

Credit Evaluation of Engineering Supervision Enterprises Based on Interval Intuitionistic Fuzzy Theory

Xiangqi Wu, Shixuan Zhang

School of Mathematics and Statistics, Changsha University of Science and Technology, Changsha Hunan
Email: wuxiangqiqi@163.com, 424488812@qq.com

Received: Mar. 26th, 2020; accepted: Apr. 8th, 2020; published: Apr. 15th, 2020

Abstract

In this paper, the interval intuitionistic fuzzy method is used to establish a fuzzy comprehensive evaluation model to evaluate the reputation of supervision enterprises in a systematic and comprehensive way. It fully reflects the discourse power of all stakeholders in the evaluation system, and effectively evades the bias caused by subjective preferences of the single subject of the evaluation subject.

Keywords

Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Sets, Similarity Value, Credit Evaluation

基于区间直觉模糊集的监理企业信用评价研究

吴湘棋, 张诗璇

长沙理工大学数学与统计学院, 湖南 长沙
Email: wuxiangqiqi@163.com, 424488812@qq.com

收稿日期: 2020年3月26日; 录用日期: 2020年4月8日; 发布日期: 2020年4月15日

摘要

本文利用区间直觉模糊集方法建立模糊综合评估模型,对监理企业的信誉进行较为系统全面地科学评价。充分体现各利益关联者在评价体系中的话语权,又有效的规避了评价主体单一对象因主观偏好所导致的偏差。

关键词

区间直觉模糊集, 相似值, 信用评价

Copyright © 2020 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. 引言

工程监理方在工作中付出的努力会直接影响业主的收益, 是公路工程建设核心的参与者, 其信用水平是公路工程项目保质保量顺利完工的核心因素之一。因此, 如何全面科学地评价公路工程监理企业的信用水平已成为国内外专家学者研究的热点课题。

随着统计学研究领域的迅速发展, 信用评价工作逐渐将注重定性分析方法转变为定性分析与定量分析相结合的方法, 信用评价方法的研究也在原先基础上引入了多种先进的数学模型和分析方法, 例如: 单(多)变量分析法、logistics 回归分析法、多元线性判别分析法、递归分类树等[1]。最早将经济数学模型引入信用评价工作中的学者是 Lazear [2]等结合博弈方法来研究企业信誉。Bennell [3]等应用神经网络与 Probit 回归模型两种方法来进行信用评价。杨冠杰[4]运用层次分析法对企业的信用行为进行评价与分析。周林阳[5]构建监理企业信用评价体系, 并进行信用水平评级。肖博[6]探究了工程监理信用状况综合评价问题。上述方法用于解决企业信用评价问题曾发挥重要作用, 然而其存在的不足也越来越引起人们的普遍关注, 其中主要表现在两个方面: 首先评价主体的单一性, 即只考虑业主或施工方, 仅从单一方面的认知对工程监理企业进行信用评价。由于工作环境的复杂性、多变性以及参与者的主观偏好等特殊因素, 因此可能会导致评价结果不够精准; 其次是评价时间上的滞后性, 评价指标信息主要依据是监理企业过去的历史资料进行评估, 由于当今市场的变化迅速, 过去信息并不能完整的反应当前企业信用现状。本文将从业主、承包商和监理单位等主要工程参与者的角度出发, 以消除主观性造成的评价结果偏差为目的, 以实时数据信息为主要依据, 将所有利益关联者对监理企业信用指标的不同偏好纳入考虑因素, 利用区间直觉模糊集来建立模糊综合评估模型, 从而得出全面、科学的监理企业信用评价结论。

