Your Paper's Title Starts Here: Please Center

First Author1, Second Author2 and Others3

2 Full address of second author, including country, email

3 List all distinct addresses in the same way

Keywords: List the keywords covered in your paper. These keywords will also be used by the publisher to produce a keyword index.

Abstract. This document explains and demonstrates how to prepare your camera-ready manuscriptor Trans Tech Publications. The best is to read these instructions and follow the outline of this text.he text area for your manuscript must be 17 cm wide and 25 cm high (6.7 and 9.8 inches, resp.).Do not place any text outside this area. Use good quality, white paper of approximately 21 x 29 cm or 8 x 11 inches. Your manuscript will be reduced by approximately 20% by the publisher. Please keep this in mind when designing your figures and tables etc.

# Introduction & Backgrounds

In order to indicate the origin of the toll way problems, the following background is worth mentioning.

Inter-collegiate sports in the US began in 1852 when crews from Harvard and Yale met in a challenge race in the sport of rowing. As rowing remained the preeminent sport in the country into the late-1800s, many of the initial debates about collegiate athletic eligibility and purpose were settled through organizations like the Rowing Association of American Colleges and the Intercollegiate Rowing Association. As other sports emerged, notably football and basketball, many of these same concepts and standards were adopted. Football, in particular, began to emerge as a marquee sport, but the rules of the game itself were in constant flux and often had to be adapted for each contest.

The NCAA dates its formation to two White House conferences convened by President Theodore Roosevelt to "encourage reforms" to college football practices in the early 20th century, which had resulted in repeated injuries and deaths and "prompted many college and universities to discontinue the sport."[1] Following those White House meetings, Chancellor Henry MacCracken of New York University organized a meeting of 13 colleges and universities to initiate changes in football playing rules; at a follow-on meeting on December 28, 1905 in New York, 62 higher-education institutions became charter members of the Intercollegiate Athletic Association of the United States (IAAUS).[1] The IAAUS was officially established on March 31, 1906, and took its present name, the NCAA, in 1910.[1]

For several years, the NCAA was a discussion group and rules-making body, but in 1921 the first NCAA national championship was conducted: the National Collegiate Track and Field Championships. Gradually, more rules committees were formed and more championships were created, including a basketball championship in 1939.[4](引用wiki)

NCAA是美国college的主要体育活动组织，各个大学积极参与NCAA举办的各类体育联赛。美国全国上下对NCAA的热情以及关注程度之高无法想像。NCAA的兴盛是美国大学文化的一种缩影，形成了崇尚体育的精神。NCAA的存在培养了College学生的体格、以及他们的荣誉感、团队能力，不仅如此，NCAA更是众多美国的职业联赛(例如NBA、NFL、NHL)明星的诞生地！

NCAA is a main organization of American colleges. Every college takes an active part in all kinds of league matches NCAA holds. You can hardly imagine how much people all over the USA are enthusiastic and concerned about NCAA. The prosperity of the basketball is the epitome of the culture of American colleges, forming a noble spirit of sports. The existence of NCAA has developed the college students’ physique, sense of honor and team spirit. Besides, NCAA is the home of many well-known basketball players of American professional league matches (NBA、NFL、NHL).

# The Description of the Problem

NCAA与众多职业联赛不同，在职业联赛中球星的地位或许比教练还高，但在NCAA中一个优秀的教练是胜利的保证。因此我们应当向这些伟大的教练们致敬!

NCAA is different from many professional league matches. In the professional league matches, the position of the top players is higher than that of coaches. So let’s salute to those great coaches.

本文的主要讨论的内容即为如何挑选出上个世纪中的传奇大学教练。我们通过对某一项运动中大学联赛教练数据的细致分析，选举出在该联赛一个世纪(1913-2013)的历史中的最佳教练，并由此得到一个能在不同比赛项目中通用的评价标准。

In this paper, what we mainly discuss about is on how to choose college coaches full of legend in the past century. Close analysis of the data of coaches will help us to choose the best coaches in the history of a century(1913-2013) and then get an evaluation standard in common use in different matches.

美国的篮球联赛风靡全世界，NCAA中的篮球联赛更是美国国民最关注的联赛之一，一到College Basketball锦标赛，全国上下进入疯狂的三月(March Madness)，媒体们蜂拥式的报道NCAA basketball tournament。获得最后的冠军学校受到全国的瞩目，甚至会提高学校的综合排名。在这过程中教练的作用是不可估量的。为了简化问题，本文中我们先从大学篮球联赛入手。分析在上一个世纪中的最佳教练

American basketball league matches are fashionable all over the world. NCAA is even one of the most popular league matches American citizens are concerned about. Upon the college basketball tournament, the whole nation is entering the March Madness, and medias are as busy as a bee, reporting NCAA basketball tournament. Those colleges winning the last championship are deeply concerned by the whole nation, and it can even help to promote their comprehensive college ranks. In this case, the role of coaches is pretty great. To simplify the problem, we’ll begin with NCAA basketball tournament and analysis the best players of the last century.

｛

在初步的分析中，我们着眼于一个优秀教练所需要具备的自身素质及能力，在美国所推行的“标准本位的教练员评价”中提到了八项评判标准：专业能力，训练能力，运动员管理，运动员评价，训练表现，人际沟通，专业成长，人格特质。而在评价体系中所采取的主要评价方法是：训练课观察，运动员成就，档案袋管理，同行评价等[1]

During the beginning analysis, we focus on qualities abilities an excellent coach should possess.

In America, “eight evaluating standards” call our attention, that is, the professional ability, training ability, the administration of players, training performances, communication skills, professional growth, character qualities. Meanwhile, in the evaluating system, the following approaches are mainly used: the training observation, the player’s achievement, the archives administration and the assessments of colleagues.

