
luminance	102cd/m ²	201cd/m ²
illuminant white	x=0.3127, y=0.3291(D ₆₅)	x=0.3127, y=0.3291(D ₆₅)
image surround	20% reflectance	20% reflectance

2-2-2. CIE xyY 색도도에서의 이미지 컬러 재현 평가

장치 profile을 적용한 target 이미지와 적용하지 않은 target 이미지가 재현하는 컬러 범위를 비교하기 위하여 컬러를 시각적으로 체계화하여 나타낼 수 있는 CIE xyY 색도도를 이용하여 나타내었다.

또한 CIE RGB, e-sRGB 컬러 공간에서 캘리브레이션을 한 모니터와 하지 않은 모니터에서 장치 profile을 적용한 target 이미지와 적용하지 않은 target 이미지의 컬러 재현 변화를 비교 평가하였다.

2-2-3. Profile 적용에 따른 디지털 이미지의 용량 평가

웹 인쇄물의 이미지 처리에서 중요한 것 중의 하나인 처리 속도를 알아보기 위하여 각각의 장치 profile을 적용한 JPEG 파일 포맷의 디지털 샘플 이미지와 적용하지 않은 JPEG 파일 포맷의 디지털 샘플 이미지의 파일 용량을 각각 측정하여 장치 profile 적용에 따른 이미지 용량의 변화를 비교 평가하였다.

2-2-4. 디지털 이미지의 시각적 평가

Profile를 적용한 디지털 샘플 이미지와 적용하지 않은 디지털 샘플 이미지의 시각적인 평가를 위하여 캘리브레이션이 이루어진 동일한 조건의 디스플레이 장치인 모니터에 이미지를 불러온다. 불러온 이미지는 웹 인쇄물의 디지털 이미지 제작자를 대상으로 JPEG 파일 포맷의 원본 이미지와 장치 profile을 적용한 이미지와 적용하지 않은 이미지의 시각적인 컬러 재현을 비교 평가하여 5단계 등급으로 나누어 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 모니터 측색에 따른 평가

제작된 target의 올바른 컬러 재현을 디스플레이 장치인 모니터 측색을 통해 평가하기 위하여 CIERGB와 e-sRGB의 장치 profile을 적용한 JPEG 파일 포맷 이미지와 적용하지 않은 이미지를 환경이 다른 캘리브레이션이 이루어진 모니터와 캘리브레이션이 이루어지지 않은 모니터로 각각 보낸 후 모니터에 이미지를 불러와 GretagMachbeth Spectrolino로 측색한 결과는 table 2~6과 같다.

Table 2와 같이 캘리브레이션이 이루어진 동일한 조건의 모니터에서 원 JPEG 파일 포맷 target 이미지와 CIERGB 장치 profile이 적용된 CIERGB JPEG 파일 포맷 target 이미지와 적용되지 않은 이미지의 컬러 재현을 비교하면, 동일한 gamut 범위를 가진 CIERGB 컬러 공간을 적용하기 때문에 단계별 target의 컬러 재현이 전체적으로 유사한 경향을 보였다. 또한 동일한 모니터에서는 profile을 적용한 target의 컬러 재현이 profile을 적용하지 않은 target의 컬러 재현 보다 동일하게 나타났다.

Table 3에서는 원 JPEG 파일 포맷 target 이미지와 e-sRGB 장치 profile를 적용한 JPEG 파일 포맷 target 이미지와 적용하지 않은 이미지를 비교해 보면, 24bit로 이루어진 원 이미지보다 좁은 16bit 컬러 표현에 따라 단계별 target에서 부분적으로 컬러 재현이 다르게 나타났다. 특히 green 컬러를 포함한 재현에서 차이를 보였으며, 또한 profile을 적용한 target과 적용하지 않은 target의 컬러 재현이 유사하게 나타났다.

Table 4, 6과 같이 CIERGB profile을 적용한 이미지와 적용하지 않은 이미지를 캘리브레이션이 이루어지지 않은 모니터와 이루어진 모니터로 이동시켰을 때 profile이 적용된 이미지와 적용되지 않은 이미지 모두 동일한 컬러 공간에서 재현되지만, 장치 특성에 따라 컬러 불일치가 나타났지만 상대적으로 profile을 적용한 이미지가 적용하지 않은 이미지보다도 단계별 컬러 일치도가 향상되어 나타났다. 또한 이미지에 profile을 적용함으로써 장치 특성에 따른 컬러 재현의 영향을 줄일 수 있었다.

