

## 一套基于 NB-IoT 的城市智能停车监控系统

王珊珊 孙际勇 赵芹花

中国移动通信集团广东有限公司江门分公司, 广东 江门 529000

**[摘要]** 智慧城市的第一步是智慧出行。智能停车系统为智慧出行提供基础设施保障。NB-IoT 技术以其低功耗、广覆盖、低成本、窄带宽需求等特征, 被广泛应用于物联网。文中在研究基于 NB-IoT 技术的智能停车解决方案基础上, 提出并落地了基于信令 DPI 的端到端智能质量监控系统, 以提升智能停车解决方案的可靠性与准确性。

**[关键词]** NB-IoT; 物联网; 智能停车; DPI

DOI: 10.33142/sca.v7i1.10932

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

### A Set of Urban Intelligent Parking Monitoring System Based on NB IoT

WANG Shanshan, SUN Jiyong, ZHAO Qinhu

Jiangmen Branch of China Mobile Communications Group Guangdong Co., Ltd., Jiangmen, Guangdong, 529000, China

**Abstract:** The first step of a smart city is smart transportation. Intelligent parking systems provide infrastructure support for smart transportation. NB IoT technology is widely used in the Internet of Things due to its low power consumption, wide coverage, low cost, and narrow bandwidth requirements. On the basis of studying the intelligent parking solution based on NB IoT technology, this article proposes and implements an end-to-end intelligent quality monitoring system based on signaling DPI to improve the reliability and accuracy of the intelligent parking solution.

**Keywords:** NB IoT; Internet of Things; intelligent parking; DPI

#### 引言

万物互联与大数据、AI 的融合, 势不可挡。人与人、人与物、物与物之间基于网络技术实现的广泛与深入的互联, 将使所有的东西都会变得更加可感知、可察觉。在万物互联时代, 产品的内涵与外延均发生了重大变化, 以停车系统为例, 原有单机版系统或简单联网系统, 已不适应万物互联与人工智能时代的需要, 需要对停车系统进行重新定义, 重新定义的方向, 体现在对新一代智能技术发展的预判上, 体现在对新一代智能技术如何决定着停车智能发展的理解上, 以及在停车系统设计方案的选择上<sup>[1]</sup>。根据 GSMA (全球移动通信系统协会) 预测, 2025 年物联网的连接数将达到 252 亿。在物联网推进到普及的过程中, 随着覆盖领域和业务规模的提高, 同时对物联网各类应用的稳定性、可靠性和高可用性, 也提出了更高的要求。NB-IoT 作为物联网领域的新兴技术, 支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接, 待机时间长, 支持高效链接等优点, 可以直接部署于 GSM 网络、或 LTE 网络<sup>[2]</sup>, 结合运营商网络及 DPI 数据优势, 可搭建端到端智能停车质量监控系统, 实现城市范围内数智化、一体化停车管理, 为智慧城市建设添砖加瓦。

#### 1 物联网与 NB-IoT

##### 1.1 物联网技术

物联网 (The Internet Of Things, 简称 IOT), 是无线传感器网络、云计算和互联网技术等多种技术的结合体。它的实质是建立一种可以随时随地感知任何事物的全

球性基础设施, 将每个可以被识别的物体连接到互联网上, 通过互联网, 实现物与物之间、人与物之间 4A (任何物体、任何人、任何时间、任何地点) 的信息互通, 使其可以实现智能化的操作、管理和监控。

物联网技术是实现万物互联、智慧城市的基础。技术的落地应用需要感知层, 网络层和应用层三层网络[3]的协同作业。

##### (1) 感知层

感知层由各种具有感知能力的设备组成, 主要用于感知和采集物理世界中发生的物理事件和数据。感知层至关重要, 是物物相连的基础, 是实现物联网的最底层技术。

##### (2) 网络层

传感器感知到基础设施和物品信息后, 将通过网络传输到后台进行处理。

##### (3) 应用层

应用层是物联网和用户的接口, 它与行业需求结合, 实现物联网的智能应用。

#### 1.2 NB-IoT 技术及其在物联网中的应用

窄带物联网 (Narrow Band Internet of things, NB-IoT) 技术是一种聚焦于 LPWA (低功耗广域) 业务的可在全球范围内广泛应用的新兴技术。

