

ICC (International Color Consortium) Device Profile Specification 에 대한 연구

김진서*, 조맹섭*
*한국전자통신연구원 칼라이미징연구팀
e-mail : kjseo@etri.re.kr

A Study on ICC (International Color Consortium) Device Profiles

Jin-Seo Kim*, Maeng-Sub Cho*
*Color Imaging Research Team, CSRL/ETRI

요 약

컴퓨터 주변 장치를 통해 다루어지는 디지털 영상의 컬러 화질 개선을 위하여 행해지는 영상의 컬러 정보 변환에 산업 표준으로 그 사용이 점차 확대되어 가고 있는 ICC 디바이스 프로파일 표준 규격에 대하여 초기 버전인 3.0 에서 최신 버전인 4.0 까지의 개정안에 대해 알아보고, 한국전자통신 연구원에서 개발한 ICC 디바이스 프로파일을 이용한 컬러영상시스템을 이용한 영상 변환에 대하여 알아본다.

1. 서론

컴퓨터를 이용한 컬러 영상의 생성, 전송 및 출력이 인쇄, 출판 등의 재래식 영상물 제작방법을 급속도로 대체하고 있는 현 시점에서 컴퓨터를 이용한 영상물 제작의 중요한 단점중의 하나로 대두되고 있는 것이 모니터로 디스플레이 된 영상과 프린터로 출력한 영상과의 컬러 매칭이 제대로 이루어지지 않는다는 점이다. 이러한 컬러 불일치의 원인은 스캐너, 모니터, 프린터 등의 디바이스들이 사용하는 컬러 공간이 서로 다르고, 컬러 정보를 표현하는 방식이 다르며, 표현 할 수 있는 컬러의 영역이 서로 다르기 때문에 나타나는 현상이라고 말 할 수 있다. 이러한 디바이스들 간의 컬러 불일치 문제를 해결하기 위해서 구성된 국제 컨소시엄인 ICC(International Color Consortium)에서 디바이스 고유의 컬러 재현 특성에 대한 정보를 프로파일의 형태로 저장하고, 이를 이용하여 영상의 컬러 정보 변환을 수행하여, 모니터에 디스플레이 되는 영상과 프린터로 출력하는 영상의 컬러 일치가 될 수 있도록 하는 표준 규격인 ICC 디바이스 프로파일 규격을 제정하였다. 본 고에서는 ICC 에서 제정한 디바이스 프로파일의 구조와 표준 규격 버전 3.0 에서 버전 4.0 에 이르기까지의 개정 내용에 대해 알아보고,

프로파일을 이용한 영상 변환에 대해 설명하기로 한다.

2. ICC (International Color Consortium) and ICC Device Profiles

2.1 ICC

International Color Consortium 은 컴퓨터 및 주변장치에 대하여 제조사에 상관없이 모든 하드웨어상에서 동일한 품질의 컬러 영상을 얻도록 하는 컬러 운영시스템의 구성과 디바이스 프로파일의 표준을 규정하기 위한 목적으로 1993 년도에 구성되었다. 초기의 설립 회원으로는 Adobe, Agfa, Apple, Kodak, FOGRA, Microsoft, Silicon Graphics, Sun 의 8 개 회사의 컨소시엄 형태로 시작하여 현재는 설립 회원을 제외하고 약 66 개의 하드웨어, 소프트웨어 제조 회사, 연구소들이 정회원으로 참여하고 있는 세계적인 컨소시엄으로 발전했으며, 매년 회원의 숫자가 늘어나고 있다. 한국전자통신 연구원도 1996 년에 국내 최초로 정회원으로 가입하여 활동하고 있다. ICC 는 Architecture Working Group, Chromatic Adaptation Transform Working Group, Communications Working Group, Graphic Arts Special Interest Working Group, Specification Editing Working

Group, Workflow Working Group 의 총 6 개의 워킹 그룹이 결성되어 디바이스 프로파일의 개정과 사용에 대한 연구 활동을 진행하고 있으며, 이러한 활동을 기반으로 현재까지 총 8 회에 걸친 프로파일 표준 규격의 개정이 이루어졌다.

