

# 基于云计算的家庭智能用电策略

郭晓利, 于 阳

(东北电力大学信息工程学院, 吉林省吉林市 132000)

**摘要:** 对智能小区的居民用电行为展开研究, 基于云计算平台和并行关联规则 Apriori 算法, 挖掘出了用户用电行为间的关联规则, 根据挖掘出的关联规则使用遗传算法对家庭用电时间分布进行合理规划, 达到经济用电的目标, 给出了行之有效的智能用电策略。由供电局将用户的智能用电策略以短信等交互方式传递给智能用电家庭。经实例验证, 文中基于云计算平台和并行 Apriori 算法的居民用电行为分析结果是有效的, 可使居民高效智能用电, 节约家庭能耗。

**关键词:** 云计算; 并行 Apriori 算法; 用电行为; 智能用电

## 0 引言

随着中国经济实力的增长和人民生活水平的日益提高, 居民家庭用电量占社会总用电量比重不断增长。2009 年 5 月, 国家电网公司提出要建设具有信息化、数字化、自动化、互动化特征的统一坚强智能电网, 并且在多地广泛开展智能用电试点建设。在智能电网的不断建设和发展过程中积累了大量的基础用电数据, 这些数据不仅具有海量、高频、分散等特点, 而且数据之间存在关联性和相似性。由于智能用电是智能电网建设的重要环节, 掌握了用户的用电规律, 供电局可以个性化地指导居民科学用电。因此, 现阶段有必要提出一种更为有效的方法生成家庭智能用电策略, 在不影响生活质量的前提下指导家庭用户科学合理地高效用电, 减少家庭能耗, 从而提高居民用电效率。

文献[1-2]主要阐述了国外对于家庭智能用电的研究成果, 主要有利用传感器网络获取家庭环境信息, 通过人机交互界面显示的电力浪费信息提醒用户采取节电操作, 以及用户通过多种数据窗口回顾用电行为, 从而采取相应的节电策略。文献[3-7]主要阐述了国内智能用电的研究, 大部分利用峰谷和阶梯电价管理的功能从侧面鼓励和提醒用户合理安排用电, 节约电能。这些工作模式都是利用电价信息间接作用于用户, 没能提出直接的用电管理办法。文献[8-9]主要介绍了传统 Apriori 数据挖掘算

法和该算法在云环境下并行化的具体步骤及优化方法。

本文基于家庭用户的用电行为及用电特征时间段, 合理转化处理用户用电行为序列, 并运用基于云计算的 Apriori 算法对用电行为序列进行数据挖掘, 生成用电行为间的关联规则。针对家庭用电规划的问题, 通过使用遗传算法对家用电器的启动时间进行优化, 提出科学合理的智能用电策略。根据家庭耗电量、电费 etc 指标对家庭用电行为进行客观评价, 家庭用户依据用电行为的分析结果进行主观改进。本文方法生成的智能用电策略可以有效提高用户的用电效率, 减少家庭能耗, 实现经济用电的目的。

## 1 基于云计算的用户用电行为分析流程

以每家每户的用电行为为基础, 由于每家每户的用电数据汇聚到一起的数量级很大, 本文设计了一个由供电局使用的基于云计算的用户用电行为分析流程, 如图 1 所示。

将智能电表采集的用电数据生成的用户用电行为序列进行分布式数据存储, 在云数据处理过程中采用并行 Apriori 算法进行数据挖掘, 挖掘出用户行为间的关联规则。对用户的行为进行分析, 分析该家庭在用电过程中可能存在的潜在用电行为踪迹。结合分时电价采用遗传算法对用电分布进行优化, 从而根据用户的用电习惯设计出用户个性化的用电策略, 据此建立用户的家庭用电策略库。通过短信、显示屏等方式将适合该家庭的用电策略传送给家庭用户。

