

Publication: Journal of the Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers
Date: April 1991 (Vol. 74, No. 4)
Pages: 392~397
Section Title: Vision and Image Processing Applications Technology
Article Title: Image Processing in Presentation Systems
Authors: Shinichiro Miyaoka, Makoto Kato, Makoto Nohmi (Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd., Kawasaki-shi T215)

ABSTRACT

Presentation systems that utilize color images are effective in marketing products and planning new products, etc. More effective presentations are made possible not just by simply providing product information utilizing images but through image simulation that creates images of a scene that places a product in the environment in which it is used or a scene with the color or pattern changed. Here we explain technology that extracts an object from an image, synthesizes an image with a partial image embedded in a background image, and performs color simulation to change the color of the object or the light source color as the typical image processing needed for this sort of application.

1. INTRODUCTION

The environment surrounding computers is changing greatly. In addition to the improving cost performance of the computer itself, progress in communications and storage media such as optical disks and CD-ROMs means that computers are no longer limited to just numbers and encoded data and now handle multimedia information consisting of images and sound with relative ease. Against this background, image processing applications have continued to expand from traditional fields such as industrial applications, medical applications, remote sensing, etc. to the broader fields of general industries, education, and publishing.

One of these new applications is the presentation systems. If the word "presentation" is defined as "presenting information pertaining to a certain concept or thing to another person in a persuasive form," the applications for a presentation system can be numerous. It includes an electronic overhead projector that supports a presentation at a conference and an electronic catalog used for product sales promotion⁽¹⁾, a visual simulation system whose main objective is creating consensus among participants⁽²⁾, a design simulation system⁽³⁾ and the like.

The features shared by these systems are:

- (1) Information created by an information originator (author) is utilized by a recipient (reader), and
- (2) From the perspective of image utilization, the emphasis is placed more on the aspect of an image as a medium for conveying information to a human being rather than the image as the object to be sensed and analyzed.

Because of these special system features, the functions and properties required for image processing [when used in presentation systems] are different from those of image processing for industry. For example, they require an interactive process in the creation (authoring) process, and greater use of color images with their stronger ability to appeal to customer senses.

This discussion will use a presentation system that supports product sales as an example, and we will outline the image processing needed to do so. Even though computer graphics is one

DEF0043212

extremely useful technology in this application, in this article we will focus on the processing of natural images and will not discuss computer graphics.

2. SALES SUPPORT PRESENTATION SYSTEMS

2.1 FUNCTIONAL ARCHITECTURE

Let us consider a presentation system that supports product sales. Consumer needs have become more complicated in recent years, and production and marketing have become integrated, so there is an increased need for systems to effectively provide product information and support sales. For example, given the variation in product types, colors, patterns, optional components, etc., the trick is to provide support so that the consumer obtains the necessary product information in an appropriate and speedy manner and can easily make a selection that meshes with his own desires. As the differences in the basic functions and performance of a product diminish, the importance of design in terms of shapes and colors rises. Presenting this in a visually appealing manner indispensably requires the use of images as the medium.

In order to position the functions of an image-based presentation in a sales support system, the sales support system is modeled using three functions: information provision, image simulation, and ordinary tasks such as quotation of estimates, order placement and the like.

First, with information provision, product information is interactively provided as multimedia information using images, sound, text, etc. Here, the use of hypermedia has been studied as a way of to allow easy access to the necessary information via a friendly user interface.⁽¹⁾ With hypermedia, links are established between relevant information, and all the desired information can be successively found by following the links.

Next there is image simulation. This is the function of creating an image of a scene showing a product placed in the environment in which it is actually used with the product colors or patterns being changed. This is the part where the advantages of digital image processing can be maximized.

Finally, the usual business processes take place for a product customized by a consumer such as providing a quote, placing orders, etc.

2.2 IMAGE SIMULATION FUNCTION

Classic examples of image simulation are: image synthesis wherein a product (component image) is embedded in a background image; color simulation wherein the object's color, the color of the light source, etc. are modified; and texture mapping wherein patterns, material types, etc. are changed. Photo 1 shows an example of image synthesis. Photo 2 shows an example of a simulation to change an object's color.

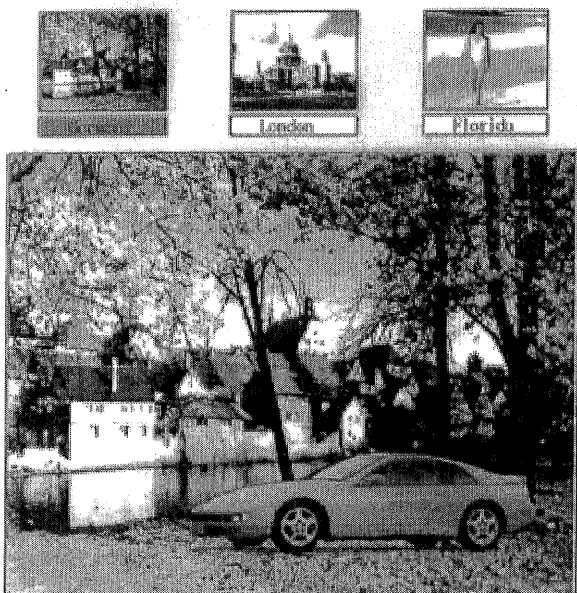


Photo 1: Example of image synthesis: the automobile is superimposed on the upper left background photo and combined.

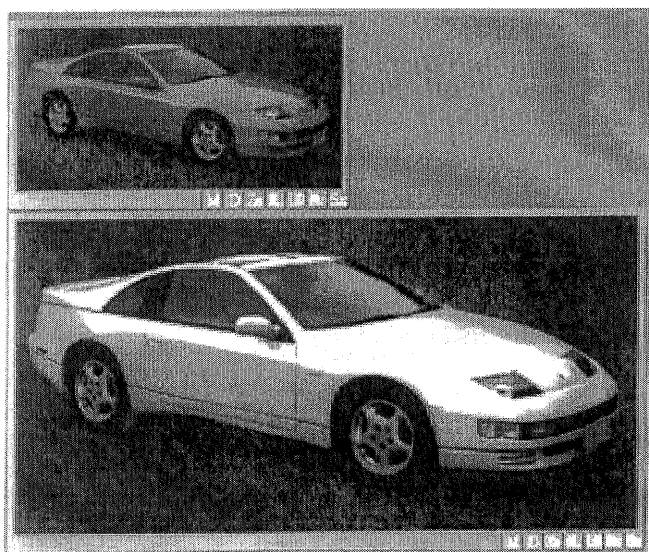


Photo 2: Example of object color change: automobile body color is changed from red to yellow.

