

リモートセンシングデータによる画像データベースの構築

中山 雅哉[†]

豊橋技術科学大学

[†] 東京大学生産技術研究所 協力研究員

地球上の広域の状態を把握するために、気象衛星を用いたリモートセンシングが行なわれ、多くの研究分野で利用されている。これまでは主に、各利用者が個別に受信データに処理を施して利用可能な情報かどうかを判断する方法がとられてきたが、これは、研究分野毎に必要とする対象領域が異なるため受信時に画一的なデータ処理を施すことができないためである。しかし、衛星から送られてくる受信データは膨大な量であるため、この方法は、利用者の増加に対して現実的であるといえない。

そこで、従来の NOAA 気象衛星受信システムで日本付近の情報を中心として切り出した間引き画像(クイックルック画像)を作成し、受信情報を画像データベース化する研究を続けている。本稿では、このクイックルック画像データベースシステムの構成と、新しく構築したユーザインタフェース部についてまとめている。

The Organization of the Quicklook Database System for Remote Sensed Data

Masaya Nakayama

Toyohashi University of Technology
1-1, Tempaku-cho, Toyohashi, 441, JAPAN

The remotely sensed data given by meteorological satellites is useful for understanding the dynamic phenomena of the earth surface and widely is used in various research area. Each user had to process the observation data to search required images respectively. However, it is not good idea because the size of whole observation data is very large.

And we have been making a quicklook image database to help their retrieval. It is created at the receiving time and has been collected as database. In this paper, I show the organization of the system and summarize the user interface unit which is newly coded.

1 はじめに

地球環境を広域に渡って観測するためには、気象衛星を用いたリモートセンシングの技術を利用することが多い。このうち NOAA 気象衛星は、直下点分解能が 1.1km と比較的細かい極軌道衛星であり、1 ライン (2048 画素) の走査 (東西方向) で 3000km に及ぶ領域を観測でき、進行方向 (南北方向) に関しては、約 3000-4500 km に渡る領域が一度の受信で観測できる。すなわち、日本で受信する観測データはカムチャッカ半島からフィリピンに至るまでの幅広い領域がカバーされることになり、気象学のみならず、海洋学、流氷学等の各種の研究分野や、農業、漁業等の各種産業に至るまで、幅広く活用されることになる [1, 2]。

東京大学生産技術研究所では、学術研究に利用するユーザのために NOAA 気象衛星の自動受信システムを設置しており [3, 4]、自由にデータ配布を受けることができる。しかし、NOAA 衛星の観測データは一度の受信で約 100MB にも及び、各利用者が必要とする対象範囲のデータの切り出しやデータ処理を行わなければならない。利用者の必要とする領域が限定されていれば、受信観測データから予め必要な情報を抽出しておくことが可能であるが、各分野で対象とする領域が異なるためこの方法をとることはできない。

そこで、観測データのうちで、昼夜を問わず、比較的安定して地球表面の状態を知ることができる AVHRR センサの第 4 チャンネルのデータを用いてクイックルック画像と呼ぶ、日本付近の 4×4 間引きにした観測データを画像データベース化し、利用者が必要とするデータを容易に検索できるシステムの構築を行なっている。

本稿では、現在作成を行なっているデータベースシステムの概観と、[6, 7] で提案した新しいフォーマットに基づいたクイックルック画像データベースに対する、ユーザインタフェース部について説明する。試作しているユーザインタフェース部は、X ウィンドウシステム上で動作し、クイックルック画像中でのデータ分布を容易に確認することが可能である。また、画像検索処理系との融合により分散システム環境での画像検索システムとして容易に拡張を行なうことが期待できる。

以下、2 章では NOAA 衛星の特徴と受信システム及びクイックルック画像作成手順について概説し、3 章で画像データベースシステムの概観について述べる。4 章では X ウィンドウシステム上に作成したユーザインタフェース部についてまとめており、5 章は、本論のまとめと、今後の方針について述べる。