2. 基于区间直觉模糊集的公路工程监理信用评价方法

2.1. 指标体系的确定

一套全面有效的信用评价指标体系, 不仅能有效提高信用评价结论的精确度, 还能充分体现评价的公正、科学和全面的原则。本文将“信用”定义为是企业对于道德、经济与法律法规这三个范畴的综合表现。根据监理企业信用的内涵以及工作性质, 依据相关理论及前人对工程监理企业信用行为进行评价时所采用的规范及评价体系中各指标的权重, 采用: 当前企业素质、信用记录、当前履约信用、信用环境作为工程监理企业信用评价的指标体系。其中当前企业素质包括: 企业资质与工程业绩、现有员工素养、员工认同感、制度与执行水平等; 信用记录包括: 银行信用、员工工资记录、奖罚记录、纳税记录、工商记录、司法记录、劳动保障记录等; 当前履约信用包括: 资质申请材料真伪、挂靠或允许他人挂靠投标、超越资质许可范围承揽业务、行贿、围标、串标、近期投标文件内容真实合理性、缔约过失行为、近期落标行为、签订黑白合同、在期工程中人员及设备到位率、在期工程规划与实施细则、违法转包分包、工程进度拖延、工程质量问题、工程成本增加、工程安全问题、材料等物质设施验核、工程竣工

验收工作、资料管理、工程停工复工管理、工程变更管理、工程索赔管理等; 信用环境包括: 争议调解机制、区域经济水平、诚信制度环境、诚信文化环境、政府信用水平、征信体系建设水平等。

2.2. 区间直觉模糊集决策模型

关于模糊集及区间直觉模糊集的基本概念及理论请参见文献[7], 在此本节仅复述后面将使用的某些概念与方法。设 X 是一个非空经典集合, X 的区间直觉模糊集(IVIFS), 记为 $IVIFS(X)$ 。

定义 1 [8] 设 $A = \left\{ \left\langle x, [\mu_{AL}(x), \mu_{AU}(x)], [v_{AL}(x), v_{AU}(x)] \right\rangle : x \in X \right\}$, 则其信息直觉度为:

$$E_{IVIFS}(A) = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_{AL}^2(x_i) + \mu_{AU}^2(x_i) + v_{AL}^2(x_i) + v_{AU}^2(x_i) + \pi_{AL}^2(x_i) + \pi_{AU}^2(x_i)}{2}$$

信息直觉度满足: $E_{IVIFS}(A) \leq n$, $A \in IVIFS(X)$ 。

定义 2 [8] 设

$$A = \left\{ \left\langle x, [\mu_{AL}(x), \mu_{AU}(x)], [v_{AL}(x), v_{AU}(x)] \right\rangle : x \in X \right\}$$

$$B = \left\{ \left\langle x, [\mu_{BL}(x), \mu_{BU}(x)], [v_{BL}(x), v_{BU}(x)] \right\rangle : x \in X \right\}$$

是上的区间直觉模糊集, 则 A 与 B 之间的相关关系定义为:

$$C_{IVIFS}(A, B) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left[\mu_{AL}(x_i) \mu_{BL}(x_i) + \mu_{AU}(x_i) \mu_{BU}(x_i) + v_{AL}(x_i) v_{BL}(x_i) + v_{AU}(x_i) v_{BU}(x_i) + \pi_{AL}(x_i) \pi_{BL}(x_i) + \pi_{AU}(x_i) \pi_{BU}(x_i) \right]$$

A 与 B 的相关系数为:

$$K_{IVIFS}(A, B) = \frac{C_{IVIFS}(A, B)}{\sqrt{E_{IVIFS}(A) \cdot E_{IVIFS}(B)}}$$

A 与 B 的相关系数满足:

- 1) $0 \leq K_{IVIFS}(A, B) \leq 1$;
- 2) $A = B \Leftrightarrow K_{IVIFS}(A, B) = 1$ 。

定义 3 [9] 设 $\tilde{a}_1 = \langle [a_1, b_1], [c_1, d_1] \rangle$ 和 $\tilde{a}_2 = \langle [a_2, b_2], [c_2, d_2] \rangle$ 为区间直觉模糊数, 则 \tilde{a}_1 与 \tilde{a}_2 之间的距离定义为:

$$d(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2) = \frac{1}{4} (|a_1 - a_2| + |b_1 - b_2| + |c_1 - c_2| + |d_1 - d_2|)$$