Regardless of whether an image is synthesized or the color is changed, it is necessary to first extract the region of the object that is to be processed. The extracted region is usually called a mask, and image synthesis or color modification is done while referring to this mask. Also, in texture mapping, in order to obtain a high-quality image, it is necessary to estimate the three-dimensional shape of the surface of the subject object. Additional processes that must be performed before performing image simulation include color analysis for modifying colors. We will refer to this series of processes as image structuring since these processes entail extracting

structures with physical meanings from an image. Figure 1 shows the relationship between image structuring and image simulation.

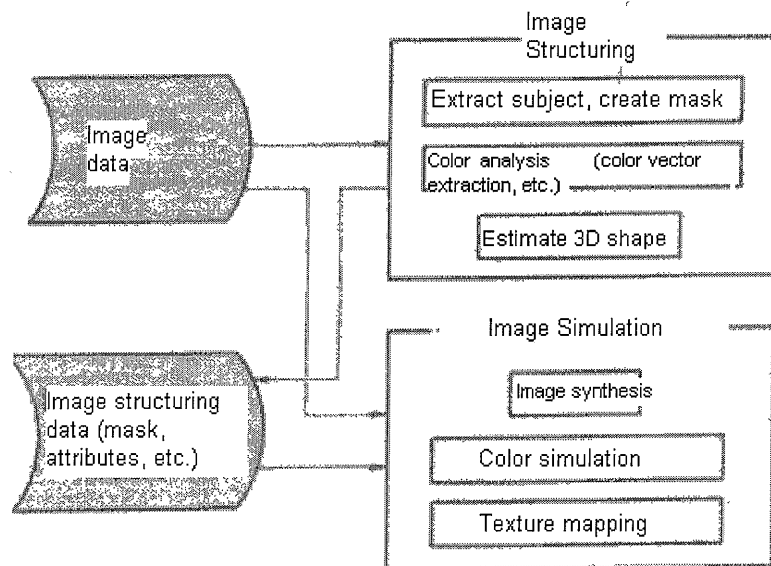


Figure 1: Image Structuring and Image Simulation

3. IMAGE SIMULATION TECHNOLOGY

The typical image processings necessary for image simulation are extracting the object from an image, image synthesis, and color modification. These are explained next briefly.

3.1 EXTRACTING THE OBJECT FROM AN IMAGE

The process of cutting out a specific object from an image is the problem of image segmentation or image contour extraction. This is an issue that has long been studied in the field of image processing. The automatic extraction with satisfactory precision of images photographed under ordinary conditions is virtually impossible. It is a vexing problem. However, the application discussed in this paper does not always need automatic extraction. It is acceptable if the extraction efficiency is merely improved by a human and a computer working together interactively. What is needed is a practical solution lying somewhere between manual extraction wherein the contours are specified pixel by pixel (the extraction is accurate but is extremely time and energy consuming) and completely automatic extraction (difficult except under special conditions such as the background color being constant, etc.).

With this in mind, a proposed approach involves a person indicating the general contours of the object, a recursive threshold value method being employed on the contour region (the indicated contour is broadened), and a precise extraction being performed.⁽⁴⁾ The recursive threshold value method is a color image segmentation method proposed by Ohlander, et al. It is a method that sets a coordinate axis in a three-dimensional color space and performs threshold value processing starting from the axis with high histogram segmentability, and splits the region.⁽⁵⁾

Also proposed as a system for interactive extraction using color information is a method in which a representative point inside the object and a representative point on the outside are expressly specified by a human.⁽⁶⁾ Generally, more than one representative point is specified

inside and outside respectively, but in the simplest case, as shown in Figure 2, there is one point each. In this case, the color of both representative points is positioned in a three-dimensional color space, and a plane orthogonal to a straight line connecting these points becomes the discriminating plane, thereby distinguishing between inside and outside the region.

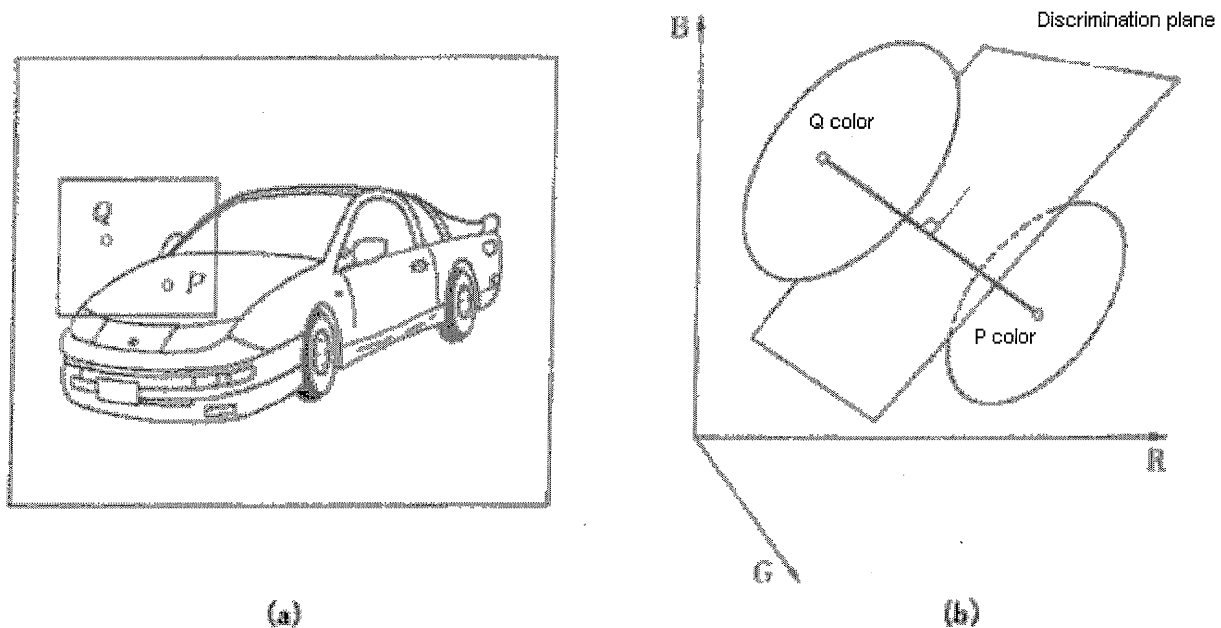


Figure 2: Interactive extraction system utilizing color information

(a) Localize object area to be processed (inside rectangular frame). Specify internal representative point P and external representative point Q.

