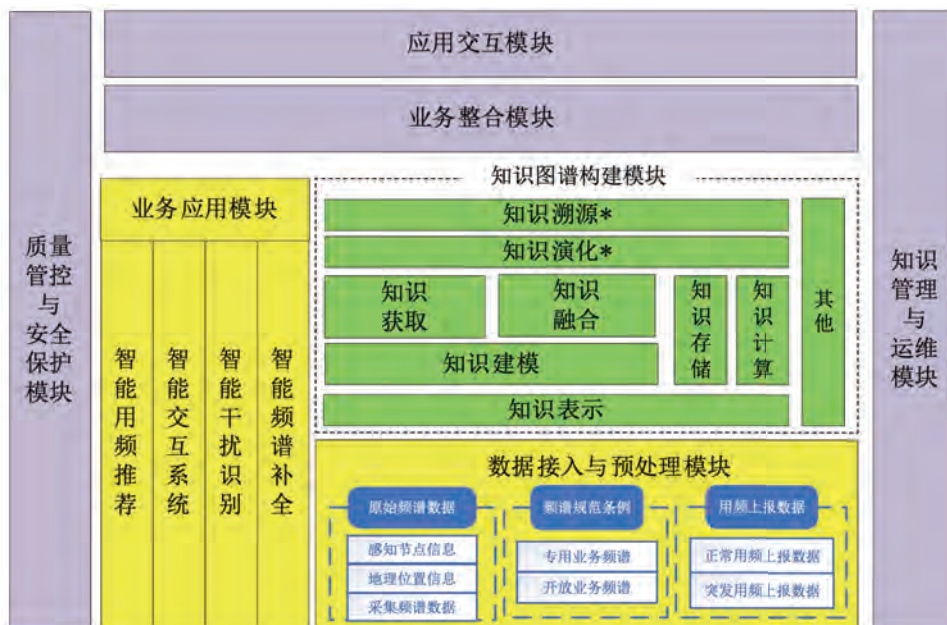


针对无线通信用频场景，基于频谱知识图谱分析用频行为、判断用频需求，监听异常用频行为，以净化通信环境，提升我国无线通信安全，缓解环境频谱资源日益稀缺的问题。

三、案例系统架构



图A3-1 系统架构图

通信认知管控系统包括应用交互模块、业务整合模块、业务应用模块、知识图谱构建模块、数据接入与预处理模块、质量管控与安全保护模块、知识管理与运维模块等七个模块。

(1) 数据接入模块与预处理模块：主要是对原始频谱数据、频谱规范条例、用频上报数据等频谱数据进行预处理，为后续系统提供数据。其中原始频谱数据包括感知节点信息、地理位置信息、采集频谱数据；频谱规范条例包括专用业务频谱、开放业务频谱；用频上报数据包括正常用频

上报数据、突发用频上报数据。

(2) 知识图谱构建模块：该模块通过知识表示、知识建模、知识存储、知识计算、知识获取、知识融合、知识演化、知识溯源处理数据，构建通信认知领域的知识图谱，为后续提供相关图谱服务提供接口。

(3) 业务应用模块：利用构建的通信认知领域知识图谱，进一步提供智能用频推荐、智能交互系统、智能干扰识别、智能频谱补全等业务应用功能。

(4) 业务整合模块：该模块整合业务应用模块的业务应用功能。

(5) 应用交互模块：基于业务整合模块，以可视化界面向用户提供服务。

(6) 知识管理与运维模块、质量管控与安全保护模块：主要为系统质量与安全提供保障。

四、案例开发前基础能力评估情况

(1) 基础能力评估结果

在业务层面，战略愿景处于五级，AI已成为公司业务发展的组成部分；用户需求驱动处于四级，知识图谱具有明确应用需求，且可满足用户需求；资源安排处于四级，将知识图谱项目建设纳入预算体系；行业资质处于三级，具备行业资质，但行业壁垒中等；行业趋势和产业政策处于四级，行业发展势头向好，产业政策扶持逐渐变多。

在数据层面，数据储备处于三级，数据整体一般但部分数据情况较好，主要是频谱规范条例已明确给出频谱数据，原始频谱数据以及用频上报数据均需要通过外置设备配合获取；领域专业数据基础处于四级，具有少量行业语料和术语，并形成小范围行业标准；数据治理能力处于三级，数据治理水平中等。

在基础设施层面，人员储备处于四级，具有运维人员、领域知识专家和知识图谱构建人员；硬件软件资源存储处于二级，具有有限的存储能力、计算能力，支持小规模数据处理与存储；信息化建设基础处于二级，配套业务系统，少量业务流程实现信息化。

