

2023年第七届浙江省大学生机器人竞赛- 小型足球机器人

目录

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. 组别概述 | 2 |
| 1.1. 项目简介 | 2 |
| 2. 比赛环境 | 2 |
| 2.1. 场地设置 | 2 |
| 2.2. 比赛用球 | 4 |
| 2.3. 共享软件 | 4 |
| 3. 机器人 | 5 |
| 3.1. 机器人的数量 | 5 |
| 3.2. 软件和硬件限制 | 5 |
| 4. 比赛体系 | 7 |
| 4.1. 公正的角色 | 8 |
| 4.2. 团队特定角色 | 9 |
| 4.3. 比赛准备 | 9 |
| 4.4. 比赛阶段 | 10 |
| 5. 裁判指令 | 11 |
| 5.1. 停止比赛 | 11 |
| 5.2. 放球 | 12 |
| 5.3. 恢复比赛 | 13 |
| 5.4. 是否为活球状态的判定 | 15 |
| 5.5. 判罚 | 16 |
| 6. 球出界 | 17 |
| 6.1. 边线出界 | 17 |
| 6.2. 底线出界 | 17 |
| 7. 进球 | 18 |
| 8. 违规行为 | 18 |
| 8.1. 违例 | 18 |
| 8.2. 犯规 | 19 |
| 8.3. 违反体育精神的行为 | 21 |
| 8.4. 同时犯规 | 22 |
| 8.5. 有利规则 | 22 |
| 9. 机器人更换 | 22 |
| 10. 点球大战 | 23 |
| Appendix A: 专业术语(Terminology) | 23 |
| A.1. 碰球操作 | 23 |
| Appendix B: Game Event Table | 23 |

1. 组别概述

1.1. 项目简介

小型组足球机器人比赛是RoboCup机器人足球世界杯的主要项目之一。比赛分“团体对抗赛”和“技术挑战赛”两个项目。

其中“团体对抗赛”为主要比赛项目，采用两队各6台实物移动机器人在约9m×6m的场地上进行机器人足球比赛。规则及赛制均参考“RoboCup机器人世界杯足球机器人比赛小型组”规则制定。参赛队参赛机器人须采用符合小型组技术要求的标准小型足球机器人，通过编写比赛策略和运动规划算法与代码，两两对抗，以在规定时间内进球数计算胜负。