定义 4 [9] 设 θ 为区间直觉模糊矩阵, 则 P_1 与 P_2 的相似性度量值定义为:

$$sm(R_1, R_2) = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d(\tilde{r}_{ij}^{(1)}, (\tilde{r}_{ij}^{(2)})^e)}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(d(\tilde{r}_{ij}^{(1)}, \tilde{r}_{ij}^{(1)}) + d(\tilde{r}_{ij}^{(1)}, (\tilde{r}_{ij}^{(2)})^e) \right)}$$

工程监理企业信用评价是一个具有多重属性多层次的综合评估问题。由此该问题可转化为如下数学问题:

现用区间直觉模糊集来给定工程监理企业的特征信息, 令 $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ 表示工程监理企业的 n 个

信用评价指标集(也称为属性集)。指标属性的权重向量表示为 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$, 各分量满足 $\omega_k > 0 (k=1, 2, \dots, n)$, $\sum_{k=1}^n \omega_k = 1$; 而业主、施工企业、工程监理企业等各个利益相关对象构成的集合记为 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$, 第 k 位利益相关者 $e_k (k=1, 2, \dots, m)$ 的权重向量表示为 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$, 各分量满足 $\lambda_k > 0 (k=1, 2, \dots, m)$, $\sum_{k=1}^m \lambda_k = 1$ 。假设第 k 位相关利益者 $e_k (k=1, 2, \dots, m)$, 那对于工程监理企业在信用指标集 Z 上的评价矩阵为

$$P = \begin{pmatrix} \tilde{r}_{11} & \tilde{r}_{12} & \cdots & \tilde{r}_{1n} \\ \tilde{r}_{21} & \tilde{r}_{22} & \cdots & \tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{r}_{m1} & \tilde{r}_{m2} & \cdots & \tilde{r}_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

其中 $r_{ij} = ([a_{ij}, b_{ij}], [c_{ij}, d_{ij}]) (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$ 为对应的区间直觉模糊数。

接下来我们给出基于区间直觉模糊集的评价模型:

定义 5 [10] 假设所有区间直觉模糊数所构成的集合为 Θ , \tilde{r}_{ij} 为 Θ 上的直觉模糊数, 定义区间直觉模糊混合几何算子 IIFHG 如下:

$$\begin{aligned} r_{ij} &= IIFHG_{\omega} (r_{ij}^{(1)}, r_{ij}^{(2)}, \dots, r_{ij}^{(n)}) = r_{ij}^{\omega_1} \otimes r_{ij}^{\omega_2} \otimes \cdots \otimes r_{ij}^{\omega_n} \\ &= \left(\left[\prod_{k=1}^n a_{ik}^{\omega_k}, \prod_{k=1}^n b_{ik}^{\omega_k} \right], \left[1 - \prod_{k=1}^n (1 - c_{ik})^{\omega_k}, 1 - \prod_{k=1}^n (1 - d_{ik})^{\omega_k} \right] \right) \end{aligned} \quad (2)$$

其中 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ 是与 $r_{ij} (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$ 的指数加权向量。

定义 6 [8] 假设所有区间直觉模糊数所构成的集合为 Θ , \tilde{r}_{ij} 为 Θ 上的直觉模糊数, 定义区间直觉模糊加权平均算子 IIFWA: $\Theta^n \rightarrow \Theta$ 。定义如下:

$$\begin{aligned} r_i &= IIFWA_{\omega} (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}) = \omega_1 r_{i1} \otimes \omega_2 r_{i2} \otimes \cdots \otimes \omega_n r_{in} \\ &= \left(\left[1 - \prod_{k=1}^n (1 - a_{ik})^{\omega_k}, 1 - \prod_{k=1}^n (1 - b_{ik})^{\omega_k} \right], \left[\prod_{k=1}^n c_{ik}^{\omega_k}, \prod_{k=1}^n d_{ik}^{\omega_k} \right] \right), i=1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (3)$$

