
面向多租户场景的统一知识模型：高效管理智慧城市物联网平台的复杂实体网络 MDPI Smart Cities

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36356.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

面向多租户场景的统一知识模型：高效管理智慧城市物联网平台的复杂实体网络 MDPI Smart Cities。论文标题：A Unified Knowledge Model for Managing Smart City/IoT Platform Entities for Multitenant Scenarios

论文链接：<https://www.mdpi.com/2624-6511/7/5/92>

期刊名：Smart Cities

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/smartcities>

随着智慧城市与物联网平台的日益复杂，多租户、数据流、实时事件驱动处理以及多组织协同等需求对平台的可控性与可维护性提出了严峻挑战。来自意大利佛罗伦萨大学DISIT实验室的Pierfrancesco Bellini教授、Daniele Bologna博士、Paolo Nesi教授及Gianni Pantaleo博士在Smart Cities期刊上发表文章，提出了一种统一知识模型及其工具集，旨在为平台运营商和开发者提供有效的模型与工具，以驾驭这种复杂性。该模型已在开源平台Snap4City中实现并验证，应用于涵盖18个组织、40个城市的超大规模部署中，显著提升了平台的问题诊断、资源复用和系统监控能力。

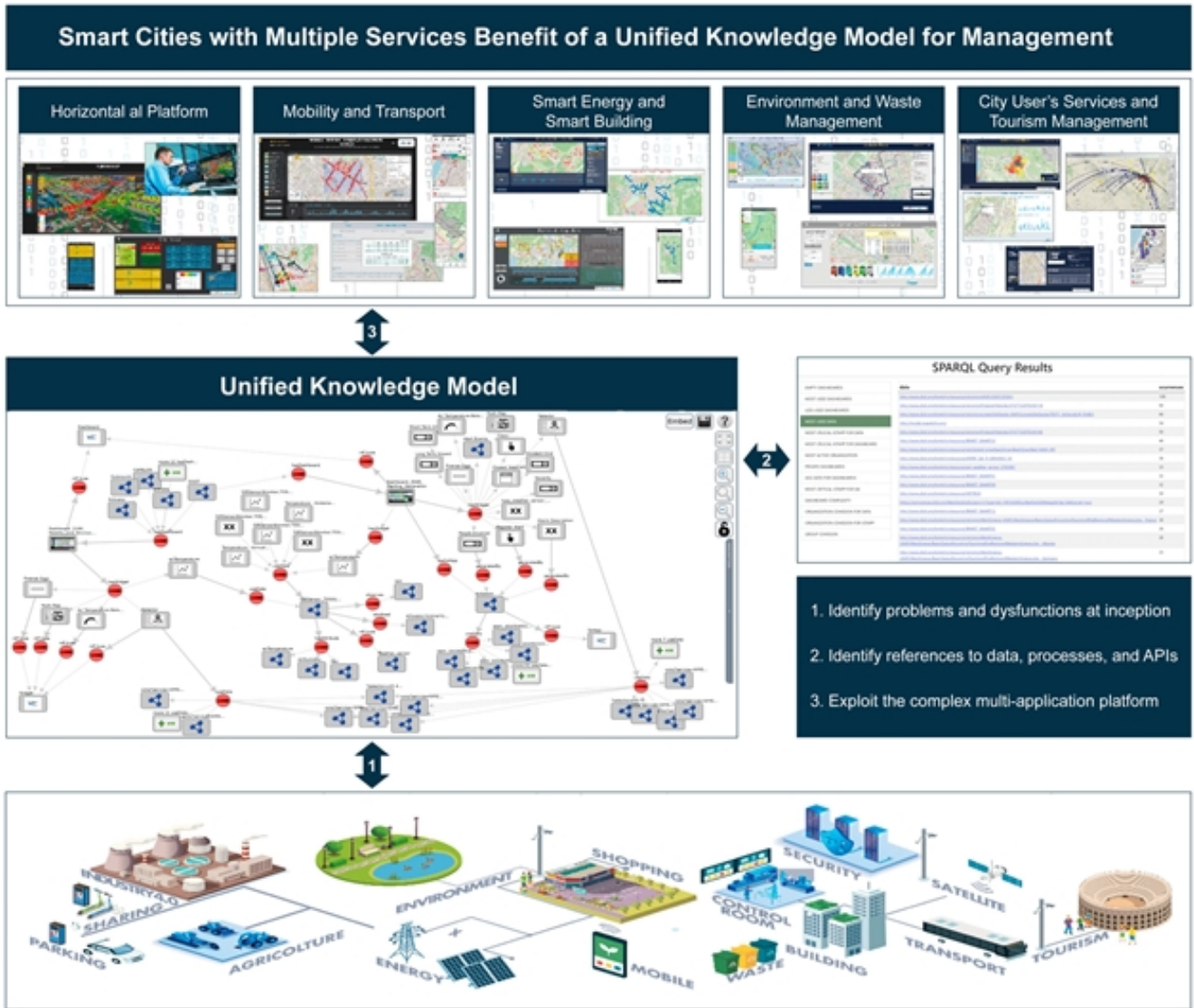


图1. 图文摘要

研究背景与创新理念

