

PHOTRON

Primate

Tech Note Vol.1

3D色情報

ビデオのシステムで色をチェックするとき二つの測定器を利用します。一つは波形モニタ、もう一つはベクトルスコープです。画面上の明るい物体は波形モニタ上では高い位置に現れ、暗いものは低い位置に現れます。また、色の鮮やかなものはベクトルスコープ上では円の周辺部に位置し色の薄い物体は円の中心付近に位置します。さらに色相(HUE)によって方向が異なることもご存じのとおりです。

それでは色をチェックするのにどうして二つのモニタが必要なのでしょう？それは色のデータが3次元情報だからなのです。ひとつの測定器は平面上で信号を表現していますので、3次元情報を一度に表すことが出来ません。波形モニタだけを見てもその物体が赤なのか青なのかは分かりませんし、ベクトルスコープだけを見ても明るい緑と暗めの緑を区別できません。同じようなことは空間内の物体の位置についても起こり得ます。夜空の二つの星がすぐ近くに見えるからと行って本当に近いかどうかは分かりません。本当の距離感を得るためには、遙か彼方の側方から見てみなくてはなりません。つまりベクトルスコープは現実の色情報のある一つの方向から見ているものにすぎないのです。

最近はやりのバーチャルリアリティ装置に用いられるステレオ表示機器を使えば3次元カラーモニタを作ることが可能でしょう。このモニタでは色が小さい点で3次元空間上に表示されます。

ご存じのとおり色はRGBの三原色の組み合わせによって作り出せます。このRGBをXYZに見立てると一つの色が一つの点(位置)で表されるのです。例えば黒はRGB成分がそれぞれ0ですからXYZ空間の原点に近いところに存在します。このモニタを使えば明るさ・鮮やかさ・色合いが一度にチェックできるでしょう。ただし奥の方の見えにくいデータをチェックするためには頭を動かす必要がありそうです。

この3D色モニタを常に一定の方向から見たものがベクトルスコープに匹敵します。原点の位置から白(RGB全てが100%)の存在する方向を見ています。この位置から見ると白と黒の区別はつきません。このように色情報は3D(3次元)であって2次元的なモニタ装置では正確な情報を得られないのです。

128 面体ポリヘドロン

クロマキーの原理を3次元的にモデル化してみましょう。

色情報を3次元的に表す立方体の形をしたモニタ(3D色モニタ)を考えます。画面上の一つの画素の色は3D色モニタでは小さな点の場所で表されます。違う色は3D色モニタ上では違う場所に現れ、似た色は近い場所に現れます。

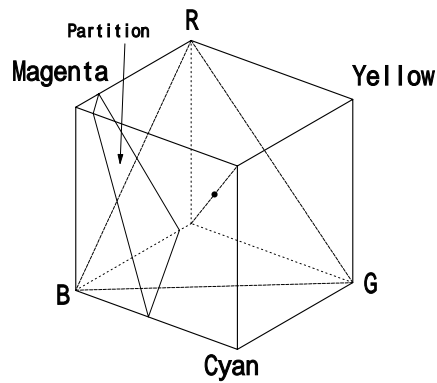
さて、クロマキー処理器の実際の仕事はマスク画像を作ることです。ご存じのとおりマスク画像は被写体部分が白でブルーバック部分が黒になるような画像のことです。

クロマキー処理器は次のような手順でマスク画像を作っていきます。

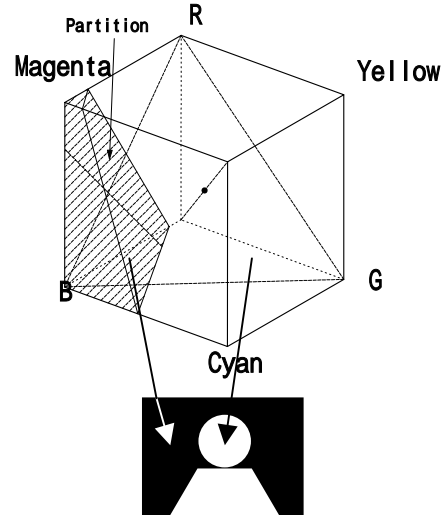
1. 処理したいクロマキー素材を入手する。
2. 結果を保存する空のマスク画像メモリを用意する。
3. 青色の付近に仕切りとなる板を何枚か置く(図1)。
4. 左上の画素から一つずつ取り出して以下の処理を繰り返す。
 - a) クロマキー素材からとった画像を3D色モニタ上にプロットしてみる。
 - b) その点が仕切板の内側か外側かを調べる。
 - c) 内側だったら黒を、外側だったら白を用意する。

