

手机性价比分析

——基于因子分析、聚类分析

谢文

北方工业大学，北京

收稿日期：2022年9月10日；录用日期：2022年9月30日；发布日期：2022年10月14日

摘要

随着手机业务和手机市场的不断开展和开拓，市面上开始出现各种各样的手机。为了帮助人们购买性价比更高的手机，本文将利用因子分析和聚类分析，依据某品牌旗下的手机进行性价比计算。通过分析我们不难发现，高品质的手机在性价比上不占据优势，而价格极低的手机，同样性价比堪忧。

关键词

因子分析，性价比，聚类分析

Cost Performance Analysis of Mobile Phones

—Based on Factor Analysis and Cluster Analysis

Wen Xie

North University of Technology, Beijing

Received: Sep. 10th, 2022; accepted: Sep. 30th, 2022; published: Oct. 14th, 2022

Abstract

With the continuous development of mobile phone business and mobile phone market, various mobile phones have appeared in the market. In order to help people buy more cost-effective mobile phones, this paper will use factor analysis and cluster analysis, based on a brand of mobile phones for cost-effective calculation. Through the analysis we can easily find that high-quality mobile phones do not occupy an advantage in cost-effective, and the price of very low mobile phones, the same cost-effective worrying.

Keywords

Factor Analysis, Cost Performance, Cluster Analysis

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

随着科学技术的不断进步，手机在生活中扮演者举足轻重的角色。随着手机市场蓬勃发展，各种各样的手机开始不断推出，为了吸引消费者，手机运营商开始各种花里胡哨的宣传。为了购买到好的手机，我们对产品进行性价比的比较。其中性价比就是指价格和性能之间的一个比值，性价比高的商品价格低产品性能好。

“性价比”一词最早出现在计算科学领域，用于反映算法的复杂度与精度之间的关系，而“性价比”的概念逐渐被推广和应用是在价值工程的基础上延伸起来的，一些学者从“价值工程”的“价值”中延伸出了“性价比”，即产品的功能和实现该功能所需成本的比值。比如，任宏等[1]、向鹏成等[2]利用价值工程理论构建了商品住宅“性价比”的确定方法；Ikeya 等[3]、吴正斌等[4]分析了不同成本的电池对电动汽车“价比”的影响；董巧婷等[5]、韩正民[6]推广了“性价比”评标方法的原理及其模型的应用。

对于性价比的求法，其中一个值是价格，价格有明码标价，容易得到准确的数据。但是性能指标不容易给出，性能指标属于定量分析，一般情况由专业人员评经验给出。本次研究中的影响手机性能的因素非常多，其中处理器就有十几种，各种 cpu 分别来自不同的公司，性能有好有坏，各有缺点，对手机性能的评估造成了很大的困难。我们尝试从手机的各个角度分别抽取指标进行评估，对抽取出来的指标进行因子分析，计算各个手机的综合评分，然后利用价格，构造一个能够反映性价比的统计量。再可以利用聚类分析，对所有的手机进行分类，辅助证明手机性价比排行的情况。

2. 样本和指标的选取

2.1. 样本的选择

现在国内最大的手机品牌有华为、vivo、苹果等品牌，根据公司研究的侧重点，各个品牌的产品会呈现出各自的特点，比如华为手机的手机信号非常好，oppo 手机的音频播放非常的优秀，苹果手机的使用寿命长，为了减少品牌之间的差异，选择某品牌手机的一组数据，将所有的问题聚集在产品的本身性能上[7]。

2.2. 指标的选择

各种手机产品在配置、功能方面有许多不同之处，但是基本的构成是一样的，按照对手机的功能的需求，我们从计算、显示、存储、拍照、电池五大部分选取手机的性能指标，选取的指标有 CPU 型号、分辨率、屏幕类型、屏幕尺寸、运行内存、机身内存、摄像头的数目、主摄像头的像素、防抖模式、光圈、充电器类型、电池容量[8]。