现代智慧城市/物联网平台需要整合海量、异构的数据源，并支持实时、事件驱动的处理和多租户协作。这种复杂性使得平台在扩展性、可维护性和问题排查效率方面面临巨大挑战。研究的核心创新之处在于提出并实现了一个统一知识模型（UKM）及配套工具，可以实现平台复杂性的可视化与可查询功能，并赋能多租户协作与高效开发，从而实现了平台的精准、高效和协同治理。

研究过程与结果

研究团队首先深入分析了大型多租户智慧城市/物联网平台在管理和运维中面临的核心痛点，即由数据、流程和应用的复杂交叉依赖所导致的问题定位困难、开发效率低下和系统可控性差。通过与运营商和开发者的研讨，明确了核心需求。研究团队因此创建了一个基于本体论的全新统一知识模型（UKM），它形式化地定义了平台中所有实体的类型以及它们之间的相互关系。它通过

定义丰富的类、对象属性和数据属性，构建了一个能够描述实体间依赖、消费、生产、使用等关系的语义网络。其独特的推理能力允许平台自动推断出非直接明示的依赖关系，例如，一个仪表板的最终故障可以追溯到某个底层物联网传感器的失效。

为了利用UKM，研究开发了Linked Open Graph和Data Inspector等可视化工具，使开发者和管理员能够以图形化的方式浏览和查询整个平台的复杂关系网络，并通过在真实的Snap4City开源平台上进行大规模部署来验证UKM的有效性，Snap4City是一个基于微服务架构的开源智慧城市与物联网平台，其核心设计旨在通过统一知识模型来整合与管理多源异构数据，包括物联网设备、外部服务、建筑信息模型（BIM）、地理信息系统（GIS）及社交媒体等，并借助Smart City API为上层应用提供统一的数据与服务接口。该平台管理着18个组织、40个城市、数千名用户和海量数据实体，提供了从数据摄取、存储管理、实时事件处理到数据分析与可视化（如交互式仪表盘、移动应用和3D数字孪生）的全套工具链，特别是通过Node-RED驱动的物联网应用和数据分析微服务，支持开发者以低代码方式灵活构建从简单数据展示到复杂的预测与模拟场景在内的各类智能解决方案，最终实现了在多租户环境下，不同组织和开发者能够高效协作、共享资源并降低成本。

