



聚合支付在校园卡系统中的应用研究与实现

王 卫¹, 计红燕², 陈 波³, 孙 波¹, 杨 焱^{1*}

(1. 华中农业大学 信息技术中心, 武汉 430070; 2. 华中农业大学 财务与资产管理部, 武汉 430070;
3. 中南财经政法大学 信息管理部, 武汉 430073)

摘要: 为了打破师生使用实体校园卡带来的消费局限, 给师生提供更好的消费体验, 提出了聚合支付在校园卡系统中的应用研究与实现。通过可信服务管理(TSM)来分发消费消息, 在交易传输过程中引入国密 SM3 算法增强数据的安全, 对每一种消费手段进行身份识别, 并对消费数据统一管理, 统一对账分账。以华中农业大学为例, 聚合支付目前已满足多应用场景和消费手段, 且都支持身份识别; 满足数据隐私、信息安全的需求。通过对全校近两年的消费数据分析, 聚合支付消费次数已占总比重的 43%, 聚合支付的消费金额占总比重的 63%, 证明了聚合支付在高校应用场景的必要性。

关键词: 聚合支付; 校园卡系统; 身份识别; 消费安全; SM3 算法; TSM

中图分类号: TP393

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20220095

Application Research and Implementation of Aggregate Payment in Campus Card System

WANG Wei¹, JI Hongyan², CHEN Bo³, SUN Bo¹, YANG Kui^{1*}

(1. Information Technology Center, Huazhong Agricultural University, WuHan 430070, China;
2. Department of Finance and Asset Management, Huazhong Agricultural University, WuHan 430070, China;
3. Department of Information Management, Zhongnan University of Economics and Law, WuHan 430070, China)

Abstract: In order to break the limitations of using physical campus cards, and to bring users a better consumption experience. This paper proposes the application research and implementation of aggregate payment in the campus card system. It distributes consumption messages through trusted service management (TSM), the national secret SM3 algorithm is introduced in the transaction transmission process to enhance data security, the identify of every consumption means is identified, consumption data is managed uniformly and account is reconciled in a unified manner. Taking Huazhong Agricultural University as an example, aggregate payment has now met multiple application scenarios and consumption methods such as UnionPay, WeChat can all be used, meeting the needs of data privacy and information security. Through the analysis of consumption data in the past two years, the frequency of aggregate payment consumption has accounted for 43% of the total, and the money of aggregate payment consumption accounted for 63% of the total. This proves the necessity of aggregate payment in college application scenarios.

Key words: aggregate payment; campus card system; identity recognition; consumption security; SM3 algorithm; TSM

中共中央、国务院印发的《中国教育现代化 2035》中, 重点部署了面向教育现代化的十大战略任务, 在第八条明确指出, 加快信息化时代教育变革。建设智能化校园, 统筹建设一体化智能化教学、管理与服务平台^[1]。高校走向“双一流”离不开信息化的辅助, 通过信息化做好师生

的教学、生活保障和服务是至关重要的。校园卡是校园信息化发展的重要产物, 给师生带来的便捷的使用体验。但最开始的时候它仅仅在食堂消费或者在超市购物中使用。随着我国互联网技术和移动支付的快速发展, 移动互联网收费通道和计费用户体验有了举足轻重的地位, 而校园卡系

收稿日期: 2022-02-25; 修回日期: 2022-12-12

基金项目: 教育部 2021 产学合作协同育人项目(202101366007)。

作者简介: 王卫(1990-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事计算机应用和软件方面的研究。

* 通信作者: 杨焱(1968-), 男, 硕士, 研究员, 主要从事网络、信息化建设方面的研究。E-mail: yangk@mail.hzau.edu.cn

统本身的网络封闭性和支付便利性就出现了局限。在校园里,师生的消费绝大多数都是通过校园卡进行的,为了给师生提供便利,同时减轻补办卡等带来的工作量,移动端支付的引入显得十分必要,而打破传统的实体校园卡消费模式瓶颈也成了十分迫切的需求。聚合支付^[2-3]业务汇聚了微信、支付宝、翼支付、云闪付等主流第三方移动支付能力,通过扫一个商家二维码,或一把扫码枪,或人脸识别,即可实现多种第三方支付的识别,完成交易。聚合支付业务是信息技术及互联网金融业务产生连接的结果。

