

二、现状

工程建设中的AI

规划 / 决策 / 分析

施 工

运 维

设计 / BIM

项目 / 成本

施工安全/图像视频
自动识别分析

基于视觉的道路,
桥梁、地铁的线路
检测

BIM模型的分类/聚
类分析

检测/监测数据机器
学习

建筑节能, 用能预
测

协同设计日志的挖
掘

自动驾驶设备/机器
人

基于运维传感器数
据的学习与识别

AI自动/智能设计

JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天广场JW万豪酒店

2.1 施工现场

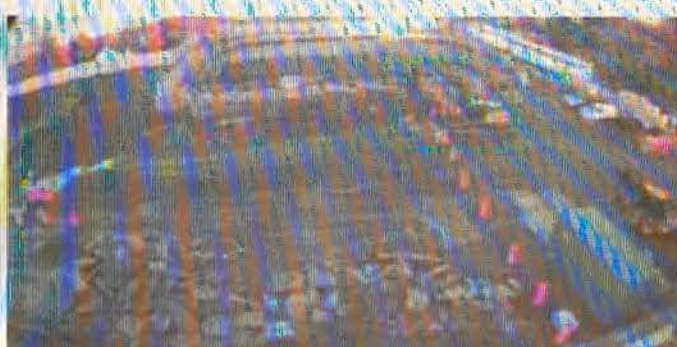
- 主要包括施工现场安全检查，现场管理和态势感知等
- 涉及AI技术包括：
 - 人脸识别（安全管理）
 - 图像识别（质量检测）
 - 视频监控（场景监控，生产监控）
 - 人的图像/视频识别、分类与跟踪（综合感知）
- 以机器视觉（基于深度学习）为代表的AI技术，在施工现场监测进入成熟应用阶段



基于机器视觉的施工现场识别与跟踪

建筑工地施工监控视频包含丰富的
人员和设备信息, 可供现场工程师和
项目经理分析, 监控施工进度, 检查工
度, 检查工
算法对人员、设备识别与跟踪,
主要提高了

Zhenhua Zhu et al.
Construction 8



城市3D点云数据的地面物体自动识别

- 根据3D 点云几何和拓扑信息的组合实现层次分类。包括平面分割与合并，基于决策树的区域识别与分类。实际数据识别：道路、人行道、踏道、路边界)。点云分类成



(12)



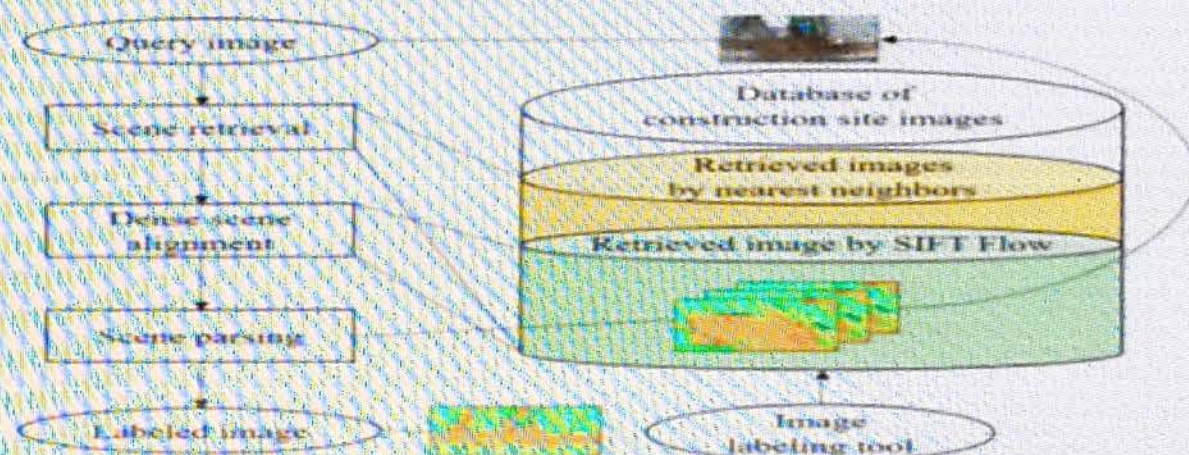
b1

- J. Barad, J. Mariño, b, P. Ariasa, H. Gonz, n Automation in Construc, b) 226-239



