

# 基于 AHP 的移动客户端软件评测方法

付金华<sup>1</sup>, 聂南<sup>1</sup>, 李刚<sup>2</sup>, 邓璐娟<sup>3</sup>, 李金萌<sup>1</sup>, 张彤<sup>4</sup>

- (1. 郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001;
2. 郑州轻工业学院 数学与信息科学学院, 河南 郑州 450002;
3. 郑州轻工业学院 软件学院, 河南 郑州 450001;
4. 河南省 863 软件孵化器有限公司 软件评测中心, 河南 郑州 450001)

**摘要:**针对未有正式的面向移动客户端的软件质量评测模型现状,提出一种基于层次分析法(AHP)的移动客户端软件产品质量评价方法.该方法通过对移动客户端软件的特性分析,归纳出移动客户端软件常见质量需求、功能和特点,制订移动客户端软件质量评价建议权重表.采用AHP对移动客户端软件进行分析,构造判断矩阵对权重进行动态修正,通过一致性检验结果对软件质量进行评测.结合实例验证了该方法能够改进其评测的不恰当的权值,从而使得移动客户端软件的评测客观、量化,为建立正式的移动客户端软件质量评测模型提供参考.

**关键词:**层次分析法;移动客户端;软件质量评测模型

**中图分类号:**TP311 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2015.5/6.021

## The quality evaluation method of mobile client software based on AHP

FU Jin-hua<sup>1</sup>, NIE Nan<sup>1</sup>, LI Gang<sup>2</sup>, DENG Lu-juan<sup>3</sup>, LI Jin-meng<sup>1</sup>, ZHANG Tong<sup>4</sup>

- (1. College of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China;
2. College of Mathematics and Information Science, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China;
3. College of Software, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China;
4. Software Test Center, He'nan 863 Software Incubator Co., Ltd., Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** Aiming at the situation that there was no formal quality evaluation model oriented to mobile client, a quality evaluation method of mobile client based on AHP was proposed. Via the analysis of mobile client software, the quality requirements, functions and features were concluded. The evaluation recommended weight table of mobile client software quality was formulated. The AHP was adopted to analyze the mobile client software and to construct judgment matrix to carry on the dynamic correction, and to measure the quality of software through the consistency check results. Examples showed that this method was able to improve its inappropriate weights of evaluation, so as to make the mobile client software evaluation objective and quantitative, to offer reference for establishing a formal mobile client software quality evaluation model.

**Key words:** analytic hierarchy process (AHP); mobile client; software quality evaluation model

**收稿日期:**2015-06-05

**基金项目:**国家自然科学基金项目(61201447);河南省自然科学基金项目(2010A520039);郑州市科技攻关项目(131PPTGG411-8)

**作者简介:**付金华(1980—),男,山东省昌乐县人,郑州轻工业学院讲师,主要研究方向为软件工程.

## 0 引言

目前,随着移动操作系统的不断成熟和硬件技术的快速发展,多种移动智能终端迅速普及,其装载的各种应用程序(APP)的发展更加迅速,而其功能质量良莠不齐,若不对其进行有效的质量监督,将对广大用户造成不良甚至是致命的后果,如有的导航软件把用户导航到错误甚至危险地区,有的炒股软件因出现延时而导致用户利益受到损害,有的软件甚至留有后门,盗窃用户信息等.针对不同行业传统软件的评测方法与模型有很多<sup>[1]</sup>,然而,由于移动客户端软件具有许多与传统软件不同的特性,因此已有的测评方法与模型很难有针对性地对其进行评测.目前,一些厂商已经推出了相应的测试技术与评测标准,如 Google 2014 年收购的移动应用测试平台 Appurify, Testin, 百度移动云测试标准等.这些方法标准目前还在不断发展.本文拟借助层次分析法<sup>[2-4]</sup>来建立移动客户端软件的动态评测方法,使其能够对移动客户端软件进行更加有针对性地测试评价,以期建立正式的移动客户端软件质量评测模型提供参考.

