

I-2 衛星リモートセンシングデータの品質管理支援を念頭においた画質判定システムの構築

ON THE JUDGEMENT SYSTEM OF THE IMAGE QUALITY FOR SUPPORTING QUALITY CONTROL
OF SATELLITE REMOTE SENSING DATA

桑原 祐史*、小島 尚人**、大林 成行***

Y. Kuwahara, H. Kojima, and S. Obayashi

抄録：本研究では、今後益々多様化する衛星リモートセンシングデータ（以下、衛星データ）の品質管理支援を念頭に置き、画質の判定について検討を進めた。衛星リモートセンシングに関する科学技術の進歩はめざましく、データの高分解能化、多様化は急速に進んでいる。このような中、衛星データの利用者は膨大な量のデータの中から画質の良否を判定し、目的に応じたデータを検索・購入する必要がある。本研究では、衛星データに内在する「ボケ（blur）、雲とその影、ノイズ」の3つを画質の判定要素として設定し、各々の判定方法および判定精度について検討を進めた。検討の結果、衛星データの画質を判定する上で十分な精度が得られることが判った。さらに、3つの判定要素に対する個別の判定手順を組み合わせて、画質判定アルゴリズムとして取りまとめるとともに、「利用しやすい」情報の表示形態についても検討を進めた。

Abstract: This paper discusses the practical procedure for the judgement on the satellite remote sensing data quality. In this study, "Blur", "Cloud/Shadow", and "Noise" in the image were set up as elements for evaluating image quality. 1/f fluctuation value was applied for evaluating the blur and Maximum Likelihood Method was used to discriminate the cloud and shadow from other land cover categories. Adaptive Smoothing Method (S. Kawata, S. Minami, 1984) was used to extract line noises. According to the examination for MESSR, TM, HRV and OPS data, the results of this study are as follows: 1) It was found that the cloud, shadow and noise region was extracted with adequate accuracy. 2) Against expectation, there is a suspicion that the fluctuation value is limited in evaluating the blur in the image. Further investigation on this issues is necessary. 3) The algorithm for judgement of image quality was proposed. Furthermore, the expression form arranging the results of judgement was proposed to support the user for referring to the various kinds of satellite remote sensing data.

キーワード：画質判定、衛星リモートセンシングデータ

Keywords: judgement of image quality, satellite remote sensing data

1. はじめに

地球環境問題がクローズアップされてから久しいが、近年、建設分野では自然環境に大きな影響を与えかねない大規模な開発プロジェクトが数多く見受けられる。グローバルな視点から地球環境をモニタリングする必要性が再認識され、衛星リモートセンシングに寄せられる期待は以前にも増して高まりつつある。このような中、衛星リモートセンシングに関する科学技術の進歩はめざましく、データの高分解能化、多様化が進んでいる。データの利用者は、膨大な量の衛星データの中から、画質の良否を判定し、様々な解析目的に応じたデータを検索・購入する必要がある。しかし、検索を支援するために予め用意されている画像カタログには、雲量や画質に関する判定結果が記載されてはいるものの、必ずしも実際の画像の質との整合が取れてい

ないといった声も聞かれる。また、急速なハードウェアの進歩に伴いEWS (Engineering Work Station) やパーソナルコンピュータをベースとして、衛星データを用いた様々な画像処理/解析を進めるユーザが数多くなっている。このことから、フルシーンのデータに加えてサブシーンを対象としてデータを購入する利用者が数多くなっており、任意の領域に対する画質判定結果を逐次参照・入手したいというニーズが益々高まることも予想される。今後、膨大な量の衛星データの画質をコンピュータ処理を通じて判定し、判定結果をデータの利用者に提供するというアプローチは、必要不可欠な課題となるはずである。そこで、本研究は、衛星データの画質判定をどの程度まで自動化できるのかについて多角的な視点から検討を進めるとともに、画質の自動判定システムの設計/開発を目指すものである。画質評価に関する研究は古くから難問の一つにあげられており、画質判定を完全に自動化できる手段はないと言っても過言ではない。現時点において画質判定に有効と判断される要素技術を組み合わせ、

* 学生員 東京理科大学大学院

(〒278 千葉県野田市山崎2641)

** 正会員 工博 東京理科大学講師 理工学部土木工学科

*** 正会員 工博 東京理科大学教授 理工学部土木工学科

画質判定システムの設計／開発へと展開しようとする本研究のアプローチは、衛星データの有効利用技術の確立を目標とした情報システム科学研究の一つとして意義を有する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の4点である。

