

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム抄録集

デジタルバイオカラー研究会 設立準備委員会

© 2000 Preparatory Committee for Digital Biocolor Society

URL: <http://biocolor.umin.ac.jp/> E-mail: biocolor-soc@umin.ac.jp

Published on 2000.03.25. All Rights Reserved.

後援：医療情報システム開発センター・通商産業省

Sponsored by: The Medical Information System Development Center and
The Ministry of International Trade and Industry

[プログラム | 会場地図]

[[Program](#) | [Map of the Venue](#)]

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」 Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

—その1：要素技術からのアプローチ—

- Part 1 : Approaches From the Aspects of Key Technologies -

分光画像情報を用いた菌類の画像データベース

The Illustrated Fungi Database Using Spectral Image Information

DIN00032501 : 竹谷 勝 | Masaru TAKEYA [[抄録](#) | [Summary](#)]

大腸粘膜分光反射率の測定に基づく内視鏡照明光源シミュレータの開発

Color Reproduction Simulator for Designing Illuminant in Electronic Endoscope

Based on the Analysis of Measured Reflectance Spectra on Rectal Mucous Membrane

DIN00032502 : 稲川 竜一 | Ryuichi INAGAWA [[抄録](#) | [Summary](#)]

肌の絶対分光反射率画像の計測とその成分分析への応用

Measurement of Absolute Spectral-reflectance-image of Skin and the Application to Component Analysis

DIN00032503 : 津村 徳道 | Norimichi TSUMURA [[抄録](#) | [Summary](#)]

マルチバンドカメラを用いた肌の色推定精度の検討

Evaluation of Color Estimation Accuracy of Human Skin Using Multi-band Camera

DIN00032504 : 村上 百合 | Yuri MURAKAMI [[抄録](#) | [Summary](#)]

—その2：医療ニーズからのアプローチ—
- Part 2 : Approaches From the Needs in Medical Practice -

提言；皮膚科医はデジタル画像に実物と同じ診断精度を要求する

Proposal ; Digital Images Should be Equally Used as Real Objects in Dermatological Diagnosis

DIN00032505 : 沼原 利彦 | Toshihiko NUMAHARA [[抄録](#) | [Summary](#)]

デジタルカメラで撮影された色画像の画像サイズが読影判断に及ぼす影響

Differences in Diagnosis Made by Digital Images of Various Resolutions Captured by a Digital Camera

DIN00032506 : 小笠原 克彦 | Katsuhiko OGASAWARA [[抄録](#) | [Summary](#)]

形成外科領域における臨床写真のキャリブレーションの実際

A Practical Method to Compensate Color Difference of Pictures Taken for Case Records

DIN00032507 : 寺田 伸一 | Shin-ichi TERADA [[抄録](#) | [Summary](#)]

形態検査画像のデジタル化により生じる問題点とその対処法

Problems and Solutions of Digital Imaging in Morphological Diagnosis

DIN00032508 : 西堀 眞弘 | Masahiro NISHIBORI [[抄録](#) | [Summary](#)]

診療環境における色再現法の研究

Reproducing Colored Images in Clinical Medicine

DIN00032509 : 谷 重喜 | Shigeki TANI [[抄録](#) | [Summary](#)]

研究企画提案セッション
Research Plan Proposal Session

A System for Practical Calibration of the Color of Medical Displays On the Internet

DIN00032510 (Research Plan) : Masahiro NISHIBORI [[Abstract](#)]

Development of the Simultaneous Processing System to Combine, Imprint and Commprress Medical Images Distributed Through the Internet

DIN00032511 (Research Plan) : Masahiro NISHIBORI [[Abstract](#)]

血液細胞標本CD-ROM図譜における実用的色合わせ方法の開発

Development of a Practical Color Calibration Method for a CD-ROM Atlas of Hematology

DIN00032512 (研究企画 | Research Plan) : 西堀 眞弘 | Masahiro NISHIBORI [[抄録](#) | [Summary](#)]

デジタル形態診断画像の色記録法としてマルチスペクトル処理系は必要か

Is Multispectral Imaging Essential for Medical Practice?

DIN00032513 (研究企画 | Research Plan) : 西堀 眞弘 | Masahiro NISHIBORI [[抄録](#) | [Summary](#)]

基礎セミナー Tutorial Seminars

マルチスペクトルイメージング技術の基礎と応用

Introduction and Application of Multispectral Imaging

三宅 洋一 | Yoichi MIYAKE

色覚の基礎と研究の現状

Introduction and Recent Researches of Color Vision

北原 健二 | Kenji KITAHARA

医学・医療分野のインターネット利用はどこまで進むか

Foreseeing Ultimate Changes of Medicine Forced by the Internet

西堀 眞弘 | Masahiro NISHIBORI [[参考文献](#) | [Reference](#)]

プログラム委員会 The Program Subcommittee

(Names and institutes in proper language if possible and in English are listed each.)

委員長 田中 博 (東京医科歯科大学)

Chair Hiroshi TANAKA, Tokyo Medical and Dental University

副委員長 三宅 洋一 (千葉大学)

Vice Chair Yoichi MIYAKE, Chiba University

委員 法橋 尚宏 (東京大学)

Members Naohiro HOHASHI, Tokyo University

Debu MUKHOPADHYAY, Saha Institute of Nuclear Physics, Calcutta

関谷 尊臣 (旭光学工業株式会社)

Takaomi SEKIYA, Asahi Optical Co., Ltd.

谷 重喜 (浜松医科大学)

Shigeki TANI, Hamamatsu University School of Medicine

津村 徳道 (千葉大学)

Norimichi TSUMURA, Chiba University

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウムプログラム

- 総 会 長 東京医科歯科大学 田 中 博
- 主 催 デジタルバイオカラー研究会 設立準備委員会
- 後 援 医療情報システム開発センター・通商産業省
- 会 期 2000年4月1日（土）～2日（日）
- 会 場 東京医科歯科大学 5号館講堂（[地図](#)参照）
J R中央線お茶の水駅徒歩2分または地下鉄丸ノ内線お茶の水駅すぐ
〒113-8519 東京都文京区湯島1-5-45 TEL 03-3813-6111（大代表）

●開催の趣旨

遠隔医療や電子カルテなど、医療におけるデジタル画像の利用拡大とともに、表示装置等における色の再現性の問題が表面化しつつある一方で、従来とは一線を画する色再現精度を持つマルチスペクトル・イメージング技術が実用化されつつあります。昨年5月の第1回シンポジウムでは、デジタル医用画像の「色」は医学・医療の多くの分野にかかわる問題であり、かつその解決には医学と工学の学際的なアプローチが不可欠との認識が高まり、今回は第2回シンポジウムの開催とともに、新たにデジタルバイオカラー研究会が設立されることになりました。

今回は下記お問い合わせ先欄記載の[シンポジウムホームページ](#)で、[電子版抄録集](#)を無料で公開しておりますので、ご参照いただければ幸いです。参加者の方々にはこれに加えて、シンポジウム終了後に発行を予定している、電子版の原著論文集が配布されます。

前回同様、活発で有意義な議論が交わされますよう、多くの方々のご参加をお待ち申し上げます。

●日程表

4月1日（土）

- 13：20 開会あいさつ
- 13：30 基礎セミナー「マルチスペクトルイメージング技術の基礎と応用」
- 14：30 パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」
ーその1：要素技術からのアプローチー
座長 三宅 洋一、西堀 眞弘
- 16：30 基礎セミナー「色覚の基礎と研究の現状」
- 17：30 デジタルバイオカラー研究会設立総会
- 18：30 懇親会（食堂棟地下：レストランあるめいだ）

4月2日（日）

- 9：00 基礎セミナー「医学・医療分野のインターネット利用はどこまで進むか」
- 10：00 パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」
ーその2：医療ニーズからのアプローチー
座長 田中 博、津村 徳道
- 12：30 昼食（各自）
- 13：30 研究企画提案セッション
- 15：00 閉会あいさつ

●参加要項

お名前、英語表記のお名前、所属施設名および部局名、連絡先住所、電話番号、ファックス番号および電子メールアドレスを電子メールで事務局までご通知いただいたうえ、国内の方は参加者名義で参加費 5,000 円（電子版抄録集、電子版論文集、セミナー受講および懇親会費用を含む）を下記口座にお振り込み下さい。抄録集はインターネットを通じてお届けする電子版のみとなりますので、必ず事前にお申し込み下さい。また当日受付で参加証をお渡しする際、振込みの控えを確認させていただきますので、忘れずにお持ち下さい。なお、学生の方は参加費を 2,000 円に減額し、海外からご参加の方は参加費を免除します。

[お振込先] 住友銀行御茶ノ水支店 普通預金 口座番号：879136
口座名義：デジタル医用画像の色シンポジウム

（既に手続きを済まされ事務局より受付番号の発行を受けた方は、重複してお申し込みにならないようお願いいたします）

●発表要項

(1) 発表の使用言語は日本語または英語、時間は発表 15 分＋討論 5 分、形式はOHP、スライドフィルムあるいは液晶プロジェクターを予定しており、操作は発表者自身に行っていただきます。液晶プロジェクターをご使用の場合は、接続するパソコンは発表者自身でご用意下さい。事務局で準備する液晶プロジェクターの機種はPLUS社製のUP1100で、最近の殆どのパソコンと接続できますが、ご使用になる場合には、ご自分のパソコンと接続できるかどうかにつき、予めメーカー等に確認しておいて下さい。詳しい仕様は下記ホームページ（<http://www.pandc-plus.com/pj/index.html>）に掲載されています。

(2) 同時通訳はありませんので、日本語でご発表の場合は、外国の方にも内容がわかるように、スライド等の内容を工夫して下さい。当日は発表日時をプログラムでご確認のうえ、セッション開始 30 分前までに受付にお越し下さい。

(3) 参加できなかった方にもできるだけ同等の情報を提供できるよう、抄録あるいは抄録を改訂した論文をはじめ、発表時の質疑応答の要点、スライド写真とその注釈、その他の追加資料を日本語と英語で並記した論文集を電子出版します。発表者はプレゼンテーション終了後速やかにこれらの資料をとりまとめ、何らかの電子メディアの形で 4 月 14 日（金）必着にて事務局までお送りください。日本語の抄録および論文は、外国の方にも内容がわかるように、英語のサマリーと英語の図表説明をつけて下さい。

(4) ご発表にあたって上記の要件を満たすことが難しい場合、下記事務局で可能な限り支援いたします。遠慮なくご相談下さい。

●お問い合わせ先

デジタルバイオカラー研究会 設立準備委員会 事務局

〒113-8519 文京区湯島1-5-45

東京医科歯科大学医学部附属病院検査部気付

担当者 西堀 眞弘

FAX: 03-5684-3618

E-mail: mn-mn@umin.ac.jp

URL: <http://biocolor.umin.ac.jp/>

Program of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

-Chairman :

Hiroshi TANAKA, Tokyo Medical and Dental University

-Steered by :

Preparatory Committee for Digital Biocolor Society

-Sponsored by:

The Medical Information System Development Center

The Ministry of International Trade and Industry

-Term :

April 1-2,2000

-Venue :

The Lecture Hall of the Building No.5, Tokyo Medical and Dental University

(Two minutes walk from JR Chuo-Line Ochanomizu Station, or nearby Subway Marunouchi Line Ochanomizu Station. Please consult the [map](#))

1-5-45, Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8519, JAPAN

Tel 81-3-3813-6111 (the main number)

-Scope :

While the wide spread of digital imaging in medicine, for instance, telemedicine and electronic patient records, is going to generate various problems concerning the color inconsistently reproduced by various display equipment, the multispectral imaging which has far superior accuracy in color reproduction is going to be put into practical use. A common recognition, which was developed at the 1st symposium held on May in last year, that the color problem may affect a wide area of medical science and its practice, and it requires interdisciplinary collaboration of medicine and engineering science to be resolved, has promoted arrangements for the next symposium and establishment of brand-new Digital Biocolor Society at the same time.

You can get [an electronic version of its proceedings](#) distributed free at [the home page of the symposium](#) indicated at the contact address shown below. Besides, active participants will have an electronic version of a scientific journal including enriched papers which is planned to be published after the symposium.

As well as the 1st symposium, a lot of active attendees are welcome and fruitful discussions are expected at this 2nd symposium.

-Schedule :

Sat. April 1st, 2000

13:20 Opening Remark

13:30 Tutorial Seminar "Introduction and Application of Multispectral Imaging"

14:30 Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 1 : Approaches From the Aspects of Key Technologies -

Chair : Yoichi MIYAKE, Masahiro NISHIBORI

16:30 Tutorial Seminar "Introduction and Recent Researches of Color Vision"

17:30 Ceremony and Meeting for Foundation of Digital Biocolor Society

18:30 Welcome Party (at the party hall of Restaurant Almeida)

Sun. April 2nd, 2000

09:00 Tutorial Seminar "Foreseeing Ultimate Changes of Medicine Forced by the Internet"

10:00 Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 2 : Approaches From the Needs in Medical Practice -

Chair : Hiroshi TANAKA, Norimichi TSUMURA

12:30 (lunch time)

13:30 Research Plan Proposal Session

15:00 Closing Ceremony

-Registration :

Please send an e-mail, including the participant's name in original language (if possible), the name transcribed in English, the affiliation, the degree, the postal address, the telephone number, the fax number and the e-mail address, to the secretariat. If the participants is resident in Japan, please remit the registration fee of 5,000 Japanese Yen (approximately 50 US\$, including seminars, an electronic proceedings, an electronic journal and a welcome party) to the account indicated bellow. Attendees of the symposium must make registration in advance, because only an electronic version of proceedings will be published and no printed material will be distributed at the venue. The registration fee for students is reduced to 2,000 Japanese Yen, and participants resident outside Japan are exempted from paying the registration fee.

[Bank transfer to] Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Medicine, Sumitomo Bank, Ochanomizu Branch (Tel: 81-3-3295-6605), 4-3, Kandasurugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0062, JAPAN, account number : 879136 (Please do not make remittance from other countries than Japan)

(If you have already made your registration and assigned the reception number by the secretariat, please do not make duplicate one.)

-Instruction for Speakers :

(1) The official languages for presentation are both Japanese and English, and the time given to each speaker will be 15 minutes for presentation and 5 minutes for discussion. Every presentation should be made by OHP sheets, slide films or a LCD projector, and the speakers are expected to operate every equipment and to prepare the computer used with a LCD projector by themselves. The type of the LCD projector prepared by the secretariat is UP1100 (PLUS Corporation) and it will be compatible with most types of computers. But you should consult the manufacturer or its home page (<http://www.plus.co.jp/intl/dmt/prdp.htm>) about its compatibility with your computer.

(2) As no simultaneous translation will be provided, speakers using Japanese language should make slides and other materials to be easily understood by audiences from other countries than Japan. Speakers should meet at the reception desk by 30 minutes before the scheduled time for each session which will be found in the program.

(3) An electronic version of a scientific journal including the same papers as the proceedings or revised versions of them, summaries of oral discussions, slide films and every other materials will be published and sent to all participants through the internet for participants who could not actually attend the meeting to get almost the same information as attendees. Every author will be expected to arrange these materials as soon as the symposium has finished, and to send them in some electronic form to the secretariat by the deadline of Fri, April 14, 2000. Papers in Japanese must be accompanied with a summary and legends written in English for participants from other countries than Japan.

(4) Any authors who find difficulties in following instructions mentioned above can feel free to consult the secretariat, because it will provide all kinds of assistance to resolve them as much as possible.

-Contact us at :

The Secretariat, Preparatory Committee for Digital Biocolor Society

Masahiro NISHIBORI

c / o Clinical Laboratory, Tokyo Medical and Dental University Hospital

1-5-45, Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8519, Japan

FAX: 81-3-5684-3618

E-mail: mn-mn@umin.ac.jp

URL: <http://biocolor.umin.ac.jp/>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム
The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

会場地図
Map of the Venue

東京医科歯科大学 5号館講堂

The Lecture Hall of the Building No.5, Tokyo Medical and Dental University

J R 中央線お茶の水駅徒歩2分または地下鉄丸ノ内線お茶の水駅すぐ

Two minutes walk from JR Chuo-Line Ochanomizu Station, or
nearby Subway Marunouchi Line Ochanomizu Station.

