

基于 Android 平台的高校网络订餐系统的设计与实现

郝俊生¹ 李冰锋¹ 陈曦² 高文娟³

(河南理工大学电气工程与自动化学院 河南 焦作 454000)¹

(河南理工大学测绘与国土信息工程学院 河南 焦作 454000)²

(深圳技师学院中德智造学院 广东 深圳 518116)³

摘要 针对现阶段高校就餐高峰期餐厅拥挤、就餐困难、师生等待时间过长等问题,基于 Android 平台设计并开发了一款用于解决餐厅就餐高峰期拥挤问题的“高校网络订餐系统”。该系统由用户管理、在线点餐、线上支付和订单排号 4 部分组成。为确定单位时间订单数是否已达窗口最大容纳量,运用 K 均值算法对顾客排队时长进行特征聚类,提取基于菜品的顾客排队时长之间的相似性,并建立菜品窗口的最大容纳量标准。将窗口最大容纳量作为订单排号功能中单位时间用户订单量的最大容许值,通过“用户自选时间段-餐厅预做-到时取餐”的方式缓解餐厅拥挤问题。

关键词 高校餐厅,Android,网络订餐,K 均值算法,聚类分析

中图分类号 TP311.52 **文献标识码** A

Design and Implementation of Network Subscription System Based on Android Platform

HAO Jun-sheng¹ LI Bing-feng¹ CHEN Xi² GAO Wen-juan³

(School of Electrical Engineering and Automation, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan 454000, China)¹

(School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan 454000, China)²

(School of Sino-Germany Intelligent Production, Shenzhen Institute of Technology, Shenzhen, Guangdong 518116, China)³

Abstract For solving the problem of congestion, dining difficulty and boring waiting time in college dining peak period, this paper designed and developed a college network ordering system based on Android platform. The system consists of four parts, user management, online ordering, online payment and order sequence. In order to determine whether the number of orders unit time has reached the maximum capacity of the window, this paper used the K-means algorithm to characterize the customerst' queuing time to extract the similarity between the customer queuing time based on the dishes and establish the maximum capacity of the window standard. It takes the maximum capacity of the window as the maximum allowable value of the user orders in the unit time. The proposed method can alleviate congestion problems by the mode of “user selecting time for free, making meal in advance and taking meal on time”.

Keywords University restaurant, Android, Network ordering, K-means, Clustering analysis

1 引言

目前,国内几乎所有高校均采用一卡通(非接触式 IC 卡)作为校园内就餐、购物、验证身份等的重要工具,尤其在校内就餐时,使用一卡通省去了现金结算找零这一复杂程序,大大提高了就餐效率。而高校师生就餐时具有如下特点:1)时间比较集中(约 0.5 h~1 h);2)人数比较多(上千人到万人);3)餐厅售饭窗口有限(每层约 10~20 个)。故在使用一卡通就餐的过程中,还存在亟需解决的问题:1)采用一卡通并不能有效缓解餐厅就餐高峰期的拥堵问题;2)与用户的交互能力不强,用户难以直接获取一卡通使用数据及相关提醒,且技术厂商开发的一卡通客户端不能用于网络订餐,无法真正实现校内的电子商务化^[1]。

已有的校园网络订餐软件在设计上也存在着不足^[2-3]:仅实现了订餐的网络化,与一卡通线下消费方式相比,并没有明显的快捷性与方便性,没有有效解决就餐拥挤这一用户痛点。

针对以上问题,本文设计并开发出一款新的校园网络订

餐软件。首先,借助第三方支付,实现订餐的网络化,丰富了师生的订餐方式及就餐体验。其次,该软件对在校学生的一卡通信息进行实名认证,极大地减小了软件的使用与管理成本。另外,订单排号功能采用“用户自选时间段-餐厅预做-用户到时取餐”的方式,限制各窗口单位时间内的订单量,缓解就餐高峰期餐厅单位时间的顾客进入量过多的问题。为确定各窗口单位时间的最大订单量的具体值,使用单位时间与顾客平均排队时长两个变量的比值定义窗口最大容纳量指标。顾客平均排队时长是餐厅拥挤程度的直观反映,但排队时长数据具有规模庞大、多维度等特征,使得对其进行特征提取变得非常困难。故本文运用 K 均值算法进行特征聚类,确定了菜品与顾客排队时长之间的对应关系,得到不同菜品排队时长的最终聚类中心,以建立基于菜品的窗口最大容纳量标准,并结合实际情况进行结果分析与对比验证。

