

# 적응적 컬러 재생을 위한 MPEG-21 DIA 조명환경 기술자와 컬러 선호성 기술자의 활용

허영식

삼성종합기술원 멀티미디어랩

## Application of MPEG-21 DIA Descriptions for Adaptive Color Reproduction

Youngsik Huh

Multimedia Lab, Samsung Advanced Institute of Technology

E-mail : yshuh@samsung.com

### Abstract

MPEG-21 Part 7(Digital Item Adaptation)은 멀티미디어 콘텐츠를 사용자 환경 및 사용자 특성에 적응적으로 활용/소비하기 위한 표준이다. 본 논문에서는, 영상 콘텐츠의 적응적 컬러 재생에 관련하여 MPEG-21 DIA 내에서 표준화가 진행중인 조명환경 기술자(Descriptor)와 컬러 선호성 기술자를 소개하고 이들의 활용에 관해 논한다.

### I. 서론

유무선 인터넷의 보급과 멀티미디어 및 저장매체 관련 기술의 발전으로 인하여 일반 소비자들이 접할 수 있는 디지털 멀티미디어 콘텐츠의 양이 비약적으로 증가하고 다양화되고 있다. 이미 멀티미디어 콘텐츠는 단순한 디지털 파일이 아닌 21 세기의 중요한 문화적 상품으로 인식되고 있다. SC29 WG11(MPEG)에서는 이러한 추세에 발 맞추어 상품으로서의 멀티미디어 콘텐츠를 정의/유통/소비하기 위한 범용의 프레임워크를 MPEG-21 이란 이름으로 표준화하고 있다. MPEG-21 은 유통/소비되는 멀티미디어 콘텐츠를 디지털 아이템(Digital Item)이

라는 객체단위로 인식하여 다루고 있다. DIA(Digital Item Adaptation)는 MPEG-21 의 part 7 이다. DIA 가 추구하는 바는 "다양한 사용환경- 단말기, 네트워크, 사용자의 개인적 특성, 소비자가 위치한 물리적 주변환경 등-에 최적화된 디지털 아이템을 사용자가 소비할 수 있도록 하자"는 것이다. 그림 1 은 DIA 에서 상정하고 있는 적응(adaptation)의 개념도이다. DIA 표준화 작업을 통해 실질적으로 해결하고자 하는 사항은 다음과 같다.

- 적응 과정상에서 고려되어야 하는 사용환경상의 요소들은 무엇인가?
- 도출된 사용환경상의 요소들에 대한 정보를 표현하는 표준양식 (XML Schema 를 통해 정의하며 사용환경 기술자(descriptor)라고 부른다).
- 사용환경 정보를 이용하여 동작하는 적응과정의 일반적 메커니즘(mechanism).
- 적응 과정상에서 필수적이면서도 개개의 플랫폼/프로토콜/변환 방법등에 독립적인 적응도구(adaptation tool).