〒113-8519 東京都文京区湯島1-5-45 TEL 03-3813-6111 (大学代表)

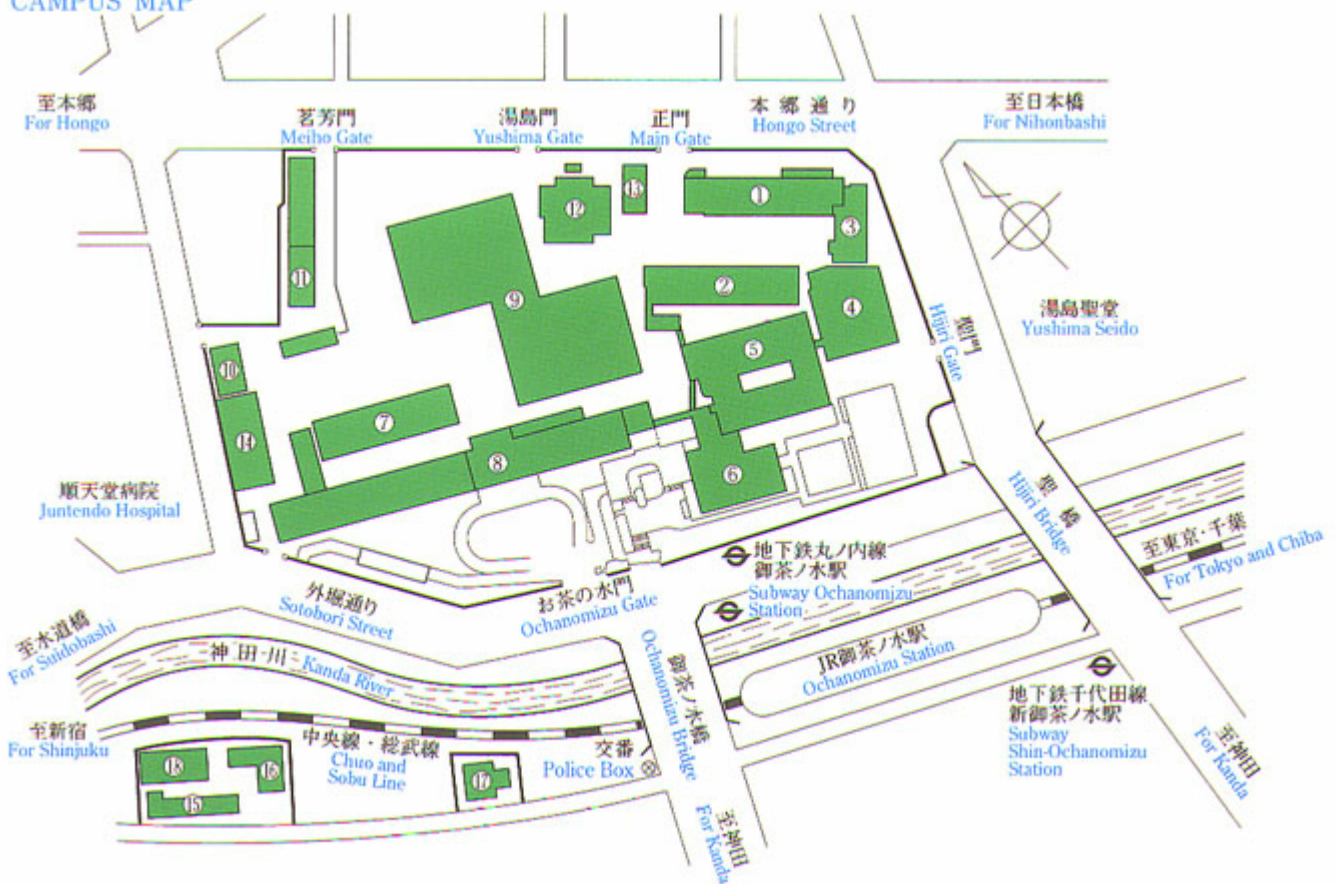
1-5-45, Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8519, JAPAN

TEL 03-3813-6111 (the main number)

シンポジウム会場は建物等配置図の湯島門南側の番号(12)の建物の4階です

The Lecture Hall is found at the 4th floor of the building labeled as '12' near Yushima Gate in the campus map below.

建物等配置図
CAMPUS MAP



関係施設位置図

LOCATION

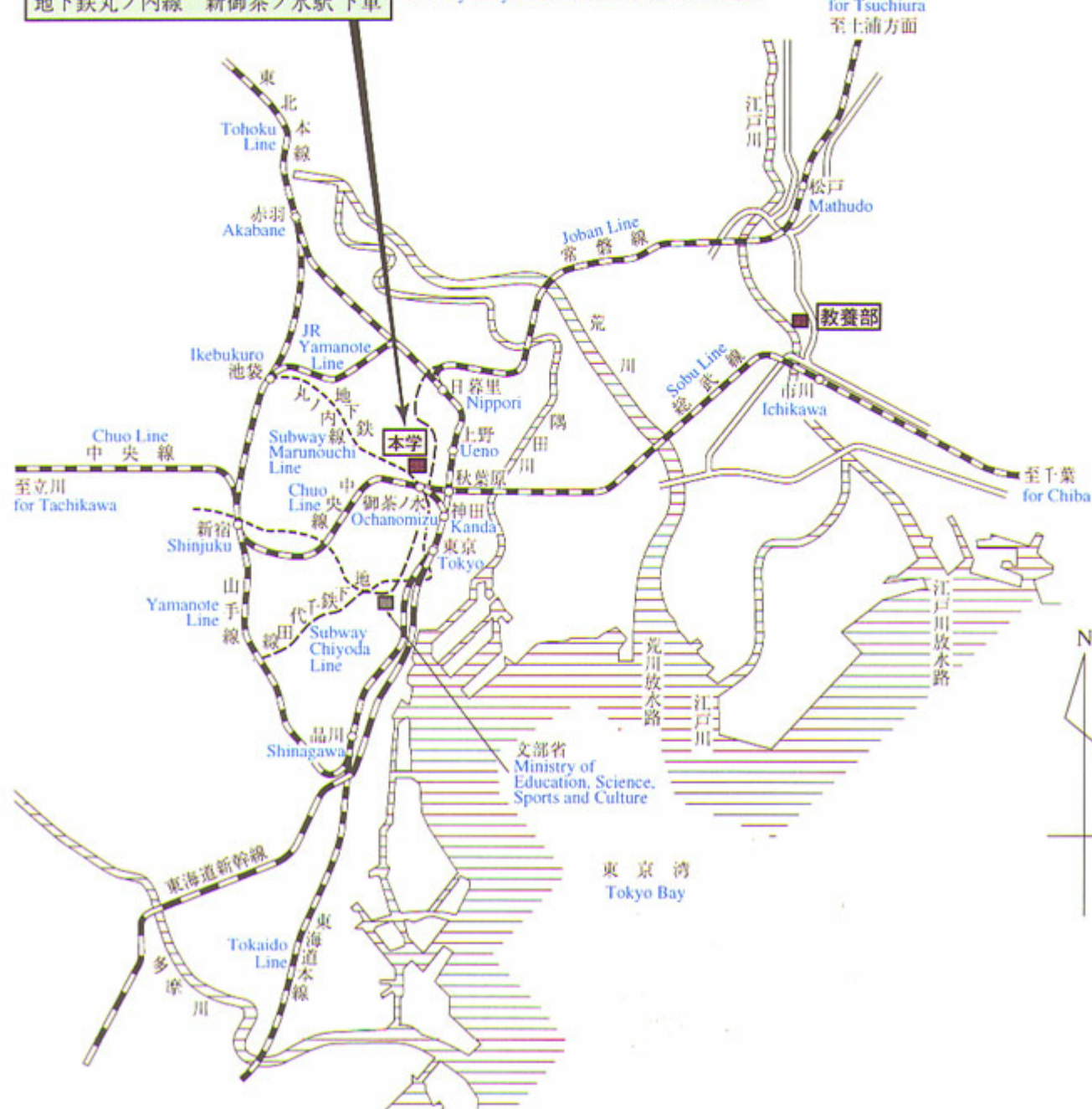
本 学

J R 御茶ノ水駅下車
地下鉄丸ノ内線 御茶ノ水駅下車
地下鉄丸ノ内線 新御茶ノ水駅下車

The Principal School

JR Line Ochanomizu
Subway Marunouchi Line Ochanomizu Sta.
Subway Chiyoda Line Shin-Ochanomizu Sta.

for Tsuchiura
至土浦方面



[Document Identification Number : DIN00032501]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
1.1-1.6, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc11.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その1：要素技術からのアプローチ—

分光画像情報を用いた菌類の画像データベース

竹谷 勝^{*1} (katu@tamu.gene.affrc.go.jp)

津村 徳道^{*2}、羽石 秀昭^{*2}、三宅 洋一^{*2}

^{*1}農業生物資源研究所遺伝資源第一部、^{*2}千葉大学自然科学研究科

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 1 : Approaches From the Aspects of Key Technologies -

The Illustrated Fungi Database using Spectral Image Information

Masaru TAKEYA^{*1} (katu@tamu.gene.affrc.go.jp)

Norimichi TSUMURA^{*2}, Hideaki HANEISHI^{*2}, Yoichi MIYAKE^{*2}

^{*1}Department of Genetic Resources I,

National Institute of Agrobiological Resources

^{*2}Graduate School of Science and Technology, Chiba University

Summary

Transmittance spectra of fungi were estimated from multiband optical micrographs. The optical microscope adjusted with single-chip CCD camera with several band filters was used for the image acquisition. The Wiener method was applied to estimate the transmittance spectra of two species which belong to one genus of fungi. The Wiener estimation operator was calculated using transmittance spectra of color samples and the corresponding camera responses. The estimated transmittance spectra were used for reproduction of fungal optical micrographs on three light sources, then the prototype of the illustrated fungi database was developed using the reproduced images.

1. はじめに

大量の生物遺伝資源を保存・管理しているジーンバンク【1】では、遺伝資源情報を利用者に伝える効果的手法の開発が重要な作業の一つとなる。インターネットが普及した現在では、テキスト形式による表現が難しい形態に関する情報に対して、画像データを利用するシステムの開発が行われている。とくに菌類(カビ、キノコなど)は、形態的特徴が多様であるため、顕微鏡画像をデータベース化しておき、利用者からの要求に対して画像情報を提供するのが有効である。以上の背景から我々は、菌類の顕微鏡画像データベースシステムの構築をすすめている。

光学顕微鏡画像の測色値は、光源の特性に大きく依存するため、試料の色を正確に伝えることはできない。そこで、画像データにはRGB値ではなく、光源や入力デバイスによる影響を受けない分光透過率が有効である。

画像上の各画素に対応する分光透過率をデータ化し記録することにより、任意の光源での光学顕微鏡画像を再現することができる。しかし、今までの顕微分光度計は、構造上の制約のため測定径や測定時間に限界があり十分なパフォーマンスを得られなかった。そこで、本研究では光学顕微鏡画像の微小領域ごとの分光透過率をマルチバンド画像からの推定により求めることとした。

2. 顕微鏡画像の分光透過率推定システムの構築

光学顕微鏡画像のマルチバンド撮影は、光学顕微鏡にCCDカメラを装着した装置で行う。マルチバンド撮影では、広帯域フィルターが使用され、各フィルターはコンデンサーレンズと光源の間に順次挿入される。

分光透過率の推定には、Wiener法を用いた【2-4】。ベクトル表記では、センサー応答 \mathbf{v} と対象物の分光透過率 \mathbf{o} はシステム行列 \mathbf{F} により次式で関係づけられる。

$$\mathbf{v} = \mathbf{F}\mathbf{o} . \quad (1)$$

推定分光透過率 \mathbf{o}_{est} はWiener推定法の次の線形式により与えられる。

$$\mathbf{o}_{est} = \mathbf{G}\mathbf{v} . \quad (2)$$

行列 \mathbf{G} は実値と推定値の間の平均自乗誤差 \mathbf{S} を最小にすることにより求められる。

$$\mathbf{S} = \langle (\mathbf{o} - \mathbf{o}_{est})^T (\mathbf{o} - \mathbf{o}_{est}) \rangle . \quad (3)$$

$\langle \cdot \rangle$ はアンサンブル平均を表す。推定行列 \mathbf{G} は明示的に次式で表すことができる。

$$\mathbf{G} = \mathbf{R}_{ov} \mathbf{R}_{vv}^{-1} , \quad (4)$$

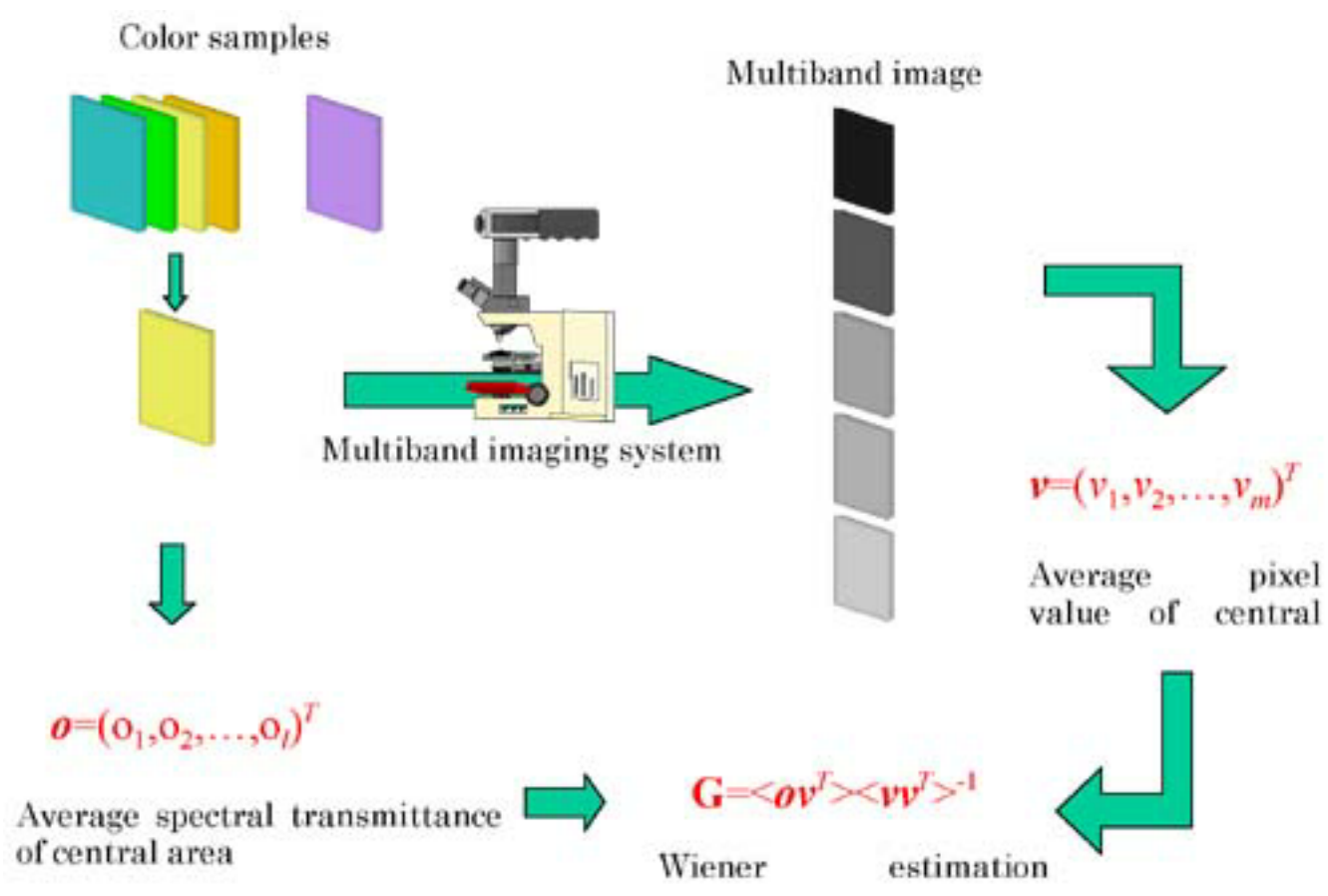
ここで、 $\mathbf{R}_{ov} = \langle \mathbf{o}\mathbf{v}^T \rangle$ 、 $\mathbf{R}_{vv} = \langle \mathbf{v}\mathbf{v}^T \rangle$ である。

推定分光透過率は、以下に示す「推定行列の作成」と「分光透過率の推定」を順に行うことにより得られる。

「推定行列の作成」

Fig. 1に示すように、予め各カラーサンプルの中心領域の平均分光透過率を測定して、ベクトル \mathbf{o} とする。次に、カラーサンプルを1枚ずつマルチバンド撮影し、各バンド画像の中心領域のセンサー応答を平均して、ベクトル \mathbf{v} を得る。この \mathbf{o} と \mathbf{v} から $\mathbf{R}_{ov} = \langle \mathbf{o}\mathbf{v}^T \rangle$ 、 $\mathbf{R}_{vv} = \langle \mathbf{v}\mathbf{v}^T \rangle$ を計算し、式(4)の推定行列 \mathbf{G} を導出する。

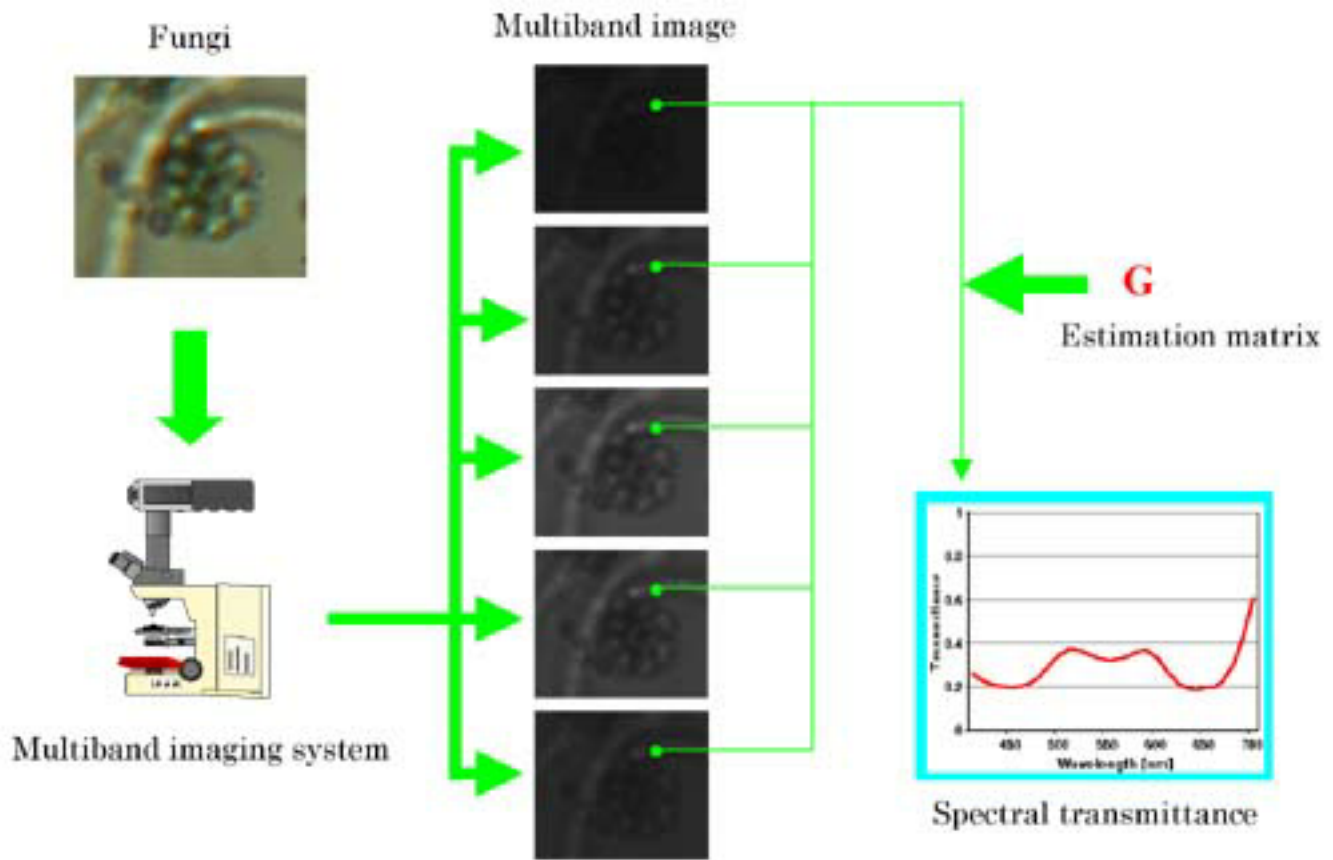
Figure 1 Schematic diagram for calibration phase.