2. 比赛环境

2.1. 场地设置

2.1.1. 尺寸

比赛场地必须为矩形，其具体尺寸如下：

- 10.4m*7.4m的场地，包含9m×6m的比赛区域。

在实际场馆中，场地尺寸及场上标志物的尺寸在各个线性维度上被允许有最多±10%的误差。

以下两张图片展示了比赛场地、球门及特殊区域的尺寸，以毫米为单位。[场地尺寸图](#)是比赛场地的尺寸



下图中的数字均以毫米为单位

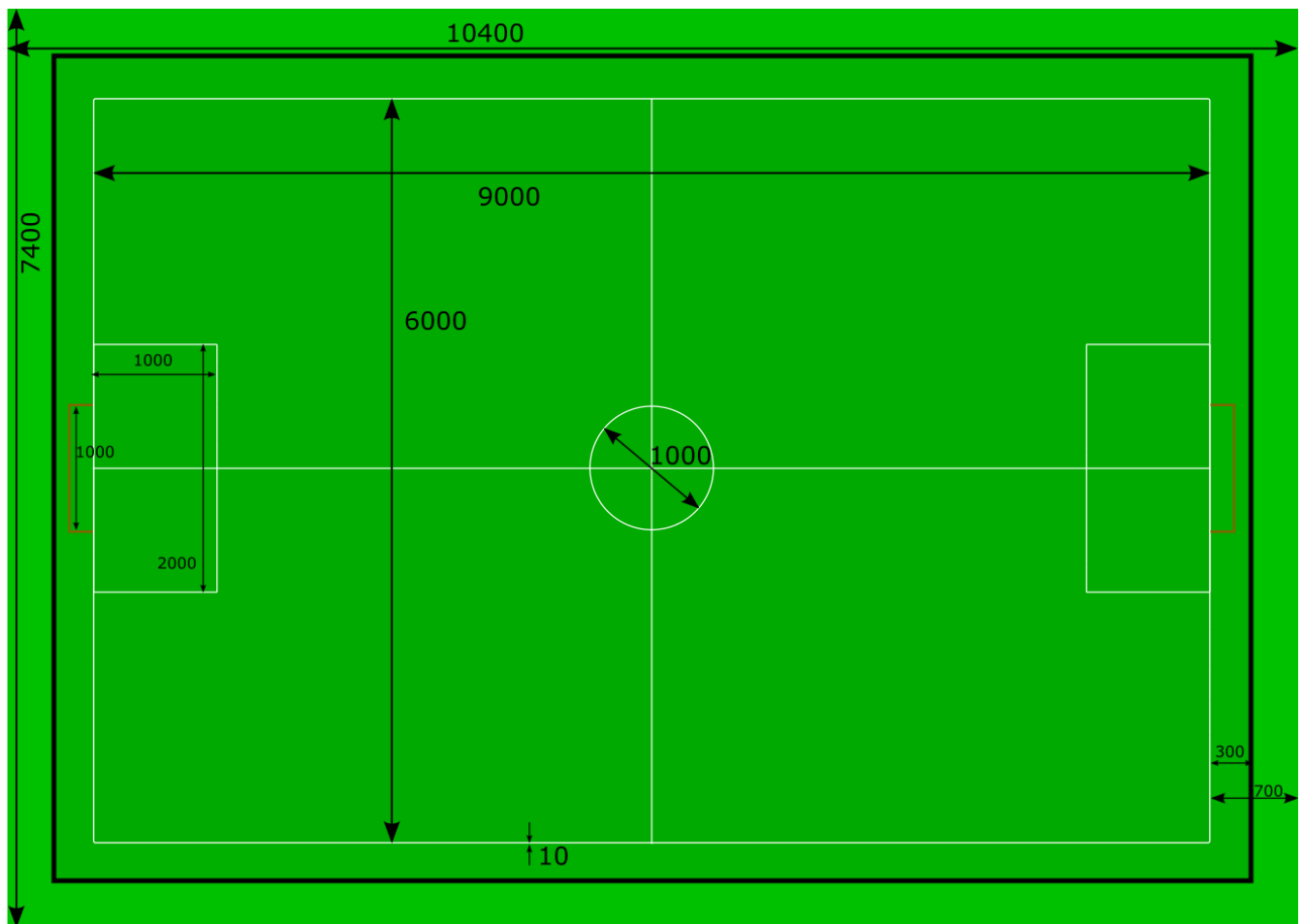


Figure 1. 比赛场地及标志尺寸

2.1.2. 场地表面

比赛场地表面应以绿色毡垫或者地毯覆盖，下方的地板要求是水平、平坦、坚硬的。

场地表面应超出各条 [场地边界线](#) 0.7m。其中最外侧的0.4m区域由0.1m高的隔离板分开，作为 [裁判](#) 和 [助理裁判](#) 的活动区域。

2.1.3. 场地标识

比赛场地应以0.01m宽的白线进行标记（可以是刷漆、喷涂、白色地毯或胶带的形式）。这些白线标志了各个区域的边界。

场地边界线

比赛区域由四条边界线确定，其中较长的两条称为边线，较短的两条称为底线

中线

比赛区域被中线分为两个半场。中线横向穿过场地中心并与底线平行。

球门连线

球门连线是沿纵向穿过球场中心并与边线平行的纵向中线。纵向中线被用来给 [共享视觉系统](#) 的几何校准提供足够的特征。

中圈

场地中圈以场地中心点为圆心、直径为1m的圆。其圆心同时也是中线与球门连线的交点。

禁区

禁区是置于球门前、与底线相接并位于底线中央的矩形区域。比赛的禁区尺寸为2.0m*1.0m，如[场地尺寸图](#)所示。

点球点

点球点定义了进行点球时球的预置点，它在球门连线上距离敌方球门中心{param_penalty_dist}m的位置。

2.1.4. 球门

球门应被分别放置在两条底线的中央位置且安全固定在球场表皮上。其由两个0.16m高的垂直侧壁连接一个0.16m高的垂直后壁组成。球门的内表面应该覆盖如泡沫等能吸收能量的材料，用以吸收球的冲击力和降低偏转速度。球门的墙面、边缘及顶部都应为白色。

球门侧壁间的距离应为{param_penalty_dist}m，球门深度为0.18m，球门墙壁的厚度为0.02m。球门应与底线相接，但不能与球场边界线重叠或侵占球场区域。[球门尺寸图](#)展示了比赛的球门部分细节。



下图中的数字均以毫米为单位

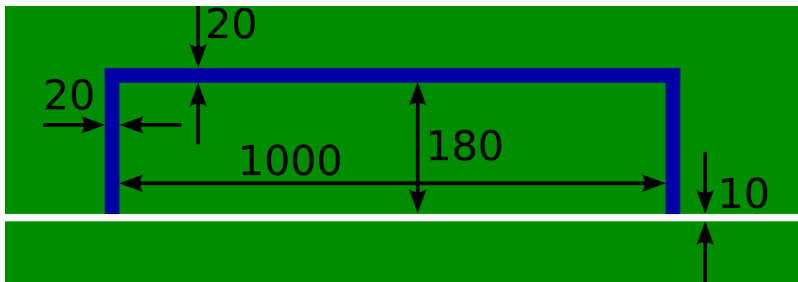


Figure 2. 比赛的球门细节

2.2. 比赛用球

比赛用球为标准的橙色高尔夫球。其重量约为0.046kg，直径约为0.043m

在官方比赛中，由[技术委员会](#)提供比赛用球。

2.3. 共享软件

小型组比赛中的共享软件主要由[技术委员会](#)来进行维护，同时也鼓励所有人贡献代码。[委员会](#)成员需要保障在下届机器人世界杯前三个月内的任何更改不会破坏软件的兼容性。

2.3.1. 共享视觉系统

每个比赛场地将会提供一个共享的中央视觉服务器及一组共享摄像头。这一共享视觉设备使用SSL-Vision软件(<https://github.com/RoboCup-SSL/ssl-vision>)以数据包的形式通过以太网向球队提供本地数据，数据包的格式在赛前由视觉系统开发者宣布。参赛队伍需要确保他们的系统能与共享视觉系统的输出兼容，而且

他们的系统能够处理真实世界感官数据的典型特征（包括噪声、延迟以及偶然的检测失败及分类错误）。机器人顶部的视觉图案必须符合SSL-Vision的规范，并且必须是SSL-Vision文档中指定的标准彩色纸。

除官方共提供的共享视觉设备之外，参赛队伍禁止使用他们自己的相机或其他外部传感器，除非各比赛组织者特别申明或允许。

2.3.2. 比赛指令软件

比赛由ssl-game-controller (<https://github.com/RoboCup-SSL/ssl-game-controller>) 进行控制。该软件由**助理裁判**操作。该软件将**裁判**或**自动裁判软件**的决定转换为以太网通信信号并广播到网络。该软件负责管理比赛状态，跟踪所有比赛事件，并在参赛各方间充当代理的角色。

Game-Controller软件与所有参赛队伍之间都有一个网络接口。他们可以在球处于非比赛运行状态时，自动改变守门员的id。此外还可以发送信号表达在下一次机会时替换机器人的意向、回复**进攻优势**的请求。

2.3.3. 自动裁判软件

一个或多个自动裁判盒可以被用于监督比赛并向**比赛指令软件**报告**犯规**

每场比赛至少需要一个自动裁判盒。如果超过一个自动裁判盒连接了比赛指令软件，可以按投票多数进行裁决。

新的自动裁判工具可以被提供，但需要确保代码是开源的。新的软件必须在比赛前三个月被公布，由**技术委员会**决定该裁判盒能否被使用。

Game Event Table 展示了自动裁判盒必须检测到的比赛事件

已有的裁判盒可以在github上获取：<https://github.com/RoboCup-SSL/ssl-autorefs>。

3. 机器人

3.1. 机器人的数量

比赛由两个队进行，每个队由不超过6个的机器人组成，其中一个可以是守门员。每个机器人必须根据其视觉图案清晰地编号，以便裁判在比赛中识别它。在比赛前必须指定守门员的ID（参见**选择守门员ID**）。

3.2. 软件和硬件限制

如果队伍的机器人不符合规则，可以强制该队从场地上移除机器人。**委员会**的成员也可以在比赛的任何时刻检查机器人的硬件和软件限制。

如果一个团队无法提供至少一个满足规则的机器人，该团队将被**强制弃赛**

3.2.1. 安全性

机器人不得对自身，其他机器人或人类构成危险。它绝不能**破坏或更改场地或比赛用球**。

如果**裁判**认为某个机器人存在潜在的安全威胁，他必须强迫该团队将该机器人从现场移走。

3.2.2. 形状

任何机器人必须装在0.18米宽、0.15米高的圆筒内。此外，机器人的顶部必须符合标准的图案尺寸和表面约束。

3.2.3. 运球装置

在以下条件下允许安装使球旋转的运球装置，使球与机器人保持接触：

- 运球装置不得将球从地面抬起
- 另一个机器人必须能够用球从机器人中取出球。
- 机器人不得通过移除球的所有自由度来完全控制球。
- 任何时刻，从上方看球时，球的80%面积必须位于机器人周围的凸包外面。这种限制也适用于所有踢球装置。

3.2.4. 视觉图案

所有参赛团队必须遵守[共享视觉系统软件](#)的既定操作要求。尤其是，团队必需在他们的机器人顶部使用一组标准化的颜色和图案。

为确保与共享视觉系统的标准化模式兼容，所有团队必须确保所有机器人都有一个平坦的表面，顶部有足够的空间。机器人顶部的颜色必须是黑色或深灰色，并具有哑光（无光泽）表面，以减少眩光。标准视觉图案是半径为0.085米的圆形，在机器人正面线性切割到距离中心0.055米的距离，如[色标示意图](#)所示。团队必须确保图案完整出现在他们的机器人顶部。