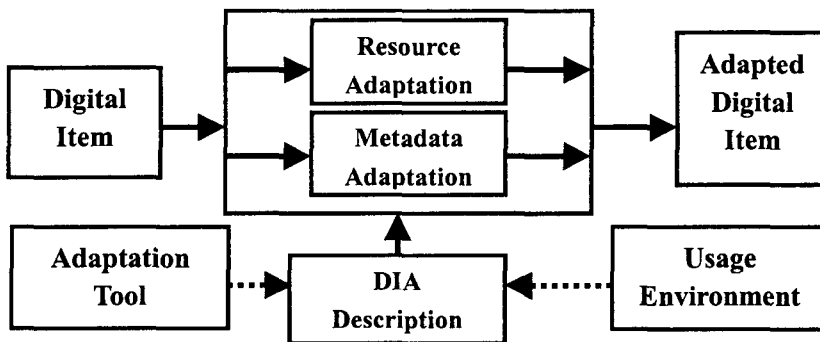


그림 1. Digital Item Adaptation 개념도

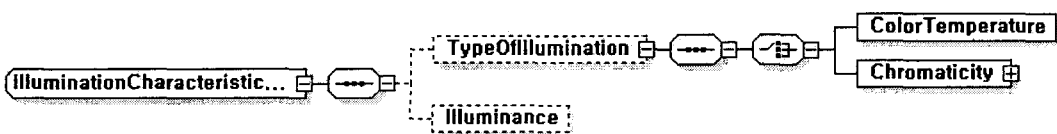


그림 2. 조명특성 기술자의 구조

MPEG-21 DIA adhoc group 은 지난 2002 년 5 월의 Fairfax 회합에서 최초로 기술 제안들을 모집하여 일련의 평가작업을 수행하였고 그 결과로 2002 년 12 월에 위원회 안(Committee Draft)을 제정하였다[15]. 현재 위원회 안에서 고려되어진 사용환경은 크게 사용자 특성(User Characteristics), 단말기 특성(Terminal Characteristics), 네트워크 특성(Network Characteristics) 그리고 주변환경(Natural Environment)이다. 여기서 주변환경은 단말기 또는 사용자가 위치한 장소/시간의 물리적/자연적 주변환경-물론 사용자의 콘텐츠 소비에 영향을 끼치는-을 의미한다.

본 논문에서는 현재 DIA 위원회 안에 채택된 사용환경 기술자(Usage Environment Description)들 중 디스플레이 기기에 영상을 표시할 시에 그 컬러를 충실히 또는 사용자의 개인적 기호에 부합하도록 재현하는 것을 목적으로 하는 기술자(Description)들에 대해 소개하고자 한다. 이미 [16]에서 이들에 관한 소개가 이루어 졌지만\*, 그 이후에 3 월 meeting 및 각국의 기관(National Body)들의 검토를 거치면서 위원회 최종 안에서의 일부 수정이 예상되므로 이에 따른 소개를 하고자 한다. 또한, 이들 기술자들을 이용하여 영상 콘텐츠의 컬러를 적응시키는 메커니즘에 대해서도 논하고자 한다.

## II. 컬러 재현을 위해 고려되어야 할 요소

컬러를 재현할 시에 고려할 수 있는 요소들은 매우 많겠지만, DIA 에서 고려하는 요소들은 다음과 같다.

ㄱ) 디스플레이 장치 주변의 조명: 주변 조명은 그 종류와 강도에 따라 인지되는 영상의 밝기, 밝기 대비(Contrast), 색도(chromaticity)등에 영향을 미친다.

ㄴ) 사용자의 선호도: 동일한 영상에 대해서도, 사용자 개개인의 특성에 따라, 인지되는 주관적인 느낌은 다를 수 있다. 영상의 컬러는 이러한 주관적인 느낌과 밀접한 관련이 있으며 이를 사용자의 컬러 선호성이라 부른다.

ㄷ) 디스플레이 장치의 종류: 동일한 영상입력에 대해서도 해당 디스플레이의 물성/구동 특성에 따라 표시되는 컬러는 상이하다.

DIA 에서는 위에 나열된 요소들을 고려하여 사용자 주변의 조명 특성, 사용자의 컬러 선호성을 표현하는 기술자를 정의하였다. 본 논문의 3, 4 절에서는 이들에 대해 소개하도록 하겠다. 디스플레이 장치에 관하여서는 단말기 특성 기술자에서 간단히 디스플레이 장치의 대략적인 종류만을 기술하고 있는데, 이는 컬러 재현 적응을 위한 목적은 아니다. 현재 대부분의 디스플레이 장치에는 표준 색 좌표(sRGB)에 따른 색 재현 성능이 장치 내부에 구현되는 추세이다. 즉, 장치 내부적으로 장치 종류에 따른 색 재현 오차를 제거하고 있기 때문에 이들 DIA 에서 특별히 고려할 필요는 없는 것이다.

## III. 조명환경 기술자

관찰자에게 인지되는 색은 관찰자와 대상 객체가 위치하는 곳의 주변 조명의 영향을 받는다. 즉, CIE System 과 같은 색 정합 시스템(color matching system)들에서 정의되는 대상물의 색과 실제 관찰자에게 인지되는 색에는 주변 조명으로 인한 차이가 발생하는 것이다. 이러한 색 전이(shift)는 밝기, 밝기 대비, 색도 등 시 지각적

으로 중요한 색 특성 들상의 전이로 표현될 수 있다. 그리고, 조명 특성 등 색을 관찰하는 환경의 특성을 고려하여 이러한 전이들을 보상할 수 있다[4,5,6]. 조명으로 인한 색 전이 및 보상은 디스플레이 장치를 통해 색을 인지하는 경우에도 적용될 수 있다. 따라서, 조명 및 디스플레이 장치 특성을 고려하여 애초에 영상 콘텐츠 제작 시에 의도된 색, 밝기, 밝기 대비 등 여러 색 특성을 포함하여-을 사용자가 인지하도록 할 수 있다. 조명 환경 기술자(descriptor)는 이러한 기능을 목적으로 단말기 또는 사용자가 위치한 곳의 주변 환경을 기술한다.

