

# 基于改进熵权法的智能手机评价模型<sup>①</sup>

岳毅蒙<sup>1</sup>, 李江涛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(商洛学院 数学与计算机应用学院, 商洛 726000)

<sup>2</sup>(西安武警工程大学 理学院, 西安 710086)

**摘要:** 针对消费者选购智能手机的问题, 根据德尔菲法对消费者选购智能手机的影响因素进行分析, 初步建立 11 项评价指标, 利用粗糙集属性约简原理对评价指标进行约简, 约简后得到的 6 项核心评价指标, 然后利用熵权法对约简后的评价指标进行赋权, 从而建立智能手机的综合评价模型, 并对选取的 12 种智能手机进行评价, 结果表明此方法是有效且合理的。

**关键词:** 熵权法; 粗糙集; 智能手机; 评价模型

## Evaluation Model of Smart Phone Based on Improved Entropy Weight Method

YUE Yi-Meng<sup>1</sup>, LI Jiang-Tao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(School of Mathematics and Computer Application, Shangluo University, Shangluo 726000, China)

<sup>2</sup>(Science College, Engineering University of CAPF, Xi'an 710086, China)

**Abstract:** The problem of consumers choosing smart phone is discussed in this paper. The influencing factors of purchasing smart phone are analyzed according to the Delphi method, and 11 evaluation indexes are initially established. Then, rough set attribute reduction principle is used to reduce the 11 evaluation indexes and the 6 core evaluation indexes are obtained. Finally, the entropy weight method is used to empower these evaluation indexes, and the comprehensive evaluation model of the smart phone is established. The selection of those 12 smart phones is evaluated. The results show that this method is effective and reasonable.

**Key words:** entropy weight method; rough set; smart phone; evaluation model

## 1 前言

随着经济和科技不断发展, 使电子产品行业更新换代速度不断加快, 其中最受消费者关注的产品当属智能手机。智能手机是指具有独立操作系统, 支持用户自行扩充、安装、卸载程序并通过移动通讯网络来实现无线网络接入的手机总称。智能手机以其高性能和强大的计算处理能力逐渐占据较大的移动终端市场, 与智能手机相关的各个产业巨头之间的竞争已经演化为平台之争、生态系统的竞争, 而且日趋激烈。近几年来针对消费者购买手机的需求量增加, 许多厂商推出了一系列多种款式智能手机来迎合市场, 造成手机市场种类繁多, 质量参差不齐, 消费者如何做出正确的、客观的评价成为重要决策。针对智能手机选购的

问题, 已有参考文献对其进行研究, 文献[1]利用变异系数法和加权平均型的模糊综合评价法对智能手机的各项性能参数进行了综合评价, 并建立了智能手机评估模型; 文献[2]采用联合分析法对消费者购买手机的影响因素进行了讨论。本文在此基础上, 结合文献[3-9]提出一种基于粗糙集和熵权法确定客观权重的方法, 避免了现评价方法的主观性和计算的繁琐性, 为消费者选购智能手机提供一定的理论指导。

## 2 基于改进的熵权法的综合评价模型

### 2.1 智能手机决策的影响因素

影响消费者购买智能手机的因素有很多种, 本文只从手机本身角度进行客观的评价。根据德尔菲法得

① 基金项目: 陕西省自然科学基金研究计划(2013JM1023); 商洛学院科研项目(15SKY011, 15SKY020)

收稿时间: 2016-07-04; 收到修改稿时间: 2016-08-08 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005651]

到相关的 11 个影响因素, 分别为: 性价比, 重量, 品牌, 内存, cpu, 屏幕, 电池, 系统, 外观, 音响, 相机.

### 2.2 数据来源与评价指标

为获取准确的样本数据, 随机抽取国内外 12 家手机厂商生产的智能手机作为研究对象, 请相关专家针对所选手机的二级指标进行评价, 选用四标度法对语

言逻辑词进行数值化, 分别用{4,3,2,1}来描述{“优”、“良”、“中”、“差”}四个等级. 为简化计算量, 采用粗糙集方法对评价结果进行属性约简, 把评价的结果转化为信息系统决策表  $S = \{U, A, V, f\}$ , 其中评价对象的集合  $U = \{x_1, x_2, \dots, x_{12}\}$  表示 12 种被评价的智能手机, 条件属性评价指标集  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_{11}\}$  表示 11 个评价指标, 数值化数据如表 1 所示.

