



SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY

日本支部

ニュースレター

第24号

発行元：SID日本支部

発行責任者：下平 美文

発行日：2003年9月15日

ナチュラルビジョンシステムについて 東京工業大学 像情報工学研究施設 大山 永昭



1. はじめに

IT社会の急速な進展とともに、電子商取引や遠隔医療さらにはデジタルミュージアムなどの先進的なアプリケーションが大きく注目されている。これらのアプリケーションでは、正確な色を再現することが強く望まれているが、従来のカラー画像技術ではこの要求を満たすことはきわめて困難である。なぜならば、従来技術は色を正確に再現するよりはより美しく見せることに主眼が置かれていたからである。

本文では、上記の要求を満たすために開発されているナチュラルビジョンシステムの原理と効果について解説する。

2. ナチュラルビジョンの原理

ナチュラルビジョンの原理を解説するにあたり、その基本的な要求である「被写体を目で見たときと同じように表示する」ことを取り上げ、入力系および表示系に分けて説明する。

2-1. 入力系

人間の視覚系は、等色関数と呼ばれる関数で記述される分光感度を持つ3原色の光検出器としてモデル化される。標準的な等色関数として、CIE・XYZ等色関数があり、これに対応する3原色で表される色空間はXYZ表色系と呼ばれている。分光強度が $E_o(\lambda)$ の照明光の下で被写体 $f(r, \lambda)$ を観察する際の色 $g^v_k(r)$ をXYZ表色系で書くと

$$g^v_k(r) = \int f(r, \lambda) E_o(\lambda) c_k(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

となる。ただし、 $c_k(\lambda)$ ($k = X, Y, Z$) はXYZの等色関数、 λ は光の波長、 r は位置ベクトルを表わしている。(1)式から分かるように、正確な色再現を行うためには $g^v_k(r)$ を直接求めればよいが、カメラの分光感度特性が人の目のものと同一であり、かつ照明の状態を変えないことが必要になる。しかし、現在一般的に行なわれている画像入力では、これらの条件は満たされないことが多く、目で見たとときと同じ色の画像を再現することはきわめて困難である。

分光強度が $E_s(\lambda)$ の照明光の下で被写体 $f(r, \lambda)$ を撮影する場合、得られる画像データ $g_j(r)$ は、

$$g_j(r) = \int f(r, \lambda) E_s(\lambda) S_j(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

で与えられる。ただし、 $j = 1..N$ (N はカラーカメラのバンド数)、 $S_j(\lambda)$ はカラーカメラの各バンドの分光感度である。例えば、通常のRGBカメラでは $N=3$ であり、それぞれはR, G, Bに対応する。なお、ここでは簡単のため、照明光が場所によって異なる場合については考えないことにする。

上記の(1)に対応する色再現を行うためには、(2)式の $E_s(\lambda) = E_o(\lambda)$ としたときの $g_j(r)$ から、 $g^v_k(r)$ を求めることができれば良い。そのための条件を数学的に言うと、 $c_k(\lambda)$ が $S_j(\lambda)$ に対して線型従属であれば良いということになるが、通常のCCDカメラ等におけるRGB各バンドの分光感度はこの条件を満たしていない。従って、XYZ等色関数に対応する分光感度を実現するための色フィルタ及び検出器の開発が必要になる。

一方、 $E_s(\lambda) \neq E_o(\lambda)$ であるときには、画像入力系は照明光の色情報も取得しなければならない。さらに、任意の被写体に対して正確な色再現を行うには、 $E_o(\lambda) c_k(\lambda)$ が $E_s(\lambda) S_j(\lambda)$ に対して線型従属であることが数学的な条件となる。以上より、様々な照明環境下で被写体の色を正しく再現するには、被写体の分光画像を精度よく推定することが必要であり、そのためには、少なくともカメラの分光感度特性と照明光の分光特性を取得する必要がある。