在本文中，我们试图建立一个数学模型来通过在相关杂志，资料，文献中能查找到的数据分析并评选出最杰出的教练。而这种评价方式下，我们力求以客观的方式，将数据所体现出的一个教练的能力全方位的展现，也就是说，我们大体沿用美国“标准本位的教练员评价”中的八项标准，但需要将其中主观的评价方式尽可能的客观化，数据化。

In this paper, we have looked up some magazines, files and literatures, and are trying to choose top-ranked coaches. By the mean of this evaluate system, guite a lot of data are used to give a full show of a coach. That is to say, we’ll use “the eight evaluating standards” mentioned above, but we need to make those subjective assessments objective and full of data

比如，对于专业能力和训练能力的评价，我们采用其训练的结果，即是其所带队伍的战绩来代表，这也就将这两项能力与球队的胜率和在大赛中的晋级与夺冠次数相结合。在比如对于其人格特质和人际交往能力，我们认为可以从该教练的交际圈的大小，与队员的沟通方式来入手，对于一个不在我们的社交圈中的人，对于这两项作出完全客观以及全面的评价是相当困难的，所以，我们采取在门户媒体的报道中收集一些数据，如反应其与队员及同行间的正面或负面新闻的条数转化为正负的分值，对其进行评判。对于一个教练的管理能力，我们认为是一项随着执教年限而增长的能力，所以我们做出了一个简单的模型用来评估其管理能力。

For instance, as for a coach’s professional abilities and training abilities, the result of his training are considered, that is, the wining sores his team has made. We combine the two abilities with the team’s wining ratios, its rising ranks in the important games and the times the team has carried off the first prize. Taking his or her character qualities and communication skills for example, we will begin with the coach’s communication circle and communicating style with players. We find it pretly hard to make a complete and objective assessment of the two items mentioned above, becomes we are not familiar with the coach. So we can just gather some data through the media reports. We transform the positive or negative reports about a coach into the positive or negative number to evaluate a coach. In consideration of a coach’s managing ability, it’s an ability which improves with the teaching years increasing. We have make a simple model to evaluate his or her managing ability in this paper

由于涉及到的评判标准数目较多，且为了保证各项目所占权重尽量客观，我们首先采用层次分析法建立初步模型，得出相应的初步结论后，再对进行细化，改进

As the number involving the evaluation standards is large and to make each item objective, we first construct a model with Analytic Hierarchy Process and draw a first conclusion, then we’ll simplify and improve it

｝

｛｝中的内容放这里不合适吧。。。

# Models

## Basic Model: Wins-Lossess Model

为了较好地解决问题，我们先调取并总结了Sports-reference网站[引用]关于大学男篮教练的比赛数据，包括教练的执教起始年份、终止年份、支教总年限、执教总场次、胜场及胜率、进入季后赛64强、16强、4强和夺冠次数。因为在（引用1）文献中教练统计突出强调了胜率和胜场的重要性，即只分别统计了教练的胜率和超过600场胜场的排名，所以我们先弱化了其它因素对于教练的影响，选取了描述教练水平的两个最重要的指标：胜率和胜场，对所有教练进行分数评估。

To solve the problem better, we have quoted, selected and summarized the data from the website Sports-reference[], and the data include the coaches’ beginning year, ending year, the total coaching years, the total coaching matches, Wins-Losses Percentage, CREG (Number of regular season conference championships won), CTRN (Number of conference tournament championships won), NCAA (Number of NCAA tournament appearances), FF (Number of NCAA final Four appearances), NC (Number of NCAA tournament championships won). Because in the literature[需引用], the importance of W-L Percentage and Wins are especially emphasized, that is, the coach’s W-L Percentage and the ranking orders of more than 600 winning matches are separately counted, so firstly we have weaken the effect that other elements have upon the coaches, and then chosen the two most important indexes: W-L Percentage and Wins to evaluate marks of all the coaches.

|  |
| --- |
| Problem Analysis |

### Symbols and Definitions

* ：教练的总得分
* /：教练在胜率/胜场方面的得分（不知道需不需要，我看过的都没有）

### Assumptions

暂时无法判断胜率和胜场权重比，假设其重要性相等，即权重为1：1。

教练的满分为100分，。

### The Foundation of Model

经过对NCAA网站的查询及筛查发现有大约四分之一（918/3513）的教练执教场次少于30场（即大约一个赛季），这些教练可能会产生极端数据点从而影响筛选。剔除掉这些数据后对所有教练的胜率和胜场次数画频数分布直方图，如下图所示（左为胜率分布，右为胜场数分布）

|  |
| --- |
| (a)W-L percentage distribution (b)Wins distribution The distribution of Wins and W-L% |

可以看出，胜率趋于高斯分布，胜场趋于指数分布，分别以高斯分布和指数分布作最小绝对残差（LAR）拟合(with 95% confidence bounds)，得出拟合概率分布函数分别为

(1)

(2)

可以看出教练的平均胜率为50.5%，符合预期情况。通过分布函数得出累积分布函数分别是

(3)

(4)

我们将每位教练的胜率和胜场数分别代入及即可得出每位教练所处的百分位置，乘以100就是该教练在胜率/胜场数上的得分与，加权后为该教练的总分：

(5)

### Solution and Result

对所有教练进行排名，统计后的得分排名如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Top10 Coaches for Model I | | | | |
| Rank | Name |  |  |  |
| 1 | Adolph Rupp | 97.12 | 99.83 | 98.48 |
| 2 | John Wooden | 96.64 | 99.32 | 97.98 |
| 3 | Roy Williams | 96.04 | 99.52 | 97.78 |
| 4 | Jerry Tarkanian | 95.76 | 99.69 | 97.72 |
| 5 | Dean Smith | 94.99 | 99.89 | 97.44 |
| 6 | Clair Bee | 97.18 | 97.12 | 97.15 |
| 7 | Mike Krzyzewski | 94.02 | 99.97 | 97.00 |
| 8 | John Calipari | 94.96 | 98.98 | 96.97 |
| 9 | Mark Few | 96.70 | 96.61 | 96.66 |
| 10 | Jim Boeheim | 92.91 | 99.94 | 96.43 |

模型中在大学篮球项目最优秀的五位教练分别是Adolph Rupp、John Wooden、Roy Williams、Jerry Tarkanian和Dean Smith。