从近几年的一卡通聚合支付研究方面来看,文献[4]总结了二维码发展历程,提到聚合支付作为第四方支付平台来支持“一码多扫”的支付方式,将其作为商业银行来突破第三方支付平台垄断个人支付业务,这就为商业银行的发展与挑战带来了新的思路。文献[5]以南京林业大学为例,提出了基于身份识别的新型智慧校园聚合支付体系的建设研究。文献[6]设计的系统兼容校园实体卡功能,融合当前主流的支付方式,使用银行统一的支付通道和接口,建设私有云和公有云相结合的电子校园卡聚合支付体系,同时为保证校园卡系统的高可用,设计完成了校园内完整的闭环电子支付交易体系。文献[7]立足学校自身建设,分析了传统校园一卡通系统的不足之处,提出将校园支付业务向桌面、移动和自助终端延伸,打造校园支付生态,设计了校园一卡通聚合支付体系架构,为高校信息化建设过程中一卡通系统建设提供建设思路。

为了使高校早日实现无卡消费,满足师生多样化的支付诉求,满足移动化体验需求、数据隐私需求、账户统一管理需求、校内商户支付需求,提出了聚合支付在校园卡系统的应用研究与实现。以华中农业大学为例,通过与中国银行对接,实现聚合支付。在实现聚合支付的消费的每一种支付手段中都引入身份识别功能,整个数据的传输中引用国密 SM3 算法来增强数据传输的安全性,方便师生多样化消费的同时进一步提高消费的安全性。

1 聚合支付建设思路

1.1 整体思路

聚合支付的优点是兼容性较强,支持市面各

种主流支付方式,并且易于扩展新的支付方式,支付接口统一集中,维护成本相对较低,另外还支持不同的支付场景。微信和支付宝的扫码支付是目前移动支付的主流方式,在日常支付中被广大消费者使用^[8]。如图1所示,为了给校内师生提供更方便的服务,打造聚合支付体系,需要同时支持微信、中行手机银行、支付宝、云闪付、校园卡二维码等支付渠道,并且要实现只需要在多媒体 POS 机上进行扫码便可支付,也就是校园卡系统与聚合支付系统对接,实现多渠道消费。

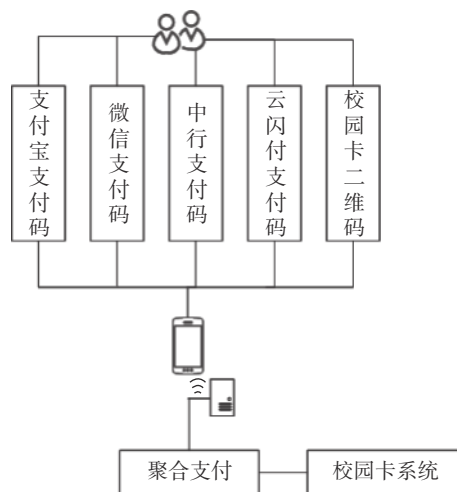


图1 聚合支付服务模式

使用聚合支付模式的优势可以满足师生对于多种支付方式的诉求,支付成功率和服务质量都有所提高,顺应当前支付环境的变革;财务方面的账务更清晰;减轻校园卡前台办卡人员的工作量。

1.2 系统架构设计

基于学校校园卡的支付和管理体系,新建分布式云架构的校园卡平台,进一步提高系统的高并发业务处理能力;校园卡平台作为校园支付的统一出入口,对校园内的消费进行统一管理,与合作的银行(中国银行)进行支付接入;校园卡平台同时提供安全、开放、灵活的支付接口,方便各部门和系统使用。

对于账户体系设计,校园卡平台和账户管理遵循互联网金融的设计标准,形成一整套的在线支付账户管理体系。支持与学校财务系统进行联动,从而实现商户自动清算。

对校园卡的终端机以及网络进行改造,新的支付终端设备支持电子账户交易、支持二维码服

务, 消费终端 POS 机支持生成动态二维码, 支持有线、3G/4G、Wi-Fi 等通信方式。聚合支付的实现框架如图 2 所示: 底层是校园卡的专用网络作为基础支撑; 数据层是校园卡的人员以及业务数据等; 中间业务支撑层是校园卡的相关系统, 如综合业务、身份系统、支付平台等; 前置层是校园卡聚合支付的接入前置, 与中国银行合作进行支付流转; 表现层是聚合支付的常见支付方式。

