

# 都市部航空写真画像における陰影領域の低減に関する研究

環境リモートセンシング研究室 小林 章  
指導教官 力丸 厚  
向井 幸男  
高橋 一義

## 1.研究背景と目的

近年、リモートセンシング技術の発展によって、航空写真を用いて固定資産の評価が実施されるようになった。しかし、都市部では、地形や建造物に起因する陰影領域が多く存在している。そのため、航空写真利用の目的を阻害する雑音、障害を低減することが望まれている。

そこで本研究では、デジタル画像化した都市部航空写真画像に含まれる陰影領域を認識し、本来の土地被覆情報を復元することを目的とした画像処理手法の検討を実施した。

ただし、陰影領域を認識あるいは復元できたのかという判断は、目視判読で判断をするしか方法がないので、機械的な処理によって解析した結果を人間の目で判断するものとした。

## 2.使用データ

本研究では、解析用データとして株式会社エア・グラフより提供していただいたデジタル化した航空写真画像を用いた。航空写真の大きな特徴は分解能が高いことである。航空写真の画像解像度は人工衛星によって取得されたりリモートセンシングデータよりも高分解能であり、建造物、道路、河川そして森林の状況を詳細に写し出しており、現地の状態を把握する際にとっても有効である。使用データ緒元を表 1、航空写真画像を図 1 に示した。

表 1 使用データ緒元

画像データ :	航空写真画像
波長帯域 :	可視の Red,Green,Blue
撮影日時 :	1996 年 1 月 16 日
撮影場所 :	東京都霞ヶ関
撮影高度 :	1000 m
地上分解能 :	50 cm
太陽の向き :	南西 北東



図 1 航空写真画像

## 3.解析手法

本研究の大枠は、陰影を認識して、陰影領域を復元することである。陰影の認識では、まず、航空写真画像のカラーバランスが崩れているのでカラーバランスの調整を行う。次に、航空写真画像に含まれる陰影を認識していくために、画像の正規化や各種指標画像の作成を行う。作成した各指標を基に、教師無し分類のクラスター分析によって、陰影領域

を試行抽出して、陰影領域の頻度分布特性を把握する。そして、各指標のヒストグラムから陰影領域を抽出する。陰影領域の復元では、統計量変換による補正方法と自動サンプリングによる補正方法を用いて、陰影領域の補正を行う。このような解析の流れで、航空写真利用の目的を阻害する雑音、障害を低減する画像処理手法の開発を実施していく。本研究の解析手法のフローチャートを図2に示した。

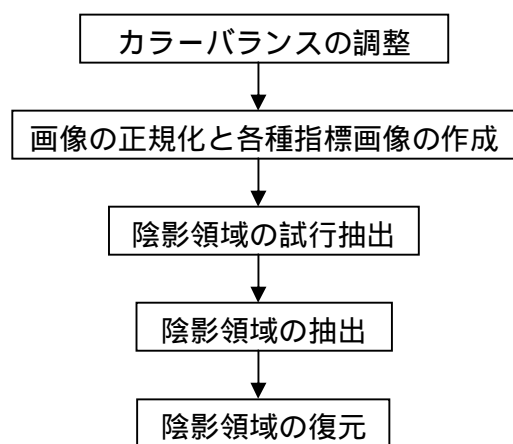


図2 解析手法のフローチャート

#### 4. カラーバランスの調整

スキャン入力した航空写真画像は、フィルム自体（撮影時の条件に起因）もしくはスキャナーの性能により、画像のカラーバランスが崩れている可能性がある。そのため、地表物（対象物）がグレー（白・黒）のところのRGBの輝度値をサンプリングして、その値がRGBの輝度値の平均値になるように変換式を作成した。そして、カラーバランスの調整をした画像を作成した。今後、このカラーバランスの調整をした画像を基本画像として解析を行っていく。基本画像を図3に示した。



図3 基本画像

#### 5. 画像の正規化と各種指標画像の作成

航空写真画像に含まれる陰影を認識していくために、画像の正規化や各種指標画像の作成を行って、解析処理をしやすくした。まず、バンド和による正規化手法を利用して、濃度変換した正規化画像を作成した。次に、基本画像のRGBの輝度値から陰影指標を算出して、陰影指標画像を作成した。陰影指標の式を以下に示した。また、基本画像のRGBの輝度値をIHS変換して、IHS画像を作成した。

$$\text{陰影指標} = \sqrt[4]{(256-R) \times (256-G) \times (256-B)^2}$$

R:赤の輝度値 G:緑の輝度値 B:青の輝度値

#### 6. 陰影領域の試行抽出

画像の分類手法である教師無し分類のクラスター分析のK-means法によって、陰影領域を抽出した。そして、作成した各種指標を画像全体とマスク内の陰影領域とマスク外の日なた領域の場合に分けてヒストグラムを作成した。これは、陰影領域の頻度分布特性がどのようになっているのかということを確認するために行った。しかし、この陰影領域を抽出する手法は、他の画像を扱う場合にもこの手法を行わなければならないし、解析者の主