本文的方法突破了校园一卡通难以与用户发生直接交互的限制,提出了缓解就餐难、餐厅拥挤的方案,在高校内具有较强的使用价值和推广意义。

2 软件总体设计

2.1 软件架构设计

高校网络订餐系统由客户端和服务端组成,采用了B/S的架构模式。客户端的功能是与用户交互,完成注册、登录、浏览商品、下单支付等操作。服务器端的功能是处理客户端的请求,客服端和数据库的数据传输也是通过服务器来完成的。服务器端需要预留接口来与客户端进行通信,系统架构如图1所示。



图1 系统架构图

2.2 软件功能结构设计

经过对用户需求的分析,设计的软件包含如图2所示的功能模块。

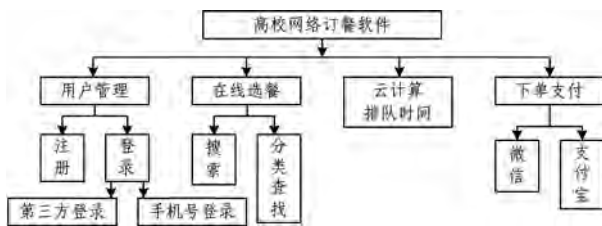


图2 软件总体功能结构图

2.3 软件功能的实现

2.3.1 服务器端的实现

Web服务器主要由用户数据管理模块、商品数据管理模块、云计算排队时间等组成。Web服务器的系统框图如图3所示。



图3 Web服务器的系统框图

用户数据管理模块主要是对用户名、密码等用户信息进行管理;商品数据管理模块主要是对商品的价格、图片等商品属性进行管理;云计算排队时间根据用户的请求和商家的服务能力来计算用户最佳取餐的时间。

服务器端提供API接口。当其接收到客户端的请求时,首先对用MD5加密后的相应字符串按照约定的规则进行解密,然后根据客户端请求中的字段执行相应的逻辑,最后对处理结果使用MD5加密后返回给客户端^[4-5]。服务器和客户端的通信采用WebSocket,它是一种在单个TCP连接上进行全双工通讯的协议^[6]。连接建立成功后,服务器可以主动向客户端发送信息,提高了网络传输的效率^[7]。

2.3.2 客户端的实现

手机客户端采用Android操作平台,其用户下单的流程如图4所示。

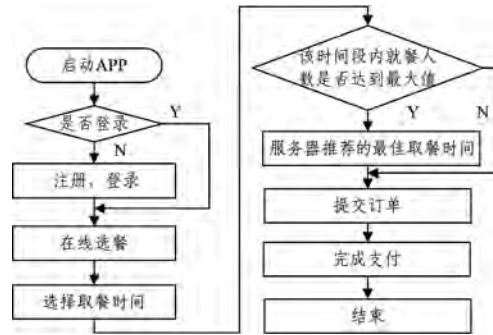


图4 用户下单流程图

用户启动APP后,先判断是否处于登录状态,若没有登录,则引导用户进行注册或者登录。之后用户通过APP进行选餐,并且确定取餐时间,服务器会判断该时间段内就餐人数是否达到最大值,如果人数超限,则提示用户人数已满,并且为用户推荐合适的取餐时间。用户提交订单并且完成支付后,整个下单流程结束。

(1) 用户管理

用户管理模块包含用户的注册和登录。可以选择邮箱或者手机号进行注册和登录。考虑到高校的实际情况,将用户名与学号进行了绑定。用户发送登录请求,服务端验证其身份合法后,在客户端保存Cookie,用来记录用户的状态^[8]。短时间内不需要再次向服务器发送登录请求,极大地优化了用户体验,同时也减少了对服务器的请求,减小了服务器的压力。

(2) 在线选餐

用户可以通过分类查找和搜索的方式查找商品。分类方式有两种:1)按照餐厅和窗口分类;2)按照食物的类别分类。当用户进行搜索时,把关键字打包成JSON格式发送给服务器^[9]。服务器根据关键字在数据库中进行模糊查询,将查询结果用JSON格式发送给客户端。客户端用GSON对JSON进行解析,然后把解析的数据异步加载到对应的ListView等控件上,显示给用户^[10]。