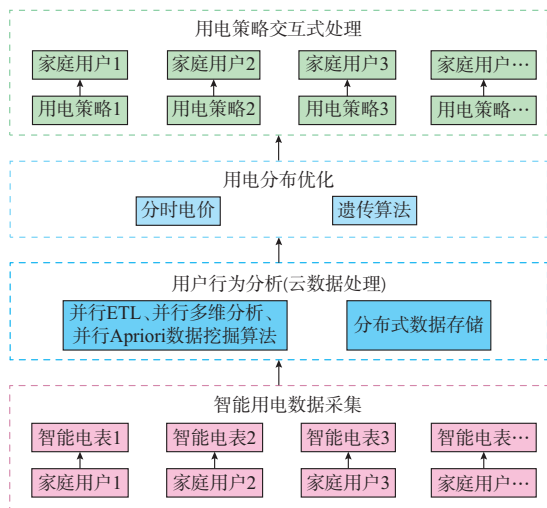


图1 基于云计算的用户用电行为分析流程  
Fig.1 Analysis procedure of electricity consumption behavior of user based on cloud computing

## 2 基于云计算的关联规则算法

### 2.1 传统 Apriori 算法步骤

关联规则是描述事物之间关联性和依存关系的规则,Apriori 算法是挖掘布尔关联规则频繁项集的最经典算法之一。Apriori 算法是一种宽度优先的关联规则算法,采用逐层搜索策略,先重复扫描数据库,统计所有含一个元素项集出现的频率,找出满足最小支持度  $\min\_sup$  的频繁项集,即一维最大频繁项集。然后迭代循环过滤直至没有最大频繁项集生成。最后利用频繁项集生成满足最小置信度  $\min\_conf$  的强关联规则。支持度和置信度计算公式分别如式(1)和式(2)所示。

$$\text{Support}(A \Rightarrow B) = \Pr(A \cup B) \quad (1)$$

$$\text{Confidence}(A \Rightarrow B) = \Pr(B | A) \quad (2)$$

式中: $\Pr(A \cup B)$ 为  $A$  和  $B$  这两个项集在事务集  $D$  中同时出现的概率; $\Pr(B | A)$ 为项集  $A$  出现在事务集  $D$  中,项集  $B$  也同时出现的概率。

Apriori 算法隐含了一条最基本的性质,频繁项集的子集一定是频繁集,非频繁项集的超集必为非频繁集。这条性质在一定程度上可以提高生成频繁项集的效率。但 Apriori 算法存在两大缺点,一是需要多次扫描数据库,若数据库较大会造成很大的 I/O 负载;另外,Apriori 算法会产生大量候选集,因此本文采用基于云平台的并行 Apriori 算法。

### 2.2 并行 Apriori 算法

基于 Hadoop 平台的 Apriori 算法在 Hadoop 集群中当其中正在进行计算的计算机出现故障时,可以将停止的计算任务转移到其他空闲的计算机

上,解决了节点失效的问题。并且通过修改配置文件来决定每个 Map 数据块的大小,达到数据分块数远大于计算节点数的目的,有效解决了负载不易均衡的难题。随着智能电网的建设,智能电表采集的数据频率越来越高、数据量越来越大。电力大数据具有体量大、种类多、速度快的特点,这些特点更适合使用基于云计算的并行 Apriori 挖掘算法来挖掘出家庭的智能用电策略。

并行 Apriori 数据挖掘算法就是将传统的 Apriori 算法移植到云计算模式下实现并行处理的过程。本文采用 Hadoop 云计算框架进行开发和并行处理大规模的用电数据,Hadoop 平台是一个开源的云计算平台,具有扩容能力强、可靠性高、成本低以及效率高等特点。Hadoop 平台包括分布式文件系统(HDFS)和 MapReduce 计算模型两部分。HDFS 集群是由一个管理节点(Namenode)和大量数据节点(Datanode)组成,其最主要的特点就是处理规模很大的文件,并且能够保证数据的完整性。系统通过 HDFS 和 Hadoop 中的数据库 Hbase 进行海量数据的存储,同时提供类结构化查询语言(SQL)接口 Hive 实现数据的高效分析。基于云计算的并行 Apriori 算法的实现方法如图 2 所示。