2 NOAA 衛星受信システムとクイックルック画像作成方法

2.1 自動受信システムの概要

東京大学生産技術研究所では、リモートセンシングデータを学術研究に利用するために図 1 に示すシステム構成により、NOAA 衛星の自動受信を行なっている [3, 4]。NOAA 衛星は、太陽同期軌道を周期 101.2 分で回る極軌道型衛星で、ひまわり等の静止衛星と異なり、受信できる時間帯、受信領域が変動するのが特徴である。

そこで最初の自動受信システムでは、気象庁から送られてくる NOAA 衛星の予測軌道 (軌道情報) に基づいて観測可能な時間帯と受信アンテナ制御情報を主ホスト (M170) で予め計算しておき、常時時間監視を行なっているミニコンピュータ (CROMEMCO) がアン

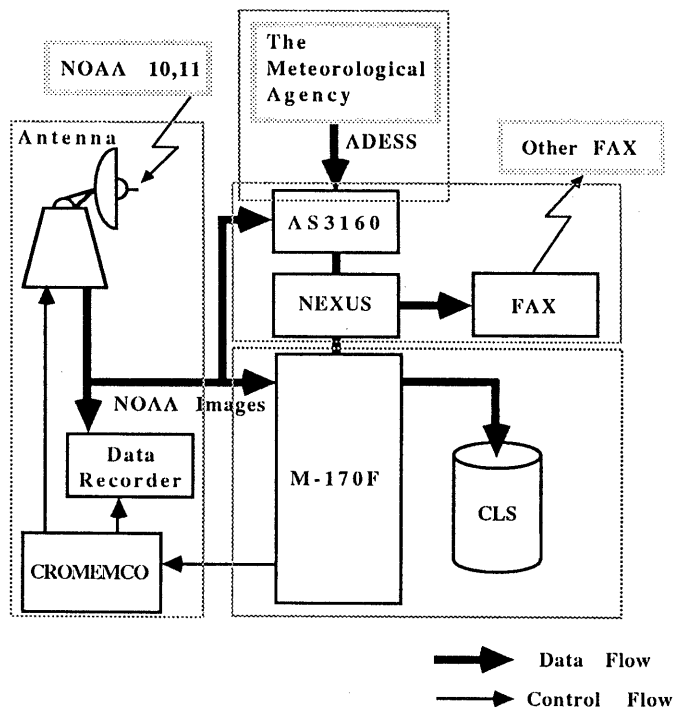


図 1: NOAA 衛星自動受信システムの構成

テナとデータレコーダを制御して NOAA 衛星の観測データを記録する方法をとってきた。

しかし、データレコーダに記録された観測データは、主ホストからオンラインで操作できないため、データレコーダへの記録と並行して、主ホストやワークステーション (AS3160) でも観測データが自動受信されるようにシステムの拡張が繰り返されてきた。

主ホストでは、観測データに対する各種の処理プログラム (幾何学的補正、地図化等) が用意されており、利用者が観測データや補正後のデータを磁気テープに記録して配布を受けることができる。このため、受信された観測データの最新 3 カ月分は、オンライン操作が可能である、CLS 装置と呼ばれる大容量二次記憶装置に格納されるようになっている。

また、ワークステーションで自動受信される観測データは、利用者が容易に必要なデータを検索できるように加工が施される。これは当初、日本付近の情報を 4×4 画素間引きしたクイックルック画像をファックスを用いてリアルタイムで遠隔地ユーザに受信状況を知らせる目的で導入された [3] が、その後、クイックルック画像を大容量光ディスク装置を用いてデータベース化し、観測データの簡易検索に利用するようにシステムの拡張が続けられている。

2.2 クイックルック画像作成手順

クイックルック画像とは、観測データのうち、AVHRR センサの第 4 チャンネルの値を用いて、日本付近を含む領域を 4×4 画素毎に間引いた画像に経緯度線と日本の海岸線をオーバーラップしたものであり、以下のようにして作成される。

