MEC需求分析与系统设计

编制： 王 科 威

审核：

版本： V0.0.1

二〇二一年十二月二十五日

目录

[修改历史 I](#_Toc28961)

[一 引言 1](#_Toc24726)

[1.1 编写目的 1](#_Toc18680)

[1.2 背景 1](#_Toc14149)

[1.3 定义 1](#_Toc21239)

[1.4 参考资料 1](#_Toc30023)

[二 基本约定 1](#_Toc29331)

[2.1 程序名称及ID 1](#_Toc16551)

[2.2 端口号 2](#_Toc27759)

[2.3 运行命令 2](#_Toc12091)

[2.4 目录配置 2](#_Toc15325)

[三 需求分析 3](#_Toc24724)

[3.1 功能需求 3](#_Toc30091)

[3.2 非功能需求 6](#_Toc17539)

[四 系统设计 6](#_Toc10359)

[4.1 系统架构图 6](#_Toc23219)

[4.2 系统部署图 7](#_Toc30623)

[4.3 网络结构图 7](#_Toc23596)

[4.4 URL格式定义 7](#_Toc14852)

[五 模块设计 8](#_Toc1457)

[5.1 XMQ模块 8](#_Toc7164)

[5.2 XMQ客户端模块 10](#_Toc12891)

[六 产品授权 11](#_Toc21481)

[七 附表 11](#_Toc12269)

# 修改历史

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 版本 | 说明 | 作者 | 审核 | 日期 |
| V0.0.1 | 初稿 | 王科威 |  | 2021-12-25 |

# 引言

## 编写目的

## 背景

在现有项目基础上进行第二次迭代。

## 定义

|  |  |
| --- | --- |
| 缩写 | 全称 |
|  |  |

## 参考资料

# 基本约定

## 程序名称及ID

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **程序名称** | **ID** | **简述** |
| 核心部分 | | | |
| 1 | xmq\_host\_server | xmq\_host\_server | XMQ消息转发服务端 |
| 2 | libxmq\_host\_client | 系统UUID | XMQ客户端动态库 |
| 3 | event\_notify\_server | event\_notify\_server | 事件通知服务端 |
| 应用平台扩展部分 | | | |
| 1 |  |  |  |
| 外部设备接入 | | | |
| 1 | dvs\_host\_server | dvs\_host\_server | DVS设备接入服务端 |
| 2 | lidar\_host\_server | lidar\_host\_server | 雷达设备接入服务端 |
| 3 | sensor\_host\_server | sensor\_host\_server | 传感器设备接入服务端 |
| 4 | rsu\_host\_server | rsu\_host\_server | RSU设备接入服务端 |
| Demo工具 | | | |
| 1 |  |  |  |

## 端口号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***序号*** | ***程序名*** | ***协议与端口号*** |
| 1 | xmq\_host\_server | TCP/60531 |

## 运行命令

## 目录配置

### 程序文件

* Windows

|  |  |
| --- | --- |
| 目录 | 描述 |
|  |  |

* Linux

|  |  |
| --- | --- |
| 目录 | 描述 |
|  |  |

### 配置文件

* Windows

|  |  |
| --- | --- |
| 目录 | 描述 |
|  |  |

* Linux

|  |  |
| --- | --- |
| 目录 | 描述 |
|  |  |

### 日志

* Windows

|  |  |
| --- | --- |
| 目录 | 描述 |
|  |  |

* Linux

|  |  |
| --- | --- |
| 目录 | 描述 |
|  |  |

# 需求分析

## 功能需求

### 构建交通协作节点拓扑图

#### 功能描述

当前节点服务启动时读取本地MAP配置文件，获取与当前节点关联的下一级节点信息；下级节点通过注册/心跳的方式和上级节点保持一致，上级节点通过3×30s的时间检测下级节点的在/离线状态，对于离线状态的下级节点产生离线事件推送以告知需要关注该事件的用户。下级节点每间隔10s向上级节点发送下级节点单车道车流量流入信息，下级节点每间隔30s向上级节点发送下级节点所有车道车流量流出统计信息，所有流出和流入信息都已事件推送以告知需要关注该事件的用户。