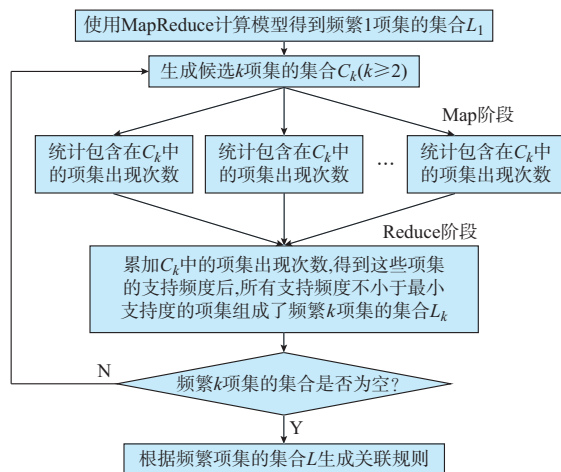


图2 并行 Apriori 算法流程  
Fig.2 Procedure of parallel Apriori algorithm

算法以键值对  $\langle \text{key}, \text{value} \rangle$  的形式进行,结果也以  $\langle \text{key}, \text{value} \rangle$  对形式输出。首先定义键值对:当输入为  $\langle \text{key}, \text{value} \rangle$  对时,Map 函数的 key 值为数据的行号,value 代表一行记录,Reduce 函数的 key 代表频繁项集,value 值为 1;当输出为  $\langle \text{key}, \text{value} \rangle$  对时,Map 函数的 key 值是频繁项集,value 值为 1,Reduce 函数的 key 代表候选项集合,value 值为计算出的支持度。其 MapReduce 计算模型描述如下:

$$\begin{cases} \text{Map: (key1, value1)} \rightarrow \text{list(key2, value2)} \\ \text{Reduce: (key2, list(value2))} \rightarrow \text{list(key3, value3)} \end{cases} \quad (3)$$

Map 函数负责将家庭用户用电行为的大数据集分解成小数据集, 并进行处理本地统计候选项集, 产生中间格式  $\langle \text{key}, \text{list}(\text{value}) \rangle$ , 其中 key 值是事务标识符, list 代表事务对应的列表值。Reduce 阶段首先将各自节点上生成的局部频繁项集合并, 相同项集的计数累加, 然后得到项集的全部支持度, 再得到全局候选频繁项集, 即用户用电行为间的关联规则。

家庭智能用电策略还包括对家庭用电规划的问题, 通过使用遗传算法对家用电器的启动时间进行优化, 达到经济用电的目标。用户用电行为的启动时间看作遗传算法的决策变量。对用电时间问题的规划采用把 1 h 划分为 5 个单位时段, 每个单位时段时长为 12 min, 即一天的 24 h 划分为 120 个时间段, 用  $u$  代表各时段,  $u \in U = \{1, 2, 3, \dots, 120\}$ , 因此遗传算法编码采用七位二进制数表示。在一天的时段区域  $U$  内以目标函数的倒数为适应度函数, 如式(4)所示。

$$f(u) = \frac{1}{\sum_{u=1}^{120} [P_{\text{day}}(u) p_{\text{rc}}(u)]} \quad (4)$$

式中:  $P_{\text{day}}$  为日总电能消耗;  $p_{\text{rc}}(u)$  为  $u$  时段的电价。

给定种群规模  $N_s$ , 交叉率  $P_c$  和变异率  $P_m$ , 代数  $T$ 。遗传算法的实现过程如下。

首先, 在实际启动时间的范围随机产生一定数量的初始种群个体, 将这些种群视为第一代。然后计算每个个体的适应度值, 再依次完成选择、交叉、变异, 然后得到实际启动时间的一种新的种群个体, 然后判断是否达到循环结束要求, 在选择过程中采用轮盘赌的方式选择适应度较大的个体进入下一步。综合以上两个算法, 完成对家庭智能用户用电行为的数据挖掘, 同时结合实时电价在合适的电价时段开启家用电器, 以此生成智能用电策略达到高效用电的目的。

