

# 自律型フィーチャを用いた業務指向アーキテクチャの開発

澤田貴行, 蔣湧

## Development of Business-Oriented Architecture with Autonomous Feature

Atsuyuki SAWADA , Yong JIANG

**Abstract** : This paper introduces a practical GIS architecture for implementing business-oriented GIS applications with autonomous feature. Changing a feature property could trigger the feature's action, which in turn causes a series reactions of feature. The GIS display is implemented by using of ArcObjects and ArcGIS Engine.

**Keyword** : 自律機能 (Autonomic function), GIS 応用スキーマ (GIS application schema), GIS 標準スキーマ (GIS standard schema), GIS 普及 (GIS spread)

### 1. はじめに

地理情報システム(以下, GIS)は, 地物を対象に様々な管理業務や空間解析等に活用されている。そこで利用される ArcGIS 等の汎用 GIS では, 地物表現に際し, 地物を属性の同質なものをまとめたレイヤとして表現し, 実世界の空間認知法と異なるレイヤモデルを持つ。また, ベンダ独自の仕様は, 地理情報標準化に適応せず, 空間データの共有と流通に限界がある。一方, 地理情報標準プロファイル(以下, JPGIS)では, 地物を実世界の空間認知によりモデリングする。地物は, 空間属性等を表現した標準スキーマから必要な要素を抽出した応用スキーマが定義され, 概念としての地物型から地物インスタンスとして実現される。そして, 製品仕様書の記述をデータ作成者の規定とすることは, 地理情報の共有と流通を促進する。

業務指向 GIS の開発は, JPGIS を基準に開発すべきだが, 実現には以下の課題が認識された。

- 1) 地物の振る舞いに関する規定は JPGIS に含まれていない。しかし, 業務指向には地物インスタンス相互における関連は欠かせなく, 実現には属性の操作(以下, 振る舞い)が重要となる。
- 2) JPGIS による業務指向型 GIS の開発工数は膨大

である。特に業務依存しない標準スキーマ実装の比重は高く, 現場開発者の大きな負担になる。

本研究では, 標準スキーマの実装はせず, 業務担当者目線で記述する応用スキーマの開発に重点を置く。地物インスタンス自身の振る舞いを他の地物インスタンスへの連鎖的影響として動的に表現することを試みた。地物インスタンス関連を静的な属性の間に限らず, 動的な振る舞いにまでの拡張を含めた業務指向アーキテクチャを提案する。

### 2. 業務指向アーキテクチャの概要

応用スキーマでは, 地物型相互の一般的な関連が定義されるが, 業務の記述からは, 十分でないことがある。業務指向の観点からの関連には, 地物インスタンス間の固有の関連や, 地物インスタンスの振る舞いを前提とした関連もあり, それは判断処理を伴うこともある。例えば, 赤信号により自動車は停止するようなことがあげられる。これらのことから地物インスタンス毎に関連を設定し, 自律的な振る舞いとして実装することを開発趣旨とする。すなわち, 振る舞いを地物インスタンス自身の属性操作だけでなく, 関連のある他地物インスタンスの属性にまで連鎖的に影響を及ぼすことを実現する。現場の経験や分析による関連を振る舞いに内包することで, 地物インスタンスによる日常・業務的な文脈を実現できる。また, 本アーキテクチャによる

GIS 開発効率を重視により標準スキーマ実装を行わないとすると、地方自治体等の汎用 GIS 導入を踏まえ、その代替として汎用 GIS を利用することも開発趣旨に加えた。これは応用スキーマの属性から汎用 GIS 表現を操作するためのインターフェースを設け、同期表現の実現を図ることである。

趣旨に基づく地物インスタンス(以下、自律型フィーチャ)には、自身の振る舞いと他の振る舞いが相互連携する仕組み、及び属性変化を汎用 GIS 表示機能に伝達する仕組みが実装され、自律的な処理として行われるため、業務担当者は GIS 操作の意識はなく、業務に集中できることとなる。

### 3. 業務指向型 GIS の実現

#### 3. 1. 自律型フィーチャの振る舞い

本アーキテクチャの実証として、汎用 GIS に ESRI 社の ArcObjects と ArcGIS Engine を利用した業務指向型 GIS を実装した。ここでは、自律型フィーチャに、移動物、移動経路、経路始終点、及び始終点関連物を設置し、移動物は移動経路上を移動する、経路始終点は始終点関連物と近接すると振る舞いを定義した。自律型フィーチャの移動に対する振る舞いの連鎖に関して、以下のメッセージ(下線表示)の連携を設定し、自律型フィーチャの振る舞いを確認した。