①衛星データの利用者にとって有用となる画質判定のあり方について検討する。画像に内在する「ボケ(blur)、雲とその影、ノイズ」の3つを衛星データの画質判定要素として設定し、本研究で取り扱う範囲を入念に検討する。

②近年、ランダムな自然現象や人間の感性に関わる評価の分野において注目されるようになってきた「 $1/f$ ゆらぎ (f :空間周波数)」を画質の定量的な判定指標の一つとして取り上げ、ボケ(blur)およびノイズを含んだ画像の質との因果関係の有無について分析する。

③既往の研究調査を通じて、「ノイズ、雲とその影の領域」の判定方法の現状を整理し、許容できる判定精度について検討する。ユーザにとって有用となる画質判定結果の出力形態を考えるとともに、本研究で設定した3つの画質判定要素について実用性のある判定アルゴリズムを提案する。

④建設分野における衛星データを取り扱うトータルシステムを想定した上で、本研究で検討を進める画質判定システムの位置づけを明確にする。さらに、画質判定システムの設計／開発を進める。

3. 衛星データの品質管理／運用の現状と

本研究の範囲

3.1 衛星データの品質管理／運用の現状

現在、衛星データの画質判定は、データ配布機関の熟練技術者による目視判定によって進められている。判定結果は、「雲量」および「画質」といった2つの項目別に表-1に示す表示形態で画像カタログに掲載されるが、必ずしも実際の画像の質とこれらの判定結果との整合が取れていないといった声も聞かれる。また、データの利用者は、クイックルック画像、焼き付け写真、マイクロフィルムといったカタログ以外の情報を用いて画像の雲の分布状態等を確認することが多い。しかし、全てのデータに対してこれらの情報が準

表-1 判定結果の表示形態¹⁾

判定項目	判定結果の表示形態
雲量 (Cloud Cover)	画像中の雲で覆われた領域の割合を0~100(%)まで10(%)間隔で表す。処理されたデータ(CCTウント値)については、処理画像を用いて判読し、未処理のデータについてはクイックルック画像によって判読している。
画質 (Quality)	各バンド毎のデータの品質等を次の6つの段階で判定している。 G:Good 良 F:Fair 普通 P:Poor 不良 U:Uncorrect 処理不能 N:No data データの欠損 R:Reject データの廃棄

備されているとは限らず、場合によっては鮮明さに欠けるといった問題もあり、衛星データの画質を判定する上で必ずしも十分な情報であるとは言い難い現状にある。

3.2 本研究の範囲

(1) ボケ(blur)の判定

画質の定量評価に関する研究は数多く、古くから様々な指標が提案されている。代表的な指標としては、PSF(Point Spread Function)の半値幅で定義される画質改善率やアキュタンスがあげられる²⁾⁻⁴⁾。しかし、両指標ともに特定のエッジ部分の鋭さを測るうえでは有効であるが、画像全体としての画質を評価する上では限界があることが報告されている。このような中、近年ランダムな自然現象や人間の感性を評価する分野で注目されているゆらぎによる画質評価が期待できる⁵⁾⁻⁷⁾。ゆらぎは、対象とするデータの波形や軌跡の全てがそれぞれ意味を持つと言うほど情報の密度は高くなく、ある部分が周囲や全体とどのような関係にあるのかといったことを示すものである⁶⁾。このことから、画像全体に渡る画質を評価する上で有効な指標となり得る可能性がある。本研究は、新たな画質の定量評価指標として「 $1/f$ ゆらぎ」を採用し、元データの画質(ボケ)の判定を試みる。

(2) 雲とその影の判定

衛星データの利用者は、データ購入時に画像カタログの雲量の判定結果を参照し、購入の対象とするデータの候補を絞り込む。しかし、カタログに記載されている判定結果と実際の画像の質との整合が必ずしも取れていないといった声も聞かれる。また、雲の影に関

