

铁路站房建筑信息模型 IFC 数据扩展与验证

张俊毅¹ 李姝君² 邓雪原²

(1. 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉 430063; 2. 上海交通大学, 上海 200240)

【摘要】随着 BIM 技术广泛应用于铁路复杂项目的建设,为促进铁路工程全生命周期信息数据共享与交换的完整性与有效性,保证 BIM 数据得以有效的利用,本文在国际 IFC 标准的基础上提出对铁路站房建筑信息模型 IFC 标准的扩展方法。充分了解 IFC 实体间继承关系后,通过将新增实体类添加至 IFC 标准框架,利用转换工具获得新的实体类文件,最后在天磁 BIM 协同平台验证该 IFC 数据扩展方法的可行性。

【关键词】铁路站房; IFC 标准; BIM 技术; IFC 实体扩展

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2018)03-0007-06

【DOI】10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2018.03.02

1 引言

为了有序、高效地推进铁路行业 BIM 技术的应用,中国铁路 BIM 联盟于 2013 年 5 月启动铁路工程 BIM 标准的研究工作,并于 2014 年初完成中国铁路 BIM 标准体系框架研究。通过借鉴国际数据标准 IFC,中国铁路 BIM 联盟研究并发布《铁路工程信息模型数据存储标准 1.0》,该标准是中国铁路 BIM 标准体系的重要组成部分,为实现铁路 BIM 应用中跨平台、跨应用的信息存储提供支持^[1]。

BIM 技术发展的核心问题是信息共享与转换,而 IFC 标准是解决 BIM 技术发展核心问题的基础^[2-3]。IFC (Industry Foundation Classes) 标准是由国际协作联盟组织 (International Alliance for Interoperability, IAI, 现名为 buildingSMART) 提出的公开的、结构化的、基于对象的信息交换格式。IFC 标准定义了 BIM 数据的标准格式,表达了项目全生命周期中各阶段的数据交换及存储的方式^[4]。目前,国内外多数 BIM 软件已研发了 IFC 数据的输入与输出接口。

现有的 IFC 标准主要面向一般建筑的设施设备,对于特殊领域的信息表达还不能达到行业中所需要的详细程度,制约了 IFC 标准在铁路行业信息

交换过程中的应用。铁路行业数据的共享与交换的需求很大,多专业、多部门之间的工作需要相互协调配合,目前没有任何一款软件可以囊括所有的专业功能,专业软件之间的数据交换是不可避免的,采用 IFC 标准作为数据转换的中间桥梁,是满足交换需求最高效、最直接的方法。同时,IFC 标准的实体及属性扩展与验证方法具有通用性,可在铁路标准其他领域予以借鉴^[4]。

开展铁路站房工程项目设施设备数据 IFC 数据扩展与验证技术的研究,可以提高铁路工程全生命周期数据信息共享与交换的完整性与有效性,为铁路建设的可持续发展提供准确、可靠数据源带来重要的保障。

2 IFC 数据实体转换研究

2.1 IFC 标准版本差异分析

目前 Revit2017 及更高版本支持 IFC4 标准输出,而绝大多数 BIM 软件仅支持 IFC2×3 版本的输出。下文为这两代版本 IFC 标准的差异介绍^[6]。

(1) IFC2×3

IFC2×3 标准是 2006 年出版的“IFC2×平台”第 3 版,是当前稳定的 IFC 版本,也是目前 BIM 软

件支持的最为普遍的交互数据执行标准。

(2) IFC4

IFC4 版本于 2013 年发布。IFC4 在建筑服务、结构领域进行若干扩展,在几何和其它资源部件领域进行强化,同时拥有大量的质量改进和新的压缩文件格式。

从 IFC2×3 到 IFC4 版本的发展,IFC 标准主要有 2 个方面的改进^[4]:

IFC4 版本进一步完善对实体的表达,新增若干构件实体类,细化实体的表达,使 IFC 标准对构件的表达更丰富和完善。

IFC4 版本对实体的属性也进行了扩展。部分实体相较 IFC2×3 版本新增加了一个 PredefinedType 属性,该属性对表达实体的构件类型进行预定义。

2.2 IFC 标准格式转换方法

IFC 标准格式转换是将 BIM 通用数据 IFC 由低版本的标准转换至 IFC4。前文提到 Revit2017 及更高版本可直接导出 IFC4,但实验证明,若将低于 Revit2017 版本创建的模型直接导入到 2017 以及更高的版本,即使输出 IFC4 标准的文件,实体类也与其导出的 IFC2×3 版本的实体类相同。为了使早期的模型文件得以有效的处理分析,实现不同版本标准的转换,本研究开发了 IFC 标准的格式转换软件(以下简称“转换软件”)。

要实现实体类的转换,首先需要识别出 IFC 2×3 版本中的实体所表示的与 Revit 相对应的族文件,以项目中一半腿构件为例,该牛腿 IFC 语句的“name”属性为“\X2\6DF751DD571F\X0\ - \X2\725B817F\X0\ : 600x500 - 300/400 : 194239”,该属性与 Revit 族信息的对应关系如表 1 所示。由此可知通过 IFC 标准中实体 name 一栏的字符串可与 Revit 族建立联系,从而判断出该构件的类型。通过对实体 name 属性的修改,如添加可供转换软件识别的标识符号“BEAM_”,通过该符号定位待转换的 IFC2×3 版本实体类,并将其替换成 IFC 4 版本中所对应的实体类。

该软件的工作原理如图 1 所示:

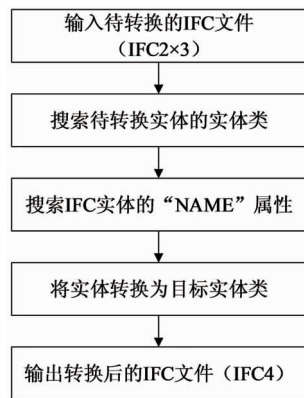


图 1 IFC 实体转换软件工作原理图

3 IFC 实体扩展研究

IFC 文件中出现未命名实体类主要分为以下几种情况:

- 1) 目前已有的 IFC 标准中无该实体类;
- 2) 该 IFC 文件版本较早,部分未命名实体为 IFC4 标准新规定的类,早期版本未定义该类;
- 3) 绘图人员未采用实体对应的族绘制该实体;
- 4) 多种类型的构件形成的一个组合体,该组合体导出的 IFC 文件为一个未命名实体。

针对情况 1,采用实体扩展的方法,情况 2 和 3 可采用实体转换的方式为未命名实体找到对应的实体类,情况 4 在数据处理要求不高的情况下可以忽略,或者按正确的族类型重新绘制。

3.1 IFC 实体扩展方法

IFC 实体的扩展是在原有 IFC 标准的模型框架中,增加新的实体类型及属性。一般地,IFC 标准的每一次版本升级更多地采用增加实体类型方法。例如在 IFC2×3 中定义了实体类型数据 653 个,而在 IFC4 中实体类型数据已经增加到 812 个^[7]。

通过增加实体类型的方式扩展 IFC 标准需要注意的问题是:新扩展实体需要建立与已有实体的派生和关联关系,避免新增实体引起模型体系的歧义和冲突。此外,通过增加实体的扩展需要按照 IAI 组合值的相关规定和程序进行。如果扩展的实体

表 1 IFC 实体语句中对族信息的表达关系图解析

Revit 族信息	族文件名	族类型名称	Revit 中图元 ID 号
IFC 实体语句	\X2\6DF751DD571F\X0\ - \X2\725B817F\X0\[600x500 - 300/400	194239
IFC 实体语句翻译	混凝土一半腿. raf	600x500 - 300/400	194239

具有适用性和一般性,可以建议标准编写委员会将这些实体纳入到新版标准中,即根据增加实体所处的领域和特点,将其纳入 IFC 框架中。

以下将介绍实体及属性的扩展思路。

(1) 欠缺实体扩展

自定义新的 IFC 实体,首先需明确新增实体类的名称以及其在 IFC 模型框架中的继承关系。在 EXPRESS 文件中将这个实体(Entity)以及类型(Type)加入到它的父级对象下,同时需要加入其自身的属性(如:类型枚举(TypeEnum)、约束(Where)等属性)。

