

2023 中国机器人大赛暨 RoboCup 中国赛

竞赛规则

FIRA 小型组

半自主 5vs5 项目

FIRA 小型组技术委员会
2023 年 7 月

目录

一、项目简介	2
二、技术委员会与组织委员会	3
三、资格认证要求	4
四、技术与竞赛组织讨论群	5
五、赛事规则要求	6
六、比赛场地及器材	7
七、机器人要求	9
八、评分标准	12
九、赛程赛制	18
十、附加说明	20

一、项目简介

FIRA 小型组足球机器人比赛是机器人世界杯比赛项目之一。该项目融合机器视觉、图像处理、无线通信、最优控制以及机电一体化等多学科于一体，为研究多机器人自主协同的理论和模型提供了测试平台，将比赛、教育与学术研究进行了巧妙结合。

FIRA 小型组半自主 5vs5 比赛，参赛双方各有 5 名足球机器人在 2.2 米 x 1.8 米的平台上，采用类似人类足球比赛的规则，进行攻防对抗。5vs5 比赛不但具备了多机器系统研究所涉及的各个要素，轮式足球机器人运动速度快，阵型变化丰富，带球过程中具有“过人、配合”等动作设计，“单刀球”更是体现了机器人的速度优势，这些华丽的动作背后都是参赛人员辛苦编写的策略实现的，因此，该项目给观众带来观赏性和愉悦性的同时，也让参赛人员获得了满足感和自豪感，真正觉得体现了自身的价值。

二、技术委员会与组织委员会

1. 技术委员会

负责人：韩家新，西安石油大学，jxhanxa@qq.com, 13759991309

成 员：周 军，河海大学

王小平，空军工程大学

左国玉，北京工业大学

高大志，东北大学

2. 组织委员会

负责人：李奎，河海大学

成 员：方正，皖江工学院

三、资格认证要求

首次参赛球队都需要提交资料供技术委员会进行审核，包含以下主要内容：

- （1）球队名称；
- （2）学校名称；
- （3）队伍成员（指导老师和领队）；
- （4）联系电话、邮箱；
- （5）机器人及球队描述文档（包含机器人来源、数量、尺寸、通信方式与频率、视觉系统主要设备描述、对竞赛规则的理解等）。

首次报名球队将材料提交至 jxhan@xsyu.edu.cn 进行审核，审核通过的球队获得本次比赛的参赛资格。

四、技术与竞赛组织讨论群

1. FIRA 半自主足球机器人指导教师微信群: jxhanxa
2. FIRA 半自主足球机器人技术讨论群: 741759137



群名称: FIRA半自主足球机器人讨论群
群 号: 741759137

五、赛事规则要求

采用最新 FIRA 小型组 5vs5 国际竞赛规则，包含以下内容：

规则 1：场地与球

规则 2：运动员

规则 3：可传送的信息

规则 4：视觉系统

规则 5：比赛时间

规则 6：比赛开始

规则 7：得分方法

规则 8：比赛中断

规则 9：犯规

规则 10：任意球 FK (Free Kick)

规则 11：点球 PK (Penalty Kick)

规则 12：门球 GK (Goal Kick)

规则 13：争球 FB (Free Ball)

详细内容见后续各节。

六、比赛场地及器材

规则 1：场地和球

1. 场地尺寸

赛场为黑色（不反光的）木质长方形场地，其尺寸是 $220\text{cm} \times 180\text{cm}$ ，带有 5cm 高， 2.5cm 厚的围墙。围墙的侧面为白色，围墙顶部为黑色。在场地的四角固定四个 $7\text{cm} \times 7\text{cm}$ 的等腰三角形以避免球进入死角。木板表面的材质与乒乓球台相同。

2. 场地标记

比赛场地标记如附录 1 所示。中圈半径是 25cm 。作为罚球区的一部分的圆弧沿球门线长 25cm ，垂直于球门线部分（拱高） 5cm 。主要直线/弧线（中线、门区、边界线和中圈）均为白色， 3mm 宽。争球（规则 13）时机器人的站位标记为白色 T。

3. 球门

球门宽 40cm ，没有立柱和网。

4. 门线和门区

门线是恰好位于球门前长 40cm 的直线。门区（附录 1 的 A 区）包括包含位于球门前尺寸为 $50\text{cm} \times 15\text{cm}$ 长方形的区域。

5. 罚球区

罚球区（附录 1 的 B 区）包括位于球门前尺寸为 $80\text{cm} \times 35\text{cm}$ 的长方形区域以及附属的弧形区域，弧形区域平行于球门线长度为 25cm ，垂