### 3 实验及分析结果

#### 3.1 实验准备

本数据来自美国加州大学欧文分校(UCD)数据库<sup>[10]</sup>, 由 3 块智能电表对一个智能用电家庭电力消耗进行测量, 其中每分钟进行一次采样, 整个数据集包含了该家庭 4 年(2007 年—2010 年)的用电数据。虽然本文算例主要应用了国外的数据, 但由于国内

智能电网的建设越来越完善, 国内对大功率设备必然也会向采用分相计量的方式发展。初始数据格式如表 1 所示, 其中能源分户计量 1 号对应厨房, 主要电器是洗碗机、烤箱和微波炉; 能源分户计量 2 号对应洗衣房, 电器是洗衣机、一个滚筒式烘干机以及一台冰箱; 能源分户计量 3 号主要测量电热水器和空调器的电力消耗。

表 1 初始数据格式  
Table 1 Initial data format

日期	时间	全局有	全局无	平均	能源分户计量电		
		功率/ kW	功率/ kvar	电压/ V	量/(W·h) 1号	2号	3号
2010-01-01	00:00:00	1.79	0.236	240.65	0	0	18
2010-01-01	00:01:00	1.78	0.234	240.07	0	0	18
2010-01-01	00:02:00	1.78	0.234	240.15	0	0	19

根据原始数据可以统计得出在 2010-01-01 一天的用电情况, 如图 3 所示, 可以看出该家庭的有功功率曲线在一天时间内有着明显区别, 而有功功率曲线的每个峰谷代表了一个用电行为。观察图 3, 在 00:08:00, 03:30:00, 09:36:00, 13:37:00, 16:29:00, 17:00:00 时刻的波峰时段该用户分别正在使用电热水器、空调器、电热水器、微波炉、洗碗机以及空调器, 与实际的家庭电器使用顺序相符。把一天分为 24 个时段, 即每个时段为 1 h, 可以观察到每个时段的用电消耗量变化是十分明显的, 因此每一个时段的用电量值变化的顺序可以体现用电行为的时序性。

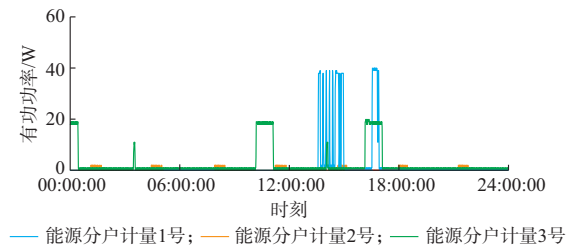


图 3 2010-01-01 用电消耗量  
Fig.3 Electricity consumption on 2010-01-01

经过大量样本数据分析发现家用电器的使用时刻和未使用时刻的用电消耗量曲线值有着极大的区别, 并且与实际的用电行为作对比可以发现用电消耗量与用电行为间存在一定相关性。结合表 2 的家用电器基本耗电量, 总结出各用电行为的用电量区间, 结果如表 3 所示。

在按照表 3 将用电量数据表示成相应的用电行为后, 得到用户每天的用电行为序列。观察提取出来的用电行为序列, 有一些时间点很近的用电行为

被重复提取,这样会对最后的挖掘结果产生不良影响,因此对已经提取的用电行为序列进行二次提炼,设定一个阈值,阈值根据用电行为的性质具体设定。若相应的用电行为在阈值设定的时间范围内无论有几次相同的用电行为都统一认定为一次用电行为,而超过阈值的用电行为保留第一次的用电行为,并在阈值范围外的新时刻认定为新一次的用电行为。例如 40 min 内两次使用电热水器,在整个用电行为序列中就可看做一次完整的用电行为,具体阈值设定条件如表 4 所示。