2.2 ICC Device Profiles

ICC에서는 영상 변환을 수행하는 Color Management Framework 이라는 모듈을 중심으로 해서 영상 변환에 필요한 디바이스 프로파일이나, 기타 부가적인 3rd Party CMM(Color Management Module), Default CMM 등이 추가되어 다양한 응용 분야에 부합하는 영상 변환을 수행하게 된다. 위와 같은 변환을 통한 영상의 컬러 일치를 위해서는 영상 입,출력 장치에 대한 특성 정보를 표준화된 규격의 파일 형태로 저장하고 있어야 하며, 이를 위해서 ICC에서는 ICC 디바이스 프로파일 표준 규격을 정하고 이를 통해 변환된 영상은 디바이스의 종류나 규격, 운영체제 등에 관계 없이 동일한 컬러 품질을 보장하게 된다.

ICC 디바이스 프로파일은 그림 1 과 같이 크게 프로파일 헤더와 프로파일 태그로 구성되어 칼라 변환을 위해 필요한 정보를 저장하게 되며 헤더와 태그는 각각 아래와 같은 구조로 되어 있다.

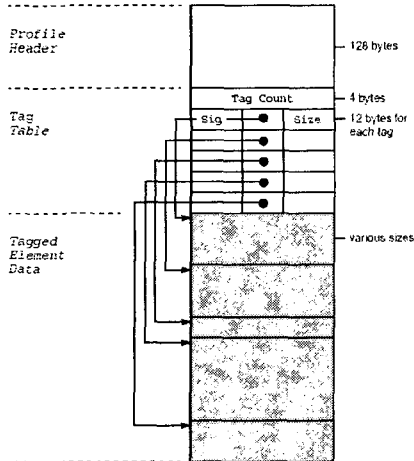


그림 1. ICC 디바이스 프로파일 구조

2.2.1 Profile Header

프로파일 헤더는 프로파일의 총 크기, 디바이스의 종류, 프로파일 작성일, 디바이스 생산자, 프로파일 생산자 등의 프로파일과 관련된 개략적인 정보를 포함하고 있으며, 총 128 바이트의 고정된 길이로 되어 있다. 128 바이트의 구성은 아래의 표 1과 같다. 이와 같이 프로파일의 헤더 정보만으로도 프로파일의 종류 및 생산자 등을 쉽게 알 수 있으며, 필요한 프로파일을 찾는 데에도 헤더정보가 유용하게 이용될 수 있다.

| Byte Offset | Content | Encoded as... |
|-------------|---|----------------|
| 6-3 | Profile size | uint32Number |
| 4-7 | CMM Type signature | see below |
| 8-11 | Profile version number | see below |
| 12-15 | Profile Device Class signature | see below |
| 16-19 | Color space of data (possibly a derived space) [i.e. "the canonical input space"] | see below |
| 20-23 | Profile Connection Space (PCS) [i.e. "the canonical output space"] | see below |
| 24-35 | Date and time this profile was first created | dateTimeNumber |
| 36-39 | "acsp" (01637370h) profile file signature | |
| 40-43 | Primary Platform signature | see below |
| 44-47 | Flags to indicate various options for the CMM1 such as distributed processing and caching options | see below |
| 48-51 | Device manufacturer of the device for which this profile is created | see below |
| 52-55 | Device model of the device for which this profile is created | see below |

표 1. 프로파일 헤더

2.2.2 Profile Tags

프로파일 태그는 디바이스의 특성 정보에 대한 데이터를 실제로 저장하고 있는 부분으로 그림 1 과 같이 헤더파일이 끝나는 부분부터 바로 이어져 시작되며, 표 2 와 같이 처음의 4 바이트는 프로파일 태그의 총 개수를 나타낸다. 다음으로 태그의 종류 및 실제 저장된 주소와 크기 등의 정보를 같은 12 바이트의 고정된 크기의 태그 테이블과 실제 데이터를 저장하고 있는 부분으로 구성된다. 태그 테이블의 총 크기는 태그의 갯수 x 12 바이트가 된다.

| Byte Offset | Content | Encoded as... |
|-------------|---------------------------------|---------------|
| 0-3 | Tag Signature | |
| 4-7 | Offset to beginning of tag data | uint32Number |
| 8-11 | Element Size | uint32Number |

표 2. 태그 테이블

ICC 디바이스 표준 규격 최신 버전인 4.0 에서는 총 48 개의 프로파일태그가 정의되어 있으며, 현재에도 계속 수정 및 개정이 이루어지고 있다. 48 개의 태그의 자세한 내용에 대한 설명은 본 고에서 생략하기로 하며 필요한 경우 ICC 의 홈페이지를 참고한다. (<http://www.color.org/>)

3. History of ICC Device Profiles Specification

1994 년 6 월에 발표된 ICC 디바이스 표준 규격 안 버전 3.0 이후 현재까지 총 8 회에 걸쳐 major/minor 개정 작업이 이루어 졌다. 각 개정 버전에서 중요한 개정 내용에 대해 간략하게 정리하면 아래와 같다.

