

建构筑物空间标识位置编码技术研究

曹吉昌¹ 濮国梁² 颜寒祺² 黄 港²

(1. 住房和城乡建设部科技与产业化发展中心, 北京 100835; 2. 北京大学, 北京 100871)

【摘要】 规划、建设、管理建构筑物过程产生的数据种类繁多、规模较大,亟需一种具有唯一性、参考系一致性、高效性的编码。北斗网格位置编码规定其网格选择和编码规则,以及空间位置信息标识、传输及大数据处理,在建构筑物空间标识位置编码领域能有良好的扩展性。基于北斗网格位置码的编码规则,本文提出了建构筑物空间标识位置编码技术,对建构筑物进行编码,该编码具有唯一性、一致性、高效性,对编码规则的应用进行了介绍,包括编码的生成和编码的索引,以及对应的查询算法,并通过工程实验进行验证。

【关键词】 建构筑物;空间标识;位置编码;北斗网格

【中图分类号】 TU17 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-7461(2021)03-0123-09

【DOI】 10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2021.03.19

引言

建筑物及其构件的信息种类繁多,从建筑设计到后期维护阶段,信息的增删和变更时常发生,这为建筑物及其构件的信息化管理带来了挑战。

在建筑物的设计阶段,建筑物的数字化信息模型为建筑物内部构件赋予唯一的标识编码,以便在建筑物全生命周期中,基于该标识码交换和管理建筑业中多源数据。近年来,国家相关基础建设部门推出一系列用于建构筑物构件的分类信息编码,但不够关注部件空间位置属性。若以空间位置唯一标识作为整合线索,可实现建筑物部件基于空间位置的关联。

由于建筑物空间位置标识信息在档案管理、智能建造和后期巡检中很重要^[4],本文提出一套建构筑物位置编码应对相关行业的应用需求。这套建构筑物的空间位置划分和编码系统继承北斗全球位置框架,满足以下三个主要需求:

(1)唯一性需求。每个建构筑物具有全球唯一标识,能够与对应的实体建立一一对应的关系。若不满足唯一性,不同部门对同一建构筑物指定不同

的标识编码,在数据整合交换中出现偏差和误解,不能通过该标识码融合该对象多源属性。

(2)一致性需求。建筑物外部环境与建筑内部空间划分共用一套划分框架和编码方法,便于划分框架的拓展和空间运算分析;不同建构筑物的空间标识在一套空间标识命名框架下,组织和管理所有建构筑物数据。

(3)高效性需求。建筑物中存在海量的构件信息,需要通过构件的标识进行数据关联和检索。而构件在建筑物中有预设的唯一空间位置,且实际应用中存在许多以空间位置为线索的数据共享和数据检索的场景。要实现这些场景中的应用,需要构件实体被赋予的空间标识编码能够支持高效准确的拓扑分析和距离计算等。

1 国内外研究和其局限性

1.1 国内外研究现状

(1) 建筑物编码体系

2006年,国际标准化组织制定了ISO/IDS框架,用于建立各国建筑业分类信息标准,定义各种建筑信息分类体系的基本概念,梳理它们的关系。

【基金项目】 国家重点研发计划资助“全球网格位置服务应用示范系统”(编号:2018YFB0505300)

【作者简介】 曹吉昌(1979-),男,住房和城乡建设部科技与产业化发展中心副处长,高级工程师,主要研究方向:计算机软件与理论;濮国梁(1975-),男,博士,副教授,北京大学空天信息工程研究中心副主任,主要研究方向:时空大数据。

美国建筑标准学会 CSI 和加拿大建筑标准学会 CSC 颁布了 Omniclass 分类系统,能呈现最直观简洁的编码体系,与 BIM 数据存储标准 IFC 对接,支持 BIM 技术的实现^[13,17]。2018 年,中华人民共和国住房和城乡建设部颁发适用于民用和通用建筑厂房的《建筑信息模型分类和编码标准 GB/T51269-2017》^[1]。

目前建筑行业中使用的构件编码主要考虑构件的类别,几何特征,生产信息等,如图 1^[2]。同一批从工厂中生产出的某一特定构件/零件,会被赋予完全相同的生产编码,分散在不同地区和空间位置的构件共用一个生产编码,使目前的构件编码不能够保证全局唯一性。