NB-IoT 具备四大特点: 一是具备支持海量连接的能力, 每小区能够支持约 5 万个连接; 二是广覆盖, 在同样的频段下, 比现有的 GSM 900 MHz 网络增益 20dB 以上, 覆盖面积扩大大约 100 倍; 三是更低功耗, 终端模块的待机

时间可长达 10 年；四是更低的模块成本，预计单个连接模块成本不超过 5 美元。也因此，其被广泛应用于物联网领域。

NB-IoT 技术使用于物联网的感知层，通过 NB-IoT 模块与网络层建立连接，并与网络层及应用层进行数据交互。



图 1 NB-IoT 技术在物联网中的应用架构图

上行：感知层传感器探测到状态的变化，打包数据至 NB-IoT，由 NB-IoT 终端模组，通过网络层，将数据传输至应用层，进行状态的信息变更。

下行：应用层封装数据，通过网络层转发应用 APP 界面，或下发至传感器做相应的状态变更。

## 2 NB-IoT 端到端解决方案在智能停车中的应用

本应用解决方案，使用带有 NB-IoT 模组的地磁感应终端，该终端通过车位下的地磁磁场变化判断车位是否被占用，将状态数据封装于 CoAP(Constrained Application Protocol) 协议中，并通过网络层，与应用层云平台进行信息交互，由云平台进行状态更新、计费管理等等。

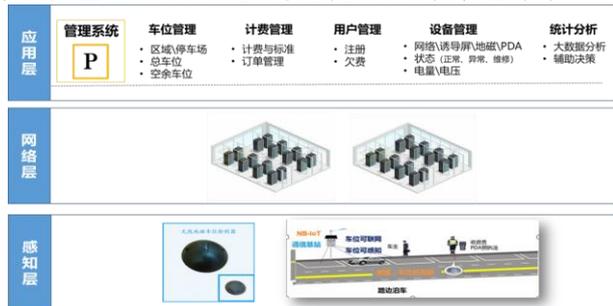


图 2 NB-IoT 端到端解决方案在智能停车应用中的示意图

### 2.1 CoAP 协议

CoAP 约束应用协议是一种专用于受限设备及网络的 Internet 应用协议，是简化的 HTTP 消息，它基于 RESTful 架构，使用 UDP 传输协议，专为物联网设备而设计，通过轻量级的通信机制，在物联网中进行低功耗和低带宽的通信（所谓的受限设备及网络）。