#### 功能分解

1. 各级节点的服务程序启动时必须解析本地的MAP配置文件，获取需要各自需要关注的下级节点；
2. 下级节点服务启动成功后，通过单独的链路与上级节点进行连接；
3. 连接建立成功后，下级节点每间隔30s向上级节点发送注册和心跳消息，上级节点负责监视下级节点的在/离线状态；
4. 超过3×30s时间未检测到注册/心跳消息的下级节点，上级节点将产生离线事件推送；
5. 上级节点接收到离线状态的下级节点注册/心跳消息后，产生在线事件推送；
6. 下级节点每间隔10s向上级节点发送该节点单车道车流流入信息；
7. 下级节点每间隔30s向上级节点发送该节点所有车道车流流出信息；

### 实时图形化显示交通节点信息

### 弱势交通参与者危险区域闯入检测

#### 功能描述

弱势交通参与者危险区域闯入检测以独立模块运行。使用者操作可视化界面或者直接输入命令通过局域网连接平台服务。平台连接成功后，使用者通过界面或者直接输入命令向平台服务配置检测功能所需要关联的视频设备、摄像机和雷达设备等数据源信息以及输入源位置标定信息；配置数据源信息完成后，使用者操作可视化界面或者直接输入命令在相应摄像机监视区域内设置危险检测区域；区域设置成功后，使用者操作可视化界面或直接输入命令向平台服务发送启动检测运算请求并接收启动检测运算应答。

启动检测运算成功后，从平台服务内部获取摄像机实时视频流数据，将获取的视频流数据进行解码和数据转换，再将转换后的数据传输给检测算法进行运算。当算法检测到弱智交通参与者进入检测区域时，对检测目标进行跟踪并触发危险区域闯入事件。

当事件被触发时，MEC服务将检测结果推送给订阅节点，推送内容包括检测图片和行人位置，订阅者可依据该数据进行可视化展示；于此同时，MEC服务将检测结果以及相关联的实时视频数据进行数据持久化处理，且对触发时间点的前后30秒实时视频数据进行存储，使用者可操作可视化界面或直接输入命令获取到已持久化处理的所有或部分数据内容。

#### 功能分解

1. 使用者端需要通过3条网络链路与MEC服务进行通信；其中，第一条链路负责信令类数据交互，第二条链路负责单向订阅类数据获取，第三条链路负责视频流数据和控制信令的双向交互；
2. MEC服务提供IP摄像机接入服务，通过该服务可实现IP摄像机进行增加、删除、修改、登录、注销、设备信息获取、设备信息配置、视频流数据获取等功能；
3. MEC服务提供雷达接入服务，通过该服务可对雷达增加、删除、修改、连接、断开、目标位置获取、目标类型获取、目标尺寸获取等功能；
4. MEC服务提供关系型数据库管理服务，通过该服务可对摄像机、雷达、基本配置类信息等数据进行持久化存储和数据读写操作；
5. MEC服务提供实时视频流数据存储管理服务，通过该服务支持时间长度可配置的预录和延迟存储功能；
6. MEC服务提供视频流数据PS到ES格式转换，以及转换后ES组包分析；
7. MEC服务提供对不同设备接入的统一数据结构化封装，以使得在内部交互的数据保持统一的数据结构；
8. MEC服务提供基于计算机视觉技术的行人目标检测算法，并在检测结果中提供目标的检测信息；
9. MEC服务提供基于雷达信号处理的行人目标检测算法，并在检测结果中提供目标的检测信息；
10. 行人目标检测结果由MEC服务主动推送给订阅者，并触发检测事件以供视频数据进行存储。

### 弱势交通参与者实时碰撞预警发布

#### 功能描述

使用者操作可视化界面或者直接输入命令完成[3.1.3弱势交通参与者危险区域闯入检测](#_弱势交通参与者危险区域闯入检测)所描述的配置后，再通过可视化界面或者直接输入命令向平台服务发送订阅车辆行驶预警事件请求，事件订阅成功后，使用者可实时接收平台在事件发生时的场景图片和事件标记信息等。可视化界面通过界面显示实时事件场景图片并描绘事件标记。对于不再需要关注的事件，使用者可以操作可视化界面或者直接输入命令向平台服务发送取消订阅车辆行驶预警事件请求。