第 i 名利益相关者的评价数据信息归结后的工程监理企业的区间直觉模糊数记为:

$$r_i = ([a_i, b_i], [c_i, d_i]) \quad (4)$$

综合 m 位利益相关者的评价数据信息归结后的工程监理的区间直觉模糊数记为:

$$r = ([a, b], [c, d])$$

其中取区间直觉模糊加权平均模糊数定义为:

$$\begin{aligned} r &= IIFHG_{\lambda} (r_1, r_2, \dots, r_m) = r_1^{\lambda_1} \otimes r_2^{\lambda_2} \otimes \cdots \otimes r_m^{\lambda_m} \\ &= \left(\left[\prod_{k=1}^m a_k^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^m b_k^{\lambda_k} \right], \left[1 - \prod_{k=1}^m (1 - c_k)^{\lambda_k}, 1 - \prod_{k=1}^m (1 - d_k)^{\lambda_k} \right] \right) \end{aligned} \quad (5)$$

或取区间直觉模糊加权混合几何模糊数定义为:

$$\begin{aligned} r &= IIFHG (r_1, r_2, L, r_m) = \lambda_1 r_1 \otimes \lambda_2 r_2 \otimes L \otimes \lambda_m r_m \\ &= \left(\left[1 - \prod_{k=1}^m (1 - a_k)^{\lambda_k}, 1 - \prod_{k=1}^m (1 - b_k)^{\lambda_k} \right], \left[\prod_{k=1}^m c_k^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^m d_k^{\lambda_k} \right] \right) \end{aligned} \quad (6)$$

根据人们的一般观点, 我们认为最理想信用度的工程监理企业的区间直觉模糊数应该是为 $r^* = ([1,1],[0,0])$, 由定义 1 可知 r 与 r^* 的信息直觉度, 分别为:

$$E_{IVIFS}(r) = \frac{1}{2} \left(a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + (1-a-c)^2 + (1-b-d)^2 \right) \tag{7}$$

$$E_{IVIFS}(r^*) = 1 \tag{8}$$

根据定义 2 可计算两个区间直觉模糊数 r 和 r^* 之间的相关系数, 计算公式为:

$$C_{IVIFS}(r^*, r) = \frac{1}{2}(a+b), \tag{9}$$

$$K_{IVIFS}(r^*, r) = \frac{C_{IVIFS}(r^*, r)}{\sqrt{E_{IVIFS}(r^*) \cdot E_{IVIFS}(r)}}, \tag{10}$$

区间直觉模糊数 r 和 r^* 之间的相关系数表示工程监理企业的信用状况与最理想状况的接近程度, 相关系数越大, 表明该企业越接近于最理想的工程监理信用状态。

令 $R_{m \times n}$ 是信息归结后的综合评价矩阵, 将工程监理企业信用水平最佳评价矩阵设定为 $P^* = (r_{ij}^*)_{m \times n} = \left\langle [a_{ij}^*, b_{ij}^*], [c_{ij}^*, d_{ij}^*] \right\rangle_{m \times n}$, 其中 $r_{ij}^* = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m r_{ij}^k$, 根据公式(3)和定义 4 可以计算得出每个利益相关者的权重:

$$\lambda_k = \frac{sm(P, P^*)}{\sum_{k=1}^m sm(P, P^*)} \tag{11}$$

2.3. 工程监理企业信用属性的权重

基于公路工程监理信用的多重属性特点, 由于评判者所处位置和个人主观偏好的不同, 每一个属性在进行信用评价时的重要程度都有所不同。因此, 在工程监理信用评价模型中, 每一个属性在评价体系中的权重极其重要。

目前, 对于公路工程监理企业的信用属性权重问题的研究已有许多学术成果, 例如三分法、OWA 算子赋权方法、待定系数方法、模糊统计方法以及专家打分方法等等。本文在参考文献[7]的研究结论的基础上, 利用专家打分法并采用网络分析法(ANP)对各个属性进行赋权, 结果见表 1。