在实施层面，实施能力处于二级，目标用例按照优先级开始进行POC；运维能力处于三级，目前建设的系统基于构建的知识图谱可以满足部分用户的需求。

在管理层面，组织保障处于三级，形成严密的组织机构，并具备初步的组织措施；质量管理能力处于三级，制定严格的质量方针，明确质量目标和职责；过程管理能力处于二级，初步形成项目过程策划。

在社会层面，法律风险与责任处于四级，具有较低法律风险与责任。

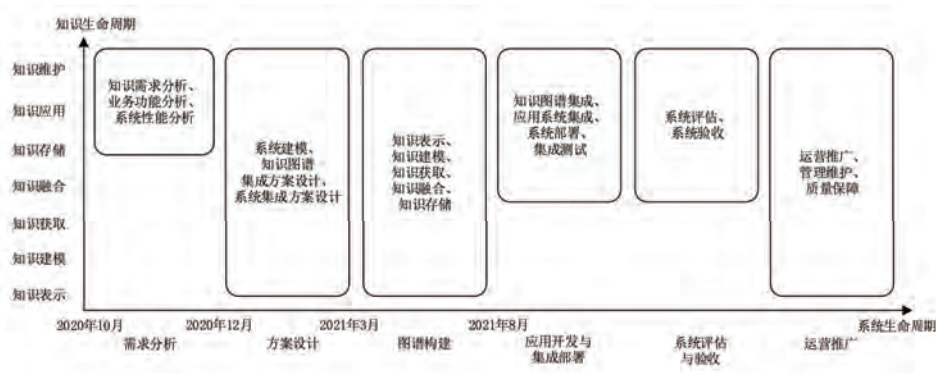
综上，该应用系统处于L3建设级。

（2）短板提升措施

短板1：提升硬件、软件资源存储，且支持动态扩展，以支持超大规模数据处理与存储。

短板2：提高信息化建设基础，联合通信运营商，共同设计和配套业务系统，完善业务流程，完全实现信息化。

五、案例开发与实施历程及难点



图A3-2 案例开发与实施历程

(1) 需求分析阶段 (2020年10月-12月)

在该阶段包含需求分析师、数据人员、项目经理、产品经理等人员，主要完成行业调研、可行性分析、业务需求梳理和分析、数据收集和分析等工作。

该阶段的难点主要在于准确把握业务目标，通过一次或几次分析得到对功能、性能完整清晰的大型复杂系统。通过对通信领域深度调研，与业务专家和技术专家反复沟通，理清业务需求，对需求目标分类定级，实现业务目标的拆分和明确。

(2) 方案设计阶段 (2020年12月-2021年3月)

在该阶段产品经理、项目经理、系统架构师、研发工程师、算法工程师等人员，主要完成系统架构设计、频谱知识图谱设计、系统功能设计、模块集成方案设计等工作。该阶段的主要难点在于频谱知识图谱的设计以及系统中各模块的关联设计。主要通过从架构上大致把控频谱知识图谱建设方案，对各模块保证统一的接口和通讯标准解决。

(3) 图谱构建阶段 (2021年3月-8月)

在该阶段项目经理、知识图谱工程师、研发人员等人员，主要完成频谱知识图谱构建任务，包括知识建模、知识获取、知识融合、知识存储等工作。该阶段的主要难点在于频谱非结构化数据抽取难。主要通过自然语言处理技术抽取非结构数据解决。

(4) 应用开发和部署阶段 (2021年8月-至今)

在该阶段项目经理、知识图谱工程师、研发人员、测试人员、运维人员等人员，主要完成应用开发、功能测试、系统部署等工作。该阶段的主要难点在于融合不同来源的数据，主要利用知识融合技术解决。