施工现场识别的数据驱动场景分析方法

- 通过两级图像匹配和场景分割，采用迁移学习的思想，实行施工场景的识别与分析，对施工场景的图像分析准确率提高18%。



2.2 分析\策划\管理\运维

- 项目策划、桥梁/道路/施工检测报告、日志
- 质量检查
- 结构强度、材料检测评估
- 建筑耐久性检测，分析

• 涉及面广，研究与应用并举，技术较成熟

- 机器识别、图挖掘
- 文本处理
- 本体



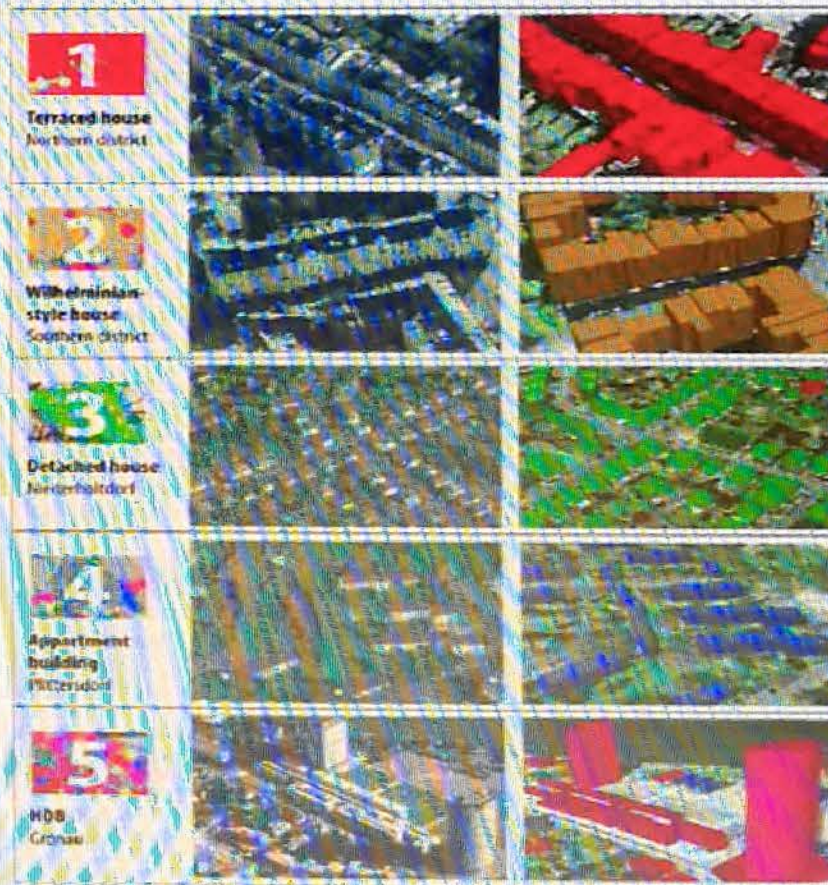
基于支持向量机的城市区域建筑类型识别



• Terraced house
• Detached house
• Semi-detached house

城市街区建

n, Germany



Examples of building-type prediction in five exemplary districts of Bonn, Germany; source of left column: Microsoft Bing, of the aerial image in right column: Google Earth

事故报告挖掘：不安全属性识别

- 采用自然语言处理和数据挖掘技术改善建筑施工安全
- 采用自然语言处理和图数据挖掘技术对事故报告中不安全属性进行挖掘并挖掘导致事故的不安全属性组合
- - Ant
Ma
Balaji R
Bowma
Constru



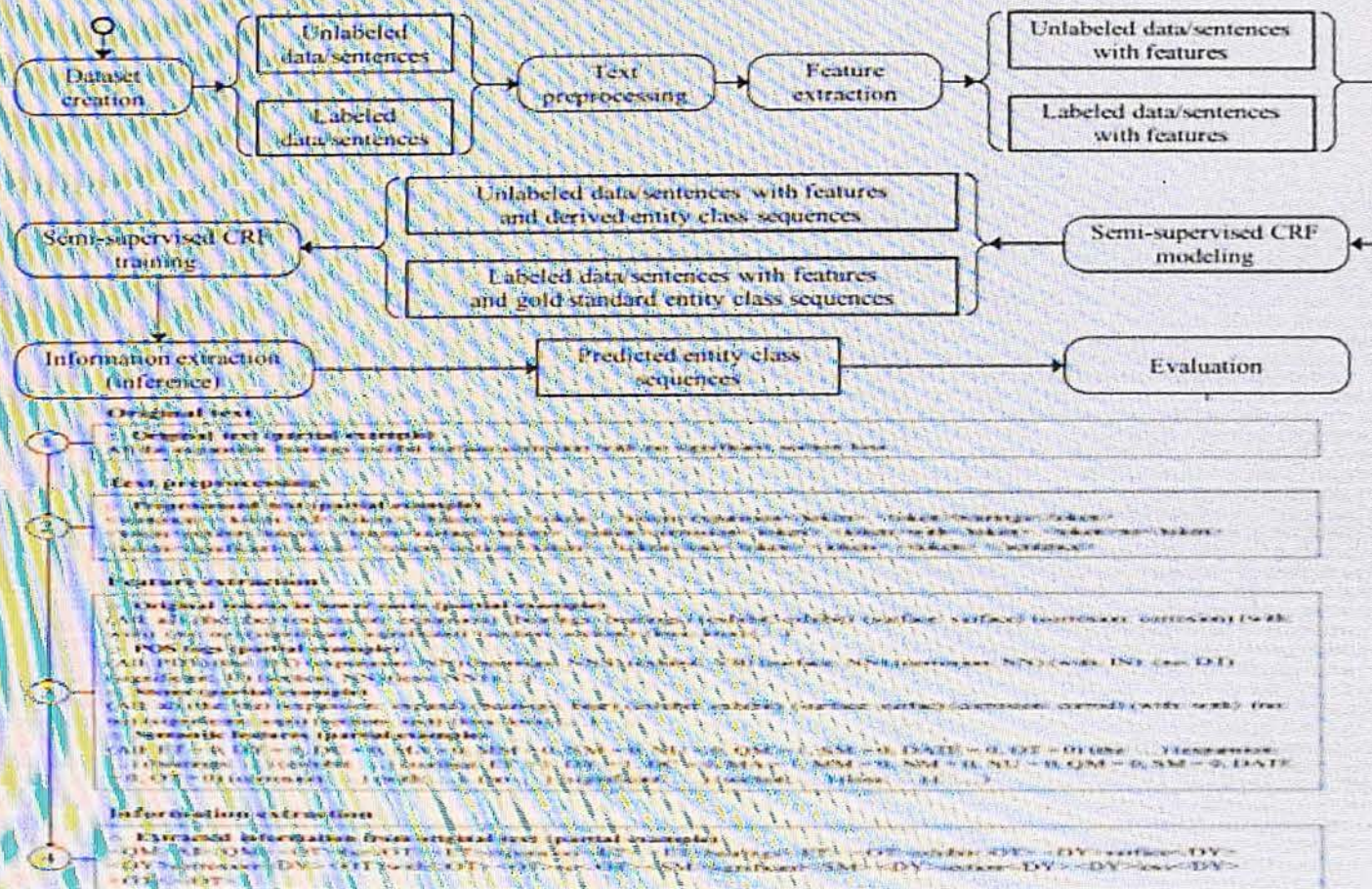
Fig. 6. Attribute co-occurrence graph for construction (570 reports).

