Problem 2.

\\

The performance score of players plays an important role on lots of fields such as team strategy, rank of players and the arrangement on payment of players. The solution to qualify or quantify the performance of players reasonably is growing to be the key factor emphasized by the coach of every team. It’s easy to realize the performance of a player is relevant to many factors, for example, ratio of goals per shot, possession in general, possession characteristics, smart passes, etc. In ‘fullevents.csv’, the data of opponents included, information like event types and additional information like acts not between players can be applied to tell from different acts, to score it easily as mentioned follows, and to calculate an alternate’s duration on the court and when a team goals successfully. Obtaining those information does good to our analysis on the performance of players.

球员的绩效在制定团队策略，球员排名，和设定球员薪酬等众多方面都要十分重要的影响。如何较好的定量描绘球员绩效目前已越来越成为各个球队教练需要重点考虑的因素。不难知道，一个球员的绩效和很多因素相互关联，如ratio of goals per shot,possession in genral,possession characteristics, smart passes等\\

Data processing\\

对于有对方球员的fullevents 数据，增添了动作和非人传人的投球等信息，利用增加的信息，我们可以识别足球动作方便给出评分，（见后面探讨的），还可以识别替补队员的上场时间，以及球队何时进球成功等信息，掌握了这些信息，有利于我们更好地对球员贡献作出分析。\\

Quantify performance index\\

%%公式2

\begin{equation}

C\_{performance}= C\_{direct}+ C\_{indirect}

\end{equation}

%%公式2

For the reason that the personal contribution of a player is not only related to whether he scores but also whether he coordinate with teammates well, shield them and help them goal, so we divide contribution of a player into direct and indirect goals.

由于球员个人贡献不仅跟他是否进球得分，导致比赛的直接结果有关，同样与他是否与队友合理配合，策应掩护，帮助队友得分密切相关，因此我们将贡献分为直接和间接得分贡献

直接得分贡献为$C\_{goal}$

%%公式2

\begin{equation}

C\_{goal}=f(R)=e^{a\_{0}\cdot R+b\_{0}}

\end{equation}

%%公式2

%%%%（指数函数，先这样写吧）-------------------------------

进球比例的计算方式为，

%%公式2

\begin{equation}

R =\frac{n\_{goal} }{n\_{shot}},

\end{equation}

%%公式2

${n\_{shot}$ means total goals of a player in a game, and the score of a goal can be calculated by ‘Reflexes’ of opponents after a shot of his team, and it’s necessary to mention that only forwards and midfielders can gain a direct goal.

其中${n\_{shot}$表示队员在一场比赛中而定总shot次数，而进球得分可通过球员发动shot时，对方球员的防守失败次数来衡量，即对方守门员Reflexes的次数，需要说明的是，可能只有前锋和中锋拥有直接得分贡献。\\

%%公式2

\begin{equation}

C\_{indirect }=\alpha2\beta2\cdot C\_{ trans }+\alpha3\beta3\cdot C\_{ controltime }+\alpha4\beta4\cdot C\_{ Betweenness }+ \alpha5\beta5\cdot C\_{action}

\end{equation}

%%公式2

As above, $\alpha\_{i}$ refers to weight, and $\beta\_{i}$ refers to correction factor of dimension ( to avoid addition between double-digit and decimal)

其中，$\alpha\_{i}$为权重，$\beta\_{i}$为量纲修正系数（防止一个几百一个0.几不好加）\\

Conversion score of a player:

He gets a point when he pass the ball to another teammate after he gets the ball, and gets two points when the ball goes to the teammate after another, and so on .He lost two point till the ball goes to opponents

球员转换率得分：\\

计算方式为每次从自己得到球开始，传给下一名己方队员得一分，直至传至对方球员时则减两分，此时一个转换率计分时段结束，再从下一次自己获得球权开始计算；计算所有计分时段的累计得分，即得到总的球员转换率得分$C\_{trans}=\sum\limits\_{i}^{n}C\_{ trans i}$。该得分衡量了球员传给己方球员的传球效率\\

\\

控球总时长得分：\\

计算方式为从自己作为destiny player得到球的时间段开始计时，下一次传给别人计时停止，为一个控球时长计分时间段，则控球总时长为控球时长加和$C\_{controltime }=\sum\limits\_{i}^{n}C\_{ controltime i}$\\

中心介质能力得分：上一章节已经提到，Betweenness作为从网络模型中得到的重要参数，定义为该球员与其他球员的中心介质能力，代表了该球员在整个球队中不可或缺的程度，即删去该球员，则球队的传球链条将断开很多或完全断开。因此，此指标也可作为衡量间接贡献的一个标准。

