

基于Geodatabase 的美军FFD 空间数据模型分析研究

王新明, 罗子娟

(信息系统工程重点实验室, 江苏 南京 210007)

摘要: 美军使用基于 Geodatabase 的 FFD (基础特征数据, Foundation Feature Data) 空间数据模型, 组织、存储从侦察图像中提取的目标特征数据。本文在总结 FFD 数据库逻辑结构设计的基础上, 分析了该空间数据模型的特点和不足, 为我军研制可用于侦察图像目标特征提取的空间数据模型、提升对图像情报的应用能力提供参考和借鉴。

关键词: 图像情报 Geodatabase 空间数据模型

0 引言

基于关系型数据库 (RDBMS) 进行空间数据的存储和管理, 已经成为构建空间数据库的主流技术。而随着地理信息系统技术与 RDBMS 的融合和加速发展, 以 RDBMS 为依托的 Geodatabase 数据模型, 不但使空间数据、属性数据与拓扑关系的一体化存储成为现实, 更为海量数据存储和查询提供了完整的解决方案。Geodatabase 已成为当前国际上 GIS 空间数据库建设的主流技术。本文针对美军图像情报处理中所生成的 FFD 基础特征数据, 介绍基于 Geodatabase 技术构建 FFD 空间数据库的特点及逻辑结构, 对我军可从中借鉴的经验和应注意的问题进行探讨。

1 美军 FFD 基础特征数据

美国地理空间情报局 (GIA) 采用 FFD (基础特征数据, Foundation Feature Data) 数据结构, 进行影像目标判读和提取并最终生成数字地理空间情报产品, 其目的是“为国家安全提供及时、准确、相关的地理空间情报”。作为基于矢量的数字化产品, FFD 数据能够按照各种制图规范在 1:50000 到 1:250000 的比例尺区间内描绘具有军事价值的陆、海、空目标。美军设计并采用 FFD 格式的目的, 就是从全球范围内的航空航天侦察图像中提取支持军事 GIS (地理信息系统) 应用的目标数据; 并以 FFD 数据产品为基础, 根据军事应用或任务的需要对目标数据进行细化和补充。

传统的 FFD 数据产品是以文件目录为单位^[2,3], 在同一个目录下保存七个主题的图层数据文件: 边界、水文、居民地、交通、植被、高程、数据质量控制。这种基于文件目录的 FFD 数据集合, 难以满足网络化条件下地理空间数据应用的需要。根据 GIA 在 2005 年的统计结果: 生成符合传统 FFD 规范的数据产品所需平均工作量超过 2000 人工时, 是 GIA 达到“及时化”作业标准的 4 到 8 倍。为此美军在不断对 FFD 数据组织交换方式进行改进的基础上, 提出了基于 Geodatabase 的 FFD 空间数据模型^[1,4]。

2 Geodatabase 数据模型

Geodatabase 是 ESRI 公司基于工业标准构建的表达地理信息的数据模型, 其基础是数据库管理系统技术和面向对象技术。鉴于 ESRI 在地理信息业界的巨大影响力, Geodatabase 数据模型目前已在多个行业得到广泛应用和推广。Geodatabase 通过采用开放的结构将空间数据 (矢量、栅格、影像、三维地形等) 及其相关的属性数据统一存放在 DBMS 中。在 Geodatabase 中, 将地理数据组织为具有行为、规则和关系等特征的数据对象 (dataobject)。这些数据对象存储于要素类、对象类或由要素类组成的要素集中, 其中要素类是同类要素的集合, 存储了空间数据及其相关的属性信息; 对象类存储了非空间信息。具有相同空间参考的要素类组成了要素集。

Geodatabase 空间数据模型对地理对象和对象关系的表达, 更接近我们对现实事物对象的认识和表述方式。其特点在于: (1) Geodatabase 实现了同一模型框架下对不同地理空间要素的统一描述, 使所有的空间

要素都可以一起存储在 RDBMS 中。(2) Geodatabase 既能保证空间数据和属性数据的统一存储,还能方便进行数据的操作和维护。

在 ESRI 公司的地理信息系统软件 ARCGIS 中,提供了两种创建 Geodatabase 要素类对象的途径:(1)使用 ArcCatalog 的向导工具来创建新的要素类等对象。在创建过程中,依托定义的对象不同,向导中的参数值会有不同的变化,可以定义新对象的名称、字段及字段属性、空间参考等内容,并可指定配置关键字来确定要素类、要素集的存储参数,以优化空间数据的存储。(2)使用 ArcCatalog 的数据加载工具来导入已有的表、coverage、shapefiles 或其他 Geodatabase 要素类等。Geodatabase 支持 coverage、shapefiles、CAD、INFO 表、DBASE 表向 Geodatabase 的导入,对于其他文件格式的数据需要先进行转化。在导入过程中,由于数据类型的多样化,各类型数据的参数选项也有所不同,可以定义对象名称并修改属性字段、数据类型等。

