

異メディア時系列空間データの統合とその実装

灘本 明代 練林 山本 重夫

(株) 関西新技術研究所 情報通信研究センター

映像データや CAD データ、衛星画像やデジタルマップなどの種々なメディアデータがある。この異メディアデータを時系列的に統合することにより、あらたな空間や属性データが生成される。そこで、異メディア時空間データに着目し、これらを統合する事を試みた。その実装として、衛星画像データとデジタルマップデータを時系列に統合し、新たな属性データを生成し管理するシステムである「災害復興モニタリングシステム」を開発した。本論文では異メディア時系列空間データの統合の考えとその実装について述べる。

Integration of Asynchronous Media and Its Implementation with Temporal and Spatial Data

Akiyo Nadamoto, Lin Lian and Shigeo Yamamoto

Information Communication Research Center

Kansai Research Institute

Video data, CAD data, satellite image and so on are different types of media data. From these asynchronous media data, new spatial and attributive data can be generated through temporal integration. In this paper, we take temporal and spatial data that are asynchronous media data into consideration and conduct an experimentation on the integration of those media data. As an implementation, we have developed a system called "Disaster Promotion Monitoring System" that temporarily integrates satellite data and digital map data, and generates and manages the newly obtained attributive data. This paper describes the consideration and implementation of integration of asynchronous media data.

1. はじめに

従来から映像データや CAD データ、衛星画像データ、デジタルマップデータなど種々なメディアデータあり、それらを管理する画像データベースや GIS システムなど種々なメディアデータベースがある。これらは各々個別のデータとして取り扱われ、各々のデータはデータベース化されているにも関わらず、それぞれのデータを時系列的に統合し共有しているものはほとんどない。これには、統合したいデータがもつ時間軸が異なったり、解像度をはるかに異なっているため、融合することが不可能である等の理由が関係しているのではないかと思われる。

例えば、高分解能 (3m 解像度) の周回衛星の画像データは定期的な時間の画像データを蓄積し、データベースとして保存することが可能であ

る。この衛星画像や航空写真などは時系列に撮ったデータを重畳して画像処理をすることにより、変化抽出が可能である。しかしながら、これら変化抽出結果はあくまで画像データでありラスタデータであるため、変化抽出結果点に対して正確に属性情報を持たせることはほとんどない。

それと比較して、地理情報システム (GIS) を利用したデジタルマップは、ある地点の町名や人口などの属性情報をリンクする事ができる。しかしデジタルマップは時系列データではほとんどないため、時系列的に衛星画像や航空写真とリンクさせ、共有の属性情報をもつ事がなかったと思われる。

これまでに、衛星画像や航空写真とデジタルマップをある時点において重畳表示するシステムは開発されている。

そこで我々は、時系列空間に注目し、異種メディアをこの時系列空間において統合し、フィードバックをかける事により、新たな属性情報を取得したり、新たな時空間のデータを作成する事ができるのではないかと考えた。

その実装として、まず2次元空間での異種メディアの統合として、衛星画像とデジタルマップの統合をおこない、属性情報を取得する事を試みた。

第2章ではこの異種メディアの統合の基本概念を述べる。第3章では実装した異メディアデータの統合を述べ、第4章では3次元への拡張を述べる。最後に第5章で本研究における考察及び今後の展望を述べる。

2. 異種メディアの統合

本研究において、異メディアとして先に述べたように、衛星画像とデジタルマップを使用し、その時系列的な統合を行い、属性情報の取得を試みた。

2. 1. 衛星画像データベース

衛星画像データは空間分解能(画像1ピクセルに相当する地上の範囲)の精度が要求される。

現存する周回観測衛星はLandsat(米)、SPOT(仏)等があり、それぞれの空間分解能が30m、10mである。

この空間分解能で、家屋等が表示されているデジタルマップを融合してみる事は非常に困難であり、より高分解能の衛星データが必要である。

近年、1~3m分解能の観測衛星の商用利用が可能となり従来よりも精度の良い、家屋等が識別可能な画像を得る事が期待される。

本研究において使用した衛星画像データの特徴は、定期的かつ広域なモニタリングと空間高分解能である。時系列に撮影された高分解能衛星画像をデータベースに格納し、管理して使用した。

本研究の実装段階では、3m分解能の衛星画像入手が不可能であった為、3m分解能の衛星から提供されるであろう画像を航空写真を使用して変換し、衛星画像データとして用いた。

