法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2024-10-06

複合HSI変換を用いた画像強調

吉村, 充則 / Yoshimura, Mitsunori / 竹内, 章司 / 大嶋, 太市 / Oshima, Taichi / Takeuchi, Shoji

(出版者 / Publisher)
法政大学工学部
(雑誌名 / Journal or Publication Title)
法政大学工学部研究集報 / 法政大学工学部研究集報
(巻 / Volume)
25
(開始ページ / Start Page)
1
(終了ページ / End Page)
8
(発行年 / Year)
1989-02
(URL)
https://doi.org/10.15002/00003937

複合HSI変換を用いた画像強調

吉村充則*・竹内章司*・大嶋太市**

Image Enhancement by Combined HSI Transformation

Mitsunori YOSHIMURA*, Shoji TAKEUCHI* and Taichi OSHIMA**

Abstract

Usual Image Enhancement isn't necessarily effective because it is not reflected in characteristics of human eyes.

HSI transformation means the transformation between three preliminaly colors and three attributes of color. The compornents of three attributes of color are Hue, Saturation and Intensity and known as color system of A.H. Munsell. The authors made a proposal of the image enhancement by combined HSI transformation and presented some examples which are applied to urban and mountain zone. Through our study we obtained following conclusions :

1) in urban area, it is necessary for enhancement to use high resolution intensity data.
2) in Mcuntain area, it is effective to enhance concerning to saturation.

As a future subject, We have to consider about the application method of combined HSI transformation in water region.

§1. はじめに

人工衛星や航空機によって得られるリモートセンシングデータは，一般にいくつかの波長帯で観測されるマルチスペクトルデータである。このデータのカラー表示は3つのバンドを選択し，各バンドに色の3原色であるR(Red)，G(Greeh)，B(Blue)を割り当て表示することにより行われている。この場合，画像の持つ色彩はバンド間の差異により左右される。また，一般的な画像強調は各バンドに対し独立に強調を施し，再びカラー合成する方法である。したがって，このよ

* (財)リモート・センシング技術センター
** 土木工学科

うな強調方法では色彩を強調することは困難である。ここで HSI 変換について考えてみる。HSI 変換とは，画像データと色の属性値との間の変換技術のことを示している。この色属性を用いて強調を行えば，従来の方法より有効な強調が行えるはずである。また近年，比較的類似した観測波長帯，分解能を持った衛星データの入手が可能となってきた。

このような背景から，本研究では，HSI 変換技術を応用し，既在の特徴量抽出手法と組み合わせた画像強調の手法について検討を行い，その手法を用いて画像合成を行い，得られた画像からその妥当性について考察を行った。

§2.　HSI 変換による画像強調

2.1　色の 3 属性

我々が日常使う色と言う言葉は厳密には色相のことを示すものである。例えば，同じ緑色でも明るいもの，暗いもの，鮮やかなもの，そうでないもの等何種類もの緑色が現実には存在している。日常的には，これらをふか緑や黄緑といって区別しているが，現実には言葉では表現できない色のほうが多いものと思われる。これらを表現する方法として，しばしば色の属性が用いられている。図—1 には色の 3 属性の考え方を示し，以下でそれらについて略説する。この図では点 P によって示されるある色に対応する属性を用い，説明している。

色　相（Hue）

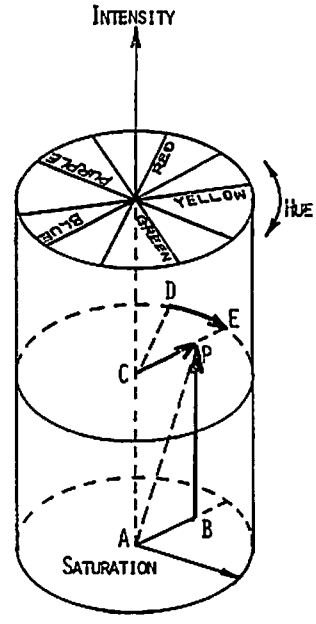
赤・黄・緑・青・紫を 5 つの基本となる色相と言い，その間に中間色相を置き，それら10色相を基本色相とし，同心円上に等間隔に配置したものを示す。したがって色相とは，色円（同心円として示されている）のどの方向に位置するかを表したもので，図中では ∠DCE のなす角がこれに対応している。

