

# 高校信息化业务系统与门禁联动的方法应用

张运动

(中国科学技术大学网络信息中心, 安徽 合肥 230001)

**摘要:** 提出了一种高校业务系统与门禁系统稳定可靠联动的实现策略, 旨在通过同步策略、技术创新提高业务系统权限稳定、可靠的下发到门禁控制器, 更好地保障门禁权限的同步性。通过分析现存问题, 提出并实现一套低耦合、高效率的解决方案, 有效改善了门禁权限与业务系统权限不同步, 不匹配现象, 提高了应用的稳定性。

**关键词:** 校园门禁系统; 权限同步; 权限一致性

中图分类号: TN92

文献标志码: A

DOI: 10.11959/j.issn.1000-436x.2024255

## Application of integration methods between university information systems and access control systems

ZHANG Yundong

Network Information Center, University of Science and Technology of China, Hefei 230001, China

**Abstract:** An implementation strategy for achieving stable and reliable integration between university business systems and access control systems, aimed at enhancing the stability and reliability of business system permissions being issued to access control controllers through synchronization strategies and technological innovations, thereby better ensuring the synchronization of access control permissions. By analyzing existing problems, a set of low-coupling and high-efficiency solutions are proposed and implemented, effectively improving the phenomenon of desynchronization and mismatch between access control permissions and business system permissions, and enhancing the stability of the application.

**Keywords:** campus access control system, synchronization of access control permissions, consistency of access control permissions

### 0 引言

在高校信息化的建设过程中, 传统的管理系统已经不能满足单纯业务功能上对高校问题的解决, 需要通过信息化、物联网等技术手段提供更加便捷立体的信息化管理系统。业务系统与门禁权限的联动是一种常见的联动方式, 通过业务系统实现权限的统一授权与应用, 避免多源系统管理, 减轻管理者的管理负担。然而, 在实际应用过程中, 由于各种原因, 如网络故障、执行命令

异常、门禁权限同步设计不合理等无法实现预期目标, 经常出现业务系统权限与门禁权限不匹配的问题, 导致有权限的用户无法开门, 影响用户体验。本文旨在探索如何构建一个稳定可靠的业务系统与门禁权限联动机制, 以保障业务系统与门禁权限一致性问题。

### 1 环境介绍

门禁权限的同步机制, 主要包含如下内容。

1) 业务系统中包括用户信息。只有有效用户

信息才能正常使用系统，禁用或冻结的用户则被禁止拥有门禁权限。

2) 有开门权限的用户，必须先绑定了校园一卡通，即拥有了物理卡号信息，该物理卡号与门禁中存储的物理卡号保持一致，物理卡号也是门禁中的用户标识。

3) 业务系统中，与门禁权限对应的权限关系。比如管理员有 24 小时的开门权限，用户在其业务权限的时间范围内有开门权限等。

通过以门禁中控品牌 C3、inBIO 系列门禁提供门禁权限的同步方案，门禁厂家提供了《Pull SDK 通信开发包开发手册》<sup>[1]</sup>（以下简称《开发手册》），PullSDK 接口是一组功能函数，对门禁控制器进行数据访问的通信接口。本文采用 TCP/IP 协议<sup>[2]</sup>，通过 PullSDK 提供的连接、读取、设置、关闭连接等接口实现门禁控制器中权限的控制。门禁权限的计算可参考开发手册，不在本文讨论范围。

### 2 网络结构拓扑

一般情况下，业务系统分配为校园网 IP，门禁服务器拥有 2 个网卡，一个分配为校园网 IP，另一个为内网 IP。门禁服务器主要用于与业务系统与门禁控制器通信，向各门禁控制器同步门禁权限，采集开门日志等功能。网络结构拓扑如图 1 所示。