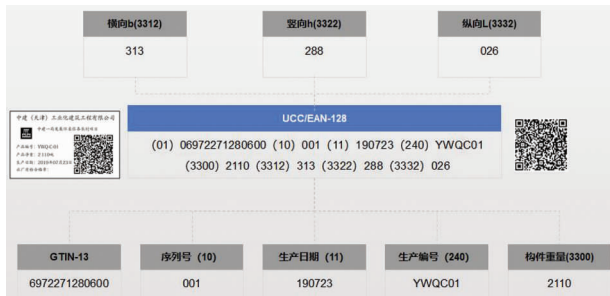


图 1 中建(天津)工业化建筑工程有限公司编码

(2) 构件查询方法

建筑物构件的复杂性和语义的多样性,使用户难以通过关键字查询检索到预期结果,查准率低。IFC 的数据模型能映射到关系数据库中,转化成 XML 或者是 RDF 表达。研究者致力于提出各种 QL 框架,如 SPARQL^[7], XQuery^[8], QL4BIM^[9]。北京建筑大学卢锦^[18]指出,当前研究对 BIM 模型中建筑信息的检索起到推动作用。简化构件为质点,在计算时排序构件与用户参考点的通路,用 Dijkstra 算法得到最短距离,由空间关系和距离得到有序的构件集合。

1.2 局限性分析

在建构筑物空间标识与应用中,现有的研究仍存在四个问题^[19]:建筑物内部的构件空间位置表示是建立在局部参考坐标下;构件的位置依赖于多个参考系,不满足空间标识唯一性和一致性;现有的建构筑物编码属分类信息码,只考虑简单的建筑对象信息,不能直接含有建筑物中相对位置的关系;现有构件的信息检索方法不能直接再将空间属性置于索引列,并在索引列的内容上进行计算和筛选操作,效率较低,不满足空间标识的高效性。

2 北斗三维网格位置编码概述

北斗网格位置编码规定了北斗网格位置码的网格选择和编码规则^[6],应用广泛。其符合以下基本编码原则:1)唯一性;2)嵌套性;3)兼容性;4)计算性;5)实用性。

2.1 网格划分

北斗三维网格位置码由地球表面二维网格剖分+高度域网格剖分组成。

地球表面二维网格剖分中,网格划分原点在赤道面与本初子午面的交点处,二维网格划分为十级,方法如下。

(1)第一级网格。根据 GB/T 13989-2012 中 1:100 万图幅进行划分,单元大小是 $6^{\circ} \times 4^{\circ}$;

(2)第二级网格。将第一级 $6^{\circ} \times 4^{\circ}$ 网格,按照经纬度等分,分成 12×8 个第二级网格,对应于 $30' \times 30'$ 网格,约为地球赤道处 $55.66\text{km} \times 55.66\text{km}$ 网格;

(3)第三级网格。将第二级网格,按照经纬度等分,分成 2×3 个第三级网格,对应于 1:5 万地图图幅 $15' \times 10'$ 网格,约为地球赤道处 $27.83\text{km} \times 18.55\text{km}$ 网格;

余下层以此类推^[20]。

高度域剖分中,任意剖分级数 m ,高度域剖分成 $2m$ 层,地下为 $2m-1$ 层,地上为 $2m-1$ 层。同级网格相同层高度相等,高度与该层对应等高面赤道处相应级剖分形成的网格纬线方向长度匹配。同级网格高度与对应等高面赤道处网格纬线长度如图 2。北斗三维网格位置码高度域划分,将地球表面 4° 、 $30'$ 、 $15'$ 、 \dots 、 $1/2048''$ 十个基本网格作为北斗三维网格位置码定义大地高的中的 θ ,形成高度域网格划分:

(1)初始网格。地上、地下划分成两个部分;

(2)第一级网格。采用和赤道 4° 长度一致的划分,每个划分约 445.28km ;

(3)第二级网格。采用和赤道 $30'$ 长度一致的划分,每个划分约 55.66km ;余下各级照此类推^[16]。

2.2 编码规则

北斗三维网格位置码由二维编码+高度维编码交叉组成^[21],共 32 位码元组成,北斗三维网格位置码由 12 位码元组成,其结构与码元取值见图 3,第三维度编码如下。

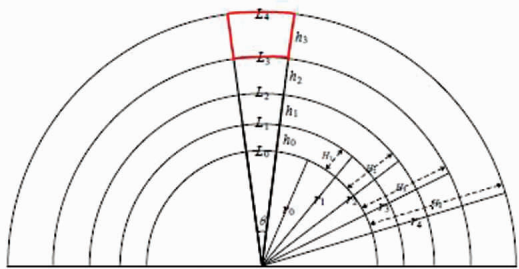


图2 高度域方向不等距离划分方法(赤道面)