3 美军 FFD 数据的 Geodatabase 数据库逻辑设计

建设空间数据库,需要针对选用的模型,将空间数据与数据模型联系起来,即进行数据库的逻辑设计。Geodatabase 数据库逻辑设计的一般流程包括:进行图层划分,并确定数据格式,其中对矢量数据要求图层只包含一种图元类型;建立用户视图,按逻辑组织空间数据;定义实体和关系,对数据建模;为对象选择几何表达方式,如点、线、多边形等;将对象与 Geodatabase 元素进行匹配,定义要素集、要素、确认域、指定关系和对象的属性等;组织 Geodatabase 结构,得到数据库逻辑结构,如组织要素、定义拓扑关系、规则等。

(1) FFD数据图层划分和逻辑组织

在美军 FFD 数据标准规范中,所有特征数据被划分到七类主题数据集合(图 1)。其中边界主题包括海岸线、行政边界、停火线、水上分界线等特征;高程主题包括高程点、等高(深)线等特征;水文主题包括水坝/水闸、海峡、湖泊/水库等特征;居民地主题包括建筑物、大使馆等特征;交通主题包括航行设施、桥梁/天桥/高架桥、渡口、浅滩、隧道、港口、公路、乡村大车路、飞机跑道等特征;植被主题包括农田、林区等特征。各特征分别对应一个 FACC 代码(特征属性编码目录),每个代码又分别对应一系列属性。如水文主题的大坝/水闸特征,其 FACC 代码为 BI020,具有海拔高度、长度(直径)、名称、宽度等类型。

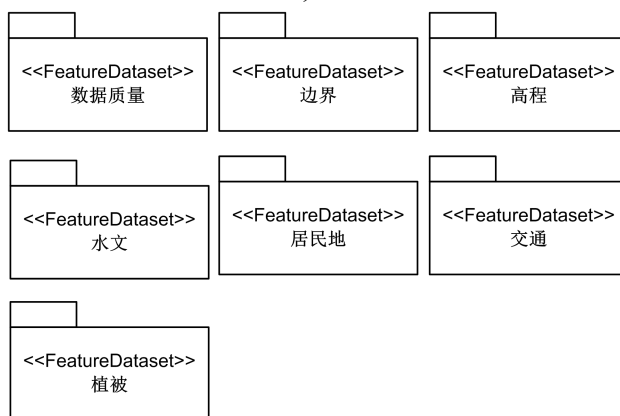
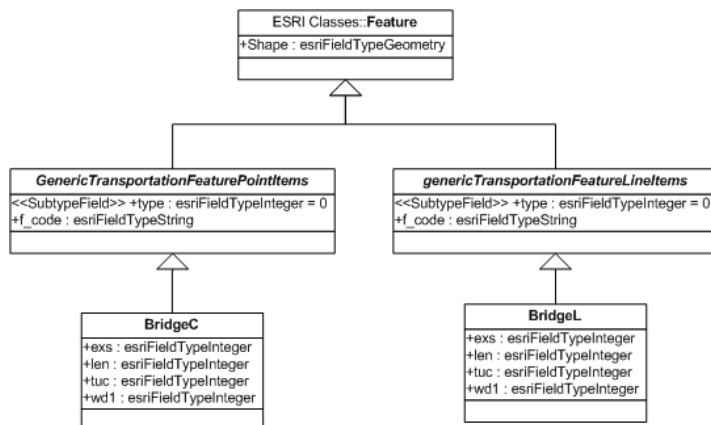