(b) Using a plane orthogonal to the line connecting P's color and Q's color as the discrimination plane, segment the region.

A very interesting approach from the perspective of computer vision is a system that extracts contours using an (active model).⁽⁷⁾ This model, called SNAKES, constructs an energy function using (1) a force (internal force) expressing the properties of a contour line such as smoothness, (2) a force (image force) that attracts towards lines, edges and the like in an image, and (3) a constraint force (external force) from outside. The contour is extracted by finding the curve that minimizes this energy. The initial value (location where the SNAKE is initially placed) and the external constraint force are interactively provided by a person. The algorithm is therefore open to persons and higher-level tasks.

Similarly, an algorithm has also been proposed that constructs an energy function based on the properties a contour line should have and edge information extracted from an image, and extracts contours using the interconnected neural net proposed by Hopfield, et al.⁽⁸⁾ This algorithm also uses an approximate contour that is interactively specified as a guiding information.

3.2 IMAGE SYNTHESIS

There are many variations of image synthesis, but to generalize broadly, image synthesis can be divided into those that combine two natural images (such as embedding the image of a cut-out object in a natural background image) and those that combine a computer graphics (CG)

generated image with a natural image (such as embedding a CG generated image of a building in a natural background image).

There are further variations in combining natural images. For example, the object may simply be superimposed on the background, or the synthesis can be performed after performing geometric transformations (affine transformation, transparency conversion, etc.) in order to correct the differences in perspective. The synthesis can also be performed while taking depth into account. In this case, segmentation is first performed on the background image so that what is in the foreground remains in the foreground even after the synthesis.

Alpha synthesis is used when combining a semitransparent object or to remove jaggedness that appears at the boundary between the object and background.⁽⁹⁾ With alpha synthesis, the brightness of the combined image is calculated using the weighted average of the brightness of the object and background. Research has also been performed on component image files to increase the efficiency of creation of combined images.⁽¹⁰⁾

CG images and natural images are often combined for landscape simulation. Methods that have been studied are a method that first utilizes map information to find the camera's position or angle vis-à-vis the background image and then creates and synthesizes a CG image that is geometrically aligned, and a method that applies a haze effect so that distant objects become less clear and therefore provides images that are optically coordinated.⁽¹¹⁾

3.3 COLOR CHANGE SIMULATION

Color change simulation changes the color of an object in an image or changes the color of the light source. Creating realistic images requires changing the colors while keeping the object's natural highlights and shadows.

A method that uses a look-up table (LUT) has been proposed as a simple algorithm for object color changes.⁽⁹⁾ This creates a polygonal LUT for each color component - red, green, blue (RGB) - based on the representative color (reference color) of the object before the change and the color after the change (target color). The LUT is used to change colors.

Another color change method that is often used is one in which the RGB values are temporarily converted to hue, saturation, and luminosity (HSV or HSI), and converted back to RGB after hue (H) is changed to the desired value.

A method that has more physical underpinnings is a method based on an object's reflection model.⁽¹²⁾ This utilizes the dichromatic reflection model⁽¹³⁾ proposed by Klinker, et al. It is effective for changing the colors of materials such as a plastic. According to this model, a monochromatic object's color vector C , as shown in Figure 3, is distributed in a parallelogram formed by object color vector C_b (created by diffused reflection) and light source color vector C_s (created by mirror-surface reflection). The C_b and C_s vectors are extracted from the distribution data of C by some method, and the component values (M_b , M_s) for both vectors are obtained for each pixel. After the object color vector C_b is changed to the desired color C_b' , the post-change color vector C' is reconstructed for each pixel using (M_b , M_s), thereby changing color while saving the highlights.

By changing the light source color based on this model, changes in the light source color can also be simulated (however, only for point light sources).

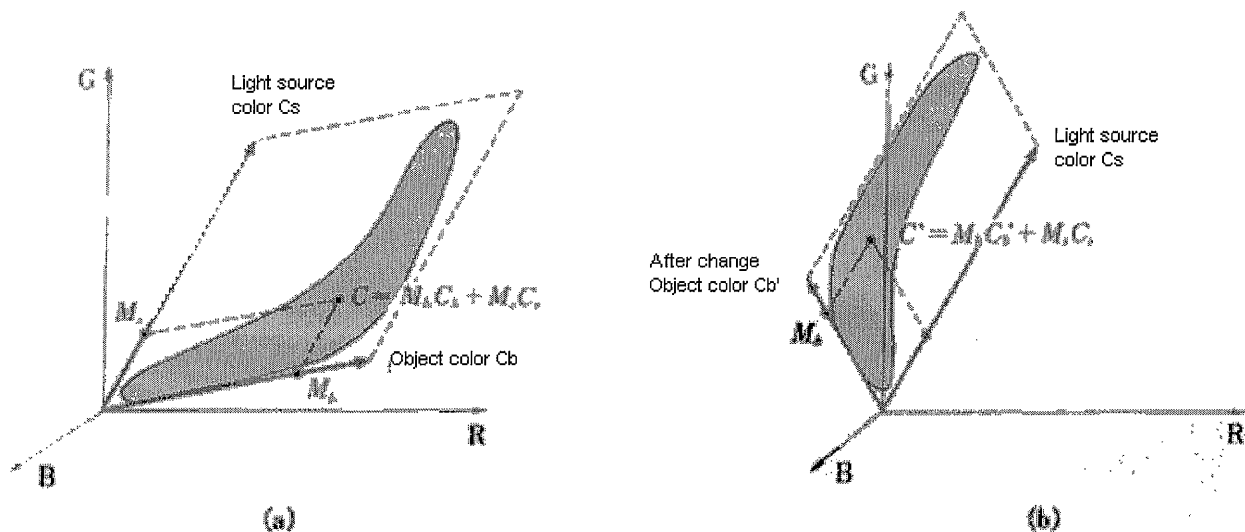


Figure 3: Object color change system using dichromatic reflection model

- (a) Object color C is distributed over a parallelogram drawn by object color vector C_b and light source color vector C_s .
 (b) After changing the object color vector to C_b' , the object color C' is reconstructed.

4. CONCLUSION

We described the techniques for image processing needed in presentation systems. Although not referenced due to space limitations, image compression is the technology upon which presentation systems must be built. In connection with this, international standardization of compression methods based on the discrete cosine transform (DCT) is moving ahead. There has been much recent discussions about this.

Interactive processing is mandatory in image application systems that center on interactions with humans. In this sense, approaches introduced in this paper such as the SNAKES that combine computer vision techniques with interactive processing are very interesting, not just in terms of new developments in vision technology, but also with regards to their practical usability. We also hope that the fusion of existing resources in computer vision with computer graphics techniques will find its use in the coming days in the new applications described in this paper.