表 2 家用电器基本耗电量  
Table 2 Basic electricity consumption of household appliances

位置	家用电器	有功功率/W	平均使用率/(h·d <sup>-1</sup> )	耗电量/(kW·h)·d <sup>-1</sup>
厨房	烤箱	5 000	0.4	2.00
	微波炉	1 700	0.2	0.34
	洗碗机	1 000	3.0	3.00
洗衣房	洗衣机	1 000	1.5	1.50
	烘干机	3 000	1.0	3.00
	冰箱	300	4.0	1.20
浴室	电热水器	9 000	0.2	1.80
	空调器	3 000	8.0	24.00

表 3 各用电行为用电量区间  
Table 3 Electricity consumption interval of each behavior

用电行为	用电量区间/(W·h)
厨房无工作	0~30(电表 1)
厨房微波炉/洗碗机工作	31~50(电表 1)
厨房烤箱工作	大于 50(电表 1)
冰箱工作	0~10(电表 2)
洗衣机/烘干机+冰箱工作	11~50(电表 2)
洗衣机+烘干机+冰箱工作	大于 50(电表 2)
无电热水器/空调器工作	0~10(电表 3)
电热水器工作	11~15(电表 3)
空调器工作	16~25(电表 3)
电热水器和空调器工作	大于 25(电表 3)

表 4 用电行为阈值设定条件  
Table 4 Threshold setting conditions of electricity consumption behaviors

用电行为	阈值设定条件/min
微波炉/洗碗机工作	25
烤箱工作	45
冰箱/空调器工作	30
洗衣机/烘干机工作	35
电热水器工作	40

### 3.2 实验结果与分析

算例以每家每户的用电行为为基础,由于每家每户的用电数据汇聚到一起的数量级很大,本文结合云计算平台和家庭用户的海量用电数据,完成以

下实验。实验在 Eclipse 平台下使用 Java 语言对并行 Apriori 算法进行了编写,算法的输入输出都使用 HDFS 完成。具体实验过程如下。

首先,向 HDFS 中上传待挖掘的用户用电行为数据集,程序使用数据时从 HDFS 上读取,并且设置结果存入 HDFS 时的输出文件名称。

其次,设定最小支持度对数据集进行数据挖掘,生成频繁 1 项集,进行频繁模式挖掘,最后的挖掘结果保存在 HDFS 中。

再次,通过 Hadoop 的 50030 端口,查看程序运行过程及平台参数,程序运行结束后,可从后台通过 HDFS 获取实验结果,以验证实验结果。

最后,改变不同参数,反复进行实验,记录实验结果,对其性能进行分析。对实际用电行为序列数据的挖掘结果进行规则提取,计算支持度和置信度,对用户用电行为数据进行预测。

#### 1) 实验 1

为了验证并行 Apriori 算法适合于海量数据的处理,本文使用的实验数据集用户用电数据共 1.2 GB,其中有 2 102 400 条记录,6 307 200 个不同的项。作为对比,选取其中部分数据共 0.307 GB,共 525 600 条记录,1 576 800 个不同项。通过增加数据集的规模,考察数据集大小变化和运行时间的关系,比较并行 Apriori 算法与传统 Apriori 算法处理时间的差别。实验结果如图 4 所示。

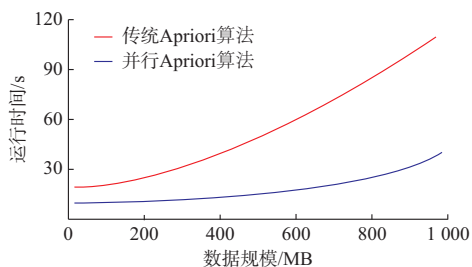


图 4 传统 Apriori 算法与并行 Apriori 算法运行时间比较

Fig.4 Comparison of operation time between traditional Apriori and parallel Apriori algorithm

