**一，**

**摘要：**

**网络科学在社会系统中的应用引入了新的方法论，以分析经典问题，例如流行病的出现，个体之间合作的激发或信息在社交网络上的传播。最近，橄榄球队的组织及其性能已经使用来自网络科学的指标来揭晓，在网络科学中，橄榄球队被视为一个复杂的网络，其节点（即，球员）相互作用，以克服对手的网络为目标。在这里，我们结合使用不同的网络指标来提取F.C.的特定签名。巴塞罗那由瓜迪奥拉执教，瓜迪奥拉被认为是足球历史上最好的球队之一。我们首先将瓜迪奥拉球队的网络组织与他们在西班牙国家联赛的一个赛季的对手进行了比较，确定了那些具有统计显着性差异的指标并将其与瓜迪奥拉的比赛联系起来。接下来，我们关注足球传递网络的时间性质，并计算比赛中所有网络属性的演变，而不是考虑其平均值。通过这种方式，我们可以识别那些可以提高得分/接收目标概率的网络指标，这表明并非所有团队的行为方式都一样，以及瓜迪奥拉足球俱乐部的组织方式。巴塞罗那与其他地区不同，包括聚类系数，最短路径长度，邻接矩阵的最大特征值，代数连通性和中心分布。**

**介绍：**社会系统已成为网络科学1,2,3,4,5框架下受益最大的领域之一。使用这种方法，有可能（i）识别社交网络中最有影响力的个人6、7、8、9、10、11，（ii）可以发现人们社区的存在以及与他们相关的共同利益比其他社区中的个人更紧密12、13、14，（iii）解释谣言/疾病的传播15、16、17、18或（iv）分析与他人交流时个人的爆发活动19，仅举几例例子。此外，正在研究的应用程序和系统领域多种多样，例如（i）在线社交网络（例如Facebook或Twitter）20、21、22、23、24、25，（ii）公司与股东之间的互动26， 27，（iii）犯罪网络28，（iv）科学家之间的合作1、11，或（v）制定城市法律29。从网络科学的多种应用中，我们关注足球比赛的分析，尤其是球员通过传球相互互动的方式，最终创建了所谓的足球传球网络。通过观察球员之间的球交换来构建传球网络，其中网络节点（或顶点）是足球运动员，而链接（或边沿）则说明团队中任意两个球员之间的传球次数。这样，我们可以构建加权和单向的足球传球网络，这些传球网络又在空间上嵌入30、31、32（有关传球网络的构建方式，请参见方法示例）。 Gould和Gatrell33的开创性论文于70年代后期发表，介绍了与足球比赛相关的传递网络的概念。但是，无论在科学界还是体育界，它都没有得到应有的重视。 30多年后，Duch和合作者34的工作标志着十年的开始，目睹了对传递网络的分析（通过网络科学）如何揭示有关橄榄球队和球员的组织，演变和绩效的关键信息30。 。例如，检查传递网络的组织，可以检测重复的传递序列并将其与团队的比赛风格相关联35。总体而言，传球网络呈现出小世界拓扑36，与随机空模型37相比，通常具有较高的聚类系数（即，倾向于在三个玩家之间形成传球的三角形）37，并且步距从一个节点与其他任何一个节点相比，都比网络的节点数低得多38。还可以检测到图案的存在39，其中包括三四名球员组40甚至在他们之间紧密相连的球员社区之间某些通行证的过剩41。当焦点放在玩家级别时，我们可以使用网络图案来表征团队中玩家的角色，甚至可以找到具有相似特征的玩家（在其他团队中）42。此外，可以使用之间或接近性参数来量化玩家在传球网络中的重要性，这表明传球网络易于在所有玩家之间找到平衡43。利用网络科学可以对足球数据集进行分析的这一新观点，我们将分析足球俱乐部的特定组织。巴塞罗那（FCB）在瓜迪奥拉（Pep Guardiola）的监督下，被认为是过去十年中的裁判队44。时光倒流，现代足球是在英格兰发明的，我们的规则可以追溯到1863年。最初，团队战略包括以最快的速度前进并尽快摆脱球：拥有球，特别是近距离进攻达到您的目标，就被视为“危险”。球队最初是以“静态”的方式组织的，后卫，中场和前锋的角色明确而专门。在1950年代，匈牙利国家队开始将球视为“不危险”，并组织了比赛。这导致了1970年代更具活力的方法，催生了AFC Ajax和荷兰国家队（称为“全足球”）（荷兰人totaalvoetbal）玩的新游戏系统。 Rinus Michels和Johan Cruyff负责这种新样式。它在FC中的发展当米歇尔（Michels）担任俱乐部经理/教练（1971–1975和1976–1978）之后，巴塞罗那逐渐出现，随后是约翰·克鲁伊夫（1988–1996）以及最终的弗兰克·里卡德（2003–2008）和佩普·瓜迪奥拉（2008– 2012）45,46。西班牙国家队（2008-2012）的风格也受到了类似的影响。瓜迪奥拉的战术能力依赖于控球权和压迫力的完美结合，进而与球队的位置发挥保持同步，这是F.C.最富有成果的时期。巴塞罗那，无论在声誉还是在新获得的mber头衔，包括1414期间的标题44季节。在一个更笼统的框架中，瓜迪奥拉并不是第一个专注于紧迫和拥有或其他任何原则的教练，正如他所承认的那样，该原则是从他的前任教练约翰·克鲁伊夫的哲学中摘录的。尽管有大量关于瓜迪奥拉球队特征的文献[47,48,49]，但仍缺乏对他们比赛风格的定量分析。为了用数字来支持证据，我们将使用网络科学来提供FCB比赛风格的不同视角，该视角侧重于FCB传递网络的组织及其与其他团队的差异。西班牙国家联赛。我们将重点关注2009/2010赛季，这可能是瓜迪奥拉时期最硕果累累的季节，将赢得六项主要比赛的冠军（西班牙超级杯，欧洲联盟超级杯，国际足联俱乐部世界杯，国王杯，西甲和欧洲冠军联赛）。首先，我们将获得与3803802009/2010赛季“西甲”国家联赛的比赛。接下来，我们将分析瓜迪奥拉团队与西班牙其他团队之间的差异，找出网络参数上的异同，并将它们与瓜迪奥拉原则的特殊性联系起来。在这一点上，我们将讨论网络参数沿匹配的时间波动的影响，并提出对通过网络的时间分析。为此，我们将介绍50次通过的概念，并在比赛的不同时刻重新计算所有网络参数，并特别注意得分/接收到的目标。如果考虑到时间，我们的结果表明（i）传球网络揭示了普通网络中未包含的其他信息，此外（ii）时间分析突出了瓜迪奥拉游戏的某些特殊功能。