### 3 控制器开门权限

门禁 SDK 功能较为全面，提供了丰富的门禁控制功能。该方案动态计算当前时刻下有门禁权限

的用户，不需要在门禁系统中设置复杂逻辑，仅需要在用户有门禁权限时，让其拥有门禁权限，没有门禁权限时，删除其门禁权限即可。

在中控系列门禁中，提供了操作人员信息表和人员门禁权限表的 SDK 接口。人员信息表主要用到人员编号 Pin（唯一）和物理卡号 CardNo。人员门禁权限表主要用到人员编号 Pin、时间段表（Timezone）主键 AuthorizeTimezoneId 与门禁权限 AuthorizeDoorId。

设置用户的开门权限，要包含用户标识、有权限开门的时间范围和门禁权限值（即对哪个门有开门权限），比如管理员在一天中任何时间段都有开门权限，工作人员可以在工作时间对某个门有开门权限等。这一类因为人员数量少，时间段固定和有限，所以通过这种设置方式较为简单。但在业务系统中，由于业务系统中用户预约的时间灵活多变，而中控门禁控制器中存储时间段的数量有限，因此采用预下发的方式不能满足实际需要。同时，业务系统中可能存在取消预约的情况，如果采用预下发方式，还需要考虑取消预约后，需要删除门禁权限情况，增加了权限同步的复杂性。

因此，本方案中弱化用户拥有门禁权限的时间段属性，所有拥有门禁权限的用户，其在门禁控制器中的时间段都是 24 小时，只需要每次计算当前业务系统中用户的门禁权限，并且让它与门禁控制器的权限保持一致性。业务系统中有新权限而门禁控制器中没有的，就下发权限；业务系统中没有，而门禁控制器中有的权限，则删除门禁控制器权限；如果业务系统中用户的权限与门

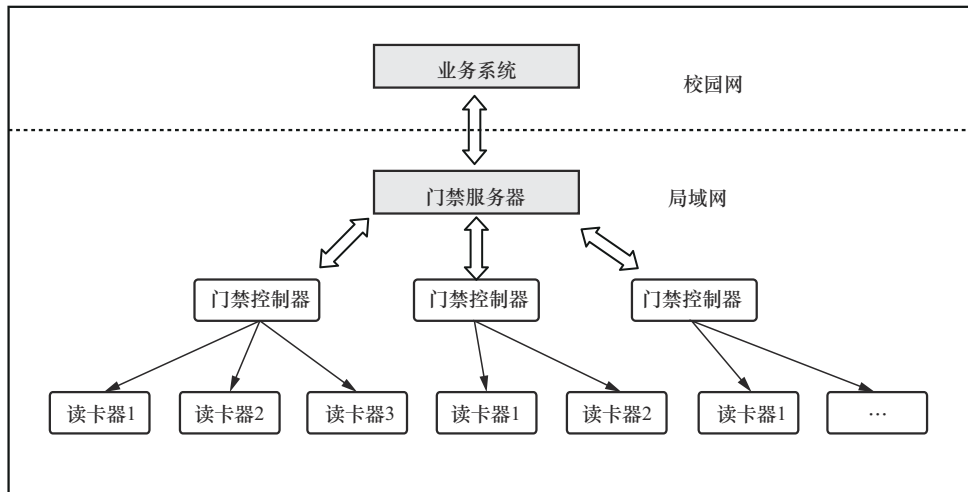


图 1 网络结构拓扑

禁控制器权限值不同, 则更新门禁控制器权限。

假设在 Timezone 表中新增一条主键为 1 的 24 小时开门权限。设置用户拥有某个控制器下的门禁权限比较简单。具体步骤如下。

1) 以用户在业务系统中的主键作为 Pin 以及其物理卡号, 写入人员信息表。

2) 以用户在业务系统中的主键作为 Pin, AuthorizeTimezoneId 值设置为 1, 并根据当前用户在该门禁控制器中的权限值, 写入人员门禁权限表。