In this model, we can find five best college basketball coaches, and they are Adolph Rupp、John Wooden、Roy Williams、Jerry Tarkanian and Dean Smith。

### Result’s Analysis

结果中不乏公认的优秀教练，但是还是和权威杂志社评选出来的优秀教练Top10（引用）有很大的出入。如著名的美国梦之队教练Mike Krzyzewski未能进前五名。模型虽然简单准确,但是依然存在如下缺陷：

The result shows that some of the best coaches are generally acknowledged and they are clearly inconsistent with those coaches choosen by some authoritative magazines. For example, the famous coach Mike Krzyzewski from the Dream doesn’t reach the top five. The model is simple and exact, but it has the following faults:

* 对执教总年限、进入季后赛64强、4强和夺冠次数未能有效分析。
* 对时间线的变化没有作深入的讨论，即没有考虑到教练所处时代带来的影响。
* 胜场数与胜率的权重比较基于主观臆断。

为解决上述引发的问题，我们引入了群体决策（group decisionmaking）的打分体制。

To solve the problems mentioned above, we improve this model to Group-Decisionmaking model

## 修正模型1：一种基于群体决策（Group-Decisionmaking）的打分体制

### What is group decisionmaking?

在社会中有许多问题可以归结为群体决策，如优秀电影的评选，优秀运动员的评选等等，最后通过在选举中选民的投票结果判断出待选举人的排序情况。基于此种方法的思想，我们将其运用在评选世纪优秀教练员这个问题中，当然我们并非在做真正的投票，我们评选出杰出教练的原则是根据我们所掌握的在这些教练执教生涯中的相应数据，自然“选民”也不是真实的社会人，而是通过我们的筛选而确定的一些指标。下面我们具体阐述这种打分机制的核心思想

Many problems of the society may be attributed to the Group-Decisionmaking method, such as, the choosing of the best films, best athlete and so on. Finally, we can get the ranking order of all the candidates according to the voting results. By this means, we can choose the best coaches of the century. Of course, we don’t truly vote to choose, and the principle that we choose the best coaches is based on the relevant data of their coaching career. Of course “voters” are not truly human beings, but indexes we have define after screening. Now we’ll give a specific description of the main idea of this model

### Addition Symbols

把这个再填一下

### Assumtion

我们将评选出之前一个世纪最杰出的教练称为一次选举*O*, 我们用集合*P=(p1,p2,p3,…,pn)*来表示候选的教练集合（这里集合中所涉及的教练，我们均能找到其执教期间的完整数据）而我们认为之前提到的评价标准为“选民”集合*I*=(专业能力，训练能力，运动员管理，运动员评价，训练表现，人际沟通，专业成长，人格特质)在我们的模型中，较通常的投票选举稍有不同的是，每个选民会都对每一个教练进行投票，而不是单单支持的那一个，但是为了区别其对每个教练不同的意见，不同的选民对不同教练所投票的分数是不相同的，这样我们便建大致建立了一套可以对教练们进行评分的方式。当然，每一位被选举教练的所得分数为不同选民对其投票上所有分数的和。

We call the best chosen coaches of the century an election *O*, and we use set *P=(p1,p2,p3,…,pn),* expressing the coach set to be chosen (the data of the coaches can all be found during their coaching period) while we call the evaluating standards mentioned above the “voter” set *I*=(the professional ability, training ability, the administration of players, training performances, communication skills, professional growth, character qualities)

In our this model it is a bit different from the normal election that every voter will vote towards every coach, not just in favor of a certain one, but to tell the difference, different voters give different grades to different coaches. So we have roughly set up a grading method towards coaches. Of course, the score of every coach is the sum of grades given by different voters.

例如，被选举人x收到来自集合I所有投票者的分数集合为,那么x教练所得分数为(j=1,2,3.。。)，但是在此模型中，涉及到另外一点与传统投票选举的区别是，这里也必须要强调出来，即是：不同“选民”的地位并不相等，如何理解这一点呢，比如，对于一个教练，其专业能力对其的影响明显高于其人格特质[2]，所以在不同的选民前，我们为之加上权重，得到在此基于群体决策模型下的打分体制给出对于教练*x*的最终分数为.

For example, the score set that the candidate x has received from the set I is , then the score that the coach x should get is , but in this model, here, we must emphasize, it is different from the traditional election that the positions of different “voters” are not equal. Why? For instance, the effect that his or her order professional ability has on the coach is obviously higher than that of his or her personality [], so, to different voters, we add the weights , and the coach’s final score is .

权重*Q*的确定，我们参考了关于一个教练员需要具备的各素质的重要程度的调查报告[引用]其中给出了上述“选民”所占的权重。当然，有一些“选民”虽然具有特定的权重，但是我们并不能获得其准确的给分值，这是由于我们能得到的数据中并不包含可以用来代表这类选民分值的数据，对于这样的选民我们成为我们这个模型下的“无效选民”，最终根据我们掌握的各教练的数据，我们确定了我们模型中的最终“选民”集合I=(专业能力，管理能力)，并且确定了其权重分别为、 (这里已经将,归一化)，下面分别就在模型中我们所定义出的两位“选民”的投票分数进行讨论，并与我们所得到的数据相结合。

As for the definition of the weights *Q*, we have consulted a survey about the importance of each quality a coach should possess. The survey has stated the weights every voters mentioned above takes up. Of course, although some voters have some special weights, we still can’t gain exact scores, because the data we have gained don’t contain the data that can stand for these voters, for these voters, we call them “ineffective” voters in this model. Finally, based on all these data about each coach, we have defined the final voter set I=( the professional ability, Management ability), and make sure their weights are separately described as , (here we have ,normalized). Now we’ll have a separate discussion about the scores the two voters defined in the model, and combine them with the data we have gained.

