

Research and Implementation of the Software Platform Oriented to Entrepreneurial Capability Maturity Evaluation

Luxia Liu¹, Yuxiao Zhang¹, Yuan Rao¹, Guangnan Zhang²

¹Lab of Social Intelligence and Complex Data Processing, School of Software, Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi

²Xi'an Jiaotong University, Sci-Tech Park Co Ltd., Xi'an Shaanxi
Email: yuanrao@163.com

Received: Nov. 5th, 2017; accepted: Nov. 18th, 2017; published: Nov. 23rd, 2017

Abstract

The level and probability of successful project of college students are directly limited by their ability to startup business. In order to offer an evaluation of the capability maturity of student's career-exploring ability, a conception of capability maturity of entrepreneurial model (CME), which adopts the conception about the capability maturity model (CMM) with some new characteristics of students' innovative undertaking, is introduced in this paper. There are four phases about CME as follow: initial phase, growing phase, standard phase and optimizing phase. Furthermore, in order to quantify the relevant index of CME, a scientific evaluation framework with a three-level index, including 3 first-level indicators, 17 second-level indicators and 31 third-level indicators, is designed and a fuzzy cognitive model with expert analysis is established to rank and weight every index by AHP method. In the end, the experiment results with some real data indicate that CME is an effective analysis method to verify the entrepreneurial capability of student's team.

Keywords

College Students' Entrepreneurship, CMM, Entrepreneurial Maturity Capability, AHP

面向创业能力成熟度评价的软件平台研究与实现

刘祿霞¹, 张玉筱¹, 饶元¹, 张广南²

¹西安交通大学软件学院, 社会智能与复杂数据处理实验室, 陕西 西安

²西安交通大学科技园有限责任公司, 陕西 西安

Email: yuanrao@163.com

收稿日期: 2017年11月5日; 录用日期: 2017年11月18日; 发布日期: 2017年11月23日

摘要

创业能力的高低直接影响到大学生创业成功的水平与概率,为了客观评价大学生创业能力的高低,本文引入能力成熟度模型(CMM)并结合大学生创业的特点,提出了大学生创业成熟度能力的概念,并将大学生创业成熟度分为初始级、成长级、规范级以及优化级四个等级。同时,本文构建了一套三层指标的创业能力成熟度科学评估体系,其中包含了一级指标3个,二级指标17个以及三级指标31个。并在采用层析分析法(AHP)对各级评价因素进行计算、分析与排序的基础上,进一步利用模糊数学评价方法建立了一个专家评分模糊认知模型,实现了对大学生创业项目在复杂多因素条件下成熟度能力等级的分析评价与数据验证,在此基础上开发了一个面向创业能力成熟度评价的软件平台,为科学评估奠定了基础。

关键词

大学生创业, CMM, 创业成熟度能力, AHP

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

“大众创新, 万众创业”推动了中国在创新和创业领域的投资浪潮,特别是高校大学生的创业热情。大量的充满朝气的大学生纷纷加入到创业的过程中,推动了国家经济的转型与产业结构的优化,这对国家和区域的经济的发展有着重要的推动作用和意义,因此,创业人才的活跃程度以及创新能力已成为一个国家或者地区经济是否具有活力的重要指标[1]。但是,由于创业过程充满了不确定性,创业的成功率普遍较低,据统计,我国大学生每年创业的比率为5%,但是成功率却不到1%,在全国大学生创业率最高的浙江省,大学生创业的成功率也仅仅是4%左右,远低于世界大学生10%左右的创业成功率[2]。分析其失败原因就容易发现,在大学生创业过程中,存在着许多影响创业成功的现象和特征,如创业者自身的素养、创业环境和市场、创业项目技术水平等,这些原因均可造成大学生创业的失败。因此,提升大学生的创业能力对于创业过程与创业成功的影响至关重要,如何评价大学生的创业能力以及分析创业项目的成熟程度,并提供针对性的优化与改进服务,则是目前大学生创业过程中必须解决的关键性问题[3]。

本文在大学生创业成熟度能力概念的基础上,将大学生创业能力成熟度分为:初始级、成长级、规范级以及优化级4个级别,由于不同级别的能力成熟度代表了大学生创业能力水平的差异和不同发展阶段,因此,本文针对创业项目成熟度能力评价模型进行了详细的定义,并采用定性和定量相结合的分析法对创业项目进行了综合评价,通过对创业团队的成熟度能力水平进行评估并提高和优化创业服务能力,从而进一步促进大学生创业能力的提升。