3.1 Version 3.0 - June 10, 1994

1994 년 6 월에 일만에 공개된 최초의 ICC 디바이스 프로파일 표준 규격 안으로서, 총 41 개의 태그와 21 개의 태그 타입, 그리고 8 개의 basic numeric type 을 정의하고 있다.

3.2 version 3.01 - May 8, 1995

1995 년 3 월에 버전 3.0 에 대한 개정이 이루어지고, 그 해 5 월에 수정 보완한 버전으로, 문장 수정과 같은 minor revision 이 약 20 여 개에 해당하는 Device profile description, Tag description, 그리고 Tag type definition 에 대해 이루어졌다. 그리고, postscript level2 color rendering dictionary 에 대한 태그 중에서 absolute

rendering intent 에 해당하는 태그 하나(ps2CRD3Tag)가 추가되었다. 또한 basic numeric type 에서 정수 및 소수를 표현하는 s15Fixed16Number 와 u16Fixed16Number 의 16 진수 표현 방식이 보다 직관적으로 개선되었다.

3.3 Version 3.2 – November 20, 1995

1995 년 11 월에 개정된 버전 3.2 에서는 basic numeric type 에 u8Fixed8Number 가 추가되었고, namedColor2Tag 가 tag list 에 추가되었으며, 이전 버전에서 사용하던 namedColorTag 는 사용하지 않게 되었다.

3.4 Version 3.3 – November 11, 1996

1996 년 11 월에 개정된 버전 3.3 에서는 제목 및 description 에 대한 수정 및 추가가 이루어졌고, postscript color rendering dictionary 와 관련된 crdInfoTag 와 crdInfoType 이 추가되었다.

3.5 Version 3.4 – August 15, 1997

1997 년 8 월에 개정된 버전 3.4 에서는 이전 버전까지 사용하던 용어 정의에 대한 부분을 개편하였고, 제 5 장 notation, symbols and abbreviations 에서 symbols and abbreviations 의 내용을 추가하였다. 그 외에 Embedding ICC profiles in JFIF Files 가 annex B.에 추가되었고, annex C.에서 헤더 파일에 대한 코드 예제가 업데이트 되었다.

3.6 Spec ICC.1:1998-09, File Format for Color Profile

1998 년 9 월에 개정된 버전으로, 버전 3.4 의 전반에 걸친 description 의 수정과 불명확했던 용어 및 태그의 사용에 대한 규정을 명확히 했다. 또한 deviceSettingsTag 와 deviceSettingsType 을 추가하여 특정한 플랫폼에서 사용할 수 있는 프로파일을 규정하였고, outputResponseTag 와 responseCurveSet16Type 을 추가하여 프로파일이 요구하는 디스플레이장치 및 출력장치에 대한 칼라 변환에 필요한 데이터를 제공한다.

3.7 Document ICC.1A:1999-04

1998 년 9 월에 개정된 ICC 디바이스 프로파일 표준 규격의 부록으로 발표되었으며, 헤더 파일의 디바이스 속성에 부분의 내용 추가, lut16Type 태그의 규정 및 사용법에 대한 해설에 대한 개정 보완, chromaticityTag 및 chromaticityType 추가 그리고, 참고 3 종의 참고 문헌이 추가되었다.

3.8 Specification ICC.1:2001-04

2001 년 4 월에 개정된 규격으로, 1998 년 9 월에 발표된 ICC 디바이스 프로파일 표준 규격의 개정본으로, 7 건의 프로파일 태그 및 태그 타입에 대한 설명 및 사용방법에 대한 개정 및 보완이 이루어졌으며, chromaticAdaptationTag 가 추가되었고, 부록에 포함되어 있는 내용 중에서, illumination level of the reference viewing condition 이 500lux 로 규정되었고, rendering intent 중에서 “relative colorimetry”가 “media-relative colorimetry”로, “absolute colorimetry”가 “ICC-absolute

colorimetry”로 변경되었다.

