

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.03.004

改进的层次分析法在水下信息战人才胜任力评估中的应用

程广利, 蔡志明

(海军工程大学 电子工程系, 湖北 武汉 430033)

摘要: 为避免常规层次分析法中的一致性检验, 引入最优传递矩阵方法对九标度层次分析法和三标度层次分析法进行改进。分析了水下信息战人才胜任力的评价体系, 将改进的层次分析法用于计算水下信息战人才胜任力评价体系中的各指标权重, 再通过实例计算了水下信息战人才胜任力等级。结果表明, 2种改进的方法有效、可行, 均不用检验一致性, 改进的九标度层次分析法计算精度较高, 适用于多个军官综合能力的比较; 改进的三标度层次分析法的计算精度相对低些, 适用于快速评估单个军官的综合能力。

关键词: 水下信息战人才胜任力评估; 改进的九标度层次分析法; 改进的三标度层次分析法

中图分类号: N945.16 **文献标识码:** A

Application of Improved AHP on Underwater Information Warfare Personnel Competence Evaluation

CHENG Guang-li, CAI Zhi-ming

(Dept. of Electronic Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Abstract: To avoid the unified judgment in the traditional analytic hierarchy process (AHP), the nine-scale and three-scale AHP are improved by introducing the optimum transfer matrix to calculate weight of each index in the evaluation system for personnel of underwater information-based warfare (PUIW), and both improved AHP integrated with fuzzy comprehensive evaluation are used to evaluate the competency level of PUIW. The example demonstrates that both improved method are effective and practicable without the unified judgment. Calculation precision of the improved nine-scale AHP is higher than that of the improved three-scale AHP, so the first method is suited to compare more officers' comprehensive ability, and the second is fit for evaluation on single officer's comprehensive ability quickly.

Keywords: Competence evaluation on PUIW; Improved nine-scale AHP; Improved three-scale AHP

0 引言

为定量评估水下信息战人才的综合能力, 文献[1]将常规层次分析法(AHP)和模糊综合评判分析方法相结合, 构建水下信息战人才胜任力评价体系。在常规层次分析法中, 通常采用九标度法^[2]建立各层的判断矩阵, 但在实际运用中, 由于人为判断力所限, 在相应标度之间很难做出精确判断; 另外, 由于人们判断的片面性, 在两两因素之间做出的比较结果不客观一致, 因此需要一致性的检验^[2]。故引入最优传递矩阵, 对九标度和三标度层次分析法进行改进, 结合模糊综合评判来构建水下信息战人才评价体系, 并对其胜任力等级进行判定。

1 水下信息战人才胜任力评价体系

水下信息战人才胜任力评价体系简表如表 1^[1], 包括 4 个维度, 23 个二级指标。

2 改进的九标度层次分析法

在常规九标度的层次分析法中, 采用特征向量法和一致性比率分别作为确定权重的方法和一致性

检验的标准^[2]。矩阵的一致性检验需要计算判断矩阵的特征根, 一旦不满足一致性, 需要多次调整才能使矩阵满足一致性。故引入最优传递矩阵, 对层次分析法改进, 使之在开始阶段就满足一致性, 直接求出权重值, 而不进行一致性检验。其基本原理:

设 $n \times n$ 实数矩阵 $A = (a_{ij})$, $B = (b_{ij})$, $C = (c_{ij})$ 。由矩阵论^[3]可知: 若 $a_{ij} = 1/a_{ji}$ 且 $a_{ij} = a_{ik}/a_{jk}$, 则称 A 为互反矩阵, 且是一致的; 若 $b_{ij} = -b_{ji}$ 且 $b_{ij} = b_{ik} - b_{jk}$, 则称 B 是反对称矩阵且是传递的。

显然, 若 A 满足一致性, 则 $B = \lg A$, ($b_{ij} = \lg a_{ij}$) 是传递的; 反之, 若 B 是传递的, 则 $A = 10^B$, ($a_{ij} = 10^{b_{ij}}$) 是一致的。若存在传递矩阵 C , 且使 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (c_{ij} - b_{ij})^2$ 最小, 则称 C 为 B 的最优传递矩阵。若 B 是反对称矩阵, 则 B 的最优传递矩阵 C 应满足 $c_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (b_{ik} - b_{jk})$ 。

收稿日期: 2009-10-29; 修回日期: 2009-11-28

作者简介: 程广利(1976-), 男, 安徽人, 硕士, 讲师, 从事水声工程科研与教学科研工作。

表1 水下信息战人才胜任力评估指标体系缩略表

一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
专业特征	水声物理基础	领导才能	军事指挥能力
	水下信息获取与传输技术		组织协调能力
	水下战装备效能分析能力		培养下属能力
	水声对抗技术		果敢能力
	水下战组织实施、态势感知等能力		勇于承担责任
岗位特性	水下战装备保障能力	个人魅力	军人气质
	海军职业基础		政治敏锐性
	岗位适应能力		事业成就感
	学习能力		自我控制能力
	创新能力		自信心
	分析解决问题能力		集体荣誉感
	独立工作能力		