明　度（Intensity）

上述の色円の中心を貫く白から灰色を含む明るさの軸を示すもので，黒→灰→白の系列から構成されている。黒は反射率ゼロの理想の黒から，白は同じく 100％の理想の白までの範囲内で，明度が高い場合は軸の上方に，低い場合は軸の下方に位置するものである。したがって明度は色円の中心貫く軸のどの高さに位置するかを表したもので，図中では BP(＝AC) の距離がこれに対応している。

彩　度（Saturation）

色の鮮かさの程度を示すもので，色の濃さと考えてさしさわりない。色円上にこれを示せば，円周上には一般に鮮かな彩度の高い色が並び，その中心には灰色が位置が位置する。ある同一色相で，彩度の低い色は，高い色がある円周上の位置と円の中心を結ぶ直線上

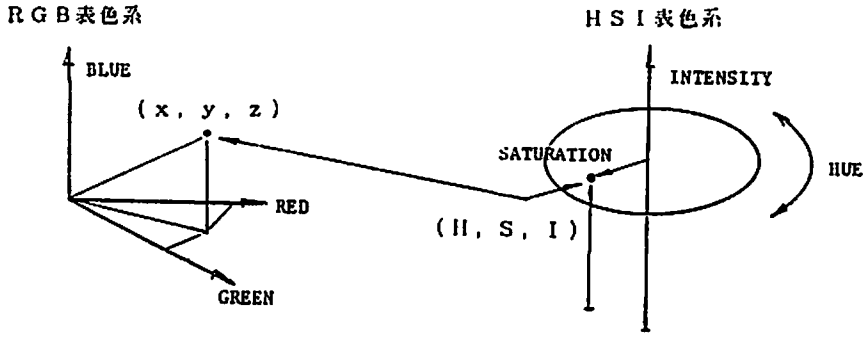


図—1　色の 3 属性の概念

にあり，中心に近ければ近いほど彩度が低い色となる。したがって彩度とは色円の中心からの距離によって表され，図中では直線 CE 上に存在する点 P によって示される。

2.2 HSI 変換の考え方

色は3属性によって人間の視覚特性に近い形で分類されることがわかった。したがってこの尺度を利用してカラー画像の強調を行うことができれば，それは有効な画像強調手法となるであろうと考えられる。しかしながら，RGB 表色系上に表示されているカラー画像は，表色系上への単なる物理的表示にすぎないため，画像を構成する3つのバンドの画素値が色の属性を示しているわけではない。一般に HSI 変換とは，色の3原色で構成される RGB 表色系と3属性で構成される HSI 表色系との間の変換，すなわち RGB-HSI 変換と HSI-RGB 変換の2つの変換のことを示す。ここでは RGB 表色系の画素値と HSI 表色系の色彩値は1対1に対応している。この変換の考え方を図―2に示す。



RGB-HSI 変換
$H=g_1(x, y, z)$
$S=g_2(x, y, z)$
$I=g_3(x, y, z)$
g_1～g_3 は RGB-HSI 変換関数

HSI-RGB 変換
$R=f_1(H, S, I)$
$G=f_2(H, S, I)$
$B=f_3(H, S, I)$
f_1～f_3 は HSI-RGB 変換関数

図―2　HSI 変換の概念

一般的な HSI 変換を用いた画像強調は，RGB 表色系上の画素値を HSI 表色系上の色相，彩度，明度の各値に変換し，そこで必要に応じて種々の強調を施し，再び RGB 表色系にもどすものである。これは，各画素の持つ色の属性値それぞれに対して直接強調を施す方法であるため，再びカラー画像化したとき，画像上に表れる強調の効果が感覚的に理解しやすい特徴がある。したがって筆者らはこの方法を応用した画像強調の手法について検討することとした。