#### 功能分解

1. 使用者操作可视化界面或者直接输入命令行获取平台支持的事件订阅信息；
2. 使用者选择车辆行驶预警事件类型，向平台发送事件订阅请求，并接收事件订阅应答；
3. 使用者被动接收平台推送的实时事件通知，通知内容包括实时事件场景图片和事件标记信息；
4. 可视化界面通过界面显示实时事件场景图片并描绘事件标记；
5. 使用者操作可视化界面或者直接输入命令向平台发送取消事件订阅请求，并接收事件取消订阅应答。

### 车辆违停检测

#### 功能描述

使用者操作可视化界面或者直接输入命令通过网络连接上MEC服务；连接成功后可向MEC服务添加需要使用的IP摄像机或雷达设备，也可以对已有的设备进行编辑；可视化界面向使用者提供实时视频流播放，使用者操作可视化界面或者直接输入命令在所见范围内设置检测区域；检测区域设置成功后，使用者继续操作可视化界面或直接输入命令将IP摄像机或雷达设备和车辆检测、车牌识别算法进行关联或取消关联设置，关联设置成功后，使用者操作可视化界面或者输入命令向MEC服务订阅事件检测结果通知，当车辆在检测区域内停止不动时触发检检测事件。当事件被触发时，MEC服务将检测结果推送给订阅节点，推送内容包括检测图片、车牌信息和车辆位置，订阅者可依据该数据进行可视化展示；于此同时，MEC服务将检测结果以及相关联的实时视频数据进行数据持久化处理，且对触发时间点的前后30秒实时视频数据进行存储，使用者可操作可视化界面或直接输入命令获取到已持久化处理的所有或部分数据内容。

#### 功能分解

1. 使用者端需要通过3条网络链路与MEC服务进行通信；其中，第一条链路负责信令类数据交互，第二条链路负责单向订阅类数据获取，第三条链路负责视频流数据和控制信令的双向交互；
2. MEC服务提供IP摄像机接入服务，通过该服务可实现IP摄像机进行增加、删除、修改、登录、注销、设备信息获取、设备信息配置、视频流数据获取等功能；
3. MEC服务提供雷达接入服务，通过该服务可对雷达增加、删除、修改、连接、断开、目标位置获取、目标类型获取、目标尺寸获取等功能；
4. MEC服务提供关系型数据库管理服务，通过该服务可对摄像机、雷达、基本配置类信息等数据进行持久化存储和数据读写操作；
5. MEC服务提供实时视频流数据存储管理服务，通过该服务支持时间长度可配置的预录和延迟存储功能；
6. MEC服务提供视频流数据PS到ES格式转换，以及转换后ES组包分析；
7. MEC服务提供对不同设备接入的统一数据结构化封装，以使得在内部交互的数据保持统一的数据结构；
8. MEC服务提供基于计算机视觉技术的车辆目标检测和车牌提取与识别算法，并在检测结果中提供目标的检测信息；
9. MEC服务提供基于雷达信号处理的车辆目标检测算法，并在检测结果中提供目标的检测信息；
10. 行人目标检测结果由MEC服务主动推送给订阅者，并触发检测事件以供视频数据进行存储。

### 激光雷达设备数据接入

### 实时视频设备数据接入

#### 功能描述

实时视频设备数据接入以独立模块运行，负责管理实时视频数据设备的登录、注销、摄像机信息获取、实时流打开和关闭等操作，并按照使用者配置信息可将不同厂商的实时视频设备数据通过厂商SDK汇集到模块中。无论使用如何操作设备或实时流数据，模块都必须保证模块到设备之间有且仅有一次登录、注销、实时流打开和关闭等操作。汇集到模块的实时视频数据由模块负责将PS格式的实时视频流数据转换为PES流数据。于此同时，转换后的PES流数据被主动发送到接收端，为保证PES流数据的高效传输，同一摄像机的是视频流数据只向接收端发送一次。