### Managing scores

根据常识及主流媒体的一些报道，我们认为教练对球队的管理能力随其执教年龄的增长而增长，我们假设所有教练在其执教第一场比赛时管理能力均为a，执教超过m场时，其管理能力达到100，于是我们得到管理能力随着场次的增加率为;

According to commonsense and main-media reports, we think a coach’s managing ability improves with his or her teaching years increasing. Let’s presume all the coach’s managing ability is when he or she teaches in the first game. And when he or she teaches in the mth game, his or her managing ability reaches 100, so we get the rising ratio of his managing ability as the games grows more is

于是我们得到一个教练执教n场后管理能力所得分数表示：

Thus, after teaching n games, his or her managing ability reaches the following formula

(6)

该模型中a=33,m=800 [怎么得出的？？！！];

在模型修正中，我们可以将线性增加改变为非线性增加，在开始的场次中增加快，随后逐渐变慢的函数。（可能要删）

In the course of the model correcting, we may change …….into …….It’s a function increasing faster in the beginning games and growing slower afterwards.

### Competition scores

我们衡量竞赛成绩的指标又分为以下几个：胜率*p*(权重)，赛区冠军次数 (),常规赛的夺冠次数（），进入季后赛的次数 ()，进入季后赛的四强数 ()，季后赛冠军数 ()。设总体执教年限是*T*, 同时还需考虑到年代的影响，据NCAA官网[引用]知，NCAA于1939年接管大学篮球，开始季后赛。对于在1939年后开始执教的的教练在此部分得的分数可以表示为：

The indexes that we weigh the competition scores are divided into the following:

(7)

其中，在初始模型中可以认为. 当然对于1939年之前的教练，只有 (why)

(8)

对于跨越39年的教练，设其执教的时间段为且。

(9)

所以对于任意教练，当其执教年份在[T1,T2]其竞赛部分的成绩可以表示为

(10)

### Solution and Result

显然，最后通过加权计算得出的教练员总分为

对每个教练打分并排序，得到如下结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Top Coaches for Model 2 | | | | |
| Rank | Name |  |  |  |
| 1 | John Wooden | 100.00 | 27.82 | 50.20 |
| 2 | Roy Williams | 100.00 | 27.33 | 49.86 |
| 3 | Jerry Tarkanian | 100.00 | 27.23 | 49.79 |
| 4 | Dean Smith | 100.00 | 26.75 | 49.46 |
| 5 | Mike Krzyzewski | 100.00 | 26.14 | 49.03 |
| 6 | John Calipari | 98.33 | 26.74 | 48.93 |
| 7 | Adolph Rupp | 100.00 | 25.97 | 48.92 |
| 8 | Jim Boeheim | 100.00 | 25.56 | 48.63 |
| 9 | Rick Pitino | 100.00 | 25.34 | 48.49 |
| 10 | Lute Olson | 100.00 | 25.09 | 48.31 |

由上述结果选举出来的Top 5教练依次为John Wooden, Roy Williams, Jerry Tarkanian, Dean Smith, Mike Krzyzewski.，此外我们还发现优秀的教练都拥有无可挑剔的管理水平，可见管理水平在教练排名中占有相当的分量。

### Strength and Weakness

这个模型比较好地处理了basic模型带来的问题，满足了对多指标进行分析与不同权重的具体获得，对年代也有了初步的划分。但是缺点依然存在：确定影响某因素的诸指标（metrics）在该因素中所占的比重时，遇到的主要困难是这些比重常常不易定量化,或者受到主观因素过多影响。此外，当影响某因素的指标(metrics)较多时，直接考虑各指标(metrics)对该因素有多大程度的影响时，常常会因考虑不周全、顾此失彼而使决策者提出与他实际认为的重要性程度不相一致的数据，确定全中的方法说服力不够强。例如，在上文中胜率在所有指标(metrics)中所占的比重最终应该为多少，无法仅仅经过一些简单的分析最终确定。进而影响到最佳教练的排名。

This model deal well with the problem that the basic……………………

When we define the weights in the factor that indexes influent a certain factor takes up, we meet with the main difficultly that these weights are not easy to quantify or much besides, when there are too many indexes influencing a certain factor, and we directly consider how much these indexes influences this factor, often we will attend to one thing and lose sight of another, and make the decisionmaker put forward the data which, he thinks are not in conformity with the importance expected, and a group of data invisibly contradictory. By no means can we make sure how much the weights is, the weights, that the winning ratio takes up among all the indexes mentioned above, thus it will influence to rank the coaches

## 修正模型2：层次分析法

在对模型的改进过程中，我们想到了另外一种评价机制：层次分析法。层次分析法（Analytic Hierarchy Process）是对一些较为复杂、模糊的问题作出决策的简易方法，它特别适用于那些难于完全定量分析的问题。这是由美国运筹学家T.L.Saaty，于上世纪70年代初提出的一种简便、灵活而又适用的多准则决策方法[引用]。下文就将建立层次分析法的数学模型，用于从众多的评价指标(metrics)中选出世纪最佳教练。

In the course of improving the model, we think of another evaluating mechanism: Analytic Hierarchy Process. AHP is a simple method to decision with some complicated and fuzzy problems, and it is especially fit for those problems difficult to quantify to analysis. It was put forward by T.L.Saaty in the 1970s and it’s a simple, flexible and suitable Multiple criteria decision making methods.

Hereinafter, the AHP model will be set up to choose the best coaches of the century from many evaluating indexes

### 递阶层次结构的建立

首先我们简单的回顾一下问题。应用 AHP 分析决策问题时，首先要把问题条理化、层次化，构造出一个有层次的结构模型。在这个模型下，复杂问题被分解为元素的组成部分。这些元素又按其属性及关系形成若干层次。上一层次的元素作为准则对下一层次有关元素起支配作用。这些层次可以分为三类：

|  |
| --- |
| Problem Analysis for Analytic Hierarchy Process |

* 目标层：这一层次中只有一个元素，一般它是分析问题的预定目标或理想结果
* 准则层：这一层次中包含了为实现目标所涉及的中间环节，它可以由若干个层次组成，包括所需考虑的准则、子准则，因此也称为。
* 措施层：这一层次包括了为实现目标可供选择的各种措施、决策方案等

从问题中我们可以看见现在要比较*n*个影响指标(metrics)对评选最佳教练的影响大小，怎样比较才能提供可信的数据呢？Saaty 等人建议可以采取对指标(metrics)进行两两比较建立成对比较矩阵的办法。即每次取两个影响指标(metrics)和，以表示和对目标*Z*的影响大小之比，全部比较结果用矩阵表示，称*A*为*Z*−*X*之间的成对比较判断矩阵（简称判断矩阵）。容易看出，若和对*Z*的影响之比为，则和对*Z*的影响之比应为，且矩阵中的对角线元素应为1.