\\

球员个人场内动作贡献得分：\\

球员动作的动作对比赛同样存在着很大影响。球员的好的动作，如一个聪明的传球，一个解围，可以帮助队伍掌控球权，帮助队伍得分；而一个坏的动作比如犯规，可能导致自己被罚下场，从而使队伍拾失去原有的稳定队形。因此，我们根据足球的相关知识，通过队员的动作定义出球员个人场内动作贡献得分，公式如下\\

%%公式2

\begin{equation}

\begin{array}{lr}C\_{action}= 4 Ground attacking duel + 4 Ground defending duel +1 Ground loose ball duel\\

+3 air duel+1 launch+ 3 clearance +5 smart pass+2cross-2kick cross-7fuel+3Acceleration\\

+1Goalkeeper leaving line-10 Out of game foul+3Save attempt -8 other fuel-5 Reflexes\\

\end{array}

\end{equation}

%%公式2

其中Ground attacking duel ，Ground defending duel ，Ground loose ball duel，air duel，launch，clearance，smartpass，cross ，Acceleration ，Goalkeeper leaving line，Save attempt均看做对球队金粉有贡献的动作，根据相关资料和经验常给出其贡献率权重，而fuel，kick cross ，Out of game foul看做不同程度的犯规动作二队球员进行减分；对于表中给出的other fuel，简化起见我们一律给出-8的贡献权重，；另外Reflexes指防守失败，用以代表防守队员的负贡献率。\\

此外，需要说明的是，对于不同的职业会有自己的经常动作，譬如，在指标计算中，中锋通常担任shot的任务，而守门员很少传球，多进行防守动作，因此对于每一个队员，当我们考虑了所有的动作指标，就可较为全面而公平地评价他们的performance\\

最后，将各个指标汇总后，得到球员绩效的综合指标$C\_{performance}$公式为：

%%公式2

\begin{equation}

\begin{array}{lr}C\_{performance}=C\_{direct}+ C\_{indirect}\\

= \alpha1\beta1\cdot C\_{goal }+ \alpha2\beta2\cdot C\_{ trans }+\alpha3\beta3\cdot C\_{ controltime }+\alpha4\beta4\cdot C\_{ Betweenness }\\

+ \alpha5\beta5\cdot C\_{action}\\

\end{array}

\end{equation}

%%公式2

Our task

对于问题1，我们以每个球员为1个节点，综合球员之间的距离，传球次数，以及球员类型等指标作为链路的权重，构造出邻接矩阵，建立传球权重复杂网络模型。此外，我们还根据表格所给的时间和坐标数据，算出哈士奇队球员在上，下半场的平均位置，通过分析不同时间间隔内的网络模型，体现了出模型的动态性和空间性。随后，我们定义并计算了网络单个节点的节点的度，节点介质中心性等，closeness，clustering coefficient,针对这几个指标使用传统聚类方法，我们识别出该网络模式更倾向于三元配置；此外，我们还分析了哈士奇队固定的两个成绩较好的队员的各项指标，以及整个队伍的整体指标，分别绘制这几个指标在一场比赛内随时间变化的曲线，以及在整个赛季中每场比赛的变化。

对于问题二，我们通过分析fullevent 和matches表格增加的数据，新引入了球员转换率（可对应球员灵活性？），球员持有时长，及球员动作动作贡献（球员个人能力及发挥），和球员介质中心性一起，构成了评价球员绩效水平的新指标。

运用层次分析法，我们确定了各个新增指标对于球员绩效的重要性权重，从而得出球员的综合绩效水平。该定量化的绩效指标涵盖了球员得分率，与队员的联系紧密度，球员个人能力等各个方面，能较为公平和全面地反映球员的贡献水平。

我们根据定量化指标对哈士奇球队的球员进行个人排名，并对每个球队也进行了排名和评估。对于球队战略方面，我们考虑球队的综合绩效，以及链各个球队的综合绩效之差，与哈士奇球队的比赛得分进行回归分析，结果发现，\*\*的拟合效果更好，置信区间范围也更小，说明\*\*策略是普遍有效的（还是取决于对手的反策略，看结果）

对于问题三，我们分别变动不同指标，对主队的最终得分做敏感性分析，结果发现\*\*的指标对得分较为敏感，说明球队应该通过\*\*\*着力提升团队的\*\*性能；据此我们提供了提升团队合作的集中策略；此外，在球场中，我们通过方格示意图，表示了传球成功率的可能性区域，也为球队提供了赛场上的战斗策略