する情報は、データ購入の是非を判断する際に重要な判定要素となるにも関わらず、カタログには記載されていないといった現状にある。

データの高分解能化と多様化が進んでいる現在、判定作業の手間を考えると統計処理に基づき、簡便かつ迅速に雲とその影の領域を判別し、判定作業を効率化することも望まれる。そこで、本研究は、陸域の分類において高い精度が得られるとの報告がなされている教師付き最尤法を用いて即時処理が要求される雲とその影の領域の判定を進める。現在、画素単位での被雲率を求めようとする研究も見受けられるが、雲とその影領域の判定結果については、当面、判別された画素数から面積占有率(%)を算出するに留める。

(3) ノイズの判定

衛星データには、衛星の軌道や姿勢変動、センサの走査運動やセンサそのものの問題、更にはセンサ開口特性や撮像系の移動等、様々な要因によるノイズが内在している。このことから、衛星データを用いて画像処理／解析を進める際には、ノイズを取り除くために前処理として平滑化処理や雑音低減処理を施す場合もある。画像の平滑化処理および雑音低減処理に関する研究は数多く、古くから様々な手法が提案されているが、本来ノイズは除去されるべきものであることから、ノイズそのものの検出・強調を目的とした研究は著者らの知る限り見あたらない。しかし、データの利用者の立場で考えると、「衛星データのどの位置にノイズが存在するのか」といった情報は、データ入手時に極めて重要な問題となる。既往の研究において見逃されている点として指摘できる。そこで、本研究は、衛星データに内在する様々なノイズのうち、特に画像処理／解析に影響を及ぼすラインノイズを対象として判定を進める。

4. 研究の構成

本研究は、図-1に示す4つのステップから成る。

①STEP1：対象データおよび対象領域の選定
 使用したデータは、広く一般に利用されているMOS-1/MESSRデータに加えて、LANDSAT/TM、SPOT/HRV、さらにJERS-1/OPSデータを対象とした。本研究で設定した画質判定要素別に、その判定方法および判定精度について検討を進める上で、対象とする領域内に様々な土地被覆項目

が含まれていることが重要となる。そこで、畑、水域、樹林、市街地等数多くの土地被覆項目が含まれていることを考慮し、大阪湾、三河湾および兵庫県小野市周辺を判定対象領域として選定した。

②STEP2：画質判定方法に関する検討

本研究で設定した3つの画質判定要素に対する判定方法を整理した。具体的には、現時点において衛星データの画質判定に有効であると判断される「 $1/f^n$ ゆらぎ(ボケの判定)」、「教師付き最尤法(雲とその影の判定)」さらに「適応化平滑化法(ノイズの判定)」について記述した。(第5章)

③STEP3：画質判定結果と判定情報の整理

STEP2で整理した判定方法により、衛星データの画質判定を進める。即時処理が要求される画質判定システムに組み込む上で要求される判定精度について検討を進めるとともに、個別の画質判定要素に対する判定結果を取りまとめた画質判定情報の表示形態についても入念に検討を進めた。(第6章)

④STEP4：画質判定システムの構築

個別の画質判定要素に対する判定手順を組み合わせ、画質判定アルゴリズムとして整理するとともに、画質判定システムの開発を進めた。近年、建設分野においても各種画像データを導入した適用業務システムの開発が進んでいる。しかし、画像データ(衛星データを含む)を取り扱う際には、データ量および画質の問題は避けては通れない重要な課題となる。そこで、これ

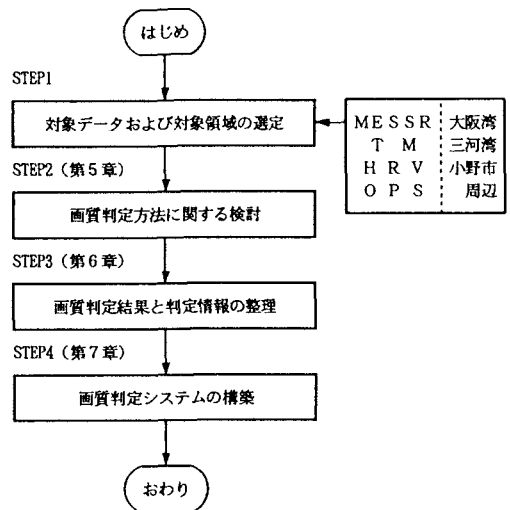


図-1 研究の構成

らの問題に対処すべく、著者らが今までに研究を進めてきた画像圧縮（JPEG）、画質改善（RGS法）および新たに作成する画質判定システムを各種適用業務システムを構成するサブシステム群に位置づけた上で、トータルシステムを指向する⁹⁾。（第7章）

