

Research Article

新型冠状病毒肺炎风险分析与危机管理研究应用

Risk Analysis and Crisis Management of Novel Coronavirus COVID-19[☆]Weixi Xu^{*}, Xuanhua Xu

Central South University, Changsha, Hunan, China

ARTICLE INFO

Article History

Received 9 March 2020

Accepted 25 March 2020

Keywords

Complementary judgment matrix
big data decision-making
maximum likelihood estimation
infectious disease risk

ABSTRACT

After the outbreak of new coronavirus pneumonia, all regions have responded to take measures. Emergency decision-making plays an important role, directly related to the safety of the people, and more deeply will affect the future of the country. In this paper, we try to use the wisdom of large groups which are distributed in the social network to deal with the relevant indicators of the group big data decision-making model under the maximum likelihood estimation of the complementary judgment matrix, to establish the epidemic risk assessment system of infectious diseases, and to realize the group decision-making and risk analysis based on the big data.

关键词

互补判断矩阵
大数据决策
极大似然估计
传染病风险

摘要

新型冠状病毒肺炎爆发后，各地纷纷响应采取措施。应急决策的制定举足轻重，直接关系到人民的安全，更深层次会影响着国家的前途。本文试图利用汇聚分布在社会网络中的超大群体的智慧，通过建立互补判断矩阵的极大似然估计下对群体大数据决策模型进行相关指标处理，建立传染病疫情风险评估体系，实现基于大数据的群体决策与风险分析。

© 2020 The Authors. Published by Atlantis Press SARL.

This is an open access article distributed under the CC BY-NC 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

0. 引言

传染疫情的发生具有随机性、快速扩散性、衍生性等特征，事件应急是一个多阶段交互过程、面临巨大的不确定性和风险，应该充分利用汇聚分布在社会网络中的超大群体的智慧要有效应对和化解，他们的行为大数据中蕴藏着丰富的高价值知识，挖掘出来形成群智知识，通过一种超大群体智能协作机制加以利用，以大幅提高事件应急的科学性和有效性。

突发疫情事件的爆发，会引起社会的广泛关注新闻媒体的大量报道会引起群众们在微博等网络平台上纷纷发表自己的评论，此即是超大群体智慧的体现，可以将之与专家给出意见进行整合和从而实现大数据决策的实现。

^{*}Corresponding author. Email: 8102191226@csu.edu.cn[☆]项目来源：国家自然科学基金项目（71671189）；国家自然科学基金重点项目（71790615, 71431006）；中南大学研究生自主探索创新项目（502221705）。作者简介：徐未希（2000-）本科生，从事大数据决策理论与方法、信息系统与决策支持系统、应急管理与决策、风险分析与管理等研究。

本文意在构建群体应急决策模型，多从经典的决策方法出发，加以优化改善以满足应急决策的对大数据时代下群众数据的利用。建立基于互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策模型，以保证决策质量。

在国外，Xu和Ren[1]根据负指数函数的前景理论将犹豫模糊决策矩阵转化为犹豫模糊前景决策矩阵，并结合热力学中的能量和熵来考虑决策值的数量和质量，提出了一种能够全面反映应急决策过程的应急决策处理方法。Xu等[2]针对重大突发事件中公众对大群体应急决策属性缺乏关注的问题，提出了一种对公共属性偏好进行数据挖掘的大群体应急风险决策方法。Li和Sun等[3]利用物联网强大的数据采集和处理系统，构建了应急响应系统，将突发事件的群体决策问题转化为多属性群体决策问题，实现共识最大化，有助于提高市政府或政府应对紧急和严重事件的能力。Xu等[4]针对具有未知阶段权重的多阶段大群体应急决策问题和以区间数表示的偏好信息，测度区间数相似性将每个阶段的偏好信息进行聚类，导出相对熵优化模型来计算聚合和阶段权重以综合方案排名。

Wang等[5]针对人类在决策过程中面对风险和不确定性下的心理行为往往被忽略的问题,提出了一种考虑专家在决策过程中的心理行为的应急群决策方法,并与其他相关方法进行了比较,说明了专家心理行为在应急群决策中的重要性。Zhang和Wang等[6]建立了两个模型分别确定准则权重和专家权重,将个人知识聚合成集体知识,以此新的决策支持方法来生成决策知识。Angel和Jayaparvathy[7]利用随机petri网建立了火灾疏散应急事故的分析模型,考虑了人为行为和现实约束,结合实际数据做出应急决策。

而传染病疫情的发生,本文将在构筑模型之后进一步考虑传染病发生后人们的心理特点及行为,建立传染病疫情社会风险评估指标体系。该体系将从社会经济,心理因素与社会稳定三个大方面进行综合评估,同样利用前面建立的互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策模型对专家和公众给予每项的评分进行数据处理,从而得出各项指标的具体判断数值。从而,传染病疫情风险评估指标体系正式建立。

1. 方法原理

1.1. 互补判断矩阵: 在多属性决策中, 设 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 为方案集, 且记 $N = \{1, 2, \dots, n\}$. 考虑专家对决策方案进行两两比较, 并作出判断.