REFERENCES

- (1) Nohmi, Makoto; Miyaoka, Shinichiro: "Multimedia Presentation Systems," Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers, 40th General Conference (1990-03).
- (2) Nakamae, Eihachiro: "Landscape Simulation," Information Processing Association Research Reports, 89-CG-39, pages 1-7 (1989).
- (3) Kako, Nobuo: "Full-color Image Processor SHAIPI and Its Applications," O plus E, 110, pages 131-142 (1989-01).
- (4) Nakasu, Eisuke: "Object Extraction Method for Image Synthesis," NHK Monthly Technical Journal, 30, 12, pages 17-23 (1987-12).
- (5) Ohlander R., Price K., and Reddy D.R.: "Picture Segmentation using a Recursive Region Splitting Method," Comput. Graphics & Image Process., 8, pages 313-333 (1978).

- (6) Kato, Makoto; Miyaoka, Shinichiro; Nohmi, Makoto: "Study of Interactive Object Extraction Method Using Color Information," 1990 Spring Information Association Grand Conference, 7-263.
- (7) Kass M., Witkin A. and Terzopoulos D.: "SNAKES: Active Contour Models," Proc. 1st. Int. Conf. Comp. Vision, pages 259-268 (1987).
- (8) Kato M., Morita T., Miyaoka S. and Nohmi M.: "Application of Hopfield Network to Human-guided Contour Extraction," Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Application, pages 413-416 (1990).
- (9) Anzai, R.: "Introduction to Digital Painting for Graphic Designers (3)," PIXEL, 84, pages 181-184 (1989-09).
- (10) Inoue, Motoki; Shibata, Masaki, Nakasu, Eisuke: "Partial Image File System for Image Synthesis," Information Society Annals (D-II), J72-D-II, 11, pages 1824-1832 (1989-11).
- (11) Nakamae E, Harada K, and Ishizaki T: "A Montage Method: The Overlaying of the Computer Generated Images onto a Background Photograph," Proc. SIGGRAPH '86, 0, 4, pages 207-214 (1986).
- (12) Tajima, Joji; Mugitani, Takako: "Color Change Algorithm for Color Design," Information Processing Association Research Reports, 89-CV-59, pages 1-8 (1989).
- (13) Klinker G.J., Shafer S.A. and Kanade T.: "The Measurement of Highlight in Color Images," Int. J. Comput. Vision, 2, pages 7-32 (1988).

Shinichiro Miyaoka (Regular Member)

In 1973 graduated from Kyoto University with degree in engineering mathematics; in 1975 completed Kyoto University's Masters Degree program. Joined Hitachi the same year. Since then, has conducted research on system optimization, control, image information processing, etc. Currently a senior researcher in Hitachi's System Development Lab. Doctor of Engineering. Japan Society of Electrical Engineers, Information Processing Association member.

Makoto Kato (Regular Member)

In 1979 graduated from Tokyo University's education department with a degree in fundamental science; in 1981 completed Tokyo University's Masters Degree program (physics). Joined Hitachi in 1983. Conducts research in image processing, computer vision, etc. Member of Japan Society of Applied Physics, Japanese Society of Electron Microscopy, IEEE.

Makoto Nohmi (Regular Member)

In 1962 graduated from Yonago Technical High School, Department of Electrical Engineering, and joined Hitachi the same year. Since then, has conducted research and development of production and communication systems, and recently multimedia presentation systems. Currently a senior researcher in Hitachi's System Development Lab, Department No. 1.