桥梁检测报告信息的自动提取

- 基于本体论和半监督条件随机场 (CRF) 的信息抽取方法对桥梁检查报告进行信息抽取。从通用报告中提取桥梁缺陷的与维修措施对应关系。

- 算法实现召回率 94.1%、精确率 87.1%。

- Kaijian Li, et al. Automatic Information Extraction in Bridge Inspection Reports. In: Proceedings of the 2017 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP), Copenhagen, Denmark, 2017. pp. 1-11.



建筑结构强度/材料特性检测与评估

- 采用多种机器学习算法，从测量数据和响应中学习训练评估模型

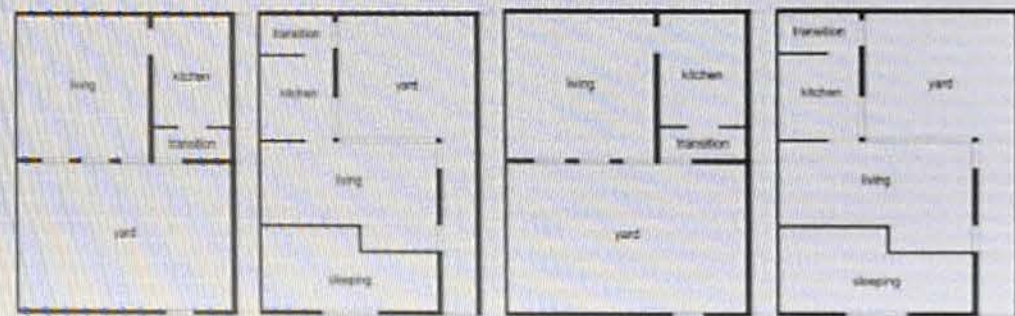
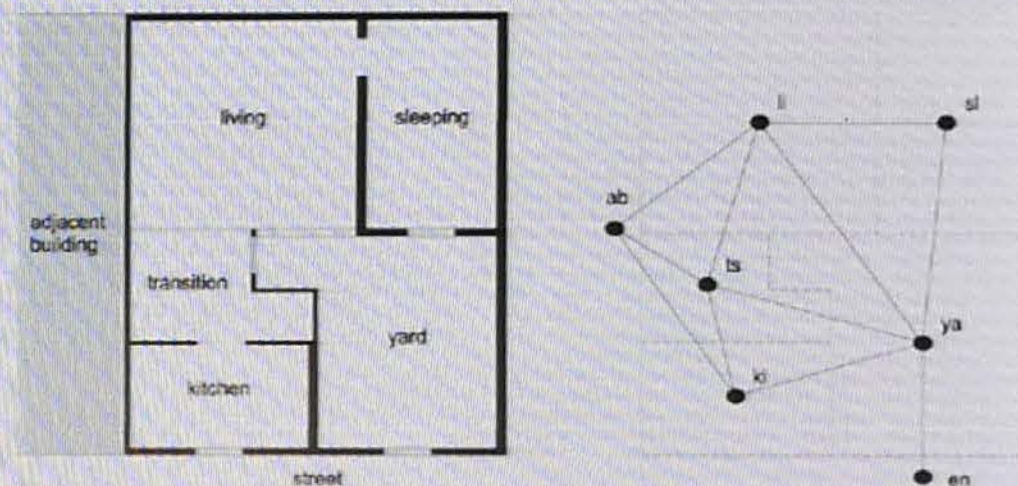
问题类型	结构	算法
检测和识别结构	门架和铝制悬臂梁	GA
	梁结构	NN
	梁桥	NN
桥梁结构	土上的梁	SVM
	路桥梁	SVM
	土桥	NN
地震工程	混凝土大坝	NN
	结构的大厦	SVR
	混凝土大坝	WNN
大坝工程	大坝	NF