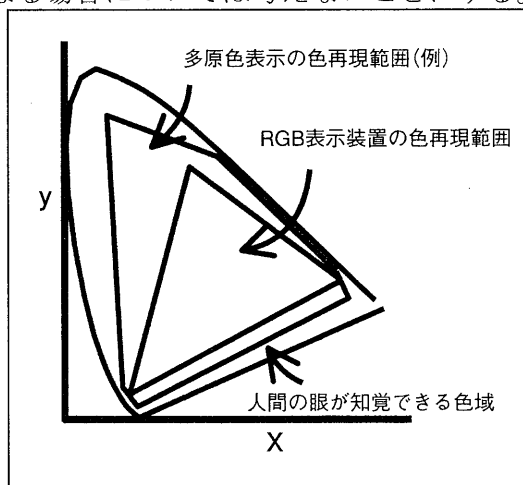


図1

2-2. 出力系

現在カラー画像の出力には、CRT、液晶ディスプレイやカラー印刷等が用いられているが、後者のようなメディアは、観察時に用いる照明光で見える色が大きく変わるため、ここでは取り扱わないことにする。現状のCRTや液晶ディスプレイ等は、RGBに対応する3原色で構成されているが、これらの装置の色に関する表示能力は、一般的に図1に示される色度図で表わすことができる。図1から分かるように、それぞれの表示装置は用いる3原色により決まる3角形の内側（ガマットと呼ばれている）の色を再現できるが、人間の目が見える領域全てを表示することは出来ない。したがって、前述の手法で正しく被写体の分光反射率を測定したとしても、表示装置によっては全ての色を再現する事は残念ながら出来ないことになる。そのため、ガマットを広げる手法が必要になり、ナチュラルビジョンシステムでは一例として、プロジェクターに用いる色分解フィルタの特性を変えた6原色表示を行なっている。もちろん、人の目の色域を全てカバーするには、LEDやレーザーのような彩度の高い原色を多数用いる事が必要になるが、通常われわれが取り扱う自然物体には、きわめて高い彩度を持つものがほとんど無いため、6色のような多原色表示で十分であると考えられる。

表示装置が持つ色域の拡大の他に、表示装置に対する基本的な要求として、装置の表示特性の補正があげられる。補正手法について詳しくは述べないが、簡単に原理を説明すると、原色毎に輝度を変えて表示される色のXYZ値を測定し、補正テーブルを作成し、与えられた画像のXYZ値が表示されるようテーブル変換するものである。こうすることで、各表示装置が持つ能力内において正確に色を再現することが可能になる。

3. ナチュラルビジョンの効果

ナチュラルビジョンシステムにより得られる効果を、用いる撮像装置および表示装置毎に分けて解説する。まず、撮像系を①人の目と同じ分光感度を持つ3バンドのカメラ、と②マルチスペクトルカメラにわけると、①は(1)式の情報を直接与えるので、撮影時の照明光の状態で見える色を正確に測定する事が可能であるのに対し、②を使う場合には、照明光の分光分布を取得することで、異なる照明光における被写体の色の見えを計算により作り出す事もできる。デジタルアーカイブや電子商取引（特にB to Bにおける部品等の色合わせ）においては、照明光の変換が必要になるものも多くある。しかし、現実には動画に対応しようとするとマルチスペクトルカメラのバンド数にも制限が生じるため、少ないバンド数で正確に被写体の分光分布を推定する手法の開発が必要になる。これまでの説明で明らかなように、長期にわたって画像情報を活用するようなアプリケーション（電子美術館や電子図書館等）では、被写体に関する情報を可能な限り多くまた正確に記録することが肝要であり、そのためには②のカメラを用いることが必要である。

表示系においては、①3バンドの既存の表示装置と②マルチバンド表示装置にわけて説明する。どちらの場合にも表示装置のキャリブレーションを行なう事で、表示装置が持つ色再現域内の色を正確に表示することが可能になる。ただし、①の場合には表示できる色域が狭いため、表示領域を越える色を表示するには、ガマットマッピングと呼ばれる手法等を導入して、不自然に見えないようにすることが必要になる。もちろんこの場合には、ナチュラルビジョンが目的とする目で見たときと同じ色を再現することにはならないが、オリジナルの情報を変えているのではないため、アーカイブされている情報の価値を減じたわけでは無い。言い換えれば、②の装置が使えれば何時でも記録されている情報の価値を最大限に利用することが可能になるのである。

以上のことから、ナチュラルビジョンシステムが与える効果をまとめると

- 1) 従来の表示装置においても、その装置が持つ色再現域内において正確な色の再現が可能になる。
- 2) 色再現域の広いマルチバンド表示装置では、従来の表示装置では再現できなかった色も正確に再現することが可能になる。
- 3) リアリティに富むカラー画像の表現が可能になる。
- 4) 電子商取引、デジタルミュージアムや医療等におけるニーズに応えることができる。
- 5) ナチュラルビジョンは色を物理量として計測・保存するため、人間が苦手である色の正確な記憶が可能になる。このことにより、色の時間的な変化の検出等が可能になる。