Table 5, 7과 같이 e-sRGB 컬러 공간에서는 캘리브레이션이 이루어지지 않은 모니터와 이루어진 모니터에서 장치 profile이 적용된 이미지와 적용되지 않은 이미지 모두 모니터에 따른 컬러 일치도가 높게 나타났다. 이것은 e-sRGB 컬러가 주변 장치에 영향을 받지 않는 장치 독립적인 컬러 공간이기 때문이라 사료된다. 또한 이미지에 장치 profile을 적용하지 않아도 동일한 조건의 캘리브레이션이 이루어지지 않아도 디스플레이 장치에서 컬러 재현의 신뢰도를 높일 수 있었다.

Table 2. Monitor color difference comparison between original image and experiment image(CIERGB)

target step		original image						experiment image											
								CIERGB Profile						No CIERGB Profile					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
A	R	66	78	86	95	116	136	68	78	85	95	117	137	68	76	81	89	113	130
	G	53	49	45	40	96	91	53	49	45	40	97	90	57	55	54	51	98	95
	B	45	42	39	35	89	83	47	42	39	34	90	83	51	47	45	41	92	86
B	R	77	89	97	106	129	151	77	88	98	106	130	150	76	86	93	100	126	143
	G	63	60	56	50	109	103	64	60	56	50	108	103	66	64	62	59	109	106
	B	52	40	31	20	93	77	52	39	32	20	93	77	57	47	42	34	95	83
C	R	96	104	110	117	161	176	97	104	111	117	162	177	96	102	108	112	159	171
	G	86	84	81	78	141	137	85	84	82	78	142	138	86	85	84	81	141	138
	B	70	57	41	28	117	92	69	57	42	29	117	93	73	64	53	45	120	101
D	R	79	82	84	85	138	143	79	83	85	85	137	143	81	84	86	86	137	142
	G	78	76	78	75	131	129	77	76	77	75	132	130	77	76	77	75	129	127
	B	63	48	38	28	110	81	62	48	38	29	109	81	66	55	49	43	111	90
E	R	85	83	81	74	150	144	85	84	81	74	150	144	87	88	86	81	152	148
	G	89	91	93	91	159	158	89	91	92	91	159	158	88	89	89	87	154	152
	B	72	59	48	36	129	106	72	59	48	36	130	107	76	66	58	50	133	113
F	R	65	55	42	5	97	74	66	56	44	1	98	76	71	66	59	41	104	90
	G	81	83	87	80	125	128	80	84	86	81	126	129	80	82	82	76	122	123
	B	72	69	65	52	114	109	71	68	64	52	114	109	73	72	68	58	114	110
G	R	58	50	35	10	95	67	59	51	37	0	96	68	64	58	50	35	102	84
	G	71	73	75	75	127	129	70	73	75	75	127	130	71	73	74	73	123	125
	B	66	71	73	72	122	127	66	70	72	71	122	129	69	72	73	72	122	127
H	R	58	46	26	10	89	60	59	49	24	1	90	135	64	56	41	29	94	74
	G	72	73	75	75	115	117	71	73	74	74	115	118	72	72	74	75	113	115
	B	72	78	88	98	122	135	71	78	88	98	122	122	72	78	87	94	120	131
I	R	68	54	27	16	113	104	68	56	24	0	113	106	70	60	35	4	113	107
	G	78	82	82	84	123	124	79	81	82	84	123	124	80	83	85	89	122	124
	B	91	111	128	147	132	149	91	111	128	148	132	148	90	107	122	141	130	144
J	R	47	43	33	19	98	97	49	46	35	14	98	98	51	47	35	94	98	96
	G	44	44	43	43	100	98	45	44	43	43	100	98	50	51	52	53	101	101
	B	59	72	89	99	113	127	59	73	88	98	113	126	60	72	85	9	111	122
K	R	65	71	76	87	97	109	65	71	76	86	98	109	65	69	72	76	95	103
	G	54	50	46	44	85	80	54	51	48	45	84	80	58	58	57	57	88	87
	B	58	69	74	77	99	108	60	68	73	76	99	108	62	68	72	80	98	105
L	R	66	76	83	94	105	121	67	75	83	94	105	122	67	73	79	56	101	114
	G	53	49	43	41	84	78	53	50	46	41	84	78	57	56	55	53	87	85
	B	53	54	54	53	87	90	53	54	54	53	87	89	56	57	57	88	87	89