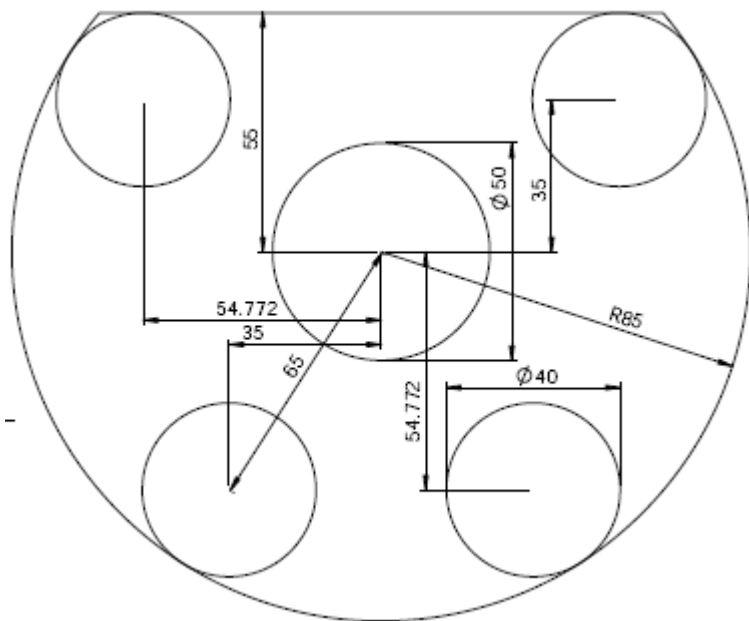


Figure 3. Standard Vision Pattern Dimensions

每个机器人的图案都必须是[色标示意图](#)所示图案中的一种。不允许两个机器人使用同一个图案。

机器人中间的圆点颜色决定队伍的归属，并且颜色要么是蓝色要么是黄色（参考[团队颜色选择](#)）。其他四个圆点颜色编码机器人的ID。为了保证每个队伍使用相同的颜色，[委员会](#)在比赛中提供足够的彩色纸张。



鼓励团队选择ID为0到7的颜色分配，因为他们在实验中被发现更稳定，因为后面的两个

点“color-bleed”彼此之间没有风险。

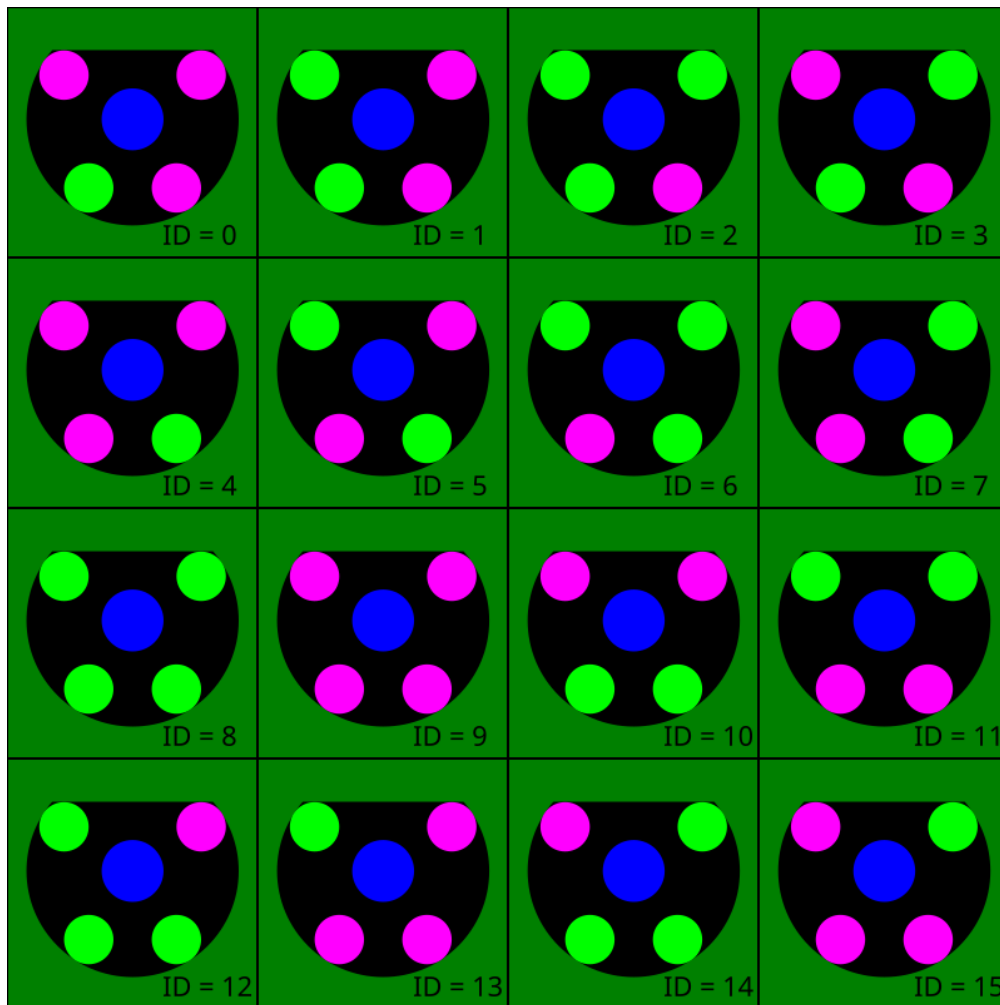


Figure 4. Standard Vision Pattern Colors

3.2.5. 无线电通信

使用无线通信的队伍必须通知 [委员会](#) 无线通信的方法，电源和频率。报名后如有任何变动，必须尽快通知 [委员会](#)。为了避免干扰，一个团队必须能够在匹配之前从两个载波频率中进行选择。无线通信的类型必须符合举办比赛国家的法律规定。遵守当地法律是竞争团队的责任。

无线通信的类型也可能受到 [当地委员会](#) 的限制。当地组委会将尽早向社区公布任何限制措施。



不允许使用蓝牙，因为它不能固定在频率通道上。

3.2.6. 自主运行

机器人设备必须是完全自主运行的。在比赛过程中，不允许人员向系统输入任何信息，除非在 [间隔休息](#) 或在 [暂停](#) 期间输入。忽略此规则被视为 [违反体育精神的行为](#)。

4. 比赛体系

4.1. 公正的角色

要在小型组中进行正式比赛，必须满足四个公正的角色：

- 裁判
- 助理裁判
- 指令软件操作员
- 图像专家

通常，这些角色由两个非参赛队伍担任，其中一个队伍提供**裁判**和**指令软件操作员**，另一个队伍提供**助理裁判**和**图像专家**。角色的分配由**委员会**决定。每个参赛团队的成员都必须熟悉这些人员。