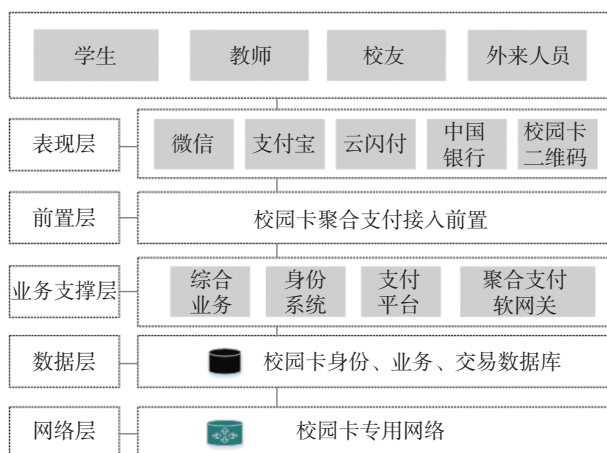


图 2 聚合支付系统框架

2 聚合支付流程

2.1 交易流程

在使用聚合支付的过程中, 如图 3 所示, 当用户向 POS 机发起扫码后, 若为校园卡系统的二维码, 那么直接转到校园卡系统后台进行处理, 否则 POS 机会传递消息到聚合支付软网关, 然后消息通过公网的 TSM^[9-10](trusted service management, 可信服务管理), 发卡机构可通过该平台安全、高效地将多张卡信息集中在 IC 卡或手机上, 既方便用户携带、使用, 又便于本身的发卡和管理。向中国银行端发起消息请求后, 等待 5 s, 中国银行端与第三方支付平台发起会话, 第三方支付平台形成失败或成功支付的消息返回。该过程中国银行端会等待 8 s, 如果没有任何结果, 那么会话中断(防止后续交易排队), 返回结果。此后, 中国银行端还会继续查询, 查到后再返回结果。TSM 会每隔 1 s 发起一次请求, 等待中国银行端返回的结果(可查询 24 h, 未果则放弃)。如果一直没有等到, 那么可以终止 POS 机的当前交易。

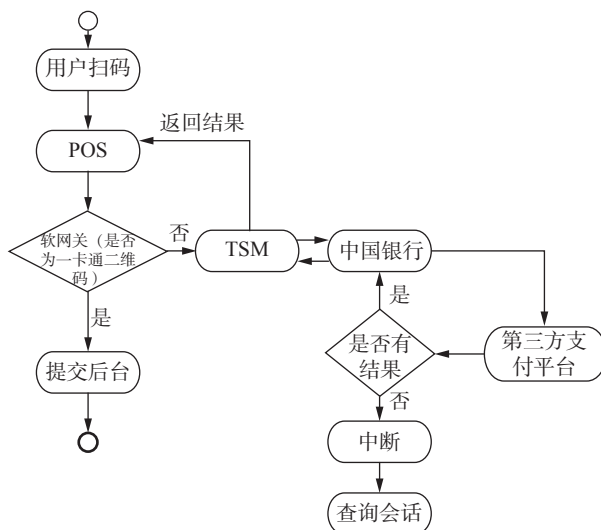


图 3 交易流程图

2.2 身份识别流程

为了确保校园支付的安全, 同时也为了用户消费数据分析等, 在使用聚合支付时, 对用户身份的判定是十分必要的。目前针对银联、微信、支付宝等每一种支付方式都已经做到识别身份, 可以准确地定位到用户个人, 增加资金支付的安全性。

1) 银联的身份识别

假设用户的姓名字符串为 $Name$, 身份证号为 ID , 那么校园卡系统根据姓名和身份证号形成新的字符串 $S1$:

$$S1 = Name + ID.substr(11,6)$$

通过银联获得的字符串为 $S2$, 当用户扫码以后, 系统将银联产生的字符串与系统产生的相匹配, 如果 $S1 = S2$, 那么, 身份匹配成功, 可以消费, 否则就报告交易失败。

2) 以微信为例的身份识别

以微信的身份识别为例, 当用户扫码为微信的支付码时, 我们将姓名 $Name$ 和学号 SID 信息传递给中行微信公众号, 自动识别 $Open ID$; 用户微信的 $Open ID$ 与中行的如果对应的是同一个人那么消费成功, 否则失败。

3 聚合支付实施

SM3^[11-12]算法是我国国家密码局在 2010 年 12 月公布的哈希算法的商用标准。这个标准对长度为 $l(l < 2^{64} \text{ bit})$ 的消息 m , 经过填充和迭代压缩从而生成杂凑值, 这个杂凑值的输出结果为 256 bit。鉴于此标准用了迭代压缩结构, 将填充过后的原始数据, 通过置换逻辑与布尔函数进行处理, 在