#### 功能分解

1. 模块使用XMQ服务提供的通信客户端与XMQ服务进行通信；
2. 模块使用XMS服务提供的通信客户端与XMS服务进行通信；
3. 模块使用厂商SDK与物理设备进行通信；
4. 模块接收并处理设备增、删、改、查等操作请求，并管理设备资源；
5. 模块使用厂商SDK对物理设备进行登录和注销操作，每个设备仅登录或注销一次；
6. 模块对设备的登录和注销操作结果，由模块向请求端发送应答；模块登录设备成功后，主动查询设备的摄像机信息，登录成功的操作结果中必须包含设备的摄像机信息；
7. 模块登录设备成功后，主动打开设备的摄像机实时视频流，并负责接收实时视频帧数据；
8. 每个摄像机实时流数据通道和XMS服务构建独立的数据交互通道，每个通道上的实时视频帧只推送一次；
9. 接收到的实时视频帧数据通过PS流解析为PES流数据；
10. PES流数据通过数据格式化封装接口进行统一的帧数据封装并发送到XMS；
11. 对设备的修改和删除操作，模块负责相应的摄像机和实时流通道的重构操作。

## 非功能需求

# 系统设计

## 系统架构图



## 系统部署图

## 网络结构图



## URL格式定义

### 格式定义

*信令名称://目的地址 [ /路由地址/... [ ? 参数名=参数值 [ & ...] ] ]*

### 信令名称定义

|  |  |
| --- | --- |
| ***命令名称*** | ***说明*** |
| register | 模块注册/心跳 |
| query | 模块功能/参数查询 |
| config | 模块参数配置 |
| realplay | 实时流 |
| playback | 回放流 |
| download | 下载流 |

### dvs字段参数定义

dvs字段参数定义示例：*dvs=1\_192.168.0.100\_4\_test*

字段值以“\_”作为分隔符，第一部分表示设备ID，第二部分表示设备IP，第三部分表示摄像机个数，第四部分表示设备名称。

# 模块设计

## XMQ模块(xmq\_host\_server)

### 模块说明

1. XMQ在MEC服务内部全局唯一；
2. XMQ是MEC服务内部其他模块间通信的中转站，所有的信令消息都必须通过XMQ来转发；
3. XMQ使用字符串类型的ID标识来区分其他模块；
4. XMQ接收和管理其他模块的注册和心跳请求，对于3\*30（s）超时的模块执行自动清理；
5. XMQ接收其他模块的查询请求，以获取所有在线模块信息；
6. XMQ之间存在1对N的连接扇出链接，每扇出一个链接就作为一个独立的XMQ客户端模块的角色；

### 功能列表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***编号*** | ***名称*** | ***描述*** | ***备注*** |
| XMQ-001 | 启动本地监听 | XMQ作为全局唯一的服务端角色在启动时监听TCP端口号60531，监听地址0.0.0.0。 |  |
| XMQ-002 | 远程连接/断开 | XMQ作为客户端角色按配置要求连接/断开远程XMQ服务端。 | 每个远程XMQ服务端连接使用不同的客户端角色实例。 |
| XMQ-003 | 模块注册请求接收 | XMQ接收连接到该服务端的所有客户端的注册消息，并以字符串ID标识作为关键字对客户端进行区分。 | URL示例：  *register://dvs\_host\_server?timestamp=\*[&sequence=\*]* |
| XMQ-004 | 模块心跳请求接收 | 同XMQ-003 |  |
| XMQ-005 | 模块注册/心跳应答发送 | XMQ服务发送连接到该服务端的所有客户端的注册/心跳请求。 | URL示例：  *register://xmq\_host\_service?timestamp=\*[&sequence=\*]* |
| XMQ-006 | 注册模块在/离线管理 | 1. XMQ服务对接收的请求先判断模块是否存在，不存在则新增模块注册，存在则覆盖对应模块注册时间戳； 2. XMQ服务自启动时开始每间隔1s对注册模块的时间戳进行检查，如果当前时间与模块注册或心跳时间戳间隔大于90s，则认为模块离线。 |  |
| XMQ-007 | 在线服务查询请求接收 | XMQ接收连接到该服务端的所有客户端的查询消息，并以字符串ID标识作为关键字对客户端进行区分。 | URL示例：  *query://xmq\_host\_service[?&sequence=\*]* |
| XMQ-008 | 在线服务查询应答发送 | XMQ服务将所有在线服务字符串ID作为参数应答给查询端。 | URL示例：  *query://dvs\_host\_server[?name=\*[&name=\*[&sequence= \*]]]* |
| XMQ-009 | 远程注册请求发送 | 本地XMQ服务按照配置要求启动动态连接远程XMQ服务，并向远程XMQ服务每间隔30s发送注册/心跳请求。 |  |
| XMQ-010 | 远程注册应答接收 | 不处理 |  |
| XMQ-011 | 消息转发 | 信令名称不是*register*的请求和应答消息一律转发，转发目的地址是当前目标地址序列的第一个字符串ID标识。 | URL示例：  *config://dvs\_host\_server?timestamp=\*[&sequence=\*]* |