## 1 移动客户端软件质量度量

### 1.1 移动客户端软件质量特性的选择与评价

采用 GB/T 25000.51—2010<sup>[5]</sup>对移动客户端软件产品质量评价时,应结合被评价软件的质量需求与特点,选择适用的质量特性、子特性和度量属性,构建针对被评价软件的质量模型,这是进行软件产品质量评价的关键步骤.然而移动客户端软件所独有的一些移动适用特性是已有的国内外质量标准所无法度量的.

### 1.2 移动客户端软件度量属性选择

根据 GB/T 25000.51—2010 与 GB/T 16260—2006<sup>[6]</sup>中的度量属性及行业软件评测方法,给出移动客户端软件的质量评价参考方法.该方法主要基于对移动客户端最重要的 5 大属性——功能性、可靠性、易用性、效率、可移植性的考虑.

### 1.3 移动客户端软件度量项选择

针对在 GB/T 16260.2—2006 中给出的 112 个度量项进行选择或调整,以便于对移动客户端软件质量评价的执行.在移动客户端软件产品质量评价参考方法中,将这 112 个度量项依据其关联度,主要分为以下 3 类:A 类为基本度量项,反映项,是必须选择的度量项(如版本兼容性、性能、特定场景指标、安全指标等),无特殊情况皆应采用;B 类为可选

度量项,反映移动客户端软件的可选质量要求;C 类为非常规可选度量项(如某些物理要求).

## 2 层次分析法构建评测方法

### 2.1 层次分析法的定义及基本步骤

层次分析法 AHP(analytic hierarchy process)是一个多方案优化决策的系统方法<sup>[3]</sup>,目前在很多领域都得到应用,如环境评测、科学项目评审、教育评估,甚至人文管理等.

目前,AHP 发展的主要集中于评测数据的分析,如灰色数据的处理<sup>[2]</sup>;权重的价值取向,如微分方程对权重因素的影响作用<sup>[7]</sup>.采用主客观组合赋权法改进 AHP 方法,具有更好的区分度与决策精度<sup>[8]</sup>.其基本步骤如下.

**步骤 1 建立层次结构.**对系统进行深入分析,结合专家意见,构建自上而下的若干层次,包括目标层、决策准则层、决策单元层等,其中决策准则层又可以根据同一层的诸因素从属于上一层的因素或对上层因素的影响,划分为若干层.

**步骤 2 构造判断矩阵.**针对处于同一层次的决策准则层对目标层(或上一决策准则层)的影响程度,进行两两比较,构造诸要素对上一层某因素影响程度的重要性的各个判断矩阵.

**步骤 3 计算权重向量.**分别求出各判断矩阵的最大特征值和对应的特征向量,将该特征向量作为诸要素的权重向量.通过加权运算求出最下层决策准则对目标层的权重向量,进而求出目标层的评判值.

**步骤 4 一致性检验.**所谓一致性检验就是鉴别判断矩阵偏离一致性的程度是否在可接受的范围内.一般通过一致性指标  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$  和平均随

机一致性指标  $RI$ ,得到检验系数  $CR = \frac{CI}{RI}$ .

### 2.2 移动软件质量评价方法

依据行业软件模型的关联度<sup>[1]</sup>,根据对移动客户端软件质量特性的选择和分析被评价软件的质量需求,制订移动客户端软件质量评价建议权重表(见表 1),从而可确定移动客户端软件质量评价方法,在评价方法中给出特性、子特性、度量项的权重.移动客户端的层次结构图如图 1 所示.

## 3 实例分析——计步器运动管理

以一个移动“计步器运动管理”软件为例,说明

对移动客户端软件产品质量评价方法的建立和应用. 首先全面了解被评价软件的基本情况, 包括主要功能、技术架构、软件特点、隐含的质量要求等; 然后介绍评价模型、系统测试过程与测试结果; 最后叙述软件质量评价的执行情况, 给出了评价记录和评价结果.

### 3.1 计步器运动管理的界面及相关信息

被测的计步器运动管理软件是在 Android 系统下的一个软件, 主要是记录全天活动, 计算今日的总运动步数、今日总运动时间、行走距离、平均步数、目前的速度、今日总运动热量消耗; 设置个人情况(体重、步幅等), 查询个人之前的运动记录; 选择操作时的模式: 正常模式、省电模式、主动模式.