- 1) 移動物は振る舞いとして移動し移動を発信する
- 2) 移動経路は移動を監視し、メッセージ捕捉の場合に振る舞いにより、自身上の移動物存在を判定し、存在の場合に存在を発信する
- 3) 経路始終点は接する移動経路の存在を監視し、メッセージ捕捉の場合に振る舞いにより移動物が近辺にいるとして近接を発信する
- 4) 始終点関連物は自身の近接する近接を監視し、メッセージ捕捉の場合に振る舞いを行う

#### 3. 2. 確認結果

##### 3. 2. 1. 移動物の AB 進入前

移動物の移動経路 A-B-C の移動において、AB 進入前では、移動物、移動経路・経路始終点、及び始終点関連物のすべての自律型フィーチャ相互間でのメッセージの連携はなく、全自律型フィーチャが未反応状態である(図 1-1)。

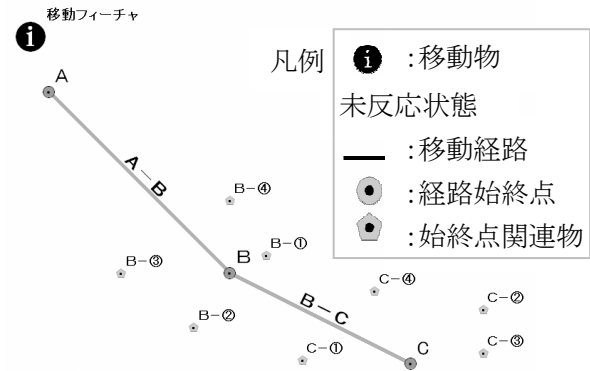


図 1-1 移動物の AB 進入前の状態

##### 3. 2. 2. 移動物の AB 進入時

移動物の AB 進入により、移動物から移動、AB から存在、経路始終点から近接が順次メッセージとして発せられ、近接を監視する始終点関連物までメッセージ連携し、AB 関連の自律型フィーチャは全て反応状態に移行する。また、BC では移動物が存在せず、存在は発生しないため BC 関連の自律型フィーチャは未反応状態である(図 1-2)。

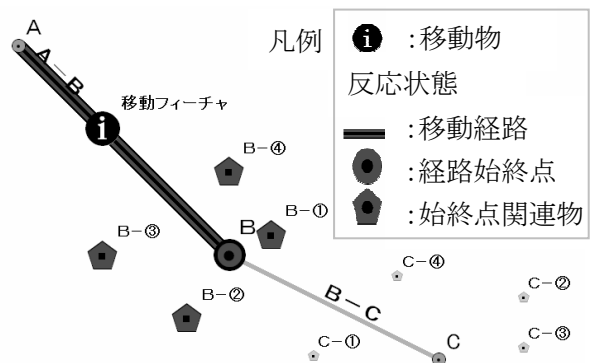


図 1-2 移動物の AB 進入時の状態

##### 3. 2. 3. 移動物の BC 進入時

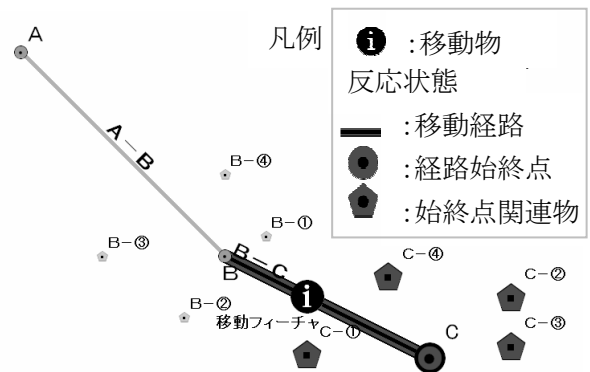


図 1-3 移動物の BC 進入後の状態

移動物の BC 進入により、同様の連携により BC 関連の自律型フィーチャは反応状態に、AB 関連の自律型フィーチャは未反応状態となる(図 1-3)。

#### 4. 自律型フィーチャの開発

##### 4. 1. 機能の細分化

本アーキテクチャは、地物中心の処理系となり、汎用 GIS へ表示処理を委譲する機能と地物の振る舞い制御をおこなう機能の 2 つの機能を独立させ、機能の細分化を図った。図 2 に細分化した機能とその関連を示す。なお、これら機能は、オブジェクト指向のイベント手法の適用により、その発信に対する処理を行うので自律性の実現が可能である。