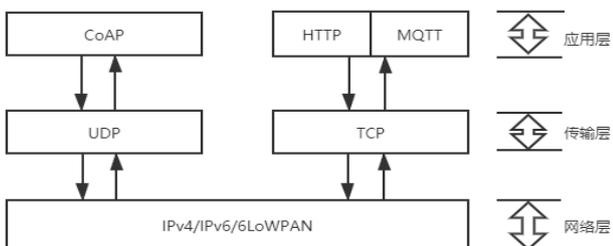


图 3 CoAP 与 HTTP 协议栈对比示意图

CoAP 协议定义了一系列操作，用于实现物联网设备

之间的通信。常见的操作包括：

- GET：用于获取资源的信息。
- POST：用于创建新资源或向现有资源添加信息。
- PUT：用于更新资源的信息。
- DELETE：用于删除资源。

对协议原理的分析了解，是本地建立端到端监控系统的基础。

## 3 基于信令 DPI 的智能停车监控

### 3.1 基于信令的 DPI

目前，NB-IoT 主要承载于 4G 网络，对 4G 网络的关键逻辑接口进行分光采集，利用 DPI 深度包检测技术，解析协议消息，生成话单数据，建模指标体系。

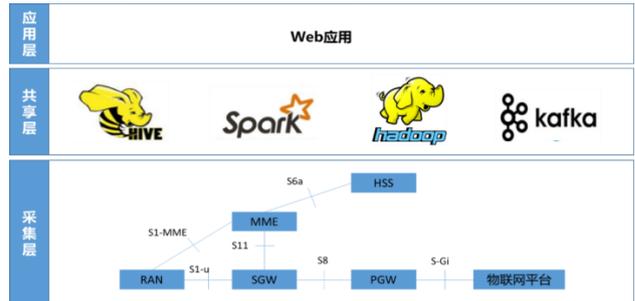


图 4 信令 DPI 架构

整个信令 DPI 架构分为了三层：采集层、共享层与应用层。

-采集层：利用分光技术，对关键物理接口进行数据分光与汇聚，并通过编解码技术，将数据解析为原始码流数据。

-共享层：将采集层的原始码流数据，转换成 XDR 详单数据、模型数据、维表数据。并将各类数据存放在各个集群内，可供基于数据库的查询与建模。针对本业务方案，将生成 MIOT\_S1\_MME 话单、MIOT\_S11U\_COAP 话单等。

-应用层：基于共享层与采集层数据，根据应用需要，提供 Web 应用前端，进行指标监控、问题分析定位等。

### 3.2 指标体系搭建

基于网络侧 NB-IoT DPI 数据，结合基于 CoAP 协议的智慧停车地磁设备业务信令流程，开展相关业务行为特征分析，建立关键网络指标、业务质量指标以及问题定界模型，通过 Web 前端实现对目标客户的业务质量分析与监控呈现。

#### (1) 业务建模方案

基于智慧停车地磁设备业务交互特征，进行关键业务行为、指标 15 分钟粒度建模。

-单用户级控制面建模：基于 MIOT\_S1\_MME 话单对用户附着、CP 服务请求流程进行指标建模，实现控制面交互质量监测

-单用户级用户面指标模型：基于 MIOT\_S11U\_COAP 话单对用户 CoAP 协议交互情况进行指标建模，实现用户

面交互质量监测；落地 28 个关键指标因子。

序号	指标名称	算法	说明
1	小时	/	/
2	分钟	/	/
3	正使用卡数	正使用卡去重	ETL定期同步数据列表
4	在线用户数	近三天号码去重	第二天交互的用户
5	活跃用户数	15分钟粒度去重	近三天交互的用户
6	离线用户数	15分钟粒度去重	15分钟内用户面或控制面有交互数据的用户
7	交互正常用户数	活跃用户数-交互异常用户数	15分钟内活跃且交互正常的用户
8	交互异常用户数	附着失败用户数+业务交互失败用户数	15分钟内活跃且交互异常的用户
9	附着正常用户数	15分钟内附着次数>附着成功次数的用户去重	15分钟内出现过附着失败的用户
10	业务交互失败用户数	15分钟内COAP请求次数>COAP请求成功次数的用户去重	15分钟内活跃且出现过COAP请求失败的用户
11	业务交互失败用户数	附着请求次数-附着成功次数	附着失败用户数
12	附着请求次数	附着请求次数	附着请求次数
13	附着成功次数	附着成功次数	附着成功次数
14	附着成功率	附着成功次数/附着请求次数	附着成功率
15	服务请求次数	服务请求次数	服务请求次数
16	服务请求成功次数	服务请求成功次数	服务请求成功次数
17	服务请求成功率	服务请求成功次数/服务请求次数	服务请求成功率
18	COAP请求次数	COAP请求次数	COAP请求次数
19	COAP请求成功次数	COAP请求成功次数	COAP请求成功次数
20	COAP请求成功率	COAP请求成功次数/COAP请求次数	COAP请求成功率
21	COAP失败4XX次数	COAP失败4XX次数	COAP失败4XX次数
22	COAP失败5XX次数	COAP失败5XX次数	COAP失败5XX次数
23	COAP失败6XX次数	COAP失败6XX次数	COAP失败6XX次数
24	COAP超时次数	COAP超时次数	COAP超时次数
25	COAP失败4XX占比	COAP失败4XX次数/(COAP失败次数+COAP超时)	COAP失败4XX在COAP异常的占比
26	COAP失败5XX占比	COAP失败5XX次数/(COAP失败次数+COAP超时)	COAP失败5XX在COAP异常的占比
27	COAP失败6XX占比	COAP失败6XX次数/(COAP失败次数+COAP超时)	COAP失败6XX在COAP异常的占比
28	COAP超时占比	COAP超时次数/(COAP失败次数+COAP超时)	COAP超时XX在COAP异常的占比

