



Technical Overview

RGB データと YUV データについて

CONTENTS

1	はじめに.....	2
2	RGB データについて.....	2
2.1	RGB データの考え方.....	2
2.2	RGB でのデータの持ち方.....	3
3	YUV データについて.....	3
3.1	YUV データの考え方.....	3
3.2	YUV でのデータの持ち方.....	3
4	RGB と YUV とのデータ変換.....	5
5	RGB/YUV の信号例.....	6
6	RGB/YUV を利用した画像ファイルフォーマット.....	6
6.1	静止画の場合.....	6
6.2	動画の場合.....	6
7	まとめ.....	6

No.10-005 Revision A

作成：2010 年 4 月

株式会社ナナオ 企画部 商品技術課

1 はじめに

コンピュータの世界では色情報を管理する方法として、光の三原色である赤(Red)・緑(Green)・青(Blue)の組み合わせで表す RGB データが用いられてきた。一方で動画の世界を中心に、色情報を輝度信号(Y)、輝度信号と青色成分の差(U)、輝度信号と赤色成分の差(V)の組み合わせで表す YUV データが用いられている。現在では、コンピュータの性能向上や動画のデジタル化などを背景に、コンピュータ上でも YUV のデータを扱うことが一般的になっている。

この Technical Overview では、RGB データと YUV データの違いと特徴について、実例を交えて説明する。

2 RGB データについて

2.1 RGB データの考え方

RGB データでは、光の三原色である赤(Red)・緑(Green)・青(Blue)の組み合わせで色情報を管理する。この方法を加法混色といい、色を重ねるごとに明るくなる。R・G・B を等量で混ぜ合わせると白色になる。一方加法混色に対して、シアン(Cyan)、マゼンタ(Magenta)、イエロー(Yellow)の組み合わせで色彩を表現する方法を減法混色という。色を重ねるごとに暗くなり、C・M・Y を等量で混ぜ合わせると黒色になる。主に印刷用途で用いられる。

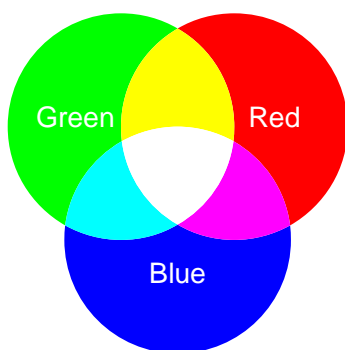


図 1. 加法混色

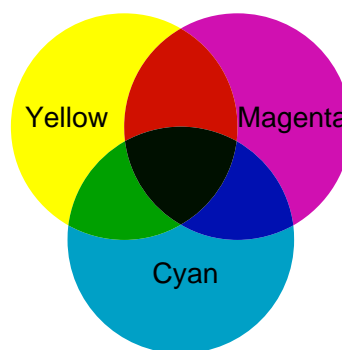


図 2. 減法混色

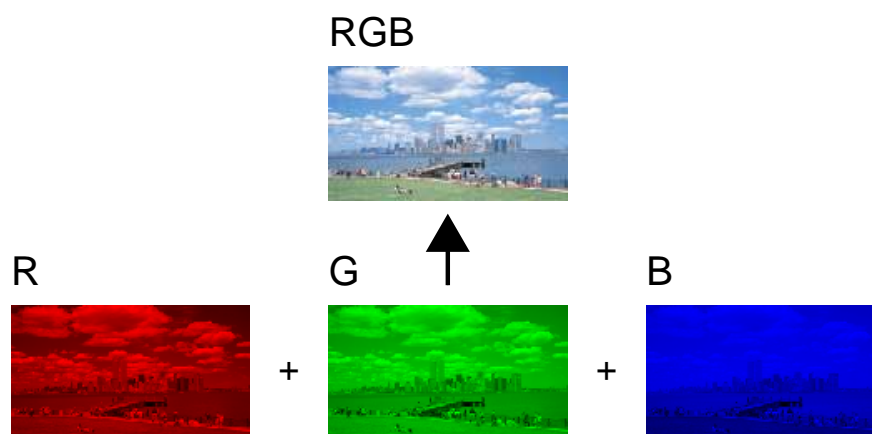


図 3. 写真データを RGB に分解した例

2.2 RGBでのデータの持ち方

一般的にコンピューターの世界でフルカラーという場合、R・G・Bの各色で256階調 = 8bit、16,777,216色 = R:256 × G:256 × B:256のことを指す。R・G・Bをそれぞれ0~255の256階調で変化させることで、さまざまな色を表現できる。