2. 2. 地理情報システム

本研究において使用するデジタルマップは、周回衛星画像データと融合し、時系列的な情報管理を行う事を目的としている。

そのデジタルマップと世帯数や人口、町名などの属性データを管理するのに地理情報システム(GIS)が用いられている。近年、地理情報システムは容易に使用できるようになり、さまざまなソフトウェアが市販されている。しかし時間管理機能を持つGISはほとんどないため、本研究の実装には、時間管理機能を持つGISである4D-GISを使用し時系列に情報管理を行なった。

2. 3. 画像の変化抽出処理

時刻の異なる画像を2枚重ねあわせ画像処理を行ない、画像上で変化している箇所を判別し、変化抽出処理を行なう。

通常変化抽出の判別方法は手動判別と、自動判別の機能とがある。

手動判別は画像処理ソフトウェアとして市販されているものが多いが、実装段階で我々は市販ソフトウェアのPCIを使用した。

自動判別は通常変化抽出時、画像データのノイズであるか、変化であるかを判定する基準となるパラメータを入力し、そのパラメータを元に自動判別をおこなう。

撮影された画像の特性、抽出対象の特性に応じて変化抽出に使用する最適なアルゴリズムを選定する必要がある。

衛星を含め、リモートセンシングは、地上対象物からの電磁波の反射、放射を観測することによって対象物の識別や状況を把握しようとするものである。ところが、観測地は対象物の反射、放射強度だけでなく、観測時の様々な要因(センサ感度特性、光学系の周辺減光、視野角、太陽光度等)によって影響を受けるために観測値に歪みを生じる。

これらのことから、変化抽出のアルゴリズムとして従来より提案されているスペクトル特性の差を用いる手法を使用した。スペクトル特性の差を元に変化を抽出する場合、画像の画像強度歪み及

び幾何学歪みが変化抽出精度に影響を与えるため、判定基準のパラメータを手入力する事にした。

2. 4. 衛星画像とデジタルマップの統合

時系列に変化抽出された判別結果を衛星画像上に輝度をかえて表示し、デジタルマップデータベースに画像データとして格納する。そのデジタルマップデータベースよりデジタルマップと先に格納した衛星画像の変化抽出結果の画像の位置あわせを行ない、重畳表示する。GISを使用することにより、デジタルマップと重畳表示された画像から、あらたに変化地点の人口や世帯数などの属性データを取得することができる。衛星画像の変化抽出する時刻を変えて行くことにより、ある地点の人口や世帯数を時系列的に管理することが可能になる。また、重畳した変化抽出結果画像とある時点でのデジタルマップを比較し、デジタルマップの変更機能を持たせ、あらたなデジタルマップを作成することにより、デジタルマップ自体が時系列データとなる事が可能である。

3. 異メディアデータの統合の実装

異メディアデータとして先に述べたように、Phase1として衛星画像とデジタルマップの時系列的な統合の部分を実装した。

実装システムは、時系列的な変化に注目した、災害の復興状況をモニタリングするシステムである。実装データには先の阪神・淡路大震災において被災した神戸市長田区の復興状況を用いた。

3. 1. 復興モニタリングシステムの流れ

復興モニタリングを以下のように行ない、時系列空間による異メディアの統合を行なった。

ステップ1. 2枚の衛星画像の場所日時の選択

ステップ2. 選択した衛星画像の変化抽出選択

ステップ3. 変化抽出画像をデータベースへ格納

ステップ4. 変化抽出画像とデジタルマップを
重畳表示

ステップ5. デジタルマップ上で変化地点のシンボル表示

ステップ6. シンボルに対して属性データの入力

ステップ7. 属性データをデータベースへ格納

ステップ8. 属性データを基に災害規模の推定

ステップ9. 属性データを時系列的に処理

3. 2. 復興モニタリングシステムの構成

実装したシステムは上記ステップの流れに従い下記の7つの機能からなっている。

- ・変化抽出
- ・災害情報管理
- ・災害規模推定
- ・復興状況管理
- ・復興履歴表示
- ・デジタルマップデータベース編集
- ・復興支援アプリケーションコントロール

下記3つのデータベースを使用した

- ・デジタルマップデータベース
- ・衛星画像データベース
- ・復興管理データベース

図1にシステム構成図を示す。

(1) 変化抽出

ユーザによって入力された異なる2時点について、対応する衛星画像を重ね合わせて表示させ、画像上で変化している箇所を判別し、その結果を変化候補地点として表示する。

図2に衛星画像の地域と時刻選択の画面を示す。

判別方法はユーザによる手動判別と、自動判別の機能とがある。手動判別には、市販画像処理ソフトウェアであるPCIを使用した。

そして、変化抽出された判別結果を衛星画像上に輝度をかえて表示し、デジタルマップデータベースに画像データとして格納する。その後デジタルマップと衛星データを重ねあわせて表示し、変化抽出した結果を選択し、選択された地点をシンボル化してデジタルマップ上に表示し、デジタルマップデータベースに保存する。