3) 用户对控制器门 (1,2,3,4) 有权限时, 置对应权限关系为 (1,2,4,8), 具体见《开发手册》。

4) 如果移除用户, 删除人员信息表与人员门禁权限表中 Pin 值为该用户主键的记录即可。

5) 如果移除用户门禁权限, 删除人员门禁权限表中 Pin 值为该用户主键的记录即可。

## 4 系统设计与实现

### 4.1 系统架构

采用实时计算当前业务系统中用户的门禁权限, 并结合当前门禁控制器权限, 控制门禁权限的

下发和移除。另外, 尽可能地避免业务系统表参与门禁权限的计算与控制, 因此系统采用 C/S 架构, 服务端实现数据准备服务, 主要用于计算当前业务系统中拥有门禁权限的数据关系, 构建门禁控制器-人-权限三级关系, 更新同步表数据, 并通知客户端。客户端基于同步表数据标记进行写入权限或移除权限操作。操作成功, 则对数据进行标记, 即在下发状态值的基础上加 1, 并更新同步时间; 操作失败, 则不进行任何标记。系统架构如图 2 所示。

### 4.2 表结构设计

门禁权限数据的同步主要基于<同步用户表>与<同步权限表>, 其中, 同步用户表 (door\_sync\_user) 主要是体现当前业务系统中有效用户, 基于该表获取当前业务系统中的门禁权限, 并将用户状态及当前门禁权限数据更新到同步权限表 (door\_sync\_right)。同步权限表指导客户端软件如何同步门禁权限。同步用户表和同步权限表分别如表 1 和表 2 所示。

同步用户表的作用如下。

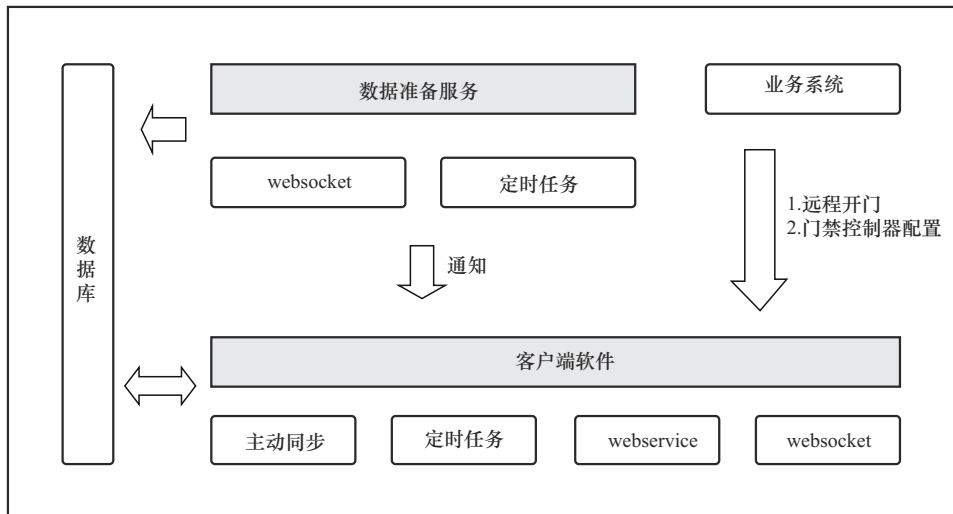


图2 系统架构

表 1

同步用户表

字段	类型	说明
UserID	int	用户主键 ID, 唯一
SerialCard	int	物理卡号
SyncStatus	int	同步状态, 1 待同步, 2 已同步, 3 待删除, 4 已删除
SyncTime	int	同步时间(客户端同步用户至门禁控制器成功后更新该字段)
UpdateTime	int	更新时间(更新当前记录的时间)

表2 同表权限表

字段	类型	说明
ControlID	int	控制器主键 ID, 关联门禁控制器表
UserID	int	用户主键 ID
NowRight	int	当前权限(门禁控制器里的用户权限, 如果当前没有, 该值为 0, 权限计算参考《Pull SDK 通信开发包开发手册》)
NewRight	int	当前用户开门权限(可理解为待下发的, 当前用户的权限)
SyncStatus	int	同步状态, 1 待同步, 2 已同步, 3 待删除, 4 已删除
UserStatus	int	用户同步状态, 1 待同步, 2 已同步, 3 待删除, 4 已删除 (基于 door_sync_user 表中 SyncStatus(1,3) 状态, 更新到该字段, 更新后, 对原表中 SyncStatus 字段值+1, 进行标记更新, 即将待同步=>已同步; 待删除=>已删除)
SyncTime	int	同步时间(客户端同步至门禁控制器成功后更新该字段)
UpdateTime	int	更新时间(“准备数据服务”更新当前记录的时间)