2. 基于创业成熟度能力模型的建立

能力成熟模型(Capability Maturity Model, CMM)是一种评价软件开发过程规范性程度的度量技术和方法。作为一种有效的能力评估和改进工具,已经被广泛地应用于多个应用领域中来优化整个流程的管理[4]。这些工作对于构建大学生创业能力成熟度模型具有非常重要的借鉴作用。孙艳玲[5]率先将CMM应用到大学生创业能力的评估过程中,并且利用层次分析法(AHP)与模糊数学理论来评价大学生创业能力

的成熟度等级，但是由于缺乏对客观评价因素，林博峰进一步将大学生创业成熟度能力的评价指标包括了：创业者评价、创业项目评价、创业环境评价[6]，但是并未对大学生创业成熟度能力进行详细说明。本文针对大学生创业项目的技术成熟度、创业团队合作的成熟度以及市场环境的成熟度等三个方面对大学生创业的成熟度能力进行标准化评估与分级，其中，创业能力成熟度可分为初始级、成长级、规范级以及优化级四个等级，并根据不同的成熟度级别来提供个性化的持续改进与优化策略与服务，从而形成了一个持续优化的创业能力成熟度模型，该模型如图 1 所示。

3. 分析评价指标体系

为了有效计算和度量大学生创业能力的成熟度水平，本文围绕着创业团队、创业项目和创业市场环境三个核心要素，结合大学生创业的特点，在文献检索和相关专家访谈的基础上，建立了一套由多层指标构成的大学生创业成熟度评价指标体系。

3.1. 基于大学生创业团队的评价指标建立

Schjoedt 和 Kraus (2009)根据团队理论将创业团队定义为[7]：“由具有财务或其他利益，对新创企业做出过承诺且未来能从新创企业成功中获取利益的两个或更多的人构成，追求共同的目标和企业成功而相互依存地工作，对团队和企业负责。”可见创业团队不仅具利益分配关系，同时围绕共同目标相互依存地工作，是影响创业企业生存和成长的关键要素，创业的成功往往与创业团队的凝聚力、决策有效性与创业绩效高度相关。因此，本文将创业团队设为一级指标，且创业团队的评价因素包含：创业动机、创业意愿、创业能力等因素，本文则在大量访谈与调研的基础上，将创业团队的核心影响因素包括：创业动机、创业意愿、创业能力、团队管理模式以及团队水平，相关指标以及权重的定义如表 1 所示。

3.2. 基于大学生创业项目的评价指标建立

一般地，创业项目是指为创建一个新企业而开展的一系列工作的总称。创业的关键在于创业项目的选择，创业项目选择的好坏直接关系到创业目的是否能够实现与否。通过对投资项目的实证研究发现，影响投资项目的因素包括：产品差异化因素、产品技术、市场因素、经济因素、风险因素以及 R&D 组织的素质；刘超[8]提出对创业项目评估考察的主要指标有：管理团队、市场因素、产品技术、企业财务、风险因素、推出机会等。根据已有的创业项目评估背景，结合大学生的创业项目的特征，本文在现场访谈与考察的基础将影响创业质量的主要因素包括：商业模式、技术水平、市场环境、财务以及风险因素等，这些因素形成了创业项目的评价指标体系，如表 2 所示。

