

2018 中国机器人大赛比赛规则

FIRA 小型组 半自主 11vs11 项目

2018 中国机器人大赛 FIRA 小型组项目技术委员会

2018 年 5 月 10 日

目 录

一、 项目简介.....	3
二、 技术委员会.....	3
三、 赛项说明.....	3
四、 比赛场地及器材.....	4
规则 1： 场地与球.....	4
五、 机器人要求.....	5
规则 2： 运动员.....	5
规则 3： 可传送的信息.....	7
规则 4： 视觉系统.....	8
六、 评分标准.....	8
规则 5： 比赛时间.....	8
规则 6： 比赛开始.....	9
规则 7： 得分方法.....	9
规则 8： 比赛中断.....	11
规则 9： 犯规.....	11
规则 10： 任意球 FK (Free Kick)	12
规则 11： 点球 PK (Penalty Kick).....	13
规则 12： 门球 GK (Goal Kick).....	14
规则 13： 争球 FB (Free Ball).....	15

规则 14：工作人员.....	15
七、赛程赛制.....	16
附录.....	18
附录 1.....	18
附录 2.....	19
附录 3.....	19
附录 4.....	20
附录 5.....	22
附录 6.....	23
附录 7.....	25
附录 8.....	26
附录 9.....	27
附录 10.....	28

一、项目简介

半自主 11vs11 比赛是 FIRA（Federation of International Robot-soccer Association）组织的国际竞赛项目之一。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 11vs11 比赛，参赛双方各有 11 名足球机器人在 4 米* 2.8 米的平台上，采用类似人类足球比赛的规则，进行攻防对抗。11vs11 比赛不但具备了多机器系统研究所涉及的各个要素，而且能够进行完备的足球技战术演练，具有观赏性。

二、技术委员会

负责人：韩家新，西安石油大学，jxhan@xsyu.edu.cn, 13759991309

成 员：高大志，东北大学

周 军，河海大学

三、赛项说明

1. 裁判员：

由各参赛队选派，经过专项培训后，承担本项比赛的裁判工作。

2. 赛制：

整个比赛分成小组赛和决赛两个阶段。

3. 赛制:

整个比赛分成小组赛、淘汰赛、决赛三个阶段。小组赛固定比赛场地，场地编号在小组抽签前决定；淘汰和决赛的场地在每轮复赛或决赛前抽签决定。

小组赛：根据参赛队的数量抽签分成多个小组，小组赛为单循环赛，小组的第一名或前两名进入下阶段比赛。

淘汰赛、决赛：各参赛队交叉决定对阵形式，最终决出冠亚军。

四、比赛场地及器材

规则 1：场地与球

(a) 场地尺寸

赛场为黑色（不反光的）木质长方形场地，其尺寸是 440 cm × 280 cm，带有 5 cm 高，2.5 cm 厚的围墙，围墙的侧面为黑色或灰色，围墙顶部为黑色（附 1）。场地要平整；在场地的四角固定四个 7 cm × 7 cm 的等腰三角形以避免球进入角落。

木板表面的材质与乒乓球台相同，场地可由几部分拼接而成，但连接处不可有缝隙。

(b) 场地标记（附 1）

比赛场地标记如附录 1 所示。中圈半径是 75cm。主要直线/圆弧（中线、门区边界线和中圈）均为白色，3 mm 宽。

争球（规则 13）时机器人的站位（圆）标记为灰色。

（c）球门

球门宽 60cm，没有横梁和网。

（d）门线与门区

门线是恰好位于球门前长 60cm 的直线。

门区（附录 1）包括位于球门前尺寸为 80×25 cm 的长方形区域。

（e）罚球区

罚球区（附录 1）球门前尺寸为 $120\text{cm} \times 60\text{cm}$ 的长方形区域，罚球点距球门中心 50 cm，与两球门柱等距，罚球区包括门区。

（f）球

用桔黄色的高尔夫球作比赛用球，直径 42.7mm，重 46g。

（g）场地位置

场地位于室内。

（h）光照条件

比赛现场照明条件固定在 1000 lux 左右，光照均匀。

五、机器人要求

规则 2：运动员

（a）总体系统（附录 2）

比赛将在二个队之间进行，每队包括 11 名机器人。其中之一为

守门员。球队由三个人组成，分别是领队，教练和训练员，他们只允许留在看台上。每队可使用多于一台主计算机，主要用于视觉信息处理和位置确定。比赛开始时每支队必须有 11 个可工作的机器人上场，否则取消比赛资格。比赛过程中若出现机器人不能工作，可将该机器人取出来调整，但至少应将该机器人的色标保留在场上，比赛不中断。