直于球门线高度为 5cm。

6. 球

用桔黄色的高尔夫球作比赛用球，直径 42.7mm，重 46g。

7. 球场位置

场地位于室内。

8. 照明条件

比赛现场照明条件固定在 1000 lux 左右。

七、机器人要求

规则 2：选手

1. 总体系统

比赛将在两个队之间进行，每队包括 5 名机器人，其中之一为守门员（位于己方门区内）。球队由三个人组成，分别是领队，教练和训练员，他们只允许留在操作台上。每队可使用多于一台的主计算机，主要用于视觉信息处理和位置确定。

2. 机器人

（1）每个机器人的尺寸被限定为 $7.5\text{cm} \times 7.5\text{cm} \times 7.5\text{cm}$ ，在确定机器人尺寸时不考虑通讯天线的高度。

I. 机器人的顶部不得涂桔黄色。由赛事组织者所分配的蓝色或黄色色标将用于标识机器人队别。所有机器人必须至少有一个 $3.5\text{cm} \times 3.5\text{cm}$ 的实心区域用于贴蓝色或黄色的队标，队标在其顶部清晰可见。一支球队具体所用的队标颜色可能每场比赛都改变，队标贴片也应是可拆开的。一旦分派了蓝色和黄色中的一个作为队标，机器人不得使用任何与对方球队所用颜色相同的贴片。

注意：为了识别本队的每一个机器人，建议各队除了蓝色和黄色外，再准备至少 10 种不同颜色的贴片。

II. 为了能够进行红外检测，机器人的侧边应着浅色，机器人某些功能区除外，如装配传感器、轮子和抓球机构的区域。机器人应着队服，

其尺寸限制在 $8\text{cm} \times 8\text{cm} \times 8\text{cm}$ 。

(2) 在己方门区（规则 1.4）内的机器人作为守门员。守门员只有在它自己的门区内时才可以抓球或持球。

(3) 每个机器人必须完全独立，自带电源和运动机构。主计算机和机器人之间的联系只允许使用各种无线通讯手段。

(4) 机器人允许装配手和腿等，但即使是其附肢充分伸展，也应遵守尺寸约束（ $7.5\text{cm} \times 7.5\text{cm} \times 7.5\text{cm}$ ）。除守门员外，其它机器人不允许抓球或持球超过球体的 30%，无论从顶部或侧面看均如此（附录 3）。

(5) 比赛过程中，只要裁判员哨声一响，操作者应该使用主计算机与机器人之间的通讯来停止所有的机器人。

3. 换人

比赛过程中允许换人 2 次，中场休息换人次数不限。当比赛进行中某队需要换人时，该队的领队通过叫“暂停”来通知裁判员，裁判员将在适当的时候暂停比赛。比赛重新开始时，所有机器人和球置于暂停前的同一位置。

4. 暂停

操作者可向裁判要求暂停。在一场比赛中每队有权暂停 2 次，每次将持续 2 分钟。

规则 3：可传送的信息

领队、教练或训练员只能从遥控主计算机传送特定命令给机器人。

没有裁判的允许，不得传送复位信号（用来停止一个或全部机器人）或重新开始信号。其他信息诸如比赛策略等只能在不进行比赛时才可传给机器人。在任何情况下，操作者不可用遥控器或键盘命令直接控制机器人的动作。比赛进行中主计算机可自动传送任何信息。

规则 4：视觉系统

各队使用视觉系统识别场地上的机器人和球。各队摄像机（或传感器系统）的位置应限制在包括中线的自家半场的上方，以便于在中场交换场地时，摄像机位置不必随场地的改变而改变。如果两队均希望他们的摄像机放在场地中心线上，那他们须并排安装，距中心等距离并且尽量靠近。摄像机或传感器到场地高度不得少于 2m。

八、评分标准

规则 5：比赛时间

1. 比赛必须以严格的态度遵守时间表。如果一支球队由于自己的技术原因不能按时准备好的话，这支球队将被取消参赛资格。
2. 比赛分两个半场，每半场 5 分钟，中场休息 10 分钟。中场休息 10 分钟。在换人、更换场上受伤的机器人、暂停或其它必要情况下，官方计时员将暂停计时。
3. 如果一支球队在中场休息时间没有准备好，不能继续开始下半场比赛，休息时间可以延长 5 分钟。若在延时之后球队仍未准备好继续比赛，则将取消其比赛资格。