§3.　複合 HSI 変換を用いた画像強調

一般的な HSI 変換による画像強調に関しては，すでに多くの報告がなされ，有効な強調手法となることが確認されている。そこで本研究では既存の HSI 変換の応用方法を検討し，その方法を適用し，画像合成を試みた。この強調方法を複合 HSI 変換と呼び，以下でその手法について述べる。

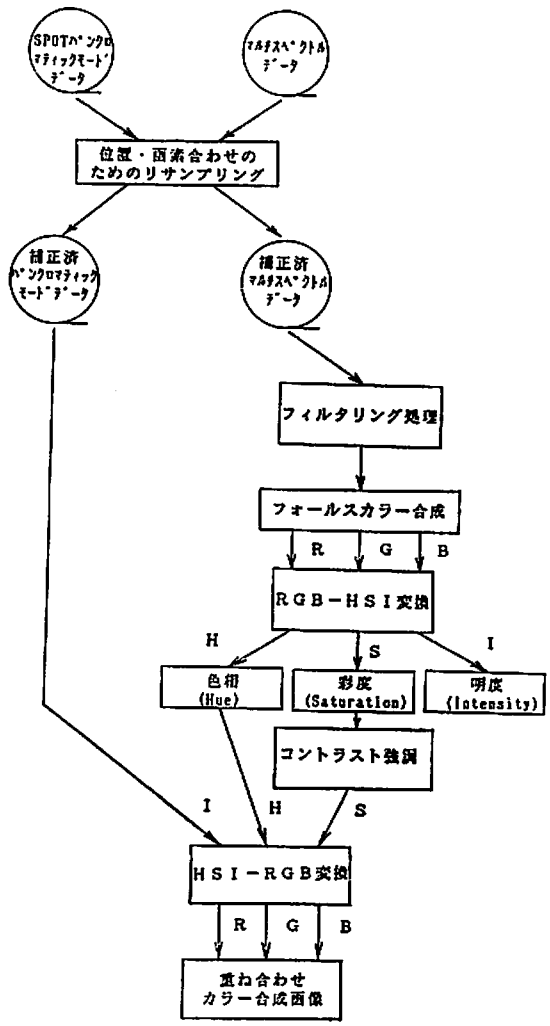
従来の HSI 変換を利用した方法では，オリジナル画像から算出された色属性について目的に応じて強調が行われることが一般的であった。しかし，この方法では，オリジナル画像よりかなり鮮明な画像が得られるものの，見えないものは見えないという事実を覆えすことは不可能である。そこで本研究では，見えないものを見えるようにすることを可能にするため，色属性に対する強調を行うと同時に，目的に応じた見えるデータを別に作成しておき，後に必要に応じて属性データと置き換えることとした。すなわち筆者らの提案する複合 HSI 変換による画像強調手法とは，既存の HSI 変換による画像強調手法と特徴量抽出手法とを組み合わせた強調手法のことである。

§4. 適　用　例

複合 HSI 変換の画像強調に対する適用として，都市域に関しては，東京都心部と名古屋市街地を，山岳地に関しては，八ヶ岳周辺地域をそれぞれテストサイトに設定した。使用したデータは観測波長帯と地上分解能が大きく異ならない SPOT，LANDSAT，MOS-1 の各衛星から観測された5種類のデータである。

4.1 都市域において

衛星画像から都市構造等の判読を行う場合，判読の要点としては，ビルなどに代表される大型構造物や道路などの線状構造物の識別が可能か否かがあげられる。これらの識別は，画像上の輝度によって左右されていると思われる。また明度の程度は主に輝度に反影されることが経験的に認識できる。したがって都市域においては明度情報を強調することが重要であるとの結論を得た。そこで明度情報の強調方法について考えれば，この尺度において見えないものを見えるようにすることは，すなわち白黒画像の分解能を上げることにほかならない。現在我々の利用できる衛星データの中で最も分解能の高いものは SPOT パンクロマティックモードデータで10mの白黒画像をもたらしてくれる。そこでこの SPOT データとオリジナルのマルチスペクトルデータの持つ明度情報との置換を行うこととした。図—3にこの場合の処理の流れを示す。以下で処理手順について示す。