1) 更新当前业务系统中的有效用户, 指示是否需要下发或移除用户。

2) 基于同步用户表的有效用户(同步状态值为 1 或 2) 获取当前业务系统的用户门禁权限。

3) 用户的同步状态复制到同步权限表(UserStatus) 后, 即可更新其同步状态(同步状态+1, 即待同步状态更新为已同步, 待删除状态更新为已删除)。客户端依据同步权限表中的 UserStatus 字段来决定用户的权限操作方式。

### 4.3 核心模块

门禁控制软件主要分为服务端的数据准备模块和客户端的权限同步模块。数据准备模块主要是获取当前业务系统中的用户门禁权限, 并完成同步用户表和同步权限表的数据处理, 客户端的权限同步模块主要用于与门禁控制器的连接, 门禁权限的下发或移除, 获取开门日志等。

#### 4.3.1 数据准备服务

数据准备服务, 是将业务系统中当前时刻拥有门禁权限的用户关系与当前门禁控制器权限数据相结合, 将需要下发或删除的门禁权限更新到同步用户表和同步权限表。

数据准备服务基于 docker<sup>[3]</sup> 容器构建的 Python 服务, 主要实现包括准备用户数据、获取权限数据、同步权限表数据处理 3 个部分。全部基于 SQL 语句实现。目的是构建当前业务系统中所有的有门禁权限的门禁控制器-用户-权限关系, 并更新同步用户表与同步权限表。

#### 4.3.2 客户端

客户端是运行于门禁服务器中的软件, 同步门禁权限不需要考虑业务系统, 仅需根据同步用户表

和同步权限表, 指导客户端如何同步权限, 以及同步失败后的处理机制。

权限同步模块针对每个控制器开启独立线程, 每个线程负责同步一个门禁控制器的权限, 主要是依据 SyncStatus 和 UserStatus 这 2 个字段, 来控制用户或权限的下发或移除。操作成功后, 分别更新 SyncStatus 和 UserStatus 字段(在其基础上加 1, 比如 1 变更为 2, 或 3 变更为 4) 和同步时间字段。如果操作失败, 则不需要更新。

客户端门禁权限同步主要由事件触发和定时任务负责处理。可以实时查看门禁权限同步情况, 如图 3 所示。

## 5 同步机制

### 5.1 时序 1: 准备用户数据

当前有效的用户数据是用户拥有门禁权限的前提。结合业务系统中当前有效的用户状态、卡号信息等, 处理或更新标记同步用户表的数据。主要包括以下步骤。

1) 对标记[已同步]用户, 且当前为<无效用户>, 标记为[待删除]。

2) 用户卡号变更的用户记录, 标记为[待同步]

3) 对新增的<有效用户>, 标记为[待同步]

4) 删除标记[已删除]的所有记录

经过时序 1 的操作后, 同步用户表中数据可能存在的情况如表 3 所示。

SyncTime 与 UpdateTime 字段存储的是时间的 linux 时间戳形式, linux 时间戳是指以秒为单位计算, 从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 开始的秒数, 本文中表中的 linux 时间戳数据是以假设数值举例,



图3 门禁权限同步可视化

表3 时序1操作后同步用户表数据状态

UserID	SyncStatus	SyncTime	UpdateTime	说明
1	1	0	10	新增的有效用户记录
2	1	8	10	卡号变更用户
3	2	8	8	原已同步用户,当前仍为有效用户
4	3	8	10	当前该用户变更为无效用户