这也是层次分析法的核心思想，即将多个无法直观比较的影响指标(metrics)转化成各个指标(metrics)之间的比较，大大的降低对指标(metrics)影响评选所占比重的依赖性，渐少主观臆测，能够较为简单的实现对指标影响能力的评估。

关于如何确定的值，Saaty 等建议引用数字1~9及其倒数作为标度。下表列出了1~9 标度的含义：

|  |  |
| --- | --- |
| The fundamental scale is a scale of absolute numbers used to assign numerical values to judgments made by comparing two elements with the smaller element used as the unit and the larger one assigned a value from this scale as a multiple of that unit.[引用How to make …] | |
| Intensity of Importance | Definition |
| 1 | Equal Importance |
| 3 | Moderate importance |
| 5 | Strong importance |
| 7 | Very strong or demonstrated importance |
| 9 | Extreme importance |
| 2,4,6,8 | For compromise between the  above values |
| Reciprocals of above | If activity i has one of the above nonzero numbers assigned to it when compared with activity j, then j has the reciprocal value when compared with i |

从心理学观点来看，分级太多会超越人们的判断能力，既增加了作判断的难度，又容易因此而提供虚假数据。Saaty等人还用实验方法比较了在各种不同标度下人们判断结果的正确性，实验结果也表明，采用1~9标度最为合适。[引用]

### 构建判断矩阵

因此通过层次分析法的思想，我们可以列出评选最佳教练的8个指标的判断矩阵A。

|  |
| --- |
| Yrs W W-L% CREG CTRN NCAA FF NC  (11)  Yrs  W  W-L%  CREG  CTRN  NCAA  FF  NC |

列出这样一个矩阵还需要一点信息，或者说是基本假设，那就是在评价教练的指标中，教练率队获得全国总决赛总冠军（NC）的难度要大于进入全国四强赛（FF{FF的意思Number of NCAA final Four appearances}），进入全国四强赛的的难度要大于获取常规赛冠军的难度，其他指标以此类推。并有前文模型1的基本假设得到胜率与胜场具有用同的重要程度。最终即可得到该判断矩阵。

最后，应该指出，一般地作次两两判断是必要的，即为矩阵中的上三角或者下三角。通常认为把所有指标都和某个指标相比较，即只作*n*−1次比较就可以了。这种作法的问题在于，任何一个判断的失误均可导致不合理的排序，而个别判断的失误对于难以定量的系统往往是难以避免的。进行次比较可以提供更多的信息，通过各种不同角度的反复比较，从而导出一个合理的排序。

相同的，通过准则层与措施层的联系，我们可以列出候选教练之间的判断矩阵，即将各个候选教练在某一个特定指标下两两比较得到。从指标的数量可以看出，措施层判断矩阵的个数有8个之多。[这里需要提一下候选教练的减少，及其原因]

我们的目标是找出世纪最佳教练，为了简化计算，我们需要通过前期的筛选选出具有这一特征的可能人选，所以我们挑选出模型1中排名前100位的大学篮球教练供选择。

此时在两两比较中利用的是各个候选教练在该指标下的具体数据的比值，即，其中和为候选教练*i*, *j*在指标中的执教数据。值得注意的是在这个过程需要对教练的数据进行一下标准化处理，将教练的数据映射到1~9的范围之内。

通过这些处理，以~~进入季后赛的次数（NCAA）~~胜率的指标为例，得到候选教练的判断矩阵为

|  |
| --- |
| Coach 1 Coach2 Coach3 Coach4 ….  (12) |

### 一致性检验(Consistency Check)及单一准则下元素相对权重的计算

上述构造成对比较判断矩阵的办法虽能减少其它因素的干扰，较客观地反映出一对因子影响力的差别。但综合全部比较结果时，其中难免包含一定程度的非一致性，即在递推的逻辑关系中是否存在错误,例如出现“全国冠军比常规赛冠军重要，常规赛冠军比赛区冠军重要，而赛区冠军又比全国冠军重要”的判断，则显然是违反常识的。如何比较结果是前后完全一致的，需要检验构造出来的判断矩阵*A* 是否严重地非一致，以便确定是否接受*A*，该过程即为一致性检验。

根据Saaty的研究可以通过计算判断矩阵的最大特征值和最大特征值对应的特征向量来进行一致性检验，并可以同时得到对应指标的相对权重值。*A*为一致矩阵的条件为当且仅当其最大特征根，且当正互反矩阵*A*非一致时，必有，故比*n*大得越多， *A*的非一致性程度也就越严重。

由此定义一致性指标CI(Consistency index)为：

(13)

查找相应的平均随机一致性指标RI(randon index)，其值是这样得到的，用随机方法构造500 个样本矩阵：随机地从1~9 及其倒数中抽取数字构造正互反矩阵，求得最大特征根的平均值，并定义

(14)

对*n* =1,…,8，Saaty给出了*RI* 的值，如表所示。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| The order of the matrix (first row) and the average R. I. (second row).[引用] | | | | | | | | |
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| RI | 0 | 0 | 0.52 | 0.89 | 1.11 | 1.25 | 1.35 | 1.40 |

### 最终计算一致性比例CR

定义一致性比例为

(15)

当*CR* <0.10时，认为判断矩阵的一致性是可以接受的，否则应对判断矩阵作适当修正。

根据以上原则，针对准测层的判断矩阵A，可以计算的得到最大的特征值为8.687，在n=8时，一致性比例为CR=0.07 <0.1，由此可以总结上文中得到判断矩阵A满足一致性要求。