在传统的层次分析法中, 通过九标度法构造的判断矩阵 $A=(a_{ij})_{m \times n}$ 的元素特性为 $a_{ij} > 0$, $a_{ij}=1, i=j$; $a_{ij}=1/a_{ji}$, 显然 A 的互反矩阵 $B=lg A$ 是反对称矩阵, 若 C 是 B 的最优传递矩阵, 构造矩阵 $A^*=10^{c_{ij}}$, 其中 $c_{ij}=\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (b_{ik}-b_{jk})$, 则矩阵 A^* 是 A 的拟优化传递矩阵, 且它是一致的。因此, 由 A^* 就可直接求出权重值, 而不必进行一致性检验。

3 改进的三标度层次分析法

在层次分析法中构建判断矩阵是关键环节, 也是产生主观失误的主要环节, 采用九标度法判断两者的相对重要性时, 由于人的主观判断力存在一定误差, 往往容易产生偏差, 从而影响权重计算结果的准确性。为减小这种误差, 可采用三标度法用自调节方式建立比较矩阵, 然后计算出最优传递矩阵, 再将其转化为一致性矩阵。它自然满足一致性要求, 不需进行一致性检验。其计算步骤如下:

- 1) 对于每一层因素进行两两比较, 用三标度法

表2 模糊综合评判矩阵 R

“专业特征”下二级的指标等级概率					“岗位特性”下二级的指标等级概率				
优	良	中	一般	差	优	良	中	一般	差
23.33%	30%	30%	16.67%	0	33.33%	20%	16.67%	23.33%	13.33%
40%	33.33%	16.67%	10%	0	36.67%	43.33%	10%	3.33%	6.670%
26.67%	20%	30%	13.33%	0	40%	23.33%	16.67%	16.67%	6.670%
36.67%	23.33%	23.33%	20%	0	26.67%	30%	16.67%	16.67%	10%
30%	33.33%	20%	16.67%	0	30%	23.33%	26.67%	20%	0
26.67%	23.33%	26.67%	6.670%	16.67%	33.33%	26.67%	23.33%	16.67%	0
“领导才能”下二级的指标等级概率					“个人魅力”下二级的指标等级概率				
优	良	中	一般	差	优	良	中	一般	差
50%	16.67%	20%	13.33%	0	26.67%	36.67%	23.33%	13.33%	0
50%	23.33%	16.67%	10%	0	43.33%	20%	20%	6.67%	0
30%	33.33%	16.67%	20%	0	30%	36.67%	13.33%	20%	0
33.33%	26.67%	23.33%	10%	6.67%	23.33%	40%	26.67%	10%	0
50%	16.67%	20%	10%	3.33%	33.33%	26.67%	23.33%	16.67%	0
					36.67%	30%	26.67%	10%	0

则体系中各指标的组合权重为:

$$W_T=(0.0505, 0.0248, 0.0167, 0.0875, 0.0429, 0.0124, 0.0095,$$

构建判断矩阵:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\text{式中: } a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{表示因素 } i \text{ 优于因素 } j \\ 0 & \text{表示两因素同等重要} \\ -1 & \text{表示因素 } i \text{ 劣于因素 } j \end{cases}$$

- 2) 计算 A 的最优传递矩阵 B , 其中

$$b_{ik} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (a_{ij} + a_{jk})$$

- 3) 把最优传递矩阵 B 转化为一致矩阵 D , 矩阵元素 $d_{ik} = e^{b_{ik}}$ 。

- 4) 计算一致矩阵的最大特征值与对应的特征向量, 所求特征向量即为指标的权重向量。

4 算例分析

按照上述原理, 依据文献[1]中的调研数据, 用改进的九标度层次分析法和模糊综合评判相结合, 计算水下信息战, 人才胜任力等级 (模糊综合评判矩阵 R 如表 2^[1])。

求得一级指标权重向量为:

$$W=(0.2348, 0.1360, 0.5661, 0.0631)$$

专业特征中各二级指标权重向量为:

$$W1=(0.2152, 0.1055, 0.0711, 0.3727, 0.1827, 0.0528)$$

岗位特性中各二级指标权重向量为:

$$W2=(0.0698, 0.1268, 0.3417, 0.1185, 0.1675, 0.1758)$$

领导才能中各二级指标权重向量为:

$$W3=(0.2369, 0.4125, 0.0704, 0.1007, 0.1795)$$

个人魅力中各二级指标权重向量为:

$$W4=(0.0928, 0.2230, 0.1313, 0.1654, 0.0722, 0.3153)$$

$$0.0172, 0.0465, 0.0161, 0.0228, 0.0239, 0.1341, 0.2335, 0.0399, 0.0570, 0.1016, 0.0059, 0.0141, 0.0083, 0.0104, 0.0046, 0.0199)$$

(下转第 13 页)

1.3 业务时隙状态表

每个 AP 节点都维护一张业务时隙工作状态表, 如表 2。若状态表中状态位被置为 Busy, 表示该时隙已经分配给相应的节点; 若被置为 Free, 则 AP 节点能对该时隙进行重新分配。