「分光透過率の推定」

Fig. 2のように、対象物をマルチバンド撮影し、得られたマルチバンド画像の同位置の画素に対応するセンサー応答の組を、推定行列Gに作用させ、その画素に対する分光透過率を推定する。この作用をすべての画素で行うことにより、各画素が分光情報を持つ分光透過率画像を得ることができる。

Figure 2 Schematic diagram for estimation phase.



3. 画像データベースの作成

前章で示したシステムを用いて、Trichoderma属に属する2種の菌類の分光透過率を推定し、菌類の画像データベースのプロトタイプを作成した。これまでもジーンバンクでは植物や動物の画像データベースを構築し、WWWによりインターネットを通して画像情報を発信してきたが、菌類については初の試みである。URLは「http://www.gene.affrc.go.jp/micro/T_list/Japan/iFindex.html」である。

画像データは、他の遺伝資源データベースと同じデータベース管理システムによって管理され、互いに参照することができる。以下にデータベースの概要について述べる。

- 1) URLを指定すると表示される画面では、アルファベット順に並べられた菌類リストから対象とする菌類を選択できる。(Fig. 3(a))
- 2) 菌類を指定すると、その菌類のホームページが現れる。ページ中には顕微鏡画像が表示される。また以下の3ページとのリンク機能がある。(Fig. 3(b))
- 3) 3種類の光源(CIE D65、ハロゲンランプ、タングステンランプ)により再構成した顕微鏡画像を表示し、使用者が普段観察している環境を再現する。(Fig. 3(c))
- 4) Fig. 3(b)の顕微鏡画像中にマウスを移動しクリックすると、選んだ画素に対応する分光透過率が表示される。(Fig. 3(d))
- 5) Fig. 3(b)の菌類のホームページの最下段には、ジーンバンクに保存されている対象菌類の登録番号が表示される。この登録番号を選択すると、該当する菌類の来歴情報(分離源、採集値、同定者など)が微生物遺伝資源データベースから検索され表示される。(Fig. 3(e))

参考文献

- 【 1 】 D. L. Plucknett, N. J. H. Smith, J. T. Williams, and N. M. Anishetty : *GENE BANKS AND THE WORLD'S FOOD* . Princeton University Press, Princeton, NJ, 1987.
 - 【 2 】 H. Haneishi, T. Hasegawa, N. Tsumura, and Y. Miyake : Design of Color Filters for Recording Artworks. IS&T's 50th Annual Conference (Society for Imaging Science and Technology, Cambridge, MA) 369-372, 1997.
 - 【 3 】 M. J. Vrhel and H. J. Trussell : Filter Considerations in Color Correction. IEEE Trans. Image Process 3:147-161, 1994.
 - 【 4 】 M.Takeya, N.Tsumura, H.Haneishi and Y.Miyake : Estimation of transmittance spectra from multiband micrographs of fungi and its application to segmentation of conidia and hyphae. Appl. Opt. 38:3644-3650, 1999.
-

[Document Identification Number : DIN00032502]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
2.1-2.7, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc12.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その1：要素技術からのアプローチ—

大腸粘膜分光反射率の測定に基づく内視鏡照明光源シミュレータの開発

稲川 竜一^{*1} (inagawa@icsd6.tj.chiba-u.ac.jp)

津村 徳道^{*1}、羽石 秀昭^{*1}、三宅 洋一^{*1}

佐竹 弘^{*2}、原 忠義^{*3}

^{*1}千葉大学工学部情報画像工学科、^{*2}国立京都病院、^{*3}オリンパス光学工業

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 1 : Approaches From the Aspects of Key Technologies -

Color Reproduction Simulator for Designing Illuminant in Electronic Endoscope Based on the Analysis of Measured Reflectance Spectra on Rectal Mucous Membrane

Ryuichi INAGAWA^{*1} (inagawa@icsd6.tj.chiba-u.ac.jp)

Norimichi TSUMURA^{*1}, Hideaki HANEISHI^{*1}, Yoichi MIYAKE^{*1}

Hiroshi SATAKE^{*2}, Tadayoshi HARA^{*3}

^{*1}Department of information and Image Sciences, Chiba University

^{*2}Kyoto National Hospital

^{*3}Olympus Optical Co. Ltd.

Summary

Seventy-one reflectance spectra of rectal mucous membrane were measured from 16 patients using an endoscopic spectrophotometer. The measured data were similar to each other, so these could be approximated by three principal components. On the basis of this result, we propose a concept of color reproduction simulator for electronic endoscopy. The method of Wiener estimation is used to

estimate reflectance spectra of each pixel of digital images obtained by an electronic endoscope. Using this simulator, we can obtain digital images under arbitrary illuminants.

1. はじめに

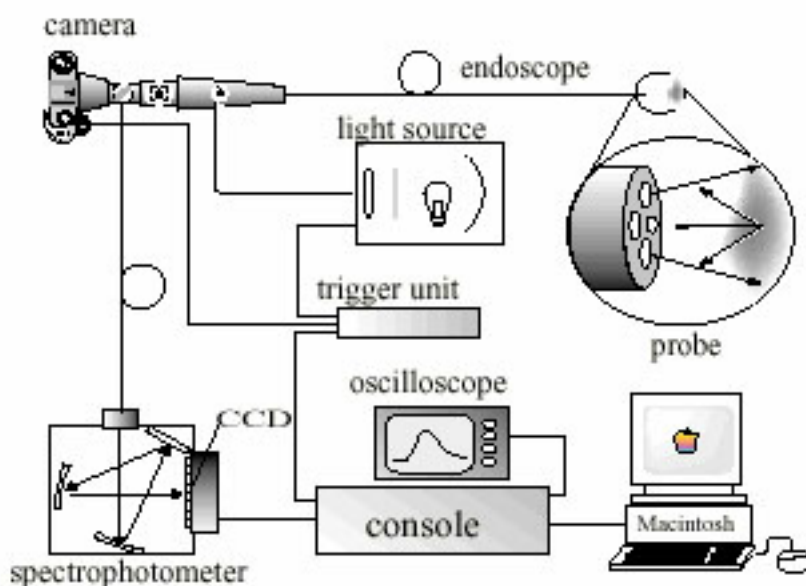
内視鏡診断において生体粘膜の分光反射率が得られれば、それらの情報から新たな診断法の確立の可能性が生じる。また、得られた分光反射率の統計的性質を利用した内視鏡システムの最適設計も考えられる。

本研究では実際に臨床実験を行うことにより、非接触式の分光測光システム【1】を用いて多数の直腸粘膜スペクトルを測定した。また主成分分析の結果とWiener 推定法を用いることによって、電子内視鏡画像から粘膜の分光情報を推定する手法についても検討した。

2. 内視鏡分光測光システム

本研究で用いる非接触式の分光測システムの構成をFig. 1に示す。Xenon光源から出た光はライトガイドファイバーを通して生体粘膜を照明し、その反射光はイメージガイドファイバーを通り分光器へ導かれる。分光器では1024チャンネルのフォトダイオードによりA/D変換され12bitsの分光反射強度データとして計算機に転送される。

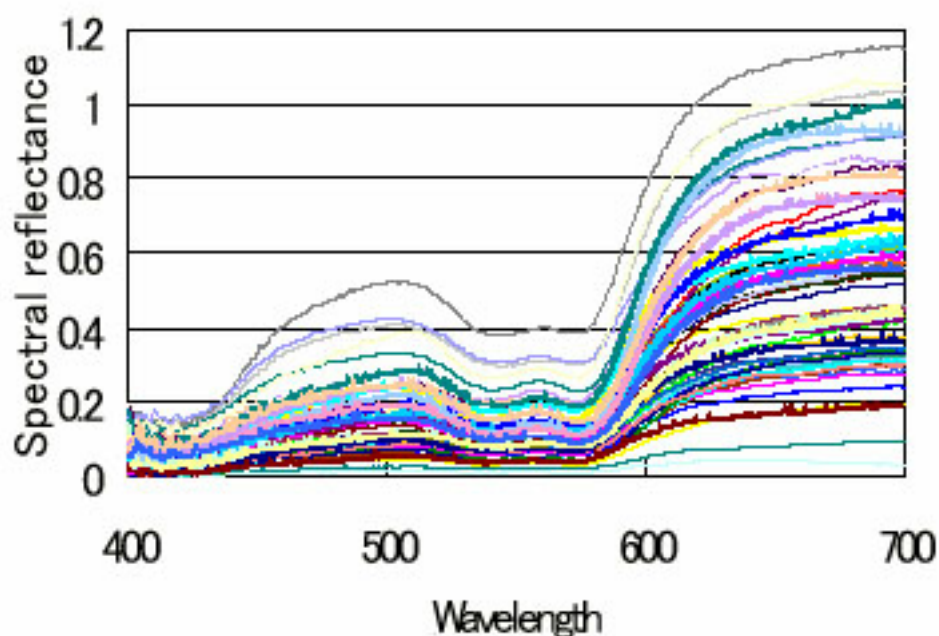
Figure 1 Schematic diagram of endoscopic spectrometer.



3. 臨床実験による分光反射率測定

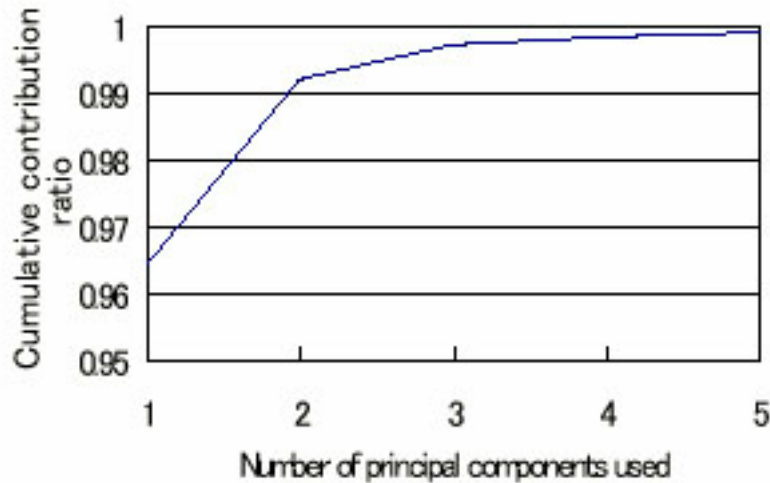
国立京都病院において臨床実験を行い、16名の患者より合計71例の分光反射強度を測定した。測定部位は全て直腸正常粘膜のものである。ノイズ除去などの処理を行った後に算出した分光反射率を**Fig. 2**に示す。520～600nm付近で強い吸収を持つヘモグロビンの分光特性を反映したものとなっていることがわかる。

Figure 2 Seventy-one reflectance spectra of normal mucous membrane measured from 16 patients.



また、これらのデータに対し主成分分析法を適用すると、第3主成分までの累積寄与率が99.7%となることから(**Fig. 3**)、直腸正常粘膜の分光反射率はほぼ3成分で構成されているといえる。

Figure 3 Cumulative contribution ratio of normal mucous membrane.



4. 内視鏡照明設計用シミュレータ

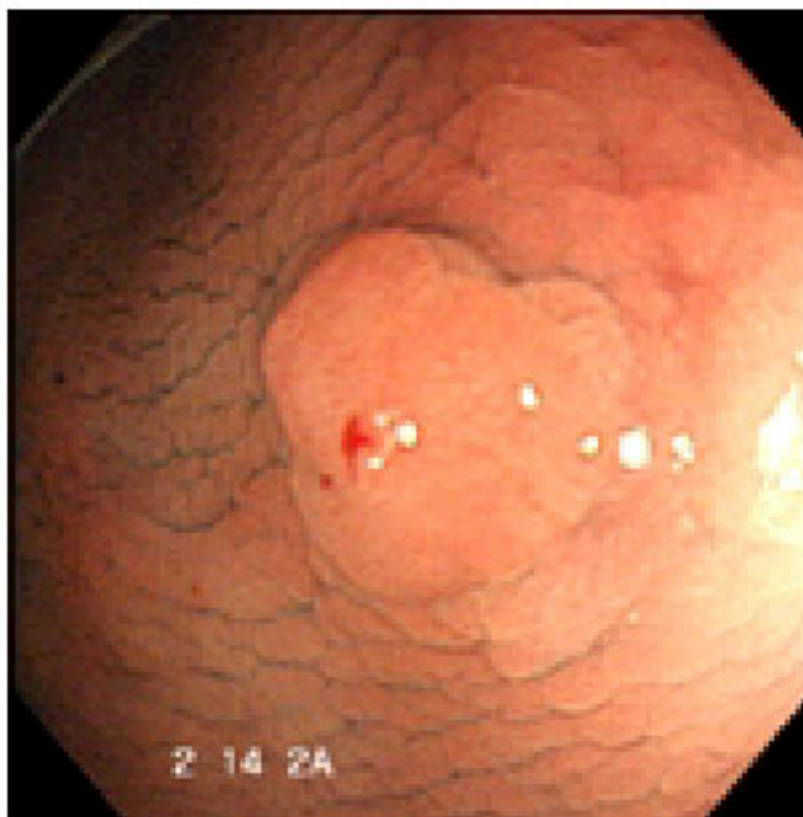
一般に電子内視鏡によって取得された画像は測色的色再現に基づいていないため、使用する装置（スコープ、光源、モニターなど）により再現する色が異なる可能性がある。この時、医師の多くは記憶色との比較による診断をしているため、診断基準に誤差が生まれてしまうかもしれない。しかし、対象粘膜固有の分光反射率情報を知ることができればこの問題は解決できると考えられる。また、分光情報があれば任意の光源下での画像の見えをシミュレートすることができるため、たとえば病変部を強調するような最適な光源の設計も考えられる。

そこで本研究では前述の通り粘膜色が3主成分で表されることと、電子内視鏡のシステム特性を考慮することによって、RGB 3チャンネルのデジタル画像より多次元の分光反射率を推定する。まずMacbeth Color Checkerにおける24枚の色票を電子内視鏡で撮影してRGB値を得る。一方、それぞれの色票の正確な分光反射率も測定する。これらのデータセットにWiener推定法を用いることにより、低次元のRGBデータから高次元の分光反射率データを推定するためのシステム行列を得る。画像を再現するときは、推定した分光反射率データと光源データをかけ合わせ、さらにシステム行列の擬似逆行列をかけることによりRGBデータを得る。

5. 再現画像

前述の推定法により各ピクセルごとの分光反射率が得られている。この分光反射率に光源の分光特性をかければ、その光源で粘膜を照明したときの画像を再現することができる。以下、様々な光源下での再現画像を示す。

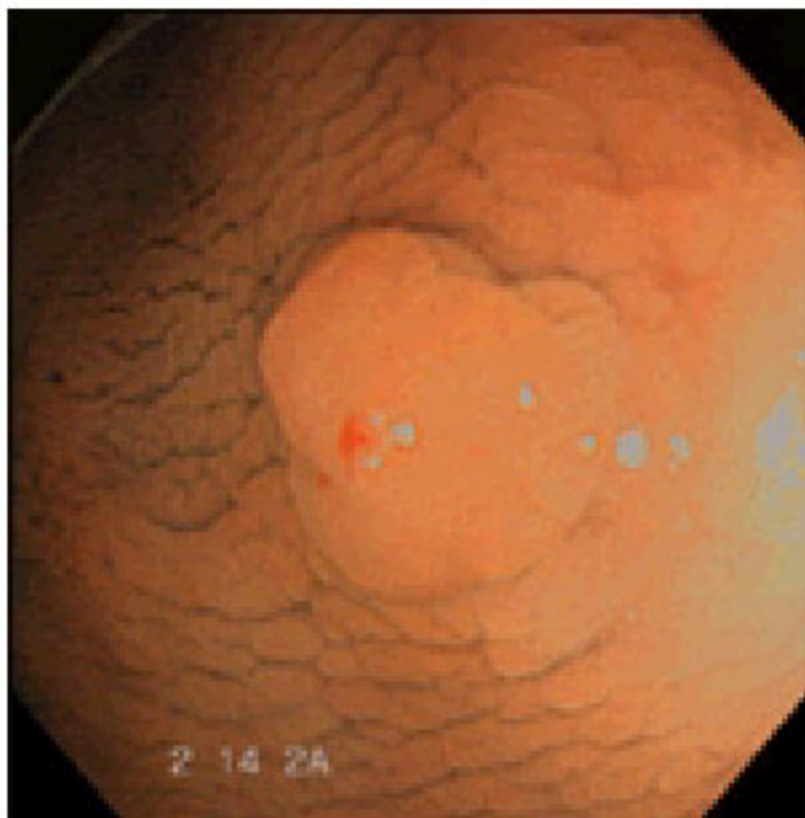
Figure 4 Estimated images of under various illuminants.