- d) 結果を保存するメモリの対応する位置に黒か白の画素を置く(図2)。
 5. 全ての画素が処理が終わったら結果のマスク画像を出力する。

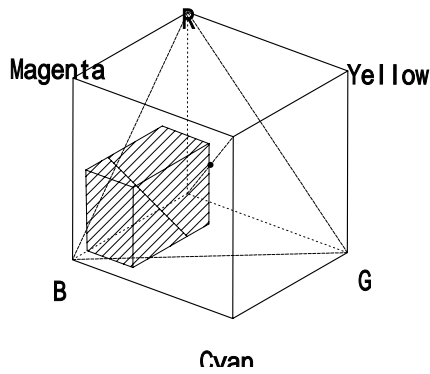
昔のクロマキーはこのような原理で行っていました。仕切板としては例えばマッ箱のような形状(各辺が軸に平行な直方体)を用いていました(図3)。このような方法がハードエッジクロマキーと呼ばれるものです。



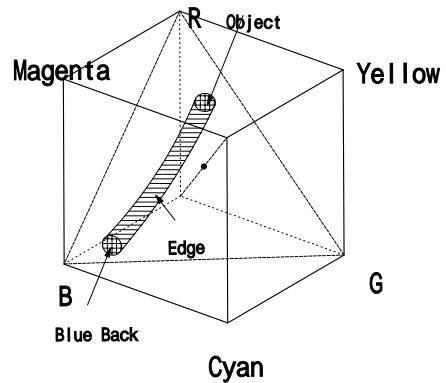
< 図1:分類用の仕切板 >



< 図2:クロマキー処理器の仕事 >



< 図3:ハードエッジクロマキー処理器 >



< 図4:中間色の分布 >

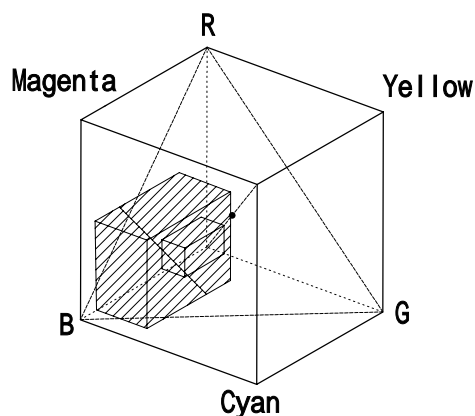
ご存じのとおりこのハードエッジクロマキーではあまり美しい合成はできません。

なぜなら直方体の内側外側で分けるということは全ての画素を被写体がブルーか黒かに強制的に分類することを意味します。ところが実際のクロマキー素材を見てみるとエッジの部分、特に髪の毛などの細かい部分では画素の色がブルーとも被写体ともつかない微妙な色をしています。こういった画素を強制的に分類すると髪の毛のディテールが失われたり逆に青みがエッジにくっいたりしてどうしても自然には見えません。現実の世界では髪の毛は髪の毛の色、ブルースクリーンはブルースクリーンの色が両方存在し、両者の平均をとったような中

間的な色が実際の画素の色になるのです。このような画素は3D色モニタ上でも実際に被写体の色の存在箇所とブルーバックの色の存在箇所との中間に位置しています(図4)。こういった画素は強制的に分類するのではなく「被写体でもブルーでもない中間的な画素である」というような曖昧さを持った分類を行います。これがソフトクロマキーの根底に横たわる原理です。

