

在足球比赛中提高团队表现

摘要

在一场足球比赛中, 球员之间的互动和合作会影响他们的成功和进球。为了探究这个问题并制定策略来帮助哈士奇在下个赛季表现的更好, 我们量化和形式化了团队的结构和动态特征, 使用几个指标来描述团队在各个方面的表现, 并制定有针对性的策略。

对于第一个问题, 我们使用社会网络分析来构建传递网络, 并解释了网络的基本属性。并从全网、局域网和个体网的角度分析了具体的网络特征。整个网络: 加权接近矩阵、质心、加权中心色散和最大半径。本地网络: 网络模式识别, 包括核心/外围分析获取核心球员和边缘球员和他们的关系, 和配置分析, 构造 3-node 子获得其主题的类型和频率发生, 即二元和三元的具体配置。个体网络的指标: 节点的度中心性。最后, 我们画出时间线来分析时间流逝的动态。

第二个问题, 结合社会网络分析和足球比赛的实际情况, 我们发现三个性能指标: 一个团队在一个匹配的总数, 平均贡献的团队和 pass-possession 率, 和四个团队层面流程: 聚合、扩展、节奏和连接配置比例。然后结合净胜球差作为自变量绘制散点图, 进行多元线性回归分析。最后, 选择了三个能够有效衡量团队合作水平的显著变量, 通过网络的绩效模型在 95% 显著性水平下整体通过了检验。而根 MSE = 1.5, 属于低水平。然后从三个方面描述了哈士奇队: 结构, 配置和动力学。

总结的基础上赢得比赛的有效指标, 教练建议加强合作培训的三人组, 根据对手的提高通过质量控制打开攻击程序和注意球员的身体和技能培训, 以实现更好的性能在未来。

对于第四个问题, 我们从模型指标 π_1 、 π_2 、 π_3 和 π_4 的角度总结了我们的研究结果。在设计一个广义模型时, 要考虑的因素是频繁和密切的相互作用, 影响分工任务的各个方面, 是逐步的, 充分的相互作用或在一个子组内的沟通。其他包括集体意识、核心和团队信任。

本文所建立的模型充分利用所获得的通行证数据, 从多个方面对团队合作水平进行描述和量化。通过统计检验验证了该方法的有效性, 可用于多队合作水平的评估和对比赛结果的预测。模型选择的指标可以广泛用于描述其他社会团队合作水平。

关键词:网络; 指标; 社会网络分析; 主题;



目录

1 介绍.....	3
1.1 问题的背景.....	3
1.2 问题重述.....	3
2 基本假设.....	3
3 符号.....	3
4 模型.....	4
4.1 数据预处理.....	4
4.2 足球传球网络.....	4
4.3 绩效指标和团队级流程.....	7
4.4 筛选检测指标.....	8
4.5 传递网络的绩效模型与团队合作描述.....	11
4.6 战略.....	12
4.7 广义模型的设计.....	13
5.....	14
5.1 优势与劣势.....	14
5.2 促销.....	14
6 结论.....	15
参考文献.....	16
附录：我们的代码.....	16



1 介绍

1.1 问题的背景

随着世界经济的全球化和信息技术的深化，人类的发展面临着更多的挑战。为了应对高速的发展，团队合作使得人类有可能通过与许多人一起完成一项任务来处理各种各样的复杂问题。团队合作是否更有效率，不仅取决于团队中个体的能力，也取决于团队中的每个个体能否充分合作，相互支持。因此，团队管理和合作策略就显得尤为重要。这导致了一系列的团队合作方法，如引入相关社会学理论和大数据方法。

足球作为一项常见的竞争性团队运动，对团队合作要求很高。许多比赛已经证明，高的个人能力并不一定意味着好的结果。一个球队组织进攻、防守、分工、战术或策略的能力，以及对手的能力，都对比赛的结果有重要影响。这就需要使用相关的方法来开发有效的团队合作项目。

数学建模系列课程资料代码等请关注公众号：科研交流

1.2 问题重述

在哈士奇队教练的要求下，ICM 基于上赛季的详细数据(包括对 19 个对手的 38 场比赛)。这个数字涵盖了 366 名球员(30 名哈士奇队员和 336 名对手队员)之间的 23,429 次传球和 59,271 场比赛，我们需要说明：

- 建立团队传递网络。
- 确定指标以衡量团队合作的有效性，并使用它们来衡量传递网络的属性。
- 为团队合作提出切实可行的建议。
- 通过分析，我们得出了建立有效合作团队的关键因素。

2 基本假设

- 目前，所有类型的通行证都是最适合行人的。
- 主队和客队与教练之间的差异对球员没有影响。
- 假定比赛处于自然状态，不受各种偶然因素的干扰。
- 职责不同的球员有特定的比赛区域，而球员没有完全的行动自由。

3 符号

稍后将描述仅使用一次的其他符号。



<i>Symbols</i>	<i>Definition</i>
(x_0, y_0)	The x, y coordinates of the network centroid
N	One team's total number of passes in one match
Cdw	The weighted centroid dispersion
A	The weighted adjacency matrix
rm	The maximum radius of the network

表 1

4 模型

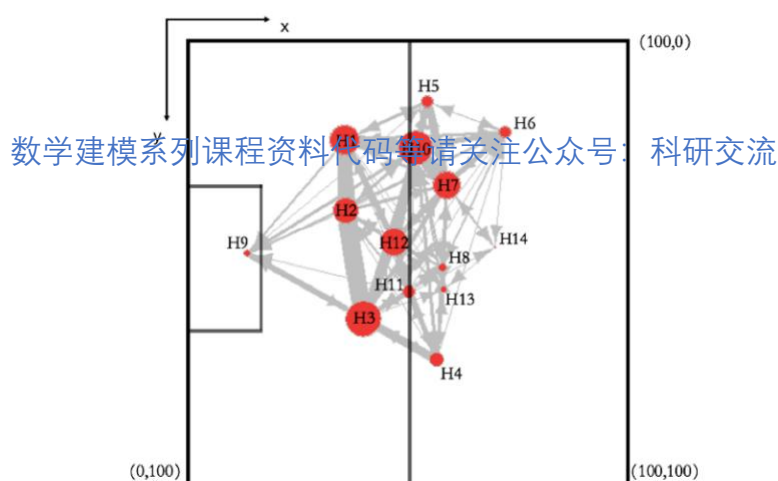
4.1 数据预处理

- 为了方便邻接矩阵，每个游戏的玩家按照 1,2,3 ...的顺序排列。
- 哈士奇和对手的传球数据被分开以分开他们的传球网络。

4.2 足球传球网络

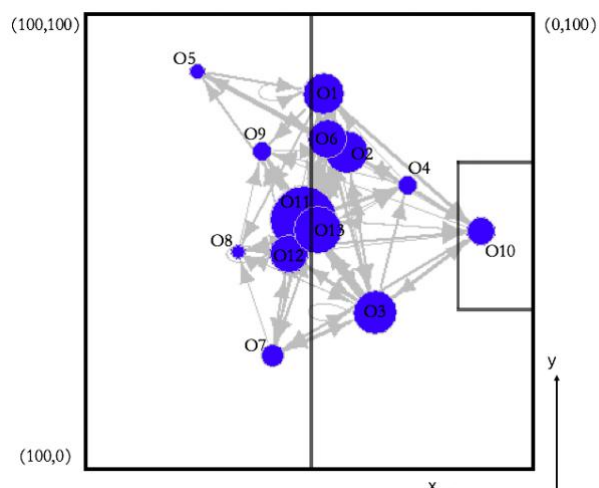
由于足球比赛中球员之间的互动类似于社交网络中个体之间的关系,所以社交网络分析[1]对足球的传球网络进行了分析。以第一次匹配为例,利用第一次匹配的数据解释通过网络的结构,以及网络的结构指标和属性。