主要表示 SyncTime 与 UpdateTime 间的大小关系。

### 5.2 时序2:获取业务系统门禁权限

通过代码与 SQL 构建业务系统门禁权限数据,建立“门禁控制器-用户-权限”三者关系。该数据是一个数组,数组的 key 是门禁控制器的唯一标识(主键),数组的值是一个数组,由 key-value 构成, key 为用户的唯一标识(主键), value 为用户在当前门禁控制器下的权限。注意,在一个门禁控制器下,用户是唯一的,即如果用户在该门禁控制器下有多个门的开门权限,则参考《开发文档》中权限计算方式,计算出 value 值。

### 5.3 时序3:权限数据处理(权限稽核)

基于时序2结果与<同步权限表>现有数据,对表中数据进行标记处理,具体如下。

1) 时序2结果中存在且同步权限表中不存在,将同步权限表中该记录的 SyncStatus 字段标记为待删除。

2) 时序2结果中存在且同步权限表中不存在,则将当前用户权限写入同步权限表, SyncStatus, UserStatus 各标记为1。

3) 时序2结果中存在且同步权限表中存在,且当前权限(NewRight)与表中权限(NowRight)不

同,则表示该用户权限已更新,则将当前用户权限标记 SyncStatus 为1,设置更新时间(UpdateTime)为当前时间戳;如果当前权限与原权限相同,则不做处理。

4) 将<同步用户表>用户 SyncStatus 值为1或3的值同步到<同步权限表>,同步成功后,<同步用户表> SyncStatus 的值加1。

5) 删除<同步权限表>中 SyncStatus 值为4的记录。

权限数据处理结束后,同步用户表变更如表4所示。

同步权限表数据如表5所示。假设门禁控制器主键为1(门禁控制器数据不在下表中体现),当前时间的linux时间戳为10,上一轮准备时间戳为7,上一轮下发时间戳为8。

### 5.4 时序4:执行权限同步

每个门禁控制器由独立线程进行数据下发操作。在收到服务端下发指令后,执行同步操作,具体规则如下。

- 1) 如果权限同步状态为1,则下发权限。
- 2) 如果用户同步状态为1,则下发用户。
- 3) 如果用户同步状态为3,则删除用户与

表 4 权限数据处理结束后同步用户表数据状态

UserID	SyncStatus	SyncTime	UpdateTime	说明
1	1->2	0	10	SyncStatus 值为 1 同步到同步权限表后, 设置该值为 2
2	1->2	8	10	SyncStatus 值为 1 同步到同步权限表后, 设置该值为 2
3	2	8	8	无变化
4	3->4	8	10	SyncStatus 值为 3 同步到同步权限表后, 设置该值为 4

表 5 同步权限表数据状态

UserID	NowRight	NewRight	SyncStatus	UserStatus	SyncTime	UpdateTime	说明
1	0	1	1	1	0	10	
2	1	1	2	1	8	10	
3	1	1	2	2	8	7	
4	1	1	2	3	8	7	

权限。

4) 如果用户权限同步状态为 3, 则删除权限。

以上操作成功, 则将<同步权限表>同步状态在其基础上加 1, 并更新权限同步时间。时序 4 操作后如表 6 所示。

## 6 同步策略

同步策略包括主动通知下发和定时任务下发。主动通知下发是指数据准备结束, 得到当前业务系统中所有的门禁权限及用户数据, 并更新<同步用户表>与<同步权限表>后通知客户端权限同步模块; 定时下发, 是指客户端权限同步模块每间隔一定时间扫描<同步权限表>, 并根据结果执行同步权限操作。