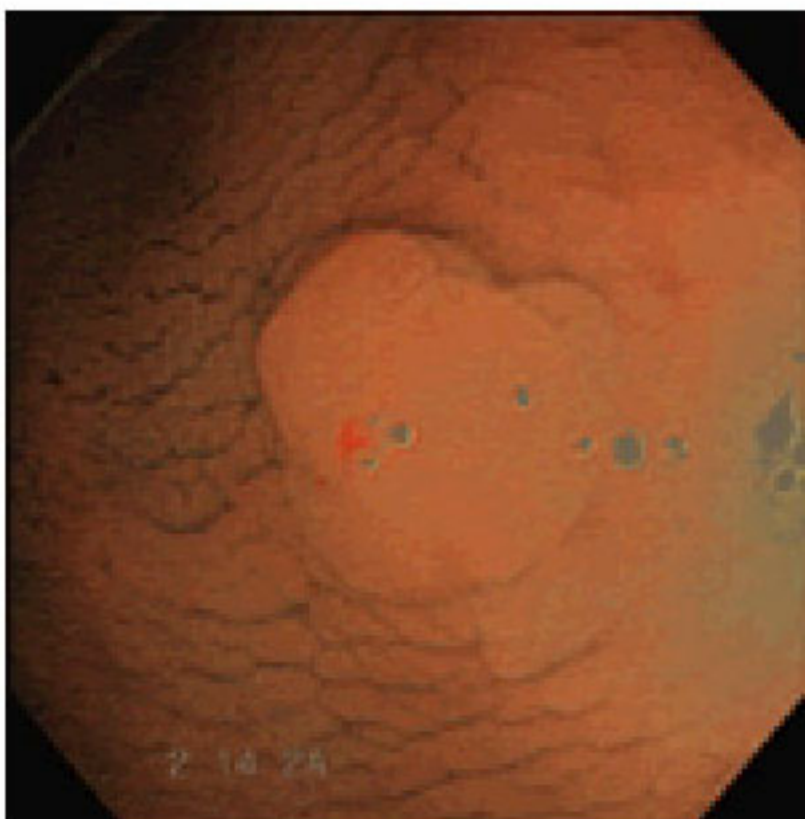
(a) Xenon



(b) D65



(c) Daylight



(d) Tungsten

6. おわりに

非接触式の内視鏡分光測光システムを用いて多数の直腸正常粘膜の分光反射率を実測した。また主成分分析の結果を利用し、Wiener 推定法を用いることによる内視鏡照明設計用シミュレータを提案し、さまざまな光源下での画像を再現した。

参考文献

- 【1】胃粘膜分光反射率の測定と解析(II). 日本写真学会誌 54(3):346-353、1991.8
-

[Document Identification Number : DIN00032503]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
3.1-3.4, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc13.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その1：要素技術からのアプローチ—

肌の絶対分光反射率画像の計測とその成分分析への応用

津村 徳道^{*1} (tsumura@ics.tj.chiba-u.ac.jp)

Francisco H. Imai^{*2}、三宅 洋一^{*1}

^{*1}千葉大学工学部情報画像工学科、^{*2}ロチェスター工科大MCSL

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 1 : Approaches From the Aspects of Key Technologies -

Measurement of Absolute Spectral-reflectance-image of Skin and the Application of Component Analysis

Norimichi TSUMURA^{*1} (tsumura@ics.tj.chiba-u.ac.jp)

Francisco H. Imai^{*2}, Yoichi MIYAKE^{*1}

^{*1}Department of information and Image Sciences, Chiba University

^{*2}MCSL, Rochester Institute of Technology

Summary

Mapping the oxygen saturation of blood and melanin in skin is expected to give useful information for skin diagnosis. We have already proposed a technique to estimate the map of skin components from spectral reflectance image obtained by multi-band images based on the optical scattering analysis. The spectral reflectance image is a result of dividing the spectral image of object by the spectral image of absolute white reference plane. However, the shape of skin is not a two-dimensional plane, so that the required absolute spectral reflectance is not obtained in the wide region of skin by the conventional method.

In this research, the absolute spectral reflectance and normal vector of the surface were obtained by

using the photometric stereo technique. In the photometric stereo technique, more than three illuminants were used, and an image was taken by each illuminant. The pixel values in several obtained images were used to calculate the absolute spectral reflectance and normal vector of the surface on the corresponding pixel. The index finger where the second joint was bound by a string was captured and analyzed by the proposed technique. The results show that the components are extracted for the wide range of the finger.

皮膚の酸素飽和率分布やメラニン色素の分布が得られれば、それらは肌疾患の診断や治療に有効であると考えられる。これまで我々は、肌のマルチバンド撮影により得られた分光反射率画像を用いて、光散乱解析に基づき肌の酸素飽和率分布やメラニン色素分布を推定する手法を提案してきた¹。ここで、分光反射率画像は、肌が2次元平面物体であると仮定することにより、撮影された肌の分光画像から肌面と法線方向を同一とする参照白色板の分光画像を除算して得られる。しかし、実際には肌は3次元物体であるため、色素分布の推定に必要である絶対的な分光反射率が得られる領域は限られている。参照板と肌面の法線方向が異なる領域では、絶対的な分光反射率に法線方向のずれに応じて定数倍された相対的な分光反射率しか得られない。

一方、近年の計算機処理能力の急速な発展により、物体の3次元形状や色、質感などの情報を、実際に撮影された画像などからコンピュータビジョン技術により抽出し、コンピュータグラフィック技術により任意の視点、照明環境下で表示するImage Based Renderingが現在盛んに研究されている。

そこで本研究では、コンピュータビジョン技術の一つであるPhotometric Stereo法を用いて、肌の各点の絶対分光反射率と面の法線方向を抽出し、また抽出結果や成分分析の結果をコンピュータグラフィック技術を用いて任意の視点、照明環境下で表示した。今回用いたPhotometric Stereo法では、物体の反射特性として完全拡散面（Lambertian面）を仮定することにより、3方向以上の位置から別々に照明された複数枚の画像の画素値から、各点の絶対分光反射率と面の法線方向を計測することが出来る。

実際に、第2関節においてひもを用いて止血した人差し指に対する実験を行った。今回、4方向の照明位置から順に撮影した。各照明における照度ムラは参照白色板を用いて近似的に校正した。**図1**に、得られた成分分析の結果を示す。絶対分光反射率から肌の広範囲にわたる酸素飽和率分布やメラニン色素分布などを推定することができている。また、**図2**に、得られた各点の法線方向から3次元形状を復元し、コンピュータグラフィック技術により撮影時と異なる視点で表示した結果を示す。指の3次元形状と成分分析の結果を合わせて見ることができる。

図1 第2関節においてひもを用いて止血した人差し指の成分分析結果

(a) 推定した絶対分光反射率をもとにD65光源化で一様照明された場合を仮定して再現した画像、(b) メラニン分布、(c) 全ヘモグロビン分布、(d) 酸素飽和率分布

Figure 1 The result of component analysis for index finger where the second joint was bind by string.
(a) original image, (b) melanin component, (c) total hemoglobin, (d) oxygen saturation

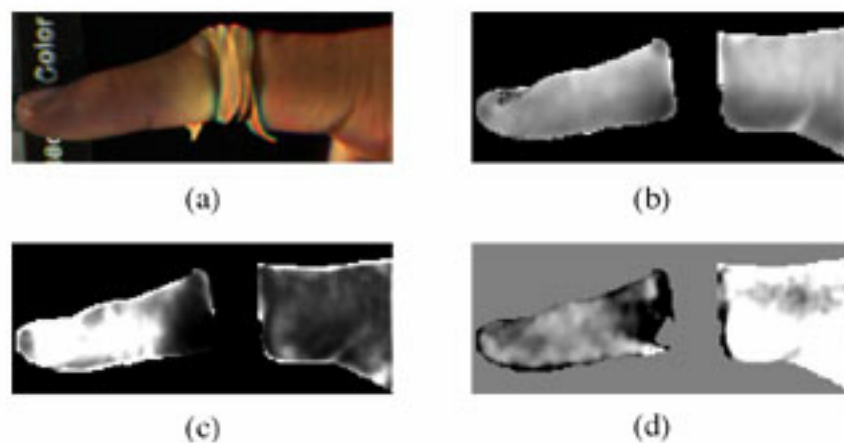
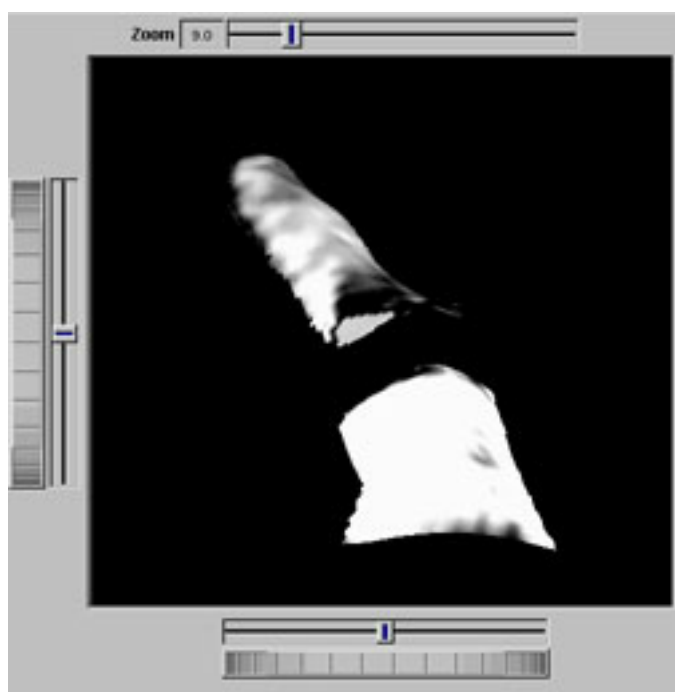


図2 コンピュータグラフィックス技術を用いた酸素飽和率分布の撮影時と異なる視点からの表示

Figure 2 Display of oxygen saturation by computer graphics technique.



今後、肌の表面反射光などが含まれたより複雑な反射特性を考慮し、また計測結果に大きく影響を及ぼす照明ムラの校正方法を改善する必要がある。しかし、今回の研究により、コンピュータビジョン技術を医用画像計測に用いる有効性を示すとともに、コンピュータグラフィック技術と組み合わせて用いることにより遠隔医療などにも適用可能な新しい医用画像システムの可能性が示された。

謝辞 貴重なご意見を頂いたロチェスター大学のM. A. Kriss教授, K. A. Parker教授, K. Kutulacos教授に感謝いたします。

参考文献

【1】川淵、津村、羽石、三宅：第46回応用物理学関係連合講演会講演集、1056、1999年

[Document Identification Number : DIN00032504]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
4.1-4.3, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc14.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その1：要素技術からのアプローチ—

マルチバンドカメラを用いた肌の色推定精度の検討

村上 百合^{*1*2} (yuri@isl.titech.ac.jp)

小尾 高史^{*1*2}、山口 雅浩^{*1*2}、大山 永昭^{*1*2}

^{*1}東京工業大学 像情報工学研究施設

^{*2}通信・放送機構 赤坂ナチュラルビジョンリサーチセンター

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 1 : Approaches From the Aspects of Key Technologies -

Evaluation of Color Estimation Accuracy of Human Skin Using Multi-band Camera

Yuri MURAKAMI^{*1*2} (yuri@isl.titech.ac.jp)

Takashi OBI^{*1*2}, Masahiro YAMAGUCHI^{*1*2}, Nagaaki OHYAMA^{*1*2}

^{*1}Imaging Science & Engineering Laboratory, Tokyo Institute of Technology

^{*2}Telecommunications Advancement Organization of Japan, Akasaka Natural Vision Research Center

Summary

A method for Color reproduction using multi-band camera was previously proposed. In this paper, color reproduction accuracy of human skin using multi-band camera is evaluated through a color estimation simulation. In order to consider the deterioration of S/N ratio resulting from the increase in the number of color bands, factors like the intensity of the illumination used for image capturing and the camera sensitivity are introduced into the color estimation. Through the simulations the relationship between accuracy and the number of color bands is shown under various practical conditions.

1. はじめに

本研究では、遠隔医療等のカラー画像通信システムにおいて、カラー画像を正確な色で再現することを目的とし、マルチバンドのカメラを用いた色再現手法の開発を行っている【1、2】。これまでに、10バンドのマルチバンドカメラを用いて、皮膚科や内科等で重要と考えられる人間の肌を被写体とした色再現実験を行い、従来のRGBカメラと比較して高精度な色再現が可能であることを示した【2】。

マルチバンドカメラを用いた色再現の精度は、取得したマルチバンドの画像から被写体の色度値を推定するときの精度と、推定された色度値をディスプレイ上に再現するときの精度によって決まる。後者の精度は、CRTモニタでは $L^*a^*b^*$ 色差1~2程度で実現できることが示されている【3】。そこで本稿では、マルチバンドカメラを用いた色度値の推定精度について、人間の肌を被写体とした色推定シミュレーションにより検討を行った。

2. マルチバンドカメラのバンド数と色推定精度の関係

これまでに、マルチバンドカメラを用いた人間の肌の色推定精度とバンド数の関係について調べられており、カメラのバンド数を増やすと精度が向上することが示されている【4】。しかしノイズがある場合には、周囲の明るさ、カメラの感度、フィルタのバンド幅などがS/N比に影響を与えるため、色推定精度もこれらのパラメータを考慮して調べる必要がある。

3. シミュレーション

人間の肌を被写体として、以下の条件でS/N比を考慮した色推定シミュレーションを行い、バンド数・バンド幅と色推定精度について調査した。

- ・カメラの分光方式：(i)光のパワーのロスがある分光方式、(ii)光のパワーのロスがない分光方式の2つを想定した。(i)はダイクロイックミラーで理想的に分光する場合、(ii)は吸収フィルタを用いて分光する場合などに相当する。
- ・露光時間：一組の分光画像を一定の露光時間内で撮影する条件を設けた。この時間内で白（全波長域で反射率100%）を撮影したときに信号値の最大値を取るよう設定する。
- ・色推定手法：被写体の分光反射率の統計的性質を利用したWiener推定を用いた。
- ・被写体：484本の人間の肌の分光反射率。
- ・撮影時／再現時の照明：D65／A,C,D65,F2,F7,F11の6種類。
- ・カメラのスペック：フィルタなしで撮影したときの最低撮影照度が約80lux、ノイズの分散が8bitsのダイナミックレンジに対して0.5とした。
- ・撮影環境の明るさ：約325lux～約20800lux。
- ・フィルタの分光特性：分光方式(i)では全波長域で等分割するような矩形の感度への分割を想定し、分光方式(ii)では波長方向に等間隔に配置した半値幅10～100nmのガウシアンフィルタを用いた。
- ・色差： $L^*a^*b^*$ 均等色空間における平均・最大色差。