3.9 Specification ICC.1:2001-12

2001 년 12 월에 개정된 버전 4.0.0 규격으로 현재까지 발표된 ICC 디바이스 프로파일 표준 규격의 최신 버전이다. 버전 4.0.0 에서는 colorantOrderTag 와 colorantTableTag 의 두 가지 태그가 추가되었으며, colorantOrderType, colorantTableType, lutAtoBType, lutBtoAType, multiLocalizedUnicodeType 그리고, parametricCurveType 의 총 6 개의 태그 타입이 추가되었고, profileID 필드가 헤더 파일에 추가되었다. 또한 DeviceLink profile 과 named profile 을 제외한 모든 프로파일 타입에 chromaticAdaptationTag 를 반드시 포함하도록 규정했으며, PCS Lab 값의 범위를 새롭게 규정하였고, PCS Lab 수식과 LAB 변환식을 수정하였다. 그리고, namedColorTag, namedColorType, textDescriptionType 의 3 개의 태그 및 태그 타입과 ICC 회원 명단을 표준 규격에서 삭제했으며, 기타 약 10 여건에 이르는 태그 및 부록의 설명을 수정 및 보완하여 ICC 디바이스 프로파일 표준 규격의 제정 이후 최대 규모의 개정 작업이 이루어졌다.

4. Color Management System

영상 입출력 장치에 대한 프로파일을 이용하여 영상의 칼라 매칭을 수행하는 소프트웨어를 칼라운영시스템 (Color Management System)이라고 하며, Color Flow, Color Synergy, Natural Color 등의 상용 칼라운영시스템이 현재 시판되어 일반 사용자와 고급 사용자들의 요구에 맞는 기능들을 제공하고 있다.

한국전자통신연구원에서는 영상 입출력 장치의 칼라 매칭 및 화질 개선을 위한 칼라운영시스템으로 TrueColors™ 를 개발하였고, TrueColor 를 이용하여 스캐너 프로파일 및 모니터 프로파일을 통해서 영상변환을 수행한 영상을 소개하면, 그림 2 는 스캐너로 입력 받은 원래 영상이며 그림 3 은 프로파일을 이용하여 영상을 변환한 결과이다. 영상의 변환시에 주변광의 변화에 따른 시감의 차이를 보정하는 칼라어피어런스 모델(CIECAM97s)을 적용하여 영상의 선명도가 향상되었다.



그림 2. 원본 영상

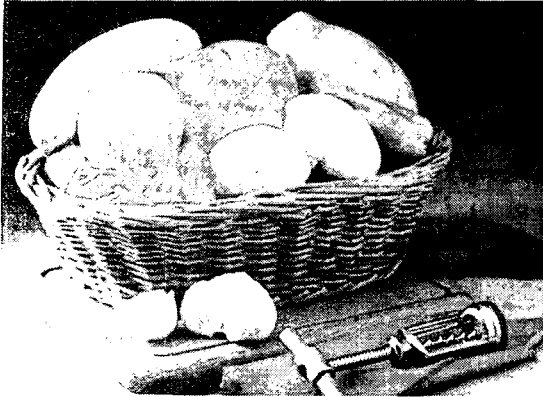


그림 3. 변환 영상 (D65 광원)

5. 결론

본 논문에서는 컬러운영시스템 및 디바이스 프로파일의 국제 산업 표준을 선도하고 있는 ICC 에서 규정하는 디바이스 프로파일 표준 규격에 대해 알아보고, ICC 디바이스 프로파일 규격에 맞도록 개발한 컬러운영시스템과 이를 이용한 영상 변환에 대하여 소개하였다. ICC 디바이스 프로파일 표준 규격은 현재 버전 4.0 이 발표 되었으며, 지속적인 수정 및 보완이 진행중에 있다. ICC 의 정회원인 한국전자통신연구원에서는 현재 프로파일 규격에서 지원하지 않고 있거나, 명확한 규격이 제시되지 않고 있는 Base-line Gamut Mapping, Color Appearance Model, 동영상 시스템의 프로파일 적용 등에 대한 연구를 지속적으로 수행하여, 앞으로 개정될 ICC 디바이스 프로파일 표준 규격의 제정에 적극적으로 참여하여 디바이스 프로파일 및 관련 컬러운영시스템 분야에 국제적인 위상을 정립할 수 있도록 할 계획이다.

참고문헌

- [1] ICC Device Profile Specification (Version 3.0), June 10, 1994
- [2] ICC Device Profile Specification (Version 3.01), May 8, 1995
- [3] ICC Device Profile Specification (Version 3.3), November, 1996
- [4] ICC Device Profile Specification (Version 3.4), August, 1997
- [5] ICC Device Profile Specification, September 1998
- [6] ICC Device Profile Specification, April 1999
- [7] ICC Device Profile Specification, April 2001
- [8] ICC Device Profile Specification (Version 4.0), December 2001
- [9] Mark D. Fairchild. "Color Appearance Models", Addison Wesley, 1998