5. 画質判定方法に関する検討

5.1 ポケ (blur) の判定

最近、様々な自然現象とゆらぎの値との因果関係を分析しようとする研究が注目されているが、衛星データの画質をゆらぎの値によって判定しようとする着想は、見あたらない。本研究におけるゆらぎの値とは、両対数グラフ上にプロットしたパワースペクトルの傾きをもって定義する。具体的には、まず判定対象データのカラーおよびライン方向全てのデータ点列を対象としてパワースペクトルを計算し、各空間周波数成分毎に平均値を算出する。このパワースペクトルの値を両対数グラフ上にプロットし、回帰直線の傾きをもってゆらぎの値とする。

5.2 雲とその影の判定

本検討では、教師付き最尤法を用いて、図-2に示す流れに従って雲とその影の領域を判定する。「雲と影」、「その他の土地被覆（複数）」のトレーニングデータを設定した後分類を進め、「その他の土地被覆（複数）」として分類された画素を、コンピュータ内で自動的に統合するものである。

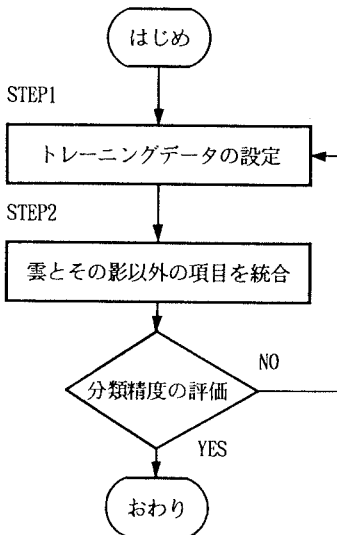


図-2 判定の流れ

5.3 ノイズの判定

本検討では、画像濃度値の局所的な性質の違いに適応して平滑化処理を施すことができる適応化平滑化法を用いてノイズの抽出・判定を試みる^{9), 10)}。以下、適応化平滑化法について簡単に説明する。

元データ $x(i)$ が、雑音成分の含まれていない信号成分 $s(i)$ および雑音成分 $n(i)$ の和として式(1)で表現できるとする。いま、雑音 $n(i)$ は平

$$x(i) = s(i) + n(i) \quad \dots\dots\dots (1)$$

均值0、分散 σ_n^2 を持つ不規則定常雑音とし、信号は短い時間区間内では定常であるとする。このとき、最小二乗誤差規範を満足する信号の推定値を $\hat{s}(i)$ とすると、 $\hat{s}(i)$ は $E\{(\hat{s}(i) - s(i))^2\}$ を最小とする値であり、これは次式で与えられる。

$\bar{x}(i)$ は、一定幅のウィンドの単純平均により求

$$\hat{s}(i) = \frac{\sigma_x^2(i) - \sigma_n^2}{\sigma_x^2(i)} \{x(i) - \bar{x}(i)\} + \bar{x}(i) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\bar{x}(i) = E\{x(i)\} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\sigma_x^2(i) = E\{(x(i) - \bar{x}(i))^2\} \quad \dots\dots\dots (4)$$

但し、

σ_n^2 : 雑音の分散

σ_x^2 : 元データの分散

め、この幅の中で元データの分散 $\sigma_x^2(i)$ を計算すれば式(2)よりノイズが除去されたデータが得られることとなる。本研究では、元データの濃度値の変動をなるべく保ちつつ、ノイズを低減することを目的として試行的にウィンドサイズおよび分散の値を決定した。衛星データを対象とする場合には雑音の分散 σ_n^2 を厳密に推定することは困難である。このことから、分散の違いが判定結果に及ぼす影響については、今後の課題とする。

ノイズの判定に際しては、適応化平滑化法による平滑化画像を作成し、カラー方向に元データとの残差平方和を計算する。次に、着目したラインの前後5ラインを対象として、多数決法により異常であると判断されたラインをもってノイズとして判定するものである。