**结果：**

平均通过网络

图1显示了一个足球传球网络的示例，在这种情况下，是2009/2010赛季FCB对阵皇马的平均网络。请注意，链接是单向的（从玩家A到玩家B），并根据玩家之间的通过次数进行加权。在图中，节点（即玩家）被放置在其传球的平均位置，并且链接的宽度与玩家之间的传球次数成正比。另请注意，XX和ÿÿ字段的坐标限制在[0,100]之间，并以“字段单位”（f.u.）进行测量，因为并非所有字段都具有完全相同的尺寸。最后，节点的半径与它们在传递网络中的重要性成正比，通过特征向量中心性进行量化（请参见方法）。

**二，**

**摘要：**

**总体而言，体育分析技术尤其是足球（美国足球）分析技术近年来有了惊人的发展，这要归功于自动化或半自动化的传感技术，这些技术可提供从每场比赛中提取的高保真数据流。在本文中，我们提出了一种数据驱动的方法，并显示出很大的潜力可以增进对足球队绩效的理解。从足球比赛的观察数据中，我们提取了一组基于通行证的性能指标，并将其汇总为H指标。我们观察到拟议的指标与一支球队的成功之间有着很强的相关性，因此我们对四个欧洲冠军（78支球队，近1500场比赛）进行了模拟。根据为每个团队计算的绩效指标，将总冠军赛中每场比赛的结果替换为综合结果（胜利，失败或平局）。我们发现模拟锦标赛的最终排名非常接近真实锦标赛的实际排名，并且表明具有高排名错误的球队表现出防守/进攻效率度量的极值，即Pezzali得分。鉴于拟议指标的简单性，我们的结果令人惊讶，这表明复杂系统对足球数据的看法有可能揭示隐藏模式和优质行为。**

**三，**

**摘要：**

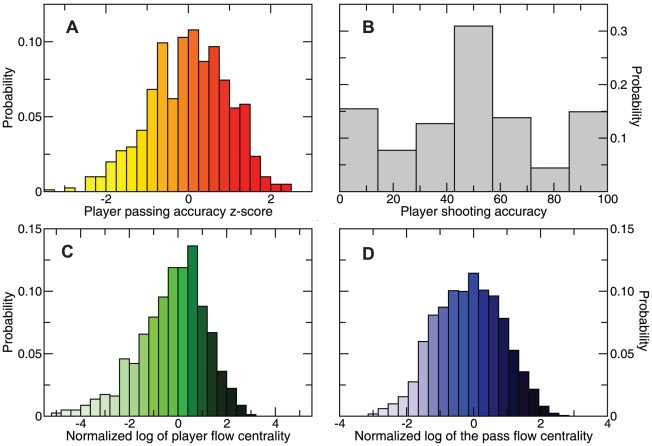
背景从商业到艺术，从体育到科学，团队合作是许多人类活动的基本方面。最近的研究表明，团队合作对尖端科学研究至关重要，但是对于团队合作如何带来更大创造力知之甚少。实际上，对于许多团队活动，甚至还不清楚如何为单个团队成员分配功劳。值得注意的是，至少在体育运动方面，通常对于谁是表现最好的人以及什么才是杰出的表现达成广泛共识。方法论/主要发现为了确定如何量化个人特征，并作为其他基于团队的人类活动的试验床，我们分析了2008年欧洲杯足球锦标赛的球员表现。我们开发了一种网络方法，可以对每个球员的贡献和整个团队的表现进行有力的量化。结论/意义我们假设，在量化单个团队成员的贡献很重要的其他情况下，我们的方法的概括可能会有用。