4.1.1. 裁判

每场比赛由裁判控制。他完全有权执行小型组比赛相关的规则。建议裁判使用场地旁边的指定步行区域（参见**场地设置**）。

裁判由**自动裁判软件**协助。允许裁判覆盖裁判软件做出的任何决定。

裁判关于与比赛有关的裁决是最终的。裁判只能改变自己认为不正确的决定，或者由他自行决定更改助理裁判的建议，但他不能重新开始比赛。

裁判员不对任何官员或旁观者遭受的任何伤害，任何形式的财产损失或个人，俱乐部，公司，协会或其他机构遭受的任何其他损失承担责任。

团队负责人是唯一的可以与裁判交谈的团队成员。

任务

- 裁判为所有的人和机器人确保了一个安全的比赛
- 裁判根据小型组的规则确保了一个相对公平的比赛
- 裁判确保未经授权的人员或团队成员不会干涉比赛
- 裁判或助理裁判将球放置于**开球**，**点球**或每次**停止比赛**位置之后，裁判恢复比赛
- 裁判确保比赛开始并及时恢复

4.1.2. 助理裁判

助理裁判(Assistant Referee)在任何可能的地方支持裁判。并且被鼓励存在于裁判员对面的**场地**旁边的指定步行区。

参赛队伍的成员不被允许与助理裁判交谈

任务

- 当发生的一些不当行为或任何其他事件在裁判视野之外时,助理裁判应当指出
- 助理裁判与裁判讨论不能清楚裁决的情况
- 裁判或助理裁判将球放置于**开球**，**点球**或每次**停止比赛**位置之后，裁判恢复比赛

4.1.3. 指令软件操作员

在比赛期间，指令软件操作员(Game Controller Operator)使用[比赛指令软件](#)作为[裁判](#)、[自动裁判软件](#)和团队软件之间的接口。

参赛队伍的成员不允许与指令软件操作员交谈,除非[团队负责人](#)要求[更换机器人](#)的情况。

任务

- 指令软件操作员在比赛开始之前配置[比赛指令软件](#)
- 指令软件操作员将[裁判](#)的信号输入到[比赛指令软件](#)中
- 指令软件操作员在比赛事件日志中查看需要注意的事件，例如[自动裁判软件](#)或经过的计时器的检测，并通知[裁判](#)

4.1.4. 视觉专家

在比赛期间，视觉专家(Vision Expert)负责该场地的[共享视觉系统](#)。

通常建议团队成员不要与视觉专家交谈，除非他们遇到重大视觉方面的问题。

任务

- 视觉专家检查视觉硬件并向[技术委员会](#)报告任何类型的硬件问题
- 视觉专家在比赛期间监控共享视觉系统，并立即向裁判报告任何类型的问题
- 如果裁判认为有必要，视觉专家会重新校准视觉系统

4.2. 团队特定角色

4.2.1. 团队负责人

在比赛开始之前，每个团队都必须指定一个团队负责人(Robot Handler)。团队负责人在比赛期间代表该团队比赛。

任务

- 团队负责人有义务协助[准备比赛](#)。
- 如有必要，团队负责人可以向裁判申请[暂停](#)。
- 团队负责人要求裁判在下一次停止时更换机器人，如果裁判同意，则[更换机器人](#)。
- 团队负责人反映团队比较关心的问题（例如网络问题或视觉问题）。

4.3. 比赛准备

所有在比赛中发挥作用的人（[裁判方](#)或者[队伍方](#)）必须在比赛开始前至少10分钟做好以下准备：

4.3.1. 比赛结果表

[裁判](#)从[委员会](#)获得比赛结果表格。比赛结束后，裁判填写最终比分，收集所需签名，并将表格提交给[委员会](#)。



在获得比赛结果表时，裁判还可以使用官方的**比赛用球**和裁判设备，如哨子或红牌和黄牌（如果提供的话）。

4.3.2. 测试网络

裁判确保两支球隊都能获得视觉数据和裁判命令。

4.3.3. 选择团队颜色

裁判询问球队的**团队负责人**，选择他们更倾向的球队颜色（蓝色或黄色）。如果团队同意颜色分配，颜色将用于整个比赛。

但是，如果两队都倾向于一个相同的颜色，裁判会随机分配颜色。在这种情况下，球队在比赛的前半段之后以及加时赛的前半段之后切换颜色（如果适用）。

4.3.4. 选择半场和开球

裁判向**团队负责人**投掷硬币。获胜队将在比赛的前半段选择进攻的目标。另一支球队以**开球**开始比赛。

4.3.5. 选择守门员ID

裁判询问**团队负责人**他们将使用哪个机器人作为守门员，并将此信息告诉给**指令软件操作员**。



如果团队不想使用守门员，则可以选择不在场上的机器人的ID。

4.4. 比赛阶段

4.4.1. 概述

小型组的官方比赛包括以下几个阶段：

| 比赛阶段 | 时长 |
|------|------------|
| 上半场 | 比赛时间 300 秒 |
| 中场休息 | 暂停 300 秒 |
| 下半场 | 比赛时间 300 秒 |

如果比赛是淘汰赛（比赛结果不可以是平局），并且在正常比赛时间之后比分相同，比赛将进入加时赛，并添加以下比赛阶段：

| 比赛阶段 | 时长 |
|---------|------------|
| 加时赛前休息 | 暂停 300 秒 |
| 加时赛上半场 | 比赛时间 150 秒 |
| 加时赛中场休息 | 暂停 120 秒 |
| 加时赛下半场 | 比赛时间 150 秒 |

如果加时赛后双方比分仍相等, 则添加以下比赛阶段:

| 比赛阶段 | 时长 |
|---------|----------|
| 点球大战前休息 | 暂停 120 秒 |
| 点球大战 | 无限制时长 |

只要没有球队被允许进行**碰球操作**, 比赛计时器就会暂停。这包括**停止**, **终止**以及**开球**和**点球**的准备状态。此外, 计时器在**放球**期间也会暂停。



因此, 比赛所需的时间远远大于比赛时间。

4.4.2. 暂停

团队负责人必须向裁判请求暂停。暂停的处理方式类似于**间隔休息**, 这意味着允许两个团队对其软件和硬件进行修改 (参见**自主运行**)。

每支球队在比赛开始时分配4次暂停。所有暂停总共允许300秒。暂停可能只在比赛期间进行。时间由**指令软件操作员**监视和记录。



例如, 一个团队可以有持续60秒的3次暂停, 之后只有一次暂停, 持续时间可以长达120秒。

在加时赛期间, 两支球队都可以使用2次暂停, 总时间为150秒。不添加暂停次数和常规游戏中未使用的时间。

点球大战阶段不可以暂停。

4.4.3. 提前结束

当一支球队进球数达到10次时, 比赛自动终止, 无论目前的比赛阶段如何, 有更多进球的球队都被宣布为胜利者。

5. 裁判指令

5.1. 停止比赛

5.1.1. 停止

定义

当发出停止指令时, 所有的机器人必须减速到低于1.5m/s。此外, 所有的机器人必须跟球保持至少0.5米的距离, 并且不允许进行**碰球操作**。



如果球运动得很快, 一直跟球保持要求的距离是困难的, 尤其是在停止时机器人的速度被限制的情况下。因此, 如果裁判认为机器人在尽其所能地遵守这条距离规则就足够了。

使用

停止指令在球越过**场地边界线** (包括球门)、发生犯规、准备开始比赛、终止比赛后恢复比赛、技术暂停和

自动放球的情况下，用于暂停比赛。机器人的速度限制和跟球保持的最小距离允许裁判或者助理裁判没有干扰地安全地放球。

5.1.2. 终止

定义

当发出终止指令时，所有机器人都不允许移动或者进行**碰球操作**。

这里留有2秒的宽限期给机器人刹车。

使用

终止指令允许裁判在任何突发事件发生时（例如一个机器人失去控制），立即中断比赛。它也用于在比赛中当图像专家认为有必要和裁判同意时重新校准图像，以及**更换机器人**。此外，裁判可以按意愿自由地发出终止指令。