该项目依据权重关联性, 建立测试需求矩阵、功能测试缺陷等级的划分表和测试用例表, 构建方法如文献[1]所述. 实际测试执行时共完成测试用例 13 个, 其中又细分若干小的用例, 并且进行了性能测试与适应性测试.

### 3.2 计步器运动管理软件的评测

首先依据层次结构, 构造移动软件的评测方法的两两比较判断矩阵. 移动软件参数权重的相对应的数值如表 2 所示.

表 1 移动客户端软件质量评价建议权重表

| 特性   | 权重   | 子特性     | 权重   |
|------|------|---------|------|
| 功能性  | 0.30 | 适合性     | 0.40 |
|      |      | 准确性     | 0.20 |
|      |      | 互操作性    | 0.10 |
|      |      | 安全保密性   | 0.20 |
|      |      | 功能性的依从性 | 0.10 |
| 可靠性  | 0.20 | 成熟性     | 0.40 |
|      |      | 容错性     | 0.60 |
|      |      | 易理解性    | 0.35 |
| 易用性  | 0.15 | 易学性     | 0.20 |
|      |      | 易操作性    | 0.30 |
|      |      | 吸引力     | 0.15 |
| 效率   | 0.25 | 时间特性    | 0.60 |
|      |      | 资源利用性   | 0.40 |
| 可移植性 | 0.10 | 适应性     | 0.30 |
|      |      | 共存性     | 0.40 |
|      |      | 易替换性    | 0.30 |

表 2 权重的对应数值

| $X_i/X_j$ | 同等重要 | 稍微重要 | 较强重要 | 强烈重要 | 极端重要 |
|-----------|------|------|------|------|------|
| $a_{ij}$  | 1    | 3    | 5    | 7    | 9    |

两相邻判断的中间值则取 2, 4, 6, 8. 根据表 2 中各自的权重值, 可以分别计算出计步器运动管理的判断矩阵.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1/2 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 & 2 \\ 1/2 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 2 & 4 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1/2 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 2 \\ 1/2 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_4 = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_5 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

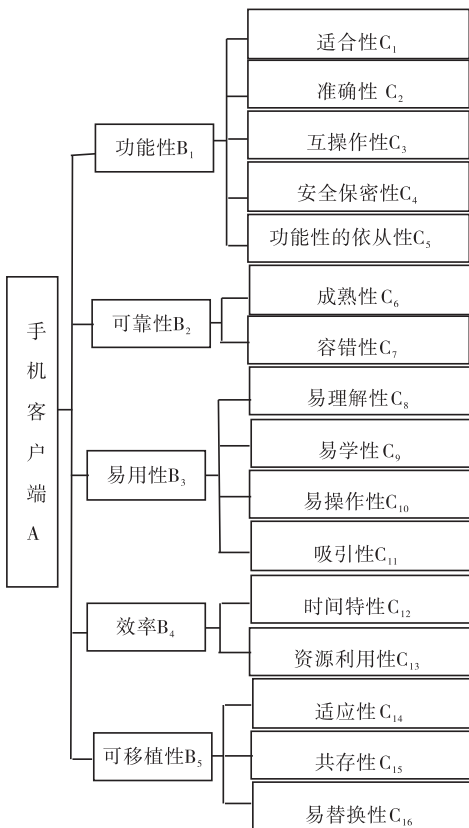


图 1 移动客户端的层次结构图

利用 Matlab 软件可以方便地计算出各矩阵的

特征向量  $\omega$  和特征值  $\lambda_{\max}$ , 进而进行一致性检验, 其中平均随机一致性指标  $RI$  标准值如表 3 所示. 对于每一个矩阵的一致性检验计算过程如表 4 所示.