六、涉及的关键技术

关键技术1：频谱数据处理技术。由于无线通信行业的高时变特性，需要选择数据处理效率高、实时性好的技术。

关键技术2：频谱实时检测技术。针对频谱数据规模大、频段差异明显，需要采用基于注意力机制的频谱监测技术，解决频谱实时监测的难题。

七、当前面临的重要挑战

挑战1：实现个性化服务难度高。在无线通信领域，用户需求差异大、频谱资源稀缺严重、用户规模不断增长，通信运营商难以为用户提供个性化通信服务，用户体验普遍不高。

挑战2：难以在保证频谱质量的同时降低运行成本。随着无人机数量增加，黑飞无人机、伪基站等违规用频和非法干扰的频现导致用频环境日益复杂，网络运营成本明显上升。

挑战3：难以提升通信数据利用率。大量的通信数据不断消耗存储资源，通信数据的利用效率明显不足。



知识图谱标准化
Knowledge Graph Standardization

参考文献

- [1] 余菜花, 廉同辉, 刘军. 中国低碳研究的知识图谱分析[J]. 资源科学, 2012(10): 1959-1964.
- [2] 程赛琰, 丁磊, 魏淑娟. 基于知识图谱分析的电子政务研究现状、热点与趋势[J]. 图书与情报, 2013(1):116-123
- [3] 谢靖, 章鑫鑫. 基于CSSCI(2000-2011)的中国文学学科知识图谱研究[J]. 图书与情报, 2014(2):108-114.
- [4] 李伟平, 权德庆. 我国体育消费研究前沿与热点——基于科学知识图谱的可视化研究[J]. 西安体育学院学报, 2014(1):41-44.
- [5] 辛伟. 知识图谱在军事心理学研究中的应用[D]. 西安: 第四军医大学, 2014
- [6] Mima M, Bansal M. End-to-end relation extraction using lstms on sequences and tree structures[C]// Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Berlin. 2016:1105-1116
- [7] Katiyar A, Cardie C. Going out on a limb: Joint extraction of entity mentions and relations without dependency trees[C]// Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers) Vancouver Canada. 2017:917-928
- [8] 陈德鑫, 占袁圆, 杨兵, 等. 基于 CNN-BiLSTM模型的在线医疗实体抽取研究[J]. 图书情报工作, 2019, 63 (12): 105-113.
- [9] 赖英旭, 李亚娟, 刘静. 基于本体的水稻育种方法应用知识库构建[J]. 北京工业大学学报, 2019, 45 (12):1181-1191.

- [10] 连明杰, 陈运文, 咎云飞, 等. 一种基于深度学习模型的关系抽取及知识图谱构建方法: 中国, CN 201910707194. 1 [P]. 2019-12-20
- [11] 吴文涛, 李培峰, 朱巧明. 基于混合神经网络的实体和事件联合抽取方法[J]. 中文信息学报, 2019, 33 (08): 77-83.
- [12] 苏佳林, 王元卓, 靳小龙, 等. 自适应属性选择的实体对齐方法[J]. 山东大学学报(工学版), 2020, 50(01): 14-20.
- [13] 王会勇, 论兵, 张晓明, 等. 基于联合知识表示学习的多模态实体对齐[J]. 控制与决策, 2020, 35 (12): 2855-2864.
- [14] 李攀成. 公共安全领域知识图谱的知识融合技术研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2019.
- [15] Lao N, Mitchell T, Cohen W W. Random walk inference and learning in a large scale knowledge base[C]// Proc of the Conference on Empirical Method in Natural Language Processing. Stroudsburg, PA: ACL Presser, 2011: 529-539
- [16] 张美玉, 林崇, 简峥峰. 基于路径排序算法的 STEP 知识推理技术研究[J]. 浙江工业大学学报, 2020, 48(02): 126-132, 187.
- [17] 吴运兵, 朱丹红, 廖祥文, 等. 路径张量分解的知识图谱推理算法[J]. 模式识别与人工智能, 2017, 30(05): 473-480.
- [18] BORDES A, WESTON J, COLLOBERT R, et al. Learning structured embeddings for knowledge bases[C]//Proc of AAI. Menlo Park, CA: AAI, 2011: 301-306
- [19] SOCHER R, CHEN D, MANNING C D, et al. Reasoning with neural tensor networks for knowledge base completion [C]//Proc of NIPS. Cambridge, MA: MIT Press, 2013: 926-934.

- [20] JENATTON R, ROUX N L, BORDES A, et al. A latent factor model for highly multi-relational data[C]//Proc of NIPS. Cambridge, MA: MIT Press, 2012: 3167-3175.
- [21] BORDES A, USUNIER N, GARCIA-DURAN A, et al. Translating embeddings for modeling multi-relational data[C]//Proc of NIPS. Cambridge, MA: MIT Press, 2013: 2787-2795.
- [22] NEWCOMBE H B, KENNEDY J M, AXFORD S J, et al. Automatic linkage of vital records[J]. Science, 1959, 130(3381): 954-959
- [23] COCHINWALA M, KURIEN V, LALK G, et al. Efficient data reconciliation[J]. Information Sciences, 2011, 137(14): 1-15.



全国信标委人工智能分委会知识图谱工作组、知识图谱产业推进方阵、IEEE知识图谱工作组、知识图谱产品认证、知识驱动先锋企业评选相关动态敬请关注微信公众号或与联系人沟通。

中国电子技术标准化研究院

联系人：李瑞琪

联系方式：010-64102797

电子邮箱：lirq@cesi.cn