図3に衛星データの変化抽出結果を図4にデジタルマップとの重畳を示す。

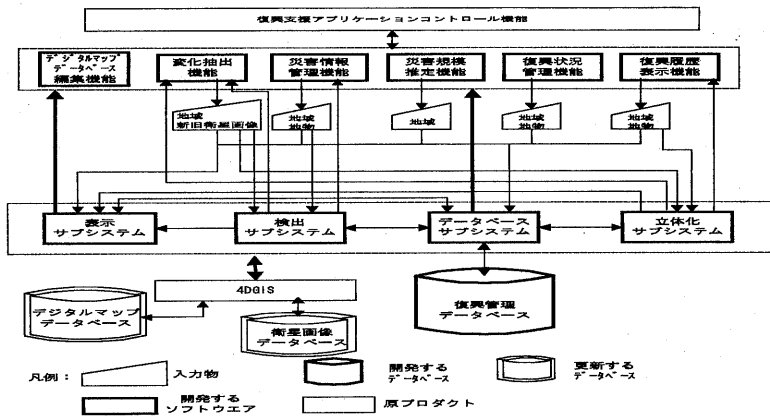


図 1. 構成図

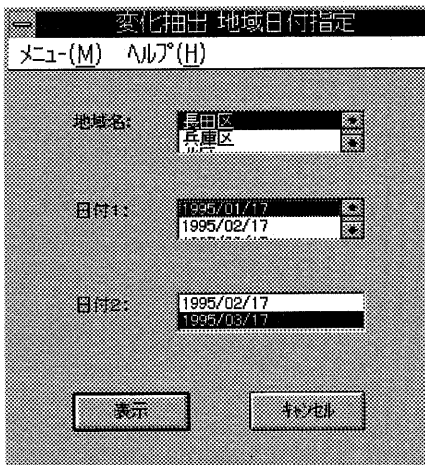


図 2. 衛星画像の地域と時刻選択の画面

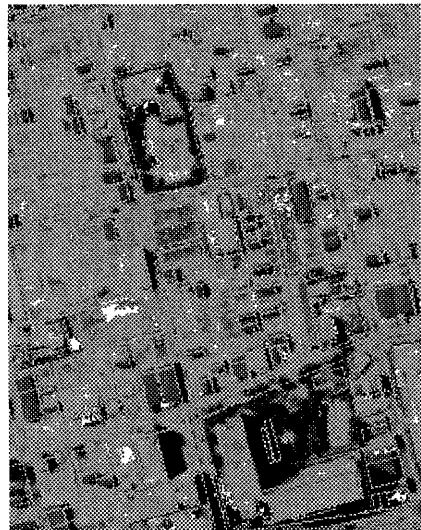


図 4. デジタルマップとの重量

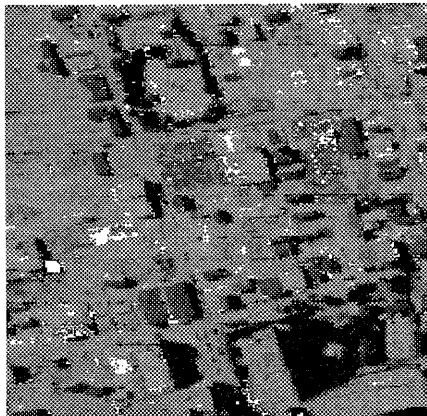


図 3. 衛星データの変化抽出結果

(2) 災害情報管理

本機能はユーザーによって入力された地域と時刻に対して、変化抽出された衛星画像を検索し表示する。次に、各々の変化個所のシンボルに対して、地物、災害種類、復旧状態といった属性を復興データベースに新規登録もしくは変更して登録する。登録し終えた後、区分別（地物別、災害種類別、復旧状態別）を選択し、その区分の異なる

属性値に異なる色のシンボルを与えて、デジタルマップ上に色分け表示させる。最後に、デジタルマップ上における全ての变化箇所に対する災害規模を集計し、登録する。図5にシンボル表示を図6に属性登録画面を示す。