(3) 订单排号

定义用户选择取餐的时间段为 T ,在 T 时间段内下单的顺序为 M ,窗口单位时间的最大容纳量为 Q_{\max} , T 时间段内已下单人数为 N 。则订单排号的算法如算法1所示。

算法1 订单排号算法

输入: Q_{\max}

输出: T

Step1 获取用户请求取餐时间段 T , T 时间段内已下单人数 N 。

Step2 判断 M 是否小于或者等于 $Q_{\max} - N$ 。

Step3 若Step2成立,则确定用户取餐时间为 T ;否则 $T++$, $M - (Q_{\max} - N)$,重复Step2,直到 $M - (Q_{\max} - N)$ 小于或者等于 $Q_{\max} - N$ 。

根据算法1,若用户选择时间段内就餐人数未达到最大值,则提示用户选择取餐时间成功;否则,服务器计算出合适的取餐时间段 T ,并且提示用户,该时间段内的就餐人数已达到最大容纳量,是否使用推荐取餐时间。

(4) 下单支付

用户选择好商品后,在下单界面选择商品数量和取餐时间。根据用户的选择和服务器的云计算,生成订单信息,调用

第三方支付(支付方式一般包括微信支付和支付宝支付,本文以微信支付为例)统一下单接口,统一下单接口返回正常的 prepay_id,再按签名规范重新生成签名,然后将数据传输给客户端 APP。参与签名的字段名为 appId,partnerId,prepayId,nonceStr,timeStamp,packag。客户端调用微信 APP 进行支付,服务端接收微信服务器的支付通知,查询支付结果,并把支付结果用 JSON 格式发送给客户端,客户端解析后,用 Toast 控件显示^[11]。

3 窗口最大容纳量的确定

在订单排号功能中用户进行预约取餐时间的操作时,涉及到判断单位时间内预约人数是否已达到窗口所能承受的最大值问题。由于各窗口售卖饭菜不同导致对顾客的平均服务时间不同,因此各窗口单位时间内所能承受的最大人数也不同。研究引入窗口最大容纳量 Q_{\max} 的概念^[12]: Q_{\max} 定义为单位时间 t_0 与排队时长 t 的比值。

$$Q_{\max} = t_0 / t$$

其中,排队时长 t 定义为顾客到达窗口并将一卡通放在刷卡机上的时间 t_1 与顾客取餐离开窗口的时间 t_2 之差。

$$t = t_2 - t_1$$

假设每位顾客的排队时长之间相互独立,就餐高峰期的顾客总数视为无限。实地统计河南理工大学餐厅一周内部分窗口就餐高峰期的排队数据。由于排队时长数据量大且主客观影响因素多,因此运用 K 均值算法分别对顾客排队时长和窗口人均排队时长的均值进行特征聚类,得到不同窗口在人均排队时长上的相似性。将分类结果与预设窗口的属性进行对比,以验证按窗口属性分类的合理性,最终建立基于菜品属性的窗口最大容纳量标准。

表 2 顾客排队时间综合分析

组号	N	均值	标准差	标准误	均值的 95% 置信区间		极小值	极大值
					下限	上限		
1	70	20.7827	5.03721	0.60206	19.5816	21.9838	10.55	32.12
2	70	19.9217	5.03015	0.60122	18.7223	21.1211	12.27	40.21
3	70	13.9697	3.63110	0.43400	13.1039	14.8355	5.81	23.64
4	70	278.5286	15.55050	1.85864	274.8207	282.2365	245.00	312.00
5	70	306.2571	38.58388	4.61166	297.0571	315.4571	206.00	454.00
6	70	307.4429	18.68630	2.23344	302.9873	311.8984	264.00	354.00
7	70	298.7286	56.30196	6.72937	285.3038	312.1533	243.00	640.00
8	70	261.6429	30.12680	3.60084	254.4594	268.8263	203.00	472.00
9	70	274.6571	27.91752	3.33678	268.0004	281.3138	126.00	368.00
总数	630	197.9924	130.97316	5.21810	187.7454	208.2394	5.8100	640.00