整个压缩过程中进行充分散乱,因此,密码杂凑算法是具有十分高的不可逆性和复杂性,该算法应用也比较广泛,在聚合支付系统部署中,也用到了该算法来确保安全。

校园卡系统一般为校银合作模式,华中农业大学的合作银行为中国银行,为了支付全过程的消费数据安全,实施过程中部署了 AccountInfoBatchSM3 熊猫程序,该程序是身份类别鉴别程序,也是账户信息批量计算程序,是中行跟银联之间,系统跟中行之间,接口报文之间用到的散列算法。引入身份鉴别程序后,可以更方便地针对不同身份设置不同消费类型,对于获取的支付数据也可以有针对性地进行数据分析,指导后续工作。

以华中农业大学校园卡系统升级改造为例,引入聚合支付的校园卡系统,需遵从“平稳过渡、兼容共享、继承发展”的思路来开展建设工作。重点在于银行聚合支付对接功能的实现。首先升级现有的平台,把支持 485 总线的终端换成支持 TCP/IP 协议和扫码支付的终端。为了确保师生在消费过程中的稳定和安全,系统共部署了一台软网关消费管理系统,5 台聚合支付服务器做负载均衡,3 台聚合支付 TSM 集群。其部署重点就是 TSM 集群以及中国银行的接口,在整个聚合支付过程中,由中国银行接口来处理 and 转发,在支付高峰期,接口必须有良好的健壮性和处理效率才能确保不拥堵,且需确保网络、接口的稳定和实时才能完成支付。

目前,聚合支付的实施共覆盖了 9 个食堂、7 个超市,部署了 289 台多媒体 POS,同时支持持卡消费、微信支付、中行手机银行、支付宝、云闪付、校园卡二维码 6 种支付渠道。实现了覆盖面广,应用场景多,使用人数多且方便快捷支付的目的,实现了虚拟卡、移动化消费功能。在整个聚合支付系统上线前,针对不同消费场景,不同食堂,不同身份类别、不同支付渠道等都进行了多次测试,确保系统的稳定和准确才正式运行和上线。

4 实施效果及问题

引入了聚合支付的校园卡系统在投入使用后,首日通过聚合支付发生消费餐次仅有 24 笔,然而截至 2021 年 12 月 31 日,每天的消费餐次基本稳定在 4.8 万笔以上。系统上线后的运维是十分

重要的,聚合支付需要在联网的环境下使用。TSM 监控图如图 4 所示,可以看到,通过对 TSM 的监控,可以实时查看各种支付渠道的运行情况,第一时间发现系统运行问题,确保师生用餐的正常消费。

如表 1 所示,总结了 2020 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日的各种支付方式的消费次数、发生额和额度占比。从表中可以看出,整个聚合支付系统完全支持用户的持卡消费、中行、云闪付、校园卡二维码、微信、支付宝 6 种支付渠道,并在高并发的情况下也可良好地支撑用户的消费。

表 1 六种支付渠道的消费次数与金额对比

消费方式	发生次数	发生额/元	额度占比/%
持卡	8300899	29882951.13	36.15
中行、云闪付	2662031	20853474.38	25.23
校园卡二维码	888	6547.74	0.01
微信	2007855	17556194.68	21.24
支付宝	1727593	14355149.93	17.37

如表 2 所示,列举了 2018—2020 年持卡人开户以及持卡人换卡的对比情况。虽然 2020 年国内新型冠状病毒肺炎疫情对持卡人的开户换卡有一定的影响,但是从整个补换卡的趋势来看,开户、换卡的次数是在逐步减少的,这就表明了聚合支付的引入对于前台工作人员的补换卡工作量,在一定程度上是有所减少的。