4. 結果及びまとめ

シミュレーションの結果、以下のことが明らかになった。

- (1)分光方式(i)、(ii)共に、S/N比が低下しない十分に明るい条件下では、バンド数の増加に伴い精度が向上し、その後ほぼ一定の精度となる。一方、バンド数の増加に伴いS/N比が低下する条件下では、バンド数の増加に伴って精度が低下する場合が見られた。
- (2)分光方式(i)では約5200lux以上、分光方式(ii)では約20800luxの十分に明るい場合において、7バンドで平均色差0.6、最大色差3程度の精度が得られた。
- (3)S/N比の低下を避けるためには、3バンドで650lux程度であるのに対し、9バンドでは分光方式(i)で1300lux程度、分光方式(ii)ではそれ以上が必要である。このことから、より高感度の撮像素子の必要性が明らかになった。
- (4)十分に明るい条件下においても、7、8バンド以上のバンド数ではほぼ精度が一定となることから、これ以上の精度が必要な場合には、よりS/N比の高い撮像素子が必要である。
- (5)分光方式(ii)についてバンド幅を変化させて調べた結果、バンド数ごとに適切なバンド幅が存在することがわかった。これは、バンド幅を大きくすることでS/N比を向上できる一方、分光反射率の形状の高周波成分を取得できなくなるというトレードオフがあるためである。バンド幅を最適な幅より大きくしたときの精度の低下が緩やかであることから、S/N比が低下しないようにバンド幅を選択すればよいことがわかった。

参考文献

- 【1】 M.Yamaguchi, R.Iwama, Y.Ohya, T.Obi, N.Ohyama and Y.Komiya and T.Wada : Natural color reproduction in the television system for telemedicine. Image Display, Medical Imaging '97, Proc. SPIE 3031:482-489, 1997.
 - 【2】 Y.Ohya, T.Obi, M.Yamaguchi, N.Ohyama and Y.Komiya : Natural Color Reproduction of Human Skin for Telemedicine. Image Display, Medical Imaging '98, Proc. SPIE 3335:263-270, 1998.
 - 【3】 Roy S. Berns, Ricardo J. Motta and Mark E. Gorzynski : CRT Colorimetry. Part I: Theory and Practice, Color Res. Appl. 18(5):299-314,1993.
 - 【4】 大矢百合、小尾高史、山口雅浩、大山永昭、内川恵二、小宮康宏：正確な色再現性を有する遠隔表示システムの開発(5) ー肌の色再現におけるバンド数の検討ー．第1998年春季 第45回応用物理学会学術講演会予稿集、No.3, 28p-D-4, 950, 1998年
-

[Document Identification Number : DIN00032505]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
5.1-5.3, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc15.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その2：医療ニーズからのアプローチ—

提言；皮膚科医はデジタル画像に実物と同じ診断精度を要求する

沼原 利彦^{*1} (numahara@kms.ac.jp)、窪田 泰夫^{*1}

^{*1}香川医科大学皮膚科学

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 2 : Approaches From the Needs in Medical Practice -

Proposal ; Digital Images Good Enough to be Used as Real Objects in Dermatological Diagnosis

Toshihiko NUMAHARA^{*1} (numahara@kms.ac.jp), Yasuo KUBOTA^{*1}

^{*1}Department of Dermatology, Kagawa Medical University

Summary

In dermatology, macroscopic pathology of the lesions can be directly observed, which is essential for diagnosis. So the morphological changes of skin and their distribution should be recorded precisely. Photographs have played a substantial role for a long time in serving this purpose, and recently digital cameras have been introduced. But these are not yet believed to be able to substitute for the observation of the real objects and costs involved are not reimbursed by medical insurance in Japan because of limitations in the fidelity of these imaging media.

However, if advanced digital imaging technologies are in a position to reproduce images which can be equally well used as real objects in dermatological diagnosis, revolutionary changes are expected in medicine. Precise dermatological findings will be conveyed when a patient is introduced to a distant physician or a medical consultation is made with a distant specialist. Besides, the importance of morphological records in dermatological practice as well as in dermatological education will be highly

augmented.

If, on the other hand, the technology of digital imaging fails to achieve such quality as mentioned above, a huge investment in electronic patient records and telemedicine would run the risk of having been made in vain in the field of dermatology.

皮膚の病理学的学的変化により、皮膚の光学的性質も変化し、その結果、皮膚病変（皮疹）は特有の色やパターンを呈する。内科的診療と異なり、皮膚科診療では初診時から皮疹（＝マクロの病理）を直接観察できる。このため、診断や治療効果判定には、皮疹の色、形、分布の詳細な観察や記録が最も重要である。皮疹の画像記録としては、銀塩写真による臨床写真撮影の歴史が長く、最近ではデジタルカメラを皮疹の記録に取り入れている施設も増えてきている。

ところで、エックス線写真のように診断に用いた医療画像には絶対的保存義務が生じ、通常保険診療においても検査料が認められている。しかし、皮膚科の診断は基本的に皮膚病変を直接見ることによって行われるため、皮膚科臨床写真は補助的な記録と考えられ、絶対的な保存義務があるわけではない。「皮膚科臨床写真実費を保険診療で認めてほしい」という皮膚科サイドからの長年の要求も未だ認められていないため、皮膚科臨床写真記録にコストをさくことができないという一面もある。

皮膚科臨床写真が補助的な記録に留まってきたのは、銀塩写真にせよデジタル写真にせよ、「今までは皮疹の状態を正確に記録・再現することができなかった」という技術的な問題が大きい。長い歴史を持つ銀塩写真においても、フィルム、カメラ、照明、現像の違い等で、色は変化し、また、でき上がったフィルムが年月とともに劣化していくことが避けられない。デジタル写真では、年月による劣化は生じないが、今までの技術では、カメラ、コンピュータシステム、ディスプレイの違い等によって銀塩写真以上に色の再現性が悪いという現実があった。そのため、内科的診療と異なり、直接病変を観察できる皮膚科診療ゆえに、画像記録は重要だが補助的なもので、最終的な皮膚科の診療や教育は、直接皮疹を見て行う以外にないと信じられてきたのである。

しかし、デジタル生体医用画像技術が進歩し、皮膚科においても実物による診断に匹敵するだけの再現性が実現できるような画像を簡単に得られるようになった時には状況が一変する。皮疹を正確に記録、伝達、再現することができれば、皮膚科診療において、患者の転居等の際に正確な診療記録を紹介することができるようになるし、電子カルテや遠隔医療を通じて専門医が不在の地域の患者も皮膚科専門医の意見を求めることが可能になり、患者にとってのメリットははかりしれない。診断可能な皮膚科臨床画像記録ということで、皮膚科領域での画像の取り扱い方も変わってくるだろう。加えて、皮膚科教育も革新的なものになるだろう。

カメラさえあれば皮膚の写真撮影は誰でも行えるため、「遠隔医療で皮膚疾患のコンサルテーション」ということが既に様々に考えられている。しかしながら、実物による診断に匹敵するだけのデジタル生体医用画像技術の開発を伴わずに、電子カルテや遠隔医療の整備に多額のコストをかけたとしても、記録転送されたデジタル画像が皮膚科診断に必要な水準を満たしていないのなら、電子カルテや遠隔医療は無意味なものになるのではない

かと危惧している。

このシンポジウムの開催趣旨にもあるように、表示装置等における色の再現性の問題が表面化しつつある一方で、従来とは一線を画する色再現精度を持つマルチスペクトル・イメージング技術が実用化されつつある。このシンポジウムが、真に診療現場の必要性をみたすデジタル生体医用画像技術の発展に、果たす役割は大きい。

[Document Identification Number : DIN00032506]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
6.1-6.3, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc16.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その2：医療ニーズからのアプローチ—

デジタルカメラで撮影された色画像の画像サイズが読影判断に及ぼす影響 —赤色疑似病変を用いたROC実験—

小笠原 克彦^{*1} (oga@med.hokudai.ac.jp)、伊藤 久仁子^{*1}、蔣 国謙^{*1}

植松 章子^{*2}、遠藤 晃^{*2}、櫻井 恒太郎^{*1*2}

木村 通男^{*3}、福原 康行^{*4}

^{*1}北海道大学大学院医学研究科医療情報学講座

^{*2}北海道大学医学部附属病院医療情報部

^{*3}浜松医科大学医学部附属病院医療情報部

^{*4}オリンパス光学工業株式会社 S I 事業推進部

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 2 : Approaches From the Needs in Medical Practice -

Differences in Diagnoses Made by Digital Images of Various Resolutions Captured by a Digital Camera

Katsuhiko OGASAWARA^{*1} (oga@med.hokudai.ac.jp), Guoqian JIANG^{*1}

Yukiko UEMATSU^{*2}, Akira ENDOH^{*2}, Tsunetaro SAKURAI^{*1*2}

Michio KIMURA^{*3}, Yasuyuki FUKUHARA^{*4}

^{*1}Department of Medical Informatics, Graduate School of Medicine, Hokkaido University

^{*2}Department of Medical Informatics, Hokkaido University Hospital

^{*3}Department of Medical Informatics, Hamamatsu University Hospital

^{*4}OLYMPUS Optical Co., Ltd.

Summary

Images of an artificial lesion made on human skin were captured and digitized by a digital camera at two kinds of spatial densities of pixels and the differences of their diagnostic reliability were examined with the ROC (Receiver operating characteristic) analysis.

Hand skins of 13 humans were marked by red ink with a fiber-tipped pen of 0.4mm diameter and 50 pictures were taken with CAMEDIA-XL (C-1400, Olympus Co., Ltd.) in a predetermined condition before and after marking. These images were digitized into two kinds of format, 1280x1024 pixels (large format) and 640x512 pixels (small format), then compressed into the average ratio of 48.9% (the maximum ratio being 38.8% and the minimum 63.3%).

These image files were displayed under a determined condition and observed by eight staff members of Department of Medical Informatics of Hokkaido University (male: 5, female: 3) twice with at least a one-week interval. The computer software used for ROC analysis is ROCKIT (Chicago University.)

The result is shown in **Fig. 1**. The As values are 0.70+0.06 for the small size and 0.86+0.03 for the large size. This result suggests that the artificial lesion recorded as a digital image will be diagnosed differently according to the spatial densities of pixels composing the image.

1. 目的

市販のデジタルカメラを臨床に活用することは、表在性病変の所見の伝達と診断に有効であると考えられる。今までに、デジタルカメラの活用例に関する報告は多くあるが、デジタルカメラで得られた画像の画質、読影と判断に関する定量的な研究はあまりなされて来なかった。今回、我々はデジタルカメラで撮影された色画像の画像サイズが読影判断に及ぼす影響を検討するため、皮膚上の赤色点を疑似病変と見立て、疑似病変の識別と判断に関してROC(Receiver operating characteristic)曲線による基礎的な実験を行った。実験方法など検討の余地があるが、その実験方法と得られた結果について報告する。

2. 方法

2. 1 実験装置・実験試料

撮影環境を一定にするために照明用白色蛍光灯80Wを2本を備え、壁内面を白色の壁紙を貼った70×70×80cmの撮影用箱を作成し、撮影は全てその撮影箱の中で行った。デジタルカメラは、オリンパス製を使用した。撮影条件は、画質モードをSHQ、ホワイトバランスをAUTOとした。フラッシュは使用せず、露光はスポット測光モード(自動)、オートフォーカスとした。撮影距離は80cmとした。

実験試料は、手関節より先の手部のデジタル画像とし、無信号画像(手部を普通に撮影したもの) 50枚と有信号画像(中手指節関節と手関節の間に疑似病変として0.4mmの赤色水性ペンにより点をつけたもの) 50枚を用意した。手部の画像はボランティア13名(男性7名、女性6名、平均年齢±標準偏差: 27.7±5.7歳)の手部を用いた。全ての画像について、サイズ大(1280×1024)及びサイズ小(640×512)の2種類のサイズの画像を作成した。こ

れらはJPEG圧縮されており、平均圧縮率は48.9%(最小38.8%、最大63.3%)であった。

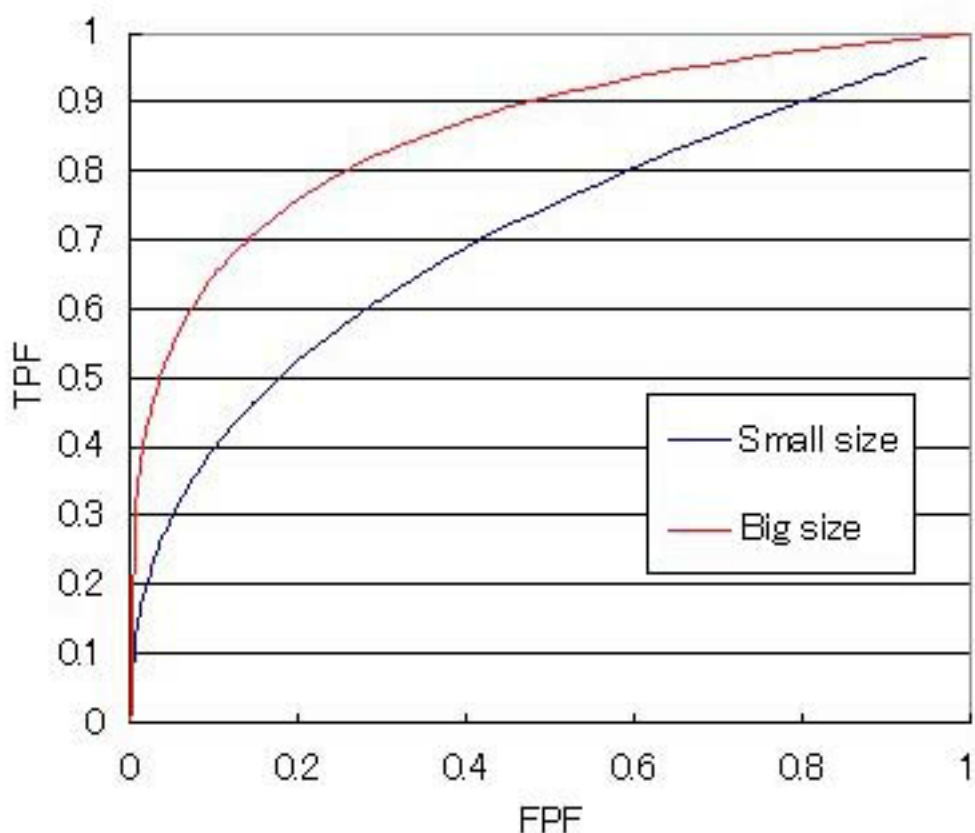
2. 2 読影実験

医療情報部員8名（男性5名、女性3名）を読影者とし、連続確信度法によるROC曲線により評価を行った。読影環境は太陽光による影響を防ぐため、窓がなく蛍光灯のみの部屋を使用した。読影には、NEC社製CRTディスプレイ(DV17B2)を用い、ディスプレイの設定は32bit、1024×768とした。読影時の照度はディスプレイ前40cmの位置で360lxとなるようにした。画像表示ソフトウェアはPhotoDog(フリーソフト)を、ROC解析にはROCKIT（シカゴ大学製）を使用した。読影は2回に分けて行い、少なくとも1週間以上間隔を空けるようにした。

3. 結果

得られた結果を**Fig. 1**に示す。ROC曲線から得られたのAz値（平均値±標準偏差）はサイズ小で 0.70 ± 0.06 、サイズ大で 0.86 ± 0.03 であった。2群間のpaired-t検定の結果は $p < 0.01$ となり2つ画像グループ間に有意差が認められた。この結果より微小(0.4mm)の赤色疑似病変の読影と判断には、画像サイズが影響していると考えられる。画像サイズは画像保管や画像伝送に大きく影響するが、病変の大きさと種類により適切な画像サイズを選択する必要があるだろう。今後、本実験も問題点（疑似病変の性状や評価者の特性）を検証し、更に画質を変化させた実験を行いたいと考えている。

Figure 1 : ROC curve



[Document Identification Number : DIN00032507]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
7.1-7.3, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc17.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その2：医療ニーズからのアプローチ—

形成外科領域における臨床写真のキャリブレーションの実際

寺田 伸一^{*1} (sterada@prs.twmu.ac.jp)、野崎 幹弘^{*1}

^{*1}東京女子医科大学形成外科

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 2 : Approaches From the Needs in Medical Practice -

A Practical Method to Compensate Color Differences Among Pictures Taken for Case Records

Shin-ichi TERADA^{*1} (sterada@prs.twmu.ac.jp), Mikihiro NOZAKI^{*1}

^{*1}Department of Plastic Surgery, Tokyo Women's Medical University

Summary

In plastic surgery, photographs have been intensively used for recording various lesions at the surface of the human body and the effects of plastic operations. Usually single-lens reflex cameras are used under fixed conditions to take standardized pictures, but this method is not properly used for digitized images taken by digital cameras which are of late rapidly coming into use

A color management system for these digitized photographs has been devised and put into practice by us. In this system, a round shaped gray seal (G-ROUND18, *Kyowa Tokei Kogyo* , **Fig. 1**) which has a color value of '49.5, 0, 0' represented by the $L^*a^*b^*$ system is used as a color calibrator. To evaluate the system, (1) 10 pictures of this calibrator were taken on reversal film by a single-lens reflex camera (EOS650, 50mm Macro lens, Macro ring lite, Canon) by stopping the lens intentionally, (2) these pictures were digitized by a film scanner (Picture MD Writer, Konica) and color compensation made by using the plug-in Photoshop(TM) software (Gray Balance, Konica), (3)

color compensation was made using a built-in filter of the film scanner on the same image files, and (4) color values represented by the $L^*a^*b^*$ system of this calibrator and image files made at (1), (2) and (3) were measured using a spectrophotometer (CR-221, Minolta).