规则 6：比赛开始

1. 在比赛开始前，队标颜色（蓝色/黄色）和开球权可通过投币来决定。投币获胜的队或者选择机器人队标（蓝色/黄色）或者选择开球权。选择开球的队允许选择载波频率。
2. 在赛场上机器人的手动设置必须始终被禁止。队伍必须设计一个定位程序来使机器人自动移动到最佳的位置。如果某队不能自动的定位机器人将会被取消参赛资格。比赛开始，进攻方在己方半场及中圈内优先任意布置机器人占位，然后防守方机器人在己方半场占位；在上半场和下半场开始时以及破门得分之后，球将置于中圈内，球

应踢或传向自己的半场。随着裁判的哨声，比赛开始，所有的机器人可自由移动。

3. 比赛开始时或破门得分之后，比赛将开始或继续，机器人的站位如规则6.2 所述。
4. 中场休息后，两队交换场地。

规则 7：得分方法

1. 胜者

当整个球越过门线时即破门得分。比赛的胜负根据分数来确定。

2. 平局处理

在下半场结束之后出现平局的情况下，采用加时赛突然死亡法决定胜负。比赛在休息 5 分钟之后继续，加时赛 3 分钟，首先破门得分的队为胜者。若 3 分钟加时赛后仍保持平局，双方将通过互罚点球来决定胜负。每个队罚三次点球，这不同于规则 11，只有罚球者和守门员允许在场地上。守门员在门区内，罚球者和球的位置与规则 11 相同。裁判员哨响之后，守门员可以跑出球门。在三次罚点球之后仍为平局的情况下，可一个个地追加罚球数直到决出胜者。所有的点球均由一个机器人罚并随裁判的哨声开始罚球。当下列情况之一发生时，罚点球结束：

- (1) 守门员在门区内抓球。
- (2) 球滚出球门区。
- (3) 裁判员哨响后超过30 秒。

规则 8：犯规

下列情况视为犯规：

- (1) 与对方球队的机器人相撞，不论是否是故意的，如果裁判员认定这种冲撞直接影响了比赛或对对方机器人有潜在的伤害，均视为犯规。当一名防守的机器人故意推一个对方机器人时，将给对方球队以任意球机会。假如推球的队员接触着球，则允许连球和对方队员一起推动。
- (2) 如果球位于进攻队员和守门员之间，允许在门区内推守门员。但是不得推着守门员和球一起进入球门。如果一个进攻的机器人推着守门员和球一起进入球门或进攻机器人直接推守门员，则判发门球，由守门员发出。
- (3) 在对方球队的门区内有多于一个的机器人参与进攻，将判发门球。一个机器人多于50%在门区内就认为该机器人在门区内，这一点由裁判员来判断。
- (4) 在门区内有多于一个的机器人参与防守，将被判点球。（一个机器人多于50%在门区内就认为该机器人在门区内，这一点由裁判员来判断。）下列情况可以例外，即门区内增多的机器人不是在那里防守，或者它没有直接影响到比赛。这些裁判会根据场上情况进行裁决。
- (5) 当非守门员机器人抓到了球，则被视为手球。如果一个机器人紧紧粘住球以致于其他机器人无法控制球，亦被视为手球。

- (6) 守门员应在10 秒钟内把球从门区踢（见规则1. (d). ）出去。否则将被罚以点球。
- (7) 故意在门区内阻碍守门员将判发门球。
- (8) 只有裁判和一个人（领队，教练或训练员之一）可以允许触碰机器人。未经裁判允许而触碰机器人将判罚点球。
- (9) 在球处于争抢的状态中，一支队伍的两个机器人同时处在罚球区时，将裁决另一支队伍罚球。（只要机器人身体的50%或更多进入罚球区就视为处于罚球区）。如果一个机器人穿过自己的罚球区而没有加强防守将不被视为处于罚球区。

规则 9：比赛中断

只有在下列情况下比赛中断并由一个操作者重新放置机器人：

- (1) 必须更换机器人。
- (2) 机器人翻倒堵住了球门。
- (3) 破门得分或出现犯规。
- (4) 判发门球（规则12）或争球（规则13）。

规则 10：任意球

当处于防守的机器人故意推对方机器人，将由对方球队罚任意球（规则 8.1. ）。球将置于场地上相应的任意球位置（FK）（附录 1）。罚球的机器人站于球的后边。进攻球队在本方半场内可任意放置它的机器人。在靠近防守方的门区前沿的最左端和最右端可以分别各放置一名防守队