海岸線図の作成 自動受信システムでは、NOAA 衛星の予測軌道を用いて受信アンテナ制御情報を作成するが、この情報は、観測されるデータの観測位置(経緯度)を得るのに用いることができる。海岸線図は、日本の海岸線と経緯度線が受信データ中に現れる位置を示した図で、観測データのうちで最も早く日本の海岸線が観測できる位置を切りだし開始位置として決めている。画像処理プロセッサの画面サイズの関係で、各画像は 512 × 480 のサイズとなるように決めている。

ヒストグラムの作成 NOAA 衛星から送られる観測データは、それぞれの画素について 10 ビット長からなっているが、ワークステーションや画像処理プロセッサ等の表示解像度の多くは 8 ビットとなっている。

このため、観測データを何らかの方法でデータ変換して表示させる必要があるが、[6, 7] に示したように実際の AVHRR センサのデータ分布特性を評価した結果、ほぼ 9 ビット幅の情報しか持たないことが明らかになった。そこで、観測データを 1 ビット縮退させて 8 ビット情報とするために受信時に全観測データに対するヒストグラムを作成して最小観測値 m を決定することになっている。

クイックルック原画像の作成 ワークステーションに取り込んだ観測データから、既に作成してある海岸線図と一致するように画像切り出しとデータ変換を行ない、クイックルック原画像の作成を行なう。海岸線図と一致する画像の切り出しは、観測データ中の観測時刻フィールドを用いて切りだし開始位置を合わせた後、4×4 画素毎の間引き処理を行なっている。この時、各画素値から最小観測値 m を減じて、最終ビットを縮退することで 8 ビットデータ長の画像としていく。

クイックルック画像の作成 クイックルック原画像に、海岸線画像をオーバーラップすることで、クイックルック画像を得ることになる。原画像に海岸線を単純にオーバーラップするだけでは、観測データと海岸線の区別がつかない場合があるため、[3] に示したように、海岸線を膨張反転させてオーバーラップさせることで、データとの識別が容易になるように工夫している。このオーバーラップ演算は、全て画像処理プロセッサで用意された画像間演算を用いて処理を行なっている。

3 クイックルック画像データベースシステムの構成

以前のシステムでは、クイックルック画像のデータはヒストグラムの平坦化に基づく(不可逆)強調操作を通して作成していたため、各画素値から衛星の観測値を計算することができなかった。このため、クイックルック画像のデータベース化を行なっている現在のシステムでは、[5] に示したように、追記型光ディスク装置に格納したクイックルック画像の位置情報と受信日付等の付加情報だけを、関係データベースシステム UNIFY を用いて管理しているだけで、ヒストグラム情報の管理は行なわれてこなかった。

しかし、画像フォーマットの変更にともない、ヒストグラム情報とクイックルック画像を融合してユーザからの検索に利用することで、より詳細な観測データの識別が可能となる。そこで現在、図 2 に示すような新たな統合画像データベースの構築を進めている。

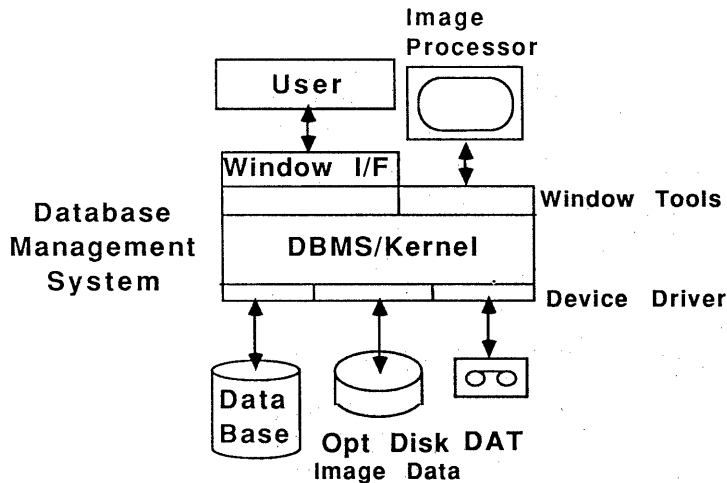


図 2: クイックルック画像データベースシステムの概要

画像データやヒストグラム情報は更新の必要がなく、順次データが増えていくだけであるため、交換可能なアクセス速度の速いメディアが用意されることが望ましい。このため、追記型光ディスク装置（または、書き換え可能な MO 装置）を利用することになっている。