图 5 建模 28 个关键指标因子

-业务质量监测应用模型：基于控制面、用户面指标模型，识别用户地磁业务交互异常行为(包括：异常离线、附着失败、交互丢包 / 乱序、交互失败)，对用户交互异常情况进行汇聚与建模分析。

(2) 应用实施方案

基于上述业务模型，实现前端的指标查询与呈现、告警发现与提醒，以供监控大屏应用。

-用户在线情况：通过用户在线情况，发现网络问题。此部分将呈现总体在线用户、活跃用户情况。



图 6 用户数监控

-用户指标情况：呈现总体附着、服务请求、COAP 交互指标，以及 COAP 协议错误码分析。

-业务异常用户分布情况：呈现用户交互异常原因分布。

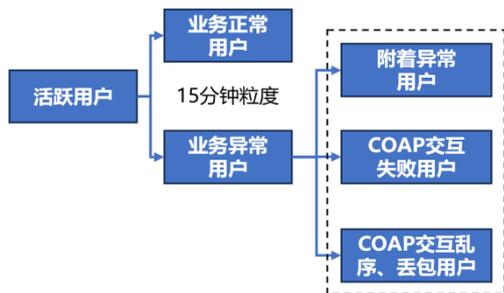


图 7 异常分布聚类

4 应用成效

本方案在 Web 应用前端，实现了三大功能模块：用户规模分析、终端异常分析、质差用户分析。

4.1 用户规模分析

分别呈现集团客户和 APN 两个维度的用户数数据，包括“正使用卡数”“活跃用户数”“离线用户数”“在线用户数”；

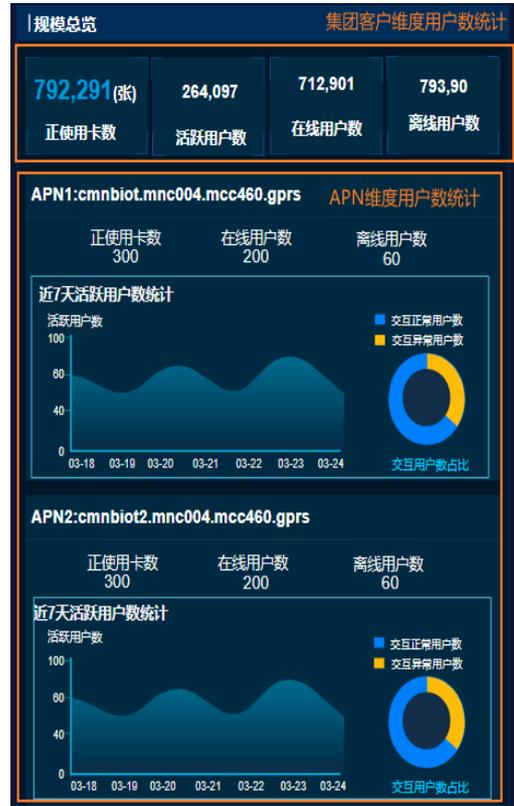


图 8 功能模块一

4.2 终端异常分析

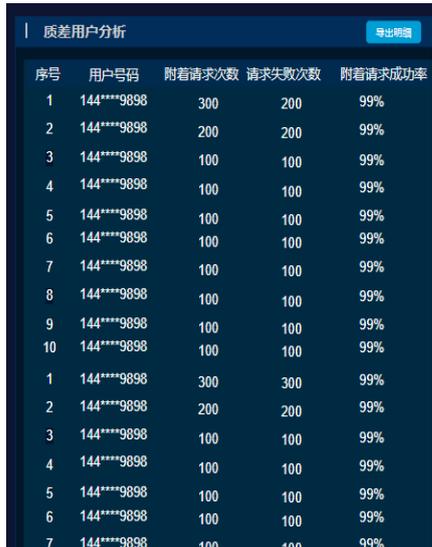
呈现集团客户“交互异常用户数”“交互异常用户数占比”“附着失败用户数”“附着失败用户数占比”“业务交互失败用户数”“业务交互失败用户数占比”“业务交互丢包用户数”“业务交互丢包用户数占比”。



图 9 功能模块二

### 4.3 质差用户分析

点击指标名称可切换不同业务类型质差用户，列表样式呈现所选时间段内出现“附着失败”“coap 业务失败”“服务请求失败”用户。根据请求失败次数倒序排序，号码会自动进行脱敏处理。



序号	用户号码	附着请求次数	请求失败次数	附着请求成功率
1	144****9898	300	200	99%
2	144****9898	200	200	99%
3	144****9898	100	100	99%
4	144****9898	100	100	99%
5	144****9898	100	100	99%
6	144****9898	100	100	99%
7	144****9898	100	100	99%
8	144****9898	100	100	99%