员。随着裁判的哨声，所有机器人开始自由移动。

规则 11：罚点球

在下列情况下罚点球：

- (1) 在门区内有多于一名的机器人参与防守（规则8.4.）。
- (2) 守门员没能在10 秒钟内将球踢出门区（规则8.6.）。
- (3) 比赛进行中，未经裁判员允许任何人触碰了机器人（规则8.8.）。
- (4) 一支球队的3个机器人处于它们自己的罚球区（规则8.9.）

将被判罚点球时，球置于场地相应的罚点球位置（PK）（附录 1）。罚球的机器人置于球的后边。面对罚点球时，守门员的一边必须与门线相接触。守门员可朝向任意方向。其它机器人可自由地放置于中线的另一边，进攻方优先放置他们机器人队员。裁判哨响之后，比赛重新开始，所有机器人开始自由移动。罚点球的机器人可以踢球或运球。

规则 12：门球

在下列情况下发门球：

- (1) 当一个进攻机器人在门区内推守门员时，裁判将令守门员发门球（规则8.2.）。
- (2) 在防守球队的门区内参与进攻的机器人多于一个，防守球队将发门球（规则 8.3.）。
- (3) 进攻机器人故意在门区阻挡守门员（规则 8.7.）。
- (4) 守门员在门区内抓到球。

(5) 在门区内出现僵局达 10 秒钟。

在发门球时，只有守门员允许在门区内，球可放在门区内的任意位置。而在此期间，其它队的机器人将置于门区之外。发门球的球队有优先权放置机器人，但必须遵守规则 8.3. 防守球队可在自己的半场放置机器人。比赛随裁判的哨声重新开始。

规则 13：争球

在门区外出现僵局达 10 秒钟，裁判将判争球。在任意一个 1/4 场地内争球时，球将置于相应的争球位置（FB）（附录 1）。每队的一名机器人将放在沿场地的纵向离球 25cm 远的位置。两支球队的其他机器人可自由地放置在争球所在的 1/4 场地之外。按照规则，防守球队有优先权放置机器人。比赛随裁判的信号重新开始，所有机器人可自由移动。

九、赛程赛制

1. 整个比赛分成小组赛、淘汰赛与决赛三个阶段。

(1) 参赛队派代表参加分组抽签，小组内进行循环赛，根据评分标准给出每场比赛两个参赛队的比赛得分，并决出胜、负、平，分别记 3 分、1 分和 0 分。小组内参赛队根据积分排序。积分相同，根据净胜球个数由高到低排序；净胜球相同，按进球数由高到低排序。

(2) 小组赛结束后采用淘汰赛。正常时间结束后若双方比分相同，加时 3 分钟(半场由双方协商或抛硬币决定)，先进球的一方获胜；若加时结束比分仍然相同，采用点球制。双方轮流罚球，共罚 3 轮，3 轮结束之后以累计进球数多的一方获胜。如果 3 轮罚球结束双方仍未分出胜负，则采取“突然死亡法”进行加罚。

(3) 决赛:取淘汰赛后取各组前两名出线参加冠亚季军决赛，规则同淘汰赛。

2. 赛程结束，对所有参赛队进行排名。

冠、亚、季军决赛决定了第 1，2，3，4 名排名归属；其余小组出线者名次居中；小组淘汰者名次居末。排名规则如下：

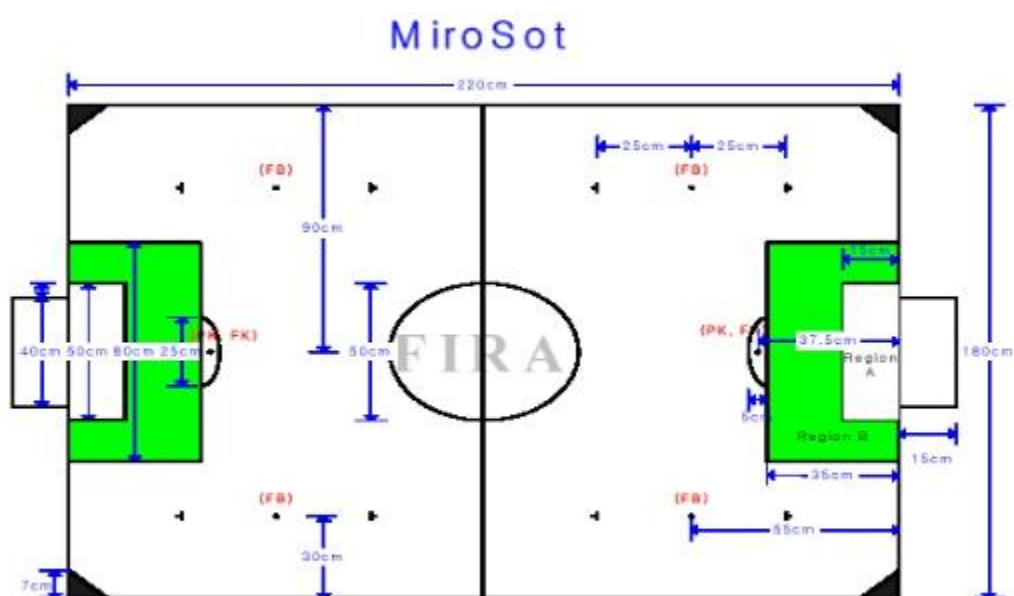
(1) 每队胜一场得 3 分，平一场得 1 分，负一场得 0 分，积分多者名次列前；