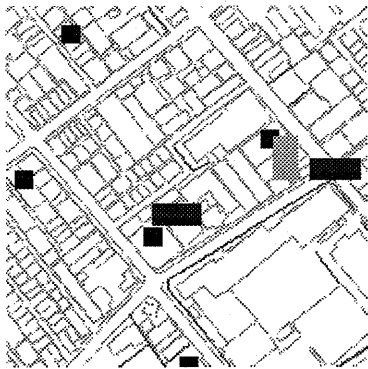


図5. シンボル表示

災害情報登録	
メニュー(M)	静止画像ファイル(F) ヘルプ(H)
年月日	1995/02/17
町名	大塚町
地物	建造物
災害種類	火災
復旧状況	崩壊のまま
面積/長さ	0.75
コメント	
静止画像ファイル	

図6. 属性登録画面

(3) 災害規模推定

災害情報管理機能を利用して入力した属性データ(災害情報)に基づき、災害の規模を推定し、その結果を画面上に表示する。

まず災害規模の推定を行う対象となる地域と、集計区分を選択し、それらをキーに災害規模集計

ファイルを検索する。さらにその結果を用いて災害規模を推計し、その結果を表形式で表示する。またその表示された推計結果に対し、数値軸を選択したのち、グラフ表示する。図7に推定された結果のグラフのサンプルを示す。

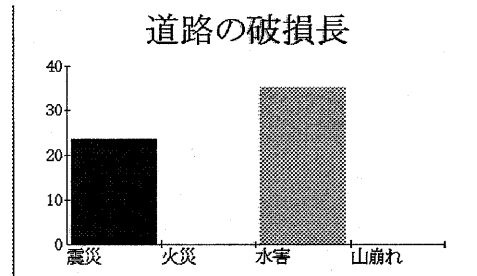


図7. 推定結果

(4) 復興状況管理

災害規模推定機能で集計した結果を利用して、復興していく過程を分析する。

対象となる地域と期間を選択し、対応する復興状況を計算し、時系列的に表示する。この表に対しグラフ化する列を選択しグラフ種類を選択してグラフを描く。

グラフ表示したデータを基にして、復興状況の進展を示す数式の関数型を指定し係数を推計、表示する。

(5) 復興履歴表示

これまでの機能を利用して蓄積された結果を利用して、復興していく履歴を画面上に表示する。

対象として選択した地域のデジタルマップを表示し、その範囲内で災害情報が登録されている地点をシンボル表示する。表示されたデジタルマップに対し、領域指定をし、その範囲内で指定した地物(本実装では学校とする)があればそれを中心としたマップを再表示する。災害情報が登録されていることを表すシンボルに対しクリックを行なうと、関連する災害情報並びに(登録した場合のみ)静止画像を検索し、表示する。さらに領域指定された対象地域に対し、対応する衛星画像を被災直後から最新のものまで検索し、復興履歴を表示する。

