

報告番号	甲	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 地理情報時空間データベースにおける
階層型情報管理の研究
氏 名 池崎 正和

論 文 内 容 の 要 旨

近年、様々な分野で地理情報システム (GIS:Geographic Information System) の利用が進み、時空間情報は我々の生活における基盤データとして必要不可欠になりつつある。現在の GIS の利用目的は、設備管理や防災、マーケティングなどにおける時空間情報の統計・分析や、定量的な評価、空間利用状況の理解促進、意思決定のサポート、業務の効率化など多岐に渡る。特に近年では、インターネットを通じて地図情報が公開され、地図情報システムと多くのデータリソースをマッシュアップした多種多様の Web サービスが開発されており、専門家でなくとも GIS の技術を応用したシステムの利用が盛んである。

このような GIS の急速な広がりを背景に、これまで、時空間情報を取り扱う GIS に関する研究が多く報告されてきた。時空間情報を効率よく管理するためのデータモデルの研究や、時空間概念の表記手法、時空間データへの索引付け手法などである。これらの研究では、個々の時空間オブジェクトに着目しており、各時空間オブジェクトの状態の効率的な管理、取得を目的としていた。しかし、時空間オブジェクトの変化の関連や、時空間の中で生じていた包括的な事象については、モデル化されていなかった。個々の時空間オブジェクトに着目するのみでは、不十分である。「なぜ時空間オブジェクトが変化したのか?」、あるいは「ある時空間オブジェクトの変化と同様の原因で変化した時空間オブジェクトは他に何があるか?」など、時空間オブジェクトの変動に関するメタ情報を用いた問合せが処理可能であれば、GIS の利用において、より有効な意思決定をサポートすることができる。本稿では、時空間上で発生する複数の時空間オブジェクトに影響を与える事象をイベントと定義し、GIS におけるイベントの表現手法、及び導出手法を議論する。

イベントを扱うモデルの既存研究は大きく2種類に分けられる。イベントを簡易に表現したモデルと、特定のイベントに特化したシステムを構築するためのモデ

ルである。前者のモデルでは、イベントを単純な地図上の一要素として扱い、ネットワークを介したイベント情報の共有が容易である。近年では、ネットワーク技術の普及、進展に伴い、インターネットを介して時空間データをやりとりする分散環境基盤が普及しつつあり、このような簡易なモデルでイベントを表現し、情報を共有するシステムが多く見られる。しかし、イベントを単純なデータとして表現するため、その表現方法は限られる。一方、後者のモデルでは、特定のイベントに特化することで、システムの目的に応じた詳細かつ柔軟なイベント表現が可能である。しかし、特定のイベントを構築するための時空間データの扱いは、データモデル作成者のイベントの捉え方に依存しており、複数のシステム間でイベント情報を共有することは困難である。

本稿では、現在、普及しつつある分散環境での情報共有に言及し、かつ、柔軟にイベントを表現できるデータモデル、及びイベントの導出手法を提案する。まず、応用システムの視点から GIS においてイベントが有すべき構造を求める。次に、分散環境上でイベントに対する柔軟な視点を提供可能なイベント情報の導出手法を提案する。そして、イベントの導出手続きを共有するための枠組みを提案する。最後に、より直感的なイベント表現を実現するための幾何学的位置関係を提案する。

(1) 地理情報システムにおけるイベント表現

まず、応用システムの視点から GIS において、イベントが有すべき構造を提案する。イベントは時空間の変動を引き起こす事象であり、時空間オブジェクトの変動原因である。そこで、イベントを時空間オブジェクトの変動集合から構成されるとした。そして、オブジェクト指向アプローチに基づき、is-a 関係 (イベントの概念的な階層)、part-of 関係 (時空間におけるイベントの物理的な階層)、因果関係 (時間軸上のイベントの関連) を定義した。このような構造、及び関係をイベントに定義することにより、応用システムにおいて利用者は、「なぜ時空間オブジェクトは変化したのか?」、あるいは「ある時空間オブジェクトと同様の理由で変化した時空間オブジェクトは他に何があるか?」といった検索要求に対し、イベントの概念レベル、イベントの複合レベル、イベントの前後の因果関係を用いてイベント、時空間オブジェクトが検索可能となる。つまり、提案モデルにより、その目的・視点に応じて時空間上の事象を観測することが可能となった。