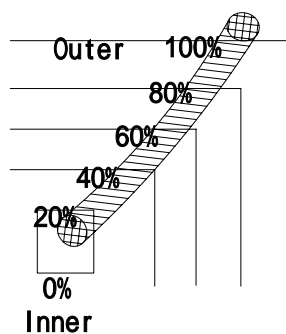
曖昧さを持った分類を行うために仕切板を2種類用意します。つまり二重の直方体を利用するわけです(図5)。この二つの仕切板を仕切板大と仕切板小と呼ぶことにします。

二重の仕切板を使う場合は先に述べた「(b)その点が仕切板の内側か外側かを調べる / (c)内側だったら黒を、外側だったら白を用意する」という操作をもう少し複雑な操作にしてやらなければなりません。それは次のようなものです。

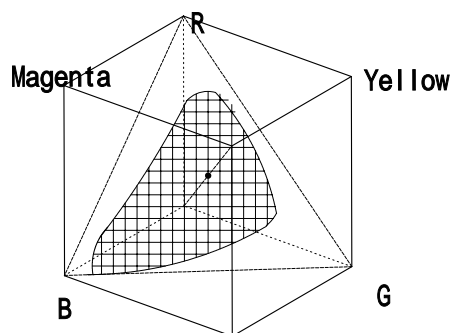


< 図5:二重の仕切板 >

- b - 1 その点が仕切板小の内側にある場合は黒を用意する。
- b - 2 その点が仕切板大の外側にある場合は白を用意する。
- b - 3 その点が二つの仕切板の間に挟まれている場合は、それぞれの仕切板からの距離によって明るさの違う灰色を用意する。



< 図6:被写体画像の寄与するパーセンテージの分布 >



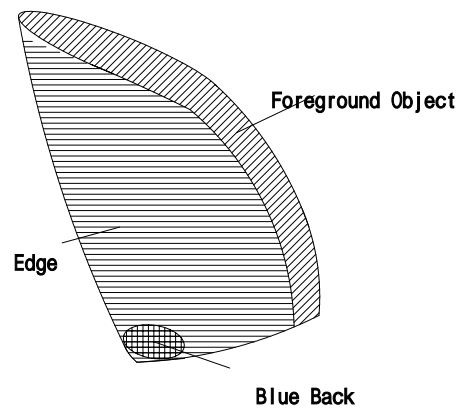
< 図7:クロマキー素材の分布図 >

明るさは仕切板小に近いほど暗く、仕切板大に近いほど明るくなります。この明るさによってその画素が何パーセントくらい被写体であるかを定めるのです(図6)。この二重の仕切板によって合成画像の滑らかさが飛躍的にアップしました。これがソフトクロマキーです。

ソフトクロマキーの処理において最も重要なのは二重の仕切板をどのように配置するかということです。つまり、被写体部分は確実に仕切板大の外側になるように、ブルーバック部分は確実に仕切板小の内側になるように、そしてエッジ部分などの中間的な画素はうまく二つの仕切板に挟まれるように配置すれば美しい合成結果が得られます。

それでは現実のクロマキー素材がどのような色配置になっているかみてみましょう。図7のようにクロマキー画像を3D色モニタ上にプロットするとブルーバックの部分を要とする扇のような形をしています。

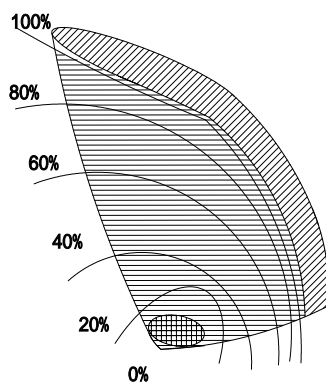
このような分布形状を処理するとき2重の仕切板はどのように配置すればよいでしょうか。扇形に分布している色を調べると図8のような構成になってしまいます。従って理想的には図9のように仕切板を置けばよいことになります。ところが今までのクロマキー装置ではRGB軸に平行な辺を持つ直方体を仕切板に使っていましたがどう頑張っても図10のような形にしか配置できません。これでは中間色が上手く処理できないのは明らかです。直方体以外にも図11のように正八面体や球・平面を用いる考え方もあります。この中では平面を用いる方法が比較的上手くいっているようですが、やはり理想の状態とはずれています。