그림 2 는 현재 위원회 안에 따른 조명 환경 기술자의 구조를 보여 준다. 해당 기술자에서는 조명 특성을 조명의 종류와 강도, 두 가지 측면으로 기술한다. 조명의 종류는 CIE-1931 색도 공간상의 좌표 또는 색온도[7] 들 중 하나로 기술한다. 본래 색온도는 흑체(blackbody)를 가열하여 흑체가 발산하는 색과 흑체의 온도를 연관시켜 정의한 것이다. 이를 일반적인 조명의 색 특성과 연계하여 조명의 색온도(correlated color temperature)를 정의할 수 있다. 색온도는 조명의 종류를 간략하면서도 효과적으로 나타내는 특성 치로 알려져 있으며 위에서 서술된 의미 단어들이나 색도 공간 좌표 표현들과 서로 매핑(mapping)이 가능하다. 또한, 영상에 대한 사용자의 감성 지각적 특성을 나타내는데 효과적인 것으로 인정되어 MPEG-7 version2 의 기술자로 채택되었고 4 절에 소개될 컬러 선호특성 기술자에서도 사용된다[8]. 조명의 강도는 Lux 단위의 수치로 표현된다

## IV. 컬러 선호성 기술자

2 절에서 언급된 대로 컬러에 대한 사용자의 개인적인 선호성향에 따라 동일한 영상에 대해서도 사용자가 인지하는 느낌이 다를 수 있다. 사용자의 컬러 선호 정보를 획득하여 영상을 시청할 시에 이에 적합하게 영상을 변환 해주면 사용자 만족도를 높일 수 있다. 이는 기존의 해상도, 프레임레이트 등의 객관적 화질을 고려하던 것에서 나아가 주관적 화질의 향상을 지원하기 위한 것이다.

그림 3 은 현재 DIA 위원회 안에 따른 컬러 선호성 기술자의 구조를 보여 준다. 컬러 선호성은 색온도, 밝기, 밝기대비, 채도의 4 가지 측면에서 기술된다. 그림에서 보는 대로 4 가지 선호 특성들은 모두 ColorPreferenceType 이라는 데이터 형을 사용하여 표현된다. ColorPreferenceType 은 (Preferred Value, Reference Value)의 수치적 값의 쌍으로 표현되는 데, 이것은 "사용자는 해당 컬러 특성 값이 ReferenceValue 인 영상을 PreferredValue 를 가지는 영상으로 변환하여 보기 원함"을 의미한다. 따라서, 원 영상이 ReferenceValue 를 가졌거나, 이와 유사한 값을 가질 경우, PreferredValue 또는 유사한 값을 가지는 영상으로 변환함으로써 사용자의 컬러 선호성을 반영한 영상을 얻을 수 있다. 그림 3 에서 BinNumber 는 값 표현을 위한 양자화 레벨을 나타낸다.

(Preferred Value, Reference Value)에 사용되어지는 수치적 값은 각각의 선호특성에 따라 다음과 같이 정의된다.

ㄱ) 영상의 색온도(Correlated color temperature): 앞 절에서 소개된 대로 조명의 색온도는 영상에 대해 인간이 인지하는 색감과 밀접한 관련이 있다. 색온도 값의 분포에 따라 사용자는 영상으로부터 뜨거운 느낌에서 차가운 느낌까지를 인지할 수 있다. 색온도에는 개인/인

\* 본 논문의 2, 3, 4 절은 문헌[16]을 참고하여 작성되었음.