(2) 积分相同，净胜球多者列前；

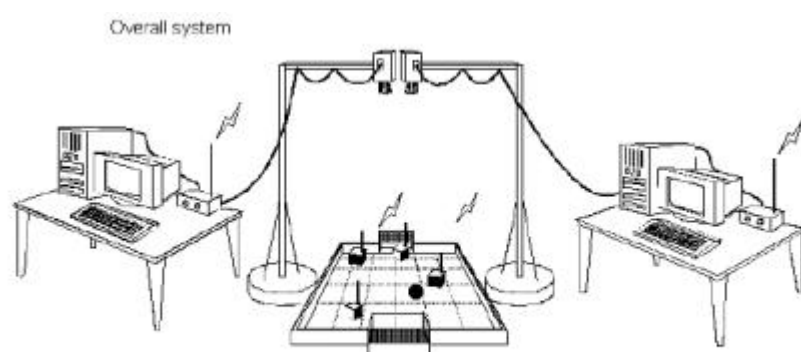
- (3) 净胜球相同，总进球多者列前；
- (4) 总进球相同，参加竞赛场次多者列前；
- (5) 竞赛场次相同，相互之间比赛结果作为排序依据，胜队靠前；双方平局，完成竞赛用时平均最短者列前。

十、附加说明

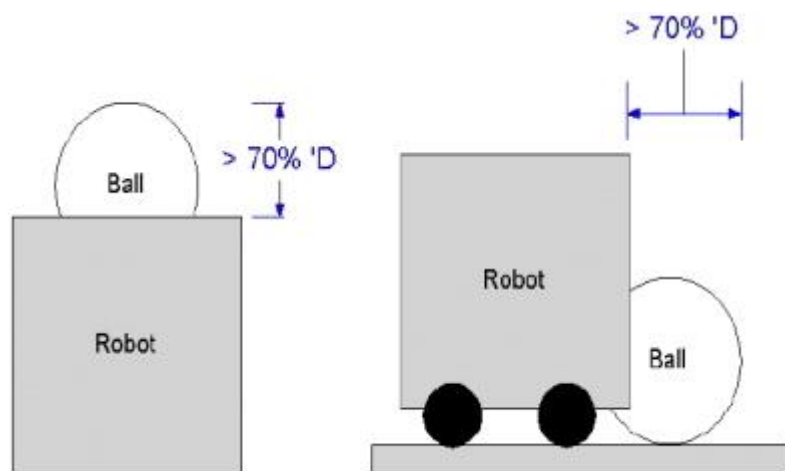
附录 1