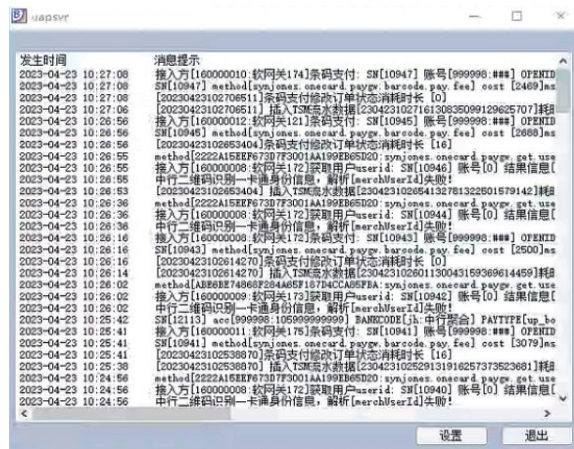


图 4 TSM 监控

表 2 持卡人开户换卡对比

年份	持卡人开户/次	持卡人换卡/次
2018	23456	15604
2019	10995	14668
2020	10349	7269

从表 3 和表 4 中可以看出, 2019 年聚合支付的消费餐次占总比重的 36%, 2020 年聚合支付的消费餐次就占到了总比重的 43%。而消费金额在 2019 年占比 48%, 到了 2020 年, 占的比重达到了 63.85%。聚合支付所占的消费次数和消费金额在连续递增, 就表明师生更倾向于使用方便快捷的聚合支付来进行消费。

表 3 消费餐次对比

年份	聚合支付/%	持卡人/%
2019	36	64
2020	43	57

表 4 消费金额对比

年份	聚合支付/%	持卡人/%
2019	48	52
2020	63.85	36.15

聚合支付在使用的过程中, 仍然存在不足。如对网络要求比较高, 一旦 POS 机脱机, 就不能使用聚合支付; 就餐高峰期会偶尔存在订单长时间无响应或交易失败情况; 存在用户手机扣款成功而 POS 机显示交易失败的情况; 由于订单交易无返回而偶尔造成对账不准确; 部分用户没有进行身份功能的开启, 造成部分用户消费数据不能掌握等。需要逐步地探索和解决聚合支付带来的系列问题。

5 结束语

聚合支付平台的使用, 给师生提供了更加便捷、多样化的支付方式, 降低用卡频次。从实验结果中也可以看出补换卡量在逐年减少, 在一定程度上减轻了校园卡前台卡务人员的工作量等。聚合支付平台满足多应用场景、支持身份识别, 既解决了校外人员、校友消费问题, 也可用于限制消费的场景。华中农业大学部署的聚合支付系

统的应用场景是目前全校范围内整体部署带有身份识别且聚合二维码数较多的高校。系统将持续改进, 满足用户个性化的要求, 并逐步解决聚合支付在使用过程中的问题。

参考文献

- [1] 中共中央, 国务院. 中国教育现代化 2035[EB/OL]. [2018-12-08]. https://hxzyrz.hnnu.edu.cn/_upload/article/files/4e/63/7371e200476784ecb791bb19dd54/098b7518-30b8-4983-83b4-8b4ffc1c933e.pdf.
- [2] 陈娜娜, 张庆, 王浩. 移动支付环境下商业银行聚合支付缴纳税费应用探索[J]. 质量与市场, 2022(23): 136-138.
- [3] 肖勇. 互联网金融聚合支付平台安全部署策略探讨[J]. 通信与信息技术, 2021(6): 98-100.
- [4] 秦湘清, 吕涛. 二维码扫码支付模式的探讨[J]. 中国金融电脑, 2017(2): 72-75.
- [5] 景璐璐, 顾炜江, 黄昊颖. 基于身份识别的新型智慧校园聚合支付体系研究——以南京林业大学为例[J]. 数字技术与应用, 2019, 37(4): 106-108.
- [6] 曲丽君, 吕光杰. 基于聚合支付的新一代校园卡系统设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2021, 31(4): 204-209.
- [7] 冷红凡. 校园一卡通聚合支付设计与实现[J]. 信息技术与信息化, 2020(9): 90-92.
- [8] 路伟, 郭蕾, 赵丽芳, 等. 医疗支付方式的演变在优化门诊就诊流程中的应用效果[J]. 临床医学研究与实践, 2018, 3(29): 195-196.
- [9] 可信服务管理器(TSM)体系架构和方法[P]. 中国专利: CN105046479A. 2015-11-11.
- [10] NOOR T H, SHENG Q Z, ZEADALLY S, et al. Trust management of services in cloud environments[J]. ACM Comput Surv, 2013, 46(1): 1-30.
- [11] 国家密码管理局. SM3 密码杂凑算法[EB/OL]. [2018-08-15]. <http://www.sca.gov.cn/sca/xwdt/2010-12/17/1002389/files/302a3ada057c4a73830536d03e683110.pdf>.
- [12] 王岩, 杨期朝. 基于国密 SM3 算法的摘要码生成器设计[J]. 电子质量, 2021(2): 30-34.

编辑 钟晓