3 基于北斗网格位置编码的建构筑物空间位置编码

定位建构筑物,需定位整栋建筑物和建筑物内部的构件实体^[10]。建筑物外部所处坐标系是刚性的北斗网格位置体系,其平面坐标两个轴是径向和纬向,建筑物以标识中心为定位对象,赋予定位编码,作为整体被组织和管理。建筑物自身既是全球网格体系子空间,又是建筑物内部信息父空间。建筑物内部,为保证内外划分的可拓展性,外部的定位标识点为划分的起点。确定好内部划分起始点之后,平面两轴的方向也与外部的全球位置坐标系两个轴保持一致,分别是正北和正东方向。高度维则按照建筑物自身的楼层高度进行划分。每一楼层的划分也是直接遵循建筑物中已有的区域划分,并且这些子空间在每一层中都会被赋予一个定位标识码,每一层楼的子空间采用的均匀大小的矩形表示,构件实体最终就落在某个子空间中,在该三维空间中进行三个轴向方向的定位。

3.1 网格划分和编码方案

本小节讨论各层次(建筑物—楼层—子空间)的标识点、划分网格层级以及划分后赋码的规则。

(1)对整幢建筑物的标识

首先在全球范围定位建筑物,进行唯一空间标识。建筑物的标识要选择合适的标识点,用建筑物地面投影范围中心作为标识点,而不是实际占地范围。投影多边形选择层级合适的北斗网格进行划分,选最靠近西南方向的内部角点作为建筑物的标识点O。现实中建筑物的距离一般都超过8m,选择了北斗网格码第7层级(1/4')的网格进行划分^[20]。

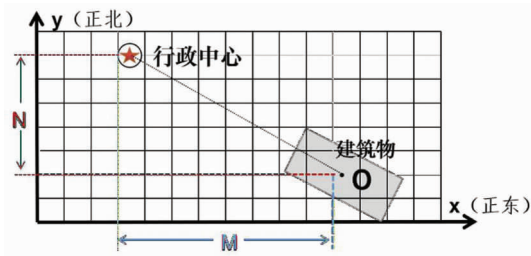


图4 整幢建筑物的定位过程

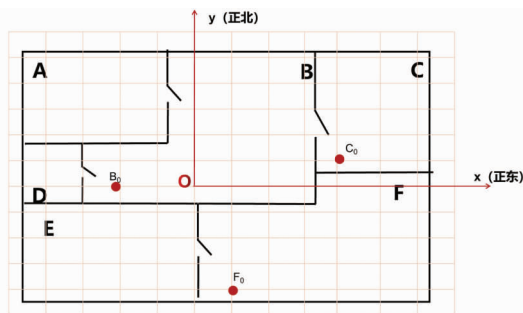


图5 子空间标识点确定

获取标识点以后,于全球位置框架标识该点。某行政区域组织会管理多栋建筑物的数据,选建筑物所在行政中心为参考点定位。确定行政区划中心和建筑物标识点,建立二维平面坐标系,确定整幢建筑物在该坐标系下的位置,选择合适的层级L来确定跨越的网格数目M,N。

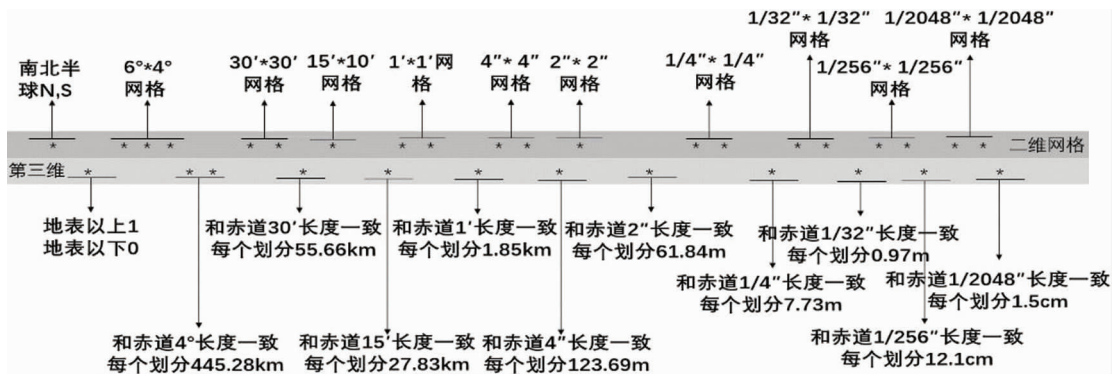


图3 北斗三维网格位置码的形式

为避免两栋建筑物的标识定位点落在同一个网格,失去唯一性,选择大小合适的网格使其边长不大于两者的距离。第7层级的网格比较合适^[20],但在距离过远时,编码的长度会冗长。若引入更小层级,虽能用更少跨度码,但需加上该层级的标识。为平衡跨度网格数目和层级标识引入的标识位,除了第7层级以外,再选择一个层级共同来标识跨度。最大两位数的第七层级网格可覆盖长度是 $24.75' < 1'$ 所以选择第4层级和第7层级共同标识跨度。建筑物相对行政中心的偏移量为负, M、N 要含有负号来区分相对方向。