図—3　都市域における複合変換のフロー

マルチスペクトルとパンクロマティクの両デー

タは分解能も観測範囲も異なるため，地上基準点を用いて，両データの位置合わせ及び画素合わせのためのリサンプリングを前処理として行った。この場合のリサンプリングはオリジナルデータを壊さないとされるニアレストネイバ法を用いて行った。拡大されたパンクロマティック画像には，拡大による不自然なエッジが存在するためスムージング処理を施した。このときのスムージングサイズは拡大倍率にほぼ等しくなるようにした。彩度についてはコントラストストレッチを行った。これはデータの分布を分数個に分割し，それぞれに対し，非線形ストレッチを施す方法によるものである。色相についてはオリジナルの状態を保存するための処理は行わないこととした。こうして合成されたカラー画像を写真―1，2に示す。

(1) LANDSAT MSS と SPOT パンクロマティックモードデータを用いた場合

使用データを以不に示す。

- SPOT HRV パンクロマティックモードデータ

  1986年10月17日観測

- LANDSAT MSS データ

  1986年10月17日観測

このカラー合成に使用した MSS データのスペクトルバンドは，R: バンド5　G: バンド7　B: バンド4である。対称地域は東京駅をほぼ中心とする東西 22.5 km，南北 18.5 km の範囲である。この場合の地上分解能は MSS で 80m，SPOT で 10mと両者の間で8倍もの差があるが，合成された画像からは，そのような異和感はあまり感じられない。

(2) MOS-I MESSR と SPOT パンクロマティックモードデータを用いた場合

使用データを以下に示す。

- SPOT HRV パンクロマティックモードデータ

  1986年11月 2 日観測

  1986年12月 2 日観測

- MESSR データ

  1986年11月22日観測

  1986年12月 2 日観測（宇宙開発事業団地球観測センターで受信処理された）

このカラー合成に使用した MESSR データのスペクトルバンドは R: バンド4　G: バンド3　B: バンド2である。対称地域は名古屋駅をほぼ中心とした東西 36km，南北 33kmの範囲である。この場合も MSS と同様に地上分解能を比較すれば，MESSR のそれは50mとなり，MSS との場合より若干その差は少ないものである。こうして合成された画像る MSS の画像と比較すれば，表れている色相が増し，全体的により自然な画像が合成されていると判断される。

(1)，(2)で得られたつの画像からは，合成した2種のデータの分解能の差に寄因する異和感はほとんど感じられず，色情報と細かな明暗情報がほど良く調和している印象を受ける。これは，人

6　平成元（1989）2　複合 HSI を用いた画像強調

写真 1　都市域に対する適用その 1（東京都心部）

写真 2　都市域に対する適用その 2（名古屋市街地）

写真 3　山岳地に対する適用（八ヶ岳周辺）

の視覚は明るさに最も敏感に反応するという特徴を変換を用いることによってたくみに利用した結果であると思われる。また彩度データにコントラストストレッチを施すことにより鮮かな画像を得ることができた。したがって当初の予想どおり，都市域のように輝度の明／暗パタンが他の情報より優先している地域においては，この手法によってかなり自然な画像合成が可能であることが確認できた。

4.2 山岳地において

山岳地における画像判読の要点は，樹木の被覆状態の認識，例えば針葉樹と広葉樹の区別が可能であるかというような内容が中心となるものと思われる。この植生被覆の認識においては，フォールスカラーであれば赤色の，ナチュラルカラーであれば緑の色の濃淡によるところが大きい。これは色の属性で言う彩度にほかならない。したがって山岳地のデータに対する画像強調においては彩度に対する処理を考える。