问题	混凝土类型	算法
抗压强度	自密实	NN
	高性能	FL, SVM, GA
	建筑和拆除废料	混合
	FRP纤维增强聚合物	NN
弹性模量	地质聚合物	SVM
	正常和高强度	ANFIS
	高强度	NN
	高强度	SVM
剪切强度	FRP纤维增强聚合物	FL
	增强型	NN
	多种	FIS
预测干缩	掺入硅粉和粉煤灰	NN

基于SVM和图核函数的建筑设计风格识别

将二维建筑设计转化为一种图结构，
提出一种可以描述形态与拓扑关系
的图表示方法

机器学习识别特定建筑
风格识别



建筑/物品类型识别

- 数据集包含7类物品 (建筑、家具、灯具、圆柱、咖啡具、餐具、盘子) 共1017个, 由2500多人参与众包标注, 共15万余份答卷
- 基于结... 度量的数字特征
- 通... 与稀疏正则化机... 建筑类类型识别



三、人工智能应用的新领域展望：BIM

建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）是建筑全生命周期信息的集成，涉及规划、设计、施工、运维等各阶段的数据、过程和资源，内容丰富而复杂，信息量大。

挑战：

1) 数据集中的BIM数据，其巨大的规模，对机器学习提出了挑战



AI在BIM相关研究中还非常稀缺

Core and expanded datasets included in this study

Dataset	Duration	Results	Articles	Reviews	Proceedings	Authors	Institutions
Core	2004-2015	938	433	14	498	1833	613
Expanded	2004-2015	1874	1116	63	705	4126	1360

Top keywords with their frequency in BIM

Frequency	Keywords	Frequency	Keywords
731	BIM, BIMs	14	Quality Control/Inspection
121	Construction/Industry/AEC	14	Case Study
148	System, Information System	13	Optimization
112	3D, nD Modeling	13	Site Layout
100	Application		
	Design (e.g. Parametric/Rule-based)	12	Innovation
68	Software	11	Risk Management
65	Green Building/Sustainability/Energy	11	As-Built BIM
55	Industry Foundation Classes, IFC	11	Automation
54	Interoperability, Data Exchange	10	Representation
44	Simulation	9	Photogrammetry
42	Layer Scanning/Point Cloud	9	Cloud Computing
39	Visualization	8	Wireless Sensor Network
38	Geographic Information (GIS)	8	Communication
33	Implementation/Adoption	7	Precast Concrete
32	Cost Control	7	Semantic Web
32	Augmented Reality/Virtual Reality	7	Decision Making
30	Facility Management	7	Lean Construction
29	Performance	6	Cultural Heritage
27	Life Cycle Management	6	Indoor Navigation
27	Ontology	6	Information Retrieval
25	Knowledge Management	6	Behavior
25	Collaboration	5	Benefit
22	Engineering Education	4	BIM Server
22	Adoption	4	Infrastructure
22	Securitizing	4	Model View Definition
17	Operations/Operator	4	Pedagogy
17	Interactions/Interactions	3	Maturity Model
16	Safety Management	3	Information Delivery
15	Standard	3	Manual
15	Spatial Analysis	3	Mega Project
		3	Web3D



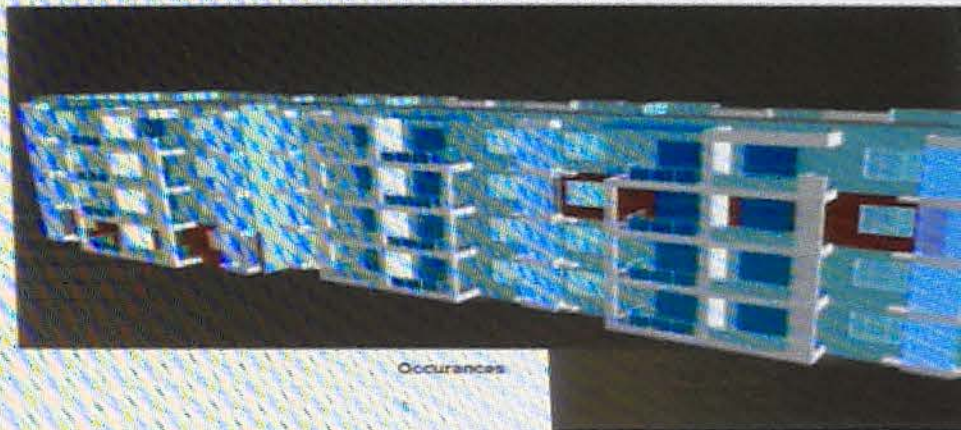
AI在BIM相关研究中还非常稀缺

- BIM信息丰富而繁杂，提供了巨大想象空间，也增加了问题的难度
- BIM设计人员使用专业CAD工具生产，急需语义表达，数据缺乏管理而不能得到有效利用
- 应用研究关注度不够，行业信息化亟待升级！

JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天广场JW万豪酒店

3.1 IFC与BIM人工智能应用

- IFC是一种对象模型，可以用xml或其他紧凑格式表达，也可以看作一种图结构数据
- IFC 标准体系语义丰富，定义明晰，便于自动化处理，同时也存在数据膨胀率高，专业软件支持度不均衡等问题



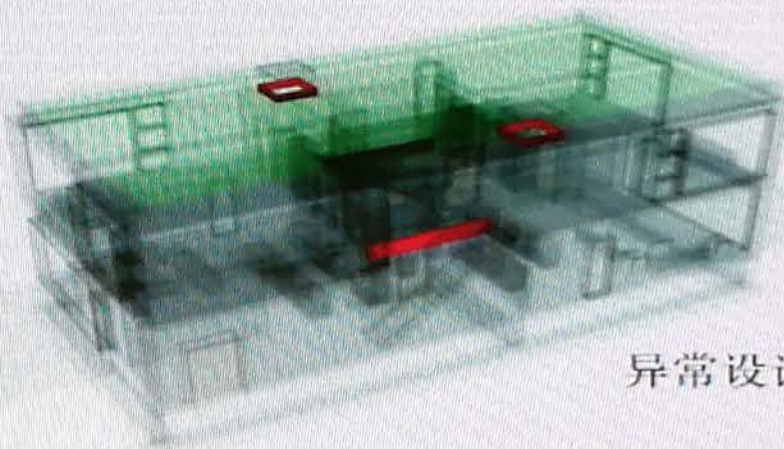
IFC Entities	
IfcAgent	
IfcBuilding	
IfcBuildingPart	
IfcBuildingStorey	
IfcDoor	
IfcGroup	
IfcOpeningElement	
IfcRoom	
IfcStair	
IfcWall	
IfcWindow	
IfcZone	
IFC Relations	
IfcRelAggregates	
IfcRelAssignsToGroup	
IfcRelAssociatesMaterial	
IfcRelConnectsPathElements	
IfcRelContainedInSpatialStructure	
IfcRelDefinesByProperties	
IfcRelDefinesByType	
IfcRelFillsElement	