在计算候选教练员的判断矩阵时，由于矩阵的阶数n过大，因此，利用RI的定义计算，当n=100时的RI=1.727。

下表给出了候选教练员的判断矩阵的一致性检验向量：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Consistency Check of Alternative Level | | | | | | | | |
| Criterion | Years | Wins | W-L% | CREG | CTRN | NCAA | FF | NC |
| CR | 1.47e-16 | 2.94e-16 | 7.35e-17 | 7.35e-17 | 1.03e-15 | 5.88e-16 | 5.88e-16 | 1.32e-15 |

从上表可以看出均符合一致性要求，即Alternative Level中任意判断矩阵的CR(k)<0.1。

### 计算各层次的权值得到总排序权值

在各层的判断矩阵均通过一致性检验后，就可以通过各层的矩阵计算指标权重，进而实现排序，进行方案的选择。

在Saaty的研究中，在确定判断矩阵为一致性矩阵后，即可用最大特征根对应的已归一化过的特征向量来表征下一层次的元素对上一层次的影响程度.

例如在Criterion Level的判断矩阵A中，最大特征值对应的特征向量，经过归一化之后，特征向量即变为

(16)

特征向量中的值即代表教龄（Years），胜场数(Wins)，……，获得总冠军数（NC）对Objective Level选取最佳教练的权值。

再计算Alternative Level对上一层的权值，以胜率(W-L percentage)为例，得到判断矩阵B3的最大特征值对应的特征向量（已归一化）：

(17)

该特征向量中各个值即为不同教练在指标胜率(W-L percentage)中所占的权值，也可以理解为在指标胜率(W-L percentage)中各个教练所获得的分数，教龄越长，权值也越大。

最终，由Criterion Level的8个Metrics的可以得到一整个Alternative Level的权值矩阵*w*.

(18)

Alternative Level中任何教练的总排序权值都可以通过以下方式计算得到:

(19)

通过矩阵运算可以方便的得到所有教练的总排序权值

(20)

通过以上运算可以得到Table

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 总层次排序 | | | | | | | | | |
| Coac-hes | Years | Wins | W-L% | CREG | CTRN | NCAA | FF | NC | Total |
| 0.019 | 0.030 | 0.030 | 0.100 | 0.155 | 0.057 | 0.240 | 0.369 |
| 1 | 0.021 | 0.016 | 0.013 | 0.024 | 0.003 | 0.005 | 0.013 | 0.011 | 0.0127 |
| 2 | 0.009 | 0.007 | 0.016 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.0060 |
| 3 | 0.012 | 0.007 | 0.010 | 0.013 | 0.003 | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.0055 |
| … | … | … | … | … | … | … | … | … | … |
| n | 0.002 | 0.003 | 0.011 | 0.007 | 0.005 | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.0057 |

### 排序结果

综上所述可以得到利用Analytic Hierarchy Process得到的Top 5 Coaches，见Table

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Top 10 Coaches for Model 3 | | |
| Rank | Total Score | Name |
| 1 | 0.034 | John Wooden |
| 2 | 0.027 | Mike Krzyzewski |
| 3 | 0.025 | Adolph Rupp |
| 4 | 0.023 | Dean Smith |
| 5 | 0.020 | Jim Calhoun |
| 6 | 0.019 | Rick Pitino |
| 7 | 0.019 | Denny Crum |
| 8 | 0.018 | Roy Williams |
| 9 | 0.017 | Bob Knight |
| 10 | 0.015 | John Calipari |

由上述结果选举出来的Top 5教练依次为John Wooden, Mike Krzyzewski, Adolph Rupp, Dean Smith, Jim Calhoun.

### 与标准排序相比检验

### 优点和缺点

该模型对教练的评价更为量化和科学，同时得出的最佳教练的结果也更为准确。但是依然存在评价指标的主观因素过多的问题，即在参与计算公式中相应因素前面的系数—权重。我们之前权重的得出用到了两种方法，其一是用saaty所提出的标度法[]，结合体育评论中关于各指标的描述，其二是利用一份统计报告中得出的调查结论[]，但是这两种方式多少还存在一定的主观性，比如第一种方法中将文字描述转化为标度的这个过程，虽然只需要比较两种因素间的相对重要程度，但是依据依然没有确实的数据支持，而统计报告中给出的权重虽然来自于大量的统计数据，但是统计的对象是来自中国北京的体育教练，并非NCAA的球类教练，这样的类比有一定的依据但是不能完全的准确代替，所以在进行进一步的模型改进时，我们强烈的希望找到一种模型，使得权重的信息能从已有的数据中直接得出，使得评价的主观因素大大减少。此时，我们注意到了因子分析这一方法。

## 修正模型3：Factor Analysis

因子分析（factor analysis）是由英国心理学家spearman在1904年提出来的，他发现学生的各科成绩之间存在着一定的相关性，一科成绩好的学生，往往其他各科成绩也比较好，从而推想是否存在某些潜在的共性因子，或称某些一般智力条件影响着学生的学习成绩。因子分析可在许多变量中找出隐藏的具有代表性的因子。将相同本质的变量归入一个因子，可减少变量的数目，还可检验变量间关系的假设。他成功的解决了智力检验得分的统计分析，长期以来，教育心理学家不断丰富、发展了因子分析理论和方法因子分析可以看成主成分分析（principal component analysis）的推广。

从根本上来说，因子分析是一种数据简化技术。它的核心思想是：通过研究多变量间的内部依赖关系，探求数据中的基本结构，并用晒书几个假想变量来表示其基本的数据结构。这几个假象的变量能够反映原来众多变量的主要信息。原始的变量是可观测的显在变量，而假想变量是不可观测的潜在变量，称为因子（Factor）。