4.2.1 整个网络



图一:哈士奇在第一场比赛中的传球网络





图二:对手第 1 场比赛的传球网络

如图 2 所示,网络中的节点代表玩家,节点的数量对应于场上玩家的数量。节点圆的大小取决于节点的度,节点的度越大,圆越大。此外,节点度对应于节点的度中心性,说明玩家的重要性与玩家的传球次数正相关。因为传球是单向的,链路也是单向的,也就是说从一个球员传到另一个球员。链接的宽度表示权重,即该链接中包含的传递次数。次数越多,联系就越广。每个结点的位置取决于它的平均位置,每个传球球员坐标的平均。

场地为正方形,横坐标、纵坐标均在 $[0,100]$ 范围内。

4.2.2 网络模式和属性

为了研究通过网络的结构,本文对整个网络、局域网络和个体网络进行了分析。此外,网络模式将确定在本地网络分析。

(1) 整个网络

在整个网络上,结构指标和网络属性包括加权邻接矩阵^[2]、网络质心^[2]、加权质心散度和网络最大半径。

邻接矩阵是表示节点之间关系的方阵。它的维数是节点的数量。加权邻接矩阵是赋予关系权重的邻接矩阵。我传送网的行和列 a_{ij} 元素& 的加权邻接矩阵,对应于一场比赛中球员 i 传球给球员 j 的次数。以 match1 中 huskies 的加权邻接矩阵为例:

数学建模系列课程资料代码等请关注公众号：科研交流

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	14	8	1	3	3	3	1	2	11	1	4	1	0
2	11	0	18	0	0	1	3	0	1	1	0	1	0	0
3	6	6	0	9	0	1	2	1	6	4	5	6	1	1
4	0	1	4	0	0	1	2	2	0	1	3	2	1	0
5	1	0	0	0	2	1	8	0	0	4	0	1	0	0
6	2	0	0	0	1	0	5	1	0	1	0	0	0	1
7	3	0	4	2	4	3	0	1	0	14	0	4	2	1
8	0	1	1	0	0	1	3	0	0	0	1	2	0	0
9	0	0	2	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0
10	13	3	0	3	2	5	10	2	1	1	1	8	2	1
11	0	2	2	4	0	1	0	2	1	1	0	7	0	0
12	6	3	8	2	6	0	6	1	0	9	4	0	0	0
13	0	0	0	2	0	0	2	2	0	1	0	2	0	0
14	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0

图三:比赛 1 中的哈士奇加权邻接矩阵

● 网络质心。

网络质心为通过网络的所有通道的平均位置:



$$(x_0, y_0) = \left(\frac{\sum_i x_i}{N}, \frac{\sum_i y_i}{N} \right)$$

(x_i, y_i) 是传球的位置。加权质心弥散。

加权质心离散度是指参与者对网络质心位置的距离的加权标准差，衡量网络的覆盖率。传球球员的重要性是不同的，而距离的简单标准差不能反映这一点。例如，板凳球员传球很少，但是简单的标准偏差会给他们和其他传球多的球员相同的权重，这对于足球传球网络的离散度来说是没有意义的。因此，权重是必要的。质心色散公式：

$$Cdw = \sqrt{\frac{\sum_i n_i (d_{i0} - \bar{d})^2}{N}}$$

n_i 为球员 i 传球的次数； \bar{d} 的平均距离玩家对于网络质心的位置； d_{i0} 为玩家 i 关于网络质心位置的距离。

网络最大半径是指每个参与者与网络质心之间的距离最大。半径越大，网络延伸率越高。

(2) 局部网络——模式识别

● 核心外围分析^[1]

根据节点的重要性和亲和程度，将网络中的节点划分为核心节点和边缘节点，以简化复杂的网络，集中精力

Core/Periphery Class Memberships:

```
1: 1 2 3 4 5 6 7 10 11 12
2: 8 9 13 14
```

图四:哈士奇的核心-外围分析的结果(部分)

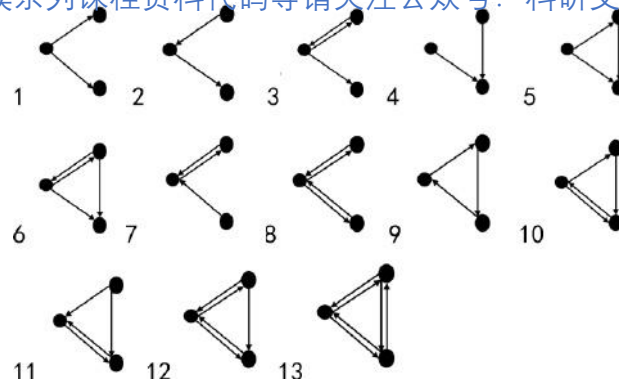
可以了解到，团队由核心成员 1、2、3、4、5、6、7、10、11、12 和外围成员 8、9、13、14 组成。结合 Fig1 中这些核心玩家的位置、链接的厚度以及连接他们的链接数量，可以发现上述核心玩家确实起到了互联互动的作用。

● 团队的结构

团队被配置为二元和三元配置。二元配置是指两个玩家之间的互动，三元配置是指三个玩家之间的互动。为了分析玩家之间的具体传球模式，考虑三个节点的子网络。子网络中的三个节点形成成对的二元结构，并共同形成三元结构。

在生物学中，motif 被用来解释蛋白质的空间结构。在这里可以将其用于足球传球网络的分析，得到球队的本地配置。共有 13 种 motifs，如图 4 所示。显然，3 节点网络的连通性从 1 个增加到 13 个。Motif 12 和 Motif 13 几乎是完全相连的。3 节点网络的连通性越高，通过的三路配置的灵活性就越高，而不是固定的通过模式。