(b) 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。

(1) 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。一支球队的队标可能每场比赛都改变，队标贴片应是可拆开的。一旦分派了蓝色和黄色中的一个作为队标，机器人不得使用与对方球队队标所用颜色相同的贴片。

机器人可以穿队服，但总体尺寸必须限制在 $8\text{cm} \times 8\text{cm} \times 8\text{cm}$ ，队服除了能够保护机器人和携带队伍标志外，不能具有其他功能。机器人在没有队服的情况下必须具备全部功能，而且队服在必要时是容易拆卸的。

2. 每个机器人的最大重量不超过 600 克

3. 在自家门区（规则 1.d）内的机器人作为守门员。守门员只有当球在它自己的门区或罚球区内时才可以抓球或持球。

4. 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无线通讯（频率：2.4~2.5GHz ISM 频段，竞赛前商定各队频率，以互不干扰为原则）。

5. 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（规则 2.b.1）。除守门员外，其它机器人不允许抓球或静态持球超过球体的 30%，无论从顶部或侧面看均如此（附录 3）。

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

（c）换人

比赛过程中允许换人 4 次。当比赛进行中某队需要换人时，该队的领队须向裁判员叫“暂停”，经裁判员允许方可换人，计时员记录换人次数。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。

在中场休息时换人不受限制。

（d）暂停

操作者可向裁判要求暂停。若暂停对守门员无影响，裁判可以暂停比赛，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。操作者不可用遥控器或键盘、鼠标等直接控制机器人的移动。比赛进行中主计算机可自主传送任何信息，机器人之间也可互相传送信息。比赛开始后操作者不可对系统做任何事情（如接触遥控器或键盘、鼠标等）。如某队因为上述违规行为而影响比赛，将被立即取消资格。

规则 4：视觉系统

各队使用视觉系统以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正上方上，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的高度在 3 米左右。

六、评分标准

规则 5：比赛时间

1. 分组预赛时比赛分两个半场，每半场 5 分钟，中场休息 10 分钟。
2. 在出现换人、更换场上受伤的机器人、暂停或其它必要情况时，计时员暂停计时。
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，队标颜色和开球权可通过投币来决定。掷硬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. 比赛开始时，进攻球队允许在中心圆和自家半场内任意布置机器人。防守球队除中心圆外亦可在其自己半场任意布置机器人。

上半场和下半场开球，以及进球后重新开球时，球放置在场地中心处，开球方必须先将球踢回本方半场。如果发球失败，则需重新开球。若第二次仍发球失败，则改由对方发任意球。

3. 比赛开始时或破门得分之后，比赛将开始或继续，机器人的站位同中场开球站位。

4. 中场休息后，两队交换场地。（**建议：**中场休息时，交换场地。由于交换场地后双方系统尤其是视觉子系统需要时间适应，考虑到比赛的连贯性，裁判员在取得双方共同认可下，可以允许不交换场地）

5. 比赛由裁判员宣布开始. 组织者应确保参赛双方同时启动.

规则 7：得分方法

(a) 得分

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。

(b) 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。

加时比赛在休息 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；当守门员碰到球后，发球者不允许再接触球。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，可一个一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. 守门员在门区内抓住了球。
2. 球滚出球门区。
3. 裁判员哨响后超过 10 秒而球未发出。

(c) 取消比赛资格、终止比赛、争议

1. 如果一方因为被剥夺比赛权利，技术故障或者主动弃权，则该方为比赛失利方。

2. 如果一支球队不能及时作好准备，可延时 5 分钟，若 5 分钟后仍不能比赛，将被取消本场资格。

3. 每支队伍中只有领队能够向裁判员提出抗议。如果其他队员向裁判员提出抗议或有“引导”裁判员判罚的言论，裁判员将向其出示黄牌；如果任何队员有恶意攻击裁判员的言行，或者已经被黄牌警告的队员再次提出抗议，裁判员将向其出示红牌，该队员应立即离开比赛场地。