由图 4 可以看出,当数据集规模较小时,基于云计算平台完成数据挖掘的运行时间与传统 Apriori 算法差别不大。但随着数据量的剧增,当数据集规模达到一定规模时,传统 Apriori 算法进行挖掘所需的时间变得十分长,而基于云计算的 Apriori 数据挖掘算法采用了多个处理器并行处理,将数据集分成若干个部分,各部分均由一个独立处理机来完成并行计算,因此使得运行时间大大减少,挖掘效率较传统 Apriori 算法更优。

2) 实验 2

本实验根据表 3、表 4 的结果对用户的用电行为序列在云平台下采用并行 Apriori 算法进行数据挖掘。为了方便并行 Apriori 程序的处理运行, 首先把得到的用电行为序列用英文大写字母表示。由于有些用电行为一天当中会发生多次, 因此采用不同字母来表示每个用电行为在一天当中是第几次发生。比如, 第一次进行电热水器的用电行为时将它标注为 AE, 同一天第二次使用电热水器的用电行为标注为 AF, 依此类推。最终得到各用电行为的字母表示如表 5 所示。

表 5 各用电行为的字母表示  
Table 5 Letter expression of each electricity consumption behavior

用电行为	字母表示				
	1	2	3	4	5
厨房微波炉/洗碗机工作	A	B	C	D	E
厨房烤箱工作	F	G	H	I	J
冰箱工作	K	L	M	N	O
洗衣机/烘干机+冰箱工作	P	Q	R	S	T
洗衣机+烘干机+冰箱工作	U	V	W	X	Y
空调器工作	Z	AA	AB	AC	AD
电热水器工作	AE	AF	AG	AH	AI
电热水器+空调器工作	AJ	AK	AL	AM	AN

由此得出该家庭的用电行为序列, 以冬季 2010-11-07 至 2010-11-16 为例, 如表 6 所示。

表 6 用电行为序列示例  
Table 6 Sequences of electricity consumption behaviors

日期	用电行为序列
2010-11-07	AE→K→AF→Z→L→AA→AJ→A→M→B→AB→N→AC
2010-11-08	AE→K→Z→AJ→A→B→AF
2010-11-09	K→Z→AJ→L→A→B→AF→C→AA
2010-11-10	AJ→P→A→U→Z→AE
2010-11-11	AE→Z→A→P→B→F→Z→AF
2010-11-12	Z→K→AA→A→B→AB→AC→C→D
2010-11-13	K→Z→L→AA→M→AB→A→B→AC
2010-11-14	K→Z→L→M→AA→A→F→AB→B
2010-11-15	K→Z→L→AA→P→U→F→AB→B
2010-11-16	K→Z→L→AA→M→N→AB

结合并行 Apriori 算法对海量用电行为序列进行数据挖掘, 输出关联规则, 结果如表 7 所示。根据得到的关联规则可以看出用户使用微波炉时(A)必然会使用洗碗机(B), 用户使用洗衣机(P)后一定会使用热水器(AE), 同时由规则 4 和 6 可以发现该家庭用户一天当中不止一次使用热水器, 这样可以得到智能用电策略: ①当监控到用户先后使用冰箱和微波炉时洗碗机可以进行预约; ②当检测到洗衣机

工作后, 热水器可进行预热; ③根据用户的洗澡习惯时间, 若检测到第一次热水器的使用后, 可在习惯时间进行第二次预热。通过实验得出该家庭的智能用电策略, 指导智能家居的设计, 有效节约家庭用电消耗。

表 7 关联规则  
Table 7 Association rules

规则序号	先导	后继	规则序号	先导	后继
1	A	B	5	AA	AB
2	K&A	B	6	AE	AF
3	A&P	B	7	Z	AE
4	AA&AE	AF	8	P	AE

目前中国只在少数地区施行了尖峰平谷电价政策, 由于电价政策朝着实时电价的方向发展转变, 以及随着居民用电量的增加, 实时电价必将会广泛应用于普通居民用户中<sup>[11-12]</sup>, 本文采用目前工业现行的尖峰平谷的时段划分, 自定义其价格, 电价信息及时段划分如表 8 所示。