数学建模系列课程资料代码等请关注公众号：科研交流

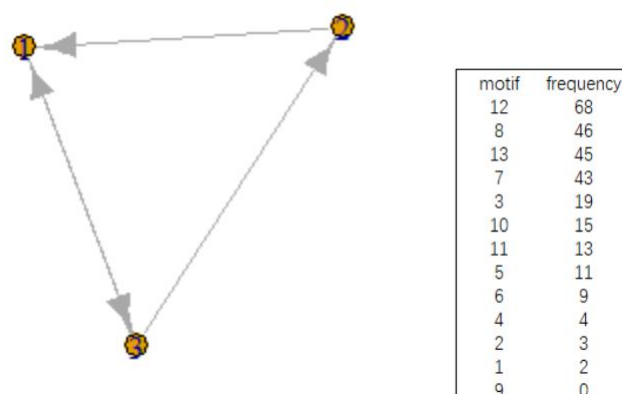


图五:3 节点网络的 13 种图形

利用 R 软件计算一个团队在游戏中每个 motif 出现的频率，得到该团队常用的 motif 类



型。哈士奇队 motif 的频次顺序和最常用的 motif image 如下：



图六:频率顺序和最常用的基序

哈士奇犬在这种匹配中最频繁地使用 Motif 12，表明节点 1、2 和节点 1、3 之间的二元结构是双向传递的，节点 2 和节点 3 之间只有单向传递。它的三元结构具有很高的连通性。

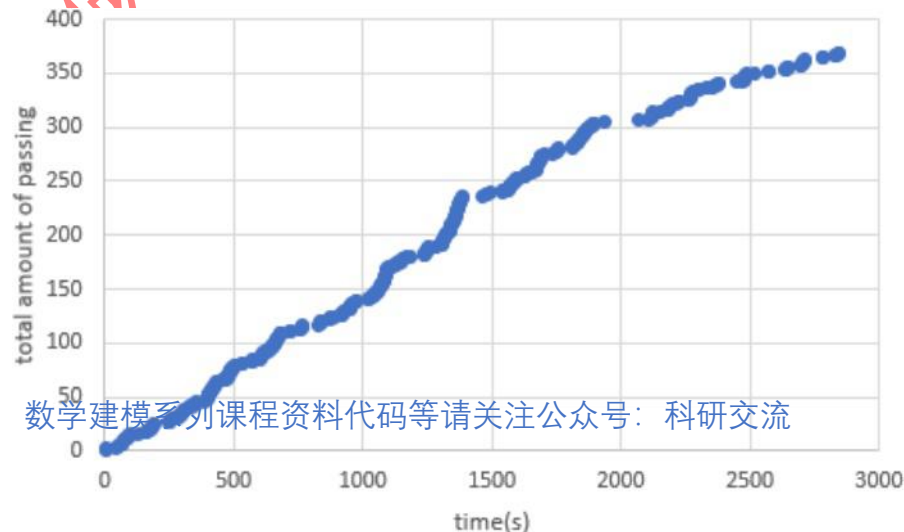
(3)个人网络

● 学位中心^[1]

节点的度中心性是指网络中节点的信息输出量。在传球网络中，度中心性是指球员传球的次数。一个球员的中心性越强，他在传球中的参与就越多。

4.2.3 比赛中传球的时间线

传球时间可以反映游戏的动态进程，即总传球在时间上的变化。哈士奇的时间表如下：



哈士奇犬的传球量平均增加，比赛开始后约 1400 秒出现了一连串传球。

4.3 绩效指标和团队级流程

4.3.1 性能指标

首先，本文选取某队在一场比赛中的传球总次数 N 来描述该队在某一场比赛中是否表现良好。更好的团队合作意味着球员之间更成功的传球，当球队控球的机会增加



时,得分的机会和成功射门的次数也会增加。因此,N可以直接反映团队的合作,这是表示 piB 。

从个人角度,我们选择团队中每个成员的传球次数的变异系数 CV(variation)作为对团队的平均贡献。这个指标可以反映一个队的主要传球是分散在几个队员身上还是分散在每个队员身上,同时消除了总传球差异对结果的影响。它还可以反映团队内部传递的个人能力的配置以及团队结构的一部分。计算之前的简历,个人通过不到 10 应该排除,以避免替换的决定性影响的指标是表示 pi 。

最后选取每场比赛中中场球员人数除以核心球员人数的比值来衡量“一支球队的传球控球能力”的传球控球率。如果一支球队想要进攻,就必须有一个把球从后场传给中场,然后再传给前场的过程。在第一个问题中,我们可以通过核心-边缘分析得到每个博弈的核心玩家数量。然后利用 Matlab 编程求出与人数相对应的球员的平均位置,从而选择中场核心球员人数。在核心球员总数固定的前提下,中场球员越多,球队在中场的传球次数就越多,所以球队在进攻上就更有侵略性。这个指标来标示 piC 。

$$Pass - possess Rate = \frac{Number\ of\ Midfielders}{Number\ of\ Core\ Players}$$

4.3.2 团队层面的流程

在第一个问题中,我们引入了加权标准来反映团队成员在整个游戏中的分散性。它可以衡量球队在规定的时间内是否能够在球场的不同位置传球,因此加权标准可以用来描述接球的聚集情况。当球员在球场上注意力不集中时,整个球场的控球能力就会更强。这个指数表示 tpB 。

在第一个问题中引入的网络最大半径可以用来描述团队分散的另一个方面,它被定义为该问题的扩展。当网络的最大半径较大时,传球半径也较大,即传球所占场地面积较大,具有较高的延展性。这个指标是表示 $tp<$ 。其次,从时间的角度出发,选取一场比赛中到达前 50 次传球的时间来代表球队的节奏。时间越短,球队在比赛开始后持球和快速传球的次数就越多。一段时间后,球队逐渐适应了比赛,节奏是由双方的相互影响决定的,这里没有考虑到这一点。这个指标是表示 tpC 。

最后,连接配置比例和表示 tpY 。以第一个问题的数据为例,通过对第一个问题的分析,我们得出了双方共有 26 个玩家配置模型 motifs,其中连接型配置模型 motif12 和 motif13 出现的频率更高。我们将连接配置比率定义为两个连接配置模型的频率与整个配置模型的频率之和的比值,作为反映博弈中小团体之间沟通程度的灵活性。这个比例越高,传球就越稳定,球队在整个比赛中就越灵活。