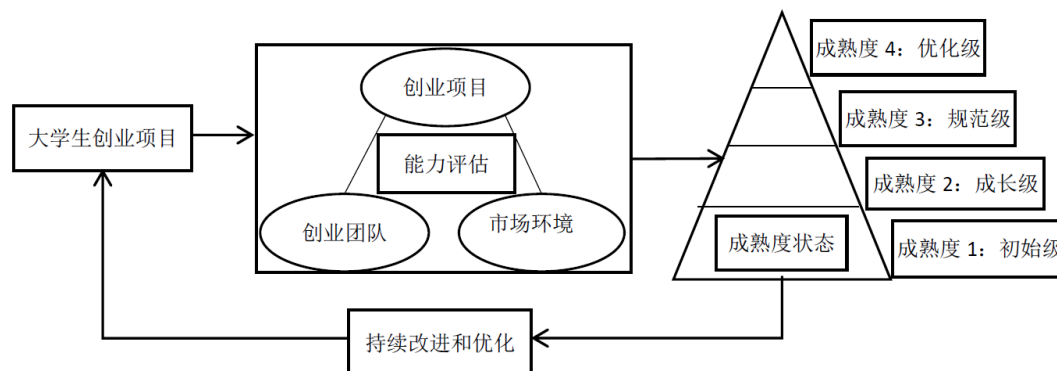


Figure 1. College students' entrepreneurial maturity capability model

图 1. 大学生创业成熟度能力模型

Table 1. Details of entrepreneurial team indicators
表 1. 创业团队指标详情表

一级指标(X_i)	二级指标(X_{ij})	三级指标(X_{ijk})	评价等级	
创业团队(X_1)	创业动机(X_{11})		自我实现的需要: 9.5 分; 积累的需要: 7.5 分; 生存的需要: 6.5 分; 就业需要: 5 分	
	创业意愿(X_{12})		非常感兴趣: 9.5 分; 一般感兴趣: 6.5 分; 不感兴趣: 1 分	
	创业动力(X_{13})		自我效能感: 9.5 分; 市场需求: 8.5 分; 偶像感染: 6.5 分	
	团队管理模式(X_{14})		系统模式: 9.5 分; 传统的管理模式: 7.5 分; 人际关系管理模式: 3.5 分	
		技术水平(X_{151})		博士以及博士以上: 9.5 分; 硕士: 8 分; 本科以及本科以下: 7 分
		团队水平(X_{15})	协作与效率(X_{152})	优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分
			学历水平(X_{153})	优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分
		团队规模数量(X_{154})	10 人以上: 9.5 分; 7~10 人: 8 分; 3~7 人: 7 分; 3 人以下: 6 分	

Table 2. Details of venture capital indicators
表 2. 创业项目指标详情表

一级指标(X_i)	二级指标(X_{ij})	三级指标(X_{ijk})	评价等级
创业项目(X_2)	商业模式 - 客户(X_{21})	客户定位准确性(X_{211})	比重大: 9.5 分; 比重较大: 8 分; 基本达标: 6 分; 较小: 3 分
		目标市场选择有效性(X_{212})	比重大: 9.5 分; 比重较大: 8 分; 基本达标: 6 分; 较小: 3 分
		客户分类的合理性(X_{213})	比重大: 9.5 分; 比重较大: 8 分; 基本达标: 6 分; 较小: 3 分
	商业模式 - 产品(X_{22})	产品功能先进性(X_{221})	比重较小: 9.5 分; 比重不大: 8 分; 比重较大: 6 分; 比重很大: 3 分
		产品的使用寿命(X_{222})	比重大: 9.5 分; 比重较大: 8 分; 基本达标: 6 分; 较小: 3 分
	商业模式 - 价格(X_{23})	定价方法科学性(X_{231})	比重大: 9.5 分; 比重较大: 8 分; 基本达标: 6 分; 较小: 3 分
		价格合理性(X_{232})	很多: 9.5 分; 较多: 8 分; 较少: 7 分; 很少: 6 分
	技术水平 - 创新程度(X_{24})	自有创新技术数(X_{241})	很多: 9.5 分; 较多: 8 分; 较少: 7 分; 很少: 6 分
		引进的创新技术数(X_{242})	很多: 9.5 分; 较多: 8 分; 较少: 7 分; 很少: 6 分
		合作技术创新性(X_{243})	十分有利: 9.5 分; 有利: 8 分; 不影响: 6 分; 不利于: 3 分
		容易模仿技术数(X_{244})	十分有利: 9.5 分; 有利: 8 分; 不影响: 6 分; 不利于: 3 分
	技术水平 - 技术难度(X_{25})	较难模仿的技术数(X_{252})	十分有利: 9.5 分; 有利: 8 分; 不影响: 6 分; 不利于: 3 分
		难模仿的技术数(X_{253})	十分有利: 9.5 分; 有利: 8 分; 不影响: 6 分; 不利于: 3 分
		申请的专利数(X_{261})	很多: 9.5 分; 较多: 8 分; 较少: 7 分; 很少: 6 分
	技术水平 - 专利状态(X_{26})	获批的专利数(X_{262})	很多: 9.5 分; 较多: 8 分; 较少: 7 分; 很少: 6 分
		保护的专利数(X_{263})	很多: 9.5 分; 较多: 8 分; 较少: 7 分; 很少: 6 分
	财务 - 收益水平(X_{27})	动态投资回收期(X_{281})	优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分
		投资净现值(X_{282})	优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分
		内部收益率(X_{283})	优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分
		ROA(资产收益率)(X_{284})	优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分
ROE(资产回报率)(X_{285})		优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分	
融资水平(X_{286})		优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分	
风险 - 技术风险(X_{28})	技术风险识别(X_{291})	优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分	
	技术风险防范对策(X_{292})	优秀: 9.5 分; 良好: 8.5 分; 一般: 6.5 分; 较差: 3 分	