假设：影响教练排名的个项目数据间存在内在联系，这些影响项目可以用相互独立的若干因子替代。

下面我们就用因子分析的方法来对历年教练的数据进行处理分析

### 原始数据的标准化处理

假设进行因子分析的指标变量有*k*个：,,，共有n个待评价的教练，其中第*i*个教练对第*j*个指标的取值为。我们先根据数理统计中标准化参量的定义将各指标值转化为标准化指标

(21)

其中, , (j=1,2,……p), ,为第*j*个指标的样本均值和样本标准差。对应的，称标准化指标变量为：

(22)

### 计算相关系数矩阵R

相关系数矩阵R=

(23)

其中=1, =, 是第i个指标和第j个指标的相关系数。

在这里，计算相关系数是为了找到不同影响指标间的相关性大小，从而提取出内涵的公共因子。

### 计算初等载荷矩阵

计算相关系数矩阵的特征值, 及对应的特征向量,

其中, 初等载荷矩阵

(24)

### 选择*m*（）个主因子，进行因子旋转

根据初等载荷矩阵，计算各个公共因子的贡献率，选择其中*m*个主因子，对提取的因子载荷矩阵进行旋转，得到矩阵(其中是A的前*m*列，T是正交矩阵)。

根据以上的推导，我们构造的因子模型为

(25)

我们看到，我们将各影响指标用我们构造的因子线性表示，这样，我们可以通过反解上述方程，将因子的值用我们可以观测到的指标值~表示，相应因子的贡献率我们可以算出，作归一化处理后即得到了不同因子所占的权重，最终得出了教练的评分与m个主因子间的函数关系。

在初级程序中，我们取m=2，得到相应因子的贡献为；

我们发现，两个主要因子的总贡献为： 不到80%，为了增大结果的准确率，我们使m=3,因子分别为,,,它们的的贡献与贡献率如下表所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 表头？？ | | | |
| Factor |  |  |  |
| Contribution | 3.447 | 1.993 | 1.299 |
| Contribution rate | 0.431 | 0.249 | 0.162 |

我们发现，选取的三个主要因子的贡献率超过84%，于是在之后的计算中，我们都取m=3.

我们也得到了旋转因子分析表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 旋转因子分析表 | | | |
|  |  |  |  |
| Yrs | 0.248 | -0.178 | 0.149 |
| Wins | 0.242 | -0.112 | 0.137 |
| W-L% | -0.289 | 0.004 | 0.983 |
| CREG | 0.236 | 0.021 | -0.053 |
| CTRN | 0.435 | -0.125 | -0.390 |
| NCAA | 0.249 | 0.049 | -0.112 |
| FF | -0.101 | 0.512 | -0.030 |
| NC | -0.236 | 0.636 | 0.023 |

这样，我们得到了因子得分函数的表达式：

(26)

教练总的得分为,,的加权平均，其权重在之前已经算出

我们用*F*代表教练的得分函数，其表达式为：

(27)

根据此表达式，我们算出n个教练的得分并将其排入表格，由于教练数量巨大，在下表中，我们只将排名在前20的教练列出

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Top 10 Coaches for Model 4 | | | | | |
| Rank | Score of F1 | Score of F2 | Score of F3 | Total Score | Name |
| 1 | 4.92 | 14.3 | -1.85 | 6.39 | Mike Krzyzewski |
| 2 | 6.39 | 10.6 | -1.35 | 6.14 | Adolph Rupp |
| 3 | -5.83 | 29.12 | 2.62 | 6.13 | John Wooden |
| 4 | 6.54 | 10.3 | -2.11 | 5.98 | Dean Smith |
| 5 | 6.31 | 7.08 | -1.71 | 4.99 | Jim Calhoun |
| 6 | 5.66 | 6.98 | -1.95 | 4.58 | Denny Crum |
| 7 | 3.58 | 8.28 | 0.12 | 4.3 | Roy Williams |
| 8 | 4.34 | 7.64 | -1.41 | 4.2 | Rick Pitino |
| 9 | 2.07 | 8.96 | 1.94 | 4.08 | Bob Knight |
| 10 | 5.48 | 3.66 | 0.5 | 3.98 | Jim Boeheim |

由上述结果选举出来的Top 5 Coaches依次为: Mike Krzyzewski, Adolph Rupp, John Wooden, Dean Smith, Jim Calhoun

### 与标准的比较，误差分析

### 优点缺点分析

# 模型测试Model Testing

## 模型评价体系

我们取m种权威体育杂志中评价出的前5大优秀教练排行榜作为参考标尺，将我们得出的排行与之进行对比

我们定义排行相对误差(Dissimilarity coefficient)（）

(28)

其中是我们建立的模型所得出的i教练的排名，(j)是权威杂志j上i教练的排名情况。

越接近0表示模型的准确度越好。

查找资料我们找到关于大学篮球教练排名的两组排名，我们对四种模型得到的结果分别计算，算得相对误差如下

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 |
| 0.4052 | 0.2652 | 0.2180 | 0.2162 |

我们发现，后面两个模型的相对误差明显小于前面两个模型，表明层次分析模型与因子分析模型准确度更好，也更优越。但是因子分析模型还是基于客观因素的模型，实用性更为出众，因此我们在下文的模型测试及延拓中采取模型四的算法。

## 不同时代间教练的比较：指标影响度评价体系

我们沿用因子模型，我们还可以得到关于教练排名情况随着时代的改变而发生的变化。这里我们来详细说一下这种算法的思想。

我们在计算因子的过程中，可以先在原始影响指标中去掉一个待研究项，待完成上面的计算即将教练排名算出以后，再将教练的得分函数与此去掉的影响指标间作一个相关性分析，这样如果我们取一段短时间（如10年）作为一个时间分析单元，我们可以得出这一影响指标（如胜场数）与最终教练得分即排名情况间的相关性随时间的变化趋势。而这一变化趋势，可以反映随着时代的改变，决定教练最终排名情况的各影响指标重要程度的变化情况，提供了一种比较不同年代间的教练的方法。

当然，这里的比较不再像之前那样比较排名的情况，因为当我们不考虑时间的时候，可以将所有教练进行排位，而一旦考虑此项运动整体水平或者其他的宏观因素随着时间的变化，这样的全体排名比较就是没有意义的了。此时我们需要建立另外一种比较的方法，即是之前提到的，用每项影响指标与最终排名的相关系数来作评价