グローバルな緑の量の分析を行う方法の１つとして正規化植生指標；NVI (Normalized Vegetation Index) が一般的に知られている。この指標はマルチスペクトルデータの可視域と近赤外域の情報から算出される。ここではTMデータを使った場合の強調を試みた。データ諸元を以下に示す。

使用データ

LANDSAT TM データ

1984年10月26日観測

カラー合成に使用したTMのスペクトルバンドはR：バンド３，G：バンド４，B：バンド２である。対称地域は，北は美ヶ原から諏訪湖，八ヶ岳に至る東西43km，南北49kmの範囲である。この地域は八ヶ岳中信高原国定公園に指定されており，自然の豊かな場所としてよく知られている。ここでは植生情報の抽出として，TMのバンド３（0.63～0.69μm）とバンド４(0.76～0.90μm）を用い植生指標を求め，この結果とオリジナルの彩度データとの置換を行った。またNVI値は植生部分で高い値を示すので，この置換を用いれば，結果的には植生域への彩度のみを強調したことと同じ効果が得られるはずである。

合成画像と既在の植生図から得られた２～３の所見について述べれば，八ヶ岳中腹に見られる黄色はカラマツもしくはシラカバ林の紅葉と思われる。これより標高の高い所に分布する深緑色はシラビソ等の群落である。また霧ヶ峰の南斜面に見られる黄緑色はクリーミズナラの落葉紅葉樹を，八ヶ岳の山麓に点在する白っぽい緑色は牧場の牧草もしくはゴルフ場をそれぞれ示すものと思われる。この合成画像は必ずしも植生図に示されている分布図と一致しているとは限らない。むしろ，今回行ったような強論を画像に対し施せば，紅葉の程度など，まさに生きた植生の複覆状況を知ることができ興味深い。

§5. ま　と　め

本研究で提案した複合 HSI 変換を用いた画像強調によって得られた画像から以下に示すような結論が得られた。

(1) 都市域における適用においては，SPOT パンクロマティックデータによって得られるような高分解能な明度情報（白黒画像）を用いることが強調に対して有効である。

(2) 森林域における適用においては，NVI 算出のような植生情報の特徴量抽出技術を利用することが強調に対して有効である。

本研究をとおして，画像強調に対し，複合 HSI 変換技術を利用すれば，従来の強調手法を用いた場合より，より効果的で，しかも利用目的に応じた適切な強調を行えることが確認できた。

今回は，都市域と山岳地に対して，すなわち陸域に対する複合 HSI 変換の適用手法を検討したにとどまった。したがって今後，海域等に対する適用手法の検討が必要であると思われる。また，将来的には，全く異なった特性を持つデータ間（例えば OPS と SAR）の合成等に関しても対応していきたいと考えている。

参　考　文　献

1) 吉村，向井，木村：高分解能モノクロ画像を用いたマルチスペクトル画像の高分解能化，第13回計測自動制御学会リモートセンシングシンポジウム，p. 93（1987）.

2) 吉村，竹内，大嶋：HSI 変換による異種センサデータ重ね合わせに関する検討，昭和63年度日本写真測量学会年次学術講演会発表論文集，p. 25.

3) 大嶋，吉村，他：ランドサットＴＭデータによるカラー合成画像の色調効果について，法政大学工学部研究集報第22号，p. 187（1986）.

4) 福江，下田，坂田：HSI-RGB 変換に関する諸方式の比較，第１回色彩工学コンファレンス予稿集，p. 91.

5) 江森，島村，他：ＴＭ色表示画像の強調(1)，昭和60年度日本写真測量学会年次学術講演会発表論文集，p. 107.

6) 堀井，竹村，他：HSI 変調技術の応用，日本リモートセンシング学会第５回学術講演会論文集，p. 145（1985）.

7) 日本写真測量学会編：空中写真の判読と利用　―空からの調査―，鹿島出版会（1981）.

8) 江森，大山，深尾編：色　その科学と文化，朝倉書店（1984）.