3. 对样本指标的处理

从上面的数据可以看出，手机的指标大多数是定性指标，无法进行从进行计算，无法从指标之间探

索关系。为了使样本之间可以比较，顺利进行数据分析，我们要对所有样本的指标的性能进行量化处理。

对于数据的处理，根据产品指标的型号进行分类，等级越高性能越好。处理后的样本数据如下表 1。

Table 1. Sample dataset

表 1. 样本数据集

传播名	价格	电池容量	充电器类型	摄像头的数目	主摄像头的像素	光圈	防抖模式	屏幕尺寸	分辨率	屏幕类型	运行内存	机身内存	CPU 型号
产品 A	17799	7	4	5	4	2	3	7	9	5	3	3	9
产品 B	1699	4	1	3	3	1	1	1	4	5	2	2	3
产品 C	5099	5	3	3	6	2	3	2	3	5	3	3	7
产品 D	1199	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
产品 E	5899	7	3	5	2	1	3	2	5	5	3	2	7
产品 F	12999	7	3	5	2	1	3	2	5	5	5	5	7
产品 G	4499	5	3	3	2	1	3	4	2	5	3	2	6
产品 H	6299	6	4	3	4	2	3	5	8	5	3	2	9
产品 I+	8999	6	4	7	4	2	3	5	8	5	5	3	9
产品 J	10999	6	4	7	4	2	3	5	8	5	3	3	9
产品 K	4999	5	3	3	4	2	3	2	3	5	3	2	9
产品 L	4099	4	3	3	6	1	1	3	2	5	3	3	5
产品 M	2299	4	3	3	6	1	1	2	4	4	3	2	4
产品 N	3999	4	4	3	6	1	2	5	7	5	3	2	5
产品 O	7988	5	3	7	4	2	3	3	6	5	3	3	7
产品 P	4488	3	2	3	4	2	3	1	2	5	3	2	7
产品 Q	2499	5	3	3	3	1	1	4	4	2	3	2	2
产品 R	1999	4	2	3	3	1	2	2	4	3	2	2	4
产品 S	1499	9	1	3	1	1	1	4	1	2	1	1	2
产品 T	2199	4	2	3	3	1	2	2	4	3	3	2	4

4. 对样本进行因子分析

将数据输入到 SPSS 软件中，使用 SPSS 进行因子分析的计算。

通过 SPSS 得到表 2：

Table 2. KMO and Bartlett test

表 2. KMO 和巴特利特检验

KMO 取样适切性量数		0.683
巴特利特球形度检验	近似卡方	176.382
	自由度	66
	显著性	0.000

根据表 2 KMO 和巴特利特检验中数据显示, KMO 检验的统计量分别是 0.683, 判断其值接近于 1, 因此检验效果较好, Bartley-sphere 检验的显著性检验结果应放弃原假设, 认为相关系数矩阵与单位矩阵之间存在显著的相关关系, 表明所选变量可以进行因子分析[9]。

Table 3. Explanation of total variance

表 3. 总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %
1	5.997	49.976	49.976	5.997	49.976	49.976
2	1.862	15.513	65.489	1.862	15.513	65.489
3	1.304	10.863	76.352	1.304	10.863	76.352
4	1.057	8.805	85.157	1.057	8.805	85.157
5	0.489	4.078	89.236			
6	0.446	3.713	92.949			
7	0.297	2.473	95.422			
8	0.202	1.680	97.102			
9	0.161	1.343	98.445			
10	0.121	1.009	99.454			
11	0.041	0.345	99.799			
12	0.024	0.201	100.000			

从表 3 总方差解释中信息可以看出, 前四个特征值的方差贡献率已经达到了 85%以上了, 从碎石图可以辅助判定选择前四个特征值即可, 后面的特征值贡献率忽略。

对数据进行方差最大正交旋转, 得到成分矩阵, 如下表:

Table 4. The component matrix a after rotation

表 4. 旋转后的成分矩阵 a

	成分 1	成分 2	成分 3	成分 4
光圈	0.868	0.251	-0.006	0.095
防抖模式	0.864	0.126	0.355	-0.029
CPU 型号	0.836	0.330	0.354	0.158
屏幕类型	0.600	0.138	0.424	0.487
屏幕尺寸	0.134	0.939	-0.014	-0.073
分辨率	0.318	0.779	0.324	0.075
充电器类型	0.357	0.726	0.376	0.327
机身内存(ROM)	0.147	0.063	0.908	-0.006
运行内存(RAM)	0.264	0.222	0.819	0.263
摄像头的数目	0.417	0.420	0.561	-0.216
电池容量(mAh)	-0.021	0.192	-0.019	-0.899
主摄像头的像素	0.118	0.279	0.060	0.872

根据表 4 旋转后的成分矩阵 a 可以看到，在第一个主成分主要代表了光圈、防抖模式、CPU 型号、屏幕类型。

在第二个主成分主要代表了屏幕尺寸、分辨率、充电器类型。

在第三个主成分主要代表了机身内存、运行内存、摄像头的数目。

在第四个主成分主要代表了电池容量、主摄像头的像素。

5. 性价比评比结果

通过因子分析得到样本的综合性能得分，再利用因子方差贡献率进行加权平均，得到样本性能的综合得分。

其中综合因子得分公式为：综合得分 = $\frac{(25.706\%*F_1 + 21.405\%*F_2 + 20.754\%*F_3 + 17.292\%*F_4)}{85.157\%}$