R:255	R:140	R:0
G:255	G:140	G:0
B:255	B:140	B:0
R:255	R:0	R:171
G:127	G:107	G:16
B:0	B:51	B:210

図4. RGBでの色表現の例

3 YUVデータについて

3.1 YUVデータの考え方

YUVデータでは、輝度信号(Y)、輝度信号と青色成分の差(U)、輝度信号と赤色成分の差(V)の組み合わせで色情報を表す。人間の目が変化を敏感に感じ取れる輝度信号と、そうではない色差信号に分けてあるため、この人間の目の特性を利用したデータ圧縮に便利なデータ形式である。

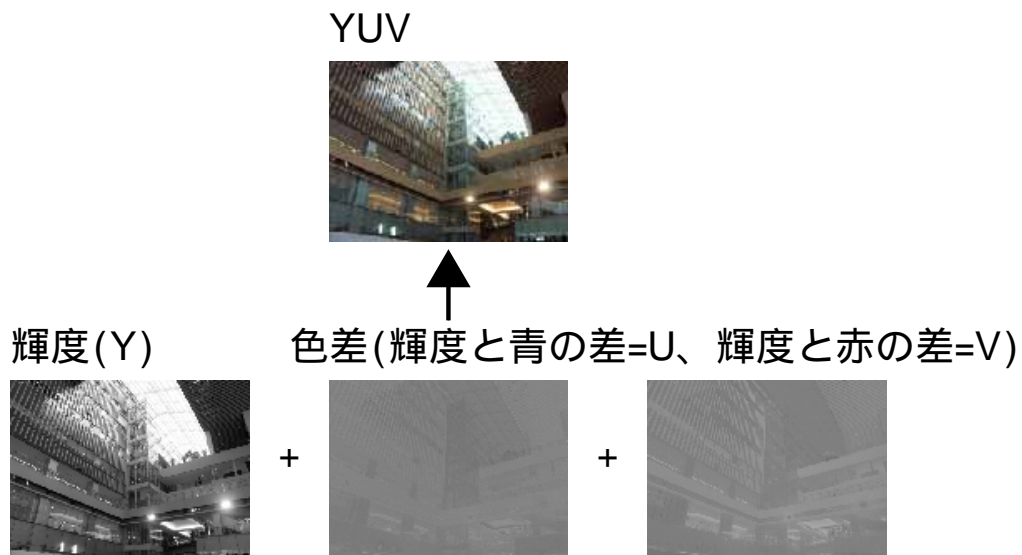


図5. 写真データをYUVに分解した例

3.2 YUVでのデータの持ち方

Y、U、Vのデータを、水平方向4ピクセルあたりそれぞれの程度の比率で持たせるかを、YUVx:x:xという形で表す。YUVそれぞれを等量のデータで持つYUV4:4:4では、例えば各データを256階調 = 8bitで持たせた場合、8bit + 8bit + 8bit = 24bitが1ピクセルあたりのデータ量となり、同じ階調幅のRGBデータとデータ量が同じになる。さらに、人間の目があまり敏感ではないU、Vの色差成分を間引いたYUV4:2:2の場合は、8bit + 4bit + 4bit = 16bitが1ピクセルあたりのデータ量となり、データ量を圧縮することができる。

(a) YUV4:4:4

データを間引きせず、画質の劣化が無い。1ピクセルあたりの情報量は $8\text{bit} + 8\text{bit} + 8\text{bit} = 24\text{bit}$ となる。