等をあげることができる。

4. おわりに

平成11年に開始されたナチュラルビジョンプロジェクトは、技術的には静止画から動画へと進展している。またその応用は、電子商取引、遠隔病理診断、電子図書館、デジタルシアター、コンピュータグラフィックなど極めて広い範囲で試みられている。放送技術がモノクロからカラーへ、さらに近年では高品位からデジタルへ移行しているのを見てもわかるように、ナチュラルビジョンは次世代の高精細かつ高精彩な映像技術になると期待される。早期の実用化を計るためにも、前述の先進的なアプリケーション分野での実運用試験を行うことが望まれる。

2003 SID Award 受賞者の声



Karl Ferdinand Braun Prize

篠田 傳 (富士通研究所)

ブラウン賞受賞の喜び 2003.8

この受賞は PDP 業界の成長の賜物です。業界の皆様、受賞にご尽力いただいた方に感謝いたします。1979年に初めてカラーPDPを試作し、愛の文字を光らせて大いに感激したことを思い出します。それから24年、21型、42型の開発など長い道のりでした。しかし、プラズマテレビが大画面テレビの本命に育ち、夢と感動を社会に提供できている事は技術屋冥利に尽きます。さらに社会に貢献するPDPの発展の為に努力を重ねたいと思います。“技術は愛”。



Lewis and Beatrice Winner Award

小林 駿介 (山口東京理科大学)

このたび栄えある2003SIDのLewis and Beatrice Winner Awardを頂まして、誠に有難うございます。これも日本支部の皆様方からの御推薦を頂いた賜であります。感謝いたします。

Lewis and Beatrice Winner AwardはSIDの学会に対して行ったサービスに対して贈られるもので、私が頂いたCitationはSIDの国際化に対する貢献に対していただきました。次の文は受賞講演としての謝辞であります。

Thank you Mr. Chairman, Larry.

I'd like to express my hearty thanks to the Board of Directors and the Honors and Awards Committee for choosing me as the recipient of this honorable award. I also thanks top the late Mr. Lewis Winner for his warm friendship. As you know well Lewis Winner inaugurated the pre-symposium briefing for the overseas speakers. I was a

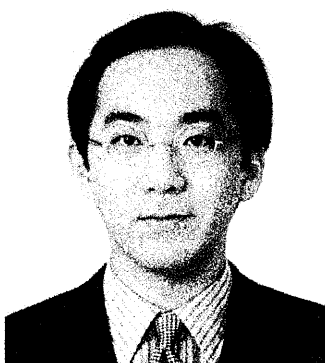
student in his school in the early 70's.

Taking this opportunity, I'd like to explain briefly my attitude during when I served as the Vice-president of SID for the Asia Region. What I have done was always to try to "account for" what happens in the Asia Region by choosing a short word in English. My attitude was formed by learning many things from our superiors. They are the late Drs. Sanai Mito, Koji Miyaji, Chuji Suzuki, and also Dr. Iwao Oh-ishi. And also I learned many things from colleagues in the USA and Europe; Dr. John van Relate, Dr. Allan Kmetz, and friends appearing on this photo. Terry Nelson is my teacher for English. And I consulted with Andy Lakatos many times when I met difficulty to keep good condition for our SID members. Tei Iki san is a destructive constructor for SID. Through this, we formed Display Community or Display family, where everybody with the same DNA. According to a philosopher of Buddhism at the University, Tokyo, Prof. Gen Nakamura "People who are belonging to the different societies are like to fight, but people in a community do not fight but collaborate together." Thank you. ディスプレイの研究の発展を祈りつつ、感謝の言葉といたします。2003年夏

Special Recognition Award

三浦 登 (明治大学)

無機EL用蛍光体の開発に対して Special Recognition Award を頂きました。現在のLCD、PDP、あるいは有機ELなどの華やかさとは異なり、無機ELはフラットパネルディスプレイの先駆けでありながら多くの研究者や企業に見捨てられてきたディスプレイです。原因は明快で、特性の優れた蛍光体材料（特に青色蛍光材料は色・輝度ともに乏しく暗礁に乗り上げていた）が得られないためにフルカラー化が進まないことによるものでした。そんな中、地道に研究を支えてくれた研究室のメンバーの努力もあり、「悲願の高輝度純青色発光」さらには新規カラー材料を数多く開発することに成功しました。これを機に、他の精練されてきているディスプレイと競って無機ELを市場に出そうと考えてくれるチャレンジ精神旺盛な企業が積極的に盛りたててくださることを期待します。



研究会のご案内

「画像技術・視覚・その他一般」研究会

開催日：2003年10月7日（火）

開催場所：NTT武蔵野研究開発センター内コンベンションホール（JR中央線三鷹駅からバス10分程度）

テーマ：画像技術、視覚・画質関連、その他一般

共催学会：映像情報メディア学会（情報ディスプレイ研究会、ヒューマンインフォメーション研究会、情報センシング研究会）、電子情報通信学会、SID日本支部、レーザー学会、電気学会