(2) 建筑物楼层高度维划分与编码

考虑建筑物的高度维划分,划分的起始平面规定在建筑物中的地面,往上为高度轴的正方向,反之则为负方向,建筑物内部空间一般都分布在不同的楼层中,但也存在如某两层楼层之间有转角的楼梯,规定将这些设施划分到它们下方的楼层空间内。

目前世界上最高建筑物—迪拜塔,总高度为828米,地上162层,连同地下共169层。地下层数一般不超过162层。楼层码总共由五位组成:第一位是表示地上 U 或地下 D,后三位为楼层数。如 U021 表示地上 21 层, D002 表示地下二层,以此类推。

建构物编码扩展到楼层高度为: $C_0MN - F$ 。

(3) 楼层平面划分及子空间定位码

建筑物中每个楼层中,很多构件需进一步划分其空间得到更为精细的空间,确定构件的准确位置。为满足外部划分能够扩展到内部的原则,采用的原点 O 是在对整幢建筑物定位时选择的标识点,内部坐标系的 x、y 轴方向分别选择了正东、正北方向,z 轴方向则采用了建筑物楼层生长的方向,每个楼层高度上则是一个独立的楼层坐标系。我们对整个楼层进一步划分得到子空间,在楼层平面坐标系中对子空间进行定位和编码。若选择该空间水平面多边形的一个顶点,可能会出现多个空间共用一个标识点的情况。

确定子空间的标识点,首先选择层级,选择用边长 1m 的网格进行划分子空间。每个空间都被多个网格划分,网格的角点在空间中。我们选择最靠近楼层坐标系原点的角点作为子空间的标识点,如图 5,得到 B、C、F 的子空间的定位点分别是 B_0, C_0, F_0 。

得到各子空间标识点后,其在楼层平面坐标系

中的正北、正东方向偏移分别是 $M'、N'$ 。建构物编码扩展到子空间层次的定位码为: $C_0MN - F - M'N'$ 。

(4) 子空间内划分与编码

楼层平面坐标系中每个子空间内部都构造了自己的独立坐标系,依靠楼层平面坐标系对它们进行关联,以各自的子空间标识点距离楼层标识点的偏移量作为标识编码。在子空间内部对构件三个维度上进行划分,从而准确定位。

在三维子空间中进一步、更精确的位置定位楼层中某构件。某些构件彼此距离很近,采用尺度更小的网格作为划分基本单元。在子空间内划分采用 9 级网格比较合适^[20]。子空间内构件坐标系定位编码:划分原点是在楼层子空间中子空间的标识点,以正东、正北方向为 x、y 轴,建筑生长方向为 z 轴。子空间内,对构件进行三维空间的定位编码,得到三个轴方向的偏移量 PQR。建构物编码扩展到子空间内部的定位码为: $C_0MN - F - M'N' - PQR$

在该编码体系中, C_0MN 是整幢建筑物全球环境定位的建筑物幢编码; F 是进入建筑物的高度维定位的楼层高度码; $M'N'$ 是进入楼层的子空间在二维平面中坐标的楼层子空间定位码; PQR 是在子空间中的构件定位码。

4 建构物空间标识位置编码算法

4.1 建构物设计阶段中编码生成算法

在建筑物的设计阶段对构件实体赋予了该编码,在后续阶段能够基于该唯一性编码进行多源数据的融合和信息的回溯^[12]。

BIM 顶点坐标中,提取 x、y、z 坐标最小与最大值,得构件最小值坐标 $S_{min}(X_{min}, Y_{min}, Z_{min})$ 和最大值坐标 $S_{max}(X_{max}, Y_{max}, Z_{max})$,得到模型范围,计算近似的空间中心点 $S_0(X_0, Y_0, Z_0): X_0 = (X_{max} - X_{min})/2; Y_0 = (Y_{max} - Y_{min})/2; Z_0 = (Z_{max} - Z_{min})/2$

若经纬度表达,直接按照全球浮点数坐标到编码转化^[21],若相对参考系,可按照以下几步:确定构件在 BIM 中局部坐标系,确定局部坐标系原点 O,根据相互正交的三个轴其中两个确定坐标系的方向;确定转化的目标坐标系,按照 BIM 文件中数据,若对构件提供其所在参考空间的信息,则目标坐标系为城市建构物的子空间坐标系,若只提供其所