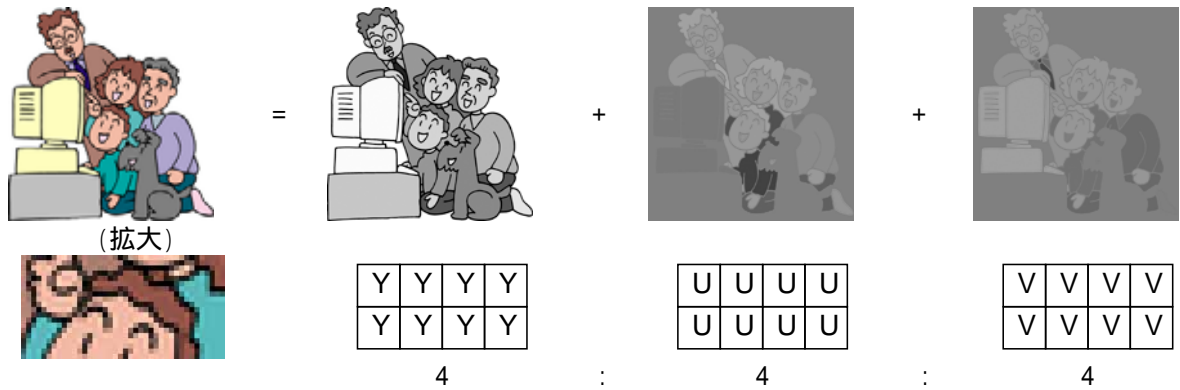


図 6. YUV4:4:4 の場合の各成分の情報量

(b) YUV4:2:2

色差成分を半分の間引いているが、人間の目にはあまり劣化を感じない。1ピクセルあたりの情報量は $8\text{bit} + 4\text{bit} + 4\text{bit} = 16\text{bit}$ 。

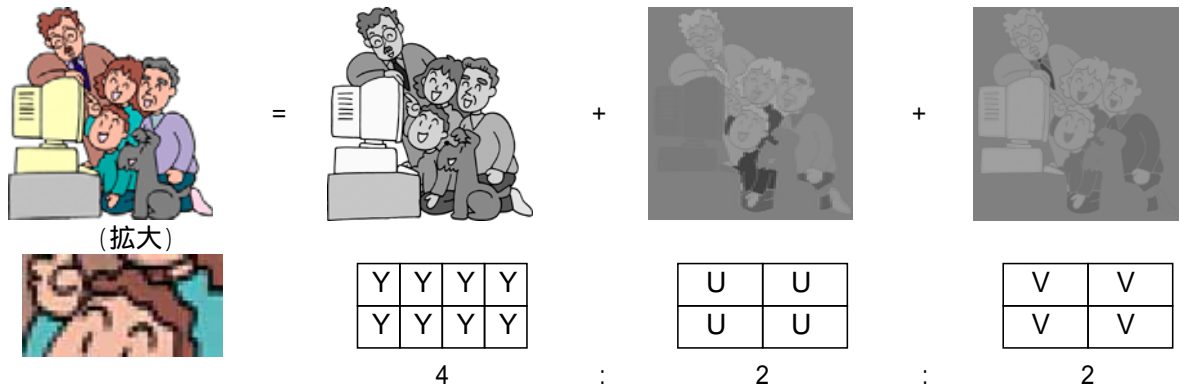


図 7. YUV4:2:2 の場合の各成分の情報量

(c) YUV4:1:1

色差成分を 4 分の 1 まで間引いており、よく見ると輪郭部分に滲みを感じるが、全体のイメージは損なわれていない。1ピクセルあたりの情報量は $8\text{bit} + 2\text{bit} + 2\text{bit} = 12\text{bit}$ 。