3.2 基于机器学习的IFC数据知识发现

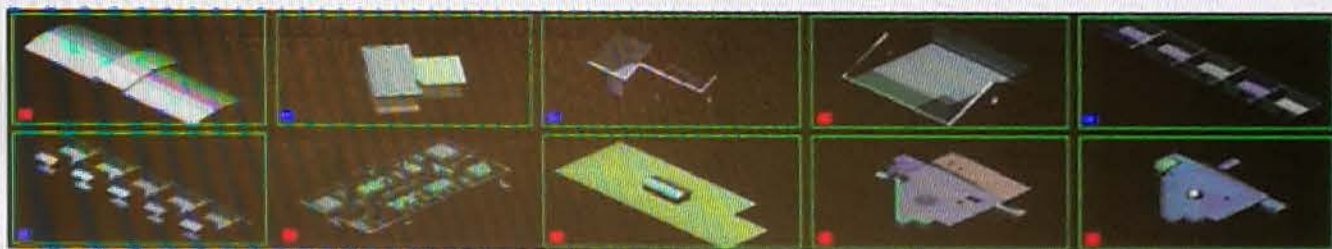
采用神经网络技术对IFC数据标签和楼层规划树进行聚类与分类

Thomas
Martin
Model
397-406

JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天廣場JW萬豪酒店



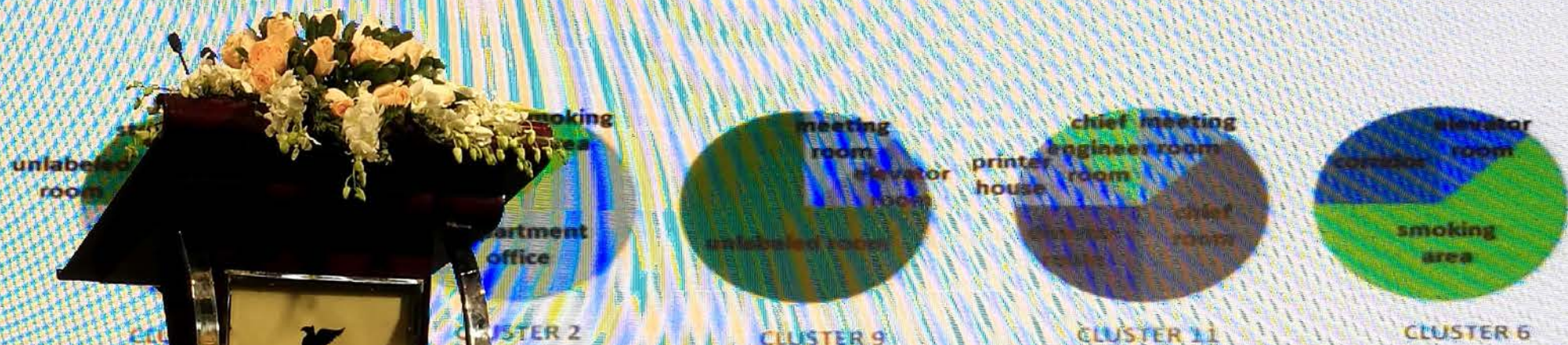
异常设计检测



BIM设计分类

BIM模型建筑空间功能聚类/分类研究

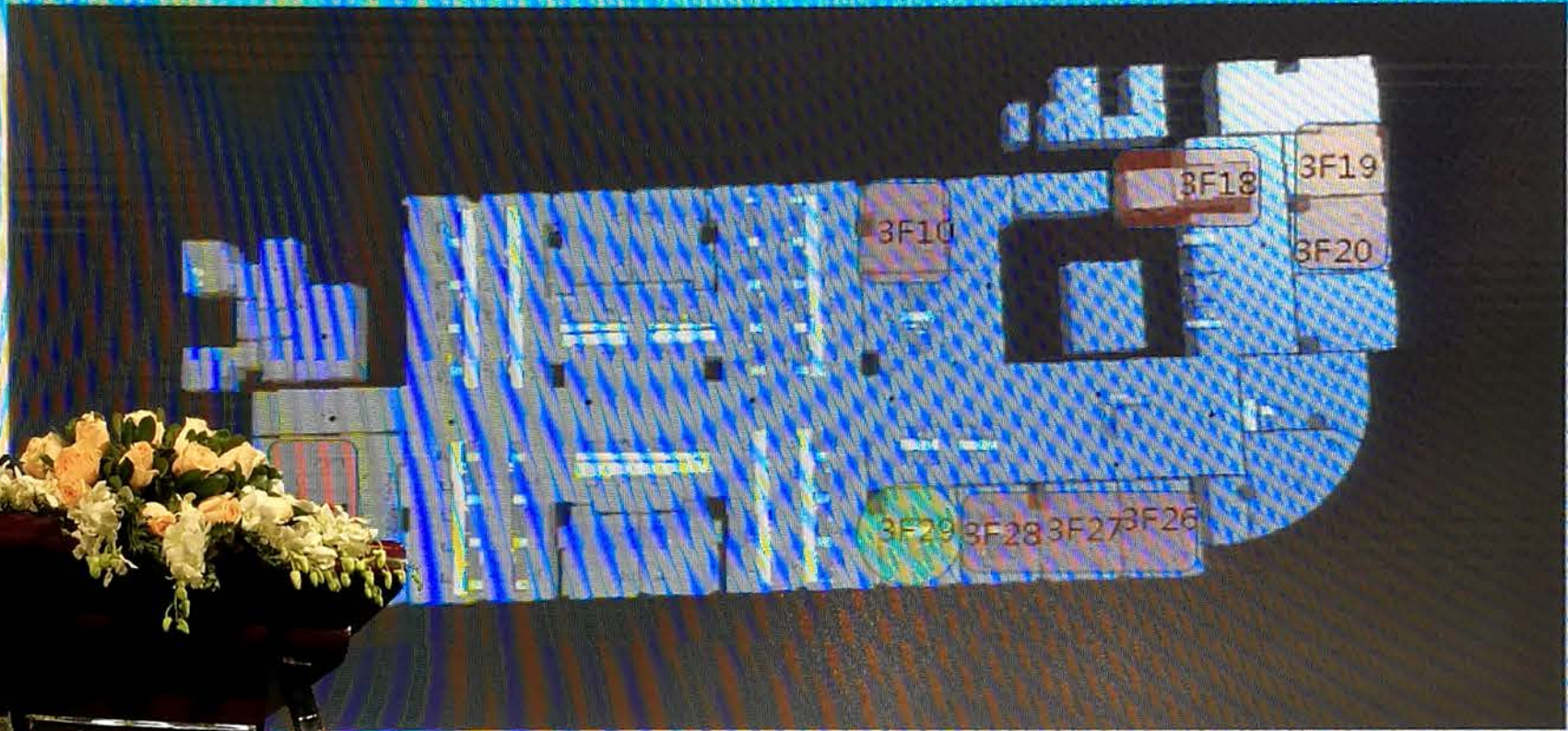
基于IFC空间拓扑特征, 采用Affinity Propagation算法, 对IFC模型子空间的分布进行探索, 以获取建筑设计与空间功能之间的关联。



Composition of Space Use Labels of 5 Representative Cluster.



Figure 10: Circulation Spaces.