4.4 筛选检测指标

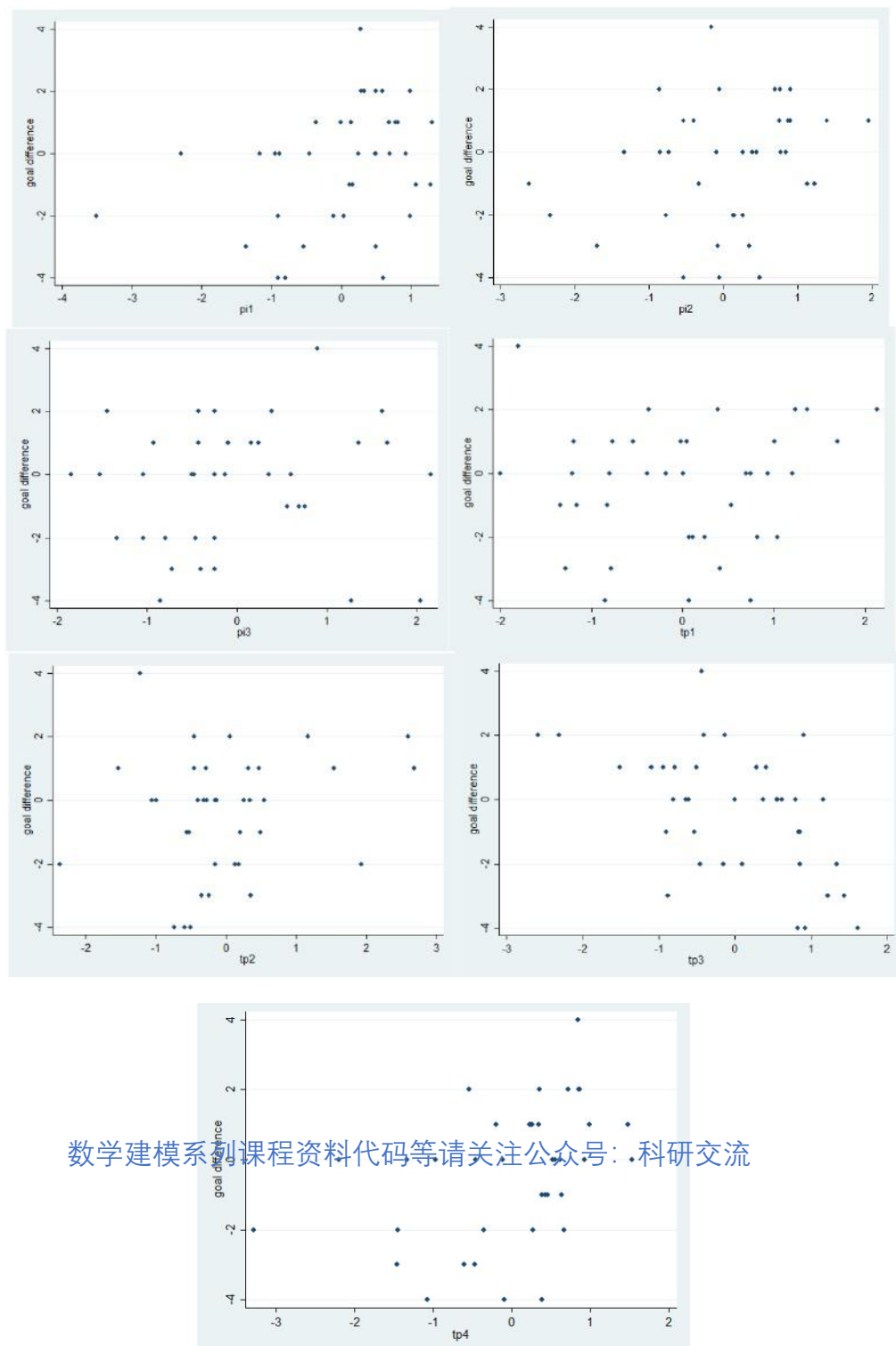
4.4.1 指标的描述性分析

由于得分直接受团队合作水平的影响,本文在选择因变量时,将各指标与得分联系在一起,选取每场比赛的净胜球差(哈士奇队得分减去对手得分)。这个值表示哈士奇团队是否占优势),从而表明这一系列指标可以反映团队工作的成功程度。这个变量比仅由球队输赢获得的哑变量更好,因为它包含了更多关于比赛结果的信息。

另外,为了消除各自变量的维度对进一步数据处理的影响,对所有变量进行标准化,使



其标准差为 1。



数学建模系列课程资料代码等请关注公众号：科研交流

图八:自变量与因变量散点图

如图 8 所示, π_1 , π_2 和 tp_1 显示与因变量显著正相关而 π_3 表现出弱的正相关。在所有 7 个独立变量,只有 tp_3 与因变量呈显著负相关。其他两个变量的散点图 π_1 和 tp_2 趋势不明显,说明与因变量呈线性相关。



4.4.2 回归分析

从散点图显示,独立变量 $pi<$ 和 tpB 没有显著影响, 从自变量中剔除。因为收集到的数据代表了同一场比赛中两队之间的差异, 所以它是分段数据。

$$GoalDifference = \beta_0 + \beta_1 piB + \beta_2 piC + \beta_3 tpC + \beta_4 tpY + \epsilon$$

为了避免截面数据异方差的影响, 采用稳健方法来消除可能的误差。结果如图 9 所示:

```
. reg score pi1 pi3 tp2 tp3 tp4,r
```

Linear regression		Number of obs	=	38
		F(5, 32)	=	6.68
		Prob > F	=	0.0002
		R-squared	=	0.4656
		Root MSE	=	1.5117

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
pi1	-.9696161	.6198724	-1.56	0.128	-2.232255 .2930227
pi3	.0116669	.2830546	0.04	0.967	-.5648964 .5882302
tp2	.3989247	.24374	1.64	0.111	-.0975575 .8954069
tp3	-1.153789	.3374152	-3.42	0.002	-1.841081 -.4664967
tp4	1.317863	.5520652	2.39	0.023	.1933432 2.442383
_cons	-.3684213	.2452309	-1.50	0.143	-.8679402 .1310977


```
. reg score tp2 tp3 tp4,r
```

Linear regression		Number of obs	=	38
		F(3, 34)	=	13.05
		Prob > F	=	0.0000
		R-squared	=	0.4138
		Root MSE	=	1.536

score	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
tp2	.524801	.2002085	2.62	0.013	.1179283 .9316737
tp3	-.8538361	.2403833	-3.55	0.001	-1.342354 -.3653185
tp4	.6204307	.1995516	3.11	0.004	.2148931 1.025968
_cons	-.3684216	.2491781	-1.48	0.148	-.8748125 .1379692

图九:线性回归结果

第一个多元线性回归结果显示,当设置为 0.05,显著性水平的变量 tpC 和 tpY 通过 t 检验的假定值 piB 和 $tp<$ 的回归系数更大,但 pi 吗 B 为负值, 与实际意义不一致。考虑到目标的差异之间的关系的因变量和传递的总数是复杂的,可能会有两者之间没有明显的因果关系,但有一个相关性导致错误的估计系数,这样这个变量被丢弃的回归。与此同时,假定值的 piC 大于 0.9, 所以应该丢弃。

第二个回归变量后进行 piB 和 piC 可以看出, 剩下的变量均通过了 t 检验。总体上, f 值显著低于 0.05, 拟合优度为 0.4138, 呈较高水平。计算三个变量的 VIF(方差膨胀因子), 结果如图 10 所示, 说明模型中自变量不存在多重共线性问题。可以进一步认为, 该模型中的指标可以从不同方面反映团队的合作水平。

```
. qui reg score tp2 tp3 tp4,r
```

```
. estat vif
```

Variable	VIF	1/VIF
tp4	1.13	0.885594
tp3	1.09	0.917440
tp2	1.04	0.963335
Mean VIF	1.09	

图十:模型 VIF 计算结果

以上回归分析表明, 模型的回归效果总体较好。结合均方根误差值 1.5, 表明模型对球



队的净胜球差有显著影响。换句话说，哈士奇队在上个赛季的 38 场比赛中的胜败可以通过三个指标来有效预测。由于假定值表示变量的重要性的程度大小,所以当选为三个指标, tpC 作为绩效指标,是最有效的团队工作过程,系数为负,意味着快节奏的开放倾向于对整个团队合作过程产生负面影响。第二个是 tpY 连接配置比例,具有良好的团队合作效果测量和 $tp <$ 一般。这与直观的结果是一致的。