和22年5月25日 第三種郵便物認可 平成3年4月20日印刷 平成3年4月25日発行 第803号 毎月1回25日発行

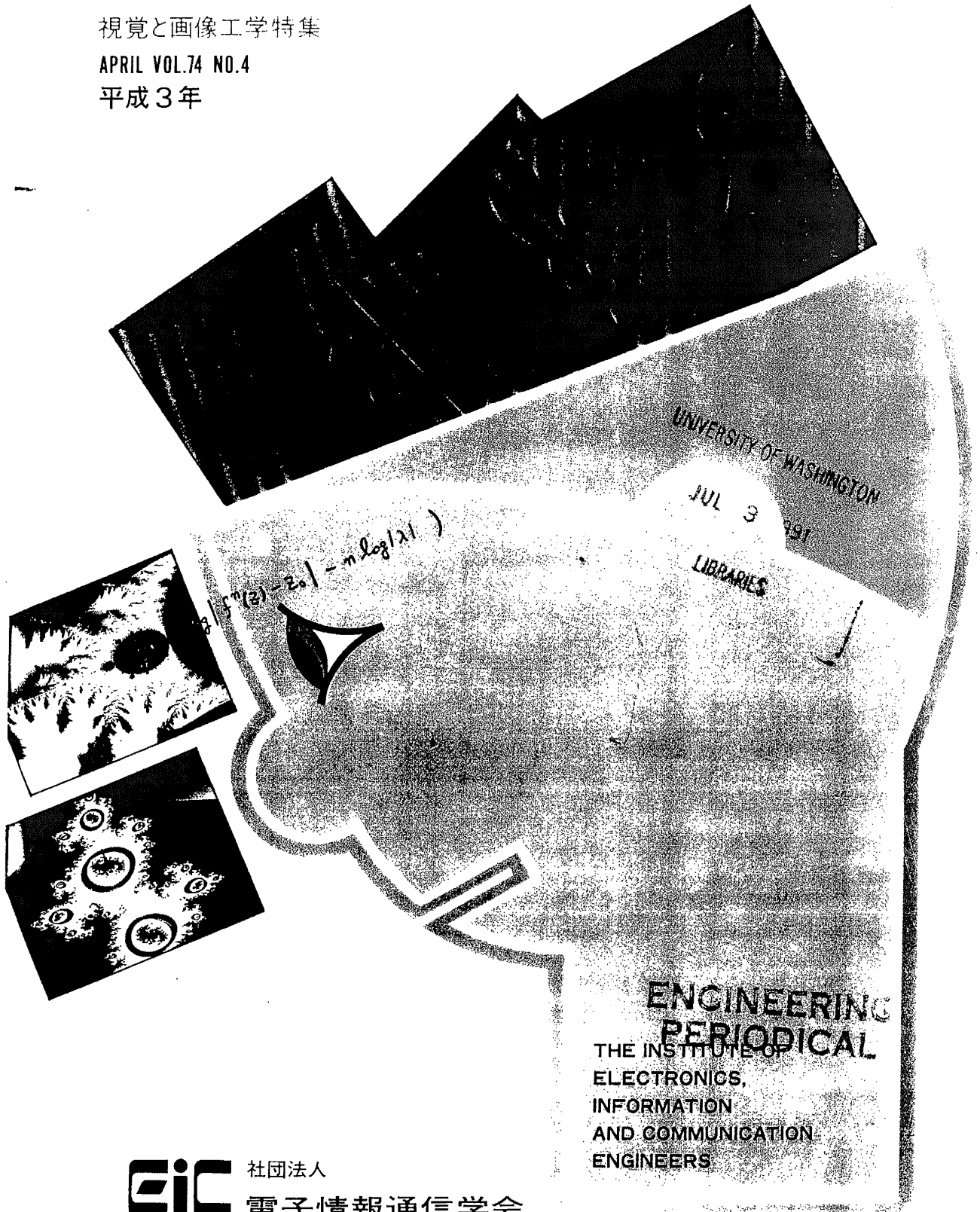
電子情報通信学会誌

THE JOURNAL OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

視覚と画像工学特集

APRIL VOL.74 NO.4

平成3年



社団法人

電子情報通信学会

信学誌 Vol.74 No.4 pp.309 426 1991 04 25 東京

DEF0043201

THE JOURNAL OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS,
INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

Special Issue on Visual Information Processing
—Vision & Visualization—

Editorial Preface	Makoto MIYAKE	309
① General Survey	Noboru SUGIE	310
② Basic Studies on Vision		
2-1 Figure-ground Perception—A Review of Recent Psychological Studies—	Jiro GYOBA	315
2-2 Computational Theory of Vision	Toshio INUI	321
2-3 Image Understanding and Optimization Principles	Naokazu YOKOYA and Katsuhiko SAKAUE	326
2-4 Image Modelling and Markov Fields	Hiroshi KANEKO	335
③ New Trends of Computer Vision		
3-1 Animate Vision : An Evolutionary Step in Computational Vision	Dana H. Ballard	343
3-2 Integrating Multiple Visual Information for Image Understanding	Takashi MATSUYAMA	349
3-3 Panoramic Representation of Environment	Saburo TSUJI	354
3-4 Task-Oriented Vision	Katsushi IKEUCHI	360
④ Visualization		
4-1 Recent Trends in Visualization	Laurin Herr	366
4-2 Three Dimensional Representation of Equations	Shigehiro USHIKI	371
4-3 Interactive Visualization —A Window onto the Electromagnetic Field—	Eihachiro NAKAMAE and Hideo YAMASHITA	375
4-4 Latest Trends in Computer Graphics	Tosiyasu L. KUNII	381
⑤ Applications of Visual Information Processing		
5-1 Applications of Image Processing in Broadcasting	Kazumasa ENAMI, Kazuo FUKUI and Seiki INOUE	386
5-2 Image Processing in Presentation Systems	Shin'ichiro MIYAOKA, Makoto KATO and Makoto NOHMI	392
5-3 Visual Information Processing Required for TV Conference Systems	Kazunori SHIMAMURA	398
5-4 Applications of Vision for Autonomous Vehicle	Shinji OZAWA and Heitou ZEN	403

編集長		WG A		WG B		WG C		WG D	
編集理事	関口 利男	主 査	三宅 誠	主 査	濃沼 健夫	主 査	荒川 泰彦	主 査	川戸 信明
〃	青山 友紀	副主査	広瀬 啓吉	副主査	加藤 孝雄	副主査	小林 洋一	副主査	藤原 英二
〃	後藤 敏	〃	吉村 猛	委員	石川 清和	〃	岡部 洋一	〃	川戸 信明
〃	中村 道治	委員	今田 俊明	〃	石川 秀樹	委員	有本 由弘	委員	岩田 清
〃	原島 博	〃	菊池 久和	〃	浦崎 修治	〃	小倉 武秀	〃	上野 照剛
編集特別幹事	三宅 誠	〃	野本 俊裕	〃	雁部 洋久	〃	大川 浪正	〃	大澤 曉
〃	濃沼 健夫	〃	萩原 将文	〃	久保田 道彦	〃	関野 浩一	〃	岡崎 彰夫
〃	荒川 泰彦	〃	日向 隆	〃	中田 一夫	〃	三島 瑛	〃	川又 政征
〃	川戸 信明	〃	広島 宗太郎	〃	西川 満	〃	水本 瑛	〃	木内 陽介
〃		〃	山下 雅史	〃	西園 敏弘	〃	向井 幹雄	〃	小田 照夫
〃		〃	横矢 直和	〃	秦 正治	〃	森 正和	〃	阪田 史郎
〃		〃	脇 英世	〃	吉田 進	〃	山本 嵩勇	〃	中村 行宏
〃								〃	山本 誠一

特集

5⁻²

5. 視覚・画像処理応用技術

プレゼンテーションシステム
における画像処理

宮岡伸一郎 加藤 誠 能見 誠

宮岡伸一郎, 加藤 誠, 能見 誠: 正員 (株)
日立製作所システム開発研究所

Image Processing in Presentation Systems. By Shinichiro MIYAOKA, Makoto KATO and Makoto NOHMI, Members (Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd., Kawasaki-shi 〒215)

あぶすとらくと

商品の販売促進や新商品の企画などに、カラー画像を利用したプレゼンテーションシステムが有効である。単に、画像を利用して商品情報を提供するだけでなく、商品を使用する環境に置いた様子や色・柄を変更したときの様子を映像化するイメージシミュレーションによって、より効果的なプレゼンテーションが可能となる。このような応用で必要となる代表的な画像処理として、画像中からの対象物切出し、背景画像中に部品画像を埋め込む画像合成、物体色や光源色の変更を行う色彩シミュレーションの技術を取り上げ解説する。

1. はじめに

計算機を取りまく環境が大きく変化している。計算機それ自体のコストパフォーマンスの向上に加え、光ディスク、CD-ROMなどの記憶媒体の進歩や通信基盤の充実によって、計算機は、これまでの数値、コード情報だけでなく、画像、音声といったマルチメディア情報を比較的容易に取り扱えるようになってきた。このような中で、画像処理も、工業応用、医療応用、リモートセンシングなどの伝統的な分野から、一般産業、教育、出版といった広範な分野に、その応用範囲を広げつつある。

このような新たな应用の一つに、プレゼンテーションシステムがある。プレゼンテーションという言葉は、「他者に対し、ある概念や物に関する情報を説得力ある形で提示すること」と定義した場合、その応用形態はさまざまである。会議での発表を支援する電子OHPや商品の販売促進用電子カタログ⁽¹⁾、また関与者の合意形成を主目的とする景観シミュレーションシ

