研究

盲人用色識別装置の研究*

槌 西 敏 之** 相 原 正 寿*** 古 野 二三也****

Colour Discriminating Apparatus for the Blind Persons

Toshiyuki TSUCHINISHI, Masatoshi AIHARA, Fumiya FURUNO

The National Rehabilitation Center for the Disabled, Fujitsu Automation Co.,

The Institute of Vocational Training

This report describes the apparatus under development which discriminates the colours encountered in the daily life of the blind persons.

The eight kinds of colours, i.e. red, blue, green, yellow, orange, purple, white and black are chosen and converted to the voice representing the name of the colours.

The colour sensing element, in this apparatus, is used which has almost the same wave length sensitivity characteristics as the isochromatic function in the XYZ colorimetric system.

The tristimulus values X, Y and Z from the object are detected by this sensing element and these values are operated each other by the operational amplifying circuits and converted to the position on the x-y chromaticity coordinates.

The voice recorded on the ROM corresponding to the position on the chromaticity coordinates is then selected by the microcomputer and put out, after amplified, through the speaker.

Although the observed tristimulus values were a little different from those measured by the general purpose colour meter, the eight kinds of colours could be discriminated and the corresponding voice outputs could be obtained.

Key Words

colorimetric system, rehabilitation apparatus, blind person

1. ま え が き

視覚による情報が得られない盲人のため、これまで各種の視覚代行機器や補助機器が開発さ

れている。しかし、物体の色や光の色を感知し識別する盲人用機器は殆どないといってよい。

本研究では簡単な操作によって、日常生活で出会う各種の物体の色をそれらに対応する色名に音声変換して出力する装置を開発している。

本報では、原理確認と使用評価のために設計し製作した実験モデルについて報告する。

2. 色検出の原理

すべての色は3つの変数によって表され、その変数の選び方によって各種の表色系がある。

* 原稿受付 昭和62年10月17日

受 理 昭和62年12月17日

** 正 会 員 国立職業リハビリテーションセンター
職業訓練部

〒359 所沢市並木4-2

*** 富士通オートメーション(株)
電算機第一技術部

〒211 川崎市中原区上小田中1015

**** 正 会 員 職業訓練大学校福祉工学科
〒229 相模原市相原1960

図1 XYZ表色系の等色関数とカラーセンサの波長感度特性

例えば、マンセル（色相、明度、彩度）表色系、RGB表色系、XYZ表色系などがある。このうちXYZ表色系は、3変数がすべて正の数で表せることなどから、CIE(国際照明委員会)、JIS（日本工業規格）が推奨している表色系である。

物体色の場合、X、Y、Zを「物体色の三刺激値」と呼び次式で表す。

$$\left. \begin{aligned} X &= K \int S(\lambda) \bar{x}(\lambda) R(\lambda) d\lambda \\ Y &= K \int S(\lambda) \bar{y}(\lambda) R(\lambda) d\lambda \\ Z &= K \int S(\lambda) \bar{z}(\lambda) R(\lambda) d\lambda \\ K &= 100 / \int S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \right\} (1)$$

ここに

λ : 光の波長

$S(\lambda)$: 物体を照明する光源の分光分布

$\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$: XYZ表色系における等色関数（図1の点線で表される平均的な目を持つ人の視覚的特性）

$R(\lambda)$: 分光立体角反射率

Y : 物体表面の視感反射率

X、Y、Zを三刺激値とする物体色を三次元空間に表示するための色度座標x、y、zは、次の式によって表せる。

図2 xy色度(区分)図(JIS Z 8110)

$$\left. \begin{aligned} x &= X / (X + Y + Z) \\ y &= Y / (X + Y + Z) \\ z &= Z / (X + Y + Z) \end{aligned} \right\} (2)$$

ここで

$$x + y + z = 1$$

となる関係があるので色はx-y二次元座標中の点で表せる。

図2はxy色度図で、すべての色はこの馬蹄形の内側もしくは線上に位置する。

したがって $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$ からなる波長感度特性を持つカラーセンサと、 $S(\lambda)$ なる分光分布をもつ光源を用いれば、 $R(\lambda)$ なる分光反射率をもつ物体のx、y、z即ち色度図上の色が求まる。

例えば、白色は原刺激X、Y、Zを同じ量加えたものである。

したがって、 $x = y = z$ となる。

この装置ではJISのXYZ表色系を採用した。

3. 全体のシステム

システム構成を図3に示す。本試作装置で識別される色の種類は、赤、緑、青、黄、だいたい、紫、白、黒の8種類とした。装置はハロゲンランプ、3個のフォトダイオードと干渉フィ

図3 システム構成

図4 センサブロープ本体構造

ルタを一体化させたカラーセンサ¹⁾、増幅回路、演算回路、マイクロコンピュータによる制御回路、音声メモリー、音声出力回路及びスピーカからなる。

ランプとセンサの光学的配置として、被測定物面に対して45°方向から光を照射し、被測定面の法線方向にセンサを配置し散乱光を測定する、いわゆる45/0法の構造を採用し、これらと増幅回路とをポータブルなアルミニウム製のブロープ内に収納した。また、演算回路から音声出力回路までを設置形ボックス内に収納した。図4にセンサブロープ本体構造を示す。