(2) 范围查询

范围查询指查询框定范围内所有的对象^[11]。本研究场景下具体需求为:查询某个房间内所有的横梁,如图7的子空间C;或圈定一个任意闭合图形要求查询到其中包含的所有特定构件实体,如下图跨越三个子空间ABD的蓝色不规则阴影。

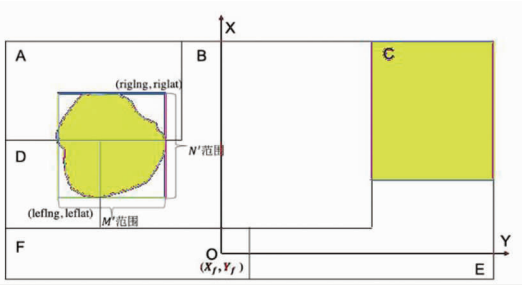


图7 某楼层中的范围查询

基于外包矩形点查法,任意闭合图形作为查询范围。若查询范围是建筑物中已划分好的结构,输入该子空间内某个经纬度点 $P(x, y)$, 要求返回该点所在子空间某构件。计算 P 在坐标系 $O(x_f, y_f)$ 中的坐标,再除以度到跨度数码到换算倍率 L , 得到点 P 的偏移码数目 M', N' 。点 P 所在子空间标识点 C_0 应离 P 点较近, C_0 在楼层坐标系中的偏移 M_c, N_c 应该满足以下等式,且 ϵ 尽量小,即尽量趋近于一个定值: $M_c^2 + N_c^2 = M'^2 + N'^2 + \epsilon$ 。存在子空间内任意一点到该空间标识点到距离其它子空间标识点更远的情况,本文取离得最近的三个编码值,然后到对应数据行的详细属性列中找到子空间轮廓的经纬度串,进行点是否在多边形中的判断,得到最终就可以用匹配算法得到所有子空间编码为 M_c, N_c 的特定构件实体数据行。

(3) 有约束条件的距离查询

在建筑物内的查询必须考虑建筑物本身的构造特点,如由于门的阻隔,位于两个房间内构件 A 和 B 之间的距离,不是直线距离,且存在多条可通行路径。给定一个查询点和多个可能的目标点,有约束的距离查询就是需要返回该查询点到各个目标点的最短距离。

多路径的最短距离计算可以采用“Dijkstra 算法”^[3],首先确定各直接相邻点的距离。该场景下可能是子空间内构件到子空间门节点的距离,或两个门直接的距离,可认为是两个建构物编码之间的距离。以编码 $C_0MN_UXXX_M_1'N_1'_P_1Q_1R_1$ 和

$C_0MN_UXXX_M_2'N_2'_P_2Q_2R_2$ 为例,不考虑高度维上的 R 码,同个楼层的两编码仅于空间编码和精细编码不同。以楼层标识点为基准点,编码 1 在该点的正东、正北方向距离是 $L_fM_1' + L_rP_1$ 和 $L_fN_1' + L_rQ_1$, 编码 2 在该点正东、正北方向距离是 $L_fM_2' + L_rP_2$ 和 $L_fN_2' + L_rQ_2$, 则编码 1 和编码 2 之间在正东和正北方向的距离分别是: $(L_fM_1' + L_rP_1) - (L_fM_2' + L_rP_2)$; $(L_fN_1' + L_rQ_1) - (L_fN_2' + L_rQ_2)$

经纬度在两个方向的距离能按照公式转为平面距离,得到两个节点之间的平面距离。

5 实验

基于自主设计的建构物数据可视化和管理系统,本节从模型建立和应用开展编码生成实验、建筑物多源数据关联和查询等典型应用实验,验证编码模型正确性、高效性和可行性。

建筑业 BIM 软件种类多,数据格式不尽相同。本文实验选择 Web 端进行 BIM 模型的展示与功能实现,将 Revit 等 BIM 平台的三维模型几何空间数据解析,并通过 WebGL 显示在 Web 端,后台连接数据库用于管理和查询建构物相关的数据信息,通过 Web 端交互。