我们定义这样一种评价机制叫做：指标影响度评价体系

这一评价体系并不能对不同时代间的教练做出一个客观的分数来得出其排名，它衡量的是整体教练水平的变化，比如，我们在算出两个时代的各项影响因素与最终排名的相关系数后，我们将这些不同影响因素作统计分析

对于时代单元T1,我们根据上面的计算可以得到不同影响指标与最终教练得分的相关系数向量:

(29)

其中代表第i个指标与教练得分间的相关系数。

对于时代单元T2,我们得到：

(30)

下面我们就从，的统计学信息对两个时代的教练群体进行分析。

首先评价的标准是：向量中个元素间的方差越小，教练的综合水平越高。

所以我们主要通过判断两个时代的方差的大小，判断在两个时代中排在相同位置教练的能力。这里的能力判别不再是其分数的相对高低，而是其综合能力的强弱，即在个指标中的得分能力高低。

下面我们通过计算来寻找1940-1950年代的教练群体与1990-2000年代教练群体间各个影响指标的差异，下面的计算中代表1940-1950年代，代表1990-2000年代

我们得到：

:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表头？ | | | | | | | |
| Yrs | Wins | W/L | CREG | CTRN | NCAA | FF | NC |
| 0.666 | 0.788 | 0.350 | 0.821 | 0.048 | 0.827 | 0.380 | 0.577 |

:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表头？ | | | | | | | |
| Yrs | Wins | W/L | CREG | CTRN | NCAA | FF | NC |
| 0.766 | 0.455 | 0.297 | 0.829 | 0.761 | 0.567 | 0.340 | 0.574 |

我们定义相关系数归一化后的百分比叫影响度（Impact Degree）。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Impact Degree | | | | | | | | |
| ID | Yrs | Wins | W/L | CREG | CTRN | NCAA | FF | NC |
|  | 14.94% | 17.68% | 7.85% | 18.42% | 1.08% | 18.56% | 8.53% | 12.95% |
|  | 16.69% | 9.91% | 6.46% | 18.07% | 16.58% | 12.35% | 7.41% | 12.51% |

我们可以这样理解这些数字：对于1940-1950年代的教练群体，我们看到，影响其最终排名的最关键的指标是NCAA- Number of NCAA Tournament appearances，而在1990-2000年代，这一指标被CREG -- Number of regular season conference championships won所替代，我们发现在大多数体育杂志中对优秀教练的评选中，胜场数Wins往往作为最重要的指标存在，而在我们对数据的分析中发现，胜场数并非是最重要的指标，而且在1990-2000年代，wins的重要程度明显下降。这是在我们的计算中与现在的主流评判方式差异较大的地方。

我们还可以看到，变化最明显的指标影响度是CTRN，变化相对明显的有Wins和NCAA，

其它指标的波动不大。我们算出相应年代R内值的方差

(31)

(32)

按照我们用来评价的指标影响度评价体系的评价方法，可以得出：1990-2000年代的教练的综合水平较1940-1950年代教练的综合水平高。

这样，我们实现了比较两个时代间教练的水平差异。但是需要强调的是，这种差异的形成，实质上，是由于时代改变这项运动的教练群体整体综合能力提高的表现

## 不同领域\不同性别模型的适应性比较

### 不同领域模型的适应性比较

我们将模型4应用到大学橄榄球【引用】和大学棒球【引用】的教练指标。对橄榄球找到的教龄、胜场数、胜率、碗赛胜场数、碗赛胜率、全国冠军数等6个指标作为评价指标，对棒球找到的教龄、胜场数、胜率、college world series 八强、college world series 冠军等5个指标作为评价指标，在因子分析中提取3个主因子对教练进行排名。

在多个国际网站上【引用】找到教练的主流排名，采用Dissimilarity Coefficient（DC）分析法对我们的模型进行测试。得到的结果如下表所示：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sports | Rank | Name | Score | Standard Top5 | DC |
| Football | 1 | Joe Paterno | 4.89 | Bear Bryant | 0.347 |
| 2 | Bobby Bowden | 4.80 | Nick Saban |
| 3 | Bear Bryant | 3.96 | Bobby Bowden |
| 4 | Lou Holtz | 3.12 | Eddie Robinson |
| 5 | Mack Brown | 3.08 | Woody Hayes |
| 6 | Tom Osborne | 3.02 |  |
| 7 | Jim Hilles | 2.60 |  |
| 8 | Hayden Fry | 2.57 |  |
| 9 | Tommy Dowler | 2.53 |  |
| 10 | Frank Beamer | 2.51 |  |
| Baseball | 1 | Rod Dedeaux | 1.93 | Gordie Gillespie | 0.307 |
| 2 | Cliff Gustafson | 1.81 | Rod Dedeaux |
| 3 | Gordie Gillespie | 1.51 | Don Schaly |
| 4 | Don Schaly | 1.40 | Skip Bertman |
| 5 | Mike Martin | 1.21 | Augie Garrido |
| 6 | Augie garrido | 1.18 |  |
| 7 | Ron Fraser | 1.17 |  |
| 8 | gene Stephenson | 1.06 |  |
| 9 | Jim Brock | 0.96 |  |
| 10 | Mark Marquess | 0.85 |  |

应用因子分析得出的橄榄球教练前5名是：

棒球教练前5名是：

我们发现，虽然DC指数比篮球教练的指标高，但是媒体中的前5名教练的得分及排名依然很高，这个从侧面验证了我们的模型依然是准确的。此外我们发现媒体的评价存在一些误差，如Eddie Robinson在主教练期间仅执教1977年一年，或许他是一名伟大的棒球选手，但是作为伟大的教练还有所欠缺。

### 不同性别模型的适应性比较

# Conclusions

# Future Work

## Another model

## The limitations of queuing theory

VI. References

[1]

[2]

[3]

[4]

VII. Appendix