Table 1. The weight vector of property

表 1. 属性的权重向量

影响信用属性	企业素质	诚信记录	履约诚信	诚信环境
权重向量	0.1658	0.1658	0.6295	0.0389

2.4. 工程监理企业信用评价方法

步骤 1: 确定评价属性权重, 并获得区间直角模糊评价矩阵 P 。然后利用 $IIFHG$ 算子:

$$r_i = IIFHG_{\omega}(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$$

或 $IIFWA$ 算子:

$$r_i = IIFWA_{\omega}(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$$

来集成全部属于评价矩阵 P 中的第 i 行的各属性 $r_{ij} (j=1,2,\dots,n)$ 的特征信息, 其中 $\omega=(\omega_1,\omega_2,\dots,\omega_n)$ 为指标属性的权重向量, 且 $\omega_k > 0(k=1,2,\dots,n)$, $\sum_{k=1}^n \omega_k = 1$ 。于是获得第 i 位利益相关者对工程监理企业的区间直觉模糊评价值 r_i 或 $r_i^* (i=1,2,\dots,m)$ 。

步骤 2: 确定各利益相关者的权重, 然后利用 IIFHG 算子:

$$r = IIFHG_{\lambda}(r_1, r_2, \dots, r_m)$$

或 IIFWA 算子:

$$r = IIFWA_{\lambda}(r_1, r_2, \dots, r_m)$$

来集成全部利益相关者对评价对象的特征信息, 其中 $\lambda=(\lambda_1,\lambda_2,\dots,\lambda_m)$ 为利益相关者的权重向量, 且 $\lambda_k > 0(k=1,2,\dots,m)$, $\sum_{k=1}^m \lambda_k = 1$ 。于是获得利益相关者对工程监理企业的综合区间直觉模糊评价值 r 或 r^* 。

步骤 3: 计算待评工程监理企业综合评价结果 r 和 r^* 的相关系数, 据此对工程监理的信用度进行评定。

2.5. 实例分析

选择两家待评价工程监理企业, 用集合表示为 $C = \{c_1, c_2\}$, 对工程监理企业进行信用评价的评价主体为业主代表、工程施工企业及监理工程师构成的集合:

$$E = \{e_1, e_2, e_3\}$$

评价属性指标选取为当前企业素质、信用记录、当前履约信用、信用环境, 用属性集表示为:

$$Z = \{z_1, z_2, z_3, z_4\}$$

工程监理企业 $c_j (j=1,2)$ 在信用评价指标集 Z 上的区间直觉模糊评价矩阵 $P^k (k=1,2)$, 如下表 2、表 3 所示:

Table 2. The interval intuitionistic fuzzy evaluation matrix of the evaluation subject to c_1

表 2. 评价主体对 c_1 的区间直觉模糊评价矩阵 $P^{(1)}$

	z_1	z_2	z_3	z_4
e_1	$\langle [0.5, 0.7], [0.1, 0.3] \rangle$	$\langle [0.5, 0.6], [0.2, 0.3] \rangle$	$\langle [0.2, 0.4], [0.5, 0.6] \rangle$	$\langle [0.2, 0.3], [0.4, 0.6] \rangle$
e_2	$\langle [0.2, 0.4], [0.4, 0.5] \rangle$	$\langle [0.4, 0.6], [0.2, 0.4] \rangle$	$\langle [0.5, 0.6], [0.2, 0.4] \rangle$	$\langle [0.2, 0.3], [0.5, 0.6] \rangle$
e_3	$\langle [0.3, 0.5], [0.4, 0.5] \rangle$	$\langle [0.5, 0.7], [0.1, 0.3] \rangle$	$\langle [0.2, 0.3], [0.4, 0.6] \rangle$	$\langle [0.2, 0.4], [0.5, 0.6] \rangle$

Table 3. The interval intuitionistic fuzzy evaluation matrix of the evaluation subject to c_2