Table 3. Monitor color difference comparison between original image and experiment image(e-sRGB)

target step		original image						experiment image											
								e-sRGB profile						No e-sRGB Profile					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
A	R	66	78	86	95	116	136	68	72	82	98	117	139	68	73	82	98	117	140
	G	53	49	45	40	96	91	53	36	25	6	88	77	53	32	21	4	84	72
	B	45	42	39	35	89	83	47	34	30	24	87	76	47	29	25	17	79	66
B	R	77	89	97	106	129	151	76	83	97	111	130	154	76	83	96	111	130	155
	G	63	60	56	50	109	103	63	51	42	24	102	93	63	47	37	18	102	90
	B	52	40	31	20	93	77	52	29	18	5	87	69	52	22	10	2	80	59
C	R	96	104	110	117	161	176	96	102	109	119	163	183	96	102	109	119	163	182
	G	86	84	81	78	141	137	85	77	76	71	138	132	85	73	71	65	137	131
	B	70	57	41	28	117	92	68	47	24	10	112	82	68	36	13	2	106	71
D	R	79	82	84	85	138	143	79	72	74	76	134	141	79	73	74	77	134	141
	G	78	76	78	75	131	129	77	74	76	72	129	129	77	70	72	67	130	130
	B	63	48	38	28	110	81	63	35	17	8	102	69	63	29	9	4	94	58
E	R	85	83	81	74	150	144	84	70	64	53	145	135	84	70	66	55	145	134
	G	89	91	93	91	159	158	89	91	93	95	161	163	89	89	92	95	160	162
	B	72	59	48	36	129	106	72	51	28	9	126	96	72	42	21	2	120	86
F	R	65	55	42	5	97	74	65	26	7	9	80	30	65	29	7	12	79	30
	G	81	83	87	80	125	128	80	84	87	85	126	135	80	82	85	83	127	135
	B	72	69	65	52	114	109	72	60	55	42	110	103	72	54	49	35	105	98
G	R	58	50	35	10	95	67	59	24	6	7	79	18	59	28	8	8	77	17
	G	71	73	75	75	127	129	70	71	74	75	127	134	70	68	71	71	128	134
	B	66	71	73	72	122	127	67	64	69	70	123	129	67	58	62	62	119	125
H	R	58	46	26	10	89	60	59	23	7	5	70	19	59	27	8	4	69	18
	G	72	73	75	75	115	117	72	69	71	71	114	116	71	65	67	67	114	117
	B	72	78	88	98	122	135	71	79	84	94	122	135	71	72	79	88	118	131
I	R	68	54	27	16	113	104	68	32	8	4	105	95	68	35	8	5	103	91
	G	78	82	82	84	123	124	80	74	73	69	119	118	80	70	68	63	119	119
	B	91	111	128	147	132	149	92	110	130	151	130	150	92	107	127	147	126	145
J	R	47	43	33	19	98	97	49	29	19	12	91	92	49	34	23	13	88	90
	G	44	44	43	43	100	98	45	26	23	9	89	80	45	22	17	5	94	85
	B	59	72	89	99	113	127	58	69	89	100	110	126	58	63	84	95	106	122
K	R	65	71	76	87	97	109	65	63	70	85	95	110	65	65	71	85	94	110
	G	54	50	46	44	85	80	53	34	24	9	74	62	53	30	19	6	70	57
	B	58	69	74	77	99	108	59	63	72	76	96	110	59	57	65	69	91	106
L	R	66	76	83	94	105	121	66	69	82	95	104	126	66	71	82	95	103	127
	G	53	49	43	41	84	78	53	35	25	6	75	58	53	32	20	4	70	53
	B	53	54	54	53	87	90	52	49	49	50	83	88	52	42	40	41	76	81

Table 4. Color difference comparison between CIERGB profile image and no CIERGB profile image of uncalibrated monitor

target step		CIERGB Profile				No CIERGB Profile			
		LCD1	LCD2	CRT1	CRT2	LCD1	LCD2	CRT1	CRT2
A	R	58	63	62	62	57	62	60	67
	G	45	40	41	42	49	40	45	53
	B	38	34	33	35	44	34	37	46
B	R	67	60	59	70	66	59	69	77
	G	57	56	53	54	59	59	56	63
	B	45	39	37	39	50	39	42	51
C	R	92	78	91	91	91	77	89	96
	G	80	77	77	78	80	77	77	86
	B	57	53	54	57	57	53	59	70
D	R	68	71	70	71	70	72	71	79
	G	73	65	69	69	73	63	69	78
	B	55	42	48	51	59	47	53	63
E	R	73	74	73	75	78	68	78	85
	G	87	84	84	84	84	81	81	89
	B	65	55	57	58	70	55	61	72
F	R	45	45	50	50	54	51	57	65
	G	80	76	76	76	77	74	74	81
	B	65	55	58	60	69	55	61	72
G	R	47	46	46	46	47	46	52	58
	G	68	65	63	63	66	64	62	70
	B	61	51	55	56	64	51	57	67
H	R	48	46	45	45	46	46	51	58
	G	67	56	63	63	67	55	63	72
	B	66	58	59	61	68	55	61	72
I	R	51	52	54	54	54	52	57	68
	G	73	65	69	70	75	62	71	78
	B	90	84	83	85	89	84	83	91
J	R	32	39	39	40	33	37	39	47
	G	33	28	30	32	40	24	36	44
	B	55	46	52	54	56	45	51	59
K	R	54	50	57	58	53	49	57	65
	G	43	41	38	41	51	40	46	54
	B	55	47	50	52	57	46	52	59
L	R	58	51	59	60	55	51	58	67
	G	45	41	45	40	49	40	45	55
	B	46	41	40	42	50	40	43	55