表 2 时隙状态表

Slot2	Slot3	Slot4	Slot5	Slot6	Slot7	Slot8	Slot9
Busy/ Free	Busy/ Free	Busy/ Free	Busy/ Free	Busy/ Free	Busy/ Free	Busy/ Free	Busy/ Free

1.4 协议描述过程

当一个新节点进入网络后, 首先进行载波侦听, 以实现和整个网络的时间同步。其协议流程如图 1。

当节点有业务需要传输时, 首先判断是否主时隙节点, 如果是, 则 AP 节点直接给主时隙节点划分时隙。若节点是非主时隙节点, 则所有请求节点在预约时隙发起竞争。如果请求节点预约转发时隙, 请求转发实时业务, 则该节点具有最高优先级, 以保证实时业务的传输。请求节点一旦竞争成功, 就变成发送节点, 向 AP 节点发送预约帧。

AP 节点收到发送节点的预约帧后, 先对业务时隙状态表查询, 若时隙都处于 Busy 状态, 则节点预约时隙失败, 采用退避算法回退, 等待下次预约时隙的到来, 重新竞争。若有时隙处于 Free 状态, AP 节点根据判断发送节点预约时隙的类型, 按占有方式分配时隙给节点。1) 如果节点要传输实时业务, 则将时隙分配给节点直到其将实时业务传送完成。当一次业务发送完成, 发送节点通知 AP 节点,

若发送节点是转发实时业务, 则其最高优先级被取消。恢复下次请求节点间竞争业务时隙的公平性。
2) 如节点传输非实时业务, 则发送完成, 释放信道。

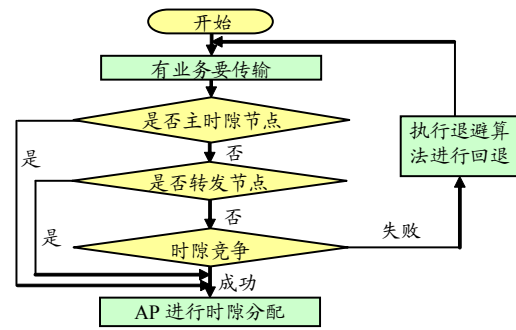


图 1 协议流程图

2 结束语

该算法以较易实现的虚拟 AP 方式实现全网络节点时间同步, 且具有固定分配和动态分配 2 种优势, 既能保证最差性能, 又有较高的信道利用率。

参考文献:

[1] 于宏毅, 等. 无线移动自组网络[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.

[2] James F Kurose, Keith W.Ross. 计算机网络[M]. 陈鸣, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2005.

[3] 邢东. 战术移动 Ad Hoc 网络中的 MAC 协议研究[D]. 西安: 西安电子科技大学硕士学位论文, 2008.

[4] 彭革新, 谢胜利, 陈彩云. 一种基于固定 TDMA 的无冲突动态时隙分配算法[J]. 信息安全与通信保密, 2005(11): 115-119.

[5] 李刚, 魏玮. 无线 Mesh 网络的小型化研究[J]. 兵工自动化, 2009, 28(10): 69-71.

是由于三标度法粗糙的判别矩阵所致。

5 结束语

研究表明, 2 种改进方法都简化了判断矩阵的一致性检验过程和评价体系的构建程序, 评价结果正确。即使评价结果都在相同的等级, 也可从归一化后的综合评判矩阵 L 中的具体数值将其胜任力等级排序, 以分伯仲; 改进的三标度层次分析法的计算精度相对低些, 适用于粗略评估单个军官的综合能力。故可以视具体情况选择合适的评价方法。

参考文献:

[1] 程广利, 蔡志明, 王平波. 水下信息战人才综合能力评估研究[J]. 海军院校教育, 2009, 19(4): 32-35.

[2] 杜栋, 庞庆华. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

[3] 张贤达. 矩阵分析与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

(上接第 11 页)

用改进的三标度层次分析法和模糊综合评判相结合, 求得各指标的组合权重为:

$$W_7=(0.0648,0.0333,0.0238,0.0905,0.0465,0.0171,0.0104,0.0172,0.0553,0.0172,0.0336,0.0336,0.1163,0.1735,0.0350,0.0522,0.0780,0.0088,0.0238,0.0122,0.0171,0.0063,0.0333)$$

文献[1]中归一化后的综合评判矩阵 $L1=WT \cdot R=(0.4096,0.2435,0.2019,0.1274,0.0177)$, 用上述改进的九标度和三标度层次分析法计算的结果分别为:

$$L2=(0.4098,0.2452,0.2034,0.1277,0.0181)$$

$$L3=(0.3917,0.2529,0.2093,0.1308,0.0194)$$

按照最大隶属度原则, 则该军官的综合素质均评为“优”。对照实际情况, 专家一致认为评价结果符合实际情况, 说明改进方法能对评价对象做出正确的综合能力评估。同时, 还可以看出, 前 2 种方法的结果基本一致, 但改进的方法不用一致性检验, 而改进的三标度层次分析法结果与之稍有偏差, 这