表 3. 评价主体对 c_2 的区间直觉模糊评价矩阵 $P^{(2)}$

	z_1	z_2	z_3	z_4
e_1	$\langle [0.6, 0.7], [0.2, 0.3] \rangle$	$\langle [0.4, 0.6], [0.3, 0.4] \rangle$	$\langle [0.3, 0.5], [0.4, 0.5] \rangle$	$\langle [0.3, 0.4], [0.4, 0.5] \rangle$
e_2	$\langle [0.3, 0.5], [0.3, 0.4] \rangle$	$\langle [0.6, 0.7], [0.2, 0.3] \rangle$	$\langle [0.1, 0.2], [0.2, 0.3] \rangle$	$\langle [0.1, 0.3], [0.5, 0.6] \rangle$
e_3	$\langle [0.6, 0.7], [0.1, 0.2] \rangle$	$\langle [0.5, 0.7], [0.1, 0.3] \rangle$	$\langle [0.3, 0.4], [0.5, 0.6] \rangle$	$\langle [0.2, 0.3], [0.5, 0.7] \rangle$

步骤 1: 结合表 1 中计算出的评价属性权重与公式(3) IIFWA 算子, 针对第一家待评价工程监理企业, 计算第一位利益相关者的评价数据区间模糊直觉数, 并利用 IIFWA 算子, 计算得出第 1~3 名利益相关者的模糊评价价值:

$$r_{11} = ([0.6845, 0.5790], [0.3261, 0.4768])$$

$$r_{12} = ([0.5674, 0.4372], [0.2325, 0.4217])$$

$$r_{13} = ([0.7238, 0.5718], [0.3206, 0.5189])$$

对于第二家待评价企业而言, 可以同样通过区间模糊加权平均算子, 计算得到所有利益相关者的综合直觉模糊评价价值:

$$r_{21} = ([0.6219, 0.4459], [0.3400, 0.4427])$$

$$r_{22} = ([0.7547, 0.6257], [0.2217, 0.3233])$$

$$r_{23} = ([0.6065, 0.4797], [0.1647, 0.4485])$$

步骤 2: 通过步骤 1, 综合 3 位利益相关者的评价数据进行信息归结, 可以得到综合评价矩阵 P , 见表 4。

Table 4. Comprehensive evaluation matrix P

表 4. 综合评价矩阵 P

	c_1	c_2
e_1	$\langle [0.6845, 0.5790], [0.3261, 0.4768] \rangle$	$\langle [0.6219, 0.4459], [0.3400, 0.4427] \rangle$
e_2	$\langle [0.5674, 0.4372], [0.2325, 0.4217] \rangle$	$\langle [0.7547, 0.6257], [0.2217, 0.3233] \rangle$
e_3	$\langle [0.7238, 0.5718], [0.3206, 0.5189] \rangle$	$\langle [0.6065, 0.4797], [0.1647, 0.4485] \rangle$

通过参考文献[11]中研究结论, 通过公式(11)获得所有利益相关者的权重向量 $\lambda_k (k = 1, 2, 3)$, 具体数值见下表 5。

Table 5. The weight calculation table of each stakeholder

表 5. 各个利益相关者的权重计算表

	$sm(P, P')$	λ_k	Ranking
e_1	0.8746	0.36	1
e_2	0.8643	0.35	2
e_3	0.6862	0.29	3

通过公式(6), 使用区间直觉加权混合几何模糊算子(IIFWA)二次加权后, 计算得出两家待评价监理企业的模糊评价价值 $r_k (k = 1, 2, 3)$:

$$r_1 = ([0.3390, 0.4683], [0.2883, 0.4681])$$

$$r_2 = ([0.3288, 0.4743], [0.2372, 0.3981])$$

步骤 3: 根据公式(7)~(10)计算 r_k 和 r^* 的信息直觉度及其相关系数:

$$\begin{aligned} E_{IVIFS}(r_1) &= 0.3897, & E_{IVIFS}(r_2) &= 0.3762 \\ C_{IVIFS}(r^*, r_1) &= 0.4037, & C_{IVIFS}(r^*, r_2) &= 0.4016 \\ K_{IVIFS}(r^*, r_1) &= 0.6466, & K_{IVIFS}(r^*, r_2) &= 0.6547 \end{aligned}$$