Table 5. Color difference comparison between CIERGB profile image and no CIERGB profile image of calibrated monitor

target step		CIERGB Profile				No CIERGB Profile			
		LCD1	LCD2	CRT1	CRT2	LCD1	LCD2	CRT1	CRT2
A	R	68	68	68	66	68	61	68	66
	G	53	48	53	48	57	47	57	53
	B	47	41	47	41	51	40	51	45
B	R	77	76	77	76	76	70	77	77
	G	64	59	63	59	66	57	66	63
	B	52	45	52	45	57	45	57	52
C	R	97	98	97	98	96	95	96	96
	G	85	84	85	84	86	83	86	86
	B	69	63	69	63	73	63	73	70
D	R	79	77	79	77	81	74	81	79
	G	77	76	77	76	77	70	77	78
	B	62	57	62	57	66	55	66	63
E	R	85	82	85	82	87	78	87	85
	G	89	90	89	90	88	82	88	89
	B	72	65	72	65	76	64	76	72
F	R	66	54	66	54	71	58	71	65
	G	80	81	81	81	80	74	80	81
	B	71	66	71	66	73	63	73	72
G	R	59	50	59	50	64	52	64	58
	G	70	69	70	69	71	63	71	71
	B	66	63	66	63	69	58	69	66
H	R	59	50	59	50	64	51	66	58
	G	71	69	71	69	72	63	74	72
	B	71	68	71	68	72	63	74	72
I	R	68	61	67	61	70	57	69	68
	G	79	76	79	76	80	72	79	78
	B	91	92	91	92	90	85	89	91
J	R	49	45	49	45	51	40	52	47
	G	45	40	45	40	50	38	51	44
	B	59	59	59	59	60	53	61	59
K	R	65	64	65	64	65	57	65	65
	G	54	50	54	50	58	47	58	54
	B	60	58	60	58	62	53	62	58
L	R	67	66	67	66	67	59	67	66
	G	53	46	53	46	57	46	57	53
	B	53	48	53	48	56	46	56	53

Table 6. Color difference comparison between e-sRGB Profile image and no e-sRGB Profile image of uncalibrated monitor

target step		e-sRGB Profile				No e-sRGB Profile			
		LCD1	LCD2	CRT1	CRT2	LCD1	LCD2	CRT1	CRT2
A	R	68	69	68	68	68	68	68	67
	G	53	51	53	52	53	53	53	53
	B	47	48	47	46	47	46	47	46
B	R	76	77	76	76	76	76	76	77
	G	63	61	63	63	63	64	63	63
	B	52	53	52	52	52	52	52	52
C	R	96	95	96	96	96	97	96	96
	G	85	86	85	86	85	85	85	86
	B	68	67	68	68	68	69	68	70
D	R	79	77	79	79	79	79	79	80
	G	77	79	77	77	77	77	77	78
	B	63	62	63	62	63	62	63	63
E	R	84	84	84	83	84	85	84	85
	G	89	89	89	89	89	89	89	89
	B	72	71	71	72	72	72	72	72
F	R	65	65	66	65	65	66	65	65
	G	80	81	80	80	80	81	80	81
	B	72	70	71	72	72	71	72	72
G	R	59	58	57	58	59	59	59	58
	G	70	70	72	70	70	70	70	70
	B	67	67	67	68	67	67	67	66
H	R	59	59	59	58	59	59	59	58
	G	72	71	71	72	71	71	71	72
	B	71	71	71	72	71	71	71	72
I	R	68	67	68	66	68	67	68	68
	G	80	80	81	80	80	79	80	78
	B	92	91	92	91	92	92	92	91
J	R	49	48	49	48	49	49	49	47
	G	45	45	46	46	45	45	45	44
	B	58	58	58	58	58	59	58	59
K	R	65	65	66	65	65	65	65	65
	G	53	53	53	54	53	54	53	54
	B	59	60	59	59	59	60	59	59
L	R	66	67	66	66	66	67	66	66
	G	53	53	53	53	53	53	53	53
	B	52	53	52	53	52	53	52	53

