

改进的 AHP 算法在选择接入技术中的应用

张超一, 苗建松

(北京邮电大学 信息与通信工程学院, 北京 100876)

摘 要: 研究了人在选择判断时候的个人偏好和模糊性, 提出了一种改进的层次分析法. 在构造判定矩阵时, 采用三角模糊数 (a, m, b) 法, 并进行推广使用. 将之应用于运营商在布网做接入时选择某一种具体的接入技术, 简单、高效, 减弱了决策者的主观经验判断带来的失误, 并通过实例验证了改进算法评判的客观性.

关键词: 层次分析法; 接入技术; 选择; 一致性

中图分类号: TN915

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)11-0068-03

Application of Improved AHP in the Selection of Access Technology

ZHANG Chao-yi, MIAO Jian-song

(School of Information and Communication Engineering,
Beijing University of Post and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: Considering the prejudice and the fuzziness of decision-makers. Make a improved Analytic Hierarchy Process (AHP). Use a triangular fuzzy array (a, m, b) while constructing judgment matrix. Applies in the selection of a specific access technology for operators. Finally, through the example of the improved AHP to verify the objective.

Key words: Analytic Hierarchy Process; access technology; choose; consistency

1 引言

目前, 国内外主流的宽带接入技术包括 ADSL, Cable Modem, HFC, 光纤接入, 无线接入^[1]等等. 然而, 运营商在面对如此种类繁多的接入技术, 选择布网时, 往往会由于决策者自身的主观原因(偏好、价值观念、认知程度等), 使得在对具体的接入技术的选择过程中常常出现偏差, 从而影响了布网的效率. 常用的评价决策方法有: 关联矩阵法、模糊综合评价法和层次分析法(AHP)^[2]等. 文献[3]指出了 AHP 算法的几点不足. 鉴于算法在主观性方面的不足, 本文提出一种改进的 AHP 算法, 充分考虑人在分析和思考时的模糊性. 可供运营商在布网时科学合理地选择某种最优的接入技术.

2 理论分析

2.1 AHP 简介

AHP 算法是将要选择的方案分解成几个重要指标. 再将这些指标分组成层次结构, 采用指标间比较的方法做出判定矩阵, 利用“重量模型”相关原理对判定矩阵做一些计算, 最终得出待选方案的各个权重排序从而得出选择结果. 决策者对照相对重要性参照表, 给出指标间的两两比较重要性等级.

2.2 AHP 改进

针对 AHP 理论的缺陷和不足, 下面将着重阐述 AHP 的改进算法. 通过群组判断方式将判断矩阵的结果不依赖于人的喜爱偏好, 更具客观性、科学性.

在做出判定矩阵时, 对于矩阵元素 a_{ij} , 评判者根据重要性参照表给出一个数组 (a, m, b) . 其中 a

表示评判者认为的最低分, m 为最有可能值, b 表示可能的最高评分. 则指标 i 相对于指标 j 的权重用以下公式计算^[4]

$$a_{ij} = (a + 4m + b)/6$$

(1)

式中, a_{ij} 是最高评分或最低评分的可能性比较小, 更多的是最有可能值, 近似服从正态分布. 假定 m 的可能性 2 倍于 a 或 b 的可能性, 应用加权平均法. 在 (a, m) 间的平均值为 $(a + 2m)/3$, 在 (m, b) 间的平均值为 $(2m + b)/3$ 分别以 $(1/2)$ 可能性出现的分布来代表,

$$a_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{a + 2m}{3} + \frac{2m + b}{3} \right) = \frac{a + 4m + b}{6}$$

(2)

方差为

$$\sigma^2 = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{a + 4m + b}{6} - \frac{a + 2m}{3} \right)^2 + \left(\frac{a + 4m + b}{6} - \frac{2m + b}{3} \right)^2 \right]$$

(3)

此方差的误差范围经过证明在可信的范围以内. 根据上述方法可将模糊判断矩阵转化为最终判定矩阵.

按照上述此法可以推广应用. 如一个评判委员会(4 人)对矩阵中的 a_{12} (用户相对于成本)根据相对重要性参照表进行评分, 如表 1 所示.