对于第一步回归中丢弃的指标,还需要进一步探究它们与因变量之间的关系。因此,因变量之间的相关系数和 piB 计算为 0.32, 可以认为总传球次数与净胜球差之间存在微弱的正相关关系($0.3 < 0.32 < 0.8$)。因变量之间的相关系数和 piC 是 0.05,所以我们放弃考虑 pi 吗 C , 这意味着传递和控制能力不能作为反映团队合作水平的绩效因素。

团队的策略主要包括人员的安排和沟通的安排。在所选指标中,可拓度代表团队的位置安排,正向作用显著;连通性配置比率代表团队的通信安排,正向影响显著,整体模型显著。因此,该策略一般是有效的,无需考虑对手的反策略现象。游戏失败的原因可以解释为缺少指标。

团队的策略主要包括人员的安排和沟通的安排。所选指标中,可拓度代表团队位置安排,正向显著;连通性配置比率代表团队的沟通安排,正向显著,整体模型显著;因此,该策略通常是有效的,不需要考虑对手的反策略现象。游戏失败的原因可以解释为缺少某些指标。

4.5 传递网络的绩效模型与团队合作描述

结合第一个问题中的网络模型分析和上面的多元线性回归分析,我们可以建立一个通过网络的性能模型来描述团队通过网络。该模型可以将收集到的数据转化为描述团队合作水平的指标,进而对比赛结果进行预测。

4.5.1 结构

哈士奇队的平均延长积分是 43.42, 在 20 支球队中排名第二。该模型显示,哈士奇犬的扩展能力与团队合作水平之间存在着正相关关系,所以哈士奇犬的队员在比赛中分散开来,可以覆盖场地的所有区域。

4.5.2 配置

团队配置定义为传球次数和球员能力的不均匀分布,可以用连接配置比率来解释。在索引中反映团队配置与总配置模式的比例。三元配置不仅意味着两个节点有很高的交互性,即两个联系更加密切,这两名球员还可以显示两个节点之间的互动也是非常高的,球员们双向传递数量更重要的是,和整个团队的连通性是强大的。哈士奇队的平均比率为 0.3658, 在 20 支球队中排名第 15, 排名垫底。这说明球队在三合一配置数量上还不够,传球的一致性需要加强,包括传球的准确性和进攻能力。

4.5.3 动态

动态是指在每一场比赛和多场比赛之间引入时间来观察团队的表现。在微观层面上,该队在比赛开始后 803.87 秒内平均传球 50 次, 在 20 支球队中排名第七。从宏观上看,全队 38 场比赛场均传球 287.24 次, 排名第九, 总传球数也不高。这两个措施导致了一个非常矛



盾的事实:哈士奇队在开局通常会选择更快的速度。但从一场正常的比赛来看,它的总传球次数排名又回来了,这表明开局节奏对比分的差异有负面影响,使得哈士奇队在下半场的传球次数有所下降。这可能是其赛季结果的一个重要原因。

4.6 战略

4.6.1 三人组合作培训

在上一章中,我们从玩家局部协调性的角度,运用母题概念来总结玩家之间的传递模式。Motif 可以用于复杂网络环境下的局部微观分析,它表现出一定数量节点之间特定的有向连接。三个节点之间有定向链接的 motifs 有 13 种不同类型,满足任意两点之间有链接的 motifs 被定义为三元结构,共有 7 种不同形式,其余为二元结构。在图 5 中, motif 12 和 13 反映了三个节点的 motif 是紧密相连的,在所有 7 个 3 节点的 motif 中连接性最高。

从足球的角度来看网络调查,这两个图案可以反映三名球员传球配合的高灵活性和多样性,所以在第三章我们使用共有 38 场比赛球员之间的竞争将分析数据获取三个节点的各种类型的主题游戏双方使用频率,增加主题 12 号和 13 号的频率和 tp4 标准化变量。

多元线性回归的哈士奇和 tp2 净胜球, tp3 和 tp4 这三个变量,发现主题 12 号和 13 号有显著的正相关关系的回归系数为 1.32 哈士奇的净胜球的比赛在 0.05 的显著性水平,在其他条件相同的情况下。由此可见,增加第 12、13 个 motif patterns 的相对频率可以增加净胜球的数量,对最终的比赛好成绩有积极的影响。从实战的足球比赛可以更形象的理解法律:12 日和 13 日的主题可以是全面和灵活的三个人合作模式,双方争夺球比赛,其他球员将球玩家从视觉上、心理物理的一系列冲突的干扰,使原本灵活综合协调中断或错误,从而失去球员,在被动的情況下。

动机形成的关键是节点的连通性,而节点的连通性以团队中的玩家配置为特征。球队配置是指传球次数和球员能力的不均匀分布。哈士奇队的平均传球能力为 0.5952,在 20 支球队中排名第九,这意味着哈士奇队在没有考虑核心球员数量的情况下,中场的平均安排。哈士奇队的平均得分为 0.3658,在连合率方面在 20 个球队中排名第 15,排名较低,这表明球队在三合会和二合会方面做得不够好,在这两个方面,传球的连贯性需要提高,包括传球的准确性和进攻。

因此,建议在日常训练中,教练可以把整个团队成员分成组每个包括 3 或更多的数字,由核心球员根据他们是专业的职位,并执行集团的作战训练群体混合群体。因为每个游戏名单都有变化,所以新老玩家在团队中需要更多的磨合,真正的比赛前一组的交流三个或更多的人加强相互之间的传递能力,配合默契度,从而提高实际的游戏可以发挥更全面和灵活的概率,更好地组织进攻和防守,从定量的角度分析了第 12 种和第 13 种母题的相对频率,从而创造了更多的得分机会。

4.6.2 体育锻炼的重要性

传球网络的最大半径可以用来描述团队的分散程度, tp2 利用传球网络中节点与质心的最大距离来反映传球网络的最大半径。模型表明,团队合作的延伸程度与团队合作水平呈正相关。当传球半径大时,传球半径也大,即传球所覆盖的区域大,传球的范围大。根据上个赛季的数据,哈士奇队的平均得分为 43.42,在 20 支球队中排名第二,说明哈士奇队员分布合理,能够覆盖球场的所有区域。



建议教练总结这方面的成功经验,在训练中增加体能训练项目,以帮助运动员提高体能,支持更广泛的运动。在实际的足球比赛中,靠近场地中央的区域是双方球员密度较高的区域,也是通常的质心所在的区域。在场地的外围,玩家稀少,人与人之间的距离也很大。传球的成功不仅需要三人组之间的默契,更需要双方的安全位置。较好的身体素质可以支持接球人在短时间内快速移动到薄弱的防守位置,从而提高传球成功率。