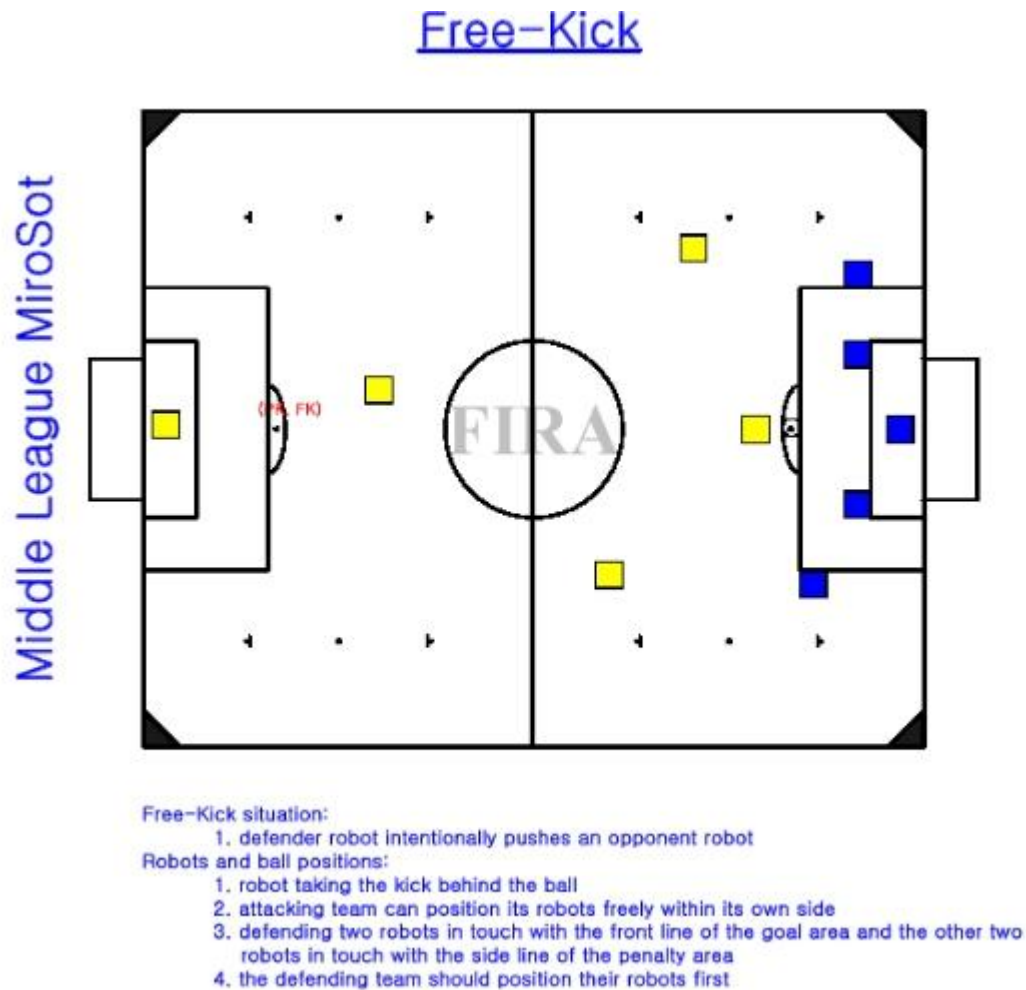
附录 2



附录 3



附录 4



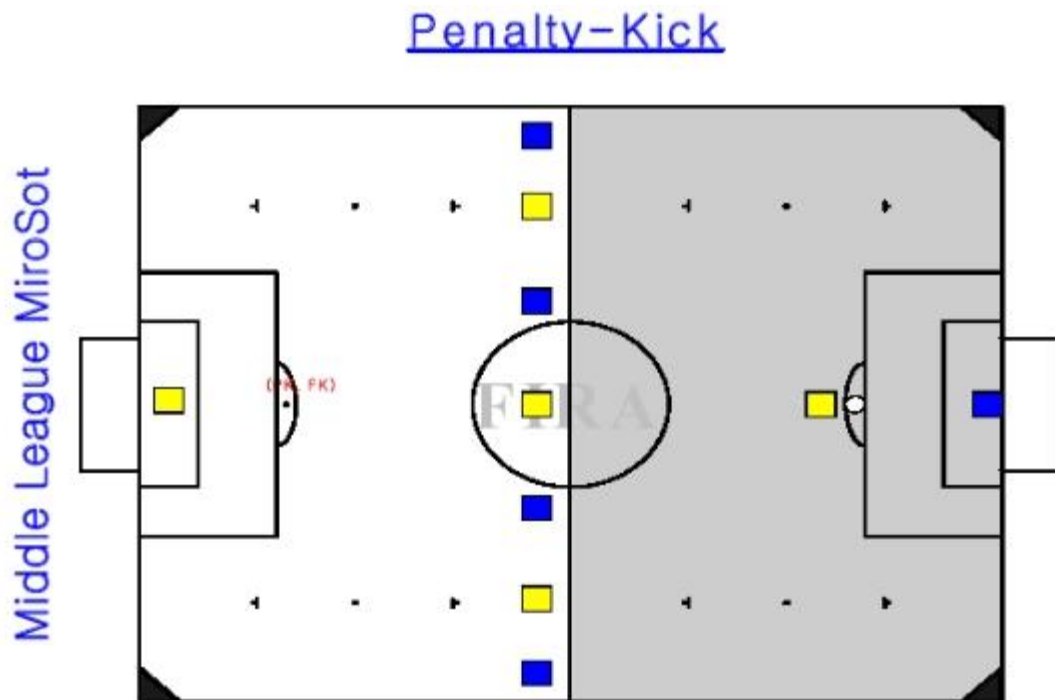
判任意球的情形：

1. 防守方有意推对方机器人

机器人和球的摆放位置：

1. 主罚任意球的机器人在球后
2. 进攻球队可以在本方半场任意摆放机器人
3. 防守方两名机器人靠近球门线前沿，并且另外两名机器人靠近罚球区边线
4. 防守球队应先摆放机器人