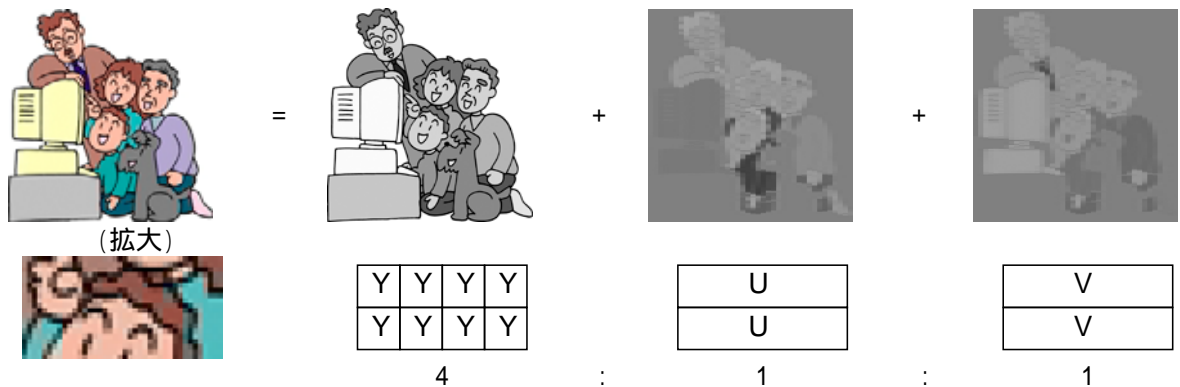


図 8. YUV4:1:1 の場合の各成分の情報量

参考として、輝度信号を間引いた場合の見え方の変化を以下に示す。この例では、色差成分だけを大きく間引いた YUV4:1:1 と、輝度信号と色差成分を均等に間引いたデータ(便宜上 YUV2:2:2 とする)を比較する。

どちらも 1 ピクセルあたりのデータ量は 12bit で同じにも関わらず、輝度信号を間引いた YUV2:2:2 の画像の方が情報が損なわれて感じられ、輝度信号の情報量が人間の見え方に大きく影響していることがわかる。

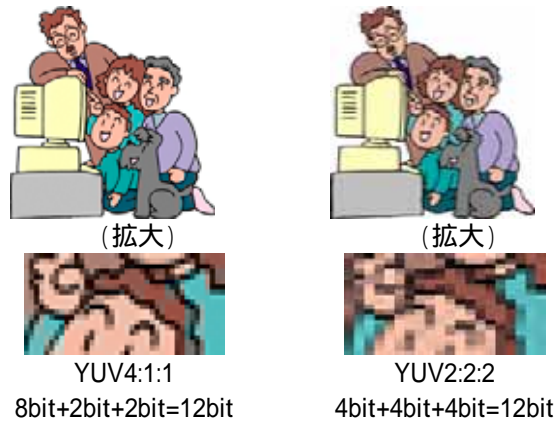


図 9. 輝度信号を間引いた場合の見え方

4 RGB と YUV とのデータ変換

RGB と YUV とは計算により相互にデータ変換が可能である。ITU(国際電気通信連合)で定める規格 ITU-R BT.709 では、以下の式で定義される。

(a)標準解像度(SD) ITU-R BT.601 と同様

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B \\
 U &= -0.169 R - 0.331 G + 0.500 B \\
 V &= 0.500 R - 0.419 G - 0.081 B
 \end{aligned}$$

(b)ハイビジョン解像度(HD)

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B \\
 U &= -0.169 R - 0.331 G + 0.500 B \\
 V &= 0.500 R - 0.419 G - 0.081 B
 \end{aligned}$$

自然界の映像をデジタル信号に変換するための、デジタルカメラやデジタルビデオカメラのセンサーは一般的に RGB でデータを取り込む。また、それを表示する液晶などの表示デバイスも RGB で色を表現する。一方でデジタル動画フォーマット(MPEG など)や写真の保存フォーマット(JPEG など)は、データの転送帯域や保存容量の効率性確保のため YUV データとなっており、上記のような式を用いて変換がおこなわれている。