The results were ' 47.5 ± 0.07 , ' -1.11 ± 0.04 , ' 0.1 ± 0.02 ' ($N=10$), ' 26.6 ± 0.7 , ' 9.0 ± 2.1 , ' -14.8 ± 2.4 ', ' 25.1 ± 0.9 , ' -1.1 ± 2.8 , ' 0.6 ± 1.6 ' and ' 47.2 ± 0.8 , ' 0.7 ± 1.8 , ' -0.8 ± 2.5 '. This results suggests that our method for color compensation is very effective in precise digitization of photographs with a film scanner.

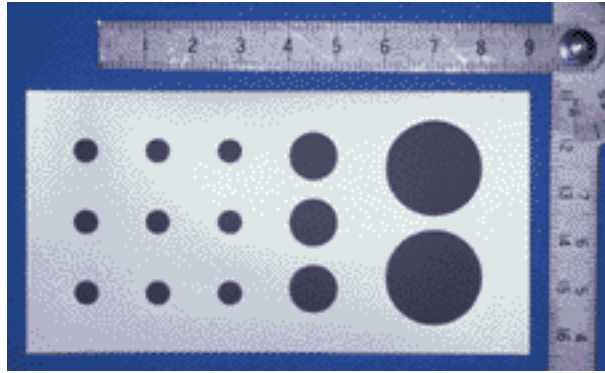
はじめに

形成外科は従来より熱傷や指切断などの外傷からあざや唇裂口蓋裂、小耳症、漏斗胸などの先天異常、悪性腫瘍切除後の再建手術など多岐にわたる体表疾患を治療対象としている。このため、医学ドキュメントとして臨床写真を頻繁に撮影している。一般的には一眼レフカメラに50mmマクロレンズとリングフラッシュを装着して、1 : 3、1 : 5、1 : 7、1 : 9などの固定視野で撮影サイズを一定にして、対象別の規格撮影を行ってきたが、近年の高画質デジタルカメラとパーソナルコンピュータの急速な普及から、フィルム現像が不要となるデジタルカメラへの移行が始まっている。しかし、安価なデジタルカメラでは一眼レフ機能が削られているため、画像サイズの不一致や色調のばらつきが目立つようである。そこで、われわれは一定サイズの18%反射率のグレースケールを基準としたカラーマネージメントシステムを開発し、臨床写真のキャリブレーションに利用しているので、報告する。

方法

キャリブレーションとして被写体と共に18%反射率を有するグレースケールの直径5mmの円形シール (G-ROUND18、協和時計工業、**Fig. 1**) を貼付した。このシールの $L^*a^*b^*$ の理論値は49.5、0、0である。これを色彩色差計 (CR-221、ミノルタ) で計測した。次にグレースケールを配置したモデルを一眼レフカメラ (EOS650、50mm Macro lens、Macro ring lite、キヤノン) でリバーサルフィルムに撮影した。この際、レンズの絞りを-2から+2に変化させた。フィルムを現像した後、フィルム連続スキャナ (ピクチャーMDライター、コニカ) でデジタル化した。Adobe Photoshop上でLab画像に変換し、グレースケールの $L^*a^*b^*$ を計測した。色調補正はグレースケールに基づき、スキャナ内蔵の補正フィルタおよびPhotoshop上の補正プラグイン (gray balance、コニカ) を用いた。

Figure 1 A gray-scale calibrator.



結果

色彩色差計によるグレースケールの $L^*a^*b^*$ 値は各々 47.5 ± 0.07 、 -1.11 ± 0.04 、 0.1 ± 0.02 ($N=10$)であった。リバーサルフィルム（Konicachrome）で - 2絞りで撮影した画像は補正不能であった。 - 1絞りでは元画像が 26.6 ± 0.7 、 9.0 ± 2.1 、 -14.8 ± 2.4 であった。Photoshop上で補正した画像では 25.1 ± 0.9 、 -1.1 ± 2.8 、 0.6 ± 1.6 であった。一方、スキャナ上で補正した場合は 47.2 ± 0.8 、 0.7 ± 1.8 、 -0.8 ± 2.5 であった。

結語

スライド写真でもスキャナで読み込む際には色調補正を行った方が色再現性の点で、良好な画像が得られた。グレースケールによるカラーマネージメントシステムの有用性が示唆された。

[Document Identification Number : DIN00032508]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
8.1-8.5, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc18.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その2：医療ニーズからのアプローチ—

形態検査画像のデジタル化により生じる問題点とその対処法

西堀 眞弘^{*1*2} (mn-mn@umin.ac.jp)

^{*1}文部省形態検査インターネットサーベイ研究班

^{*2}東京医科歯科大学医学部附属病院検査部

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 2 : Approaches From the Needs in Medical Practice -

Problems and Solutions of Digital Imaging in Morphological Diagnosis

Masahiro NISHIBORI^{*1*2} (mn-mn@umin.ac.jp)

^{*1}Morphological Internet Survey Research Project Team

^{*2}Clinical Laboratory, Tokyo Medical and Dental University Medical Hospital

Summary

Recent rapid spread of digital imaging in medicine is outpacing the medical verification of diagnostic usefulness of digital images. As a temporary measure to cope with this situation, model concrete problems and their solutions are proposed on the basis of earlier investigation by the Morphological Internet Survey Research Project Team (<http://survey.umin.ac.jp/>).

These problems include inaccurate color reproduction, rough gradations of color and insufficient density of pixels, with varying degrees of relevance as regards their seriousness in the areas of urinalysis, hematology, microbiology, immunology, cytology, chromosome analysis, physiology and ultrasonography.

In order to prevent erroneous diagnosis caused by these problems, digitized files are required to be displayed using both a CRT and a flat panel display, followed by examination and revision by

1. はじめに

形態検査インターネットサーベイ研究班は文部省が7大学から9人の研究者を募り、それを核として臨床検査医学あるいは臨床病理学の各分野から総勢40名弱の研究者を鳩合して、1998年に組織したものである（詳細は研究班ホームページ <http://survey.umin.ac.jp/> 参照）。当初の研究目的は、従来より設問用の画像をスライド写真にして配付していた形態検査のコントロールサーベイに、インターネットを導入して、それらの画像をホームページに掲載して配付できるかどうかを検討することであった。しかし、研究途中でデジタル画像の色の標準化が喫緊の課題であることが明らかとなったため、表示装置の色再現性能を如何に校正するか、あるいは表示装置で再現された色が正しいかどうかを如何に確かめるかという課題に取り組み、新たな研究領域の確立と、昨年の本シンポジウムを含む各種学会における暫定的対処法の提言に至った【1-7】。

しかし実際には、厚生省が電子カルテの導入に踏み切ったことを契機に、デジタル化の波はその妥当性の検討の結論を待たずに、形態検査領域にも急速に押し寄せつつある。そこで今回は、これまで研究班が一般、寄生虫、血液、微生物、免疫血清、病理細胞診、染色体、生理、超音波等の膨大な形態検査画像をデジタイズし、その診断精度を検討してきた経験から明らかになってきた、実際に起こりうる問題点と、考えられる対処法について報告する。

2. デジタイズの方法

全ての画像はスライド写真をオリジナルとし、Kodak Photo CDシステムでデジタイズした後、原則として320ピクセル×240ピクセルの解像度で保存し、診断精度が保たれるようにAdobe Photoshop 5.0で明度、コントラスト、シャープネス、色調等を調整のうえJPEG方式で圧縮した。最終的なファイルサイズは20KBから144KBまでの範囲にばらついた。

通常の表示装置で十分な画質が得られなかった一部の画像については、試作品のQSXGA TFT液晶ディスプレイ（200 pixel per inch）を用い、表示面積が等しくなるよう1067ピクセル×711ピクセルの解像度で保存したものを表示させて検討した。

3. 各臨床検査分野ごとに見た問題点

3. 1 一般検査

対象とした尿沈渣と寄生虫では、殆どの場合問題なくデジタイズされ、特に染色標本では専門医が驚く程大変美しい表示画像が得られた。ただし、無染色の標本ではグラデーション部分に等高線状の縞模様が現れやすく、圧縮率を下げる必要があったが、診断に影響するような問題は全く生じなかった。

3. 2 血液検査

全体を通じて、色の再現性について正確さを要求されることが最も多く、微妙な色調の調整を要したのが、この分野の標本である。標本の色が染色液によって規定される点では

病理検査と同じであるが、色素が血液細胞に含まれる成分と反応して起こる色調の変化が、診断の重要な根拠となるという特徴があり、そのために正確な色再現がより厳しく要求されると考えられる。

一方、一部の標本では、解像度を上げることによりかなり画質が改善するものが見られ、色だけでなく解像度の面からも複合的な影響を受けていることが示唆された。

3. 3 微生物検査

細菌の顕微鏡所見において、色の再現能力が低い表示装置では、診断不能となる重大な影響が見られた。但し、この問題は解像度を上げることにより劇的な改善が見られ、色と解像度の両方の因子から複合的な影響を受けていることが示唆された。

また、培地上のコロニーの標本写真では、グラデーション部分に等高線状の縞模様が現れやすく、圧縮率を下げる必要があったが、診断に影響するような問題は生じなかった。

3. 4 免疫血清検査

蛍光抗体法による抗核抗体と免疫電気泳動の標本につき検討した。前者では写真と同等の所見を得るために、デジタイズ後かなり強くアンシャープマスクを加える必要があった。後者では、細かな沈降線をはっきりさせるため、かなりコントラストを強調する必要があった。また後者ではグラデーション部分に等高線状の縞模様が現れやすく、圧縮率を下げる必要があったが、診断に影響するような問題ではなかった。

3. 5 病理細胞診検査

予想に反し、正確な色再現が厳しく要求されたものは、細胞診において微妙な色調の有無が診断に影響する一部の標本だけであった。むしろ弱拡大の顕微鏡写真では、画質の評価がほぼ解像度に依存することが示唆された。

3. 6 染色体検査

G-分染法の標本で検討したが、診断の鍵となるバンドを見易くにするため、デジタイズ後コントラストを微妙に調整する必要があった。

3. 7 生理検査

心電図、脳波、呼吸機能、心機図、超音波検査につき検討した。この分野については、画像の大きさは各々の検査報告書に合わせた。もともと色情報は殆ど含まれていないので、色の再現性が問題になることはなかった。なお、超音波検査については、静止画像と動画像で評価したが、後者の方が圧倒的に多くの診断情報が得られるだけでなく、形態の把握についても著しく有利であった。これは、実世界では常に動画像で情報を処理している、人間の視覚認知能の特徴に起因する可能性が示唆された。

4. 表示装置による影響

同じデジタル医用画像でも、表示装置の機種により診断精度が変わることは既に報告したが【2-7】、その他の面でも差が見られた。最近普及している32000色表示という性能

があれば、殆どの場合色の再現性による問題は生じなかった。しかし、同じ表示可能色数であっても、CRTと液晶表示装置では後者の方が色の階調が荒く表示される傾向がある。即ち、後者だけにグラデーション部分に等高線状の縞模様が現れ、そのために圧縮率を下げる必要が生じることがあった。さらに、液晶表示装置の機種によっても、その程度に差が見られた。この原因についてメーカーの技術者に問い合わせたところ、液晶表示装置はCRTより階調の差を表現するのが難しく、制御回路の性能に大きく影響されるためではないかとの意見であった。同じ画像でも、CRTより液晶表示装置の方が診断精度が低くなる傾向が見られたのも、同じ原因に起因する可能性が考えられる。

5. 推奨される対処法

実際には、形態検査画像をデジタイズすることにより、診断精度に重大な影響が生じる場合は比較的少ないと考えられる。したがって実際にとるべき対処法としては、稀に起こりうる問題を予めリストアップしておき、デジタイズする際に、それらに焦点を当ててスクリーニング的にチェックすることで、偶発的な誤診を防ぐことが必要と考えられる。

形態学的診断の特徴として、正しい標本の姿や、診断のためのゴールドスタンダードが、熟練者の頭の中に存在するという経験的事実がある。したがって、デジタイズ標本が正しく画面上に再現されているかどうかを判定する方法としては、オリジナルの標本と並べて見比べるよりは、むしろ熟練者に表示された画像を実際に見て判定してもらう方が有効であると考えられる。

その評価に用いる表示装置として望ましいのは、何かの基準で標準化された機種であるが、現状ではまだ一般に普及しているものはなく、また市場に出回っているすべての機種について検討するのは、事実上不可能である。したがって現実には、デジタイズされた画像を用いる前に、最も問題が生じやすい機種をいくつか選択して予め熟練者がチェックし、もし不十分な点が見つかったら、その影響が最も小さくなるよう画像を調整しておくのが最善の策と考えられる。即ち、少なくとも32000色程度の色再現性能を持つCRTと液晶表示装置から1機種ずつ選んで確かめておくことは、最低限必要であろう。

6. おわりに

本研究班の実験により、形態検査にデジタル画像を利用する場合に発生する問題は、ある程度の予測ができ、対処も可能となった。しかし、これまで行われたのは、あくまでも予備実験のレベルに過ぎず、対策も必要性に迫られた暫定的なものでしかないため、臨床的有効性についての保証はない。今後さらに定量的かつ系統的な実験を重ね、より裏づけのある方法論の確立が求められているのは言うまでもない。

謝 辞

本研究に多大な貢献をいただいた研究班員各位に対し厚くお礼を申し上げます。

参考文献

【1】 Masahiro Nishibori, Kiichi Itoh, Kiyoaki Watanabe, Harushige Kanno, Yasuhiro Ohba : Use of WWW in a Control Survey of Morphological Laboratory Tests, Proceedings of the Ninth World

Congress on Medical Informatics, 803, 1998 (<http://mn.umin.ac.jp/medinfo98-803.html>)

【2】西堀眞弘：形態検査領域における標準化の試み．第1回デジタル医用画像の「色」シンポジウム抄録集 25-28、1999年 (<http://mn.umin.ac.jp/work19990508a.html>)

【3】西堀眞弘編：平成10～11年度 文部省科学研究費補助金基盤研究（C）課題番号 10672172 研究課題「インターネットを使って形態学的検査のコントロールサーベイを実施する研究」研究実績中間報告書．第1回デジタル医用画像の「色」シンポジウム抄録集 55-69、1999年 (<http://mn.umin.ac.jp/work19990508b.html>)

【4】Masahiro Nishibori : The Role of Multispectral Imaging in Medicine. Proceedings of International Symposium on Multispectral Imaging and Color Representation for Digital Archives, 114-116, 1999 (<http://mn.umin.ac.jp/work19991021.html>)

【5】西堀眞弘：インターネットを用いた形態検査診断への表示装置の機種間差の影響．臨床病理（第46回日本臨床病理学会総会）47(補冊)：284、1999年 (<http://mn.umin.ac.jp/work19991110.html>)

【6】西堀眞弘：デジタル医用画像の色再現の差と診断への影響．第19回医療情報学連合大会論文集 336-337、1999年 (<http://mn.umin.ac.jp/work19991125.html>)

【7】Masahiro Nishibori : Color Representation of Digital Imaging in Medicine. The Proceedings of the 20th Congress of World Association of Pathology and Laboratory Medicine, 1999 (in press, <http://mn.umin.ac.jp/work19990921.html>)

[Document Identification Number : DIN00032509]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
9.1-9.2, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc19.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

パネルディスカッション「デジタル生体医用画像の色のあり方」

—その2：医療ニーズからのアプローチ—

診療環境における色再現法の研究

谷 重喜^{*1} (tani@akiha.hama-med.ac.jp)

^{*1}浜松医科大学医療情報部

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Panel Discussion "What the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine Should Be"

- Part 2 : Approaches From the Needs in Medical Practice -

Reproducing Colored Images in Clinical Medicine

Shigeki TANI^{*1} (tani@akiha.hama-med.ac.jp)

^{*1}Department of Medical Informatics, Hamamatsu University School of Medicine

Summary

On medical application of digital imaging, not only the spatial resolution of digitized images but also the reproduction of colors are possible problems. To eliminate erroneous color reproduction, we are developing a new system in which color data of an image as well as the illumination conditions and the characteristics of each image input device (digital cameras) are collected simultaneously and also used to correct colors to be observed uniformly under different illuminations.