选择 B/S 网络应用框架验证,基于 WebGL 与 HTML5 语言,该框架层次和功能如图 8。

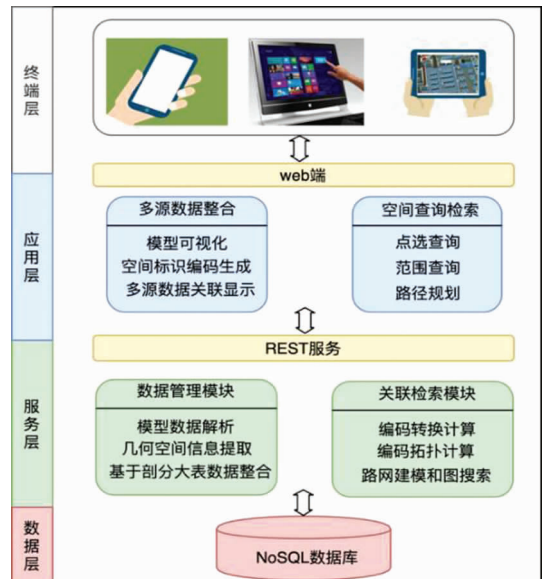


图8 实验框架结构功能图

(1) 模型数据解析与模型重建

程序解析 BIM 数据,得到建筑物、子空间的标

识点等绝对位置坐标,奠定后续操作基础。Revit Architecture 建筑模型文件转化成 JSON 格式文件, WebGL 解析 JSON 并在终端进行可视化。导出的建筑物模型是要符合 OBJ 格式,包括四个内容:材料纹理、几何特性、自定义元数据和 object 记录对象属性数据,通过标识符 ID 关联到一个实体上。得到解析后的各个构件属性,WebGL 将模型数据可视化在 Web 端。图 9 展示了模型重建后子空间以层次的效果图和对应模块部分属性信息,其余层次的结果类似。

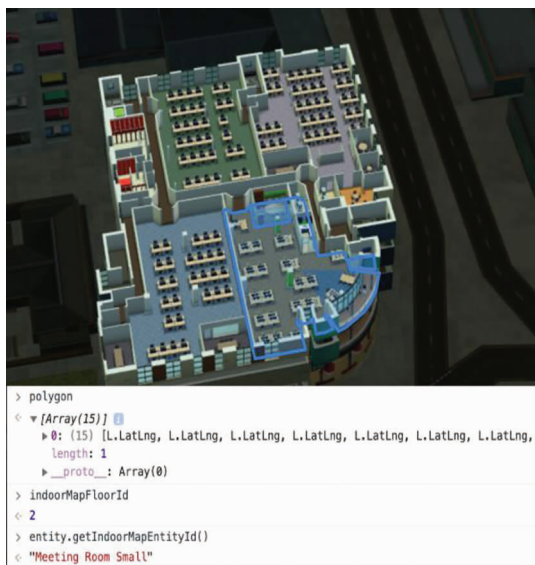


图 9 模型重建后子空间

(2) 建构筑物模型的编码生成试验

解析出的构件关联的子空间和建筑物轮廓信息,如图 10 是实验数据编码结果。



图 10 编码结果

(3) 多源数据整合

按照数据之间关联关系,将数据库中多张数据表关联便可以将多源数据整合到一起。关联之后,构件的属性信息中也含有相应的多源信息。构件

数据表是以建构筑物编码为 JSON 字典中的键,而值则是由多个属性组成,实现基于键值对的快速查找。实验结果,如图 11,进入子空间,任选一个实体都能够弹出构件自身属性和所关联的子空间的多源属性。

(4) 基于编码模型的数据查询检索实验

(a) 点查询:以子空间的点查询为例,用户选查询点,默认查询半径为 10m,查询结果如图 12。将编码约束在外包矩形内,对编码键值进行筛选,得到符合查询条件的编码集合。

```

> entity_dic
+ (G1398_U002_5_71_+0234_+0175: (-), G1398_U002_5_71_+0237_+0198: (-), G1398_U002_5_71_+0245_+0191: (-), G1398_U002_5_71_+0243_+0169: (-), G1398_U002_
+G1398_U002_5_71_+0236_+0175)
  entity_id: "0809"
  BIM_code: "020507004"
  Building_name: "westerport_house"
  build_loc: Point (Lat: 56.46000293900854, lng: -2.9782139046561336)
  room_loc: Point (Lat: 56.46000293900853, lng: -2.9782139046561335)
  floor_id: 2
  entity_loc: List (Lat: 56.4603112052075, lng: -2.97805438004096)
  Birth_Place: "ShanDong"
  NumOfPeo: 1
+ ...: 1 Object
+ G1398_U002_5_71_+0237_+0198: (entity_id: "0809", BIM_code: "00201004", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0245_+0191: (entity_id: "0809", BIM_code: "00201003", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0243_+0169: (entity_id: "0809", BIM_code: "00201002", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0236_+0175: (entity_id: "0809", BIM_code: "00201001", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0229_+0128: (entity_id: "0809", BIM_code: "02030004", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0237_+0122: (entity_id: "0809", BIM_code: "04007004", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0221_+0058: (entity_id: "0807", BIM_code: "03007000", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0229_+0053: (entity_id: "0808", BIM_code: "00030000", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0224_+0081: (entity_id: "0809", BIM_code: "00030001", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0232_+0076: (entity_id: "0108", BIM_code: "00030000", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0225_+0018: (entity_id: "0107", BIM_code: "00030001", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0220_+0033: (entity_id: "0102", BIM_code: "00030001", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0228_+0013: (entity_id: "0103", BIM_code: "01030002", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
+ G1398_U002_5_71_+0230_+0087: (entity_id: "0104", BIM_code: "00040002", Building_name: "westerport_house", build_loc: Point, room_loc: Point, ...)
    
```