终止指令经常伴随着停止指令。

5.2. 放球

定义

在比赛停止后，依据发生的事件，球必须被放置在合适的位置。由队伍的机器人完成的没有人工干预的自动放球是把球放在场上指定位置的优先方式。如果这没能完成，**裁判**将人工放球。

球会被认为由机器人成功放置，如果

- 放球指令发出后没有超过30秒
- 如果下一个指令是放球队伍的**间接任意球**或者**直接任意球**，没有机器人在距离球的0.05米范围内
- 如果下一个指令是**强制开始**，没有机器人在距离球的0.5米范围内
- 球是静止的
- 球在距离要求位置的0.15米范围内

比赛指令软件不会发出更多的指令，直到自动放球完成。一旦球被成功放置，且在放球指令发出后不早于2秒，**比赛指令软件**会让比赛继续。失败的放球会导致对手的一次间接任意球。如果对手也放球失败，球会被**裁判**放置，且比赛继续之前的指令。

非放球的队伍不可以**干扰放球**。

使用

当出现**死球**时，下列规则决定是否要进行自动放球：

1. 开球和点球时，**裁判**必须放球
2. 对于**间接任意球**或者**直接任意球**，**开球**的队伍必须放球
3. 对于**强制开始**，随机决定放球的队伍
4. 在放球开始前，球必须可见和不在场地角落、球门角落或者球门后面
5. **裁判**可以在任何时候决定手动放球

6. **裁判**可以决定在比赛的剩余时间禁用自动放球。**技术委员会**必须同意这个决定
7. 当一个队伍连续五次放球失败，它将被不允许在比赛半场的剩余时间放球。当球出边线时对手将获得任意球。对于其他违反规则的行为或者当双方队伍都放球失败时，球会被**裁判**放置
8. 如果没有队伍能够放球，球会被**裁判**或者**助理裁判**放置。建议裁判和助理裁判使用放球工具（一个黑色长杆的装置）来放球。



如果球已经在应该放置的位置（例如在另一支队伍失败的任意球后），放球会在没有机器人操纵球的情况下被认为是成功的。这可能会导致在放球队伍没有真正完成一次放球的情况下，放球失败的计数被重置。



当放球指令发出时，球可能仍在运动。

放球对于所有队伍是强制的。如果对手放球失败或者没有队伍能够放球，**裁判**或者**助理裁判**将放球。

5.3. 恢复比赛

在放球后，比赛将通过以下指令恢复。

5.3.1. 标准开始

定义

这是一个两阶段的裁判指令，当标准开始指令发出时，进攻车可以**碰球操作**。比赛不能通过标准开始指令直接恢复。

使用

标准开始指令用于**开球**、**点球判罚**和**点球大战**。

5.3.2. 开球

定义

球必须被人类裁判放在场地中心。

当发出开球指令时，所有的机器人必须移动到自己的半场，且不在**中场圆圈**内。然而，进攻方的一个机器人会被允许进入整个中场圆圈。这个机器人会被认为是开球车。其他机器人不允许碰球。

当**标准开球**指令发出时，开球车被允许踢球。可以直接通过开球进球。

当球处于**活球**状态时，开球车不能碰球直到它被别的机器人碰到或者比赛被停止(参见**二次触球**)。同时，机器人位置的限制被解除。

使用

半场和加时赛（若有）通过开球开始。**比赛准备**这一章描述了如何确定进攻方。

另外，在一方进球后，另一方通过开球重新开始比赛。

5.3.3. 直接任意球

定义

任意球放置的位置取决于导致任意球的事件。如果距离所有**边线**至少0.2米和距离对方**禁区**至少1米，则此位置有效。如果需要将球放置在违反此规则的位置，则必须将其放在最接近的有效位置。

当发出直接任意球命令时，允许进攻方的机器人接近球，而防守方的机器人仍然必须与球保持至少0.5米的距离（与停止指令相同的距离）。攻击队的一个机器人被允许踢球，这个机器人将被认为是开球车。直接任意球可以直接进球得分。

当球处于**活球**状态时，开球车不得触球，直到球被其他机器人触碰或者比赛已经停止（见**二次触球**）。此外，对于机器人位置的限制将被解除。

使用

在**犯规**发生后，直接任意球被用来重新开始比赛。此外，**球门球**和**角球**被认为是直接任意球。

5.3.4. 间接任意球

定义

间接任意球的行为类似于**直接任意球**。除了以下情况：在间接任意球指令发出且球处于**活球**状态后，在进入防守球队的球门之前球接触了进攻球队的机器人后才算进球。如果球进入防守队伍的球门而没有接触进攻方机器人，则会被视为越过球门外的球门线。

如果球进入攻击方的球门（一个乌龙球），将记为防守球队进球得分。



通过间接任意球得分进球不需要多个攻击机器人。如果防守方的机器人在攻击方开任意球的机器人进球前触球，同样也算进球。

使用

在发生**违例**后，使用间接任意球重新开始比赛。此外，**边线球**被认为是间接任意球。

5.3.5. 强制开始

定义

当发出强制开始指令时，游戏立即恢复，并且允许两个队伍再次接近并执行**碰球操作**。

使用

如果在两队都被允许接近并执行**碰球操作**的情况下至少10秒没有明显的进展，裁判可以发出一个停止命令，然后强制开始。

当比赛必须停止并且没有队伍或两个队伍都有过错时，它也可用于恢复游戏。

5.3.6. 点球

定义

点球判罚的完整流程如下：

1. 发起一颗点球，首先发出停止指令并由**裁判**将球放在**点球点**上。

2. 当发出点球指令时：
 - a. 防守方守门员必须移动到球门线上并保持接触。
 - b. 一个进攻方机器人允许接近球但不能碰球。
3. 整个点球过程中，所有其他机器人需要保持在球后方一米的位置以保证不会影响整个点球流程。
4. 当**标准开始**指令发出后，进攻方机器人允许进行**碰球操作**。需要注意的是，球只被允许朝向敌方球门的方向移动，该条规则将根据**共享视觉系统软件**中球的x坐标值进行判断。
5. 当球进入**活球**状态时，防守方守门员可以进行自由移动。
6. 如果10秒后球依然处于**活球**状态，则比赛**暂停**。

当满足以下任意条件时，进球被视作有效：

1. 当**标准开始**指令发出后，球接触到了防守方球门的内侧边或地面。
2. 防守方出现任何**违例**或**犯规**。

若视为有效进球，则以**开球**指令继续比赛。

当满足以下任意条件时，进球被视作无效：

1. 球穿过任何球门以外的**边界线**。
2. 防守方守门员碰球引起的球速方向在2D空间下变化超过90度。
3. 进攻方出现任何**违例**或**犯规**（在点球进程中，**二次触球**不会被视作**违例**）。
4. 超过10秒后球仍然处于**活球**状态。