根据修改后的 EXPRESS 文件对相关的 IFC 文件显示操作平台进行调整,可有效显示扩展后的实体类。

(2) 构件属性的扩展

IFC4 版本对部分实体的属性进行了扩展。例如部分实体较旧版本新增加了一个 predefinedtype 属性,该属性将实体所表示的装置进行了预定义。predefinedtype 属性的增加也为扩展 IFC 实体提供了一个系统的思路:几何外形相近,所表达的属性信息相同的设备,可以加入到某一类实体的预定义类型中进行表达。

IfcBuildingElementProxy 在 IFC2 × 3 版本中有 8 个属性,在转换为 IFC4 版本时需要添加 PredefinedType 这个属性。若 IFC2 × 3 版本实体的属性数为 9 个,在转换为 IFC4 版本时则需要把原来的 CompositionType 属性替换为 predefinedtype。

表 2 安江站设施设备 Revit 实体对象映射关系

构件名称	映射 IFC 实体(Ifc2 × 3)
混凝土—矩形梁	IfcBeam
矩形—柱	IfcColumn
楼板	IfcSlab
窗	IfcWindow
基本墙:内墙/外墙	IfcWallStandardCase
门:单扇门/双扇门	IfcDoor
基本屋顶	IfcRoof
栏杆扶手	IfcRailing
幕墙构件	IfcMember
蝶阀—D71 型/标准	IfcFlowControl
复合天花板	IfcCovering
候车室座椅	IfcFurnishingElement

3.2 IFC 扩展验证

扩展后得到的 IFC 的实体类是否有效,需要通过以下步骤进行判断:

检验扩展后 IFC 文件的几何模型是否正确表达;检验文件中扩展的 IFC 实体类是否存在;检验扩展的实体属性是否存在以及该属性值是否符合要求。

该验证可在上海交通大学 BIM 研究中心自主研发的天磁 BIM 协同设计软件(简称 NMBIM 平台)^[8]进行。

4 案例分析

4.1 案例介绍

安江站地处湖南省洪江市安江镇,站中心里程为 DK40 + 950,该站房设计最高聚集人数为 600 人。车站总建筑面积为 5 982m²,其中并入通信、信号、电力、间休等生产工艺房屋。站房主体轴线总长 120.6m,轴线总宽 36.6m,建筑高度 18.00m(檐口最高点至室外地面高度)。站房的 ±0.000 标高相对于绝对标高(黄海高程)182.246m。

本站设 2 个站台,5 股道,中心里程站台面标高 182.178m,与站房室内地面高差 0.120m,站房形式为线侧平式站房。旅客进出站形式采用下进下出,旅客跨线设施为 8m 宽进、出站共用地道一座。

安江站 BIM 项目选择采用 Revit 2016 平台开展本项目工作。其建筑模型如图 2 所示,圆角翼闸模型如图 3 所示。

表 2 列举了安江站建筑、结构、管线综合以及精装修的部分设施设备构件 Revit 实体与 IFC 实体的映射关系。

4.2 案例测试

图 4 为扩展前的圆角翼闸,其实体在 NMBIM 平台中显示的名称为 IfcBuildingElementProxy。

扩展步骤

1) 编辑圆角翼闸(IfcTurnstile)实体的 EXPRESS 表达

首先需要要在 EXPRESS 文件中添加对 IfcTurnstile 实体名称的定义,然后在 IfcTurnstile 的父级对象 IfcBuildingElement 的 IfcBuildingElementType 中加入 IfcTurnstileTYPE 的定义。

圆角翼闸的 EXPRESS 表达如下:

```
ENTITY IfcTurnstile
```

```
SUBTYPE of IfcBuildingElement;
```

```
PredefinedType: OPTIONAL IfcTurnstileTypeEnum;
```