Table 7. Color difference comparison between e-sRGB profile image and no e-sRGB profile image of calibrated monitor

target step		e-sRGB Profile				No e-sRGB Profile			
		LCD1	LCD2	CRT1	CRT2	LCD1	LCD2	CRT1	CRT2
A	R	68	69	68	68	68	68	68	67
	G	53	51	53	52	53	53	53	53
	B	47	48	47	46	47	46	47	46
B	R	76	77	76	76	76	76	76	77
	G	63	61	63	63	63	64	63	63
	B	52	53	52	52	52	52	52	52
C	R	96	95	96	96	96	97	96	96
	G	85	86	85	86	85	85	85	86
	B	68	67	68	68	68	69	68	70
D	R	79	77	79	79	79	79	79	80
	G	77	79	77	77	77	77	77	78
	B	63	62	63	62	63	62	63	63
E	R	84	84	84	83	84	85	84	85
	G	89	89	89	89	89	89	89	89
	B	72	71	71	72	72	72	72	72
F	R	65	65	66	65	65	66	65	65
	G	80	81	80	80	80	81	80	81
	B	72	70	71	72	72	71	72	72
G	R	59	58	57	58	59	59	59	58
	G	70	70	72	70	70	70	70	70
	B	67	67	67	68	67	67	67	66
H	R	59	59	59	58	59	59	59	58
	G	72	71	71	72	71	71	71	72
	B	71	71	71	72	71	71	71	72
I	R	68	67	68	66	68	67	68	68
	G	80	80	81	80	80	79	80	78
	B	92	91	92	91	92	92	92	91
J	R	49	48	49	48	49	49	49	47
	G	45	45	46	46	45	45	45	44
	B	58	58	58	58	58	59	58	59
K	R	65	65	66	65	65	65	65	65
	G	53	53	53	54	53	54	53	54
	B	59	60	59	59	59	60	59	59
L	R	66	67	66	66	66	67	66	66
	G	53	53	53	53	53	53	53	53
	B	52	53	52	53	52	53	52	53

3-2. CIE xyY 색도도에서의 이미지 컬러 재현 평가

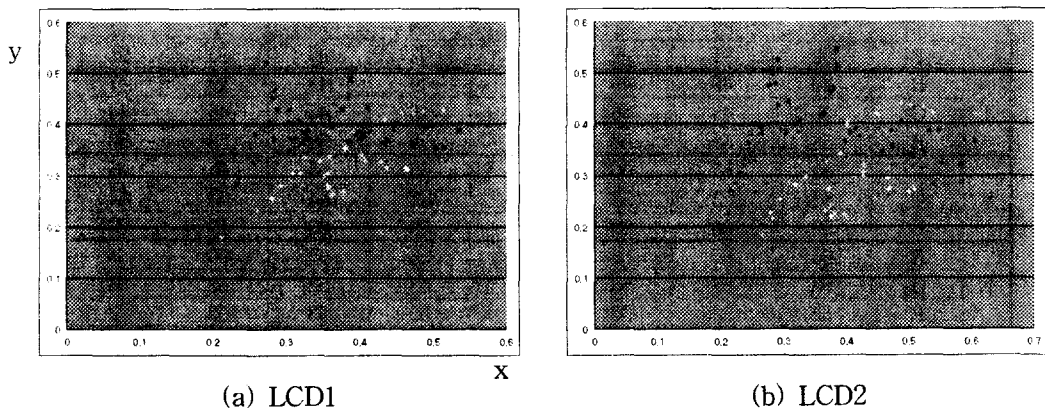
CIE RGB, e-sRGB 컬러 공간에서 캘리브레이션을 한 모니터와 하지 않은 모니터에 장치 profile을 적용한 target 이미지의 컬러 gamut과 컬러 재현 변화를 비교하기 위하여 CIE xyY 색도도를 이용한 결과 fig. 3, 4, 5, 6과 같다.

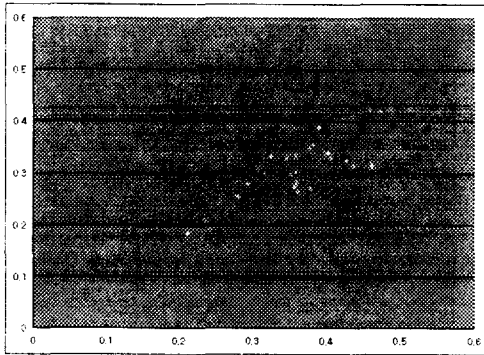
Fig. 3과 같이 캘리브레이션이 이루어지지 않은 모니터에서는 CIE RGB profile을 적용한 이미지가 xy 색도도에서 LCD1과 CRT1이, LCD2와 CRT2가 각각 gamut 영역이 유사하게 나타났다. 또한 동일한 target 이미지의 컬러 영역에서 LCD1과 CRT1 모니터에 재현된 컬러 영역이 LCD2와 CRT2의 모니터에서 재현된 컬러 영역보다 좁게 나타났다. 이것은 장치 profile을 이미지에 동일하게 적용하지만, CIE RGB 컬러 공간이 장치에 의존하기 때문이라 사료된다.