当点球没有造成有效进球后，将以**球门球**指令继续比赛。



在**有效进球**的定义中，0.15m的高度限制不适用于点球判罚。其他限制如**带球过度**等同样适用于点球判罚。

在每个半场或某比赛阶段结束时，允许有额外的时间执行点球判罚。

使用

点球判罚被用来惩罚**违反体育精神的行为**和**非守门员禁区触球**。

5.4. 是否为活球状态的判定

当比赛为**停止**状态，直到下一次比赛开始之前均被认定为死球状态。

当比赛**恢复**，直到下一次需要停止的事件发生之前均为活球状态。当出现以下任意情况时，比赛恢复即进入活球状态：

1. 当**强制开球**指令下发。
2. 在**开球**、**直接任意球**、**间接任意球**或**点球**状态下球移动超过0.05m。
3. 在**开球**指令下发10秒以后。
4. 在**直接任意球**或**间接任意球**指令下发5秒以后。



关于0.05m距离的规则请参考[二次触球](#)

5.5. 判罚

5.5.1. 黄牌

定义

如果黄牌是[违反体育精神的行为](#)导致的结果，则裁判可以决定立即[终止](#)比赛。在这种情况下，另一支球队将获得直接任意球。

收到黄牌后，受罚球队场上允许的机器人数量减少一个。如果在减少之后，队伍拥有的机器人数量超过现场允许的数量，则必须在[恢复比赛前](#)[拿走](#)机器人。受惩罚的团队可以选择要移除的机器人。

当队伍在场机器人数量超过允许数量时，进球无效。

在120秒的比赛时间（由比赛指令软件测量）后，黄牌到期并且允许的机器人的数量将增加1。队伍可以在下一次可能的时候[放入机器人](#)。

当一个队伍在有两张黄牌生效的时候再次获得一张黄牌，这张黄牌将直接变为红牌。

使用

黄牌被用于惩罚多次[违规](#)的球队。

裁判员也可以给出黄牌以惩罚[违规](#)或[违反体育精神的行为](#)。

5.5.2. 红牌

定义

红牌与[黄牌](#)相似，不同之处在于它直到比赛结束才到期。

使用

裁判员会给出红牌，以惩罚严重的[违规](#)或[违反体育精神的行为](#)。



例如，机器人的严重暴力接触或对裁判的不尊重行为可能导致红牌。

5.5.3. 强制弃赛

定义

强制弃赛意味着一支球队立即以0比10的分数输掉当前比赛。

使用

如果团队无法提供至少一个满足规则的机器人进行比赛，则可能被强制弃赛。

只有在与[技术委员会](#)成员达成协议的情况下，队伍才能被强制弃赛。

5.5.4. 取消比赛资格

定义

取消资格意味着一支球队立即结束所有比赛并排在最后。该队伍没有资格获得任何奖杯。

使用

如果该团队的成员不遵守安全准则，场地规则或几次犯相似的严重违规行为，则队伍可能被取消资格。

只有在与[技术委员会](#)成员达成协议的情况下，队伍才能被取消资格。

6. 球出界

当球以完全穿过[场地边线](#)的方式出界，比赛将会停止并且在球重新放置后继续比赛。球的放置位置以及继续比赛的方式由上一次碰球的队伍以及出界的位置决定。

6.1. 边线出界

当球穿过两侧的[场地边线](#)导致出界。

6.1.1. 边线球

定义

球应放置于出界位置内与边线的正交距离为0.2m的位置，位置与底线的距离至少为0.2m。

球在放置后，应奖励给出界前上次碰球的对手一个[间接任意球](#)。

使用

放置边线球在球边线出界后继续比赛时使用。

6.2. 底线出界

当球穿过球场两底侧的[场地边线](#)导致出界。

6.2.1. 球门球

定义

球应放置在距离出界最近的边线距离0.2m，距离底线1m的位置。

球在放置后，应奖励给出界前上次碰球的对手一个[直接任意球](#)。

使用

角球被用于球穿过非上一次触碰方底线出界时使用。



若上一次敌方碰球不在己方半场，则判为[无意义射门](#)。

6.2.2. 角球

定义

球应放置在距离出界最近的边线距离0.2m，距离底线0.2m的位置。

球在放置后，应奖励给出界前上次碰球的对手一个[直接任意球](#)。

使用

角球被用于球穿过上一次触碰方底线出界时使用。

7. 进球

当球在两球门柱之间完全进入球门，且满足以下条件：

- 当球进入球门时，队伍的机器人数量未超过允许的数量限制。
- 当球不是从[间接任意球](#)开球直接射入。
- 在上一次进攻者碰球之后，球的高度未超过0.15m。
- 在进球前两秒队伍没有[违规行为](#)。



在[点球判罚](#)中，有额外条件决定进球是否有效。



这里的“该队”指的是得分队伍而不是踢球队伍。例如，当对方的机器人数量超过允许的数量限制时乌龙球无效。

如果进球被视为无效，比赛将被认为球穿过底线出界。

8. 违规行为

根据犯规的严重程度，犯规被分为以下几种：[违例](#)、[犯规](#)和[违反体育精神的行为](#)。



违例一般是指[活球状态](#)时进攻机器人的违规行为，犯规一般是指防守机器人的违规行为、比赛中断时的违规行为以及对人、机器人或场地造成损害的违规行为。

8.1. 违例

比赛中，一方发生违例行为后，比赛中断，并在违例发生的地方判给对方一粒[间接任意球](#)（具体开球位置参见[直接任意球](#)）。所有违例行为如下：

8.1.1. 无意义射门

满足以下全部条件的行为会被视为无意义射门：

- 球越过中线；
- 球在对方底线出界；
- 对方机器人未触球。

开球不会被视为无意义射门，因为开球位置在中线上，所以球不会越过中线。

8.1.2. 超时

以下行为会被视为超时：

- 未在5秒内开出[直接任意球](#)或[间接任意球](#)；
- 未在10秒内完成[开球](#)或[点球](#)的；
- 守门员未在10秒内将球清出己方[禁区](#)的。



如果比赛处于双方允许进行[碰球操作](#)的状态，且两队均未违例，[裁判](#)可以停止比赛并发出[强制开始](#)的指令。



如果比赛双方都无法在不违规的情况下使比赛进入[活球](#)状态，[裁判](#)可以用[强制开始](#)指令代替另一方的[间接任意球](#)指令。

8.1.3. 二次触球

开球机器人完成[开球](#)、[直接任意球](#)、[间接任意球](#)或[点球](#)使比赛开始后，在其他机器人触碰球之前再次触碰球的行为被视为二次触球。

球在移动超过0.05米之后被视为比赛开始。



机器人踢球时，难免会与球发生多次碰撞，这也是用0.05米的距离来确定机器人是否犯规的原因。即使球与机器人只发生过一次接触，开球时持球移动超过0.05米也被视为二次触球。