表 1 综合评价指标

指标	评判 1	评判 2	评判 3	评判 4
a_{12}	(3,4,5)	(4,5,7)	(3,5,7)	(2,3,5)

由式(1)得各评判者对 a_{12} 的打分分别为 4、31/6、5、19/6. 取平均, 最后既得到 a_{12} 精确值为: $a_{12} \approx 4.333$.

即判定矩阵 a_{12} 位置上的数值就应该为 4.333. 以此类推, 按此评判方法完成判定矩阵的构造.

3 接入技术选择模型建立及分析

假设现在有一个运营商要布网做接入部分. 现有四个指标(用户、成本、带宽和 QoS)用来综合评价某一个具体的接入技术, 并有四种接入技术(PSTN、xDSL、HFC 和 FTTx)作为待选, 运营商需要从这四种接入技术中根据指标的排序选择一种最佳的接入技术. 应用层次分析法求解这个问题时, 首先第一步建立评价尺度与层次关系, 如图 1 所示.

现在来做选择接入技术的过程. 按照改进的 AHP 算法, 邀请 3 名决策者来做判定. 对四个指标结合相对重要性参照表^[5]进行两两对比判定, 如表

2、表 3 所示.

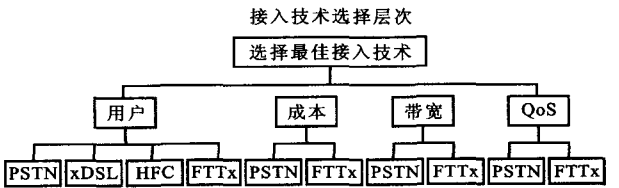


图 1 AHP 的评价尺度与接入技术选择层次

表 2 初始判定矩阵两两比较矩阵及计算: 评价指标

	用户	成本	带宽	QoS
用	(1,1,1)	(1,3,4)	(2,3,4)	(2,3,4)
户	(1,1,1)	(2,3,5)	(2,3,3)	(2,3,5)
成	(1,1,1)	(1,2,4)	(1,3,4)	(2,3,3)
本	(1/4,1/3,1/1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(1,3,4)
带	(1/5,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,2,2)
宽	(1/4,1/2,1/1)	(1,1,1)	(1,2,4)	(2,3,3)
QoS	(1/4,1/3,1/1)	(1/4,1/3,1/1)	(1,1,1)	(1,2,3)
	(1/3,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1/1)	(1,1,1)	(1,2,4)
	(1/4,1/3,1/1)	(1/4,1/2,1/1)	(1,1,1)	(1,3,4)
	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/1)	(1/3,1/2,1/1)	(1,1,1)
	(1/5,1/3,1/2)	(1/2,1/2,1/1)	(1/4,1/2,1/1)	(1,1,1)
	(1/3,1/3,1/2)	(1/3,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/1)	(1,1,1)

将此表经过式(1)计算后得到如下计算后的矩阵(表 3). 矩阵中的对角线上的数据都是 1, 其余数据为相应判断值的倒数.

表 3 精确矩阵两两比较矩阵及计算: 评价指标

	用户	成本	带宽	QoS
用户	1	2.722	2.889	3.000
成本	0.367	1	2.389	2.500
带宽	0.346	0.419	1	2.333
QoS	0.333	0.400	0.429	1

得到的矩阵即为精确矩阵, 然后按照 AHP 的步骤, 利用“重量模型”对此矩阵进行计算, 并经过一致性处理后, 得到 $W = (0.464, 0.260, 0.169, 0.107)^T$, 即用户、成本、带宽、QoS 的权重分别为 0.464、0.260、0.169 和 0.107. $\lambda_{\max} = 3.048$, $C. I. = 0.024$, $R. I. = 0.576$, $C. R. = 0.042 < 0.10$. 可以看出本次评判具有很好的一致性.

为了将最优接入方案选择出来, 还需要对待选的接入技术就每一个指标进行两两比较. 这个过程与建立指标的两两比较矩阵的步骤一致. 假设运营商已经给出了表 4 所示的四个两两比较的判定矩阵, 那么, 待选的接入技术在每个指标下的权重可以通过上文中改进的 AHP 算法确定, 见表 4.