DAT 装置は、検索したクイックルック画像情報の配送や光ディスク装置のバックアップとして利用する。これは、MO 等の媒体のコストが DAT に比べて高いことと、DAT tape のサイズが非常に小型であり、郵送にも適しているためである。8mm tape も郵送等には向いているが、MT と同様にシーケンシャルサーチのみしかサポートされておらず、後方に格納されたデータの取り出し時間が非常にかかる。これに対して DAT 装置には、最初のフォーマットによりダイレクトアクセスが可能となるようにテープ内にインデックスが作成されるため、テープ後方にあるデータも数 10 秒程度で利用できるようになる。

これらのメディアは、商用データベースシステムでは直接サポートされていないものがほとんどであり、デバイスの操作を含めて関係モデルを拡張した独自のデータベースシステムを用いた管理方式の検討を行なっている。システムの詳細については、別の機会に発表する予定である。

また、従来のシステムでは、検索されたクイックルック画像の提示に画像処理プロセッサが用いられてきたが、最近のワークステーションにはグレースケール表示が可能なビットマップモニタが装備されており、X11R4 等の標準化されたインタフェースを持つウィンドウシステムが容易に動作することのため、ユーザインタフェース部には、分散環境での利用も可能な X ウィンドウ上に実装することにしており、次章で、X ウィンドウ上に実装したクイックルック画像とヒストグラム情報を統合した利用者インタフェースの一例について説明する。

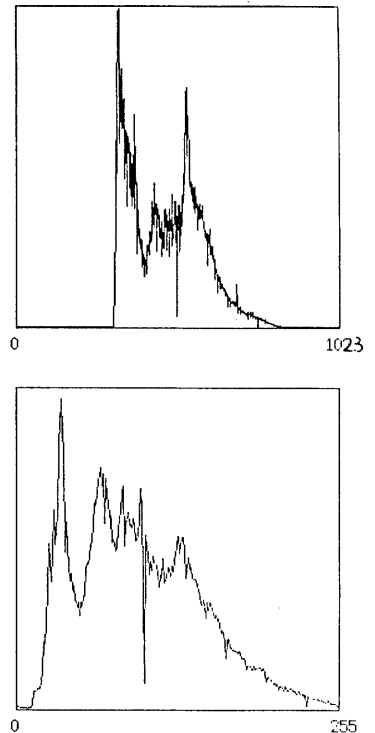


図 3: 画像表示プログラムの一例 (91/06/06 6:47)

4 クイックルック画像データベースにおけるユーザインタフェースの一例

画像情報とその内容に関する操作の簡単な例として、X ウィンドウ上に検索画像の情報とそのヒストグラムデータを併記したユーザインタフェースプログラムを作成した。

基本的なレイアウトとして、図 3 に示すようにウィンドウの左側に検索した画像データの表示を行ない、右側にそのデータのヒストグラム情報を表示する方法をとっている。

ヒストグラム情報のうち、上段にあるものは観測データのヒストグラムが示されており、下段はクイックルック原画像に対するヒストグラムが表示されている。

また、海岸線図をオーバーラップしたクイックルック画像では、海岸線や緯度経度線上のデータが失われてしまうため、クイックルック原画像を用いて表示を行なうようにしている。

しかし、このままではクイックルック原画像中の日本の位置が不明確になってしまうため、図 4 に示したように、原画像の中でマウスを押している間は、海岸線図が表示されるようにしている。