(1)不同菜品的等待时长不同,且有较大差异。根据聚类分析结果,可将组号为 1,2,3 的列为第 I 类,将组号为 4,8,9 的列为第 II 类,将组号为 5,6,7 的列为第 III 类。与实际记录的类别相比,第 I,II,III 类分别为米饭快餐、炒菜与面条,结果与预设窗口属性分类相一致,因此可根据不同菜品对窗口设置单位时间的最大人数上限。

(2)同一菜品的等待时长在某一区间内上下波动,且分布集中。除第 7 组外,其余各组标准误都相对较小,表明样本统计量与总体参数的值较接近,用样本统计量推断总体参数的可靠度较大^[16]。与极大值对比,第 7 组标准误较大可能是由统计误差导致的。均值的 95% 的置信区间差值在 10% 以内,同类之间的离差平方和较小,类与类之间的离差平方和较大。因此将最终聚类中心作为每类特征值的假设,具有一定的可信度。

3.1 K 均值聚类

聚类分析中最典型的是 K 均值法^[13]。K 均值聚类算法是在有先验知识的情况下,首先随机地从数据集中选取 K 个点作为初始聚类中心,计算每个样本到中心的欧几里德距离^[14],将样本划分到距离其最近的类中心所在的类。计算每个类中所有样本的平均值作为新的类中心,重复此过程逐步修改分类,直至方差不再改变为止。该算法的原理简单,便于处理大量数据,因此得到广泛应用^[15]。

将河南理工大学学士餐厅部分窗口顾客的排队时长作为聚类分析的变量,运用 MATLAB 编程计算指定聚类数目为 3,4,5 时,一周顾客排队时长的 K 均值聚类值,结果表明当 $K=4$ 时,聚类结果最好,如表 1 所列。

表 1 顾客排队时长的 K 均值聚类结果

类别	(单位:s)			
	1	2	3	4
初始聚类中心	5.81	203.00	640.00	374.00
最终聚类中心	18.74	265.20	497.17	307.07
每类中案例数	211	215	6	198

对以上聚类结果进行统计假设检验,显著性水平 $\text{Sig.} = 0.000 < 0.05$,表明拒绝零假设,不同类别之间有显著差异,聚类结果良好。但第 3 类中案例数为 6,案例数相对较少。查看第 3 类中的样本值,可以发现:这些样本值与所在类样本均值的差较大。猜测第 3 类数据可能是统计过程中统计人员失误记录的错误数据,或是餐厅窗口工作人员的工作失误造成部分顾客的排队时间过长,故对第 3 类分类结果予以剔除。

分别计算每组样本值的均值、标准差、标准误、均值的 95% 置信区间、极小值与极大值,如表 2 所列。结合顾客排队时长的 K 均值聚类结果,可以发现:

查看顾客排队时长的全体样本分类情况,可以发现极个别样本所在类别与预设属性不一致。为了减小由这种错分类带来的影响,选取窗口排队时长作为变量,再对 1-9 号窗口进行 K 均值聚类,分别分析聚类数目为 3,4,5 时一周窗口排队时间均值的 K 均值聚类分析结果。结果表明,当 $K=3$ 时,不同类之间差异明显,聚类分析结果最好。与顾客排队时间的 K 均值聚类相比,两种聚类方式最终的聚类中心值相差较小,都可应用于窗口最大容纳量的计算。

表 3 窗口排队时长均值的 K 均值聚类分析结果

类别	1	2	3
初始聚类中心	13.97	261.64	307.44
最终聚类中心	18.22	271.61	304.14
每类中案例数	3	3	3

3.2 窗口最大容纳量的计算

假设单位时间 t_0 为 5 min,以表 3 中第 1,2,3 类的最终聚类中心值为排队时长 t ,分别计算米饭快餐、炒菜与面条的窗口最大容纳量 Q_{max} ,结果如表 4 所列。