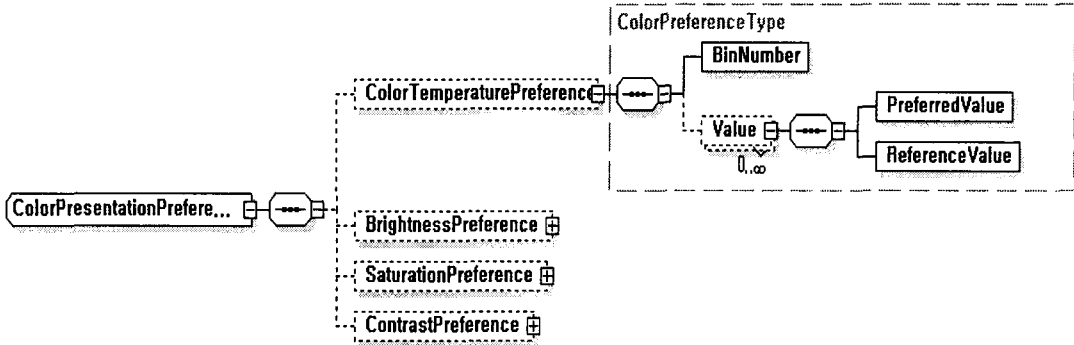


그림 3. 컬러 선호성 기술자의 구조

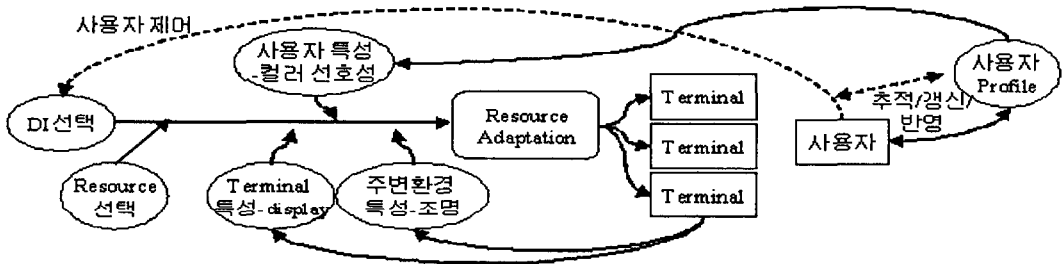


그림 4. 적응적 컬러재현의 flow

중/지역별로 뚜렷한 선호성이 존재하는 것으로 알려져 있다. MPEG-7 version2에는 "색온도에 따른 영상 브라우징(browsing)", "영상 색온도 변환"의 기능을 위한 색온도 기술자가 채택되어 있으며, 본 컬러 선호성 기술을 위해 사용되어지는 색온도 값 역시 MPEG-7 표준에 따라 정의된다. 영상으로부터 영상 내 조명의 색온도를 추정/표현/변환하는 자세한 방법은 [8], [9]를 참조하면 된다.

ㄴ) 영상의 밝기(Brightness): 영상의 밝기는 YCbCr 색공간에 대하여 영상 내 화소들의 Y 값들을 평균한 값으로 정의한다.

ㄷ) 영상의 밝기 대비(Contrast): 영상의 밝기대비는 영상 내 화소들의 Y 값의 표준편차로 정의한다.

ㄹ) 영상의 채도(Saturation). 영상의 채도는 HSV 색공간에 대하여 영상 내 화소들의 S 값을 평균한 값으로 정의한다.

### V. DIA 기술자를 이용한 컬러 재현

본 절에서는 3,4 절에서 소개된 DIA 기술자들을 활용한 적응적 컬러 재현에 대해 논한다. 디지털 콘텐츠의 유통/소비에 관련하여서는 그 모델이 매우 다양하다. 따라서, 한 두 가지 모델에 국한하여 DIA 활용을 논하기는 어렵다. 본 논문에서는 영상 콘텐츠의 컬러 재현에 관련하여 최대한 추상화 된 모델을 상정하여 논의를 진행하고자 한다. 그림 4는 본 논문에서 상정하고 있는 적응적 컬러 재현을 위한 데이터 흐름도이다. 그림 4의 각 요소들을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