3.1 アナログ演算回路

マイクロコンピュータのリセットスイッチを押すと、ハロゲンランプが約0.5秒間点灯して被測定物体を照射し、物体からの散乱光は等色関数 $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ 、 $\bar{z}$ とほぼ等しい波長感度をもつ3種類のフォトダイオード（カラーセンサ）で受けられる。図1にXYZ表色系の等色関数とカラーセンサの波長感度特性を示す。 $\bar{y}$ に対応するフォトダイオードの出力から物体表面の視感反射率 Y を、また、3種類のセンサの出力に(2)式の演算を施すことにより xy 色度図上の座標 x 、 y を求める。

具体的には増幅回路から得られた X 、 Y 、 Z の出力にアナログ加算およびアナログ除算を施した。

3.2 論理演算回路

図5はJIS標準色紙をカラーセンサで測定した結果をもとに設計した色度区分図である。図2にJISの xy 色度区分図を参考に挙げる。

図中 $y = f(x)$ 等は、色度区分の境界線を表す数式である。このように境界線を縁とする片側領域は不等式で表される。これらの領域を表す不等式と領域記号を表1に示す。予め色度図上の x 、 y 座標の範囲と色との対応を回路に記憶させておき、測定された Y 、 x 、 y と記憶値とを比較させる。表1に示した領域記号間に論理演算を施すことによって8種類の色を識別することができる。

図5 色度区分図

表1 xy 色度図上の領域と色を決める論理式

領域を表す不等式	領域記号	$V_L, f_1(x), k$ の設定値
$Y - V_L \geq 0$	A	$V_L = V/10$
$y - f_1(x) \geq 0$	B	$f_1(x) = 1.30x$
$y - f_2(x) \geq 0$	C	$f_2(x) = 0.860x$
$f_3(x) \geq 0$	D	$f_3(x) = x = 0.278$
$y - k_4 \geq 0$	E	$k_4 = 0.340$
$y - k_5 \geq 0$	F	$k_5 = 0.285$
$z - k_6 \geq 0$	G	$k_6 = 0.325$
$z - k_7 \geq 0$	H	$k_7 = 0.400$

V: 白色測定時の合成刺激値

論理演算式

緑: $A \cdot B \cdot E$ 黄: $A \cdot B \cdot C \cdot G$ だいたい: $A \cdot C \cdot F$ 赤: $A \cdot F \cdot H$ 紫: $A \cdot D \cdot H$ 青: $A \cdot D \cdot E$ 白: $A \cdot B \cdot C \cdot G \cdot H$ 黒: $\bar{A}$

4. マイクロコンピュータによる制御

測定された色がどの色区分に属するかをマイクロコンピュータで読み取り、ROM上に記憶された色に対応する音声を選択する。マイクロ

図6 プログラムフローチャート

プロセッサにはZ80Aを用い、ROMには32KバイトのEPROMを2個用いた。そのうち40Kバイトを音声データ領域とした。

音声を10kHzでサンプリングし、A/D変換をしてEPROMに書き込んだ。これをD/A変換し、フィルタとアンプを介してスピーカに出力している。

また、センサプローブ内のハロゲンランプを点灯・消灯するためのタイミング制御をマイクロコンピュータで、またそのランプの電流増幅とスイッチングをトランジスタで行っている。

5. プログラム

図6に音声変換とランプ制御のプログラムのフローチャートを示す。このプログラムにおいては、リセットスイッチを押すことによりシステムを起動する。ランプを約0.5秒間点灯させた後に前記の色識別結果を読み込み、色に対応した音声スピーカから出力する。ランプを約0.5秒だけ点灯させるのは、ランプの光度の安定と消費電力の削減とランプの放熱によるセンサプローブ内の温度の上昇を抑えるためである。

図7 測定値比較図

6. 測定結果

図7にJIS標準色紙をこの装置で測定したY、x、y値と市販の汎用色彩色度計による測定値を示す。

この結果、この装置の出力は白色中心に集まり彩度が低い特性が表れた。これは、被測定物体からの散乱光以外に光源からの反射光がセンサに入射していることと、光源であるハロゲンランプと市販の色彩計内の光源の分光分布の違いによるものと考えられる。

両者での測定値はやや異なっていたが、この装置によって8色の色識別とそれらの音声によ

る出力が実現できた。

今回は特に、8色程度の簡単な演算であるならばアナログ演算で十分処理可能であることが実証できた。

7. 今後の課題

盲人の方々の日常生活に真に役立つ装置として実用化するために、今回の試作装置を盲人の方々に実際に使って頂き、また面接調査を行った。その結果、盲人の方の大多数が身の回りにある物の色を知りたいと思っていることがわかった。特に、衣服についての問題が多く挙げられ、「他人に教えてもらうのではなく自分の衣類は自分で選びたい。今までは色を意識しなくてもできなかったが、色を音声に変えることができれば、大切な情報が一つ増える。」など、貴重な御意見を伺った。

これらの御意見を参考にして下記項目について改良研究をおこなっている。

- (1) 小型・ポータブル化
- (2) バッテリー駆動にするための省電力化
- (3) 盲人の方が操作しやすい構造
- (4) 色識別能力の拡大
- (5) 光学系改良による色識別精度の向上

参考文献

- 1) 船引, 井上, 志村: 干渉フィルタとフォトダイオードを一体化した色識別素子, OMRON TECHNICS, 71: 6-14, 1984.