4.6.3 开球进攻常规控制及个人技术训练

通过观察团队在每一场比赛和多场比赛之间的表现。从微观角度来看, tp3 反映的是一支球队在比赛开始后首次获得 50 次传球的时间。在上个赛季,该队在开赛后平均传球次数为 50 次,为 803.87 秒,在 20 支球队中排名第七。回归模型的结果表明,该指数最终目标产生负面影响的差异显著性水平为 0.01,表明积极攻击常规的游戏不一定会导致胜利,但可能暴露的预先计划好的战术策略和被追杀的对手。除了对 50 次传球类型的描述外,简单传球占多数。开幕式在一场足球比赛,两支球队的精神和身体,所以想要创建一个更好的拍摄是比较困难的,因此这种 50 倍的快速打开程序将不会引起更强的敌人的威胁,而不是浪费哈士奇球员的身体的力量。

因此,建议教练员根据对手的实力进行分,明确开局:如果是面对强队,我们最好不适用快速攻击开始时的策略,但这三组之间更好的合作实现更全面和灵活的主题,12 日和 13 日主题,在破坏对手的攻击,同时,组织抓住机会,创造更多的进球机会。但另一方面,当对手一开始就犯了错误,我们的球队绝对可以利用这些机会,通过快速传球进行进攻。

从宏观的角度来看,哈士奇通过总额反映在一个游戏软件没有通过总体回归模型的显著性检验,但从描述性的分析,可以发现,高分往往伴随着高通过体积,所以通过体积仍然是一个重要指标,以反映团队的成功。在 38 场比赛中,球队场均传球 287.24 次,排名第九,总传球数也不高。

所以教练应当专注于设计多元化的传球方式培训培训和帮助团队提高传球成功率和质量的传递,并专注于教练球员在实战各种可能的情况下(敌人防守情况:阻碍在前面两左右,或者等)选择最优传递能力,提高玩家的。

4.7 广义模型的设计

4.7.1 广义模型的发现和应用

数学建模系列课程资料代码等请关注公众号：科研交流

根据本研究得出的足球团队绩效模型,可以从四个方面来体现团队合作的效果,即 π_1 、 π_2 、 π_3 和 π_4 。由 π_1 可知,传球的总次数反映了团队互动的频率。人们发现,高净胜球往往伴随着高传球次数。因此,为了更好地作为一个团队工作,成员之间必须有频繁和密切的互动。从 π_2 开始,团队的最大网络半径越大,网络越广,团队的覆盖范围也越大。对于一个一般化的模型,覆盖字段就像覆盖任务的所有方面,比如总体大纲和细节。因此,为了达到良好的团队合作效果,团队应该尽量考虑到任务的各个方面,分工工作。

- 从 π_3 开始,一个团队的开局节奏越快,前期力量的过度消耗会导致后期成功的团队合作失败。因此,在一个典型的团队中,循序渐进是很重要的,也就是说,将工作量均匀地分配到整个工作周中。
- 从 π_4 可以看出,团队中中小团队之间的相互连接非常重要。通过网络中 3 节点子组的高连通性有利于取得良好的效果。因此,在一个子组内进行充分的互动



或沟通，以实现信息的高流动，可能对提高团队合作的效果有重要的影响。

4.7.2 其他方面

- 集体意识。只有当团队的目标与个人的目标相匹配时，团队才能实现高效的合作。否则，个体就会轻视团队合作，认为自己的目标更重要，即没有集体意识，很难实现有效的团队合作。
- 核心。一个团队需要有一个核心成员来发挥核心领导作用，从团队的整体方向来看。此外，每个子组还需要一个核心负责子组的工作。这样可以使团队更有效地工作，提高整个团队的协调性。
- 团队信任。团队成员相互信任，能够有效地工作。相互猜疑会使成员们很难全身心地投入到工作中去，也很难发挥他们的能力。因此，团队中每个成员对其他人的信任程度会影响团队合作的效果。

5

5.1 优势与劣势

5.1.1 强度

- 基于社会网络分析，结合足球的实际情况，选取了一些能够描述网络属性和团队合作的指标，其中包括拟合效果好、描述能力强的团队主题提取的连接配置比指标。
- 三个主要指标在 95% 的显著性水平上可以解释净胜球差异，说明指标效果良好。
- 这种模式非常创新。在中心性弥散校正的基础上加权中心性弥散，更符合通网的特点，能更好地松散地反映网络。大多数度量标准都是原创的，并且以独特的方式反映团队绩效。•降雨和波浪共同影响沙土地基，但不影响底面水的渗透速率。

5.1.2 缺点

数学建模系列课程资料代码等请关注公众号：科研交流

- 在第一个问题,本文以第一场为例,进行基本的社会网络分析,而不考虑包含的信息在时间尺度小于整个游戏中,如每个传递的时间和第一次和第二次的区别游戏的一半。
- 后续的解决问题,只有成功的情况下,通过团队之间的详细检查,没有考虑的类型,如“任意球”,“决斗”,“通过”,“其他球”,“犯规”,“离开线”,或实际的并发症的球被拦截或界外。
- 未考虑主客场因素及教练变动对球队得分的影响。

5.2 促销

传球类型和场地位置的影响可以量化为一组索引，然后与结果或得分相结合。



6 结论

总之，有各种有效的指标来衡量比赛的胜负。首先，那些紧密相连的 motif 模式之间的连通性最高，这使得三人的传球动作具有高度的灵活性和多样性。增加相对频率第 12 和第 13 个 motif patterns 可以增加净胜球的数量，对最终的比赛好结果有积极的影响。这种特定数量节点之间的特定定向连接的 motifs 思想，可以用于分析其他社会网络的微观，这种思想也关注现实世界中的人节点的发展，可以更好地模仿现实中的团队合作。

传球网的最大半径可以用来描述团队的分散程度，扩展的程度与团队的水平呈正相关。在社交网络的研究中，这个想法可以用来衡量团队合作的覆盖程度。开局进攻套路对最终得分有消极影响，说明在开始时最好制定一个全面、切实可行的计划，而不是一味地向前冲。



参考文献

- [1]基于社交网络分析的足球比赛传球表现可行性分析, 李波, 王磊, 北京体育大学学报, 10.19582/j.cnki.11- 3785/g8.2017.08.018
- [2] Buldu, J.M., Busquets, J., Echegoyen, I.等(2019)定义一支历史悠久的足球队:用网络科学分析瓜迪奥拉的巴塞罗那足球俱乐部。Sci 代表, 9,13602。
- [3] GURSAKAL N YILMAZ, F., COBANOĞ, H., ĞLIYOR, 美国(2018 年)。足球中的网络主题。土耳其运动与锻炼杂志, 20(3), 263-272。
- [4]《基于社交网络分析法的西班牙传技[4]可视化分析》, 曹卫华, 成都体育大学学报, 10.15942/j.j.jcsu.2019.04.011

附录：我们的代码

1.