4. 如果一方的机器人在比赛当中不受控制的移动，并且可能会伤害其他机器人，裁判员可以中止比赛并宣布剥夺该方比赛资格。**(建议：比赛过程中出现上述情况，裁判员可以建议双方将失控的机器人撤离场地。若不听从劝说，则可按上述规则执行)**

规则 8：比赛中断

在下列情况下中断比赛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。

裁判员应在适当的时候中止比赛，并在比赛中止前球的位置处判罚双方争球。

3. 破门得分或出现犯规。
4. 判发门球或争球。

规则 9：犯规

把握两条有利原则：

(1)如果裁判员认为被犯规方处于有利形势，可以不判罚犯规；

(2)有些情况对比赛不产生任何影响，为了比赛的流畅性，裁判可以不判，种情况由裁判酌情而定。

规则 10：任意球 FK (Free Kick)

在下列情况下判罚任意球：

1. 防守方机器人故意冲撞对方带球队员，如果裁判员认定这种冲撞影响了比赛，将判给对方任意球。

2. 一方机器人如果冲撞另一方机器人并可能导致损坏，不论是否带球冲撞，均判给对方任意球。

3. 同一支球队中一名或多于一名机器人在无对方球员干扰下，阻碍球超过 10 秒钟。

4. 任意时刻双方在本方和对方 1/3 半场内最多允许有 5 个机器人（不包括守门员），双方 1/3 半场外边界与本方争球点连线齐平，这就意味着在各自的 1/3 半场内最多有 11 名机器人（5 名本方队员+5 名对方队员+1 名本方守门员），如若以方违反此规则，则对方罚任意球，任意球发球点位于争球点连线的中点位置。

发任意球时，球放在相应的犯规位置，但必须是在禁区外。摆放机器人时，除了发球队员，其他机器人必须在以球为中心，30cm 为半径的圆周外，并且防守方先摆放。与此同时，其他规则仍有效（如禁区内机器人数量的限制，1/3 半场内机器人数量的限制等规则）。

在裁判鸣哨开始比赛后，若球没有运动，则其他机器人不允许进入 30cm 圆周内。

规则 11：点球 PK (Penalty Kick)

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，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，但下列情况可以例外，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。

2. 守门员没能在 10 秒钟内将球踢出门区，除非被对方队员阻挡，这是应判门球。

3. 比赛进行中，未经裁判员允许任何人触碰了机器人。

4. 除守门员外的任何机器人在禁区内夹持球，以致其他机器人无法对球进行操控，被视为手球，应判点球。

5. 在防守球队的门区内参与防守的机器人多于一个，或禁区内参与防守的机器人多于四个，防守球队被判点球，禁区包含门区。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。

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，守门员的初始运动方向轴必须和门线平行。其它机器人可

自由地放置于中线的另一边，防守球队有放置机器人的优先权。裁判哨响之后，比赛重新开始，只有罚点球的机器人可以移动。其他机器人必须在球运动后或 10 秒后才可以开始移动，这可以通过手动或自动来实现，罚点球的机器人可以踢球或运球。

罚点球时，机器人的摆放不必遵循规则 10.4，但若点球没有罚进，恢复正常比赛后，双方应立即遵循规则 10.4。

规则 12：门球 GK (Goal Kick)

在下列情况下发门球：

1. 当守门员在门区内，一方球员直接或间接阻挡、冲撞对方守门员（不论之间是否有球），防守球队将发门球。
2. 在防守球队的门区内参与进攻的机器人多于一个，或禁区内参与进攻的机器人多于四个，防守球队将发门球，禁区包含门区。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。
3. 守门员在本方门区内抓到球。

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，且发球不可正对对方球门。而在此期间，其它机器人将置于门区之外。防守球队有权优先放置机器人，

防守球队：5 个机器人位于中心 1/3 半场，另 5 个机器人位于自己的 1/3 半场；

进攻球队：5 个机器人位于对手的半场，另 5 个机器人位于自己的半场；

比赛随裁判的哨声重新开始。

规则 13：争球 FB (Free Ball)