医療分野における画像情報は、モノクローム階調の画像情報に対しての高精細度の要求が放射線画像検査に代表されるような領域で、よく論じられてきた。この結果として高精細度の放射線画像情報の取得や表示の技術は飛躍的に進んだ。一方、内視鏡、眼底検査、病理標本、病理顕微鏡画像、病巣画像などに示される画像には、色情報を含むカラー画像が主体となっている。これらのカラー画像は、フィルムや印画紙といった媒体に記録保管されていた。これらのカラー画像は、撮影時の照明光やフィルム特性、そして各種の補正フィルターの使用により条件を設定していた。また、撮影されたカラー画像の再現には、ポジフィルムにおいては、投影光のランプ特性の規定やフィルター補正により再現が行われ、そして、プリントされる場合には、印画紙の発色特性を考慮して現像され、色再現が行われていた。しかし、デジタル方式による画像保管技術が発達するにしたがい、従来、フィルムや印画紙等に記録保管されていた、カラー画像情報もデジタル的に保管されるようになってきた。デジタルの場合にも色画像情報の記録には、分解能的画質だけでなく色情報の再現性という問題を含んでいることは同様である。しかしながら、デジタル方式による画像の撮影や表示では、従来のフィルムや印画紙に変わり、撮像デバイスや表示デバイスの特性が関与してくる。それは、元の被写体の示す色情報の取得と表示にかかわる撮像デバイス機器の特性と表示デバイス機器の特性を整合させる問題となる。画像取得時の情報と画像表示時の特性の整合性を合わせることは、重要であるが、現実の医療現場においては、きわめて困難な状況が少なくない。画像の伝送が行われるような遠隔医療においては、色再現性が重要となる場合が少なくない。例えば、医療機関と患者宅を考えた場合、観察側ディスプレイに再現された被写体となる患者の顔色や皮膚の色の微妙な変化は、健康状態を把握する診察上、重要な情報となっている。ここで注意しておかなければならないのは、医師が直接、患者を診察する時の色彩と、標準光源下で見える色彩とは異なる。本研究においては、標準光源下での色再現でなく、色画像とともに取得条件を記録することにより、画像を表示するときに撮影された光源条件考慮して、表示装置の補正を行うことに主眼をおいている。すなわち色再現誤差が生じる原因を少なくするために、照明用光源や照明条件の異なりによる被写体の色の見え方の変化を最小限にするための色再現法を報告する。

Research Plan Proposals

A System for Practical Calibration of the Color of Medical Displays On the Internet

Masahiro NISHIBORI^{*1} (mn-mn@umin.ac.jp)

Hiroshi TANAKA^{*2}, Debabrata MUKHOPADHYAY (debu@tnp.saha.ernet.in)^{*3}

^{*1}Clinical Laboratory, Tokyo Medical and Dental University Medical Hospital

^{*2}Information Center, Tokyo Medical and Dental University

^{*3}Theory Group, Saha Institute of Nuclear Physics, Calcutta, India

1. Objectives of the project

Although telemedicine, electronic patient record management, online medical textbooks and remote education etc are being increasingly put to practical use, there is no standard method yet to reproduce exactly the same colors of a digital image on various displays. A new method was recently proposed to verify and to calibrate display equipment using a reference set of medical images of typical cases as a practical online calibrator. The purpose of this project is the development of a system for distributing these images through the internet.

2. Background for the collaboration

India has of late brought up a quality infrastructure in computer science. The Indian coordinator is a specialist in medical visualization using large-scale computation and is well experienced in imaging and radiotherapy physics. Japan has a long history of research on the reproduction of color. The Japanese coordinator is a leading researcher on color in medical imaging, and he recently organized a governmental research project dealing with the subject as well as the first symposium of the world for discussing it. This project is aimed at realizing the most advanced concepts using the supremely potent computer technology. So a collaboration of both the coordinators is essential for it.

3. National and institutional scenario in the proposed area of research

The technology of color management has been well developed in the desktop publishing area, but there is no method suitable for medical application which can reproduce the color so consistently that erroneous diagnoses can be positively ruled out. Although telemedicine and electronic patient record

keeping are coming into wide use, this point of view has been overlooked till the Japanese governmental research project team picked it up last year. The 1st symposium on it attracted a considerable world-wide attention, and the international collaboration culminated in the creation of an academic society for this subject which has just recently been launched. An application for academic grants related to this project has been made to the Japanese government.

4. Scientific and technical description of the project including methodology

Some key technologies of the system are on the process of protecting patents by the Japanese team.

The Japanese side will design the requirements of the system, provide the key technologies and verify its performance from the medical viewpoint, and Indian side will plan and develop a concrete architecture of the whole system. Both institutes will provide most of the required equipment, and close communications between them will be ensured and maintained through the internet during both the development and the verification phases.

5. Possible collaborators to be invited

Researchers interested in this project as well as manufacturers willing to produce the system and able to offer essential resources required to develop it are welcome.

Research Plan Proposals

Development of the Simultaneous Processing System to Combine, Imprint and Compress Medical Images Distributed Through the Internet

Masahiro NISHIBORI^{*1} (mn-mn@umin.ac.jp)

Hiroshi TANAKA^{*2}, Borut ZALIK^{*3}

^{*1}Clinical Laboratory, Tokyo Medical and Dental University Medical Hospital

^{*2}Information Center, Tokyo Medical and Dental University

^{*3}Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, University of Maribor

1. Objectives of the project

The distribution of digitized medical images through the network is essential for the telemedicine, electronic patient record management and remote medical education. While the development of special networks for these tasks only does not seem realistic, it is becoming more and more natural to use capabilities offered by internet. Unfortunately, some serious limitations are encountered in using the internet for medical use, and they must be overcome first. The attention should be paid to improve the transmission rate, to increase security of transmitted data and to standardize image formats on both, sending and receiving side, while the images should retain their diagnostic value after the transmission.

The outcome of the project will be the working computer program with all necessary functionalities. It is anticipated that the program would probably not be optimized regarding the speed and the rate of the compression in this phase of cooperation. The results of the project will be published as common papers in international conferences and international journals. Specifically, compressing the textual and the imaging information mixed in the common file seems to be new and unique solution.

2. Background for the collaboration

These tasks require cooperation of both computer science and medical staff. While the best cognition of standard techniques of image and text compression and encryption and the ability of combining and upgrading them is being expected from the computer science experts and programmers, the medical team is more than anyone else competent to evaluate the consistency and the speed of the transmission process. After all, only a medical group can provide the initial data and the knowledge of

the medical images and medical text information, and as final users they can also do all necessary testings in the most efficient way. In our case, The Japanese side consists of the group led by Dr. Masahiro NISHIBORI, coming from a medical field and specialized in using medical images through the internet. The Slovene group led by Dr. Borut ZALIK comes from the field of computer science and is specialized in computer graphics, computational geometry and multimedia algorithms.

3. Scientific and technical description of the project including methodology

The internet has some limitations for medical use:

- (1) the equipment of input and output for image data is not standardized.
- (2) neither the owner nor the sender of data cannot be traced.
- (3) consistency between sent data and received data is not guaranteed.
- (4) the capacity of data transmission is various and limited.

To overcome these limitations, the following techniques can be used:

- (1) the specifications of input equipment and the parameters of input process are attached to images and the output process is adjusted using these information.
- (2) a secure server and an electronic identification are used for authorization.
- (3) some special data format such as DICOM has been provided for secure transmission of image data.
- (4) various methods for data compression are used to save the data load on the network.

At present, these devices are equipped separately, and are not always compatible with each other. We need a new system in which every function is more seamlessly provided, no special equipment is required and the diagnostic value of each image after compression is guaranteed. This system will combine an image file with attached information such as copyright, conditions for data output and diagnostic comments put into a file, imprint an electronic signature which affirms the true sender so that any unauthorized modification is detected, and compress images to the minimum size so as not to lose their diagnostic values, and will also give the reverse functions of them.

To realize these goals, some standard techniques known from the theory of still imaging compression, text compression and encryption will be combined and upgraded. Standard JPEG (Joint Photographic Expert Group) for example ensures the compression rates up to 10 without noticeable loss in the quality of the restored image. Known techniques and algorithms developed for the standard JPEG up to the final level - the coding - will be used. A special coding scheme will be developed ensuring that only the persons with decoding software developed by us would be able to see the image. For the text compression, the adaptive Huffman coding algorithm will be implemented. The text codes and the picture information will be mixed in the same file making the decompression by an unauthorized person even more difficult. The most crucial textual information (such as electronic identification) will be protected by the RSA encryption algorithm. Only with the correct identification (the principle of the public keys), decompression will be possible.

4. Possible collaborators to be invited

An application for academic grants related to this project has been made to Japanese government.

Researchers interested in this project as well as manufacturers willing to produce the system and able to offer essential resources required to develop it are welcome.

[Document Identification Number : DIN00032512]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
12.1-12.2, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc22.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

研究企画提案演題

血液細胞標本CD-ROM図譜における実用的色合わせ方法の開発

西堀 眞弘^{*1} (mn-mn@umin.ac.jp)、藤田 哲史^{*2}

^{*1}東京医科歯科大学医学部附属病院検査部

^{*2}株式会社アトムス

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Research Plan Proposals

Development of a Practical Color Calibration Method for a CD-ROM Atlas of Hematology

Masahiro NISHIBORI^{*1} (mn-mn@umin.ac.jp), Tetsushi FUJITA^{*1}

^{*1}Clinical Laboratory, Tokyo Medical and Dental University Medical Hospital

^{*2}ATMS, Co., Ltd.

Summary

1. Objectives of the project : In hematological diagnosis, the colors of stained dyes themselves as well as their change in color caused by various chemical reactions with the components of each blood cell are considered as extremely important. So not only effective but also practical methods for precise color reproduction of digitized images should be developed for issuing a CD-ROM based educational atlas of blood cells.

2. Background for the collaboration : Specialists in laboratory medicine decide the quality of images required for medical education. Specialists of color in engineering science investigate the technological factors required to reproduce precise colors on various displays. An editor specialized in CD-ROM based medical textbooks provides advice on users' demand and practical costs.

3. Scientific and technical description of the project including methodology : As recommended by Morphological Internet Survey Research Project Team, typical specimens are grouped according to

the similarity of their colors and most typical ones are picked up from each group to compose a set of practical calibrators to be used to adjust colors reproduced by the display equipment of each users.

4. Possible collaborators to be invited : Researchers interested in this project, especially specialists in the science of color able to offer the technological basis for grouping by color, and specialists in hematology able to evaluate the final products are cordially welcome to join this research endeavor.

1. 研究の目的

医学知識は立体構造や動的形態変化などの理解が要求されるため、マルチメディア教材の活用が著しい教育効果をあげる。そのため近年外国では数多く作製され、書籍には必ずCD-ROMが添付されるようになってきている。しかし本邦では独自企画のCD-ROM教材はこれまでに数件出版されているに過ぎず、かつあまり利用されない。そこで、今回新たに血液細胞標本CD-ROM図譜を企画するに当たり、血液細胞の判定は、染色性の有無だけでなく、染色色素が細胞成分と反応して起こる色の変化も重要な診断の根拠として用いられることから、特に重要と考えられる正確な色再現を実現するために、有効かつ実用的な方法を開発する。

2. 共同研究の意義

教育上どの程度正確に色が再現される必要があるかという点について臨床検査医学の専門家が担当する。多様な表示装置において正確な色再現に必要な技術的要件のリストアップについて色の専門家が担当する。また普及させるために不可欠な、ユーザニーズの把握とコスト面の検討について、CD-ROM医学教材に精通した編集者が担当する。これらはそれぞれ互いに密接に関わっており、実用的な方法を見い出すためには、3者が有機的に連携してこれらの最適なバランスを模索することが不可欠である。

3. 方法論の科学的あるいは技術的説明

理論的に完成された解決法の確立にはかなり時間がかかることから、文部省形態検査インターネットサーベイ研究班（ホームページ：<http://survey.umin.ac.jp/>）から、典型的標本の画像をキャリブレーションとして、ユーザの使っている表示装置を校正する方法が提案されている。そこで、典型的な血液細胞の標本を色が似ているものごとにグループにまとめ、各グループから代表的標本を選んで組み合わせ、それらをキャリブレーションとして用いる方法を開発する。

4. 想定している研究協力者

本研究に興味を持たれた研究者、特に色によってグループ分けする際の技術的裏付けを提供していただける工学系の研究者、および実証実験に協力していただける血液形態学の専門家の参画を期待している。

[Document Identification Number : DIN00032513]

Proceedings of the 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine,
13.1-13.3, 2000.03.25

<<http://biocolor.umin.ac.jp/sympo200004/proc23.pdf>>

第2回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム

研究企画提案演題

デジタル形態診断画像の色記録法としてマルチスペクトル処理系は必要か

西堀 眞弘^{*1} (mn-mn@umin.ac.jp)、田中 博^{*2}、三宅 洋一^{*3}

^{*1}文部省形態検査インターネットサーベイ研究班

^{*2}東京医科歯科大学情報医科学センター

^{*3}千葉大学工学部情報画像工学科

The 2nd Symposium of the 'Color' of Digital Imaging in Biology and Medicine

Research Plan Proposals

Is Multispectral Imaging Essential for Medical Practice?

Masahiro NISHIBORI^{*1} (mn-mn@umin.ac.jp)

Hiroshi TANAKA^{*2}, Yoichi MIYAKE^{*3}

^{*1}Morphological Internet Survey Research Project Team

^{*2}Information Center, Tokyo Medical and Dental University

^{*3}Department of Information and Image Sciences, Chiba University

Summary

1. Objectives of the project : Although electronic patient record keeping, telemedicine and remote medical education etc are spreading, a fundamental problem remains, namely, that the conventional RGB system, which uses three principal wavelengths for color representation, cannot reproduce precise colors required for reliable diagnosis. On the other hand, the multispectral imaging system which can overcome this limitation is expected to be put into practice soon. So the diagnostic reliability of sufficient number of medical images reproduced with each system should be compared and evaluated by medical professionals to decide whether or not the RGB system should be replaced by the multispectral system as the next infrastructure of medical imaging.
2. Background for the collaboration : Intensive interdisciplinary collaboration among specialists in

various medical fields interested in color reproduction of digitized images and specialists of color, especially of multispectral imaging in engineering science, is indispensable.

3. Scientific and technical description of the project including methodology : Key steps are, (1) collection of appropriate specimens from various medical fields affected by the color problem, (2) development of an image capture, storage, transfer and reproduction system compatible with both RGB and multispectral imaging, (3) digitizing and archiving collected medical images using the system, (4) medical evaluation of reproduced images in both the imaging systems and (5) analysis of collected results.

4. Possible collaborators to be invited : An application for academic grants related to this project has been made to the Japanese government. Researchers in both fields of medicine and engineering interested in this project as well as professionals and academic societies able to evaluate medical images are welcome.

1. 研究の目的

電子カルテ、遠隔医療あるいは遠隔医学教育など、医用画像のデジタル化を前提とした技術が急速に普及しようとしている今、従来の3つの基本色を用いる色情報の記録方式（RGB画像処理方式）では、形態診断に用いるために十分な再現性が得られないという問題が見過ごされつつある。そのような中、より多くの基本色を用い、イメージングシステムの分光特性に依存せず、また異なった照明環境下においても精密に同じ色を再現できる、マルチスペクトル記録方式の実用化が目前となった。技術的インフラストラクチャーの普及が進むと記録方式を変更するのは事実上不可能となるため、今後医用画像のデジタル化を進めるにあたって、従来のRGB処理系のままでよいのか、あるいは新たにマルチスペクトル処理系を採用すべきなのかの判断は喫緊の課題である。

そこで本研究は、形態画像診断に用いるさまざまな画像につき、同じ標本を通常のRGB処理系で撮影・保存・表示したものと、マルチスペクトルカメラおよびマルチスペクトルディスプレイで撮影・保存・表示したものを比較検討し、各々の色処理系の医療応用の妥当性を検証するとともに、先の判断に資することを目的とする。

2. 共同研究の意義

当該研究班は、従来スライド写真を配付していた形態検査のコントロールサーベイを、ホームページからインターネットを介して画像を配付することにより著しく効率的に実施することを目指して研究を進めてきた。研究の一環として、端末の表示装置の機種によりどの程度医学的判定が左右されるかを実地調査したところ、特に色の再現性において著しい機種間差が明らかにされ、その原因を追究した結果、色再現性についてのキャリブレーション法が未だ十分に確立されていないことが判明した。

表示装置間の互換性という新たな問題が出現したため、急遽当初の計画を変更し、工学系の色の専門家の協力を得てその課題に取り組んだところ、物理的に性能を較正することが困難であることが判明し、その原因が3原色を用いる従来の色の記録法にあることを知った。

さらにこの問題はひとり形態検査に留まらず、広く医学医療全般のデジタル化に関わるのではないかと考え、他の医学・医療分野および工学系の研究者を鳩合し、1999年5月に東京医科歯科大学において第1回デジタル医用画像の「色」シンポジウムを開催した。その結果、デジタル医用画像の利用が急速に普及する中、この問題がさまざまな分野で表面化しつつあること、その解決は喫緊の課題であり、暫定的な対処法と根本的な解決法の両面からアプローチする必要性が明らかとなった。

一方マルチスペクトル処理系は、従来法の限界を克服できる画期的な色の記録法であり、理論の確立はほぼ終了し、実用化の段階に入りつつある。したがって本研究には、医学系研究者と工学系研究者が、形態診断画像におけるマルチスペクトル処理系の有用性を研究する目的で、互いにノウハウを持ちよることが不可欠である。

3. 方法論の科学的あるいは技術的説明

(1) 形態診断で特に色が大きく影響する医学領域に属する関連学会に働きかけ、協力者として複数の専門家の派遣を得て検討すべき医用画像を収集するとともに、客観的に色の再現性能を評価する指標につきコンセンサスを形成する。

(2) マルチスペクトル処理および従来のRGB画像処理を用いて記録・保存・表示できる装置およびそれぞれの校正装置を組み合わせた、マルチスペクトルデジタル画像処理システムを開発する。