表 3 平均随机一致性指标  $RI$  标准值

| 矩阵阶数 | 1 | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|
| $RI$ | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 |

表 4 矩阵的一致性检验计算过程

| 矩阵      | $\omega$                                      | $\lambda_{\max}$ | $CI$  | $CR$  | 一致性检查 |
|---------|---|------------------|-------|-------|-------|
| $B-A$   | 0.324,<br>0.195,<br>0.146,<br>0.243,<br>0.092 | 5.157            | 0.04  | 0.036 | 通过    |
| $B_1-C$ | 0.4,<br>0.2,<br>0.1,<br>0.2,<br>0.1           | 5                | 0     | 0     | 通过    |
| $B_2-C$ | 0.333,<br>0.667                               | 2.001            | 0.001 | 0     | 通过    |
| $B_3-C$ | 0.275,<br>0.200,<br>0.275,<br>0.250           | 4.634            | 0.212 | 0.236 | 不通过   |
| $B_4-C$ | 0.667,<br>0.333                               | 2.001            | 0     | 0     | 通过    |
| $B_5-C$ | 0.25,<br>0.50,<br>0.25                        | 3                | 0     | 0     | 通过    |

由表 4 可见, 构造的判断矩阵整体上通过了一致性检查, 从而说明选择的数据是可靠的. 计算  $B_1$  对总目标的权值为  $0.4 \times 0.324 + 0.333 \times 0.195 + 0.275 \times 0.146 + 0.667 \times 0.243 + 0.25 \times 0.092 = 0.42$ , 同理求出  $B_2, B_3, B_4, B_5$  对总目标的权值分别为  $0.351, 0.095, 0.102, 0.031$ . 第二层对总目标的权向量为  $\{0.42, 0.351, 0.095, 0.102, 0.031\}$ , 又  $CR = 0.324 \times 0/5 + 0.195 \times 0.001/2 + 0.146 \times 0.212/4 + 0.243 \times 0/2 + 0.092 \times 0/3 = 0.008 < 0.1$ , 所以层次总排序通过一致性检验.

由表 4 还可以看出, 这个软件易用性权重偏低, 需要改进, 移动软件相比 PC 机软件在易用性上有更高要求, 提高易用性, 可使整个软件的使用率提高, 但对软件的安全保密性和时间特性有较高的需

求, 今后需要进一步提高.

## 4 结语

本文构建了一个基于 AHP 的移动客户端软件评测方法, 可对移动客户端的软件进行动态评测, 从而能够改进其评测的不恰当的权值, 使得评测更加公正有效. 随着云平台下软件测试技术的不断发展, 移动客户端软件也将不断融入云存储云计算等技术中, 其测试的模式方法的不确定性增加<sup>[9]</sup>. 云测试可以测试人工所难以完成的大量不同机型、不同版本各种场景中软件的适应性问题, 但评价权重、云分布式环境下其他软件集成时的问题接口的测试要点如何确定、性能测试的模板参数积数化、模板某些特性的简化与优化, 以及信任度问题等, 是今后需要进一步研究的工作.

## 参考文献:

- [1] 聂南, 邓璐娟, 夏启明, 等. 面向不同行业软件的质量评测模型及实践[J]. 计算机科学, 2011, 38(2): 156.
- [2] 李刚, 曲双红, 辛向军, 等. 引入特征 AHP 的 PDEA 评价模型研究[J]. 数学的实践与认识, 2009, 39(13): 105.
- [3] 孙宏才, 田平, 王莲芬. 网络层次分析法与决策科学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2011: 2-58.
- [4] 丁斌, 孙连禄. 基于多标准的 ABC 分类库存模型[J]. 电子科技大学学报: 社科版, 2013, 15(2): 31.
- [5] GB/T 25000.51-2010, 软件工程·软件产品质量要求与评价(SQuARE)·商业现货(COTS)软件产品的质量要求和测试细则[S].
- [6] GB/T 1626.2-2006, 软件工程·产品质量·第 2 部分: 外部度量[S].
- [7] 郭玉翠, 刘思奇, 雷敏, 等. 基于一般系统论的信息安全系统的理论研究[J]. 电子科技大学学报, 2013, 42(5): 728.
- [8] 杨宝臣, 陈跃. 基于组合赋权 TOPSIS 模型的项目评标方法研究[J]. 电子科技大学学报: 社科版, 2011, 13(1): 1.
- [9] 宋杰, 李甜甜, 朱志良, 等. 云数据管理系统能耗基准测试与分析[J]. 计算机学报, 2013, 36(7): 1485.