6. 画質判定結果と判定情報の整理

6.1 ボケ (blur) の判定結果

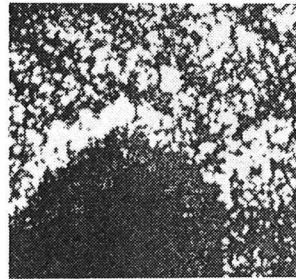
衛星データ別、雲およびノイズが含まれた画像別に数多くの検討ケースを設定して判定を進めた結果、必ずしもゆらぎの値と実際の画像の質との整合が取れず研究当初期待していた成果は得られなかった。ボケの判定については継続して検討を進める予定にあるが、具体的には、著者らが提案した画質改善手法 (RGS法: the image Restoration method with Gauss-Seidel algorithm¹¹⁾) によって画質を改善した画像と元データとの差の成分を取り、ボケの状態とゆらぎの値との因果関係について分析していくことを考えている。

6.2 雲とその影の判定結果と

その効果

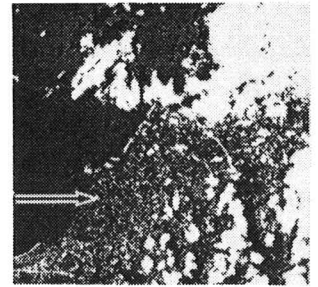
(1) 雲領域の分布状態と面積占有率

図-3 (a) ~ 図-3 (d) に判定画像を示す。各々の判定画像の下には雲とその影の領域として判別された画素数から算出される面積占有率を示した。図-3 (a) および図-3 (b) の雲領域に対する面積占有率に着目すると、両判定画像ともに約30 (%) を示しており、画像全体としての雲の面積占有率はほぼ等しい。しかし、雲の分布状態に着目すると、図-3 (a) では綿状の雲が画像全体に渡って分布しており、全く利用できないデータである。一方、図-3 (b) では、雲が画像右上に固まって分布しており、図中矢印で示した部分を解析対象とするユーザにとっては、十分使用可能なデータである。同様に、図-3 (c) では、画像の右下方に雲領域が集中しており、その他 (画像左半分等) については使用可能なデータである。面積占有率がほぼ同じであっても雲の分布状態に大きな違いがあり、データの利用価値が異なることが判る。また、図-3 (d) は、面積占有率が39.6 (%) とかなり高いが、図中矢印で示した箇所については雲が存在せず、使用可能なデータである。同一領域のデータである図-3 (c) と比較すると、約1.5倍の面積占有率を示しているが、図中矢印で示した領域はほぼ等しい面積を



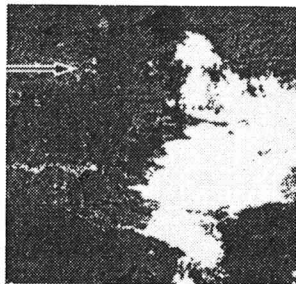
雲領域	27.9 (%)
影領域	7.0 (%)

(a) 判定画像 (MESSR)



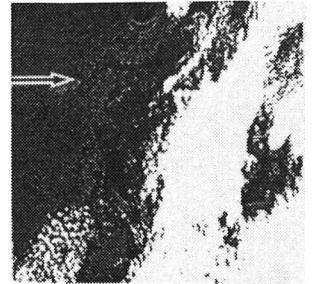
雲領域	33.3 (%)
影領域	9.1 (%)

(b) 判定画像 (OPS)



雲領域	23.2 (%)
影領域	14.2 (%)

(c) 判定画像 (TM)



雲領域	39.6 (%)
影領域	24.2 (%)

(d) 判定画像 (TM)

図-3 判定画像の出力例

占めており、データの利用価値は同等と言える。位置に関する情報の重要性が指摘できる。本研究で作成した画質判定システムでは、前述した3種類のトレーニングデータを選定するのみで図-3に示した判定画像を容易に作成できる。画像カタログに記載されている「雲量」に相当する面積占有率を提示するとともに、雲の「位置」に関する情報が表示される。

トレーニングデータの選定は、任意の大きさの矩形領域を簡単な操作で指定できるようになっており、システムの操作性については十分に配慮した。画像をディスプレイ装置に表示し、トレーニングエリアを指定するのに要する時間は数分であり、実用上問題にはならない。むしろ、雲とその影の判別に要するCPU時間が問題となるが、TMデータ (1024x1024) の処理に要する時間は2~3分程度である。従って、トレーニングデータの選定から判定結果を得るまでのターンアラウンドタイムの面から見ても問題はない。

また、本システムでは、図-3のような判定画像そのものを圧縮した上でデータベース化し、次回以降の判定処理は全く必要ないように配慮されており、即時に判定画像を表示できるようになっている。