3.3. 基于大学生创业市场环境的评价指标建立

创业环境是创业者周围的环境，是创业者以及企业生产、生存和发展的基础，是一个复杂的社会大系统，由创业文化、政策、经济和技术等要素构成，是包含多个层面的有机体。Xiao [9]进一步指出关于创业环境中存在的创业和管理技能、社会经济条件、政府政策、资金支持以及非资金支持的五个维度模型；段利民[10]根据 GEM 模型提出创业环境由 9 个因素构成，即金融支持、政府政策、政府项目、教育和培训、研发转移、商业环境、国内市场开放程度、基础设施、文化及社会规范。考虑到创业环境和市场的重要性，本文根据文献检索，并考虑到大学生创业初期一般都没有创办企业的经验等客观因素，将创业环境和市场影响因素定义为：创业氛围、政府政策是否支持、创业指导以及市场环境，其中市场环境中影响因素为：社会文化环境、经济环境以及政治环境。相关的指标如表 3 所示。

4. 基于 AHP 的大学生创业能力成熟度计算与分析

4.1. 基于 AHP 的大学生创业能力指标因素的计算方法

为了确定指标体系中每一个评价因素的权重，本文采用层次分析法 AHP 对大学生创业能力成熟度评价因素的权重进行了计算。AHP 是通过已知变量所含维度的判断矩阵来确定权重的一种方法，为了确定每一个评价因素的权重，采用如下计算步骤：

首先，建立各级指标的因素集合：

$$X = \{x_{1,1,1}, x_{1,2,1}, \dots, x_{i,j,k}, \dots\} \quad (1)$$

其中， X 表示的是不同层级的指标组合的集合，其中 i, j, k 分别表示指标体系中三个不同层级的指标，例如 $x_{i,j,k}$ 表示的是对应一级指标、二级指标和三级指标分别为 i, j, k 时所对应的具体影响因素。

其次，采用 1~9 级标度法构建各级评价因素集 X 的判断矩阵，1~9 级标度法就是采用 1~9 之间的九个数(及其倒数)作为判断矩阵的元素，标度各功能之间的相对重要性，形成判断矩阵，如式(2)所示：

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1j} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2j} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{i1} & C_{i2} & \dots & C_{ij} & \dots & C_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nj} & \dots & C_{nn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

其中， C_{ij} 表示与 x_i 和 x_j 相关的评价因素，通过对不同的评价因素进行比较而形成判断矩阵，且取值范围

Table 3. Details of entrepreneurial environment indicators

表 3. 创业环境指标详情表

一级指标(X_i)	二级指标(X_{ij})	三级指标(X_{ijk})	评价等级
创业环境(X_3)	创业氛围(X_{31})		优秀：9.5 分；良好：8.5 分；一般：6.5 分；较差：3 分
	政府政策是否支持(X_{32})		省级支持：9.5 分；市级支持：8 分；县级支持：7 分；
	创业指导(X_{33})		有指导：9 分；无指导：6 分；
	市场环境(X_{34})	社会文化环境(X_{341})	十分有利：9.5 分；有利：8 分；不影响：6 分；不利于：3 分
		经济环境(X_{342})	十分有利：9.5 分；有利：8 分；不影响：6 分；不利于：3 分
		政治环境(X_{343})	十分有利：9.5 分；有利：8 分；不影响：6 分；不利于：3 分

是 $\left\{9, 8, \dots, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}\right\}$, 当 $1 < C_{ij} \leq 9$ 时, 数字越大, 则表明 x_i 比 x_j 的重要性程度越高, 如当 $C_{ij} = 3$ 时, x_i 比 x_j 明显重要, 当 $C_{ij} = 9$ 时, x_i 比 x_j 绝对重要; 当 $C_{ij} = 1$ 时, 说明 x_i 与 x_j 同样重要; 当 $\frac{1}{9} \leq C_{ij} < 1$, 数字越小, 说明 x_i 没有 x_j 重要, 例如 $C_{ij} = 1/3$ 时, 则表明 x_i 明显没有 x_j 重要, 当 $C_{ij} = 1/9$ 时, 则表明 x_i 绝对没有 x_j 重要。

第三: 在判断矩阵的基础上, 分别求其特征向量 λ_{\max} , 一致性指标 $C.I.$ 和一致性比例 $C.R.$ 的值, 计算的方式分别如式(3)和式(4)所示, 其中 n 表示矩阵的阶数:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \tag{3}$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \tag{4}$$

其中, $R.I.$ 表示为随机一致性指标, 即在拥有足够数量的样本基础上, 计算 $C.I.$ 的样本均值, 这个样本均值就是 $R.I.$, 它与 n 的大小相关。