1.1 Passing network adjacency matrix for each team in each game, matlab

```
da=xlsread('aaa.xlsx',1,'C2:D366'); N=14;
from=da(:,1);to=da(:,2); A=zeros(N);sum=0; for m=1:N    for n=1:N
    for i=1:length(from)

        if (from(i)==m)&&(to(i)==n)
            sum=sum+1;
        end

    end
    A(m,n)=sum;sum=0;
end
end
xlswrite('H1 adjacency matrix.xlsx',A);
```

1.2 Indicator of transmission and control ability, matlab

```
clear
da=xlsread('aaa.xlsx',1,'A10037:K10309');
OriginalID=da(:,3);
Originalx=da(:,8);
core=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12];
totalnum=length(core); num=0;
for i=1:totalnum
    numx=0;sumx=0;
    for j=1:length(OriginalID)
        if OriginalID(j)==core(i)
            sumx=sumx+Originalx(j);
        end
    end
end
```



```
        numx=numx+1;
    end
end
avex=sumx/numx;
if avex>=40
    if avex<=60
        num=num+1;
    end
end
end
end
rate=num/totalnum;
```

1.3 Contribution averaging indicator, matlab

```
clear;
da=xlsread('bbb.xlsx',23,'B2:Q17');
person=sum(da,2);
num=find(person>=10);
for i=1:length(num)
    remain(i)=person(num(i));
end
ave=mean(remain);
cv=std(remain)/ave;
```

1.4 Find the various motif frequencies of the passing network of each team in each game and the number of the maximum frequency motif, R

```
library(igraph)
data<-read.csv("Opr.csv", header=T, as.is=T)
sink('result4.txt',append=T,split=T)
for (i in 1:38){data1<-subset(data,match==i,select=c(from:weight))
network<-graph_from_data_frame(d=data1,directed=T)
plot(network)
```

```
motif<-graph.motifs(network,size=4)
n=which.max(motif)
n=as.numeric(n)
motifn=c(motif,n)
print(motifn)
yourfilename=paste("4P",i,".png",sep = "")
jpeg(file=yourfilename)
g=graph.isocreate(size=4,number= n)
plot(g)
dev.off()
sink()
```

2.

2.1 Original data of multiple regression model

pi1	tp2	tp3	tp1	pi2	pi3	tp4	score	e1	scorehat	pilsqr
1.30112	-0.45175			-0.93644	-1.1913			0.75626	0.23638	0.34413
1	1.280188									
0.28019	1.692913									
-0.45975	-0.12979			0.55794	-0.8036			-1.33304	-1.52369	-1.33081
	2.376089			-2.37609	0.21137					0



数学建模系列课程、资料、代码等请关注微信公众号：科研交流

```
0.03842 0.12656 -0.1542 0.0676 -0.77013 -1.04372 -0.35468 -2 -1.35382 -
0.64618 0.001476
0.49714 -0.34338 -0.88089 0.4126 0.34912 -0.72358 -0.60012 -3 -2.23259
-0.76741 0.247148
0.59578 -0.73926 0.82607 0.7455 -0.53849 1.27024 0.38212 -4 -2.30872 -
1.69128 0.354954
0.68457 0.46428 -1.09198 1.6990 1.95593 -0.92948 -0.20151 1 0.855447
0.144553 0.468636
1.27646 0.20295 -0.53341 0.5358 1.23016 0.68947 0.42861 -1 -0.65338 -0.34662
1.62935
0.69937 -0.31496 -0.5995 0.9370 0.84426 0.35637 0.92619 0 -0.74088 0.740879
0.489118
-1.36239 0.35099 1.44065 -1.2847 -1.69315 -0.40343 -1.4583 -3 -0.50822
-2.49178 1.856107
0.99038 -2.36939 -0.45636 0.1081 0.26213 -0.79749 0.66332 -2 -1.12156 -
0.87844 0.980853
-0.36604 1.53326 0.41013 -0.5422 -0.53141 0.15958 0.22633 1 0.571265
0.428735 0.133985
-1.17002 -0.15333 1.15965 -1.9961 -1.33254 2.15628 -0.96468 0
1.904505 -1.90451 1.368947
-0.5436 -0.23847 1.22112 -0.7842 -0.06611 -0.2436 -0.4685 -3 -1.03739 -
1.96261 0.295501
0.28011 -1.221 -0.4352 -1.8017 -0.1617 0.89106 0.84861 4 3.50674 0.49326
0.078462
0.49714 0.0514 0.90522 0.3917 -0.85763 -0.2436 0.35344 2 3.407485 -1.40749
0.247148
-2.29955 0.33671 -0.8102 -0.1824 -0.85409 0.59588 -2.19524 0 -0.03427
0.034271 5.28793
-0.0109 -0.28733 -0.50852 -0.7711 -0.40042 1.35664 0.25079 1 0.555236
0.444764 0.000119
0.3245 0.05103 -0.12728 2.1337 0.76486 0.38517 0.85181 2 1.390583 0.609417
0.3245 0.05103 -0.12728 2.1337 0.76486 0.38517 0.85181 2 1.390583 0.609417
0.1053
-0.94806 -0.99367 0.79688 0.0053 -0.09393 -0.12937 -0.11571 0
0.916665 -0.91667 0.898818
0.24558 -1.05535 0.55502 0.7498 0.26163 -0.2436 0.61517 0 0.856921 -0.85692
0.06031
1.07423 -0.52282 -0.89953 -0.8286 1.128 0.75379 0.3887 -1 -0.92831 -
0.07169 1.15397
-0.9086 -0.15159 0.09276 1.0393 0.1362 -0.45671 -1.44437 -2 -0.43774 -
1.56226 0.825554
-0.80502 -0.50885 0.92234 0.0688 0.48871 2.04204 -1.06833 -4 -1.73457 -
2.26543 0.648057
0.92626 -0.39928 -0.63828 0.6978 0.39515 -0.47207 1.53427 0 -1.3351
1.335096 0.857958
0.142 2.68373 0.28829 0.0492 0.909 1.6763 0.99187 1 -0.54864 1.54864
0.020164
-0.9086 -0.59279 1.61814 -0.8483 -0.05245 -0.85029 -0.09203 -4 -
2.29025 -1.70975 0.825554
0.58592 -0.45297 -2.30988 -0.3718 0.69911 -1.44354 -0.54304 2
1.174838 0.825162 0.343302
0.16173 -0.55523 0.83578 -1.1562 -2.6106 0.68947 0.46187 -1 0.101192 -
```




```

1.10119 0.026157
0.12227 0.48501 0.86013 -1.3421 -0.33012 0.55604 0.6359 -1 -0.55631 -
0.44369 0.01495
0.98545 1.16267 -2.58114 1.3653 0.90799 -0.42839 0.86971 2 -1.26503
3.265031 0.971112
0.81281 0.31606 -0.79125 1.0075 1.40212 -0.09817 0.26452 1 0.770129
0.229871 0.66066
-3.50306 1.92845 0.85301 0.8240 -2.3299 -0.2436 -3.27931 -2 -0.49214 -
1.50786 12.27143
-0.88887 0.54451 0.62329 1.2007 -0.73422 -1.84384 -0.46169 0 0.614728
-0.61473 0.79009
0.48727 -0.26988 0.36931 -1.2068 0.44926 -0.50087 0.51846 0 0.690734 -
0.69073 0.237432
0.77828 -1.53651 -1.50621 -0.0198 0.87967 -0.42839 1.47939 1 -0.95099
1.950986 0.60572
0.28997 2.59981 -0.40897 1.2375 -0.05043 1.61102 0.71716 2 0.188263
1.811738 0.084083
0.4922 0.26215 -0.00598 -0.3889 0.77245 -1.04372 0.555 0 0.001238 -
0.00124 0.242261
-0.11448 0.18804 1.33947 0.2437 0.14833 -1.33458 0.27095 -2 -0.63234 -
1.36766 0.013106