(1) 若专家按互反型标度[8]进行赋值, 给出互反判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 它具有如下性质: $a_{ij} > 0, a_{ji} = 1/a_{ij}, a_{ii} = 1, i, j \in N$. 若 $a_{ij} = a_{ik}a_{kj}, i, j, k \in N$, 则称 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 是完全一致性互反判断矩阵. (2) 若专家按互补型标度[8]进行赋值, 给出互补判断矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$, 它具有如下性质: $b_{ij} > 0, b_{ij} + b_{ji} = 1, b_{ii} = 0.5, i, j \in N$. 若 $b_{ik}b_{kj} = b_{ki}b_{jk}b_{ij}, i, j, k \in N$, 则称 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 是完全一致性互补判断矩阵. 由互反判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 通过转换公式[8] $b_{ij} = a_{ij}/(a_{ij} + 1), i, j \in N$, 得倒互补判断矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$. 并且由互补判断矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 通过转换公式[8] $a_{ij} = b_{ij}/(1 - b_{ij}), i, j \in N$, 也可得互反判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$.

易证下列定理成立.

定理 1.1 设 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 是互反判断矩阵, 则通过转换公式 $b_{ij} = 1/(1 + a_{ij}), i, j \in N$ (1) 可得互补判断矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$.

定理 1.2 设 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 是互补判断矩阵, 则通过转换公式 $a_{ij} = b_{ij}/b_{ji}, i, j \in N$ (2) 可得互反判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$.

定理 1.3 若 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 是完全一致性互反判断矩阵, 则通过 (1) 式转换而得到的判断矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 是完全一致性互补判断矩阵.

定理 1.4 若 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 是完全一致性互补判断矩阵, 则通过 (2) 式转换而得到的判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 是完全一致性互反判断矩阵.

定义 1.1 设 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 是互补判断矩阵, 称 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 为 B 的转换矩阵, 其中 $a_{ij} = b_{ij}/b_{ji}, i, j \in N$.

由于完全一致性互补判断矩阵 B 的转换矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 为完全一致性互反矩阵, 其中 $a_{ij} = v_i/v_j, i, j \in N$,

则特征根方程转化为:

$$Av = nv \tag{1}$$

然而, 由于客观事物的复杂性及决策者知识水平的影响, 在实际决策时决策者所做出的判断往往是非一致性的, 故 (1) 式一般也是不成立的.

因此, 我们可以用下列特征值问题来近似取代 (1) 式:

$$Av = \lambda \max v \tag{2}$$

式中, λ_{\max} 为互反判断矩阵 A 的最大特征值, v 为 A 的最大特征值所对应的特征向量, 归一化后就是 A 的排序向量, 显然, 它也是互补判断矩阵 B 的排序向量. 我们称由此导出的互补判断矩阵 B 排序向量的方法为互补判断矩阵排序的特征向量法, 简记为 CEM. 易知下列结论成立.

定理 1.5 设互补判断矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}, v = (v_1, v_2, \dots, v_n)^T$, 是互补判断矩阵 B 的排序向量 (由 CEM 法求得), 若对任意 k 有 $b_{ik} \geq b_{jk} (b_{ik} \leq b_{jk})$, 则 $v_i \geq v_j (v_i \leq v_j)$; 且当前者所有的等式成立时, 有 $v_i = v_j$. 为了求得互补判断矩阵 B 的排序向量 $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)^T$ (即求解 (2) 式), 我们给出下列迭代算法:

- 1) 对于给定的互补判断矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$, 通过转换公式 $a_{ij} = b_{ij}/b_{ji}, i, j \in N$, 得到相应的转换矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$.
- 2) 任取初始正向量 $v(0) = (v_1(0), v_2(0), \dots, v_n(0))^T$, 给定迭代精度 X . 置 $k = 0$.
- 3) 计算, $d_0 = \max_i \{v_i(=0)\}, \bar{v}(0) = v(0)/d_0$.
- 4) 迭代计算 $v(k+1) = A\bar{v}(k), d_{k+1} = \max_i \{x_i(k+1)\}, \bar{v}(k+1) = v(k+1)/d_{k+1}$.
- 5) 若 $|d_{k+1} - d_k| < X$, 则进行下一步; 否则, 置 $k = k + 1$, 转 4).
- 6) 将 $\bar{v}(k+1)$ 归一化, 即 $v = \bar{v}(k+1) \setminus \sum_{i=1}^n v_i(k+1)$.
- 7) v 为转换矩阵 A 的排序向量, 也即为互补判断矩阵 B 的排序向量.
- 8) 结束.

1.2. 极大似然估计

由于正态分布的样本集都是随机抽取的相互独立的样本, 由此, 可以只考虑一个样本集 D , 通过估计参数向量 θ , 进行联合密度函数 $p(D|\theta)$, 记已知样本集 D 公式如公式 (3) 所示, 联合概率密度函数 $p(D|\theta)$ 称为相对于 D 的 θ 的似然函数如公式 (4) 所示.

$$D = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} \tag{3}$$

$$l(\theta) = p(D|\theta) = p(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n | \theta) = \prod_{i=1}^n p(D|\theta) \tag{4}$$

对公式 (2) 进行求导，并求出在参数空间中能使似然函数 $l(\theta)$ 最大的值记作 $\hat{\theta}$ ，为 θ 的极大似然估计量，如公式 (5) 所示。

$$\hat{\theta} = d(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n | \theta) = \prod_{i=1}^n p(D | \theta) \quad (5)$$

1.3 正态分布的极大似然估计

所抽取的正态分布数服从于正态分布 N ，其最大似然函数为公式 (6)

$$L(u, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x_i - u)^2}{2\sigma^2}} = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - u)^2} \quad (6)$$

对公式 (6) 进行两边取对数，得到公式 (7)。

$$\ln L(u, \sigma^2) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - u)^2 \quad (7)$$

对 (7) 公式进行求导，得到 (8), (9)：

$$\frac{\alpha \ln L(u, \sigma^2)}{\alpha u} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - u) \quad (8)$$

$$\frac{\alpha \ln(u, \sigma^2)}{\alpha \sigma^2} = -\frac{n}{2\sigma^2} + \frac{1}{2\sigma^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (9)$$

联合公式 (8)、(9)，令 (8)、(9) 等于 0，得出唯一值，其方程分别为 (10)、(11)。

$$U = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (10)$$

$$\sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (11)$$

此极大似然估计相关方程有且仅有唯一解 (U, σ) ，且其为此似然方程的最大值点，因为 $|U \rightarrow |$ 或 $\sigma^2 \rightarrow \infty$ 或 0 时，非负函数 $L(u, \sigma^2) \rightarrow 0$ ，因此， u 和 σ^2 的极大似然估计近似点为 (U, σ^2) 。

极大似然估计是建立在极大似然原理基础之上的一种经验证切实可行的统计方法，是概率论在统计学中最为常见的一种应用 [9]。极大似然估计提供了一种给定观察大量数据来评估模型参数的方法较适宜用于大数据样本处理。经过重复多次实验，观察其结果，利用实验所得结果某个参数值进行拟合出使样本出现概率最大化的估值，即被称为极大似然估计 [10]。

2. 建立基于互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策模型

2.1. 关键词提取技术

特大突发事件一旦爆发，微博平台形成实时热点话题，代表公众观点的微博文本极速增长形成大数据文本流。对每条

博文进行关键词提取可了解公众对事件的关注主题。TF-IDF 是数据挖掘领域广泛使用的关键词提取技术，通过考虑词频 (TF) 与逆文档频率 (IDF) 确定关键词权重，评估词条在文档集合中的重要性。 [11]

对某特大突发事件，设相关的微博文本量为 m 的文本集合 $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ 。对每一条博文进行分词、清洗、词性标注与实体词识别，得到由 n 个实体词组成的集合 $di = \{\omega_{i1}, \omega_{i2}, \dots, \omega_{in}\}$ ，其中 ω_{ij} 为第 i 个文本中的第 j 个实体词，词条文本矩阵为

$$D_\omega = \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \omega_{11} & \omega_{12} & \cdots & \omega_{1n} \\ \omega_{21} & \omega_{22} & \cdots & \omega_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_{m1} & \omega_{m2} & \cdots & \omega_{mn} \end{bmatrix}$$