### 6.1 主动通知下发

权限同步模块收到下发指令后, 则依据同步用户表与同步权限表的数据, 实现门禁权限同步。具体来说判断是否下发权限或删除权限, 是依据<同

步权限>表中字段的状态, <同步用户表>仅用于下发用户时读取其物理卡号。

### 6.2 定时任务下发

定时任务, 主要是针对向门禁控制器同步权限时发生异常情况的补救措施, 保障门禁权限能正常同步到门禁控制器。定时任务会检查门禁控制器记录中所有 SyncTime 小于 Updatetime 时间的记录 (如果 SyncTime 值大于 UpdateTime, 则表示操作门禁控制器成功, 否则为异常或失败), 根据 UserStatus 和 SyncStatus 值进行同步门禁权限操作。操作成功, 则更新 SyncTime 为当前 linux 时间戳, 否则不更新。

## 7 安全和异常处理

安全方面, 考虑数据准备服务与权限同步软件间的数据通信安全, 比如通过身份登记和 TLS 通信加密方式, 防止数据中途被篡改。在同步软件与门禁控制器的通信中, 建议为门禁控制器设置通信密

表 6 时序 4 操作后同步权限表数据状态

UserStatus	SyncStatus	操作用户	操作权限	说明
1	1	R 下发	R 下发	操作成功后更新 SyncTime 为当前 linux 时间戳
1	2	R 下发	T	操作成功后更新 SyncTime 为当前 linux 时间戳
2	1	T	R 下发	操作成功后更新 SyncTime 为当前 linux 时间戳
2	2	T	T	—
3	2	R 删除	R 删除	—
3	3	R 删除	R 删除	—
2	3	T	R 删除	—

码,防止其他工具或人员来操作门禁控制器的途径,保证门禁控制器权限的合法来源。

系统在同步权限过程中,可能会面临网络异常、门禁控制器异常或其他异常情况,导致门禁权限没有按照预期同步到门禁控制器。因为物理原因导致权限无法同步,属于必须考虑的因素,因此一方面需要保证软件在处理异常时的健壮性,保证软件的正常运行,另一方面需要根据不同的异常提供不同级别的日志信息,以方便跟踪与问题的排查。

## 8 性能优化

### 1) SQL 的优化

通过调试和优化 SQL 执行策略,提高数据处理速度,确保数据准备模块的执行时间尽可能短。

### 2) 线程控制

合理控制与门禁控制器连接的并发线程数量,根据门禁服务器的硬件配置、操作系统调整线程数量,保持较为合理的线程同步处理,如果门禁控制器数量较多,可采用分批处理策略,不仅控制启动线程数量,也不影响同步效率。

## 9 结束语

本文设计并实施了一种高校业务系统与门禁系统的联动策略,克服了传统门禁系统在权限同步和实时更新方面的局限。通过引入先进的同步机制,不仅实现了业务系统权限与门禁权限的高效同步,解决了异常情况发生时权限的同步问题和时效性,还提升了系统的响应速度和用户体验。此外,系统

的低耦合设计确保了高度的可维护性和扩展性,使得本方案可以轻松应对未来业务需求的变化。

在未来的工作中,计划实现多业务系统与门禁数据同步机制,探索公共门应用场景下的高可靠性解决方案。

本研究的成果证明了技术创新对于解决高校管理中实际问题的重要性,为高校以及其他机构提供了一种有效的应用解决方案。

## 参考文献:

- [1] 熵基科技. Pull SDK 通信开发包开发手册: V2.0 - 2018.06.08 [R]. 2018.  
ZKE. Pull SDK communication development kit development manual: V2.0 - 2018.06.08 [R]. 2018.
- [2] 兰少华,杨余旺,吕建勇. TCP/IP 网络与协议 .2 版[M]. 北京:清华大学出版社,2017.  
LAN S H, YANG Y W, LYU J Y. TCP/IP Network and Protocol [M]. 2ed. Beijing: Tsinghua University Press, 2017.
- [3] 浙江大学 SEL 实验室. Docker 容器与容器云第 2 版[M]. 北京:人民邮电出版社,2016.  
SEL Lab. Docker containers and container cloud[M]. 2ed. Beijing: Posts & Telecom Press, 2016.

## [作者简介]



张运动(1983-),男,安徽合肥人,中国科学技术大学工程师,主要研究方向为高性能计算、网络安全、人工智能、云计算。