また、それぞれのヒストグラム情報を示したウィンドウでマウスを押すと、図 5、図 6 のように、それぞれのカウント値を示す画素が緑色表示に変化し(図中では、白く変化している点それぞれにあたる)、同じデータがどういった部分に現れているか確認できるようになっている。

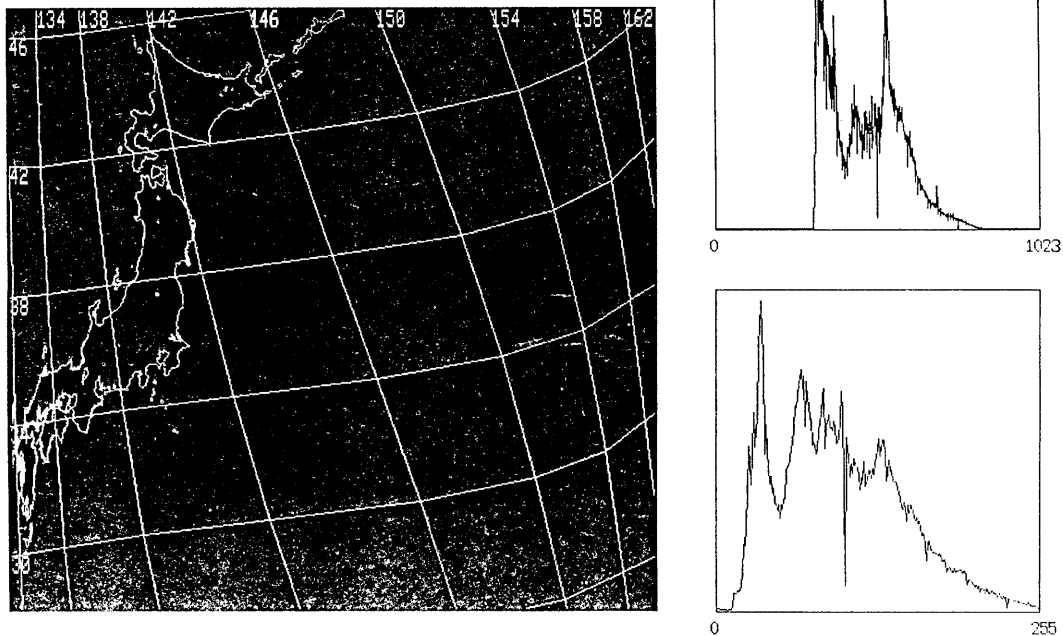


図 4: 画像部でマウスを押した状態 (91/06/06 6:47)

これまでの画像データベースシステムでは、検索された画像をディスプレイ上に表示するだけで、各画素の内容の検索についてはあまり対象として扱われていなかったが、観測データ全体を処理するためには 10 分以上の時間が必要となり、インタラクティブにデータの状態を知ることができなかった。

しかし、今回作成したようなウィンドウ環境のユーザインタフェースを用いることで、画像の読み込みには、数秒程度必要とするものの、特定のヒストグラム値をとるデータの分布を調べる操作は、リアルタイムで得ることができる。また逆に、画像データ部で特定のマウスボタンを押した時の動作を、クイックルック原画像の値を数値で示して、ヒストグラム位置と他の同値の画素を強調表示するように変更することも容易に実現することが可能となっている。

5 まとめ

本稿では、NOAA 衛星データの自動受信システムでとられているクイックルック画像の作成手順と、現在作成を進めている画像データベースの構成について概説した。また、X ウィンドウシステム上に実装したヒストグラム情報と画像データを統合したユーザインタフェース部について説明した。

新しく実装したユーザインタフェース部では、クイックルック原画像がほぼ観測データを表現することができるため、ヒストグラム情報との統合による内容検索が可能となっている。従来は軌道情報と不可逆変換されたクイックルック画像の様子から類推して対象データの絞り込みを行っていたに過ぎないが、4×4 画素間引きながら観測データを直接知ることができるようになるため、より詳細にデータの絞り込みが可能となることは明らかで