则两家监理企业的信用评价排序结果为: $c_2 > c_1$ 。为了验证本章建立信用评价模型的适用性, 本章决定采用文章[12]中提出的模糊交叉熵评价方法再度对目标企业进行信用评价, 并将其评价结果与本章结论进行比较。模糊交叉熵方法下得出的评价结果为 $c_2 > c_1$, 和本章的评价结果一致。通过与文献[11]和[12]评价方法进行对比发现, 虽然都以模糊集为基础来评价企业信用状况, 且最终评价结果也相同, 但本章针对评价指标与利益相关者的权重都是通过线性规划模型求解进行配置, 待评价主体的综合模糊评价价值是通过二次加权得到的, 而文章[11]在计算评价价值时, 仅仅只进行了一次加权计算, 文章[12]中的权重配置值是由收集利益相关者们个人意见得出的, 受个人偏好影响大, 所以本章得出的评价结论更具有说服力和准确性。

3. 结束语

以往学者对于工程监理企业信用评价往往只从单一主体的角度进行考虑, 大部分都是选择项目业主或者是工程施工企业, 这样一来, 单一主体的主观性容易导致评价结果准确性下降。为了解决这个问题, 本文立足于项目建设中所涉及利益相关者角度, 运用区间直觉模糊集构建模糊综合评价模型, 用于进行工程监理企业的信用水平评价工作, 这个模型相较于以往常用的信用评价方法, 突出的优势点一方面在于建模过程中将各个信用指标间的区别度纳入考虑, 并进行了全面反映。另一方面, 模型综合考量利益相关者们对于评价指标的个人喜好程度, 在建模过程中有效规避了由个人偏好可能产生的误差。最后通过算例分析表明该方法的有效性和合理性。

参考文献

- [1] Jensen, H.L. (1992) Using Neural Networks for Credit Scoring. *Managerial Finance*, **18**, 15-26. <https://doi.org/10.1108/eb013696>
- [2] Lazear, E.P. (1981) Why Is There Mandatory Retirement? *Journal of Human Resources*, **19**, 512-531.
- [3] Bennell, J.A., Crabbe, D., Thomas, S., et al. (2006) Modelling Sovereign Credit Ratings: Neural Networks versus Ordered Probit. *Expert Systems with Applications*, **30**, 415-425. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.10.002>
- [4] 杨冠杰. 济南市建设监理企业诚信体系构建研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东建筑大学, 2016.
- [5] 周林阳. 开展监理企业信用评级规范监理市场的探讨[J]. *建设监理*, 2002(5): 56-57.
- [6] 肖博. 项目监理机构信用行为综合评价研究[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2014.
- [7] 郑磊, 李茜, 赵伟光. 建设工程监理企业诚信评价研究[J]. *工程管理学报*, 2014(4): 148-152.
- [8] Bustince, H. and Burillo, P. (1995) Correlation of Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, **74**, 237-244. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(94\)00343-6](https://doi.org/10.1016/0165-0114(94)00343-6)
- [9] Xu, Z.S. (2010) A Deviation-Based Approach to Intuitionistic Fuzzy Multiple Attribute Group Decision Making. *Group Decision and Negotiation*, **19**, 57-76. <https://doi.org/10.1007/s10726-009-9164-z>
- [10] Wei, G.W. and Wang, X.R. (2007) Some Geometric Aggregation Operators Based on Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Sets and Their Application to Group Decision Making. *International Conference on Computational Intelligence & Security*, Harbin, China, 15-19 December 2007, 495-499. <https://doi.org/10.1109/CIS.2007.84>
- [11] 赵丽丽, 王雪青, 陈超. 区间直觉模糊信息下的监理工程师信用评价[J]. *运筹与管理*, 2018, 27(1): 125-131.
- [12] 赵萌, 任嵘嵘, 李刚. 区间直觉模糊集的模糊熵群决策方法[J]. *运筹与管理*, 2013, 22(5): 121-125.