**介绍：**

如今，团队的重要性已被广泛接受[1]，[2]；我们知道团队的组成决定了他们成功的几率[3]，[4]。但是，尚不清楚团队流程如何导致更高的绩效，或者如何将各个角色和优势结合起来以获得最佳结果。的确，尽管“超级巨星”的贡献得到了广泛认可[5]，[6]，但它们对团队绩效的影响远没有从数量上确定。这就提出了一个问题：薪酬上的巨大差异是否真正代表了每个人为团队带来的价值？回答此问题的主要障碍是我们目前无法密切监视团队成员在不同事件中共同行动的个别行为。团队运动为克服这些挑战提供了非凡的机会，因为团队成员之间的互动在大量活动中都得到展示。足球被广泛认为是全世界最受欢迎的运动。由于比赛的复杂性以及比赛期间球的近乎不间断的流动，足球也是最难以定量分析的运动之一。的确，与棒球或篮球不同，对于棒球或篮球来说，有大量的统计性能数据详细说明了每个球员对最终结果的贡献，而在足球中，定义个人贡献的量化指标并非易事。此外，由于足球得分往往较低，因此简单的统计数据（例如助攻次数，射门次数或进球数）很少能可靠地衡量球员对比赛结果的真实影响。取而代之的是，对球员表现的真正衡量标准是“隐藏”在团队的比赛中：玩家可以通过从另一支球队赢得球或传给随后助攻的队友而产生巨大影响。与许多其他团队活动类似，通常不以系统的方式收集和分析详细量化团队成员在团队绩效中的作用所需的此类信息（有关例外情况，请参见[7]，[8]）。以足球为例，功劳的分配通常仅基于评论员和观众的主观观点，但对于团队合作或个人表演的质量通常存在强烈的共识。

**方法：**

就一般兴趣而言，欧洲杯锦标赛仅次于世界杯，吸引了数百万观众和广泛的媒体报道。在网上收集和发布的统计信息数量上，2008年锦标赛是不寻常的（请参阅http://euro2008.uefa.com）。大量的信息使我们能够开发一种新方法来量化受社交网络分析方法启发的球员和团队的绩效[9]，[10]。为了捕获给定球员在比赛中的影响力，我们在球队的球员之间构建了一个“球流”的定向网络。在该网络中，节点代表玩家，并且根据两个玩家之间成功完成的通过次数对弧线进行加权。我们还通过包括两个非玩家节点（“射门得分”和“射门幅度”）来合并射击信息。玩家的节点通过根据投篮次数加权的弧线连接到这两个节点。我们将最终的网络称为“流网络”，并在锦标赛的每场比赛中为两支球队建立网络。为了获得性能信息，我们首先观察足球队在考虑对手进球的情况下移动球，并在机会出现时保持控球和投篮。球员的传球准确度（代表球员达到队友的传球分数）以及他的射门准确度（代表未失球的射门分数）描述了球员将球移向目标的能力。对手的进球（图1A和1B）。

将流动网络与球员的传球和投篮准确性相结合，我们获得了网络上可定义的每条路径以投篮结束的概率。 这个过程提出了球员表现的自然衡量标准–球员相对于对手进球的中间性[11]，我们将其称为“流动性”。 流中心性捕获了玩家干预导致射门的那些路径的分数。 我们考虑到防守效率，方法是让每位球员从与比赛中恢复的球数成正比的多个路径开始。 我们将A队中球员的比赛表现定义为比赛中球员流动中心的对数的归一化值（图1C和1D）。[](https://www.ncbi.xilesou.top/core/lw/2.0/html/tileshop_pmc/tileshop_pmc_inline.html?title=Click%20on%20image%20to%20zoom&p=PMC3&id=2886831_pone.0010937.g001.jpg)

**结果：**

团队表现我们推测可以通过计算一部分球员的平均表现将球员表现扩展到团队水平（1）在哪里。 我们进一步假设团队之间的绩效差异，我们将其定义为（2）将提供一个指示，表明哪支球队在一场比赛中“当之无愧”获胜（图2A）。 为了检验这些假设，我们首先获得基于结果的绩效差异分布（3）其中“赢”，“亏损”，“不赢”。 图2显示了这三个结果的累积分布（有关选择的理由，请参见图3）。 从视觉上可以明显看出，对于那些表现最好的球队赢得比赛的情况，平均值要大得多。

**四，**

**摘要：**

**复杂的网络通常会显示网络主题，这些主题可以描述为子图。 分析复杂网络的方法有望对包括体育在内的几乎所有科学学科带来极大的好处。 在足球比赛中，如果我们想破坏对手的比赛方式，首先必须了解球队经常使用的传球图案。 确定如何打破这些图案将为团队的成功做出重要贡献。 在这项研究中，在10场比赛的数据集的框架内检查了3个节点和4个节点的传球图案，并确定了这些图案的最频繁重复。 另外，我们建议在比赛中，可以通过图案类型的频率之间的相关性来衡量平衡，并且这种相关性与比赛目标的差异之间可能存在反比关系。**