表 4 各类型菜品的窗口最大容纳量

类别	米饭快餐	炒菜	面条
排队时长	18.22	271.61	304.14
窗口最大容纳量	16.47	1.10	0.98

从表 4 中的窗口最大容纳量可以发现,单位时间内炒菜和面条的值过小,与实际情况不相符。这是因为如果就餐高峰期顾客选择的饭菜相同,多人份饭菜会同时起做,同时出锅,这时还按照取餐时间顺序排列计算将存在偏差。对这种偏差,采用窗口最大容纳量乘以常数的方法来计算。设常数为 μ ,则最终窗口最大容纳量 Q_F 为:

$$Q_F = \mu \cdot Q_{max}$$

其中, μ 的取值随菜品类别的不同而不同。

实际应用中,通过定义窗口最大容纳量来限制窗口单位时间的订单量,从而对人流起到一定调控作用。但如果某窗口的订单量很大,而窗口最大容纳量较小,则会造成部分用户取餐区间段过于滞后的情况,从而会降低系统实用性及人流调控的效率。这时需要一方面根据各窗口订单量,动态调整最大容纳量的值;另一方面,餐厅管理者需要合理调整餐厅饭菜的售卖种类,以期达到师生平均排队时间最短的目的。

本文提出的订餐系统的应用实例如图 5—图 8 所示。



图 5 软件总体功能结构图



图 6 实名认证界面



图 7 菜品详情页



图 8 支付完成界面

结束语 本文研究运用 K 均值聚类得出菜品与顾客排队时长之间的对应关系,建立了窗口最大容纳量评价标准。提出运用用户线上点餐、服务器对订单排号、限制单位时间内订单量的方式来缓解高校餐厅就餐高峰期人流过多、餐厅拥挤的问题。该方式具有较强的应用价值和现实意义。

参考文献

- [1] 张宁,刘宏磊,谭薇,等.基于校园一卡通的电子商务平台的设计与实现[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2017(S1):195-199.
- [2] 杨斯博.基于安卓平台的手机订餐系统的设计与实现[D]. 长春:吉林大学,2016.
- [3] 马勇喆.基于 Android 平台的高校订餐软件设计与实现[J]. 信息技术,2016(3):170-174.
- [4] 张裔智,赵毅,汤小斌. MD5 算法研究[J]. 计算机科学,2008,35(7):295-297.
- [5] WANG X, FENG D, LAI X, et al. Collisions for Hash Functions MD4, MD5, HAVAL-128 and RIPEMD[EB/OL]. [2013-10-20]. <http://eprint.iacr.org/2004/199.pdf>.
- [6] PIMENTE L V, NICKERSON B G. Communicating and displaying real-time data with WebSocket[J]. IEEE Internet Computing, 2012, 16(4):45-53.
- [7] COWARD D. Java WebSocket 编程[M]. 北京:清华大学出版社,2015.
- [8] 沈海波,洪帆.基于 Cookie 的跨域单点登录认证机制分析[J]. 计算机应用与软件,2006,23(12):48-51.
- [9] OSKARSSON A, SKERFVING S, et al. Total and inorganic mercury in breast milk and blood in relation to fish consumption and amalgam fillings in lactating women[J]. Archives of Environmental Health: An International Journal, 1996, 51(3):234-241.
- [10] JIANG F, KU S. How to display the data from database by List-view on An-droid[C]//2010 2nd International Workshop on Intelligent Systems and Applications (ISA). IEEE,2010:1-4.
- [11] BATYUK L, HERPICH M, CAMTEPE S A, et al. Using static analysis for automatic assessment and mitigation of unwanted and malicious activities within Android applications[C]//2011 6th International Conference on Malicious and Unwanted Software (MALWARE). IEEE,2011:66-72.
- [12] 任敏丽.排队论在银行服务系统中的若干应用研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2010.
- [13] CHEN N, XU Z S, XIA M M. Hierarchical hesitant fuzzy K-means clustering algorithm[J]. Applied Mathematics: A Journal of Chinese Universities(Series B),2014,1:1-17.
- [14] 韩微,翟盘茂.3 种聚类分析方法在中国温度区划分中的应用研究[J]. 气候与环境研究,2015,20(1):112-113.
- [15] 章基嘉,孙照渤,陈松军.应用 K 均值聚类法对东亚各自然天气季节 500 毫巴候平均环流的分型试验[J]. 气象学报,1984(3):55-63.
- [16] 贾俊平,何晓群,金勇进.统计学[M]. 北京:中国人民大学出版社,2012.