ある。

今回の実装では、ヒストグラムを用いてカウント値を指定する方法をとっているが、実際の利用者からは温度分布としての表示や、地図化された画像データでの検索を行ないたいという、具体的な実例に基づく要求が出されている。これら各種の要求に対して、簡便なユーザインタフェースの構築ツールを揃えたりすることも、データベースシステムの研究として必要不可欠だと考えており、現在別に研究を進めている。これについては機会をかえて発表するつもりである。

参考文献

- [1] 曾根他. 「銚子地方における気象衛星 (NOAA) データによる輝度温度と実測値表面温度の関係」. 第 17 回画像コンファレンス, 16-2, pp. 251-254, 1986.
- [2] 国司他. 「衛星画像を用いた海洋前線 (フロント) の時系列解析 (I)」. 日本海洋学会春季大会講演要旨集, pp. 263-264, 1986.
- [3] 中山他. 「気象衛星 (NOAA) クイックルック画像配信システム」. 電子情報通信学会技術報告, IE87-89, pp. 33-40, 1987.
- [4] 山田他. 「気象衛星 (NOAA) クイックルック画像配信システムの改良」. 第 37 回情報処理学会全国大会論文集, 7T-1, 1988.
- [5] 山田他. 「気象衛星 (NOAA) クイックルック画像のデータベース化 — 検索アルゴリズムと適用例について —」. 第 38 回情報処理学会全国大会論文集, 5Q-4, 1989.
- [6] 中山. 「NOAA クイックルック画像 DB に関する一考察」. 情報処理学会研究報告, 91-DBS, 81-2, 1991.
- [7] 中山. 「観測データに基づく NOAA クイックルック画像フォーマットの改良」. 第 42 回情報処理学会全国大会論文集, 2D-12, 1991.

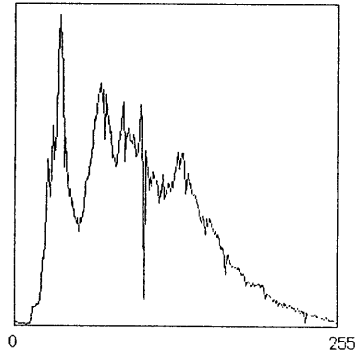
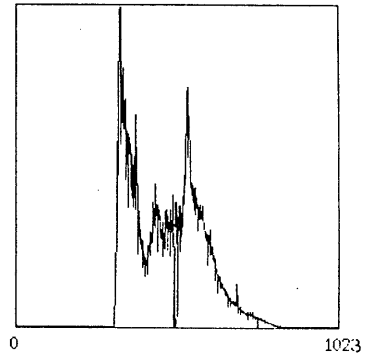


図 5: 観測データのヒストグラム部でマウスを押した状態 (91/06/06 6:47)

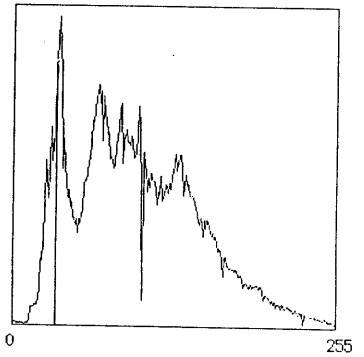
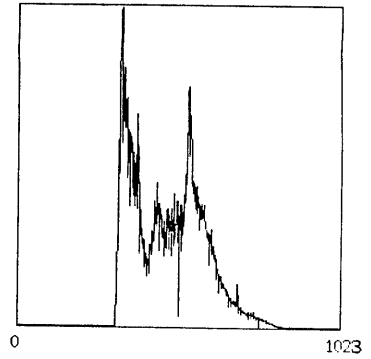


図 6: 画像データのヒストグラム部でマウスを押した状態 (91/06/06 6:47)