3F29的聚类以较小的办公型场所为主。这些空间多靠窗，采光与外界有一定的隔离，较为独立和安静。



四、总结与展望

- 人工智能是人类终极梦想，人工智能将不断有科技的发展浪潮式的上升与壮大。
- 近年来，人工智能在计算机视觉与语音识别方面获得长足进步，其他一些产品进入市场。
- 人工智能的应用范围日益广泛，在诸多领域应发挥积极作用，并需制定行业规范与标准。
- 人工智能的发展，需要从数据标准、数据治理、数据安全等方面入手。

关于我



教育：维也纳经济与商业大学

从2005年开始进入混凝土预制构件行业

- CFO
- 总经理

2015年开始加入内梅切克软件工程有限公司

BIM产品经理 (Technical Information & Integration Manager)

高级BIM顾问

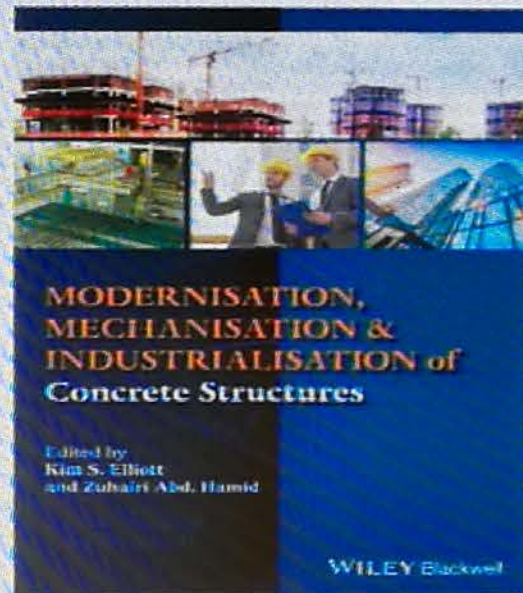
2016年

- IFC4precast工作组成员

JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天广场JW万豪酒店

PRECAST | SOFTWARE
engineering
A NEMETSCHEK COMPANY

IFC4
precast



关于内梅切克软件工程

PRECAST SOFTWARE
engineering
A NEMETSCHEK COMPANY



NEMETSCHEK GROUP

内梅

ALLPL

GRAPH



JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天廣場JW萬豪酒店

公司品牌

SOLUTIONS

DATA DESIGN SYSTEM

DESIGN DATA

dRofus

FRILO
Software

NEVARIS

PRECAST SOFTWARE
engineering

SCIA

SOLIBRI

VECTORWORKS

© Precast Software Engineering GmbH

Len Lye Center, New Plymouth, Neuseeland
Architekten: Patterson Associates Architects | Bau: Patrick Reynolds | Realisiert mit GRAPhtISOFT