图 11 多源信息整合显示结果

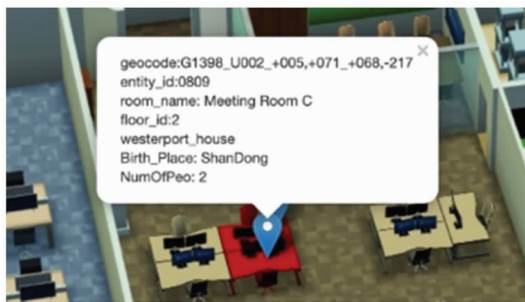


图 12 点查询的结果

(b) 范围查询

用户任意指定某个范围得到其中所有特定实体,可能是某个楼层,也可以是突破建筑物中既有边界的不规则多边形,如图 13。

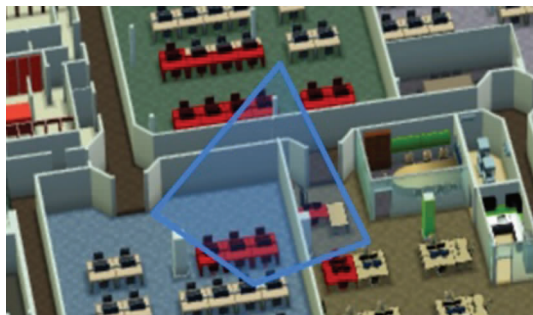


图 13 跨越室内边界多边形范围查询

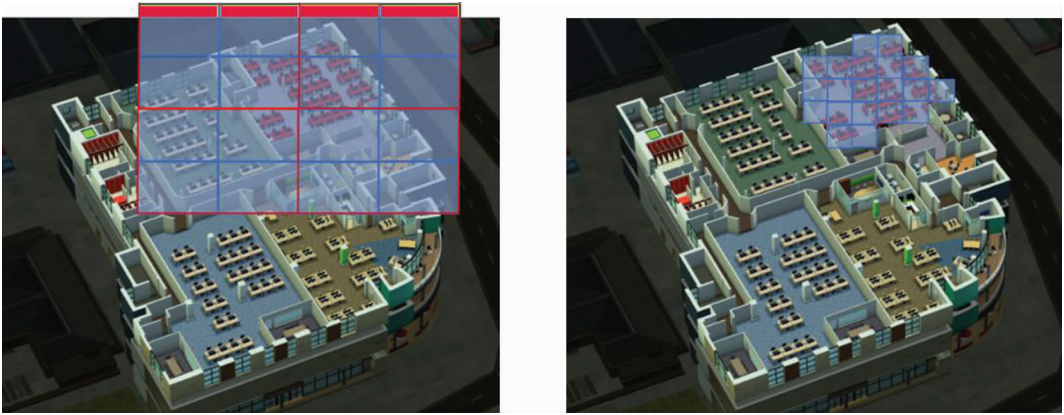


图 14 全球刚性网格划分结果(左图是外包网格,右图是精细填充网格)

(5) 编码对比

基于建构物编码的范围查询的查准率较高,尤其是当查询范围是建筑物内固有的空间划分时,查准率几乎是 100%;并且查询的效率很高,只需要匹配编码子空间编码的两个方向的跨度码就可以直接得到查询结果;而在建筑物场景下这种查询需求是比较常见的。而全球的刚性划分网格忽略了对象实体自身的界限,比如北斗网格参考框架,每个划分网格都是客观存在,这些网格的边界无法与建筑物内部结构贴合,在图 14 的查询场景下,只能根据孩子空间的外包面片进行查询。外包面片的范围与子空间实际范围的差别很大,导致查准率较低,会包括许多非目标实体;如果采用层级更大的小网格进行聚合,拟合子空间这样的不规则多边形则需要不断的迭代计算,运算量大效率不高。图 14 显示了全球刚性网格划分的效果示意图。

6 总结与展望

建筑信息管理对建设项目实施、建筑业宏观管理作用巨大,它既是项目管理的职能,又是项目管理的基础。建筑领域 IT 技术充分发挥作用需要建筑信息的规范化、标准化和统一化,这也是建筑业信息化的基础环节。