- ・汎用 GIS と表現連携を実現する GIS 表現機能
- ・自律型フィーチャ相互連携を実現する振る舞い連鎖機能
- ・業務固有のデータ構造を実現し、かつ、これらの機能を利用する応用機能

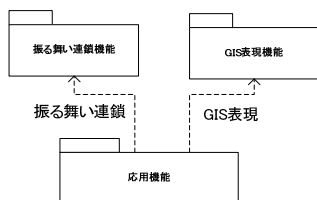


図 2 業務指向アーキテクチャの機能細分化

##### 4. 1. 1. 表示を制御する GIS 表現機能

通常、GIS の表現機能は定型業務に依存しない。このことは GIS 表示機能を汎用 GIS の表示に必要な属性(注釈, シンボル, 時間, 及び空間)の処理機能として割り切れれば、主題図ドキュメント等に詳細部分を委譲との併用により、自律型フィーチャからこれら属性を変化することで汎用 GIS 表示は変更できる。よって、GIS 表現機能は自律型フィーチャの属性において、汎用 GIS 表現と関連を持つ属性の変化を自律的にメッセージとして汎用 GIS へ伝える機能を定義することである。そして、汎用 GIS 操作は地物インスタンスには含まないため独立したパッケージとして提供する。なお、GIS 表示機能が表示変更参照する属性は後述の応用機能が持つため、クラスとしての実装は必要ない。

##### 4. 1. 2. 相互間制御をする振る舞い連鎖機能

自律型フィーチャでは、自身の振る舞いによる属性変化に対し、他の自律型フィーチャに振る舞い起こすための判断を促すメッセージを発信し、これを予め監視を設定された自律型フィーチャが捕

捉し、その振る舞いにより属性が変化する。さらに変化が発信されて振る舞いの連鎖が実現する。よって、振る舞い連鎖機能は、自律型フィーチャ相互間において、現場の経験や解析に基づく関連を持つ場合に、その自律型フィーチャの一方の属性の変化を自律的にメッセージとして他方の自律型フィーチャへ伝えることを行うクラスを定義する。

##### 4. 1. 3. 業務処理としての応用機能

応用機能は基本的には地物インスタンスそのものであるが、GIS 表示機能から参照される属性はすべて定義されている必要がある。なお、業務で取り扱う自律型フィーチャは、様々な地理情報を保有するため、意味や構造を記述する必要がある。このため情報管理には XML (Extensible Markup Language) を利用する。

#### 4. 2. 自律型フィーチャの構造

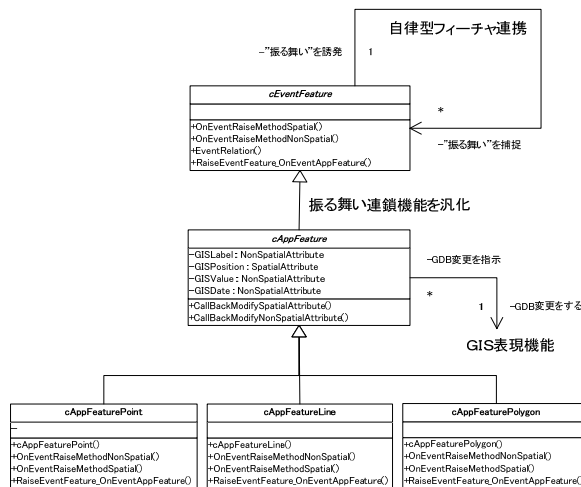


図 3 自律型フィーチャのクラス図

機能細分化により、自律型フィーチャは、地物インスタンス、すなわち応用機能が抽象化した振る舞い連鎖機能を継承するとし、このとき、パッケージ化された GIS 表示機能を制御する属性を持つものとなる。図 3 に振る舞い連鎖機能の主要クラスである cEventFeature を継承する応用機能の主要クラスである cAppFeature とした構造を示す。

##### 4. 3. 自律型フィーチャの属性変化の伝搬

自律型フィーチャの実装において、その属性の

格納のために非空間型、空間型、時間型のデータ型を定義した。図4にこれらの構造を示す。基本クラスを Attribute とし、応用機能の GIS 表現処理を委譲させ、データ型から応用機能制御を可能とした。また、同様に振る舞い連鎖機能の自律型フィーチャ連携処理を委譲させ、データ型から応用機能制御も可能とした。この委譲は自律型フィーチャの動作がすべて属性変更からはじまることによる。