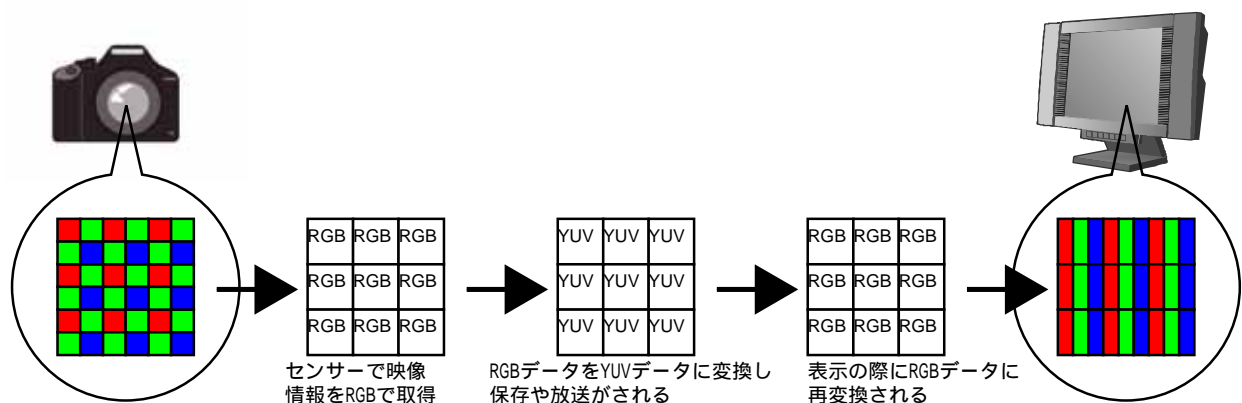


図 10. デジタル映像の RGB - YUV 変換の流れ

5 RGB/YUV の信号例

RGB/YUV を利用した、代表的な信号(コネクタ)を以下に挙げる。

	アナログ伝送	デジタル伝送
RGB データ	(PC) D-Sub 15 ピン	(PC) DVI, DisplayPort (ビデオ機器) HDMI
YUV データ	(ビデオ機器) D/コンポーネント端子	(ビデオ機器) HDMI

表 1. 代表的な信号(コネクタ)

PC では RGB データ、ビデオ機器では YUV データで主に信号伝送がおこなわれる。8bit・256 階調のデータの場合、RGB データでは 0～255 までの全階調(フルレンジ)を用いるのが一般的だが、YUV データでは Y = 16～235、U、V = 16～240 の限定された階調(リミテッドレンジ)を一般的に用いる。そのため、データ変換の際はフルレンジ・リミテッドレンジを考慮しないと、映像の黒浮きなどが起きてしまう。

6 RGB/YUV を利用した画像ファイルフォーマット

RGB/YUV を利用した、代表的な画像ファイルフォーマットを以下に挙げる。特性に応じて使い分けられている。

	静止画	動画
RGB データ	GIF, PNG	アニメーション GIF, MNG
YUV データ	JPEG	MPEG

表 2. 代表的な画像ファイルフォーマット

6.1 静止画の場合

画像サイズの小さいものや、色の塗り分けがハッキリした画像などは、RGB データの GIF や PNG などのファイルフォーマットが用いられる。一方、写真などデータサイズが大きいものは、データを小さくしやすい YUV でデータを扱う JPEG 形式の利用が普及している。

6.2 動画の場合

動画はデータサイズが非常に大きいため、YUV でデータを収録する MPEG などのファイルフォーマットが一般的である。Web のアニメーション表示などローテーションでコマ送り画像を表示する用途で、アニメーション GIF など RGB でデータを収録したフォーマットが用いられている。

7 まとめ

光の三原色で色情報を管理する RGB データは、光をデジタル信号に変換するセンサーや、液晶など映像データの表示デバイスでの扱いに便利なデータ形式で、主に PC で用いられる。

輝度信号と色差成分に分けて色情報を表す YUV データは、人間の目の特性を利用したデータ圧縮に便利であり、映像データの保存・伝送で一般的に用いられる。

RGB データと YUV データは相互変換が可能であり、それぞれの特長に応じて使い分けできる。ただし変換する際はフルレンジ・リミテッドレンジの違いを考慮する必要がある。