- 사용자는 자신이 원하는 디지털 아이템(Digital Item)이나 해당 아이템내의 서브아이템(subitem)을 선택한다.
- 선택된 아이템과 연관된 콘텐츠 자원(contents resource)이 플레이(play) 되도록 선택된다. 본 논문에서는 영상 콘텐츠가 그 대상이 될 것이다.
- 영상 콘텐츠 비트 스트림의 부호화/전송/복호 과정 이전에 영상 콘텐츠 자원의 적응 프로세스(adaptation process)가 구동 된다.
- 영상 적응을 위해 필요한 정보가 수집된다. 영상 컬러 적응을 위해서는 2 절에서 제시된 바와 같이 사용자특성에 해당하는 사용자 컬러 선호성 정보, terminal 특성에 해당하는 사용자 display 정보, 주변환경 특성에 해당하는 조명특성 정보가 고려된다. 이들 정보는 사전에 또는 실시간으로 획득되어 DIA 표준 기술자의 형식으로 작성되어 적응 엔진에 전달된다.
- 적응엔진은 전달 받은 기술자를 해석하여 자신의 영상 변환 프로세스를 위한 파라미터(parameter)를 도출하여 이를 변환 작업에 적용한다. 변환된 영상은 부호/전송/복호등의 단계를 거친 후 최종적으로 사용자 영상 표시장치에 표시된다.

위에 기술된 바에 따라 실제 프로세스를 구현함에 있어 다음과 같은 2 가지 문제가 고려되어야 한다. 첫째는 컬러 선호성 정보와 조명 환경 정보를 어떻게 획득하는가의 문제이고 두 번째는 이들을 어떻게 변환에

이용하는가 하는 문제이다. 두 번째 문제에 관해서는 영상 향상차원에서 고려되는 다양한 방법들을 적용할 수 있다. 조명과 색온도 선호성에 관련해서는 각각 [4,5,6]과 [8,9,17]에 제시된 방법들을 예로 들 수 있다. 밝기, 밝기대비, 채도 변환은 결국 각 화소의 해당 값을 어떤 값으로 맵핑(mapping)시키는가의 문제, 다시 말해 어떤 맵핑 함수를 사용하는가의 문제로 귀착된다. 실제 많이 사용되는 맵핑 함수는 감마 함수(Gamma function), 시그모이드(Sigmoidal) 함수 또는 이들을 다소 변형한 함수들이다. 컬러 선호성 기술자는 복수개의 (Preferred Value, Reference Value)쌍으로 구성되어 있는데, 이것들은 사용자가 원하는 맵핑의 샘플이라고 할 수 있다. 따라서, 변환 프로세서가 자신이 가지고 있는 사용 가능한 맵핑 함수들 중 이들 쌍들에 가장 근접한 함수를 선택하여 변환에 사용할 수 있다.

조명 환경 정보와 컬러 선호성 정보 획득은 사용자로부터 직접 입력 받는 방법과 자동으로 획득하는 방법을 생각할 수 있다. 사용자 단말에 조명의 상태를 측정할 수 있는 장치(센서, 카메라등)가 있는 경우는 조명 정보의 자동 획득이 가능하겠지만, 그렇지 않은 경우에는 사용자로부터 직접 입력을 받아야 한다. 다만, 사용자들이 DIA 표준에 규정된 바와 같은 수치적 조명 특성을 입력할 수는 없으므로 사용자들이 위치한 장소(주방, 사무실, 야외), 날씨, 시간을 입력 받아 이에 따라 조명 환경 특성을 추정할 수 있다. 각 국가 또는 조명/색 관련 기관들에서는 각 장소 별 권장 조명 특성을 규정하고 있고, 야외의 조명 상태에 대한 자료를 제공하고 있기 때문에 이들을 추정에 활용할 수 있다. 사용자가 무선 서비스에 연결된 이동 단말을 사용하는 경우에는 이들 정보를 조차도 자동으로 획득할 수 있다.