本文利用 MATLAB 来计算特征向量和最大特征值, 且判断矩阵的特征向量代表的就是相应指标项中所包含评价因素的权重 W 。根据表 1~表 3, 本文构建的大学生创业能力成熟度指标体系涉及的一级指标、二级指标以及三级指标的判断矩阵分别如下所示。

$$X = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 1/3 & 1 & 5 \\ 1/9 & 1/5 & 1 \end{vmatrix}; X_1 = \begin{vmatrix} 1 & 1/7 & 3 \\ 7 & 1 & 9 \\ 1/3 & 1/9 & 1 \end{vmatrix}; X_{15} = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 3 & 6 \\ 1/3 & 1 & 1 & 4 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 \\ 1/6 & 1/4 & 1/4 & 1 \end{vmatrix};$$

$$X_2 = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 3 & 4 & 3 & 9 & 7 & 8 \\ 1/2 & 1 & 3 & 3 & 2 & 3 & 9 & 7 & 8 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 1/2 & 1 & 8 & 6 & 7 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 1/2 & 1 & 8 & 6 & 7 \\ 1/4 & 1/2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 8 & 6 & 7 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 1/2 & 1 & 8 & 6 & 7 \\ 1/9 & 1/9 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1 & 1/4 & 1/2 \\ 1/7 & 1/7 & 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 & 4 & 1 & 3 \\ 1/8 & 1/8 & 1/7 & 1/7 & 1/7 & 1/7 & 2 & 1/3 & 1 \end{vmatrix}; X_3 = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 3 & 1/7 \\ 1/3 & 1 & 1 & 4 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 \\ 1/7 & 1/4 & 1/4 & 1 \end{vmatrix};$$

$$X_{21} = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/5 & 2 & 1 \end{vmatrix}; X_{22} = \begin{vmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{vmatrix}; X_{23} = \begin{vmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{vmatrix}; X_{24} = \begin{vmatrix} 1 & 5 & 9 \\ 1/5 & 1 & 3 \\ 1/9 & 1/3 & 1 \end{vmatrix}; X_{25} = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 1/3 & 1 & 7 \\ 1/9 & 1/7 & 1 \end{vmatrix};$$

$$X_{26} = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{vmatrix}; X_{27} = \begin{vmatrix} 1 & 4 & 5 & 5 & 3 & 2 \\ 1/4 & 1 & 2 & 2 & 1/2 & 1/3 \\ 1/5 & 1/2 & 1 & 1 & 1/3 & 1/4 \\ 1/5 & 1/2 & 1 & 1 & 1/3 & 1/4 \\ 1/3 & 2 & 3 & 3 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 3 & 4 & 4 & 2 & 1 \end{vmatrix}; X_{28} = \begin{vmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{vmatrix}; X_{34} = \begin{vmatrix} 1 & 4 & 9 \\ 1/4 & 1 & 3 \\ 1/9 & 1/3 & 1 \end{vmatrix}$$

在上述判断矩阵分析的基础上, 分别求出每一个指标因素集的特征向量、最大特征值、一致性指标

$C.I.$ 和一致性比例 $C.R.$ 。计算结果显示：所有的判断矩阵计算出来的 $C.R.$ 值均小于 0.1，因此判断矩阵通过一致性检验。其中，各级指标因素权重的计算结果如表 4 所示。

4.2. 基于 CMM 的创业能力成熟度评价计算

根据上述指标因素的权重计算，为了进一步来计算创业能力成熟度，本文在结合模糊数学评价方法的基础上通过建立一个专家评分模糊认知模型，利用该模型进行的具体计算流程如下：

首先，建立评价等级集，即建立创业成熟度的 4 个评价等级：

$$V = \{V_1, V_2, V_3, V_4\}^T \quad (5)$$

其中， V_1 表示初始级； V_2 表示成长级； V_3 表示规范级； V_4 表示优化级。这里为了方便计算，用数值替代成熟度等级，选取每个成熟度等级对应的取值区间的中位数组成评价集，即 $V = \{35, 75, 85, 95\}^T$ 。其中成熟度等级对应项目评分 L 区间如表 5 所示。

其次，建立单因素评价矩阵，并由若干专家对相应指标进行打分制评价，指标因素集 X 和评价集 V 之间建立用矩阵表示的模糊关系 Z ：

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \cdots & z_{1j} & \cdots & z_{1m} \\ z_{21} & z_{22} & \cdots & z_{2j} & \cdots & z_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{i1} & z_{i2} & \cdots & z_{ij} & \cdots & z_{im} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & z_{n2} & \cdots & z_{nj} & \cdots & z_{nm} \end{pmatrix} \quad (6)$$