表 1 评价指标数据表

智能手机名称	评价指标										
	性价比	重量	品牌	内存	cpu	屏幕	电池	系统	外观	音响	相机
$x_1$	3	3	4	3	2	2	2	2	4	3	3
$x_2$	2	2	3	4	3	3	3	3	2	2	2
$x_3$	4	2	3	2	2	2	4	3	3	3	4
$x_4$	2	2	4	4	3	3	3	3	2	2	2
$x_5$	3	3	4	3	2	4	2	2	4	3	3
$x_6$	2	3	3	3	1	4	2	3	1	3	3
$x_7$	4	2	3	2	2	2	3	3	3	3	4
$x_8$	2	3	3	3	1	4	2	2	3	3	3
$x_9$	3	3	4	3	2	4	2	2	4	3	2
$x_{10}$	3	2	4	3	2	3	4	1	3	3	3
$x_{11}$	3	2	3	2	2	2	4	3	3	3	4
$x_{12}$	2	3	3	3	1	4	2	3	1	3	3

### 2.3 粗糙集对评价指标的约简

由粗糙集约简理论定义可得  $U / IND(C) = \{x_1, x_2, \dots, x_{12}\}$ , 而

$$\begin{aligned}
 U / IND(C - (c_1)) &= \{\{x_3, x_{11}\}, \{x_6, x_{12}\}, x_1, x_2, x_4, x_5, x_7, x_8, x_9, x_{10}\} \neq U / IND(R) \\
 U / IND(C - (c_3)) &= \{\{x_2, x_4\}, x_1, x_3, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}\} \neq U / IND(R) \\
 U / IND(C - (c_6)) &= \{\{x_1, x_3\}, x_2, x_3, x_4, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}\} \neq U / IND(R) \\
 U / IND(C - (c_7)) &= \{\{x_3, x_7\}, x_1, x_2, x_4, x_5, x_6, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}\} \neq U / IND(R) \\
 U / IND(C - (c_9)) &= \{\{x_6, x_8\}, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_7, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}\} \neq U / IND(R) \\
 U / IND(C - (c_{11})) &= \{\{x_5, x_9\}, x_1, x_2, x_3, x_4, x_6, x_7, x_8, x_{10}, x_{11}, x_{12}\} \neq U / IND(R)
 \end{aligned}$$

所以属性  $c_1, c_3, c_6, c_7, c_9, c_{11}$  都不能被约简, 是核心属性, 去掉冗余的属性之后, 则得到相应的核指标: 性价比、品牌、屏幕、电池、外观、相机. 将  $c_1, c_3, c_6, c_7, c_9, c_{11}$  构成的最小约简属性集, 见表 2.

表 2 最小属性约简表

U \ C	C					
	$c_1$	$c_3$	$c_6$	$c_7$	$c_9$	$c_{11}$
$x_1$	3	4	2	2	4	3
$x_2$	2	3	3	3	2	2
$x_3$	4	3	2	4	3	4
$x_4$	2	4	3	3	2	2
$x_5$	3	4	4	2	4	3
$x_6$	2	3	4	2	1	3
$x_7$	4	3	2	3	3	4
$x_8$	2	3	4	2	3	3
$x_9$	3	4	4	2	4	2
$x_{10}$	3	4	3	4	3	3
$x_{11}$	3	3	2	4	3	4
$x_{12}$	2	3	4	2	1	3

### 2.4 熵权法建立客观评价权重

在信息论中, 熵值反映信息无序化程度, 故可用信息的有序度来确定指标权重, 它能尽量消除权重计算的人为干扰, 熵权法是一种在综合考虑各因素所提供信息量的基础上, 计算一个综合指标的数学方法. 作为一种客观综合评价方法, 它主要是根据各指标传递给决策者的信息量大小来确定其权数<sup>[10]</sup>, 熵权法的基本步骤如下:

#### (1) 原始数据矩阵标准化

记第  $i$  种智能手机的第  $j$  个评价指标的数值为  $x_{ij}$ ,

由上述六个评价指标, 可以得到一个  $12 \times 6$  的原始数

据矩阵:  $X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$ , 由于在评价体系

中,各指标项的量纲不一样,因此其所代表的含义不一致,这就导致了无法将所得到的数据直接进行比较.数据的无量纲化处理可以解决由于指标间数量差异较大,导致不同指标间在量上不能进行比较的问题.由于本指标体系采取的是望大型指标(数值越大越好),且都为正值,故无量纲化公式可采用如下方法计算.