(2) 影領域の分布状態

図-4の①で示した箇所は影領域である。雲の領域に隣接してかなり広い領域を占めていることが判る。データ購入の是非を判断する際には、雲領域に加えて、その影の領域の「位置のズレ」に注意する必要がある。現在、画像カタログには雲の影に関する情報は記載されていない。

このことから、図-4に示すように、雲の影の位置を示した情報は、衛星データを処理／解析しようとするユーザにとって有用となる。

土地被覆の時系列分析等を行う際には、観測年度別／季節別に複数の衛星データを必要とすることから、解析領域内に存在する雲とその影の分布状況を即時に確認できるとともに、データ購入の是非を判断できることが重要な要素となる。以上の判定結果が提供されることにより、データ利用者のデータ検索効率を高め、かつシステム全体としてのターンアラウンドタイムの向上に寄与するものと言える。

6.3 ノイズの判定結果とその効果

図-4の左から右に直線で示されている「線」がラインノイズの判定結果である。ラインノイズは、矢印②で示すように数ラインがかたまっている場合と、矢印③のように散在している場合がある。カラーディスプレイ装置に画像を表示した際に、矢印②のような分布状態を示すラインノイズは目視でも判定しやすいが、矢印③のような場合には、設定するスライスの値によっては視認できないか、もしくは見逃してしまう場合もある。

本研究では、適応平滑化画像と元データとの差の値からノイズの有無を判定していることから、平滑化が過度な場合には、本来ノイズではないものまでもノイズとして判定してしまう可能性がある。逆に平滑化効

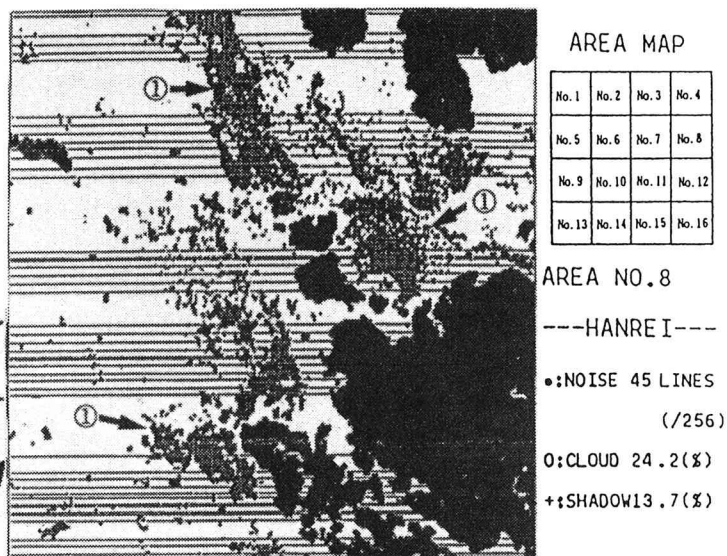


図-4 画質判定情報の表示例

果が小さい場合には、本来ノイズであるものを抽出できなくなる。つまり平滑化効果の違いによってノイズを有するものとして抽出されるラインの数に変化する。このようなことからノイズラインの定量的な抽出精度には議論の余地が残されるが、本研究では元データ上で明らかにノイズとして視認される箇所を予め抽出した上で評価用の基準データを作成し、これをもとにラインノイズの判定精度を算出した。100ラインの基準データに対して、83%がノイズとして正しく判定されており、画質判定システムとして十分な判定精度が得られることが確認されている。

6.4 画質判定情報の作成

図-4に表示した画質判定情報では、右側の凡例の欄にラインノイズの本数、雲とその影の領域の面積占有率を示すとともに、左側には各々の判定要素の「位置」に関する情報を表示した。さらに、図中右上には「AREA MAP」を掲載している。図-4には、判定領域全域のうち、NO.8の領域に対する判定結果を掲載したが、フルシーンのデータに対する判定結果に加えて、衛星データの利用者が目的とする任意の領域に対する判定結果についても逐次表示できるように配慮している。紙面には判定情報のみを掲載しているが、図-4に示す画質判定情報と衛星データの利用者が購入の対象とする画像と併せて表示するか、地形図を重ねて表示することも簡便に行えるようになっており、画像

と判定要素の位置関係、さらに地図上の位置に関する情報を一目で把握できる。

提案した画質判定情報は、衛星データの利用者がデータ購入時に参照する支援情報として活用できるだけに留まらず、様々な画像処理／解析を施す際の前処理としてノイズ低減・除去処理等を行なうべきか否かの判断を下す際にも有用な情報となる。