캘리브레이션이 이루어진 모니터에서는 fig. 4와 같이 xy 색도도에서 gamut 영역이 동일하게 적용된 CIE RGB profile의 영향을 받아 LCD1, LCD2, CRT1, CRT2 모니터에서 모두 유사한 경향을 나타내었다.

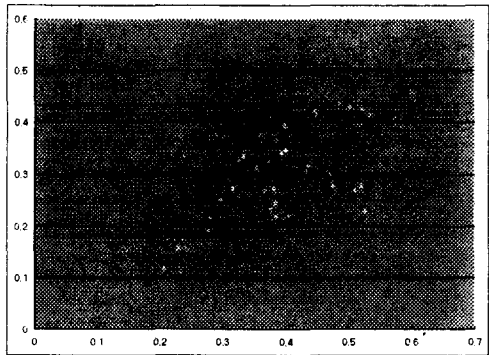
그러나 fig. 5, 6과 같이 e-sRGB profile을 적용한 target 이미지의 경우는 CIE RGB 컬러 공간보다 좁은 16bit 영역의 컬러를 가졌지만, 캘리브레이션이 이루어지지 않은 모니터나 이루어진 모니터 모두 xy 색도도에서 gamut 영역의 차이가 나타나지 않았다.

따라서 장치 의존적인 CIE RGB 컬러 공간에서 재현된 이미지는 profile을 적용할 때 디스플레이 장치가 캘리브레이션이 이루어진 상태에서 더 우수한 컬러 재현을 나타내었지만, 장치 독립적인 컬러 공간을 가진 e-sRGB인 경우에는 디스플레이 장치의 환경에 관계없이 모두 유사한 gamut 영역을 나타내었다.



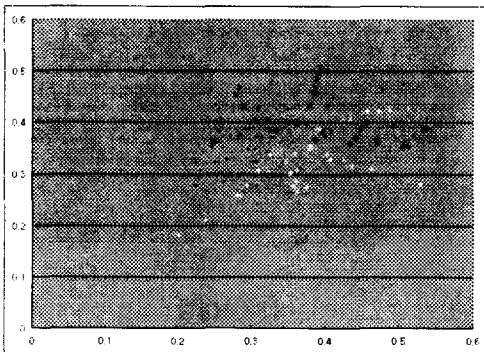


(c) CRT1

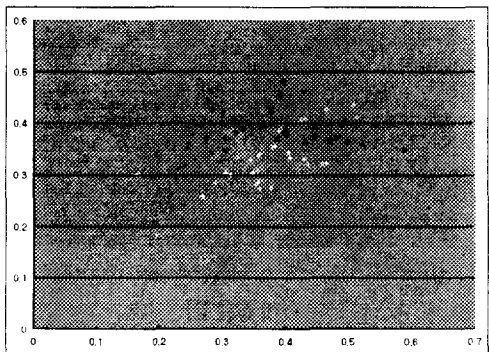


(d) CRT2

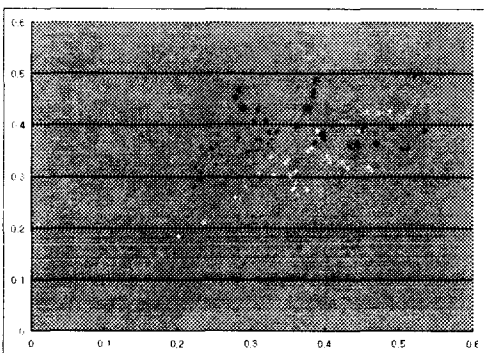
Fig. 3. The CIERGB profile tag image of uncalibrated monitor.