由于评价指标的性质不同,具有不同的量纲和数量级,为了保证数据的可靠性,消除不同的量纲对决策结果的影响,使数据具有可比性,需要对数据进行无量纲归一化处理.本研究所选指标均为正向指标,利用下面公式进行归一化处理,则

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)}$$

为原数据矩阵  $X$  转化成的模糊评价矩阵,记为  $Y = (y_{ij})_{n \times m}$  其中  $y_{ij}$  表示第  $i$  种智能手机的第  $j$  个评价指标的归一化数值.

$$Y = \begin{bmatrix} 0.5 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0.3 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0.67 & 1 \\ 0 & 1 & 0.5 & 0.5 & 0.3 & 0 \\ 0.5 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0.5 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 & 0.5 & 0.67 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0.67 & 0.5 \\ 0.5 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0.5 & 1 & 0.5 & 1 & 0.67 & 0.5 \\ 0.5 & 0 & 0 & 1 & 0.67 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0.5 \end{bmatrix}$$

(2) 计算第  $j$  个评价指标下第  $i$  种智能手机的指标值的比重  $p_{ij}$ ,  $p_{ij} = y_{ij} / \sum_{i=1}^{12} y_{ij}$ .

(3) 计算第  $j$  个评价指标的熵值  $e_j$ ,

$$e_j = -k \sum_{i=1}^{12} p_{ij} \cdot \ln p_{ij}, \text{ 其中 } k = 1 / \ln m.$$

表3 评价指标信息熵表

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
信息熵	0.76	0.65	0.82	0.70	0.90	0.86

(4) 计算第  $j$  个评价指标的变异系数  $b_j$ ,  $b_j = 1 - e_j$ , 当  $i$  值不同时,对于给定的指标  $j$ ,对应的数据  $r_{ij}$  的差异越小,则熵值  $e_j$  就越大,当  $r_{ij}$  全部相同时,  $e_j$  处于最大值状态,即  $b_j = 0$ ,意味着指标  $j$  无意义.因此,当  $e_j$  越小,  $b_j$  越大的时候,就应重视此指标.

(5) 计算第  $j$  个评价指标的权重  $w_j$ , 根据公式

$$w_j = b_j / \sum_{j=1}^6 b_j \text{ 计算得:}$$

表4 评价指标权重表

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
权重	0.18	0.27	0.14	0.23	0.07	0.11

### 2.3 对各智能手机进行评分

确定各评价指标的熵权综合评价价值.将各指标的权值分别与其所对应的指标相乘后求和,其评价模型为:  $Z_i = \sum_{j=1}^6 x_{ij} w_j$ , 其中,  $Z_i$  表示各评价指标的熵权综合评价函数,利用此评价体系对12种智能手机的选购作出评价,其评价结果如表5所示.

由表5可知,各智能手机的得分的排列顺序为:  $x_{10}, x_3, x_5, x_{11}, x_7, x_9, x_1, x_4, x_8, x_2, x_6, x_{12}$ . 得到消费者最优选购手机类型为  $x_{10}$ ,这与该型号智能手机的市场测评基本一致,说明了此评价方法所得结果与客观实际结果一致.

表5 智能手机综合评价表

智能手机	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$
得分	2.97	2.64	3.38	2.91	3.25	2.58	3.15	2.73	3.15	3.50	3.20	2.58

### 3 结语

该评价方法将传统的单一评价方法进行改进,利用粗糙集和熵权法相结合的方法解决智能手机选购的决策问题,首先利用粗糙集方法对待评价指标进行约简,将约简后的评价指标用于对各智能手机的评价,在评价过程中采用熵权法确定权重系数,有效地避免了各因素权重的主观性,使评价结果更符合实际.

### 参考文献

- 1 刘焕军,李石君.应用模糊综合评价进行智能手机评估建模.计算机工程与应用,2016,52(1):224-228.
- 2 高敏,张舟扬.基于联合分析法的手机产品属性组合设计.陕西科技大学学报,2012,30(1):126-130.
- 3 冯爱芬,余小飞.基于模糊综合评判的手机满意度评价模型.统计与决策,2007,(17):57-58.
- 4 冯爱芬,武新乾,鲁鸽.基于主成分的手机满意度聚类分析.

- 长春师范学院学报,2010,(1):29-31.
- 5 李峰平,周余庆,付培红等.基于灰关联分析的产品满意度三维层次评价模型.中国机械工程,2009,20(12):1445-1449.
- 6 梁慧玉.基于 AHM 的区间数模糊综合评价在手机界面评价中的应用.包装工程,2012,33(16):67-71.
- 7 李灵玥,邵玉斌,龙华,等.基于 AHP 法的智能手机用户消费等级研究.计算机技术与发展,2012,22(5):191-194.
- 8 姜玲,陈雅静.消费者智能手机使用意愿之影响因素研究.科技管理研究,2012,21:242-246.
- 9 毛太田,肖钢,邹凯.一种基于粗糙集条件信息熵的多指标综合评价方法研究.统计研究,2014,(7):92-96.
- 10 邱苑华.管理决策与应用熵学.北京:机械工业出版社,2001.

[www.c-s-a.org.cn](http://www.c-s-a.org.cn)

[www.c-s-a.org.cn](http://www.c-s-a.org.cn)