Table 4. Table of calculation results of weights

表 4. 权重计算结果表

权重集	λ_{\max}	$C.I.$	$C.R.$
$W = (0.63, 0.31, 0.06)$	3.05	0.03	0.05
$W_1 = (0.18, 0.75, 0.07)$	3.05	0.06	0.02
$W_2 = (0.18, 0.17, 0.12, 0.12, 0.14, 0.12, 0.03, 0.08, 0.04)$	9.67	0.08	0.05
$W_3 = (0., 31, 0.30, 0.10, 0.29)$	3.06	0.03	0.05
$W_{15} = (0.52, 0.21, 0.21, 0.06)$	4.075	0.03	0.028
$W_{21} = (0.64, 0.15, 0.21)$	3.16	0.08	0.075
$W_{22} = (0.67, 0.33)$	2	0.00	0.00
$W_{23} = (0.67, 0.33)$	2	0.00	0.00
$W_{24} = (0.73, 0.20, 0.07)$	3.05	0.02	0.04
$W_{25} = (0.58, 0.37, 0.05)$	3.16	0.08	0.05
$W_{26} = (0.63, 0.31, 0.06)$	3.06	0.03	0.05
$W_{27} = (0.37, 0.10, 0.06, 0.16, 0.25)$	4.074	0.02	0.01
$W_{28} = (0.67, 0.33)$	2	0.00	0.00
$W_{34} = (0.05, 0.46, 0.49)$	3.41	0.21	0.09

Table 5. Maturity level-comprehensive rating scale

表 5. 成熟度级别 - 综合评分表

成熟度级别	初始级	成长级	规范级	优化级
综合评分	$L \leq 69$	$70 \leq L \leq 79$	$80 \leq L \leq 89$	$90 \leq L \leq 100$

其中, $z_{ij} = Z_i(x_i, v_j)$ 表示因素集 x_i 对等级 v_j 的隶属度; Z 为 $m \times n$ 阶矩阵, n 对应每一个二级指标对应的三级指标数, m 为评价等级数, 本文中 m 取值为 4。矩阵的某一行可以表示为 $Z_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{ij}, \dots, z_{im})$, 其代表的含义是: 被评价对象(学生创业能力)相对于评价因素 X_i 所作出的单因素评价, 它是 V 上的模糊子集。

第三, 进行大学生创业能力成熟度等级的综合评价, 求出模糊评价的结果 R ;

$$R = W \circ Z = (w_1, w_2, \dots, w_n) \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1m} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & z_{n2} & \dots & z_{nm} \end{bmatrix} = (r_1, r_2, r_3, r_4) \quad (7)$$

其中, W 代表的是权重集, Z 代表的是模糊关系, 式中 $r_i = \sum_{j=1}^m (w_i \wedge z_{ij})$, R 表示的就是最终结果, 因为本文中设立了 4 个评价等级, $m = 4$, 因此模糊关系 R 包含 4 个向量。可根据评价结果得出评价对象的评价程度, 也就是隶属度。

第四, 为了更客观的比较和增加评价直观性, 按照加权平均原则, 计算出大学生创业能力成熟度等级的综合评分 L (如式 8);

$$L = \frac{1}{4} (r_1, r_2, r_3, r_4) \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} \quad (8)$$

其中, r_1, r_2, r_3, r_4 代表的是模糊评价结果; v_1, v_2, v_3, v_4 代表是评价集中的 4 个中位数; L 表示大学生创业成熟度能力进行单次模糊综合评价所获的分数。且当 $L \leq 69$ 时, 学生的创业能力处于初始级, 学生对创业的概念理解模糊, 不了解市场环境的影响作用, 且综合创业能力较为低下。在此阶段, 学生创业的成功率较低, 可以通过创业课程、创业论坛以及创业实践活动培养创业意识, 激发创业兴趣, 提高创业能力。

当 $70 \leq L \leq 79$ 和 $80 \leq L \leq 89$ 这两个范围时, 学生的创业能力分别处于成长级和规范级, 其中, 处于成长级的创业团队应该不断提高自己的专业能力, 培养自己的社会化能力。处于规范级的创业团队的综合创业能力得到了提高, 对创业资源的整合的思考表现出了系统性、可行性和规范性, 此阶段应该注重其创业思维的培养。