定义 2.1 TD-IDF 关键词提取函数为

$$W(\omega, d, D) = \text{tf}(\omega, d) \times \text{idf}(\omega, D), \quad (1)$$

$$\text{idf}(\omega, D) = \lg \left(\frac{N}{df_\omega} \right), \quad (2)$$

其中词频 $\text{tf}(\omega, d)$ 为词条 ω 在文本 d 中出现的频率， $\text{idf}(\omega, D)$ 为逆文档频率， N 表示文本集合 D 中短文本总数， df_ω 表示文本集合中出现词条 ω 的文本数。

2.2. 基于互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策模型构建

Step 1: 针对某特大突发事件，采用 TF-IDF 技术对微博平台上公众发布的文本大数据进行关键词提取，挖掘与分析公众关注主题，获得方案评估准则 $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ 及其权重 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)T$ 。决策专家根据掌握的信息，以互反型标度对方案各属性进行判断。根据点估计的优良型准则进行多次打分评估。

Step 2: 每一个决策者 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ 在每一个属性 $n (n = 1, 2, \dots, N)$ 下提供两两比较的方案并形成相应的互补判断矩阵。

Step 3: 将收集到的所有数据运用 matlab 进行正态分布拟合，根据不同权重算出每个方案下各项指标的评分融合成为一个矩阵。

Step 4: 利用 CEM 排序法求解，则得互补判断矩阵的排序向量，并最终得到方案排序。

3. 算例分析

针对武汉肺炎疫情发生，在微博上各民众的意见以及一百名专家的意见作为大数据样本，假设一共有 4 种方案供选择，下面运用此模型进行群体智能决策。

四种方案假设如下

x1: 派遣大量武警官兵与医疗救援队迅速进入病源区，对民进行救助并广泛组织群众进行及时就医隔离。同时，调派武警官兵进行道路严守控制人来人往，并及时支援救援物资，国

内其余核心医疗力量应迅速进行支援到达病源区域再进行分区域调配，确保每一个病源区域都有较为充足的医疗资源。

x2: 组织部分医疗救援队与突击应急小分队一起，对重症病源区域迅速进行救助，同时，调派武警官兵严格控制人流来往，调派外界救援物资，待突击小队反馈有效信息后，进一步委派分配国内其余医疗力量进行支援。

x3: 成立突击应急小分队，深入病源区域，了解具体情况，并指导人民进行自我隔离，同时，调派武警官兵严格控制人流来往，调派外界救援物资，待突击小队反馈有效信息后，进一步再部署医疗救援队，进行核心病源区域支援。

x4: 派遣直升机对灾区进行物资空投，通过无人机空中观察，得到的情况供远程指挥部评估，进一步再部署医疗救援队和武警官兵，前往核心病源区域支援。

针对以上四个方案，大群体应急决策专家确定“成本效益”、“方案时效性”、“症状轻重控制水平”“工作人员传染风险”为评价方案的四个属性，

Step 1: 经过TF-IDF技术对微博平台上公众发布的文本大数据进行关键词提取，进行决策群体聚类的大数据处理近似，确定四个属性的权重为: $W = \{0.1, 0.25, 0.3, 0.35\}$ 。

Step 2: 将提取数据中民众和专家的数据观点对四个方案每一项评分，构成数量足够多的(4x4)互补判断矩阵 $A_{11j1}, A_{12j2} \dots A_{jin}$ 。

Step 3: 将收集到的所有矩阵运用matlab进行正态分布拟合，根据不同权重算出每个方案下各项指标的评分融合成为一个矩阵，现举例矩阵为

$$B = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.8 \\ 0.3 & 0.5 & 0.4 & 0.6 \\ 0.4 & 0.6 & 0.5 & 0.7 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.5 \end{bmatrix}$$

Step 4: 利用 CEM 排序法求解，则得互补判断矩阵B的排序向量为 $v = (0.4303, 0.1799, 0.2748, 0.1150)T$ ，于是求得方案的排序均为 $x1 > x3 > x2 > x4$ ，最优方案为 $x1$ 。

4. 建立传染病疫情风险评估体系

4.1. 传染病疫情社会风险构成

基于上述互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策模型，探讨了对大数据的决策方案，下面将运用此模型，进行对风险指标的相关评估。