对于问题四，在提升团队绩效方面，对于动态网络模型，我们认为还可以考虑团队长期的平均效益，这时，球员年龄分布，球队人数，球队的契合度将随着时间而逐渐增加，新增球员与老球员的撮合，球队队列战法的改变，都可能影响到团队的表现水平。最后，运用类比思想，我们将模型推广到社会社交网络\*\*\*上，通过案例分析，提供了如何分析\*\*网络模型的思路方式。（cn的特征分析他觉得可以用在哪里！！用得好也是加分点呐）

摘要：球场上球员与球员的关系，向来是一个十分复杂的社交网络。众多教练们试图构建一个能够合理阐释球员之间内在联系，定量化团队绩效指标的动态网络模型，从而更好地制定比赛战略和对球队的规划。针对题目给出的问题，本队建立了一个时空动态复杂网络模型，综合考虑了球员个人能力里，球员之间的联系等各个方面，为组成更具备科学素养，创意素养和物理素养的团队提供了一定的指导性意见。

针对第一个问题，我们首先通过球员间的距离，球员间传球次数，传球的不同职业，定以了一个权重矩阵，从而构造出一个传球权重复杂网络模型。结合比赛时间和球员位置，通过python matliplot包实现了传球权重复杂网络模型的可视化，直观地反映出比赛场上不同球员的联系紧密程度。（缩写一下PWCM之类哈哈）随后，根据模型，我们计算出degree centrality,betweenness centrality, closeness，clustering coefficient等指标，这些参数从不同角度描述了单个球员与其他球员间的联系性质。

随后我们根据degree centrality,betweenness centrality等指标，利用传统聚类方法对网络社区模式进行识别，判断出该网络模式更倾向于三元配置；最后分析了微观（固定两个球员）和宏观（整支球队）的指标分别在一场比赛中随时间的变化，和整个赛季中不同场比赛的变化。（队形队形队形呀呀呀呀呀）

针对第二个问题，新引入了球员转换率，球员持有时长，及球员动作贡献，和球员介质中心性一起，构成了评价球员绩效水平的新指标。这些指标能够刻画球员的灵活度，在场上的控球能力，与队员的配合，个人水平等各个方面。运用层次分析法计算新指标的权重，我们得到能够公平反映球员贡献水平的综合绩效。根据综合绩效，对主队的各个球员和不同队伍分别进行了排名。此外，考虑在胜平负三种比赛结果下，主队绩效水平，两队绩效水平之差的经验分布函数并进行回归拟合，发现两者绩效之差更能反映比赛的胜负情况，从而得出战队策略与对手的反战略一起，影响比赛胜负情况。

针对第三个问题，我们考虑到球队中有不同的职业各司其职，我们考虑将对守门员，后卫，前锋，中锋作为制定结构策略的对象。通过绘制不同职业球员各项指标的堆积图，对不同职业进行交叉比较分析，得到对每种职业的定制化建议。对各个指标做敏感性分析，发现betweenness的指标对得分较为敏感，由此得出提升团队的几种策略，用以提升团队的综合绩效。

对于问题四，利用类比分析推断方法，我们将MWEN模型推广到一般的团队合作网络模型上。由上而下分析了主观，客观因素，以及leadership, relationship, building communication, educational level等子指标，并说明了指标的量化方法，阐释了同类网络模型的构建方式。此外，我们对virtual social network做了一个案例分析。【红色部分为修改的摘要】

对于动态网络模型，我们将团队长期的平均效益考虑在内，认为球员年龄分布，球队人数，球员磨合时间，球队队列战法的改变等，都可能影响到团队的表现水平。最后，我们提出了一个案例分析，将模型推广到社交网络\*\*\*上，提供了如何分析\*\*网络模型的思路方式，实际上，我们的模型可以广泛应用到生活的各个领域。

The relationship between players on the field has always been a very complex network. Many coaches try to build a dynamic network model which can reasonably explain the internal relationship between players and quantify team performance indicators, so as to better formulate the game strategy and team planning. To solve the given problems, the team has established a spatiotemporal dynamic complex network model, which comprehensively considers players' personal ability, the relationship between players and so on, and at the same time provides some guidance for the formation of a team with more scientific literacy, creative literacy and physical literacy.

To solve the first problem, we establish a multivariate weight evaluation complex network model (MWEN) of by setting up a weight matrix through the distance between players, the number of passes, and positions. Combining the match time and players' position, MWEN is visualized by using Python matplot package, which can directly reflect the relationship between different players on the field. Then, we calculate the degree centrality, betweenness centrality, closeness, clustering coefficient and other indicators. These parameters describe the relationship between a pair as well as the team from different perspectives in multiple scales. We also use label propagation community detection algorithm to identify the configurations of the network.