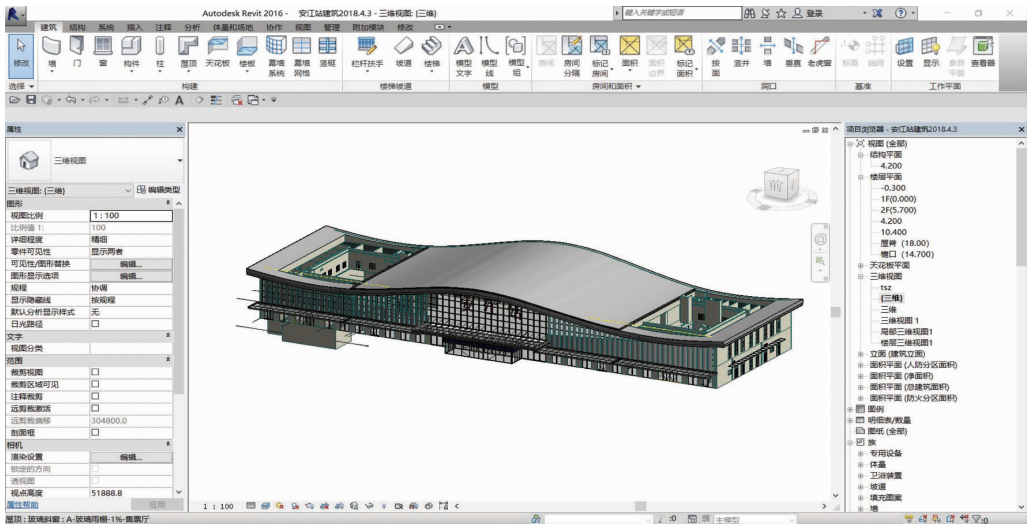


图2 安江站建筑 Revit 模型

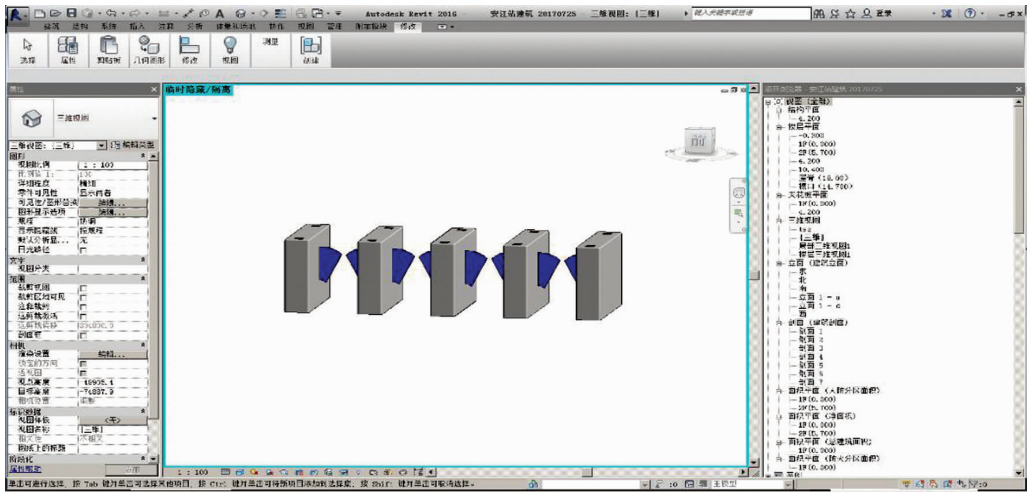


图3 圆角翼闸 Revit 模型

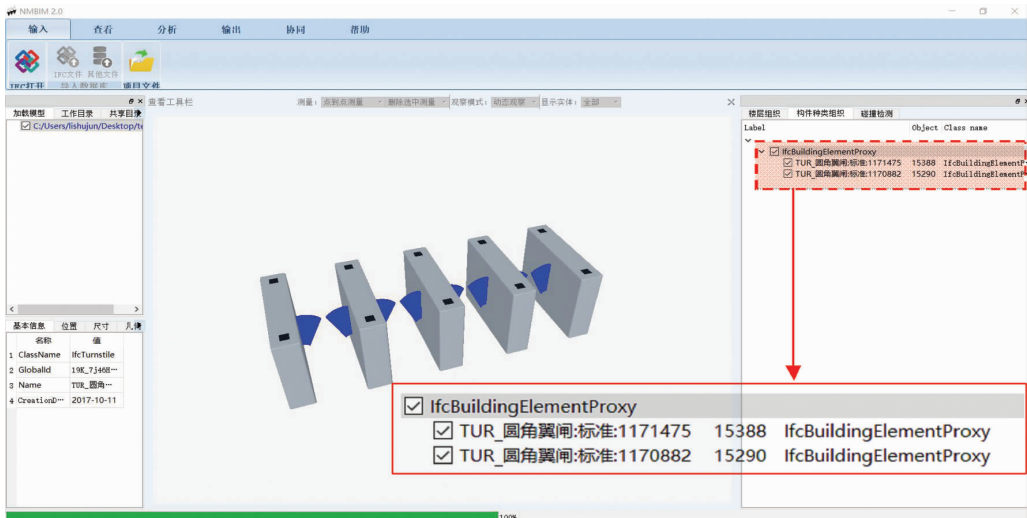


图4 圆角翼闸扩展前

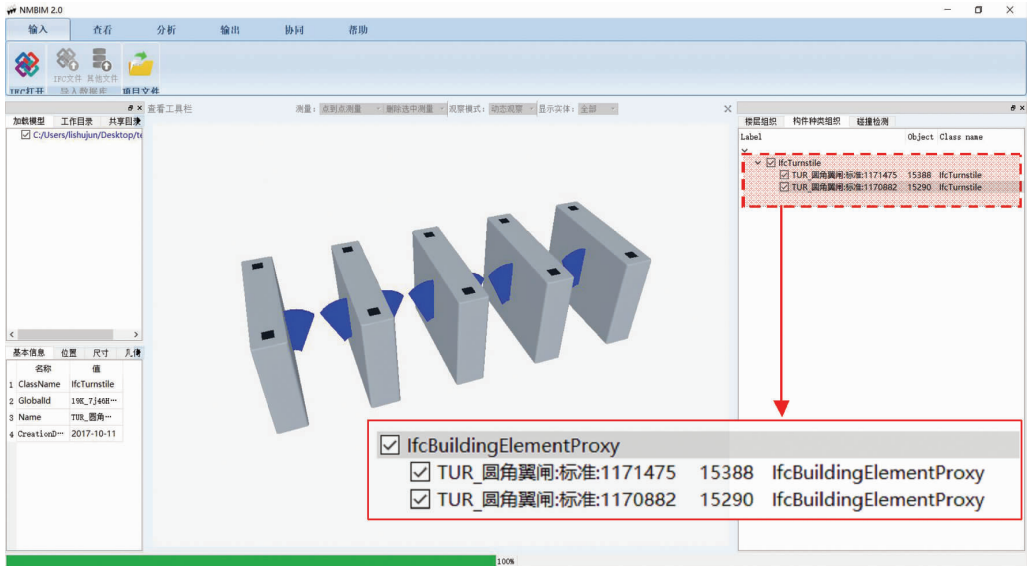


图 5 圆角翼闸扩展后

```
#15234= IFCREPRESENTATIONMAP(#15233,#15230);
#15236= IFCBUILDINGELEMENTPROXYTYPE('19K_7j46HFHRkjQZ9xS8Ug',#41,'X2\680751C6\X0'\,$,($,#15363,#15365,#15367,#15369,#15371),(#15234),'1170779',$,NOTDEFINED,);
#15239= IFCMATERIAL('X2\58516599FF0C4E0D900F660E9ED1\X0\');

#15288= IFCLOCALPLACEMENT(#118,#15287);
#15290= IFCTURNSTILE('19K_7j46HFHRkjQZ9xS8Sp',#41,'TUR_X2\570689D27FFC95F8\X0\;X2\680751C6\X0\;1170882',$,X2\680751C6\X0\',#15288,#15281,'1170882',SWING,);
#15299= IFCMATERIALLIST((#15239,#15252,#15262));
```

图 6 圆角翼闸属性扩展

WHERE

CorrectPredefinedType: NOT (EXISTS (PredefinedType)) OR (PredefinedType < > IfcTurnstileTypeEnum. USERDEFINED) OR ((PredefinedType = IfcTurnstileTypeEnum. USERDEFINED) and EXISTS (SELF \ IfcObject. ObjectType));

CorrectTypeAssigned: (SIZEOF(IsTypedBy) = 0) OR (' IFCSHAREDBLDGELEMENTS. IFCTURNSTILETYPE' in TYPEOF (SELF \ IfcObject. IsTypedBy [1]. RelatingType));

END_ENTITY;

ENTITY IfcTurnstileType

SUBTYPE of IfcBuildingElementType;

PredefinedType: IfcTurnstileTypeEnum;