当 $L > 90$ 时, 创业团队的综合创业能力处于优化级。此阶段的创业团队已能够从战略和市场等多方面因素考虑创业项目的发展前景, 有能力整合创业资源。但如果能够创造或者优化出属于自己的商业模式, 则可以更好地降低创业风险, 提高创业的成功率。

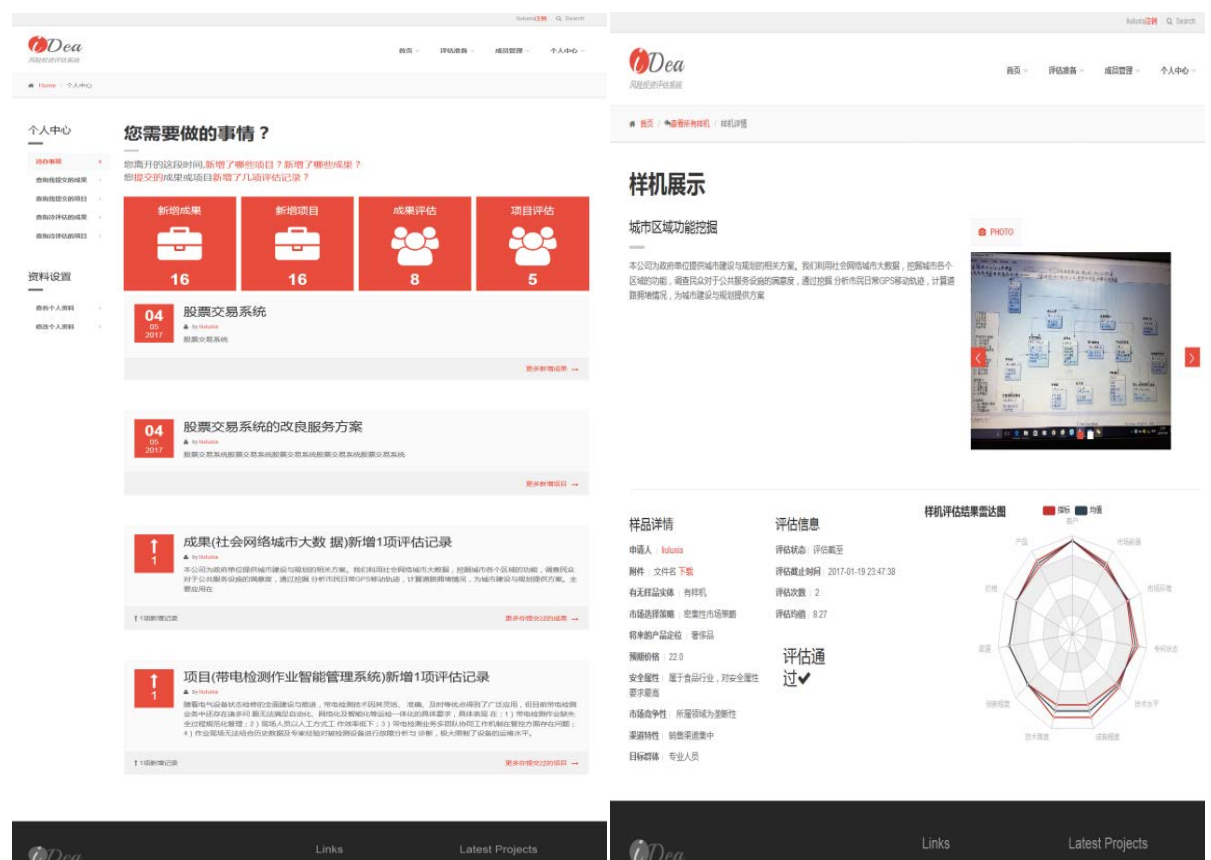
4.3. 基于 AHP 的创业能力成熟度评价结果分析

为了更好地验证上述方法的有效性, 本文采用 2016 年西安交通大学科技园公司举办的创业大赛的项目数据以及专家评估结果来进行随机抽取样本, 共随机抽取十条学生创业项目的方案数据, 根据本文提出的创业成熟度能力模型以及评价体系的评价因素权重, 进行实验分析, 结果表明该方法具有较好的准确性, 其评价结果如表 6 所示。

通过对实验结果的比对分析, 发现本模型下系统的综合评分与专家评分的误差不超过 5 分, 其中, “Coulomb 创业项目” 经本评分模型得出创业成熟度能力等级为优化级, 这与实际结果一致, 目前已得到了科技园的项目投资。因此, 通过真实数据的验证分析证明了本文提出的大学生创业成熟度能力的评估模型具有一定的科学性。