但建立建筑空间标识位置编码是一项系统工程,本文对建筑空间标识位置编码的框架进行分析,发现现有规则有不统一、效率不高等问题,提出了一种基于北斗网格的建构物编码规则,以及对应的点查询、范围查询、距离查询等算法,来解决这些问题。许多问题仍需进一步深化研究:

(1) 研究如何改进建构物空间标识位置编

码,进一步提高查准率,在异构跨库环境下提高构件检索效率;

(2) 为实现建筑及其构件的精细化、自动化装配,为构件添加连接件,在计算机编程环境下通过识别特定位置连接件的编码完成构件的自动化装配;

(3) 空间标识位置编码的操作大多都是通过手动方式运行完成,在初期应用中的建构物数量不多的情况下能满足任务需求,但构件数量急剧增长时,若能自动对新增数据进行建构物空间标识位置编码,并进行自动入库,可以提高其效率。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑信息模型分类和编码标准 GB/T51269-2017[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [2] 陈阳,叶胜. 建筑物信息时空编码方法研究[J]. 地理空间信息,2019,17(11):125-127,12.
- [3] 乐阳,龚健雅. Dijkstra 最短路径算法的一种高效率实现[J]. 武汉大学学报·信息科学版,1999,24:3,1999,24(3):208-212.
- [4] 柴中. 发电厂建筑坐标系与国家坐标系转换关系计算[J]. 电力勘测设计,2014(2):19-21.
- [5] GB 22021-2008. 国家大地测量基本技术规定[S].
- [6] GB/T 39267-2020. 北斗卫星导航术语[S].
- [7] 王茹,黄鑫. 基于 BIM 的运维阶段设备构件预警管理系统研究[J]. 计算机工程与应用,2017,53(19):231-235,240.
- [8] 余章蓉,王友昆,董国桥. 基于 Auto CAD 平台的图件动态坐标标注系统设计与实现[J]. 城市勘测,2019(4):37-40.
- [9] 韩聪,刘建国,梅伟长. 坐标转换及参数加密软件设计

- 与实现[J]. 长春师范大学学报. 2017,36(6):85-87
- [10] 程瑾,张科,吴卓蕾. 基于仿射变换的 CAD 制图数据坐标转换[J]. 测绘,2017,40(5): 224-227.
- [11] 李志强,室内网格建模[D]. 北京:北京大学地球与空间科学学院,2019.
- [12] Demyen D, Buro M. Efficient triangulation-based pathfinding[C]//Aaai,2006, 6:942-947.
- [13] Building Smart Corporation [OL]. <https://www.buildingsmart.org/>.
- [14] 张洋. 基于 BIM 的建筑工程信息集成与管理研究[D]. 北京:清华大学土木工程系,2009.
- [15] 徐照,占鑫奎,张星. BIM 技术在装配式建筑预制构件生产阶段的应用[J]. 图学学报, 2018, 39(6): 1148-1155.
- [16] GB/T 13989-2012. 国家基本比例尺地形图分幅和编号[S].
- [17] 刘德祥. BIM 技术在综合实验教学楼消防应急管理中的应用研究[D]. 辽宁:大连海洋大学水利工程学院, 2019.
- [18] 卢锦. 基于空间关系的 BIM 模型构件检索研究[D]. 北京:北京建筑大学,2019.
- [19] 陈远,段晓月,康嘉琪. 建筑企业 BIM 构件管理与构件库管理云平台开发[J]. 土木建筑工程信息技术,2019, 11(5): 28-35.
- [20] 金安,程承旗. 基于全球剖分网格的空间数据编码方法[J]. 测绘科学技术学报, 2013,30(3): 284-287.
- [21] 程承旗,郑承迅. 一种统一现有经纬度剖分网格的方法:CN, CN102609525 A[P]. 2012.

The Coding Technology of Building Space Sign Location

Cao Jichang¹, Pu Guoliang², Yan Hanqi², Huang Gang²

- (1. *Science and technology and industrialization development center of the Ministry of housing and urban rural development, Beijing 100835, China;*
2. *Peking University, Beijing 100871, China*)

Abstract: The data generated in the process of planning, construction and management of buildings and structures are various and large-scale, so a unique, consistent and efficient coding is urgently needed. Beidou grid location coding stipulates its grid selection and coding rules, as well as the identification, transmission and big data processing of spatial location information, which has good scalability in the field of building spatial identification location coding. Based on the coding rules of Beidou grid location code, this paper puts forward the coding technology of building space identification location, and codes the building. The coding is unique, consistent and efficient. The application of coding rules is introduced, including the generation of coding, the index of coding, and the corresponding query algorithm, which is verified by engineering experiments.

Key Words: Buildings and Structures; Space Identification; Location Coding; Beidou Grid