## XMQ客户端模块(libxmq\_host\_client)

### 模块说明

1. XMQ客户端在业务模块中全局唯一；
2. XMQ客户端是通信的发送和接收端，所有的信令消息都只能和XMQ服务端交互；
3. XMQ客户端使用字符串类型的ID标识来标识自身；
4. XMQ客户端自启动开始没间隔30s发送一次注册/心跳请求，对于3\*30（s）超时的注册/心跳应答视为XMQ服务端离线；
5. XMQ客户端接收XMQ服务的查询应答，以获取所有在线模块信息；

### 功能列表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***编号*** | ***名称*** | ***描述*** | ***备注*** |
| XMQC-001 | 连接/断开远程XMQ服务 | XMQ客户端作为业务模块全局唯一的角色在启动时连接TCP端口号60531，连接地址为XMQ服务端IP地址。 |  |
| XMQC-002 | 远程注册/心跳请求发送 | 本地XMQ客户端按照配置要求启动动态连接远程XMQ服务，并向远程XMQ服务每间隔30s发送注册/心跳请求。 | URL示例：  *register://dvs\_host\_server?timestamp=\*[&sequence=\*]* |
| XMQC-003 | 远程注册应答接收 | 不处理 |  |
| XMQC-004 | 在线服务查询请求发送 | XMQ客户端向注册成功的XMQ服务端发送查询请求消息，并以字符串ID标识作为关键字对XMQ客户端进行区分。 | URL示例：  *query://xmq\_host\_service[?&sequence=\*]* |
| XMQC-005 | 在线服务查询应答接收 | XMQ客户端接收XMQ服务端的查询应答消息。 | URL示例：  *query://dvs\_host\_server[?name=\*[&name=\*[&sequence= \*]]]* |
| XMQC-006 | 消息发送与接收 | XMQ客户端按照[4.4.1格式定义](#_格式定义)的要求发送和接收数据。 |  |

## DVS设备接入模块(dvs\_host\_server)

### 模块说明

1. DVS设备接入模块全局唯一，DVS设备接入作为XMQ客户端角色与XMQ服务模块进行数据交互；
2. DVS设备接入模块接收XMQ客户端发送的视频设备配置请求消息，消息内容包括设备登录IP地址、端口号、用户名和密码等;
3. DVS设备接入模块调用视频设备厂商第三方SDK库与物理设备连接、登录设备和设备参数获取等；
4. DVS设备接入模块向XMQ客户端发送登录状态应答消息，若登录状态为成功，消息内容必须包括设备的摄像机信息，若登录状态为失败，消息内容必须包括错误码；
5. DVS设备接入模块负责管理视频设备资源的增、删、查操作，相同设备只登录一次；
6. DVS设备接入模块接收XMQ客户端发送的实时流播放请求消息，消息内容包括设备登录用户ID和摄像机索引号等；
7. DVS设备接入模块向XMQ客户端发送实时流播放状态应答消息，若播放状态为成功，消息内容必须包括实时流播放ID，若播放状态为失败，消息内容必须包括错误码；
8. DVS设备接入模块负责管理实时流资源，相同实时流只打开一次，如果有多个接收端则复用实时流数据；
9. DVS设备接入模块接收XMQ客户端发送的停止实时流播放请求消息，消息内容包括实时流播放ID;
10. DVS设备接入模块向XMQ客户端发送停止实时流播放状态应答消息，消息内容必须包括错误码；