ステム⁽²⁾、デザインシミュレーションシステム⁽³⁾などもこれに含まれることになる。

これらのシステムに共通する特徴は、

- (1) 情報発信者（オーサ）によって制作された情報が、受信者（リーダ）により利用されること、
- (2) 画像利用の面から見た場合、センシングされ解析される対象としての画像というより、人間に情報を伝えるメディアとしての画像という面に重きが置かれること、

であろう。システムのこのような特徴から、画像処理に要求される機能や性質も、工業用画像処理などのそれとは異なってくる。例えば、制作（オーサリング）プロセスにおける対話型処理の必然性、感性への訴求力の高いカラー画像の多用などである。

本解説では、商品の販売を支援するプレゼンテーションシステムを例に取って、そこで必要となる画像処理について概説する。なお、こういった応用において、コンピュータグラフィッ

クスは極めて有用な技術の一つではあるが、本稿では自然画像の処理を中心に述べることにし、コンピュータグラフィックスについては言及しないものとする。

2. 販売支援プレゼンテーションシステム

2.1 機能構成

商品の販売を支援するプレゼンテーションシステムについて考える。近年の、消費者ニーズの多様化や生販（生産・販売）一体化の流れの中で、効果的に商品情報を提供し、販売を支援するシステムのニーズが高まっている。例えば、商品の種類、色・柄、オプション部品などのバリエーションに対し、消費者が的確かつ迅速に必要な商品情報を入手し、自分の好みの組合せを容易に選択できるよう支援する仕掛けである。商品の基本機能・性能に差がなくなるにつれ、形や色に関するデザインのウエイトが高くなるが、これを視覚に訴える形で提示するためには、画像が必須のメディアとなる。

画像によるプレゼンテーションの機能を販売支援システム全体の中で位置付けるために、システム全体を、情報提供、イメージシミュレーション、見積り・発注などの通常業務の三つの機能の構成でモデル化する。

まず情報提供では、画像、音声、テキストなどのマルチメディア情報を利用して、対話的に商品情報を提供する。ここでは、必要な情報をフレンドリーなユーザインタフェースで容易に取り出せるようにするため、ハイパーメディアの利用が検討されている⁽¹⁾。ハイパーメディアでは関連する情報の間にリンクが張られ、リンクをたどることによって欲しい情報を次々と引き出すことができる。

次にイメージシミュレーションであるが、これは、商品を実際に使用する環境に置いた様子や色・柄を変更したときの様子を映像化する機能である。デジタル画像処理のメリットを最もいかせる部

分といえる。

最後に、消費者によってカスタマイズされた商品に対し、見積り・発注などの通常の業務手続きがとられる。

2.2 イメージシミュレーション機能

イメージシミュレーションの典型的な例は、商品（部品画像）を背景画像中に埋め込む画像合成、物体色・光源色などの変更を行う色彩シミュレーション、柄・材質などを着せ替えるテクスチャマッピングなどである。画像合成の例を写真1に、物体色変更シミュレーションの例を写真2に示す。

画像合成を行うにしても、また色彩変更を行うにしても、処理対象となる物体領域を事前に切り出しておくことが必要となる。切り出された領域は通常マスクとよばれ、画像合成や色彩変更は、このマスクを参照しながら行われる。また、テクスチャマッピングにおいて高品質な画像を得るためには、対象物体の表面の3次元形状が推定されていることが必要である。このほかにも、イメージシミュレーションを行う場合事前に必要な処理として、色彩変更のための色彩分析処理などがある。こういった一連の

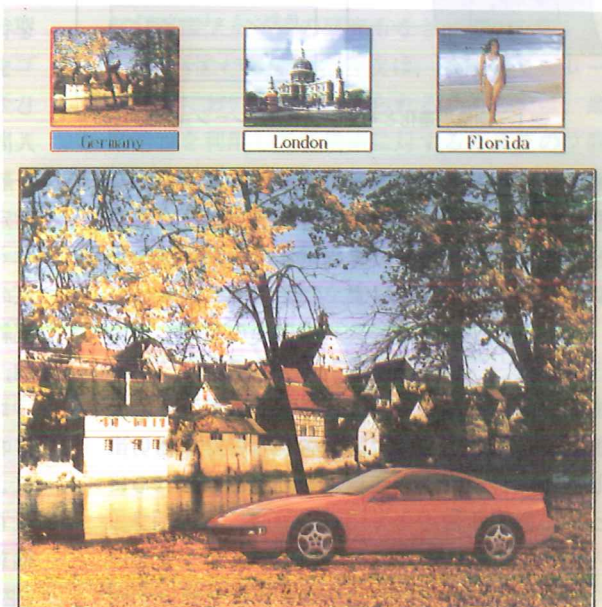


写真1 画像合成の例 自動車を上左の背景画像に重畳合成。



写真2 物体色変更の例 自動車のボディカラーを赤から黄色に変更。

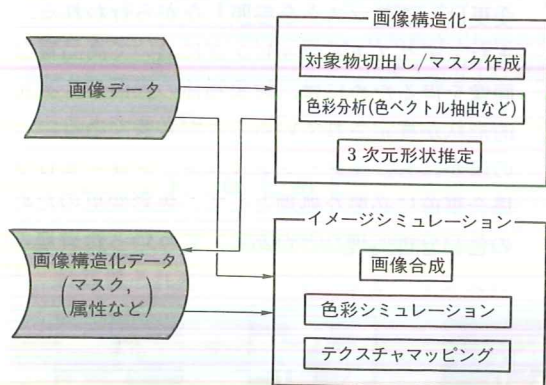


図1 画像構造化とイメージシミュレーション

処理を、画像中から物理的に意味を持った構造を取り出すという意味で、画像構造化とよぶことにする。図1に、画像構造化とイメージシミュレーションの関係を示す。

3. イメージシミュレーション技術

イメージシミュレーションで必要となる代表的な画像処理として、画像中からの対象物抽出、画像合成、色彩変更を取り上げ、これらについて概説する。

3.1 画像中からの対象物抽出

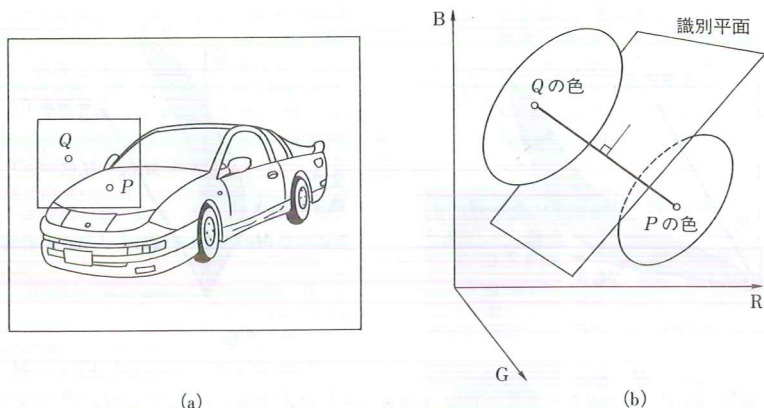
画像中から特定対象物を切り出す処理は、画像のセグメンテーションあるいは輪郭抽出の間