表 8 分时电价信息  
Table 8 Information of time-of-use power price

时段	时段划分	电价/元
平时段	07:00—08:00, 11:00—15:00, 22:00—23:00	0.5
尖时段	19:00—22:00	0.9
峰时段	08:00—11:00, 15:00—19:00	0.7
谷时段	23:00—次日 07:00	0.3

采用遗传算法优化各用电行为的启动时间, 设定遗传算法中的参数如下: 变量个数  $N=10$ , 种群数  $N_s=100$ , 交叉率  $P_c=0.9$ , 变异率  $P_m=0.02$ , 最大迭代次数  $N_{max}=200$ 。得到的结果如图 5 所示。

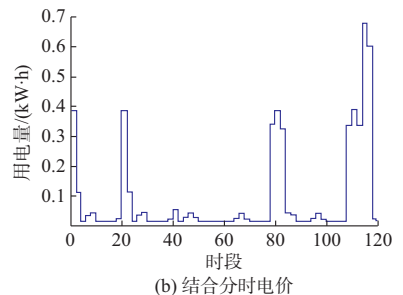
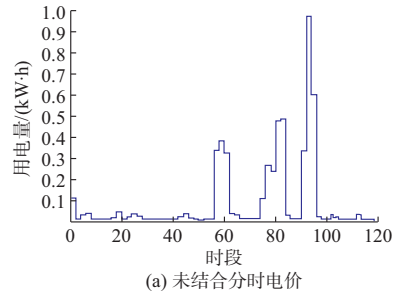


图 5 用电分布

Fig.5 Electricity consumption distribution

首先,在没有使用优化方法的情况下的实际启动时间在启动范围内随机分布,得到的一天的用电分布如图 5(a)所示,经计算得当天电费为 9.36 元,图 5(b)为采用本文方法得到的用电分布,用电策略中的洗碗机在平时段 06:00—09:00 和谷时段 23:00 之后进行预约及工作,热水器在峰时段 15:00—19:00 进行预热,避开尖时段。经计算得优化后的当天电费为 7.24 元。

根据图 5 的用电分布,依据用电消耗量计算公式:用电消耗量=用电器  $n$  的功率×用电器  $n$  的使用时间( $n$  为用电器类别),经过计算正常情况下一天用电消耗量为 5.83 kW·h,采用智能用电策略后的一天用电消耗量为 5.62 kW·h,节约率为 3.67%。从图中可以明显地看出,通过实验得出了该家庭的智能用电策略,指导智能家居的设计,有效节约了家庭用电消耗,明显节省了电费开支。

## 4 结语

本文分析了智能小区的居民用电行为,然后利用云计算环境下的 Apriori 关联规则算法对实际生活数据进行挖掘分析,得出了用户的用电行为序列的强关联规则。通过对家庭用电行为的主客观相结合评价,生成的智能用电策略可以有效地提高用户的用电效率,减少家庭能耗。该方法的创新在于首次将云计算环境下的并行 Apriori 算法应用于对家庭用户用电行为的领域。这些工作将为控制系统的设计提供理论支持,帮助智能家居朝着舒适智能的方向发展。下一步,将结合用户智能用电策略的研究成果,针对居民聚类后的分类结果研究普适性家庭智能用电策略。