图 1 FFD 数据的逻辑组织

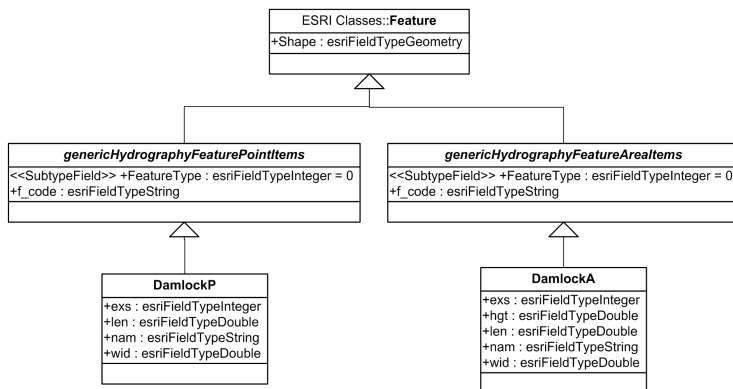
(2) 特征的几何类型

在 FFD 的 Geodatabase 数据模型中,特征对象都派生自 Feature 类;根据目标图像的分辨率以及目标形状特点,目标特征几何类型可以为点、线、面,分别以 generic×××FeaturePointItems、generic×××FeatureLineItems、generic×××FeatureAreaItems 作为父类(×××为目标特征主题);目标特征数据分别存储在对应点、线、面的 Geodatabase 数据表中。FFD 规范对目标特征的几何类型有明确的规定。以桥梁(图 2a)为例,其 FACC 代码为 AQ040;当其长度小于 75 米时,作为点状特征存储在 bridgec.pft 表中;当其长度大于等于 75 米时,作为线状特征存储到 bridgel.lft 表中。同样地,对于 FACC 代码为 BI020 的水坝(图

2b)，当其长（宽）小于 25 米时，存储到点状特征的 damlockp.pft 表中；当其长（宽）大于 25 米时，存储到面状特征的 damlocka.aft 表中。



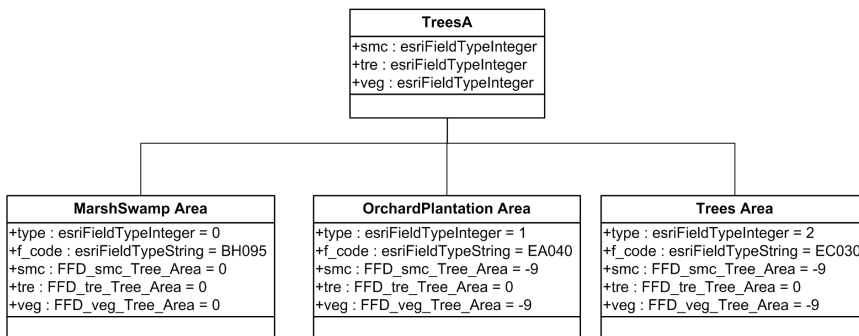
(a)



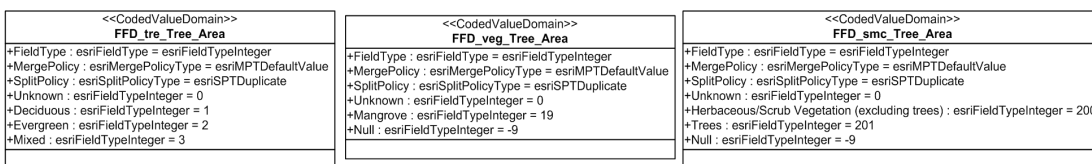
(b)

图 2 根据几何特征划分对象类举例：（a）桥梁目标类；（b）水坝目标类。

(3) 特征的子类 and 属性域



(a)



(b)

图 3 特征的子类 and 属性域举例：（a）树林目标子类划分；（b）树林目标的属性域。

Geodatabase中的子类 (Subtype) 是根据对象的属性对同一图层中的要素进行逻辑分组, 分组的每一类对象都可以设置固定的属性 (如显示颜色) 和默认值; 属性域 (Domain) 是限定对象属性的一组值, 分为值域 (规定了取值的最小、最大值) 和码域 (合法属性代码的列表)。在FFD数据中, 特征对象的逻辑分类通过子类实现; 对象属性的合法取值通过属性域进行规定。以面状的树林特征对象 (TreesA) 为例 (图 3a、b), 根据类型 (type) 属性分为湿地林区 (MarshSwamp)、果园林区 (OrchardPlantation)、其他林区 (Trees) 三种子类对象, 具有不同的FACC编码; 每种子类对象都具有smc (地表类型)、tre (树木类型)、veg (植被特征) 三个属性, 而这三个属性又分别从FFD_smc_Tree_Area、FFD_tre_Tree_Area和FFD_veg_Tree_Area这三个属性域中取值。