観によるものである。ここでは、陰影領域の特徴を認識するためだけに試行抽出した。

## 7. 陰影領域の抽出

陰影指標、明度、彩度の頻度分布特性を用いて、閾値を決定することによって、陰影領域を抽出した。はじめに、陰影指標のヒストグラムを用いてモード法によって閾値を決定した。そして、閾値未満を日なた領域、閾値以上を暫定的な陰影領域とした。しかし、暫定的な陰影領域には、含まれてしまった日なたの対象物と含めない陰影の対象物（無彩色な建物や横断歩道）が存在する。このような対象物を取り除くために、暫定的な陰影領域と日なた領域の場合で分けた明度のヒストグラムを用いて、閾値を決定して、暫定的な陰影領域に含まれて明度が閾値以下を陰影領域

として、暫定的な陰影領域に含まれてしまった対象物を除去した。また、暫定的な陰影領域と日なた領域の場合で分けた彩度のヒストグラムを用いて、閾値を決定して、日なた領域に含まれて彩度が閾値以下を陰影領域として、暫定的な陰影領域に含めなかった対象物を抽出した。そして、陰影領域、を陰影領域として抽出した。

しかし、陰影領域に日なた細かい領域の画素が存在したり、日なた領域に陰影の細かい領域の画素が存在したりしている。これは、ノイズ(スキャン時のごみ)の影響だと考えられ、このような領域の画素は陰影領域の復元をするときに不鮮明になる原因となるので除去する必要がある。そのため、ラベリング処理によって、各ラベルの画素の面積を求めることによって、ノイズを除去した。これによって、画像を不鮮明にする要素を取り除いて、陰影領域を決定した。基本画像の上に陰影領域をマスクしたものを図4に示した。

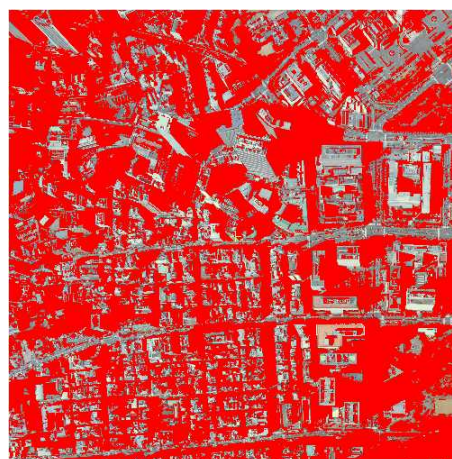


図4 陰影領域のマスク画像

## 8. 陰影領域の復元

### 8.1 統計量変換による陰影領域の補正

基本画像の RGB の輝度値から陰影領域と日なた領域の平均値と標準偏差をそれぞれ算出した。以下に示した統計量変換による補正式を用いて、陰影領域の RGB の輝度値だけを変換した。統計量変換による補正した画像を図5に示した。

$$y = \frac{S_y}{S_x} (x - x_m) + y_m$$

x:陰影の輝度値 y:統計量変換された輝度値

$x_m$ :陰影の平均値  $y_m$ :日なたの平均値

$S_x$ :陰影の標準偏差  $S_y$ :日なたの標準偏差



図5 統計量変換による補正画像

## 8.2 自動サンプリングによる陰影領域の補正

画像上を5×5のフィルタを移動させて、フィルタの中心画素が陰影で、フィルタの右上の画素が日なたの場合にのみサンプルを自動取得した。これは、太陽の光の方向が南西から北東であるから、陰影が北東に向かってできるので、右上の日なたの画素値が中心画素の陰影の画素値になるようにするためである。このような方法で、対となるサンプルを自動取得して、このサンプルから単回帰分析による補正式を作成した。そして、残差を算出して、残差の平均±標準偏差以内のサンプルのみを自動取得して、新たに単回帰分析による補正式を作成した。そして、陰影領域のRGBの輝度値を補正式により変換した。自動サンプリングによる補正画像を図6に示した。



図6 自動サンプリングによる補正画像

## 9. 考察

統計量変換による補正方法では、陰影領域を日なた領域の濃淡情報に変換処理を行って、陰影領域が明るくなった。それによって、土地被覆情報を認識しやすくなったので陰影の影響を低減できたのではないかと考えられる。さらに、強調処理を行うことによって、対象物が認識しやすくなると考えられる。

また、自動サンプリングによる補正方法で

は、単回帰分析を用いて陰影領域の補正を行った。しかし、補正した陰影内が全体的に無彩色になってしまったため、自動サンプリングの方法を再検討する必要があると考えられる。

## 10. まとめ

各種指標の中から、陰影の影響を抽出できる陰影指標、明度、彩度のヒストグラムを用いて、デジタル化した航空写真画像の陰影領域を認識して、統計量変換による方法と自動サンプリングによる方法で陰影領域の復元を行った。

クラスター分析ではなく、ヒストグラムにより陰影領域の抽出をすることによって、主観的要因を軽減した。また、陰影領域補正の自動化によって、解析の効率化を図った。さらに、ヒストグラムの閾値決定手法の検討やサンプリング精度を向上させていくことが必要である。

本研究によって、陰影による障害を低くする画像処理技術手法を開発することができた。また、固定資産等の把握に利用されることが示された。

## 参考文献・ホームページ

- 1) 日本リモートセンシング研究会：  
図解リモートセンシング、日本測量協会
- 2) Toni Schenk：  
デジタル写真測量、日本測量協会
- 3) 株式会社エア・グラフ：  
<http://www.h7.dion.ne.jp/~airgraph/>