## 参考文献

- [1] SILVA D, VIEIRA S, LIMA C, et al. Home energy saving adviser system [C]// International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives, May 11-13, 2011, Malaga, Spain: 5p.
- [2] IGAKI H, SETO H, FUKUDA M, et al. Mashing up multiple logs in home network system for promoting energy-saving behavior [C]// 8th Asia-Pacific Symposium on Publication Information and Telecommunication Technologies (APSITT), June 15-18, 2010, Kuching, Malaysia: 6p.
- [3] 盛万兴,史常凯,孙军平,等.智能用电中自动需求响应的特征及研究框架[J].电力系统自动化,2013,37(23):1-7.  
SHENG Wanxing, SHI Changkai, SUN Junping, et al. Characteristics and research framework of automated demand response in smart utilization[J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(23): 1-7.
- [4] 殷树刚,张宇,拜克明.基于实时电价的智能用电系统[J].电网技术,2009,33(19):11-16.  
YIN Shugang, ZHANG Yu, BAI Keming. A smart power utilization system based on real-time electricity prices[J]. Power System Technology, 2009, 33(19): 11-16.
- [5] 李东东,崔龙龙,林顺富,等.家庭智能用电系统研究及智能控制器开发[J].电力系统保护与控制,2013,41(4):123-129.  
LI Dongdong, CUI Longlong, LIN Shunfu, et al. Study of smart power utilization system and development of smart controller for homes[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(4): 123-129.
- [6] 张素香,刘建明,赵丙镇,等.基于云计算的居民用电行为分析模型研究[J].电网技术,2013,37(6):1542-1546.  
ZHANG Suxiang, LIU Jianming, ZHAO Bingzhen, et al. Cloud computing-based analysis on residential electricity consumption behavior[J]. Power System Technology, 2013, 37(6): 1542-1546.
- [7] MAKONIN S, BARTRAM L, POPOWICH F. A smarter smart home: case studies of ambient intelligence [J]. IEEE Pervasive Computing, 2013, 12(1): 58-66.
- [8] 张圣.一种基于云计算的关联规则 Apriori 算法[J].通信技术,2011,44(6):141-143.  
ZHANG Sheng. An apriori-based algorithm of association rules based on cloud computing [J]. Communications Technology, 2011, 44(6): 141-143.
- [9] 李莉.云计算环境下基于 MapReduce 并行的 Apriori 算法优化研究[J].自动化与仪器仪表,2014(7):1-4.  
LI Li. Research on cloud computing-based parallel apriori algorithm based on MapReduce [J]. Automation & Instrumentation, 2014(7): 1-4.
- [10] University of California, Irvine (UCI). UCI machine learning repository[EB/OL]. [2012-04-02]. <http://archive.ics.uci.edu/ml/index.html>.
- [11] 郭晓利,韩啸.电网知识协同发现策略研究[J].东北电力大学学报,2014(1):94-98.  
GUO Xiaoli, HAN Xiao. Grid knowledge collaborative discovery strategy research[J]. Journal of Northeast Dianli University, 2014(1): 94-98.
- [12] 曲朝阳,张率,刘洪涛.基于用电影响因素回归的小区用电预测模型[J].东北电力大学学报,2015(1):73-77.  
QU Zhaoyang, ZHANG Shuai, LIU Hongtao. Residential electricity consumption forecasting model based on electricity consumption factors [J]. Journal of Northeast Dianli University, 2015(1): 73-77.

郭晓利(1968—),女,硕士,副教授,主要研究方向:智能电网。E-mail: 243589657@qq.com

于阳(1991—),女,通信作者,硕士研究生,主要研究方向:智能电网。E-mail: i91yangyang@163.com

(编辑 蔡静雯)

(下转第 133 页 continued on page 133)

## **A Residential Smart Power Utilization Strategy Based on Cloud Computing**

*GUO Xiaoli, YU Yang*

(School of Information Engineering, Northeast Dianli University, Jilin 132000, China)

**Abstract:** The residential electricity consumption behaviors in smart residential areas are researched. Based on the cloud computing platform and parallel Apriori algorithm, association rules among residential electricity consumption behaviors are mined out. According to the mined association rules, the household electricity time consumption distribution is reasonably planned by the genetic algorithm to achieve the goal of economical power. An effective smart power utilization strategy is given. The power supply bureau can notify residents of the smart power strategies through short message service (SMS) or in other interactive ways. Experimental results show that the residential electricity consumption behavior based on cloud computing platform and parallel Apriori algorithm are effective in guiding residents to save home energy in efficient and intelligent use of power.

This work is supported by National Natural Science Foundation of China (No. 51277023).

**Key words:** cloud computing; parallel Apriori algorithm; electricity consumption behavior; smart power utilization