```

2.2 The frequencies of 3-node motifs in all 38 matches between Huskies and opponents and the serial number of the most frequent one

For Huskies:

```

[1] NANA 2 NA 13 19 4 11 9 43 46 0 15 13 68 45 12
[1] NANA 11 NA 18 29 9 9 5 30 21 5 16 10 40 19 12
[1] NANA 8 NA 23 36 8 11 10 42 19 4 24 13 63 39 12
[1] NANA 5 NA 18 21 7 9 12 38 31 1 27 9 90 45 12
[1] NANA 3 NA 11 32 7 7 9 47 26 2 15 15 63 72 13
[1] NANA 16 NA 7 23 1 7 5 40 51 1 13 26 49 47 8
[1] NANA 16 NA 7 23 1 7 5 40 51 1 13 26 49 47 8
[1] NANA 4 NA 9 29 7 4 5 40 43 2 18 13 69 76 13
[1] NANA 4 NA 12 21 6 3 7 32 13 3 17 7 56 43 12
[1] NANA 8 NA 19 34 5 5 6 41 29 0 18 5 46 31 12
[1] NANA 3 NA 4 21 6 6 6 46 55 1 14 15 58 60 13
[1] NANA 5 NA 28 24 12 11 9 48 21 3 24 20 53 22 12
[1] NANA 18 NA 23 41 12 14 13 31 18 9 21 12 31 10 3
[1] NANA 7 NA 13 26 9 6 5 33 54 1 11 11 66 39 12
[1] NANA 6 NA 5 27 5 6 14 34 41 1 15 11 51 42 12
[1] NANA 4 NA 15 38 6 5 9 43 37 1 9 9 52 47 12
[1] NANA 15 NA 36 28 15 16 7 25 6 10 10 5 9 0 2
[1] NANA 9 NA 7 33 1 4 5 15 40 0 9 5 42 46 13
[1] NANA 4 NA 3 18 3 13 3 33 34 1 10 13 52 51 12
[1] NANA 5 NA 20 44 2 8 14 25 47 1 12 8 63 32 12
[1] NANA 5 NA 13 26 4 8 6 39 36 2 9 12 56 34 12
[1] NANA 7 NA 12 31 10 7 13 37 33 1 18 23 73 57 12
[1] NANA 9 NA 24 30 11 8 12 20 23 6 23 21 53 27 12
[1] NANA 7 NA 9 28 5 6 7 36 32 1 16 8 48 34 12
[1] NANA 3 NA 9 33 4 3 5 43 47 0 9 8 56 60 13
[1] NANA 3 NA 5 24 6 7 14 15 14 1 11 10 55 36 12
[1] NANA 7 NA 10 28 7 9 14 42 26 4 23 20 68 47 12

```



[1] NANA 13 NA 16 33 4 15 13 22 30 2 18 10 65 38 12
 [1] NANA 7 NA 16 38 8 8 12 30 28 1 13 13 57 37 12
 [1] NANA 4 NA 5 20 6 9 13 34 27 1 22 21 58 40 12
 [1] NANA 6 NA 14 31 2 4 13 26 42 2 9 7 55 43 12
 [1] NANA 8 NA 17 22 8 8 5 26 23 2 16 20 67 47 12
 [1] NANA 14 NA 22 23 14 10 4 34 21 6 15 12 15 5 7
 [1] NANA 5 NA 11 35 9 5 8 35 43 2 13 6 45 34 12
 [1] NANA 5 NA 10 22 4 3 8 21 20 2 13 14 57 51 12
 [1] NANA 1 NA 4 14 1 1 14 10 14 0 17 7 71 59 12
 [1] NANA 3 NA 7 23 3 3 11 30 23 0 3 13 62 59 12
 [1] NANA 7 NA 20 24 7 7 6 28 21 4 20 8 53 32 12
 [1] NANA 3 NA 10 15 8 6 7 28 22 2 12 17 58 36 12

For opponents:

[1] NANA 5 NA 23 13 5 13 3 27 35 1 15 6 48 44 12
 [1] NA NA 0 NA 1 11 0 1 3 37 77 0 3 6 55
 [16] 106 13
 [1] NANA 2 NA 10 38 4 1 7 21 49 1 9 11 51 74 13
 [1] NANA 1 NA 5 18 2 1 2 22 26 1 10 7 68 64 12
 [1] NANA 7 NA 9 21 6 5 0 46 32 0 12 15 63 50 12
 [1] NANA 3 NA 6 19 2 2 4 41 22 2 6 9 42 42 12
 [1] NANA 4 NA 3 11 4 6 10 15 8 3 21 6 47 23 12
 [1] NANA 5 NA 20 40 0 8 11 30 31 1 14 5 45 40 12
 [1] NANA 1 NA 5 16 3 1 5 21 40 0 8 7 73 90 13
 [1] NANA 8 NA 11 25 5 4 6 33 22 0 12 9 43 27 12
 [1] NANA 11 NA 15 34 14 10 10 33 24 1 12 7 32 35 13
 [1] NANA 3 NA 11 29 6 5 8 34 32 1 16 10 41 51 13
 [1] NANA 1 NA 2 21 2 1 1 28 55 0 6 1 45 74 13
 [1] NANA 2 NA 18 31 9 12 6 40 36 3 19 12 43 27 12
 [1] NANA 8 NA 13 26 5 0 4 19 39 2 13 5 40 33 12
 [1] NANA 1 NA 5 26 2 2 5 25 40 2 11 4 52 70 12
 [1] NANA 2 NA 5 15 0 5 14 15 11 1 0 4 57 40 15
 [1] NANA 2 NA 4 25 7 0 4 45 63 0 9 13 36 47 8
 [1] NANA 6 NA 6 24 3 2 15 17 17 3 21 16 38 24 12
 [1] NANA 4 NA 11 22 8 4 7 33 21 5 10 10 31 25 7
 [1] NANA 3 NA 7 18 5 2 6 16 26 0 8 4 37 35 12
 [1] NA NA 1 NA 3 20 0 0 1 14 46 0 6 1 54
 [16] 156 13
 [1] NANA 3 NA 4 27 2 7 7 25 27 1 18 9 55 48 12
 [1] NANA 6 NA 11 24 3 8 3 31 26 0 19 8 51 56 13
 [1] NANA 5 NA 11 26 2 3 9 38 38 2 11 13 65 48 12

[1] NANA 6 NA 16 24 6 6 9 21 14 3 22 11 63 44 12
 [1] NANA 9 NA 23 34 10 4 4 32 35 2 20 5 41 42 13
 [1] NANA 6 NA 14 33 2 3 8 26 34 0 13 16 63 52 12