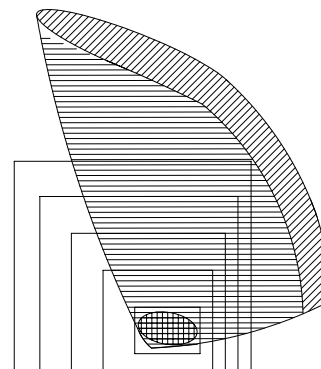
< 図8:クロマキー素材のデータ構成 >

そこで登場するのが Primatte で用いている128面体です。図12のように面数の多い仕切板を用いると現実のクロマキー画像の色分布にうまくフィットしたものができ、理想的な形をよく近似していることがご覧いただけるとと思います。また、この128面体は頂点の位置に特殊な関係を持たせてあり、仕切板を用いたマスク生成が極めて高速に計算できる構造になっています。なお Primatte はブルースピル処理のため3重の128面体を使います。

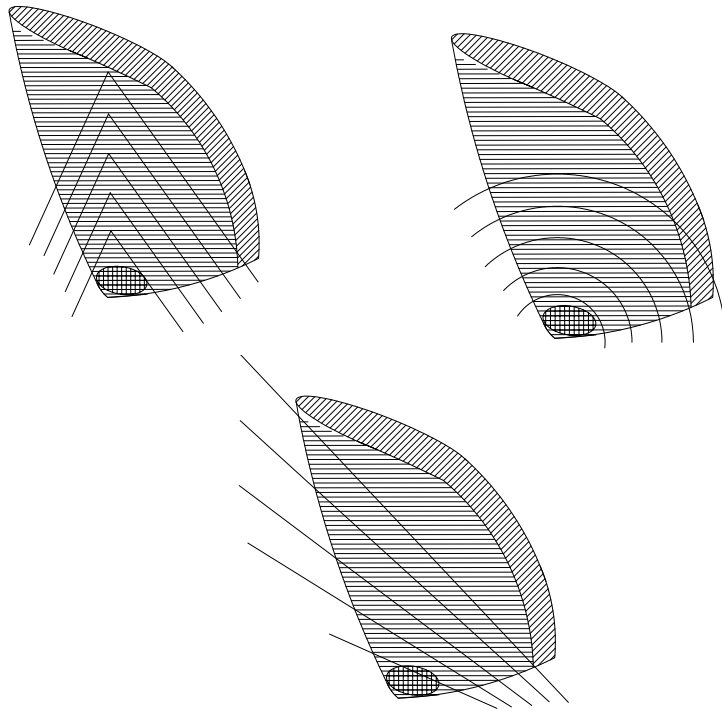
この128面体を用いてクロマキー素材の3次元色分布を最適に分類し、マスク計算や色処理を行う世界でただ一つのシステムが Primatte なのです。



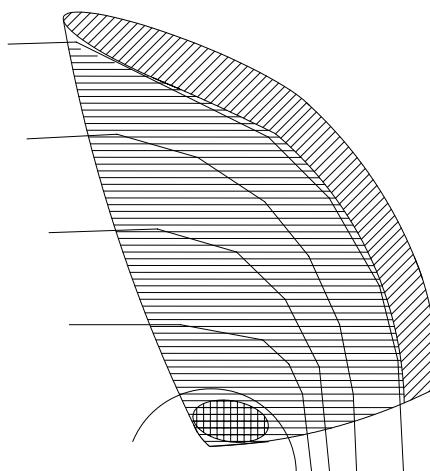
< 図9:理想的な仕切板 >



< 図10:直方体ではうまく仕切れない >



< 図 10: 様々な仕切板 >



< 図 11: Primatte の仕切板 >

Primatte is registered trademark of IMAGICA Corp.
(c) 2001 IMAGICA Corp. ENGINEERING SOLUTIONS DIVISION
(c) 2001 PHOTRON LTD. PROFESSIONAL VIDEO SYSTEMS DIVISION

株式会社 **フォトロン**

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷 1-9-8

朝日生命宮益坂ビル 7F

<http://www.photron.co.jp/video/>