WHERE

CorrectPredefinedType: (PredefinedType < > IfcTurnstileTypeEnum. USERDEFINED) OR ((PredefinedType = IfcTurnstileTypeEnum. USERDEFINED) and EXISTS (SELF \ IfcElementType. ElementType));

END_ENTITY;

TYPE IfcTurnstileTypeEnum = ENUMERATION of(SWING, WING, TRIPOD, USERDEFINED, NOTDEFINED);

END_TYPE;

2) 将 Revit 导出的 IFC2 × 3 模型进行实体转换;

3) 通过 EXPRESS 文件,在 NMBIM 平台的数据库中加入新扩展实体的信息;

4) 在 NMBIM 平台上验证扩展后的 IfcTurnstile 实体。

表 3 实体转换

实体类	实体名称	属性个数
扩展前 IFC2 × 3	IfcBuildingElementProxy	8
扩展后 IFC4	IfcTurnstile	9

由图 5 可知扩展后的圆角翼闸实体类可在 NMBIM 平台上有效的表达。其新增的 predefined-

type 属性 Swing 可在 IFC 中正确的表达,如图 5 所示。

5 结论

国际标准 IFC4 可满足中小型站房项目绝大多数基本结构构件及设施设备的表达需求。

安江站建筑信息模型大多数构件都可以使用 IFC4 标准定义的实体及属性来表达,只有一部分设施设备例如圆角翼闸、站房标识文字、梯子等建筑共享的设施设备需要扩展。IFC 标准目前还不能完全达到铁路站房项目所需要的详细程度,进行扩展研究是有必要的。

本研究结合天磁平台制定出一套方法补充自定义 IFC 实体及属性的内容,通过实验证明本研究扩展 IFC 实体的方法是正确的。通过在 EXPRESS 语言的框架中添加新的实体类型,可以使新的实体在 IFC 标准的继承关系中实现表达。因此该扩展方法具有通用性,可在铁路标准其他领域予以借鉴。

本研究可使早期版本的 IFC2×3 数据升级为最新的 IFC4 版本并纠正由于 BIM 软件建模的不规范导致的 IFC 数据命名分类问题。而正确、合理的实体名称分类保证了 IFC 数据在日后的施工及运维管

理中站房工程项目数据的完整性与有效性,达到多方之间数据有效的共享与交换的要求,实现站房工程项目数据的可持续使用的目的。

参考文献

- [1] 杨绪坤. 基于 IFC 的铁路工程信息模型数据存储标准研究[J]. 铁路技术创新, 2015(6): 8-12.
- [2] 邓雪原. CAD、BIM 与协同研究[J]. 土木工程信息技术, 2013,5(5): 20-25.
- [3] König M, Dirnbek J, Stankovski V. Architecture of an open knowledge base for sustainable buildings based on Linked Data technologies [J]. Automation in Construction, 2013, 35: 542-550.
- [4] 陈立春, 赖华辉, 邓雪原, 周亮, 吕征宇. IFC 标准领域层实体扩展方法研究[J]. 图学学报, 2015, 36(2): 282-288.
- [5] 郑国勤, 邱奎宁. BIM 国内外标准综述[J]. 土木工程信息技术, 2012, 4(1): 32-34.
- [6] 王珂. 基于 IFC 的 3D + 建筑工程费用维的信息模型研究[D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [7] 王勇, 张建平, 胡振中. 建筑施工 IFC 数据描述标准的研究[J]. 土木工程信息技术, 2011, 3(4): 9-15.
- [8] 施平望, 刘西拉, 邓雪原. 基于 IFC 标准的构件库研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2014.

IFC Data Extension and Verification for Building Information Model of Railway Station

Zhang Junyi¹, Li Shujun², Deng Xueyuan³

(1. China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063, China;

2. Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: The BIM Technology is already widely applied in the construction of complex railway projects. For the promotion of integrity and effectiveness of information sharing and exchange in the whole life cycle of railway projects to ensure the BIM data can be effectively utilized, this paper proposes an extension method of IFC standard for railway station building information model based on the international IFC standard. After fully understanding the inheritance relationship between IFC entities, the authors add new entity classes to the IFC standard framework, apply transformation tools to obtain new entity class files, and finally verify the feasibility of the IFC data extension method on the NMBIM collaboration platform.

Key Words: Railway Station Building; IFC Standard; BIM Technology; IFC Entity Extension