附录 5

Penalty-Kick situation:

1. defending with more one robot in the goal area
2. goalkeeper fails to kick out the ball from goal area within 10 seconds
3. human operators touch the robots with the referee's permission
4. defending with more than two robots in the penalty area

Robots and ball positions:

1. robots taking the kick behind the ball
2. defending goal keeper should be in touch with the goal line
3. all other robots of both teams on the other half of the playground
4. the defending team should position their robots first

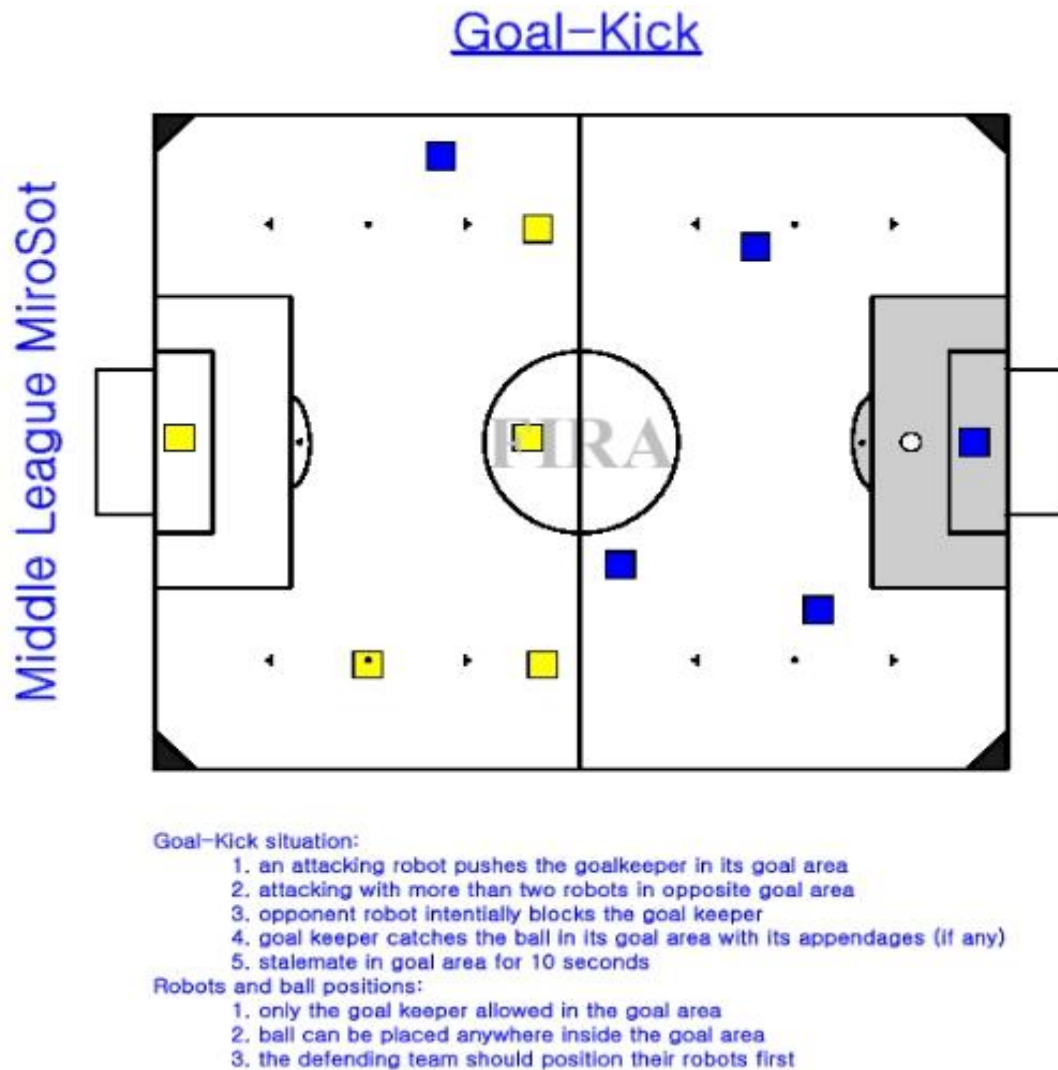
判罚点球的情形：

1. 防守方多余一名球员在门区
2. 守门员没能在10秒钟内将球踢出门区
3. 在没有裁判允许情况下，有人员用手接触机器人
4. 防守方有多余两名机器人在罚球区

机器人和球的位置：

1. 开球机器人放在球的后面
2. 防守方守门员应挨着门线
3. 其他所有机器人都在另一个半场
4. 防守方应先摆放机器人

附录 6



判门球情形：

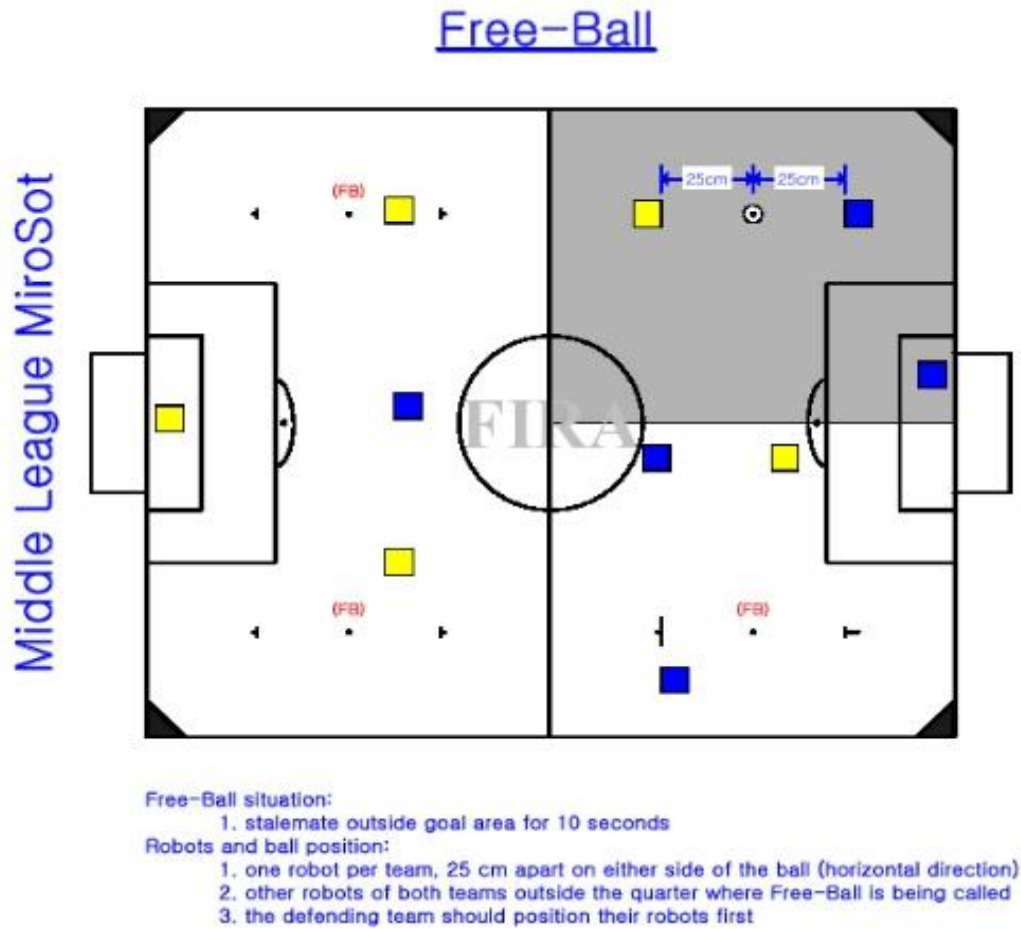
1. 在门区内一名进攻队推守门员
2. 在对方门区内多余两名进攻机器人
3. 对方机器人故意阻挡守门员
4. 守门员在门区内已经抓球
5. 在门区内僵持10秒钟

机器人和球的位置：

1. 仅有守门员允许在门区内

2. 球可以在门区内的任意位置
3. 防守方应先摆机器人

附录 7



争球的情形：

1. 在门区外僵持10秒钟

机器人和球的位置：

1. 每队出一名机器人，在各自的一方离球25cm（水平距离）
2. 两队其他机器人要在争球点四分之一场地之外
3. 防守方应先摆放机器人