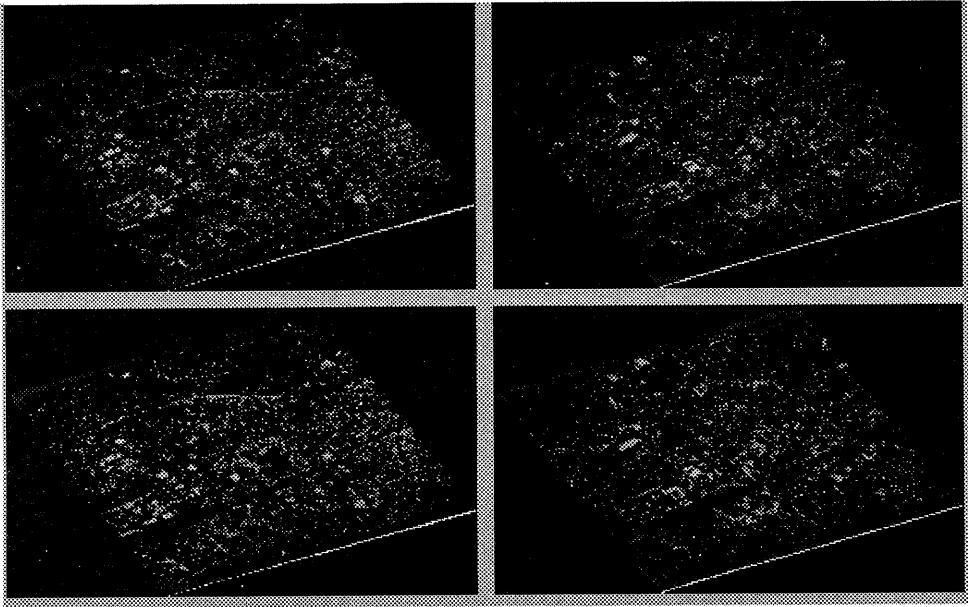


図9. 時系列に管理した復興状況の画像

図9に時系列に管理した復興状況の画像表示を示す。

(6) デジタルマップデータベース編集

既存のデジタルマップデータを実データの実状に合わせ、利用者からの入力に従いデータの編集を行い、デジタルマップデータベースに格納する。

具体的には、既存のデジタルマップデータに対し新たな町別レイヤとそれに付随するデータ（町名／町境／人口／世帯数）を追加・変更・削除し、デジタルマップデータベースに格納することができるようにする。

(7) 復興支援アプリケーションコントロール

(1) から (6) までの6つの機能を起動させるユーザインターフェイスを提供する。

4. 異メディアデータの統合の3次元への拡張

これまでは2次元での異メディアデータの時系列的な統合を述べてきた。

最近、衛星画像などの画像データを3次元に処理する技術が進んでいる。

デジタルマップにおいては高さ情報を持たせることにより、容易に3次元化することができる。

メディアデータを3次元において統合することにより、新たに高さ情報が加わるため、より多くの属性データが入手することができ、画像処理から3次元の高さのデータを推測し、デジタルマップへ反映させることにより、測量を行わなくとも3次元のデジタルマップが作成されると思われる。

そこで、われわれは、今後時系列異メディアデータの3次元の統合を試みるために、衛星画像の3次元化を検討してみた。

撮影角度の異なる2種類の画像からなる、ステレオペア画像を用いて、デジタル地形標高モデル (DEM) を生成する。

すでに、航空写真やSPOT衛星画像を用いたDEM生成の方法についてはステレオペア画像を写真フィルム媒体に変換出力して、解析図化機を用いて光学的に立体化し、標高値を求める方法と、数値計

算モデルを用いて解析的に求める方法とがある。衛星の場合、センサの視線角度が既知であるため、後者の解析的に求める手法が有用であることがわかる。

先の復興モニタリングシステムでの変化抽出結果を立体化し、それと2次元のデジタルマップとを重ねあわせ、時系列空間においての3次元デジタルマップの作成が可能ではないかと思われる。

その第一段階として、衛星画像の3次元化をおこなってみた。

5. おわりに

本稿では、異メディアの時系列空間の統合を目的として、衛星データとデジタルマップの時系列できな統合による属性データの取得として、災害の復興モニタリングシステムの実装について述べた。

復興モニタリングシステムでは、時系列にデータを統合し、属性データを取得して管理したことにより、属性データを持つことができない衛星データと時系列をもたないデジタルマップとを統合し、各々のデータの不足している部分を補うことができることがわかった。今後、時系列データを持つメディアから時系列データを持たないデータの時系列データを自動生成することを試みたい。

また、今回は2次元データの時系列の統合を試みたが、3次元空間で時系列の統合を試みて、4次元空間でのデータ解析を行なう事により、新たな属性データの取得が可能であると思われるため、今後この実装も行なって行きたい。

本研究の実装は情報処理振興事業協会と(財)阪神・淡路産業復興推進機構の「震災地区産業高度化システム開発実証事業」による「災害初動時/平常時の共同利用を目指した多次元地理情報システムの開発実証」の一部である。

謝辞 本開発を支援して下さった(株)日立製作所 科学技術応用システム開発室 安川氏をはじめとする開発メンバーに感謝の意を表す。

参考文献

(1) 尾崎都司正, 小田康充, 原田勝: 災害初動時/平常時の共同利用を目指した多次元地理情報システムの開発実証, 震災地区産業高度化システム開発実証事業成果発表論文集, pp192-197(1998)

(2) 角本繁, 畑山満則, 亀田弘行, 小峰智泰, 確井照子: 時空間管理地理情報システムを用いた歴史データの統合と災害分析-リスク対応型地域空間情報システムの構築を目指して, 地理情報システム学会公演論文集, vol. 6, pp277-pp280(1997)

(3) 西村知也, 中田幸男, 田中克己: 防災通信ネットワークにおける時空間型マルチメディアデータベースの構成について, 情報処理学会研究報告, Vp. 97, No. 7, pp125-131(1997)

(4) 建設省国土地理院監修, (財)日本測量調査技術協会編: デジタルマッピング, 鹿島出版会

(5) 尾崎宏, 谷口慶治: 画像処理, 共立出版株式会社