8.1.4. 对方禁区内触球

当机器人位于或部分位于对方的[禁区](#)时不允许触球。



当比赛处于[死球](#)状态下，需要遵守更严格的规则：[机器人到对方禁区距离过短](#)。

8.1.5. 带球过度

机器人从触球的位置算起，[带球](#)距离不能超过一米。机器人与球接触被视为带球开始，机器人与球之间存在可见分离被视为带球结束。



像人类足球运动员前踢带球那样，只要机器人可以周期性的失去对球的控制，那么机器人带球是符合规则的。

8.1.6. 球速过快

在三维空间内，机器人不能使球速超过6.5米/秒。

8.2. 犯规

比赛中，一方发生犯规行为后，比赛中断，并在犯规发生的地方判给对方一粒[直接任意球](#)（具体开球位置参见[直接任意球](#)）。当犯规发生在[非活球](#)的情况下，不会判罚任意球。

同一支队伍每三次犯规将被判一张**黄牌**。**裁判**也可以根据犯规的严重程度判罚**黄牌**或**红牌**。

所有犯规行为如下：

8.2.1. 机器人在对方禁区触碰对方机器人

当比赛处于**活球**状态时，机器人不能触碰敌方**禁区**内任何敌方机器人。



当比赛处于**死球**状态时，遵循**机器人到对方禁区距离过短**。

8.2.2. 机器人到对方禁区距离过短

在比赛处于**停止**、**直接任意球**或**间接任意球**的状态时，所有机器人必须与对方**禁区**保持至少0.2米的距离。对于已经处在**禁区**内的机器人，需要在2秒内离开。

8.2.3. 干扰放球

在比赛处于**自动放球**状态时，非放球队伍的所有机器人必须与球与放置位置之间的连线保持至少0.5米的距离（该区域形状类似于胶囊），对于已经处在该区域内的机器人，需要在2秒内离开，否则记一次犯规并重置放球过程。



规则中没有包含所有的干扰放球的行为，所以在非放球队伍有明显的干扰放球行为时，**裁判**可以记该队一次犯规。

8.2.4. 碰撞

当两个不同队伍的机器人发生碰撞时，记录两个机器人速度矢量在二者连线投影上的差值，如果投影值大于1.5米/秒，速度较大的机器人所在队伍记一次犯规，如果速度的绝对值的差小于0.3米/秒，则双方各记一次犯规，比赛不中断。

8.2.5. 推挤

当双方机器人都与球接触或者彼此接触时，机器人施力使对方机器人在自己朝向移动，这种行为被视为推挤。



当双方机器人都用近似的力推挤对方机器人时，双方都不犯规。

8.2.6. 护球

机器人不能将球包裹以至于对方机器人无法拿到球。

8.2.7. 翻倒或掉落零件

机器人不得翻倒，爆炸或在场地上掉落对其他机器人有潜在威胁的零件。犯规机器人必须被**替换**。



金属部件（例如螺钉）以及较大的部件通常构成潜在的威胁，非常小的非金属部件（例如橡胶圈）不会构成威胁。

8.2.8. 停止状态机器人速度

在停止的状态下机器人车速不能超过1.5米/秒，对于已超速的，需要在2秒内减速。同样的犯规每机器人每状态只记一次。



该规则不适用于放球状态。



由于停止命令是用于手动放球和机器人替换的，限制机器人速度是为了避免机器人伤到场上人员。

8.2.9. 机器人离球过近

在对方进行开球、直接任意球或间接任意球时，机器人必须与球保持至少0.5米的距离。犯规后，比赛指令保持与犯规前一致。



在停止状态下，不会自动判定机器人与球的距离，但裁判可以违反体育精神的行为对不遵守要求距离的队伍一张黄牌。详细参见停止状态。

8.2.10. 非守门员禁区触球



犯规定义下的判罚不适用于该规则。

如果非守门员机器人在部分进入己方禁区的情况下触球，比赛停止，记一张黄牌，判给对方一粒直接任意球，犯规次数不增加。

如果非守门员机器人在完全进入己方禁区的情况下触球，比赛停止，判给对方一次点球罚球，犯规次数不增加。

8.3. 违反体育精神的行为

针对违反体育精神的行为，裁判可以根据犯规的严重程度给予黄牌、红牌、点球、强制弃赛或取消比赛资格的处罚。



如果裁判员不知道如何判罚，可以向技术委员会的成员咨询。

下面是一些违反体育精神行为的例子。

8.3.1. 破坏其他机器人

比赛队伍不允许破坏或改装其他队伍的机器人。

8.3.2. 破坏场地或比赛用球

比赛队伍不允许破坏或改变场地或比赛用球。

8.3.3. 不尊重比赛

团队成员必须对参与比赛的每一个人表现出适当的尊重。违反本规则的行为包括但不限于：

- 侮辱对手、**裁判**或其他担任**公正角色**的人
- 激怒**裁判**或其他担任**公正角色**的人
- 不遵守**裁判**的指令

8.4. 同时犯规

如果比赛**暂停**并且一个队伍被允许**恢复比赛**，对手的**违例**和**犯规**不会影响比赛重新开始的方法与位置，除非对手被判罚**点球**。

如果一个队伍利用了这个规则，**裁判**可以记该队一张**黄牌**来惩罚该队伍的**违反体育精神的行为**。



该规则旨在防止队伍故意犯规，以便将对手的**直接任意球**或**间接任意球**重新定位到更有利的位置。

8.5. 有利规则

在某些情况下，由于犯规而停止比赛可能对对方不利。由于这些情况不容易自动检测到，因此会询问对方是否选择继续比赛。在这种情况下，游戏不会停止，也不会判罚任意球。当比赛**暂停**时，犯规计数器仍然递增，并仍会给出红黄牌。

以下情况被视为符合上述条件：

- 单个队伍的**碰撞**犯规；
- **机器人**在对方禁区**触碰**对方**机器人**。



如果队伍没有连接到游戏控制器或在0.2秒内没有回复，则队伍的决定默认为停止游戏。

9. 机器人更换

定义

机器人的更换由队伍的**团队负责人**执行，其他人员禁止从场中取机器人或将机器人放入场内。

1. 发出机器人更换请求的队伍的**团队负责人**至少按照指定的顺序执行下列一项操作：
 - a. 将机器人放入场内。场上机器人的数量不得超过队伍此刻所被允许的最大数量。
 - b. 将机器人从场上取出。如果取出的机器人离边线和中线的交点不超过 1 米，另一个机器人可以立刻被放入。否则**团队负责人**必须等待下一个可以进行机器人更换的机会。
2. 如果被取出的机器人是守门员，**团队负责人**需要告知**指令软件操作员**新守门员的号码。
3. 操作完成时**团队负责人**需要通知**裁判**。
4. 当两个队伍都完成机器人更换后，**裁判**通知**指令软件操作员**。
5. **指令软件操作员**给出**暂停**指令后继续比赛。

使用

对机器人更换的原因和次数都不作限制。

机器人更换的请求可以通过以下方式发出：

1. 机器人**团队负责人**通知**指令软件操作员**，**指令软件操作员**对**比赛指令软件**进行操作发出请求。
2. 队伍的软件向**比赛指令软件**发出请求。
3. **比赛指令软件**自身会在一个队伍在场机器人数量超过限制时发出请求（例如一个队伍被判罚了**黄牌**或**红牌**）。