9	144****9898	100	100	99%
10	144****9898	100	100	99%
1	144****9898	300	300	99%
2	144****9898	200	200	99%
3	144****9898	100	100	99%
4	144****9898	100	100	99%
5	144****9898	100	100	99%
6	144****9898	100	100	99%
7	144****9898	100	100	99%

图 10 功能模块三

## 5 结语

经过相关研究和系统实践表明，基于大数据、AI 和 NB-IoT 的深度融合，搭建端到端智能停车质量监控系统，可实现可感知、可监控、可预警的智能化、一体化管理平台。充分考虑各种场景异常情况的影响，最大化利用多资源优势，将多场景异常情况纳入智能监控，并实时推送预

警信息，如 NB-IoT 网络异常、用户附着失败、业务交互异常、用户数突变、业务丢包等。同时关注业务应用层面的感知指标，如时延慢、速率低等，挖掘感知指标深层原因，实现投诉智能定界。从而提高物联网业务应用的准确性和可靠性，减少停车系统监控不到位、不及时、不准确问题，有效保障了业务应用的高可用性，进一步提升全民智慧停车感知度。

### [参考文献]

- [1]李济同. 万物互联与人工智能时代的停车智能[J]. 住宅与房地产, 2023(25): 16-18.
- [2]王波. 一种基于北斗短报文和 NB-IOT 的融合网关[J]. 网络安全技术与应用, 2023(7): 14-16.
- [3]陈红霞, 赵俊钰. 物联网感知层标准体系架构研究[J]. 电信科学, 2011(27): 9.

作者简介：王珊珊（1983—），女，籍贯：山西潞城，民族：汉族，职称：高级工程师，学历：硕士，研究方向：通信技术及网络运营，单位名称：中国移动通信集团广东有限公司江门分公司，单位所在省市：广东省江门市，邮编：529000；孙际勇（1982—），男，籍贯：湖南常德，民族：汉族，职称：高级工程师，学历：学士，研究方向：通信技术及网络运营，单位名称：中国移动通信集团广东有限公司，单位所在省市：广东省广州市，邮编：510160；赵芹花（1989—），女，籍贯：湖北安陆，民族：汉族，职称：无，学历：本科，研究方向：通信工程，单位名称：中国移动通信集团广东有限公司江门分公司，单位所在省市：广东省江门市，邮编：529000。