7. 画質判定システムの構築

(1) 画質判定システムの構築

個別の画質判定要素に対する判定手順を組み合わせ、図-5に示す画質判定アルゴリズムとして取りまとめた。衛星データの入力から、判定結果の出力に至るまでの手順が整理されている。ここで、図中波線で囲まれた部分 (STEP2~STEP5) が、「画質判定システム」を構成する要素技術に相当する。個別の判定要素に対する判定方法を示すとともに、判定情報の流れについて整理した。本アルゴリズムは、画質判定システムにおける一連の画質判定処理および判定情報の流れを整理したものであり、システムの設計／開発を進める際の設計指針となるものである。

(2) 画質判定システムの位置づけ

建設分野においても各種画像データを導入したシステムの開発が今後益々盛んになるものと推察される。特に、衛星データを取り扱う際には、「ボケ (blur)、

雲とその影、ノイズ」等の要素によって、様々な画像処理／解析に適用不可能なデータも多数存在する。本研究では、著者らの今までの研究において入念な検討を進めた画像圧縮 (J P E G)⁸⁾、画質改善 (R G S 法)¹¹⁾ および本研究で開発した画質判定システムを各種適用業務システムを構成するサブシステム群として位置づけ、図-6に示すトータルシステムとして取りまとめた。

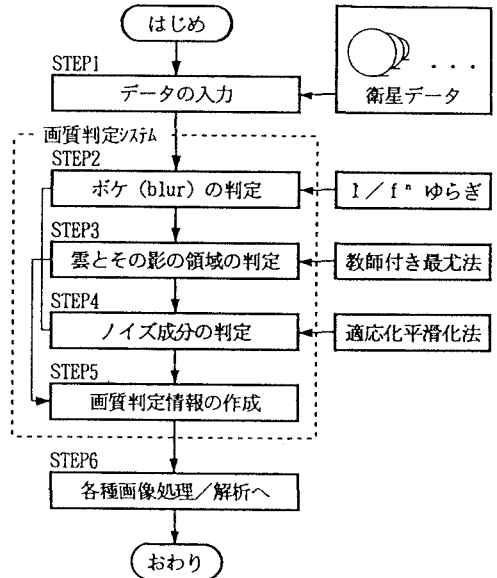


図-5 画質判定アルゴリズム

<トータルシステム>

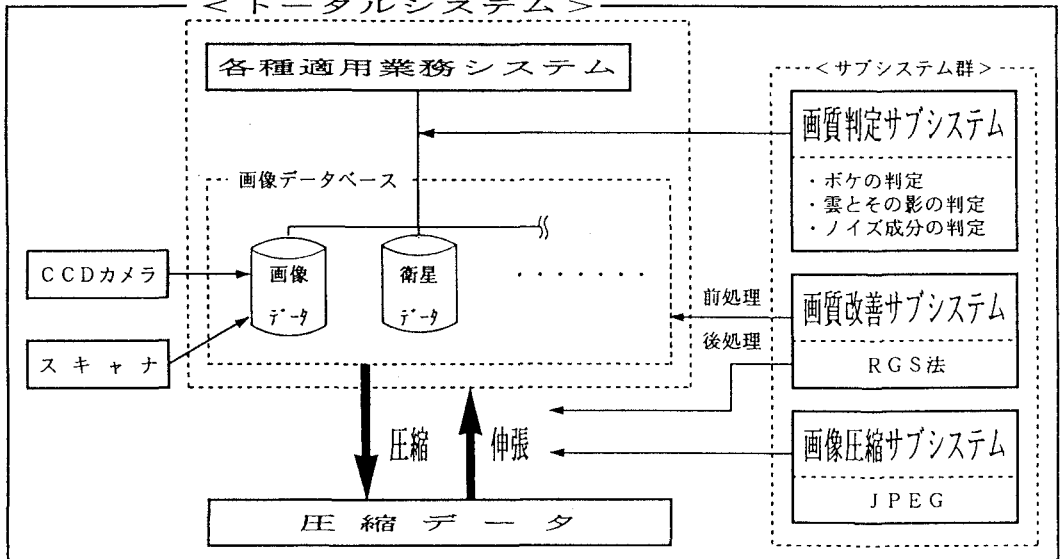


図-6 本研究で指向するトータルシステム

サブシステム群を構成する各種サブシステムは、衛星データのみならず各種画像データに対しても適用可能であり、汎用性に富むものである。各種適用業務システムでは、必要とするサブシステムを逐次サブシステム群から呼び込み、各々の機能を組み合わせて運用する。「画像圧縮」、「画質改善」および「画像の品質判定」といった各々のサブシステムを組み合わせることにより、即時処理が要求される膨大な量の衛星データを取り扱うシステムの効率的かつ効果的な運用に寄与するものと言える。