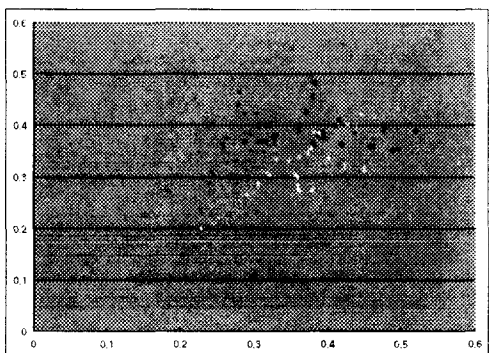
(a) LCD1



(b) LCD2

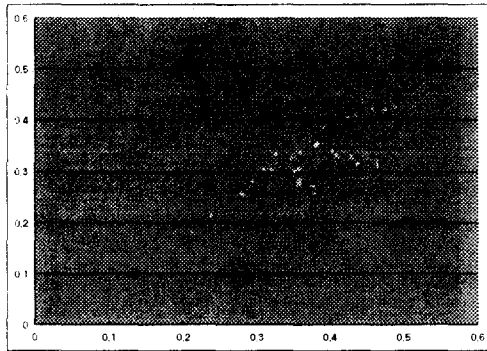


(c) CRT1

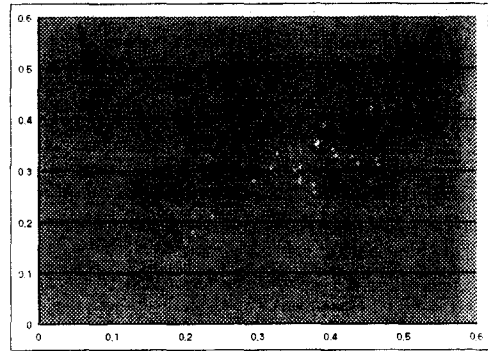


(d) CRT2

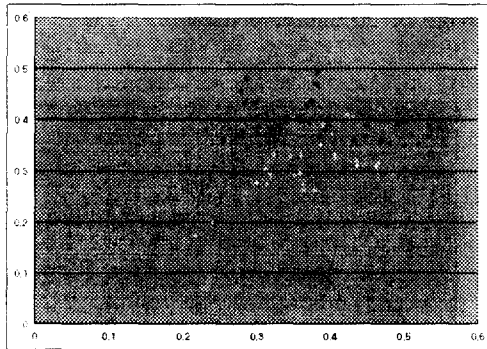
Fig. 4. The CIERGB profile tag image of calibrated monitor.



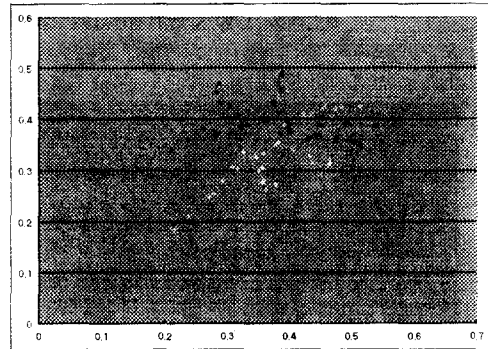
(a) LCD1



(b) LCD2

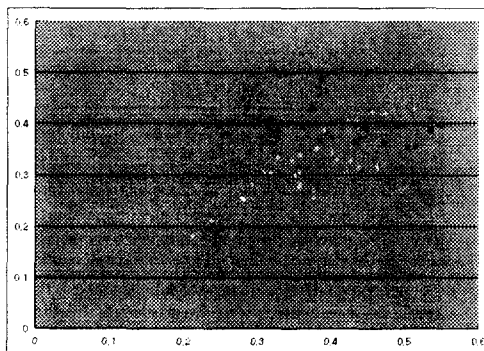


(c) CRT1

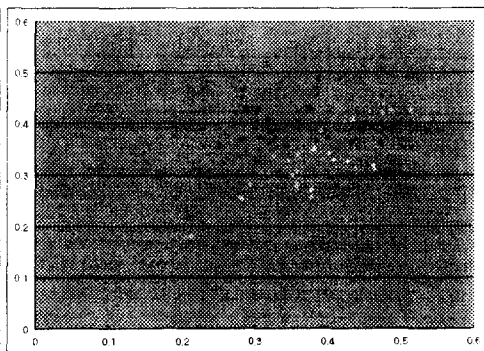


(d) CRT2

Fig. 5. The e-sRGB profile tag image of uncalibrated monitor.