传染病疫情发生后，我们主要关心四个方面，政府效力，社会经济，心理因素以及社会稳定，其中，政府效力是最重要的一个方面，直接关系到上层决策制定的执行力与公信力，居于首要考虑位置。

而心理因素指的是疫情使人们产生恐惧、害怕等心理，也会影响个体行为，如医护人员与普通人员都会有不同的焦虑等，传染病造成的个体的这些心理及行为，从整个社会角度来看，属于社会心理风险范畴。

传染病发生后，需要对传染病进行预防和救治，可能导致一些必备药品、物品短缺，供不应求，从而造成市场供求失调，物价上涨，将对整个社会经济产生极大影响，即传染病社会经济风险。

最后，传染病发生后，人们的各种恐慌心理所导致的行为，以及物价的虚高与人群恐惧，势必会对社会秩序和治安造成一定的影响，如违法犯罪行为增加，群体性事件，而医疗指标安全也是因素很重要的一方面，这些共同构成了社会稳定，造成严重的社会稳定风险。

4.2. 传染病疫情社会风险指标体系建立

本指标体系将基于xu现有风险指标体系[12]，于层面和详细内容进一步完善相关指标，根据上文建立的互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策依据，将微博上各民众的意见以及一百名专家，再次对各项指标进行打分，作为大数据样本，依据各项评估水平建立模型如下：

4.3. 传染病社会风险评估

传染病疫情暴发后，唯有准确地评估各层面的风险，才能更好地应对疫情各方面的社会心理等方面变化。评估指标采用的评估方法极为重要，本文在构建了传染病疫情政府效力，心理因素，社会经济，社会秩序风险指标后，再将上文建立的互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策模型进一步运用。

	一级指标	二级指标	三级指标	四级指标
社会风险评估体系	政府效力	有效法措实行	相关数据	遵守率
			领导公信力	打击谣言力度
		管理职责	通告宣传率	
	社会经济	个体指标	个人财富	人民信任度
				平均收入
		市场指标	个人职务	平均损失
				物品供应
	心理因素	人民心理	患者情绪	物价水平
				生活用品供应
				宏观经济
社会稳定	医学指标安全	传染地区	失业率	
			通货膨胀率	
	保障以及制度	治安情况	社会保障	负面心理人数比例
				积极心理人数比例
				认知程度
			恐惧程度	
			平均工作时间	
			平均照顾病人个数	
			工作感染率	
			传染率，病死率	
			重轻症比例	
			分布情况	
			区域致病率	
			犯罪率，破案率	
			警察人数	
			政府药物发放以及相关补贴	
			商场正常营业率以及物资供给情况	

具体步骤如下:

步骤一: 民众, 专家打分法, 采用 1–9 标度法对每一指标相对于上级指标的重要程度进行打分, 再通过几何平均法求出各层指标的权重。

步骤二: 根据实际情况, 将每一个决策者 $m (m = 1, 2, \dots, M)$ 在每一个属性 $n (n = 1, 2, \dots, N)$ 下提供的数据评分结合并形成相应的互补判断矩阵。

步骤三: 根据求出的各层指标权重, 对无量纲化指标值逐层加权计算, 最后得出一个总的社会风险值。

步骤四: 对数据模型进行一致性检验, 选取满足在区间中的预估值进一步拟合。

步骤五: 再次通过模型计算出各方面风险评估值后成的向量组 $\beta^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

然而结合实际, 对于有多个决策者参与的具有风险的应急决策, 若不筛选分类大群体进行偏好, 大群体中存在的风险喜好者或风险厌恶者会给决策带来极大风险, 导致最终决策结果失去信服力。[13] 故此应处考虑进行修正, 考虑决策者风险偏好对语义值的影响。

步骤六: 由于风险偏好值所属不同决策者的差异性, 采取层次聚类法分离出风险喜好者、风险中立者和风险厌恶者三个组别。之后选择所有风险中立者作为应急决策群体, 接着利用不同决策者风险效用值相似度进行聚类, 结合以下风险偏好度测算公式得出应急决策群体的组成结构 (其中决策者的风险偏好值是将决策者的预案 风险效用值 $\gamma(a_i)$ 和预案偏好值 $v(a_i)$ 组合而得), 剔除掉风险极度偏好者后得到打分数值向量组 β^T , 将 β^T 和 β^T 进行比较, 若而二者接近则予以信任, 若偏差较大则考虑剔除风险极端偏好者数据重新代入步骤二往复计算。