8. 研究の成果と今後の展望

(1) 研究の成果

本研究の成果は以下の4点にまとめられる。

①本研究で設定した3つの基本的な画質判定要素について各々の判定方法、さらに許容できる判定精度について入念に検討した。ボケ (blur) の成分の判定は、研究当初期待していた成果が得られなかったが、雲とその影、ノイズの判定については即時処理が要求される画質判定システムに組み込む上で十分な判定精度が得られることが判った。

②さらに、利用しやすい判定結果の表示形態について入念に検討を進め、図-4に掲載した画質判定情報を提示するに至った。データ購入時の支援情報として活用できるに留まらず、各種画像処理/解析を進める際のデータに関する情報として活用できるものである。

③個別の画質判定要素に対する判定手順を組み合わせ、「画質判定アルゴリズム」として取りまとめた。

④図-6に示した各種の画像データを取り扱うトータルシステムを想定したうえで、本研究で検討を進めた「画質判定システムのあり方」を明確にした。本システムは、各種適用業務システムにおいて「画質の判定」を担うサブシステムとして活用でき、汎用性の高いものである。

(2) 今後の展望

衛星データに内在するノイズは、ラインノイズ以外にも様々なものがあげられる。今後、ごま塩状のノイズの判定方法について検討を進めるとともに、SARデータ特有のスペククルノイズ等を含めて、本研究と同様の検討を進めることが課題となる。

衛星データを対象とした研究は、主として手法論、精度論的な問題に傾注する傾向にある。データ利用者

の立場に立った研究課題の設定と、利用技術として体系化を図っていくことは以外にもなおざりにされている。ボケ (blur)、雲とその影、ノイズ等を含めた画質判定の問題は国内外を問わずデータ利用者にとって最も基本的かつ重要な事項であり、意外にも見過ごされている研究課題の一つに位置づけられる。今後益々多様化する衛星データの画質判定処理の効率化といった問題だけでなく、品質管理/運用面においても本研究の内容が何らかの形で参考となれば幸いである。多くの方々のご批判とご叱責を仰ぐ次第である。

【参考文献】

- 1) ランドサットデータカタログ：リモートセンシング技術センター、1983.
- 2) 瀬戸洋一、浜野亘男、古村文伸：画質補正機能付き画像補間フィルタの提案、電子情報通信学会論文誌、Vol. J72-D-II、No. 5、pp. 696~706、1989.
- 3) 福江潔也、下田陽久、坂田俊文：MOS-1・MESSRのMTF推定と評価、平成元年度日本写真測量学会年次学術講演会論文集、pp. 11~16、1988.
- 4) 長尾真：デジタル画像処理、近代科学社、1978.
- 5) 亀井栄治、月尾嘉男：スカイラインのゆらぎとその快適感に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集、第432号、pp. 105~111、1992.
- 6) 武者利光：ゆらぎの世界、ブルーバックス、1990.
- 7) 大林成行、小島尚人、桑原祐史、熊谷樹一郎：画質の定量評価に関する一考察、日本リモートセンシング学会 第15回年次学術講演会論文集、pp. 97~98、1993.
- 8) 桑原祐史、大林成行、小島尚人：画像の圧縮/伸張処理システムを構成する要素技術について、土木情報システム論文集、Vol. 2、pp. 89~96、1993.
- 9) S. Kawata, S. Minami: Adaptive smoothing of spectroscopic data by a linear mean-square estimation, Applied Spectroscopy, Vol. 38, No. 1, pp. 49-58, 1984.
- 10) 南茂夫 編著：科学計測のための波形データ処理、CQ出版社、1993.
- 11) T. Tashpolat、小島尚人、大林成行：衛星マルチスペクトル画像の画質改善手法の提案、日本リモートセンシング学会誌、Vol. 12、No. 2、pp. 5~19、1992.