(4) 数据质量控制

在FFD的Geodatabase模型中, 定义了DataQuality类 (图4) 表示对象数据的来源、版本、完成和修订日期、数据准确程度、绝对水平和垂直误差等内容; 定义VoidCollection类表示数据采集的有效性。在数据有效性方面, 使用FFD_vca_DQVoidCollectionArea属性域表示数据无效的原因, 包括原因未知、未能获取图像、未能获取地图、没有合适的图像等。。

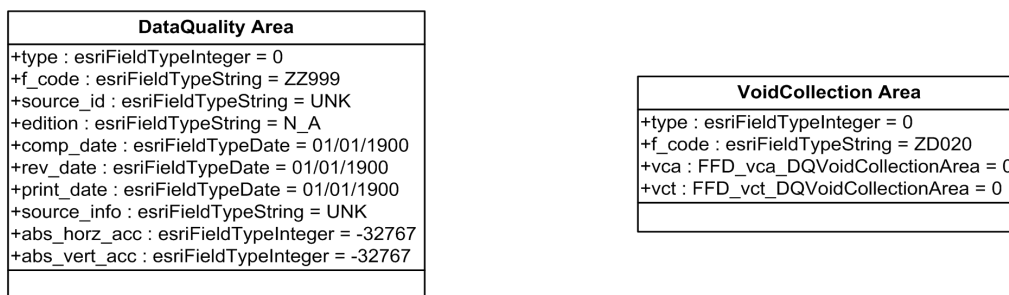


图 4 数据质量控制类和属性域举例

4 讨论

建立 Geodatabase 空间数据模型的意义, 在于规范空间数据结构的同时, 保障数据质量、维护要素间的关系。另外 Geodatabase 空间数据模型能够基于业务思想构建专业模型, 数据的后续应用不再依赖系统研发, 而是靠模型自身维护, 从而降低数据维护的成本, 提高数据的易用性。

美军采用 Geodatabase 空间数据模型组织和存储 FFD 数据, 一方面在数据分层组织、要素类型和子类划分、数据质量控制等方面保持了传统 FFD 数据结构的特点; 另一方面又基于 Geodatabase 数据模型灵活、易用的特点, 实现了在网络环境下对空间数据的标准化访问, 保证数据访问的开放性和直接性, 在侦察图像目标解译和使用中发挥了重要作用。但在目前 FFD 的 Geodatabase 空间数据模型中, 还没有充分发挥 Geodatabase 数据模型的优势和潜力。例如, 尽管在该模型中包含了对对象的空间要素和属性要素, 但没有充分体现 Geodatabase 模型的特点 (没有实现几何网络、拓扑、影像等数据模型), 特别是没有实现对象的行为特征 (如关联、依赖、空间关系); 另外当前的美军 FFD 数据模型, 还没有实现数据的业务化建模, 未能体现数据模型与影像目标解译业务的关联。

5 总结

美军基于 Geodatabase 设计面向侦察影像目标提取的 FFD 空间数据模型, 实现了从侦察图像中提取的多种类型空间数据的集成管理、存储和发布, 可为信息化作战提供及时、综合的地理空间信息和目标数据, 并实现对地理空间信息的网络化共享。但 Geodatabase 模型表示空间要素属性和行为的特点和优势在当前 FFD 空间数据模型中尚未充分发挥, 特别是没有反映出 FFD 数据与侦察图像解译业务的关联特点。总之, 在今后借鉴美军基于 Geodatabase 构建 FFD 空间数据模型的过程中, 应增加几何网络、拓扑、空间关系等模型,

在数据结构中增加侦察图像目标提取业务的信息，充分挖掘Geodatabase数据模型表示侦察图像目标的潜力，从而提高从侦察图像生成和使用地理空间情报的能力。

参考文献：

- [1] 钟勇. 基于 Geodatabase 的面向对象空间数据库的研究与设计[D].武汉: 武汉大学, 2004
- [2] Michael Zeiler. Modeling Our World [M]. USA: ESRI, 1999
- [3] Feature Foundation Data (FFD) (MIL-PRF-80041) Draft [OL], 1998,
<http://164.214.2.59/publications/specs/draft/ffd/ffd30nov98.pdf>
- [4] Defense-Intel Data Model (Draft) [OL], <http://arconline.esri.com>
- [5] 彭向阳, 曾婧. 面向服务的航天遥感信息发布系统模型[J]. 指挥信息系统与技术, 2012, 3(4): 32-36
- [6] 赵宗贵, 王国强, 刁联旺. 战场感知资源管理与信息融合[J]. 指挥信息系统与技术, 2012, 3(1): 12-19