$$\rho(a_i) = \frac{v(a_i)}{\sum_{i=1}^p v(a_i)} \quad (1)$$

$$\delta(e_i) = \sum_{i=1}^p \gamma(a_i) \times \rho(a_i) \quad (2)$$

通过各项风险值, 检疫工作人员将通过与之前的重大疫情风险值发生比较, 在实际工作中科学、有效地应对不同风险等级, 可以通过不同途径对风险管理措施不断完善。

5. 结束语

本文针对大群体应急决策过程中庞大的数据网络, 从矩阵采样数据思想的角度出发, 提出了一种社会网络环境下基于互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策模型。一方面, 该模型考虑了疫情下大群体应急决策基于社会网络的广泛性, 通过数据采集技术和极大似然估计, 结合属性权重和排序向量的选取, 整合成一个矩阵, 在降低了决策复杂度的同时也使得各方面数据权重的确定更为客观。另一方面, 模型应用于后面传染病风险评估模型的数据处理, 更方便整合数据以便呈现出各指标的风险标度。

本文提出的模型具有以下一些特点:

1) 将基于方案的互补矩阵判断方法和极大似然估计相结合, 考虑到不同属性下决策者有不同的权重, 使用几何平均法计算。

- 2) 通过一个迭代算子, 可以使得决策群体自动达到群一致性水平, 从而得到每个属性下群体的矩阵数据类型, 并再次利用此模型求解每个属性的权重;
- 3) 通过排序向量求出的方案比较, 保证了决策结论的客观性。另外, 不同方案的不同属性的差异性导致计算可能有一定偏差, 将考虑怎样进行复合矩阵不同数据类型的聚合以及偏差修正, 在此基础上进行进一步的分析研究。

由于互联网上数据庞大, 从中筛选出有用的数据并进行整合, 以及提供给专家进行决策的必要性极大, 更好地体现了群体智慧, 本文运用关键词提取技术, 建立了互补判断矩阵的极大似然估计下群体大数据决策模型, 进一步地, 为了更好的对传染病造成的各种、社会风险进行评估, 本文从政府效力心理因素、社会经济以及社会秩序稳定四个层面进行分析, 详细构建了每一个层面下的传染病疫情社会风险指标体系, 并通过前文建立的决策模型进行数据处理和往年数据的比较, 为政府做出不同的级别疫情响应政策以供参考。

参考文献

- [1] Ren P, Xu Z, Hao Z. Hesitant fuzzy thermodynamic method for emergency decision making based on prospect theory. *IEEE Trans Cybern* 2017;47:2531–43.
- [2] Xu X, Yin X, Chen X. A large-group emergency risk decision method based on data mining of public attribute preferences. *Knowl Based Syst* 2019;163:495–509.
- [3] Li N, Sun M, Bi Z, Su Z, Wang C. A new methodology to support group decision-making for IoT-based emergency response systems. *Inform Syst Front* 2014;16:953–77.
- [4] Cai C, Xu X, Wang P, Chen X. A multi-stage conflict style large group emergency decision-making method. *Soft Comput* 2017;21:5765–78.
- [5] Wang L, Wang YM, Martínez L. A group decision method based on prospect theory for emergency situations. *Inform Sci* 2017;418–419:119–35.
- [6] Zhang L, Wang Y, Zhao X. A new emergency decision support methodology based on multi-source knowledge in 2-tuple linguistic model. *Knowl Based Syst* 2018;144:77–87.
- [7] Sheeba AA, Jayaparvathy R. Performance modeling of an intelligent emergency evacuation system in buildings on accidental fire occurrence. *Saf Sci* 2019;112:196–205.
- [8] 徐泽水. AHP中两类标度的关系研究. *系统工程理论与实践* 1999;19:97–101.
- [9] Little RJA, Donald BR. Maximum likelihood for general patterns of missing data: introduction and theory with ignorable nonresponse. In: *Statistical analysis with missing data*. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc.; 2009.
- [10] Açıkgoz I. Parameter estimation with profile likelihood method and penalized EM algorithm in normal mixture distributions. *J Stat Manage Syst* 2018;21:1211–28.
- [11] Salton G, Buckley C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. *Inform Process Manage* 1988;24:513–23.
- [12] 徐选华. 传染病疫情社会风险评估指标体系研究[J]. 第八届(2013)中国管理学年会——管理与决策科学分会场论文集, 2013.11.08.
- [13] 徐选华, 杨玉珊, 陈晓红. 基于决策者风险偏好大数据分析的大群体应急决策方法. *运筹与管理*, 2019;28:1–10.