### 功能列表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***编号*** | ***名称*** | ***描述*** | ***备注*** |
| DVS-001 | 连接/断开远程XMQ服务 | 模块作为XMQ客户端角色全局唯一，在启动时连接TCP端口号60531，连接地址为XMQ服务端IP地址。 |  |
| DVS-002 | 远程注册/心跳请求发送 | 模块作为XMQ客户端角色向远程XMQ服务每间隔30s发送注册/心跳请求。 | URL示例：  *register://dvs\_host\_server?timestamp=\*[&sequence=\*]* |
| DVS-003 | 远程注册应答接收 | 不处理 |  |
| DVS-004 | 在线服务查询请求发送 | 模块作为XMQ客户端角色向注册成功的XMQ服务端发送查询请求消息，并以字符串ID标识作为关键字对XMQ客户端进行区分。 | URL示例：  *query://xmq\_host\_service[?&sequence=\*]* |
| DVS-005 | 在线服务查询应答接收 | 模块作为XMQ客户端接收XMQ服务端的查询应答消息。 | URL示例：  *query://dvs\_host\_server[?name=\*[&name=\*[&sequence= \*]]]* |
| DVS-006 | 设备列表查询请求接收 | 模块作为XMQ客户端接收XMQ客户端的设备列表查询请求消息。 | URL示例：  *config://dvs\_host\_server?from=client\_uuid&command=query* |
| DVS-007 | 设备列表查询应答发送 | 模块向XMQ客户端发送设备列表查询应答消息。 | URL示例：  *config://client\_uuid?from=dvs\_host\_server&command=query[&dvs=1\_192.168.0.100\_4\_test[&dvs=\*]]* |
| DVS-008 | 设备新增请求接收 | 模块作为XMQ客户端接收XMQ客户端的设备新增请求消息。 | URL示例：  *config://dvs\_host\_server?from=client\_uuid&command=add&ip=192.168.0.100&port=8000&user=admin&passwd=Vrc123456&name=test* |
| DVS-009 | 设备新增应答发送 | 模块向XMQ客户端发送设备新增应答消息。 | URL示例：  *config://client\_uuid?from=dvs\_host\_server&command=add&error=0[&dvs=1\_192.168.0.100\_4\_test]* |
| DVS-010 | 设备删除请求接收 | 模块作为XMQ客户端接收XMQ客户端的设备新增请求消息。 | URL示例：  *config://dvs\_host\_server?from=client\_uuid&command=remove&id=1* |
| DVS-011 | 设备删除应答发送 | 模块向XMQ客户端发送设备删除应答消息。 | URL示例：  *config://client\_uuid?from=dvs\_host\_server&command=remove&error=0&id=1* |
| DVS-012 | 设备数据持久化 | 模块对配置的设备数据进行内存数据持久化，模块重启后由监视程序负责设备和实时流数据的重新配置。 |  |
| DVS-013 | 打开实时流请求接收 | 模块作为XMQ客户端接收XMQ客户端的打开实时流请求消息。 | URL示例：  *config://dvs\_host\_server?from=client\_uuid&command=openstream&dvs=1&camera=1&type=0* |
| DVS-014 | 打开实时流应答发送 | 模块向XMQ客户端发送打开实时流应答消息。 | URL示例：  *config://client\_uuid?from=dvs\_host\_server&command=openstream&error=0[&stream=1]* |
| DVS-015 | 关闭实时流请求接收 | 模块作为XMQ客户端接收XMQ客户端的关闭实时流请求消息。 | URL示例：  *config://dvs\_host\_server?from=client\_uuid&command=closestream&stream=1* |
| DVS-016 | 关闭实时流应答发送 | 模块向XMQ客户端发送关闭实时流应答消息。 | URL示例：  *config://client\_uuid?from=dvs\_host\_server&command=closestream&error=0* |
| DVS-017 | 实时流数据持久化 | 模块对配置的实时流数据进行内存数据持久化，模块重启后由监视程序负责设备和实时流数据的重新配置。 |  |
| DVS-018 | 实时流复用 | 模块对同一摄像机的实时流数据进行复用传输，保证1对N的扇出。 |  |
| DVS-019 | PS流格式解析 | 模块对接收到的摄像机数据进行PS流格式解析，输出为ES流格式。 |  |

# 产品授权

# 附表