각 개인의 컬러 선호성 획득을 위해서는 사용자로부터 직접 입력 받는 것이 가장 유효한 방법이다. 예를 들어, 일련의 예시 영상 들 중 원하는 영상을 선택하게 한 후 선택된 영상으로부터 선호성 정보를 획득할 수 있다. 또한, 사용자의 영상 특성 콘트롤의 기록을 추적하여 정보를 획득할 수도 있다. 추적된 기록을 해당 영상 콘텐츠/터미널등에 따라 분류하고 계속적으로 갱신, 추적하면 상당히 신뢰성 있는 선호성 자료가 축적된다. 이를 분류된 조건에 따라 선별적으로 적용하면 변환된 영상에 대한 사용자 만족도는 높을 것이다. 다만, 이를 위해서는 계속적으로 사용자의 행위와 상태를 추적하는 소위 사용자 에이전트(Agent)와 같은 개념의 관리 소프트웨어 또는 시스템이 필요하며 이에 대한 연구가 필요하다. 간접적인 획득 방법으로는 사용자의 연령/성별/국적 등에 따른 각 계층별 컬러 선호의 일반적 경향을 활용할 수 있다.

## VI. 결론

본 논문에서는 MPEG-21 DIA 표준화에서 고려되고 있는 조명 특성 기술자와 컬러 선호성 기술자를 소개하고 이들을 영상의 적응적 컬러 재생을 위해 적용하는 일반적 프로세스에 관해 논하였다. 또한, 이들 정보를 획득하기 위한 몇 가지 방법에 대해서도 소개하였다. 최근 들어 다양한 디스플레이 장치가 보급되고 있으며, 이들을 사용하는 환경 또한 다양화 하고 있다. 아직까지는 이들 디스플레이들의 하드웨어적인 컬러 재현 성능 향상에 업계의 노력이 집중되어 있는 상태이므로,

개인 특성 및 사용 환경에 따른 컬러 재현이 아직은 중요한 이슈가 아닐 수 있다. 그러나, 이들 디스플레이 장치들의 성능이 안정화 되고 사용자 중심의 서비스가 본격화 될 시점에는 사용자 특성 및 사용 환경에 따른 컬러를 재현은 디스플레이 제품 및 멀티미디어 서비스에 있어 중요한 차별 포인트가 될 것이다.

## 참고문헌

- [1]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4819, "MPEG-21 Digital Item Adaptation WD (v1.0)", May 2002
- [2]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4820, "MPEG-21 Digital Item Adaptation AM(v1.0)", May 2002.
- [3]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4821, "Overview of Core Experiments for MPEG-21 DIA", May 2002.
- [4]. M.D. FairChild, "Color Appearance Model", Addison-Wesley, 1997
- [5]. Fairchild M.D. and Lennie,P., "Chromatic adaptation to natural and incandescent illuminants", *Vision Research* **32**, 2077-2085(1992).
- [6]. H.K.Cho, D.S.Park, C.Y.Kim, and Y.S.Seo, "Effects of Ambient Illumination on the Appearance of CRT Colors", *Proceedings of the IS&T/SID 1996, 4th Color Imaging Conference*, pp.224-226, 1996.
- [7]. G. Wyszecki and W. S. Stiles, "Color Science: Concepts and methods, Quantitative data and Formulae" 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, 1982
- [8]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4745, "MPEG-7 Visual part of XM V14.0", May 2002.
- [9] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M7713, "MPEG-7 Visual Core Experiment-7 Report", Dec 2001
- [10]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M8275, "Descriptions for Adaptation of Media Resources considering User Preferences in MPEG-21 DIA", May 2002.
- [11]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M8265, "Audio Description Scheme for MPEG-21 DIA", May 2002.
- [12]. H.K Kim, " Audio Descriptors in MPEG-21 DIA", *춘천 멀티미디어학회*, 2002.
- [13]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3966, "Text of 15938-5 FCD Information Technology – Multimedia Content Description Interface – Part 5 Multimedia Description Schemes", March 2001.
- [14]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M8341, "Illumination Environment Description for adaptation of visual contents", May 2002.
- [15]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4801, "MPEG-21 Overview", May 2002.
- [16] 허영식, 박두식, "영상 콘텐츠의 컬러 재생을 위한 MPEG-21 DIA 의 조명 특성 기술자와 컬러 선호성 기술자", *정보통신설비학회지*, Vol. 1, No .2 p 44-49, 2002
- [17] Du-Sik Park, Sang-Kyun Kim, Chang-Yeong Kim, Won-Hee Choi, Seong-Deok Lee, Yang-Seock Seo, "User-preferred color temperature conversion for video on TV or PC", *Proceedings of SPIE Conference on Color Imaging VIII (Electronic Imaging 2003)*, to appear.