(2) 時空間オブジェクト集合とイベントの関連導出手法

次に、分散環境で管理された時空間情報から、イベントを構築するための手法を提案する。多数の時空間オブジェクトと関連を持つイベントを分散環境上で構築しようとする場合、時空間情報の更新の度に、イベントと時空間オブジェクトの関連を考慮する必要がある、データ管理が難しい。そこで、提案手法では、イベント情報と時空間情報を独立に表現し、動的にこれらを結びつけることで、データ間の同期の問題を回避する。また、イベントを捉える多様な視点に対応するため、イベン

トと時空間情報を動的に結びつける際、イベントと関連付ける時空間変動を指定するというアプローチを採る。

本手法では、時空間オブジェクトの属性値の変化に着目し、「建物、道路が壊れる」といった概念的な時空間変動を、時空間オブジェクトの属性値変動の正規表現で表す。そして、正規表現にマッチする特定の属性変動を持つ時空間オブジェクト集合をアスペクト集合として導出する。最後に、アスペクト集合間に定義する時空間制約付の集合演算により、イベントと関連する時空間オブジェクト集合を導出する。

このイベントと関連する時空間オブジェクト集合の導出過程は、分散環境上で構築される応用システムにおいて、その目的ごとにデータのビューを提供することに対応する。本手法により、分散環境データ上でイベントを柔軟に構築できる。

(3) 分散環境におけるイベント情報利用のための3層構造モデル

イベント情報を共有するための枠組みとして、3層構造からなる枠組みを提案する。イベントに関する情報を導出する際、どのような時空間変動をイベントと関連付けるかは専門知識を必要とする貴重な情報であり、複数の応用システムから共有することが望ましい。そこで、提案する枠組みでは、「1層：分散環境における時空間情報の管理」、「2層：イベントを表現するためのアスペクト集合の導出手続きの管理」、「3層：アスペクト集合から応用システムで用いるイベント表現を導出する手続きの管理」に分け、イベントを扱う応用システムを構築する。このような3層構造を採ることで1層の時空間情報だけでなく、2層のイベント情報を導出するプロセスを複数の応用システムで共有することができる。

(4) 空間状態記述のための幾何学的位置関係の定義

イベントと関連する時空間オブジェクト集合の導出手法では、アスペクト集合上に定義した時空間制約付の集合演算を用いて、イベントと関連する時空間オブジェクト集合を導出する。この際、アスペクト集合間の空間的な制約を、より直感的に表現することが可能であれば、イベントと関連する時空間変動をより柔軟に表現できる。そこで、空間の状態を表現する幾何学的位置関係を提案する。そして、その表現の有用性を示すため、手書きスケッチからの地図検索手法を提案する。地図検索手法では、幾何学的位置関係として空間オブジェクト間の Overlapping 関係、Adjoining 関係、Neighboring 関係を定義し、空間オブジェクト集合の構造をモデル化した。そして、モデル化された空間オブジェクト集合における類似度計算手法を開発し、手書きスケッチから地図を検索することを実現した。本提案の特徴は、単純な関係の組合せによってオブジェクト集合の構造を表現すること、及び「空間オブジェクトが近くに存在している」という利用者の直感的な感覚を反映可能な Neighboring 関係を利用することで検索の適合性を向上させる点にある。幾何学的位置関係を利用することにより、例えば、「台風が川と山に近い建物に与えた影響」

のような，より直感的な時空間変動をイベントとして扱うことが可能となる．

本稿の提案は，イベントを導出するための計算コストや，異種データの取扱い方法など，今後の課題は残るが，イベント情報の共有，及び分散環境への対応を実現し，かつ，十分な表現力を持つイベントモデルを提案したということで，地理情報システムの発展に貢献している．