表 4 接入技术层次单排序

(a)按用户指标排序					(c)按带宽指标排序				
	PSTN	xDSL	HFC	FTTx		PSTN	xDSL	HFC	FTTx
PSTN	1	3.588	0.253	0.333	PSTN	1	2.722	1.000	0.227
xDSL	0.279	1	0.143	1.587	xDSL	0.367	1	0.340	0.127
HFC	3.953	6.993	1	4.863	HFC	1.000	2.941	1	0.260
FTTx	3.000	0.630	0.206	1	FTTx	4.405	7.874	3.846	1
权重	0.133	0.087	0.612	0.168	权重	0.151	0.060	0.151	0.638
(b)按成本指标排序					(d)按 QoS 指标排序				
	PSTN	xDSL	HFC	FTTx		PSTN	xDSL	HFC	FTTx
PSTN	1	0.346	7.874	5.029	PSTN	1	4.966	4.737	6.926
xDSL	2.890	1	7.032	8.969	xDSL	0.201	1	0.500	3.000
HFC	1.127	0.142	1	0.500	HFC	0.211	2.000	1	4.032
FTTx	0.199	0.111	2.000	1	FTTx	0.144	0.333	0.248	1
权重	0.303	0.573	0.046	0.078	权重	0.303	0.573	0.046	0.078

最后,根据已经求出的权重值得到接入技术的总排序,在四个评价指标下的权重已经求出(见表 4).这四个权重乘以相应接入技术的权重累加后就得到接入技术的排序总分.每个接入技术的总分代

表了选择该技术所能获得的总效益.在本例中,如果运营商采用 HFC 技术方案布网,总分为 0.344,被判断为最好;因此,本例应该选择 HFC 接入技术.接入技术 欠总排序见表 5.

表 5 接入技术层次总排序

	用户	成本	带宽	QoS	权重
PSTN	$0.464 \times 0.133 +$	$0.260 \times 0.303 +$	$0.169 \times 0.151 +$	$0.107 \times 0.592 =$	0.240
xDSL	$0.464 \times 0.087 +$	$0.260 \times 0.573 +$	$0.169 \times 0.060 +$	$0.107 \times 0.130 =$	0.203
HFC	$0.464 \times 0.612 +$	$0.260 \times 0.046 +$	$0.169 \times 0.151 +$	$0.107 \times 0.221 =$	0.344
FTTx	$0.464 \times 0.168 +$	$0.260 \times 0.078 +$	$0.169 \times 0.638 +$	$0.107 \times 0.057 =$	0.213
SUM					1.000

4 结束语

运用改进的层次分析法用来选择接入技术,对于运营商布网前期的调研、降低成本、提高效率等方面具有重要意义^[6-7].它最主要的特点是简单、实用、系统性.在实践评价工作中,这种改进的 AHP 算法消除了决策者的主观经验判断带来的失误.这样才能更加科学、更加客观地评价一种技术的好坏,提高运营商布网的效率.

参考文献:

[1] 韦乐平.接入网[M].北京:人民邮电出版社,1997.
[2] 谭跃进,陈英武,易进先.系统工程原理[M].北京:国防科技大学出版社,2003.
[3] 刘开第.AHP 层次分析法教案[M].河北:河北工程大

学,2006.
[4] 樊为刚,侯丽红.层次分析法的改进[J].科技情报开发与经济,2005(4):153.
[5] 赵刚.物流运筹[M].四川:四川人民出版社,2002.
[6] 杜军威,徐中伟.基于重要抽样的联锁软件安全性评估[J].微电子学与计算机,2007,24(11):4-7.
[7] 贺鹏飞,王野秋.基于 PON 和 UWB 技术的数字家庭网解决方案[J].微电子学与计算机,2008,25(11):162-166.

作者简介:

张超一 男,(1985-),博士研究生.研究方向为宽带通信网.
苗建松 男,(1978-),博士,副教授.研究方向为宽带通信网.