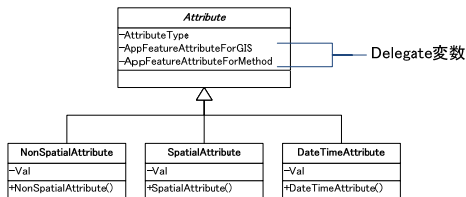


図4 非空間型、空間型、時間型のクラス図

#### 4. 4. 自律型フィーチャにおける各機能の関連

##### 4. 4. 1. 応用機能と GIS 表現機能の関連

前述のデータ型を用いて実現した属性値の変化はオブジェクト指向手法の委譲を用いて cAppFeature の操作として実行する。そして、変化は、オブジェクト指向手法のイベントにより GIS 表現パッケージに伝えられ、その結果、GIS 表現パッケージの主要クラスである cGIS により地理情報データベースが更新される(図5)。

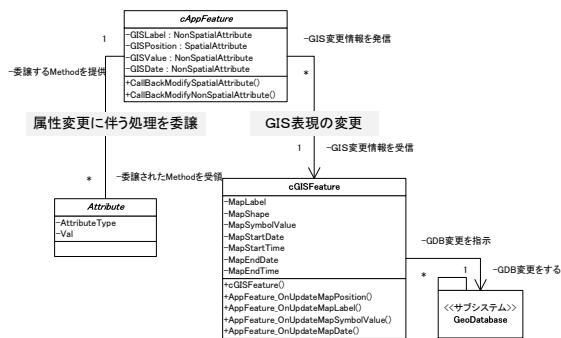


図5 自律型フィーチャの GIS 表現機能実現

##### 4. 4. 2. 応用機能と振る舞い連鎖機能の関連

前述の関連に準ずるものであり、属性におけるその変化はオブジェクト指向の委譲により cAppFeature の基本クラス cEventFeature の操作として実行される。そして、変化はオブジェクト指向のイベントにより関連付けられた自律型フィーチャに伝えられる。この処理において振る舞い連鎖機能の対象となる自律型フィーチャは、自身だけで

はなく他自律型フィーチャも含める。なお、実装は、振る舞い連鎖機能の主要クラスは cEventFeature であるが、汎化のため定義を持つだけとなるので、基本的に業務処理に特化させた cAppFeaturePoint, cAppFeatureLine, 及び cAppFeaturePolygon において行うこととなる。

#### 5. おわりに

JPGIS の基本的な考え方に基づいた業務指向型 GIS アーキテクチャを開発した。実装には、特定の地物インスタンス同士の相互関連の振る舞いを通して、その変化のメッセージを発信・捕捉する仕組み、及び地物インスタンスの変化を汎用の GIS 表示機能へ伝達・同期表示する仕組みを開発し、自律型フィーチャとして、地物インスタンスを拡張した。そして業務指向 GIS の試行的開発として、汎用 GIS に ESRI 社の ArcGIS を用いた GIS 表現パッケージを構築し、自律型フィーチャを地理空間に配置し、その振る舞い連鎖の動的表現を試みた。ここで機能細分化した GIS 表現機能は自律型フィーチャから分離したため、他の汎用 GIS への対応も、比較的簡単に行えるが、今後は JPGIS による地物に上乗せするような機能改修を行いたい。

また、C#と Visual Studio .Net による開発環境で実現し、Windows(Web 含む)として実装を確認したため、愛知大学の進めるセンサーネットワーク、人的な繋がり、産業間の波及効果等の表現に広く活用が期待できる。特に、センサーネットワークでは、実世界の事物と GIS 世界の地物間でのリアルタイムな連動、すなわち、時空間に絶えず発生する膨大なデータを環境観測センサーにより感知し、自律型フィーチャとするセンサーの振る舞いが他の自律型フィーチャの振る舞いを誘発する空間情報へ発展させていきたい。

#### 参考文献

1. 有川正俊・太田守重 監修, (2007) GIS のためのモデリング入門, ソフトバンククリエイティブ
2. ESRI (2001) Exploring ArcObjects Vol 1/2 Application and Cartography, USA, ESRI Press.
3. ESRI(2005) ArcGIS9 ArcGIS Engine Developer Guide, USA, ESRI Press.