当比赛因为某个队伍发出的机器人更换请求进入**停止**状态时，该队必须执行至少一次机器人更换操作。机器人更换请求在比赛还没有进入**停止**状态时可以被取消。

如果机器人更换的请求在**放球**之后，比赛开始之前，**比赛指令软件**将自动使比赛**停止**。

10. 点球大战

定义

两队依次执行5次**点球**尝试。若在5次之后两队的进球数相等，那么两队继续按照一样的顺序依次执行，直到两队的进球数不相等。

每个队伍只允许使用不多于一个进攻机器人和一个守门员。在一次点球的尝试中，只有进攻机器人和对方的守门员允许移动和**碰球操作**，其他机器人不得干预。

如果一只球队显然没有为点球做准备则自动将进球判给对方球队。

在点球的尝试之间可以进行**机器人更换**，新的机器人可以被立刻放入场内。



点球大战的过程中没有**暂停**。



如果无法确定获胜者（在10轮点球大战之后，如果双方都决定暂停进行点球大战或者双方都不能准备或执行点球大战），裁判可以给双方一个确定的时间（例如5分钟）进行系统的修改。这个时间可以被多次应用，直到最终决出获胜者。

使用

点球大战被用于在淘汰赛的**比赛阶段**两队进球数相等时，为决出胜负时使用。

Appendix A: 专业术语(Terminology)

A.1. 碰球操作

Shooting and **dribbling** is considered as manipulating the ball, the ball accidentally bouncing off the hull is not.

踢球和**持球**被认为是碰球操作(Ball Manipulation)。

Appendix B: Game Event Table

The game event table is a compilation of the different game events and their consequences. It also lists what all **[Automatic Referee]** implementations must be capable of handling.



Note that the information shown in this table here is incomplete. Please read the sections of the respective events for the full definitions.

Chapter [Robots]:

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|-----------------------------|---------------|---------|---------|
| [Number Of Robots] exceeded | always | [Stop] | ✓ |

Chapter [Referee Commands]:

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|--|-------------------------|--|------------------------------------|
| [Kick-Off] prepared | during [Kick-Off] | [Normal Start] | ✓ |
| No Progress | ball in play | [Stop], then [Force Start] | ✓ |
| [Penalty Kick] prepared | during [Penalty Kick] | [Normal Start] | ✓ |
| Multiple Yellow Cards | ball out of play | [Penalty Kick] | ✗ (handled by the game controller) |
| [Ball Placement] failed by team in favor | during [Ball Placement] | [Stop], then [Indirect Free Kick] (div A) / previous command (div B) | ✓ |
| [Ball Placement] failed by opponent | during [Ball Placement] | [Stop] | ✓ |
| [Ball Placement] successful | during [Ball Placement] | continue | ✓ |

Chapter [Ball Leaves The Field]:

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|---------------|---------------|-----------------------------------|---------|
| [Throw-In] | ball in play | [Stop], then [Indirect Free Kick] | ✓ |
| [Goal Kick] | ball in play | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |
| [Corner Kick] | ball in play | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |

Chapter [Scoring Goals]:

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|--------------|---------------|---------------------------------|--------------------|
| Goal | ball in play | [Stop], then [Kick-Off] | (✓) ^[1] |
| Invalid Goal | ball in play | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |

Chapter [Offenses], section [Minor Offenses]:

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|--------------------|---------------|-----------------------------------|---------|
| Aimless Kick | ball in play | [Stop], then [Indirect Free Kick] | ✓ |
| [Lack Of Progress] | ball in play | [Stop], then [Indirect Free Kick] | ✓ |

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|---|---------------|-----------------------------------|----------------------|
| [Double Touch] | ball in play | [Stop], then [Indirect Free Kick] | ✓ |
| [Attacker In Defense Area] | ball in play | [Stop], then [Indirect Free Kick] | ✓ |
| [Attacker Touches Robot In Opponent Defense Area] skipped | ball in play | no command | ✓ ([Advantage Rule]) |
| [Excessive Dribbling] | ball in play | [Stop], then [Indirect Free Kick] | ✓ |
| [Ball Speed] | ball in play | [Stop], then [Indirect Free Kick] | ✓ |

Chapter [Offenses], section [Fouls]:

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|---|-------------------------|--|------------------------------------|
| Multiple [Fouls] | ball out of play | [Yellow Card] | ✗ (handled by the game controller) |
| [Attacker Touches Robot In Opponent Defense Area] | ball in play | [Stop], then [Indirect Free Kick] | ✓ |
| [Robot Too Close To Opponent Defense Area] | ball out of play | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |
| [Ball Placement Interference] | during [Ball Placement] | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |
| [Crashing] | always | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |
| [Crashing] skipped | always | no command | ✓ ([Advantage Rule]) |
| [Crashing] draw | always | no command | ✓ |
| [Pushing] | always | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✗ |
| [Ball Holding] | ball in play | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |
| [Tipping Over Or Dropping Parts] | always | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✗ |
| [Robot Stop Speed] | during [Stop] | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |
| [Defender Too Close To Ball] | ball out of play | [Stop], then [Direct Free Kick] | ✓ |
| [Multiple Defenders] partially | ball in play | [Stop], then [Direct Free Kick], [Yellow Card] | ✓ |
| [Multiple Defenders] entirely | ball in play | [Stop], then [Penalty Kick] | ✓ |

Chapter [Offenses], section [Unsporting Behavior]:

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|---------------------|---------------|--|---------|
| Unsporting Behavior | always | [Stop], then [Yellow Card], [Red Card], [Penalty Kick], [Forced Forfeit] or [Disqualification] | ✘ |

Chapter [Robot Substitution]:

| Event | Applicability | Command | AutoRef |
|-----------------------------|---------------|---|---------|
| [Robot Substitution] Intent | always | [Halt] (after next stoppage), then [Stop] | ✘ |

[1] the game controller operator has to continue the game

2023年第七届浙江省大学生机器人竞赛- 小型足球机器人技术挑战赛

1. 夺旗赛

1.1. 比赛目标

在足球比赛中，传接配合以及盘带是进攻中的重要组成部分，相应的，抢断及盯人等技术在防守中也起着重要的作用。为了加强比赛场景中的多机器人之间协作配合及攻守转换，设置此挑战赛。

1.2. 比赛规则

比赛为3vs3对抗赛，比赛中以控球（夺旗）时间为获胜依据，控球时间多的队伍获胜。

控球定义如下：当一方机器人触碰球后，球视为在该队伍的控制之下，在下次敌方机器人触碰球之前均为该队伍的控球时间。



若双方机器人共同触球或在无法判定上次优势触球的情况下无机器人触球，则视为未控球。

1.3. 比赛流程

单场比赛分上下半场，均为60秒，以开球指令开局，比赛流程中所有常规比赛规则均适用于本比赛，包括禁区限定、所有犯规定义及黄牌等。比赛过程中若出现出界或球进禁区，则由另一方（非持球方）回到中圈开球。



每个犯规会导致持球时间-5s，持球时间不会小于0s。