(3) 収集した標本をマルチスペクトル処理系とRGB処理系でデジタル記録し、デジタル画像処理システムに格納する。

(4) 当該領域のマルチスペクトル処理系とRGB処理系による表示実験を行い、医学的診断における再現性評価と、物理学的再現性のデータを収集する。

(5) 上記結果につき、マルチスペクトル処理系とRGB処理系で得られた評価の差につき、医用画像の種類や物理的指標との相関を含め検討する。

4. 想定している研究協力者

本研究に関連したテーマで、現在平成12年度文部省科学研究費補助金を申請中である。興味を持たれた医学系および工学系研究者、評価実験に協力していただける医療専門家あるいは医学会の参画を期待している。

第9回日本光カード医学会総会 (Oct. 24, 1998) [論文集p11-12]

《総会長講演》

ハイパーネットワーク時代の人類

西堀 眞弘

東京医科歯科大学医学部附属病院検査部

ネットワーク社会の到来と言われて久しい。だがその実は大部分の情報が中央から末端に一方的に流れているに過ぎない時期が続いた。しかし最近になって、ようやくインターネットが文字通り多対多を双方向で結び、網の目のような情報の流れを生み出した。

インターネットが一部マニアのものであった時代は瞬く間に去り、今や爆発的な拡大は誰にも止められない。新聞社は先を争ってホームページに最新ニュースを流し、銀行やクレジット会社は電子決済の主導権を取るため熾烈な争いを演じている。しかしその先にどのような社会が待っているのか、もし後から今の時代を振り返ったとしたら、あのとき既に正確なイメージを抱いていたと胸を張れる者は、恐らくひとりもいないであろう。しかし、少なくとも単にこれまでの延長線上でものを考えることができないことは明らかである。

コンピュータの登場は人類社会に大きな変革をもたらしたと言われる。事務会計処理は電子化され、工業製品の設計や生産もコンピュータ無しでは不可能になった。エアコンや電子ジャーにまでマイクロコンピュータが組み込まれ、快適な生活を支えている。テレビは世界中の人々が互いの生の姿を見せ合うことを可能にし、ベルリンの壁を崩した。ジェット旅客機は世界中の人々が気軽に訪ね会えるようにし、互いの社会に直に触れることを可能にした。それでも、個人は国家に帰属することによって守られ、国家は土地に帰属することにより実在するという、有史以来人類が執着してきた虚構を疑う人は多数にはならない。しかし、ネットワーク化が極限まで進んだとき、このような幻想を信じ続ける理由が果たして残っているだろうか。

現在のインターネットの利用状況を基に判断しては誤った結論を導く。現状はまだ本来のネットワーク社会のほんの入り口に差し掛かったところである。普及したと言っても、実際に触れることができるのは人類全体のごく一部である。また触れることができる人でも、実際には特定の場所に居るときだけに限られ、その時間も日常生活のごく一部を占めているに過ぎない。

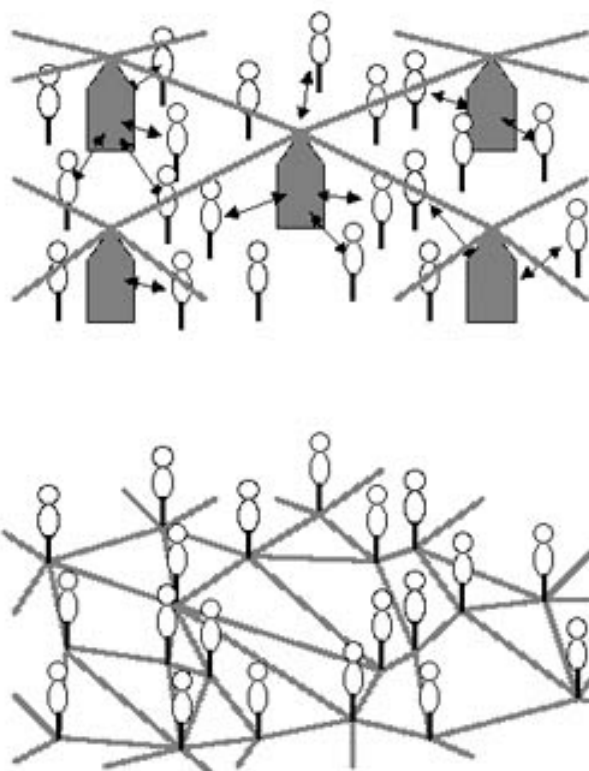
現在実現されているネットワークのインフラストラクチャは、中継基地どうしを網の目のように繋ぎ、そこへ行けばいつでも他の中継基地と情報交換ができるように作られてはいるが、それ以上の物ではない。インターネットに繋がった端末装置のある場所へ行かなければ、あるいは携帯型の端末装置を持ってもインターネットに接続できる場所に持って行って繋がなければ、ネットワークに参加することはできない。この状態では、これまでより少し便利になったという位の、あくまで程度の変化に留まり、質的变化はもたらさない。しかし人間が社会的動物である以上、いつも誰かと繋がっていたいという欲求は、ネットワーク化の進展がこのような中途半端な状態で留まることを許さない。

電話線とテレビがあればいつでもインターネットに接続できる装置は既に販売されている。何十個もの人工衛星を飛ばし、地球上のどこに居てもいつでも繋がるようにした携帯電話のサービスは既に稼働が始まった。ポケットに入る液晶端末は既にヒット商品として普及している。それぞれの要素技術が進歩、融合し、地球上のどこに居ても好きなときにインターネットに接続できる、超小形の安価な携帯端末が実用化されるのは、時間の問題である。

いつでもどこでも地球上すべての人々とネットワークを介して互いに情報交換できるということは、人類

にとって、火の獲得、印刷技術の発明、産業革命、コンピュータの発明に並ぶ革命的な出来事である。そこでこの状態に至ったネットワークを、その究極の発展型として「ハイパーネットワーク」と呼ぶことにする（図1）。

図1：現在のインターネット（上）とハイパーネットワーク（下）



ひとりひとりがインターネットにつながった小さな端末を携帯し、居ながらにして世界中の新聞・テレビ・映画を見、世界中の人々とプライベートあるいは仕事上の手紙や電話のやりとりをし、世界中の店でショッピングを楽しみ、世界中から選んだ資産に投資する。世界中の企業が競い、顧客の支持を得たものだけが生き残り、常に最高水準の商品が最低の価格で供給される。

医療に関して言えば、定期的に、あるいは身体の変調を感じたときに、いつでもどこに居ても、その端末を通じて知りたい健康情報を得たり、世界中から選んだ好みの医療機関で健康管理を受けることができる。そして、いざというときには直ちに適切な専門医への受診が手配され、まったく症状がない段階から最高水準の発症予防の技術が施される。不幸にも予防に失敗した患者のみが投薬あるいは手術の対象となり、治療後はその端末を使って症状緩和に必要なケアを受けながら、できるだけ健常人と同じ社会生活を送る。トータルとしての医療費は激減し、浮いた医療費がさらなる医療技術の向上をもたらす。

間接民主主義はもはや過去の遺物となる。あらゆる政治案件についての政策立案を世界中のコンサルタント会社が競い、直接投票によって選択されたものが、入札に勝ち残った実施会社に発注される。忙しい有権者は好みの投票代理業者と契約して各々にとって最善の政策を選ばせ、最小限の時間で最善の選択に基づいて権利を行使する。身近で土地に密着した問題は地域単位で、民族の問題は民族単位で、特定の関心領域の問題は関係者単位で、全体にかかわることは人類全員で決定する。

良いことばかりではない。既得権やコネだけにすがって権益を享受してきた政治家や企業、そしてその者たちに寄生虫のように貼り付いてぬくぬくと暮らしてきた人々は、容赦なく有権者や顧客から紙切れのようにうち捨てられ、路頭に迷い野垂れ死んでも誰も助けてはくれない。またハイパーネットワーク社会では、ネットワークから供給される情報のプライオリティが最も高くなり、生きるために必須の情報からゴミ同然の情報まで、すべてがそのひとつのメディアから絶え間なく供給されるようになる。しかも旧来のメディアはその補完に過ぎなくなり、それらに頼っていたのでは情報の完結性が保証されない。そこで、ネットワーク上にある無限の情報源から必要なものを間断なく選別していく能力、そして害を及ぼす情報から自分や家族を守り抜いていく能力を身に着けなければ、個人の側も生き残ることができない。人間が生物である以上、適者生存に基づく自然選択が起こることは避けられない。

さて、人類にとっての新たな挑戦となるハイパーネットワーク社会は、長い苦難の歴史を経てようやく辿り着いた、貧困や争いのない、幸福と繁栄に満ちた理想郷となるのであろうか。それともやはりヒトは獣の業から逃れられず、悪意と暴力に満ちた弱肉強食の野蛮な無法社会の中で喘ぐことになるのであろうか。

革命的なネットワークもそれ自体はひとつの道具に過ぎない。道具そのものが人類の将来を決定付けることは決してない。道具には必ず利便性と危険性が表裏一体となっている。その道具を生かすも殺すも、そしてその道具を殺戮に使うのも新たな価値の創造に使うのも、使う人間次第である。

このままいつまで待っていても誰も正しい使い方を教えてくれはしない。まして誰かに正しい使い方を決めてもらい、その遵守を強制することで秩序を保とうとするのは、悪魔に魂を売り渡すに等しい。危ないからその道具をそのものを取り上げてしまおうなどという考えは、正に本末転倒である。やはり我々ひとりひとりが、ネットワーク化の利点を最大限に引き出し、併せてリスクを極小化する工夫を地道に積み重ねていくことしか、人類を楽土に導く術はない。

21世紀を目前に我々が今突入しようとしているハイパーネットワーク社会とは、人類が未だかつて経験したことのない、厳しく残酷で、かつ無限の可能性と希望に満ちた社会なのである。

The 9th Annual Meeting of Japanese Society of Medical Optical Card (Oct. 24, 1998)

[An English translation of a paper printed in Proceedings p10-11]

<<Chairman's Lecture>>

The Hyper-network Age of the Human Race

Masahiro NISHIBORI

Clinical Laboratory, Tokyo Medical and Dental University Medical Hospital

A long time has gone when it was said that the network age had come. But in reality, most directions of information streams had been no more than one way traffic from the center to the end for a long time. Recently the internet has connected multiple points to each other and produced real network-like information streams for the first time.

A time in which the internet was merely possession of enthusiastic people has gone in a blink, and today no one can interrupt its explosive expansion. All of mass media are eagerly trying to broadcast the top news using home pages to win priority, all banks and credit card companies make keen competition for the initiative in the electronic commerce. Although someday no one will be able to proud of accuracy of one's foresight made at present time about appearance of the future world, it must obviously not a mere extension of today's one at all.

Computers is said to have brought a great change to the human community. Accounting in most of companies is processed by computers, and they are also indispensable for designing and manufacturing any industrial products. Microchips are installed even in air-conditioners and electric hot water jugs to assist our convenient life. Television made people in most countries possible to watch each other as they really are, and demolished the wall of Berlin. Jetliners made people in most countries possible to visit each other readily and to come in touch directly with their communities. Still, most people would not make any doubt of the illusion, which has stuck human beings since the dawn of history, that they can be protected only by obeying to some state power and physical territories are indispensable for existence of nations. Nevertheless, will there any reason be left to believe such illusion when the development of the network has reached the limit?

Prospect based on the usage of networks seen today may lead to a wrong conclusion. We are just stepping at the entrance of the network age. Although the internet has become much popular, only a small part of the human race has access to it, locations where they can have access to the internet are limited, and time when they have access to the internet occupies only a small part of their life.

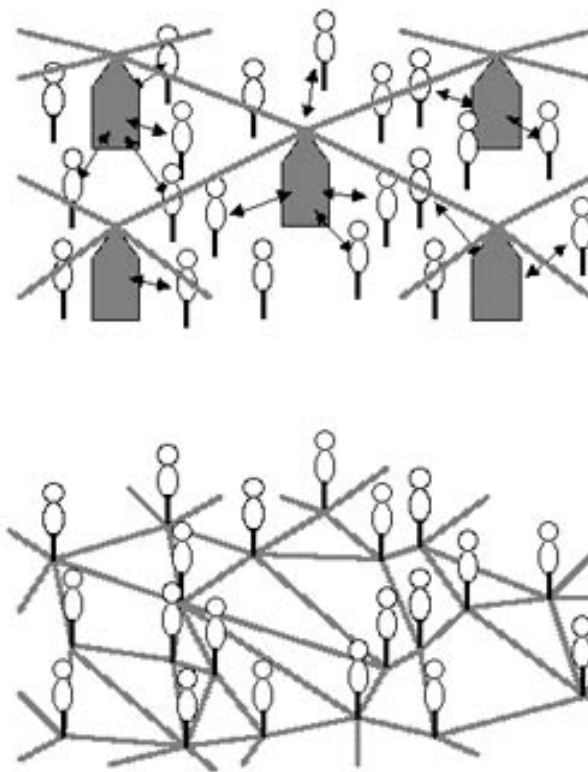
Network infrastructures implemented today are no more than a system that connects multiple relay points in order to enable people who are located on distant relay points to communicate with each other. Without going to some place where one can use a terminal connected to the internet, or without bringing a portable terminal to some place where one can connect it to the internet, one cannot join the network. Because this situation enjoys merely slight improvement in convenience than before, it does not bring the change in terms of quality, but the change in terms of mere quantity. Nevertheless, as long as the human race is a social animal, a ceaseless desire to communicate with each other would not leave the network evolution such a half-finished stage as it is.

A commercial product which requires only a phone line and a TV set to obtain access to the internet has been available

already. A cellular phone system equipped with scores of satellites which can be used anywhere on the surface of the globe has been in operation. Pocket-sized terminals with LCD display has won a great success as a commercial product. It would not take a long time that technologies applied to each products will be improved, be merged and finally produce a ultra small and easily affordable portable terminal with which one can make access to the internet whenever one wants and wherever one stay on the surface of the globe.

The advent of a means to communicate with every people on the surface of the globe which can be used anywhere and anytime is a revolutionary event in history, which is classed with acquisition of fire, invention of printing, the Industrial Revolution and invention of computers. Therefore, the network which has reached such an ultimate stage is proposed to name as 'hyper-network.'

Figure 1 The current internet (upper) and the hyper-network (lower)



Every individual carries a small terminal always connected to the internet, and whenever necessary, uses it to watch every news paper, TV program and movie in the world, to exchange telephone calls and mails with every people in the world for the private purpose as well as for business, to enjoy shopping at every store in the world and to make investments in everything chosen from all over the world. Only companies which have won customers in a global competition can survive, and supply supreme products continuously at the lowest prices.

As for medical practice, one can use the terminal to obtain every medical information and to receive appropriate health care services supplied by any favorite medical facility chosen from all over the world, whenever and wherever one feels something wrong, or regularly. And when occasion demands, consultation with a specialized physician in appropriate fields is immediately arranged, and all of supreme preventive measures against a possible disease are applied at the earliest stage when no symptom has appeared yet. Only unfortunate cases in which a disease cannot be prevented are given some medicine or have some operation, and after that, the patients use the terminal to have continuous medical care for rehabilitation in order to live a social life as equal as possible to healthy people. Total expenditure on medicine is innovatively reduced, and saved money contributes further progress in medical technology.

Indirect democracy will be a relic of the past. Consultants in all the world compete for policy plans about every political issue, and a policy selected by direct vote is contracted by a company selected by a public tender to be put into practice. Busy electors commission proper companies to select the most advantageous policies to them, in order to exercise their right based on the best considered decision at the cost of minimum time to be consumed. Local subjects closely related to a land are decided by each region, racial subjects are decided by each race, subjects of a special interest are decided by all interested parties and global subjects are decided by the whole of the human race.

Not all of things go well. Politicians and businessmen who have enjoyed interests relying on their vested rights and connections, and those who have clung to these people to live comfortable lives are deserted like waste paper without any mercy by the electors or by the customers, and no one would save them even if they are turned adrift and die by the roadside. Meanwhile, in hyper-networked community, because the highest priority in distributing information is given to the network, all of information, which varies from fatal one indispensable for life to trashy one like garbage, is supplied always by only one medium. Simultaneously, as all of other media than the network become only supplements, comprehensiveness of information supplied by them is not guaranteed. Then, individuals also cannot survive without acquiring the ability to find and select essential information continuously from infinite sources in the network, as well as the ability to protect continuously oneself and one's family against harmful information. As long as the human race is a living creature, it cannot escape from a natural selection according to the law of the survival of the fittest.

Then, which will the challenging hyper-network age of the human race be a Utopia where they have struggled to along a long and painful history and finally live in happiness and prosperity without any poverty and battling, or a lawless and barbarous world where they gasp in malice and violence with chained to karma of a beast?

A revolutionary network itself is a mere tool. Any tool would never decide the future of the human race by itself. Convenience as well as danger belongs to any tool like two sides of the same coin. Whether to use the best of a tool or not, and whether to use a tool for murder or for creation, depend on human beings who use the tool indeed.

No one will show you forever how to use the tool properly, even if you are waiting for. Further, such a solution as someone decides the usage and forces everyone to obey it in order to maintain public order is equal to selling out one's spirit to a devil. Such a regulation like prohibition against using the tool is exactly caused by confusion of the order of things. After all, the only way we can choose to lead ourselves to a paradise is that every one of us would accumulate devices that can bring out the best merits of the network as well as minimize its risks, one by one.

The hyper-network age, which we are rushing into with the 21st century close at hand, is a severe and cruel era filled with infinite possibilities and expectations as no one has experienced yet within the memory of the human race.