BIM - Building Information Modeling

甲方, 业主,
运营商, 维修公司

建筑模型

IFC

BUILDING
INFORMATION
MODELING

IFC

IFC

IFC

IFC

结构模型

结构计算模型



BIM - Building Information Modeling

PRECAST SOFTWARE
engineering
A NEMETSCHEK COMPANY

IFC4
precast

甲方, 业主,
运营, 维修公司

建筑模型

IFC

BUILDING
FORMATION
MODELING

IFC

IFC

IFC

IFC

结构模型

结构计算模型

IFC <> IFC

- IFC3x2
- IFC4
- IFC Road
- IFC Harbour
- IFC Bridge
- ...
- IFC4precast

JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天廣場JW萬豪酒店

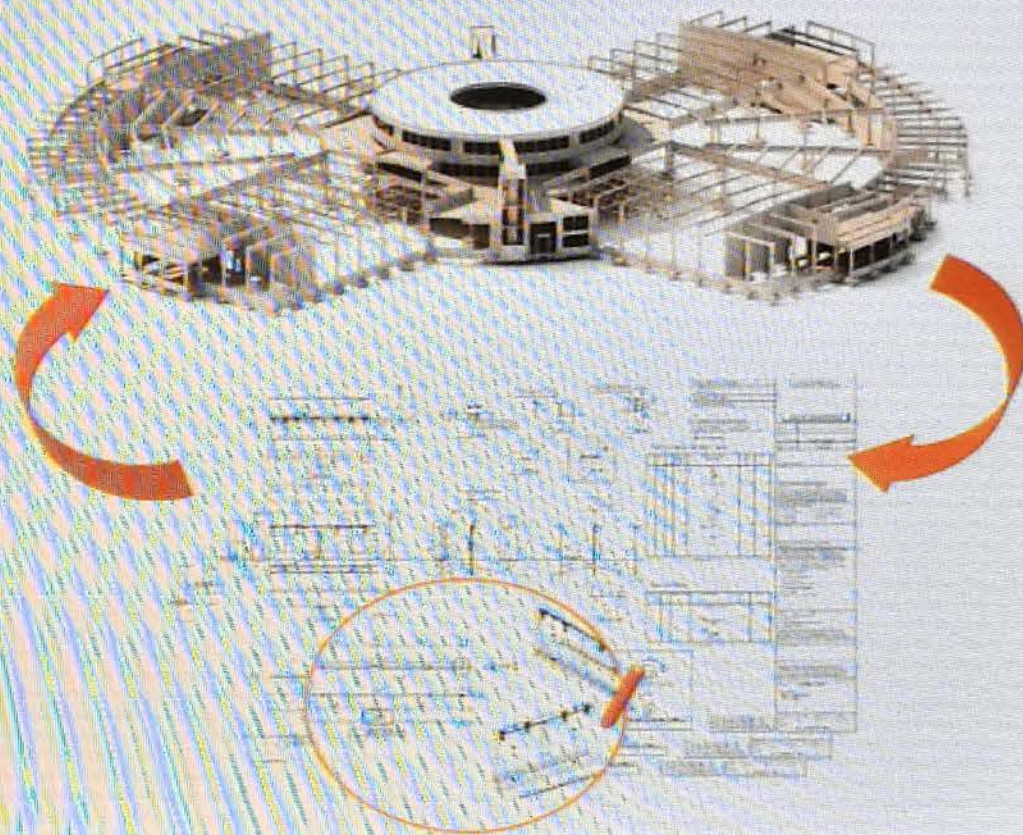
关于我们的产品

planbar

- 基于模型的工作方式-2D和3D
- 复杂
- 可自
- 自动
- 为工厂

PRECAST SOFTWARE
engineering
A NEMETSCHEK COMPANY

IFC4
precast



JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天廣場JW萬豪酒店

关于我们的产品

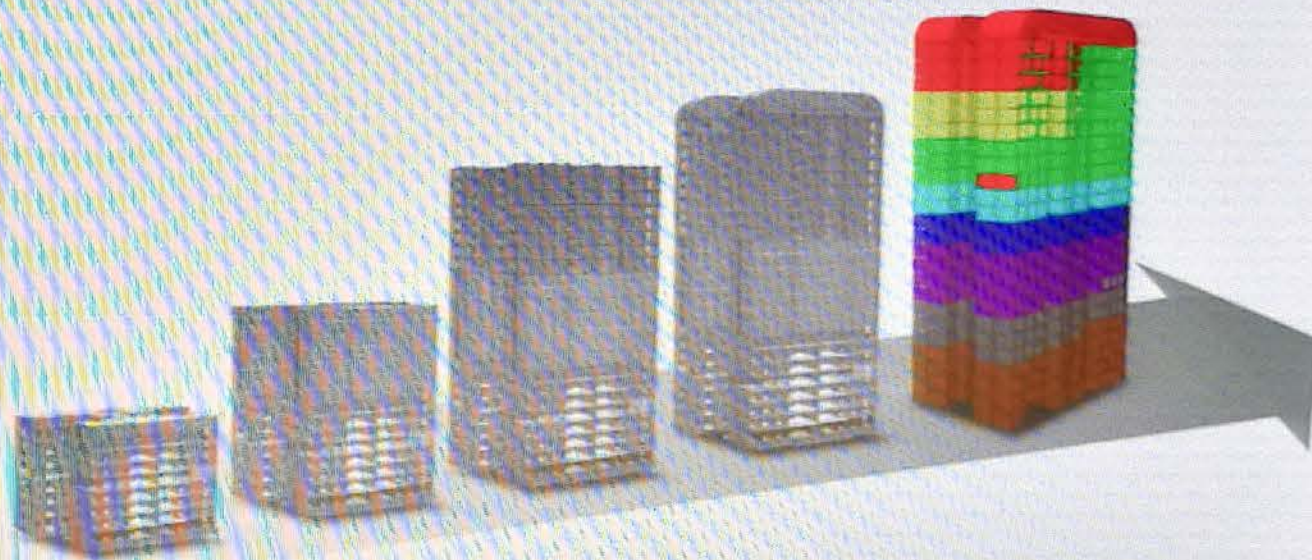
PRECAST SOFTWARE
engineering
A NEUMETSCHEK COMPANY

IFC4
precast



- 基于模型
- 信息
- 优化
- 跨平台
- 针对

移动BIM解决方案



基于现有开发的需求

- 预制构件在全球建筑行业的比重越来越大
- 法律法规要求现场使用预制构件（环境污染，碳排放等等）
- 预制构件在建筑方面的需求
- BIM技术在预制构件方面的应用
- 对项目的成本要求越来越高



JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天广场JW万豪酒店

基于过程的需求

PRECAST | SOFTWARE
engineering
A NEMETSCHKE COMPANY

IFC4
precast

预制件 CAD

预制件 MES

- 生产过程-优化
- 生产过程-监控
- 生产数据-处理
- 报表

机器设备

- 画线机
- 机械手 (布模/拆模)
- 混凝土布料机
- 流转设备
- 网片机
- 钢筋线

预制件 ERP

- 价格管理
- 材料管理
- 生产计划
- 物流
- 管控


JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天廣場JW萬豪酒店

IFC4precast的动力来源

- 行业呼吁针对所有系统的专业的BIM系统集成
- 现有的数据接口限制了未来发展;
如: 没有完整的3D模型描述; 部分部品件没有唯一编码等等
- IFC4.0技术细节
- 在IFC4.0中
- 文档
- IFC4.0
- build 上非常好的支持
- 在CAD 领导者中拥有强大的项目团体

IFC4

buildingSMART
Germany

JW MARRIOTT
SHANGHAI
TOMORROW SQUARE
上海明天广场JW万豪酒店

IFC4precast的目标

开发一种用于预制构件行业过程优化以及信息分配的通用数据接口



IFC4precast – 简单以及复杂的钢筋