Table 6. Table of experimental results
表 6. 实验结果表

项目名称	团队指标得分	项目指标得分	环境指标得分	系统总分	专家评分	偏差分	成熟度等级
Coulomb 创业项目	26	45	21	92	90	2	优化级
清瞳时代(ClearEye)	22	42	19	83	81	2	规范级
电力设备介电响应绝缘分析仪及检测服务	21	44	20	85	88	-3	规范级
走进社区的“老年大学”	17	36	19	72	76	-4	成长级
ENVY 多维安全短信应用	17	30	15	62	63	-1	初始级
基于电场感应取能的高压带电体无线测温方案	15	30	18	63	67	-4	初始级
家庭健康检测系统	14	28	18	60	65	-5	初始级
基于数据挖掘与负荷预测的储能系统管理	20	41	21	82	79	3	规范级
基于电子车牌与驾驶证一体化技术的智能公路交通服务方案	21	44	22	87	83	4	规范级
基于网络的可视化测试系统设计	17	34	14	65	64	1	初始级



(a) 平台待评估的科技成果列表示意图

(b) 某项目的评估结果展示示意图

Figure 2. Interface diagram of platform implementation effect
图 2. 平台实现效果界面示意图

4.4. 面向创业能力成熟度评价的软件系统平台的建设

本文在上述工作的基础上,进一步研发并实现了一个大学生创业项目成熟度能力的评价平台,该平台结合西安交通大学科技园有限公司在大学生创业评估的实践经验与具体需求,采用 J2EE 架构来实现了一个基于网络开放的大学生创业项目的评估平台,平台的效果如图 2 所示。通过平台优化了传统项目评估的流程与工作复杂程度,解决了实际管理过程中存在的专家时间协同以及由于人为因素导致的评估结果失真的现象,目前已得到了正式的上线试用,降低了管理过程中的复杂度,提高了大学生创业项目评估业务的可扩展性与效率。

5. 总结与展望

本文将 CMM 的概念引入到大学生创业过程中,建立了一套大学生创业成熟度能力的评价模型,并将大学生创业能力成熟度也分为 4 个等级:初始级、成长级、规范级以及优化级。随后建立了一套完整的大学生创业能力成熟度评价的指标体系,并且为了量化涉及到的评价因素,本文引入了 AHP 方法来计算评价因素的权重值,并利用基于模糊认知模型建立了一个专家评分模型,为计算创业项目的成熟度等级和综合评分奠定了基础,在利用实际数据进行实验证明的基础上,本文进一步设计并开发了一个相应的软件平台,为大学生的创业成熟度能力评估方法的应用提供了有效的平台支撑。

致 谢

本文得到了教育部“云数融合科教创新”基金项目(2017B00030),中央高校基本科研业务费(ZDYF2017006),陕西省科技厅协同创新项目(2015XT-21)以及陕西省软科学重点项目(2013KRZ10)的联合支持,一并表示衷心感谢。

参考文献 (References)

- [1] 王巍. 大学生创业模式研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2004.
- [2] 刘军. 我国大学生创业政策体系研究[D]: [博士学位论文]. 济南: 山东大学, 2015.
- [3] 陈怡. 我国商业银行全面风险管理能力成熟度模型的构建与应用[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2014.
- [4] 聂彤彤, 韩作生. 基于贝叶斯网络的应急物流能力成熟度模型及应用研究[J]. 技术与创新管理, 2011, 32(4): 363-368.
- [5] 孙艳玲, 张伟. 大学生创业能力成熟度评价研究[J]. 科技视界, 2014(13): 6-36.
- [6] Menzies, T.V. and Paradi, J.C. (2003) Entrepreneurship Education and Engineering Students—Career Path and Business Performance. *International Journal of Entrepreneurship & Innovation*, 4, 121-132. <https://doi.org/10.5367/000000003101299474>
- [7] 陆晓峰. 大学生创业项目的选择[D]: [硕士学位论文]. 上海: 复旦大学, 2010.
- [8] 刘超. 我国创业投资项目评估体系的构想[D]: [硕士学位论文]. 大连: 东北财经大学, 2001.
- [9] Xiao, L. and Fan, M. (2012) Does Social Network Always Promote Entrepreneurial Intentions? Part I: Theoretical Model. *International Conference on Neural Information Processing*, Springer Berlin Heidelberg, 1-7. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34475-6_1
- [10] 段利民, 杜跃平. 创业环境对大学生创业意愿的影响: 兼对 GEM 模型的再检验[J]. 技术经济, 2012, 31(10): 64-70.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2161-8801，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：csa@hanspub.org