(a) LCD1



(b) LCD2

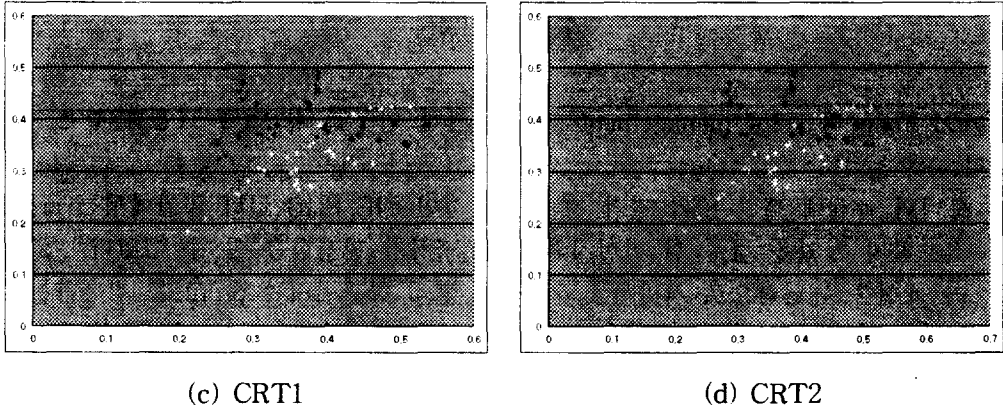


Fig. 6. The e-sRGB profile tag image of calibrated monitor.

3-3. Profile 적용에 따른 디지털 이미지의 용량 평가

디지털 이미지의 처리 속도를 알아보기 위하여 각각의 장치 profile를 적용한 JPEG 파일 포맷 이미지와 적용하지 않은 이미지의 파일 용량을 각각 측정하여 장치 profile 적용에 따른 이미지의 용량 변화를 측정한 결과 table 8과 같다.

Table 8과 같이 CIERGB profile를 적용한 이미지가 631.463byte이고, e-sRGB profile를 적용한 이미지는 191.363byte로 나타났다. e-sRGB profile를 적용한 이미지는 원 이미지보다는 4.871byte 증가한 경향을 보였지만, CIERGB profile를 적용한 이미지보다는 440.1byte 적은 파일 용량을 나타내었다. 이것은 24bit로 이루어진 CIERGB 컬러 공간보다 16bit로 이루어진 e-sRGB 컬러 공간이 좁으므로 profile에 포함되는 컬러 정보가 적기 때문이다.

따라서 웹 인쇄물의 디지털 이미지 처리에서는 원 이미지의 동일한 컬러 재현도 중요하지만, 이미지의 빠른 처리 속도도 요구되므로 CIERGB profile을 이미지에 활용하는 것 보다 파일 용량도 적고, 디스플레이 장치에 영향을 받지 않는 장치 독립적인 컬러 재현이 가능한 e-sRGB profile을 이미지에 활용하는 것이 효율적이라 사료된다.

Table 8. File size according to experiment image

experiment image	file size (byte)
original image	186.492byte
CIERGB profile image	631.463byte
e-sRGB profile image	191.363byte

4. 결 론

Digital image의 color management 적용에 관한 연구를 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 모니터 측색에 따른 평가 결과 장치 의존적인 CIE RGB 컬러 공간에서는 profile을 적용하지 않았을 경우 원 이미지와 많은 색차가 발생함을 알 수 있었다. 또한 컬러 재현을 독립적으로 처리하는 e-sRGB 컬러 공간에서는 profile을 적용하는 것과 관계없이 원 이미지와 유사한 컬러 재현이 가능함을 알 수 있었다.
- 2) 컬러 재현에 의한 평가 결과 장치 의존적인 CIE RGB 컬러 공간은 24bit 체계로 되어 있기 때문에 gamut영역이 넓었고, e-sRGB의 경우 16bit 체계로 되어 있기 때문에 gamut영역이 좁았다. 또한 장치 의존적인 CIERGB는 캘리브레이션을 적용하지 않았을 경우 컬러 재현에 영향을 받았으나, e-sRGB는 컬러 재현에 영향을 받지 않음을 알 수 있었다.
- 3) 디지털 이미지의 용량 평가 결과 원 이미지와 동일한 컬러 재현도 중요하지만, 이미지의 빠른 처리 속도도 요구되므로 CIE RGB profile을 이미지에 활용하는 것보다 용량도 적고 컬러 재현이 향상된 e-sRGB profile을 적용하는 것이 효율적임을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) International Color Consortium, "ICC Profile Format Specification", Version 3.4, August (1997).
- 2) J.Peyton, "Photographic and Imaging Manufacturers Association, INC", PIMA 7667 (2001).
- 3) IEC 61966-2/1FDIS: Multimedia System and Equipment-Color Measurement and Management-part 2-1:Color Management-Default RGB Color Space-sRGB (2000).
- 4) Todd Newman, "Making Color "Plug and Play"", Fifth Color Imaging Conference: Color Science, Systems, and Applications (1997).
- 5) N. Katoh and T. Deguchi, "Further Evaluation of Methods for Producing Desired Colors on CRT Monitors", Color Research and Application, 25:2, p. 90~104 (2000).