題となる。画像処理の分野で古くより研究されている課題ではあるが、一般的な条件下で撮影された画像に対し、満足のいく精度で自動切出しを行うことは、まず不可能といって良い困難な課題である。しかし、本稿で扱っている応用では自動切出しは必ずしも必要でなく、人間と計算機が対話的に協調作業を行って、トータルの切出し効率を上げられれば良い。1画素ずつ輪郭を指定していく手作業による切出し（確実な切出しを行えるが膨大な手間を要する）と完全自動切出し（背景色が一定などの特殊な条件下でないと困難）の間に存在する現実解が望まれるのである。

このような観点からのアプローチとして、対象物の大まかな輪郭を人間が指定し、輪郭領域（指定された輪郭を太らせて作る）に対し、繰返ししきい値法を適用して詳細切出しを行う方法が提案されている⁽⁴⁾。繰返ししきい値法は、Ohlander らにより提案されたカラー画像のセグメンテーション法で、3次元色空間に適切な座標軸を設定し、ヒストグラムの分離性の高い軸から順にしきい値処理を施し領域分割を行っていく方法である⁽⁵⁾。

また、色情報を利用した対話型切出し方式として、対象物の内部の代表点と外部の代表点を人間が陽に指定する方法が提案されている⁽⁶⁾。一般には、代表点は内部・外部それぞれ複数個指定できるが、一番単純な場合は、図2に示すようにそれぞれ1点となる。この場合、両代表点の色を3次元色空間に配置し、これらを結ぶ直線に直交する平面を識別平面として、領域の内、外の判別を行う。

コンピュータビジョンの立場からの興味深いアプローチとして、動的モデル (active model) による輪郭抽出の方式がある⁽⁷⁾。Snakes と名付けられたこのモデルでは、(1) 滑らかさなど輪郭線の持つ性質を表す力 (internal force)、(2) 画像中のラインやエッジなどに引き寄せる力 (image force)、および (3) 外部からの



(a) 処理対象領域をローカライズし（矩形枠内）、内部の代表点 P と外部の代表点 Q を指定する。
 (b) P の色と Q の色を結ぶ直線に直行する平面を識別平面として、領域分割を行う。

図2 色情報を利用した対話型の抽出方式

強制力 (external force) からエネルギー関数を構成し、このエネルギーを最小化する曲線を求めることによって輪郭を抽出する。初期値 (最初に Snake を置く位置) と外部からの強制力は、対話的に人間が与えることができ、人間や上位タスクに対し開かれたアルゴリズムとなっている。

同様に、輪郭線の持つべき性質と画像から抽出したエッジ情報に基づきエネルギー関数を構成し、Hopfield らにより提案された相互結合型ニューラルネットにより輪郭抽出を行うアルゴリズムも提案されている⁽⁸⁾。このアルゴリズムでも、対話的に指定された概略の輪郭をガイド情報として用いている。

3.2 画像合成

画像合成には、いろいろなケースが考えられる。大きく分けるとすれば、切り出した対象物の画像を背景となる自然画の中に埋め込む自然画同士の合成と、コンピュータグラフィックス (CG) で作成した建造物などを背景自然画の中に埋め込む CG と自然画の合成に分けられよう。

自然画同士の合成でも、対象物を単純に背景に重畳合成する場合と、視点の違いを補正するため、幾何的な変換 (アフィン変換、透視変換など) を加えた後合成する場合がある。更に、

背景画に対してもセグメンテーションを行っておき、手前にあるべき物が手前に来るような、奥行きを考慮した合成も行われている。

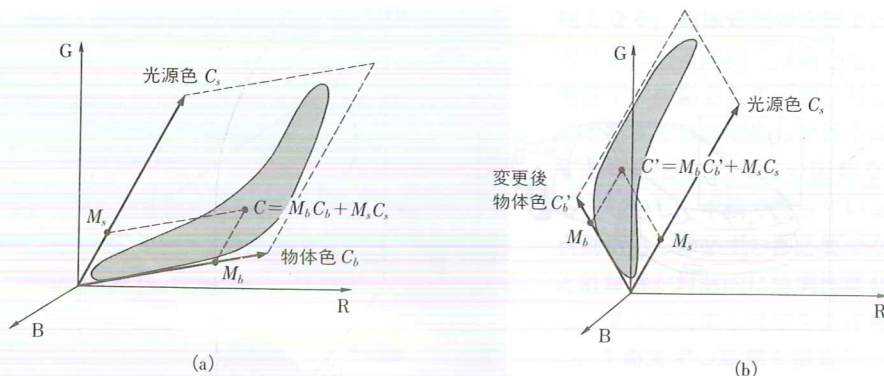
半透明物体を合成する場合や、対象物と背景の境界に出るジャギー (階段状のぎざぎざ) を取り除くためには、 α 合成のテクニックが用いられる⁽⁹⁾。 α 合成では、対象物と背景の輝度の重み付き平均によって、合成画の輝度を計算する。また、合成画を効率良く作成するための、部品画像ファイルの研究もなされている⁽¹⁰⁾。

CG 画像と自然画の合成は、景観シミュレーションにおいて良く用いられる。ここでは、地図情報を利用して背景画に対するカメラの位置や傾きを求めておき、これと幾何的な整合が取れるように CG 画を作成し合成する方法、また視点から遠ざかる程ぼかしていくという霞効果などを施し、光学的な整合が取れるような合成を行う方法が研究されている⁽¹¹⁾。

3.3 色彩変更シミュレーション

色彩変更シミュレーションでは、画像中の物体の色の変更や、光源の色の変更を行う。リアルな映像を生成するためには、物体のハイライトや陰影を自然に保ったまま色変更を行うことが必要となる。