問い合わせ先：映メ学会情報ディスプレイ研究委員会幹事 陶山史朗 宛

e-mail: suyama.shiro@lab.ntt.co.jp

〒180-8585 東京都武蔵野市緑町3-9-11 NTTサイバースペース研究所

Tel: 0422-59-2990、Fax: 0422-37-7704

高臨場感ディスプレイフォーラム 2003

開催日：2003 年 11 月 12 日（水）

会場：工学院大学 新宿キャンパス 「新宿駅」下車西口より徒歩 5 分

参加費：無料（資料代のみ有料（¥1500 程度予定）） 事前の参加申し込みは必要ありません。

発表形態：招待講演、およびポスター発表。 講演関連および応募による機器展示も予定。

対象分野：①高臨場感表示に関するディスプレイ技術（HMD、立体表示、超広画角高精細表示など）②応用システム、VR 技術、視覚以外のモーダリティを使った提示システム③映像表現、映像コンテンツ④視覚・感性に関する技術、ヒューマンファクタ⑤高臨場感情報処理技術

主催/共催：映像情報メディア学会（映像表現&コンピュータグラフィックス研究委員会、情報ディスプレイ研究委員会）、画像電子学会（企画委員会）、電子情報通信学会（電子ディスプレイ研究専門委員会）、電気学会（電子デバイス技術委員会 高臨場感ディスプレイシステム調査専門委員会）、日本バーチャルリアリティ学会

一般的問合せ先：代表幹事：奥井誠人（NHK TEL 03-5494-3204） E-mail: okui.m-im@nhk.or.jp

IDW'03**第 10 回ディスプレイ国際ワークショップ****(IDW'03)参加募集案内****The 10th International Display Workshops**

主催：社団法人 映像情報メディア学会(ITE)、Society for Information Display (SID)

日時：2003 年 12 月 3 日(水)～5 日(金)

場所：福岡国際会議場（福岡市博多区）

概要：名城大学 飯島澄男先生による基調講演 “Industrial Applications of Carbon Nanotubes”、二つの招待講演、NEDO の窪田明氏による “Strategy for Electronic Display Technology towards a Ubiquitous IT Environment”、ソニーの山本喜寛氏による “Home Display Technology and Trends of Market” のほか、ディスプレイ技術関連 11 分野と電子ペーパーに関するトピカルセッションが、それぞれ招待講演、口頭発表、ポスター発表で構成され、最新の研究成果について講演と討論を行います。分野は、“LC Science and Technologies”、“Active Matrix Displays”、“FPD Manufacturing, Materials and Components”、“CRTs”、“Plasma Displays”、“EL Displays, LEDs and Phosphors”、“Field Emission Display”、“Organic EL Displays”、“3D/Hyper-Realistic Displays and Systems”、“Applied Vision and Human Factors”、“Projection and Large-Area Displays, and Their Components”、“Electronic Paper” です。また、ディスプレイ技術関連各社による展示も行います。

参加費：○事前登録（11 月 1 日まで）：主催および協賛学会会員 40,000 円、一般 45,000 円

○当日登録（11 月 1 日以降及び当日）：主催および協賛学会会員 45,000 円、一般 50,000 円

○学生（事前・当日とも）：13,000 円

※ Proceedings, CD-ROM 1 部を含む。

申込先：IDW '03 事務局

〒107-0062 東京都港区南青山 2-6-12 アヌシー青山 2F ザ・コンベンション気付

TEL 03-3423-4180、FAX 03-3423-4108

次の URL から申し込みが出来ます。 <http://idw.ee.uec.ac.jp/regist.html>**IDW'03 チュートリアル**

2003 年度も IDW チュートリアルを実施いたします。IDW'03 のホットトピックスの背景について、その分野に精通した講師の方々を迎え、ディスプレイの初学者のみでなく、自身の専門とは異なる分野について新たに学ぶ者に対してわかりやすく解説して頂きます。

日時：2003 年 12 月 2 日（IDW'03 の前日）

場所：福岡国際会議場

参加者：SID の会員、および非会員（お知り合いのかたにお知らせください）

参加費：無料（資料代として 1000 円程度の実費を頂きます）

問合せ先：idw-tutorial@ml.labs.fujitsu.com

編集後記

次世代のディスプレイの姿について今後とも考えて行きたいと思います。ご意見、ご要望をお聞かせください。

編集担当：市田耕資（ソニー）

電話：046-227-2505、FAX:046-227-2451

E-mail: Koji.Ichida@jp.sony.com