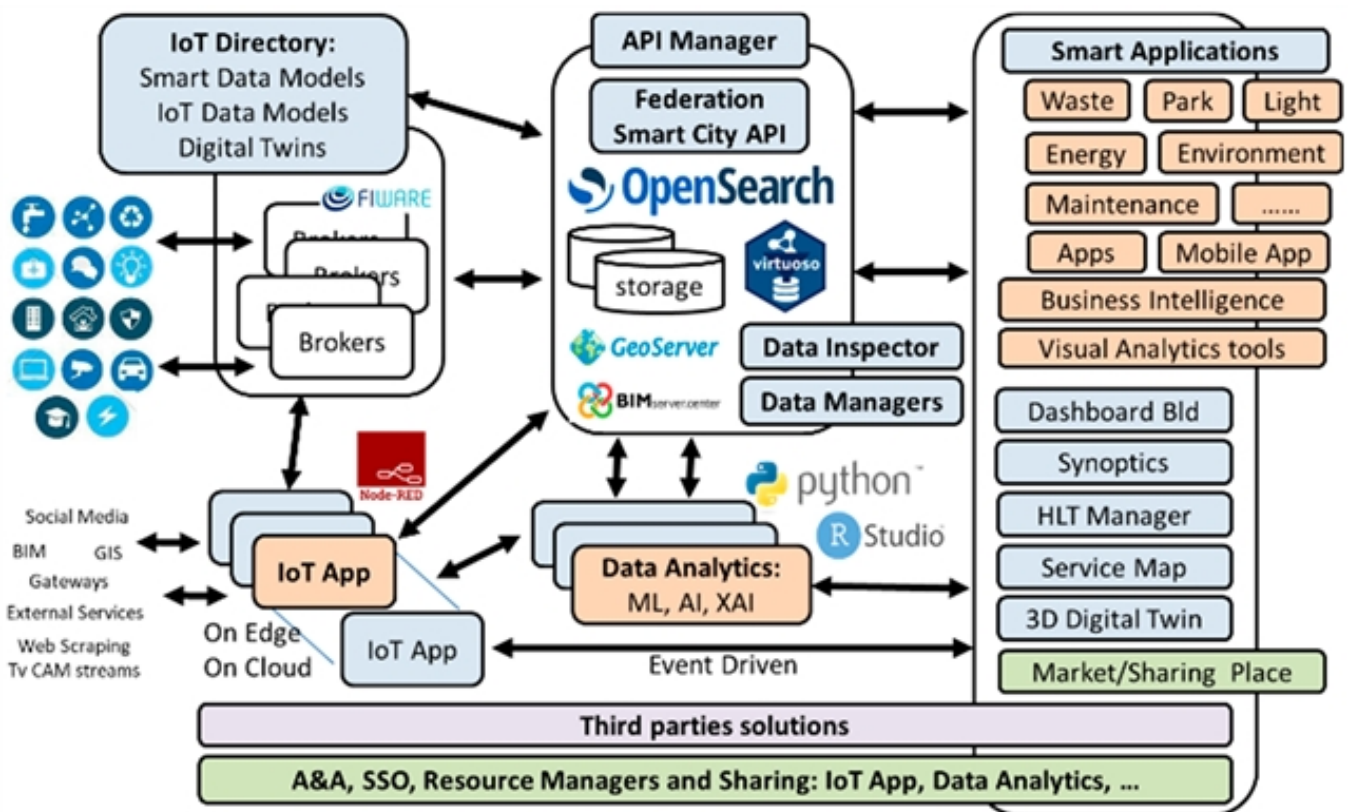


图2. Snap4City 平台架构图

最后，研究通过具体的故障排查场景、复杂的SPARQL查询以及全局平台统计数据，展示了UKM在解决问题和提供洞察方面的能力。该研究成功地将一个创新的语义模型转化为一套实用的工具和方法，有效化解了大型多租户智慧城市平台的核心管理难题，为未来智慧城市基础设施的高效、可控和协同发展奠定了关键技术基础。

未来展望与应用前景

研究团队针对多租户智慧城市基础设施中数据、流程与开发者交叉协作的复杂管理难题，提出了一套基于统一知识模型（UKM）的解决方案。该方案通过语义建模与可视化浏览工具，实现了对平台资源与运行状态的动态监控、故障根因追溯及开发成本优化，有效支撑了多组织协同场景下的数据与服务集成，它不仅使快速定位和解决问题成为可能，还通过促进数据与服务的复用，极大地提升了开发效率和平台的可持续性。在Snap4City开源平台的实际部署中，该框架已成功应用于20个组织、40座城市的数千名开发者，并通过Herit-Data等实际项目验证了其在跨场景旅游大数据管理中的可行性，显著提升了复杂基础设施的运维效率与可扩展性。

未来研究将聚焦于人工智能流程的规范化管理，通过引入MLOps方法优化模型训练与部署流程。为实现这一目标，UKM模型将基于正在开发的Km4City ontology新版本进行扩展，以支持更复杂的数字孪生场景与多元数据集成，进一步强化智慧城市平台对大规模异构数据的语义理解与智能决策能力，为全球智慧城市构建高效、响应敏捷的技术底座。

来源：Smart Cities

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发