物体色変更の簡易なアルゴリズムとして、ルックアップテーブル (LUT) による方法が



(a) 物体の色 C は、物体色ベクトル C_b と光源色ベクトル C_s で張られる平行四辺形上に分布する。
 (b) 物体色ベクトルを C'_b に変更後、物体の色 C' を再構成する。

図3 2色反射モデルによる物体色変更方式

提案されている⁽⁹⁾。これは、赤、緑、青 (RGB) の各色成分に対し、物体の変更前の代表色 (基準色) と変更先の色 (目的色) から折線状の LUT を作成し、これを用いて色変更を行うものである。

また、RGB 値をいったん、色相、彩度、明度 (HSV あるいは HSI) に変換し、色相 (H) を所望の値に変更した後 RGB に逆変換して、色変更を行う方法も良く用いられる。

より物理的裏付けを持った方法としては、物体の反射モデルに基づく方法がある⁽¹²⁾。これは、Klinker らにより提案された 2 色反射モデル (dichromatic reflection model)⁽¹³⁾ を利用するもので、プラスチックなどの材質の色変更にも有効である。このモデルによれば、単色物体の色ベクトル C は、図 3 に示すように、拡散反射によって生ずる物体色ベクトル C_b と、鏡面反射によって生ずる光源色ベクトル C_s で張られる平行四辺形の上に分布している。 C の分布データから、何らかの方法によって C_b および C_s のベクトルを抽出し、各画素について両ベクトルへの成分分解値 (M_b, M_s) を求めておく。物体色ベクトル C_b を所望の色 C'_b に変更した後、(M_b, M_s) を用いて、各画素に対し変更後の色ベクトル C' を再構成することによって、ハイライトを保存した色変更が行える。

このモデルに基づき、光源色の変更を行えば、

光源色の変更も (但し点光源の場合のみ) シミュレートできる。

4. おわりに

プレゼンテーションシステムで必要となる画像処理の技術について述べた。紙数の制約で触れることができなかったが、このようなシステムを構築するに際し基盤となる技術として、画像圧縮の技術がある。これについては、離散コサイン変換 (DCT) に基づく圧縮方式の国際標準化が進められており、最近多くの解説が見られる。

人間とのインタラクションが中心となる画像応用システムでは、対話型処理が必然となる。この意味において、本稿で紹介した Snakes のようなコンピュータビジョンの技術と対話処理を組み合わせるアプローチは、ビジョン技術の新たな展開というだけでなく、実用面からも興味深い。また、コンピュータビジョンの過去の財産がコンピュータグラフィックスの技術と融合し、今後、本稿で述べたような新たな応用の場で活かされていくものと期待される。

文 献

- (1) 能見 誠, 宮岡伸一郎: “マルチメディアプレゼンテーションシステム”, 情処学第 40 回全大 (1990-03).
- (2) 中前栄八郎: “景観シミュレーション”, 情処学研報, 89-CG-39, pp.1-7 (1989).

- (3) 賀好宣捷: “フルカラーイメージプロセッサ-SHAIPとその応用”, O plus E, 110, pp.131-142 (1989-01).
- (4) 中須英輔: “画像合成のための対象物の切り出し法”, NHK 技研月報, 30, 12, pp.17-23 (1987-12).
- (5) Ohlander R., Price K. and Reddy D.R.: “Picture Segmentation using a Recursive Region Splitting Method”, Comput. Graphics & Image Process., 8, pp.313-333 (1978).
- (6) 加藤 誠, 宮岡伸一郎, 能見 誠: “色情報を用いた対話型物体切り出し方法の検討”, 1990 信学春季全大, 7-263.
- (7) Kass M., Witkin A. and Terzopoulos D.: “SNAKES: Active Contour Models”, Proc. First Int. Conf. Comp. Vision, pp.259-268 (1987).
- (8) Kato M., Morita T., Miyaoka S. and Noumi M.: “Application of Hopfield Network to Human-guided Contour Extraction”, Proc. IAPR Work shop on Machine Vision Application, pp.413-416 (1990).
- (9) 安西利洋: “グラフィックデザイナーのためのデジタルペインティング入門 (3)”, PIXEL, 84, pp.181-184 (1989-09).
- (10) 井上誠喜, 柴田正啓, 中須英輔: “画像合成のための部品画像ファイルシステム”, 信学論 (D-II), J72-D-II, 11, pp.1824-1832 (1989-11).
- (11) Nakamae E., Harada K. and Ishizaki T.: “A Montage Method: The Overlaying of the Computer Generated Images onto a Background Photograph”, Proc. SIGGRAPH' 86, 20, 4, pp.207-214 (1986).

- (12) 田島譲二, 麦谷孝子: “カラーデザインのための色変更アルゴリズム”, 情処学研報, 89-CV-59, pp.1-8 (1989).
- (13) Klinker G.J., Shafer S.A. and Kanade T.: “The Measurement of Highlight in Color Images”, Int. J. Comput. Vision, 2, pp.7-32 (1988).



みやおかしんいちろう
宮岡伸一郎 (正員)

昭48 京大・工・数理卒. 昭50 同大学大学院修士課程了. 同年日立製作所入社. 以来, システム最適化, 制御, 画像情報処理などの研究に従事. 現在, 同社システム開発研究所主任研究員. 工博. 電気学会, 情報処理学会会員.



かとう まこと
加藤 誠 (正員)

昭54 東大・教養・基礎科学卒. 同56 同大学大学院修士課程 (物理) 了. 昭58 日立製作所入社. 画像処理, コンピュータビジョン等の研究に従事. 応物学会, 電子顕微鏡学会, IEEE 各会員.



のうも まこと
能見 誠 (正員)

昭37 米子工高・電気卒. 同年日立製作所入社. 以来, 生産・交通システム, 近年マルチメディアプレゼンテーションシステムの研究開発に従事. 現在, 同社システム開発研究所第1部主任研究員.

OKABE & YAMPOLSKY

TRANSLATIONS, LLC

37 EAST 28TH STREET, SUITE 700
NEW YORK, NY 10016

TEL 212-362-0300 • FAX 212-576-1575

www.oytrans.com

Certificate of Translation

I, Noriko Okaya, having knowledge of both the English and Japanese languages, hereby certify that I have reviewed the Japanese article, “Image Processing in Presentation Systems” (『プレゼンテーションシステムにおける画像処理』), appearing on pages 392 and 397 of the publication, The Journal of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (電子情報通信学会誌) (April 1991, Vol. 74, No.4 “Vision and Image Processing Applications Technology” edition), and that it is, to the best of my knowledge and belief, a true, accurate and complete translation into English of the corresponding Japanese document.

Noriko Okaya

Noriko Okaya

12 / 28 / 2012

Date