通过计算可以得到最终的性能综合得分，见表 5。

Table 5. Overall score for money

表 5. 性价比综合得分

传播名	综合得分
产品 A	0.5928
产品 B	-0.4457
产品 C	0.2756
产品 D	-1.1648
产品 E	-0.031
产品 F	0.2443
产品 G	-0.0752
产品 H	0.4464
产品 I	0.7323
产品 J	0.5973
产品 K	0.1852
产品 L	0.0343
产品 M	-0.0727
产品 N	0.3094
产品 O	0.3865
产品 P	0.058
产品 Q	-0.373
产品 R	-0.3735
产品 S	-1.0202
产品 T	-0.306

从表中可以看到，其中有些数值是负值，综合得分只是表示产品性能的高低，并没有正负之分，所以对数据进行统一化处理。

$$\text{修正后的综合得分} = \frac{(\text{综合得分} - \text{综合得分最低值})}{\text{综合得分的极差}}$$

将修正后的综合得分代入公式，计算综合性价比。

其中综合性价比的公式为：综合性价比 = $1000 * \frac{\text{修正后的综合得分}}{\text{价格}}$

计算结果如表 6。

Table 6. Revised overall value for money score

表 6. 修正后性价比综合得分

传播名	价格	综合性价比
产品 M	2299	2.503697
产品 B	1699	2.230724
产品 R	1999	2.086543
产品 T	2199	2.058663
产品 N	3999	1.943236
产品 Q	2499	1.670268
产品 L	4099	1.542083
产品 C	5099	1.488919
产品 P	4488	1.436275
产品 K	4999	1.423485
产品 I	6299	1.348309
产品 G	4499	1.276506
产品 I+	8999	1.111235
产品 O	7988	1.02366
产品 E	5899	1.013223
产品 J	10999	0.84444
产品 F	12999	0.571429
产品 A	17799	0.520535
产品 S	1499	0.508339
产品 D	1199	0

从表 6 中我们可以清楚的看到，其中产品 M、产品 B、产品 R、产品 T 的性价比都是挺高的，他们的价格总体在两千左右，产品的综合性能也很高，购物的时候可以首选这四款手机。

其中还可以看到产品 S、产品 D 作为两款最便宜的手机，其实其性价比并不高，在综合性能上不占优势，而产品 J、产品 F、产品 A 的分数也很低，这三款手机的特点就是产品性能指标高，但是价格高的离谱，对于普通人而言手机的价格偏高，这类手机的特点是附赠的功能特别多，特别齐全，但是对于普通人而言可能根本用不上，所以并不建议购买。

参考文献

- [1] 任宏, 竹隰生, 曹跃进. 商品住宅经济性能评价研究[J]. 重庆建筑大学学报, 2000(2): 1-6.
- [2] 向鹏成, 郭峰, 任宏. 房地产性价比的确定方法[J]. 重庆大学学报(自然科学 125 版), 2006(7): 114-118.
- [3] Ikeya, T., Sawada, N., Takagi, S., Murakami, J.-I., Kobayashi, K., Sakabe, T., Kousaka, E., Yoshioka, H., Kato, S., Yamashita, M., Narisoko, H., Mita, Y., Nishiyama, K., Adachi, K. and Ishihara, K. (2000) Charging Operation with High Energy Efficiency for Electric Vehicle Valve-Regulated Lead-Acid Battery System. *Journal of Power Sources*, **91**, 130-136. [https://doi.org/10.1016/S0378-7753\(00\)00414-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7753(00)00414-6)
- [4] 吴正斌, 胡坚耀, 李程宇. 低速电动汽车的性能研究[J]. 集成技术, 2015, 4(1): 8-15.
- [5] 董巧婷, 解海顺, 李明. 评标价确定方法研究[J]. 建筑经济, 2007(8): 105-108.
- [6] 韩正民. 性价比评标法原理与应用模型研究[J]. 经营管理者, 2016(23): 236-237.
- [7] 巫颖辉. 手机性价比模型的构建[J]. 中国西部科技, 2015, 14(9): 124-128.
- [8] 向鹏成, 郭峰, 任宏. 房地产性价比的确定方法[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2006(7): 114-118.
- [9] 刘红玉, 张景川. 基于主成分分析和聚类分析的区域农业竞争力分析[J]. 通化师范学院学报, 2021, 42(10): 45-50.