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，则在犯规方的半场进行争球。

2. 在门区外出现僵局达 10 秒钟，裁判将判争球。

场上有四个争球点 FB，在任意一个 1/4 场地内争球时，球将置于相应的争球点（附录 1，附录 7）。每队的一名机器人将放在沿场地的纵向离球 30 cm 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，防守球队有权优先安排它们的机器人。比赛随裁判的信号重新开始，所有机器人可自由移动。

规则 14：工作人员

比赛需要以下工作人员

1. 主裁判

- a. 主裁判监督全部比赛, 遇有不清楚的情况时向负责人汇报
- b. 主裁判必须是技术委员会成员。

2. 裁判

- a. 裁判主导比赛，裁判由技术委员会任命并完成赛前培训。如果

主办者任命裁判，主办者须向球队领导公开宣布。

b. 每场比赛安排一个裁判。

c. 裁判要确保机器人、通信、色标等符合规则要求。

3. 计时员

a. 换人、取出受损的机器人、中场休息等情况时计时员要暂停计时。

b. 计时员可由技术委员会任命。

七、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。积分相同的队，根据净胜球排序，净胜球相同，按进球数排序。

(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；

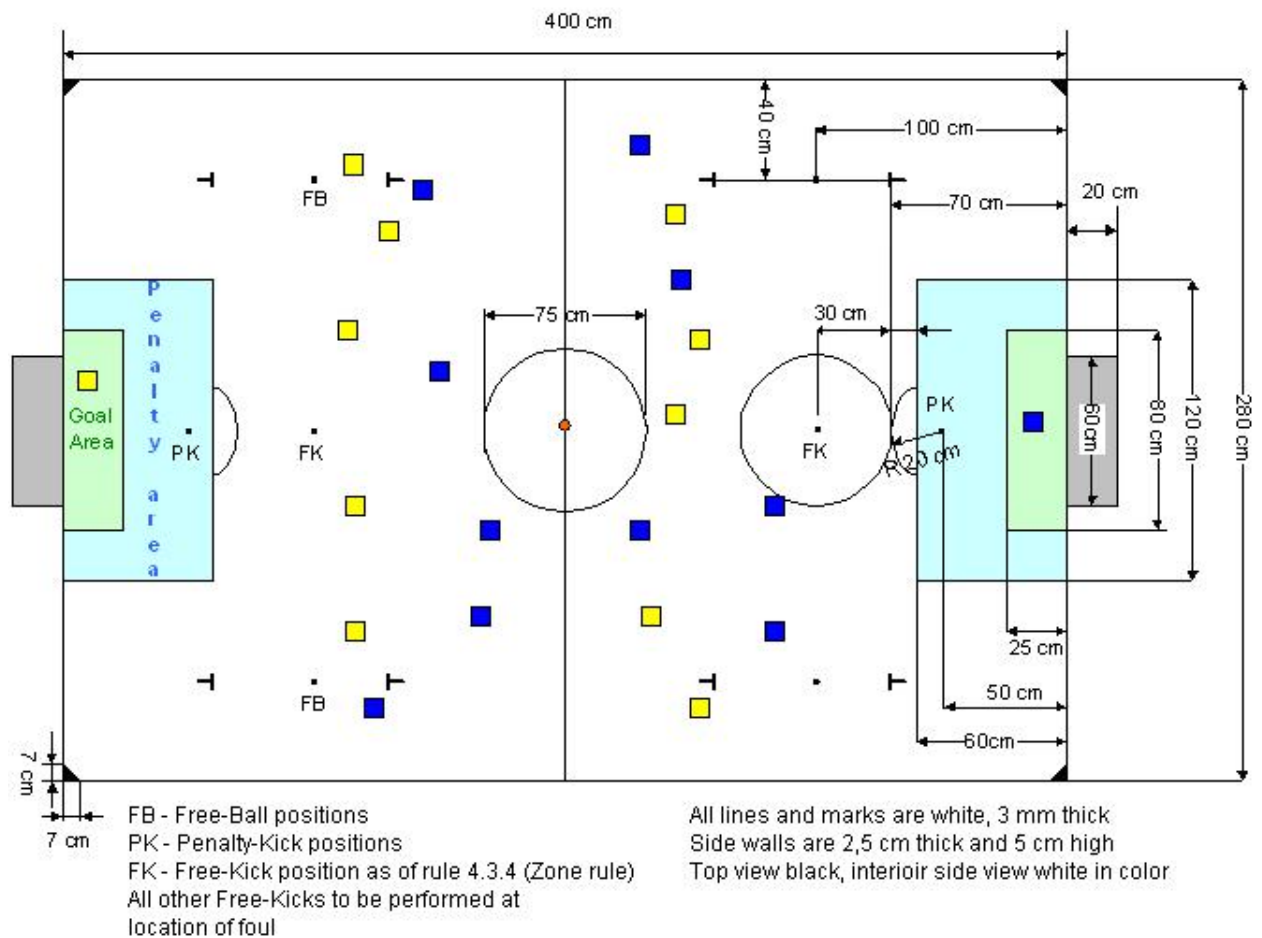
（4）总进球相同，参加竞赛场次多者列前；

（5）竞赛场次相同，完成竞赛用时平均最短者列前；

附录

附录 1

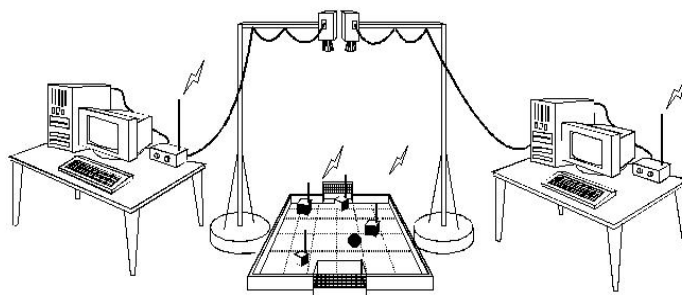
The FIRA MiroSot Large League Playground



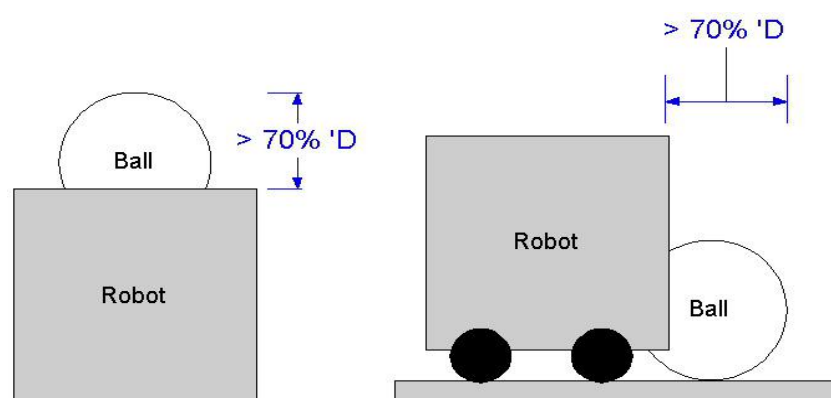
附录 2

Appendix 2

Overall system

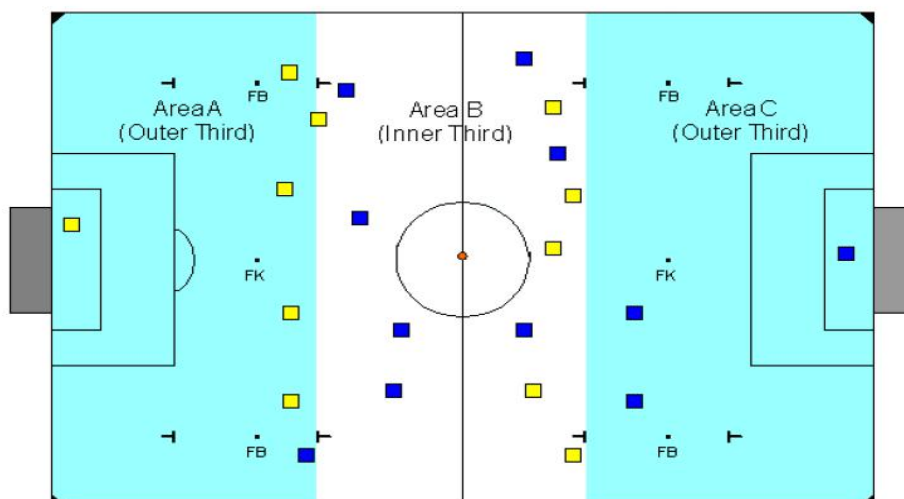


附录 3

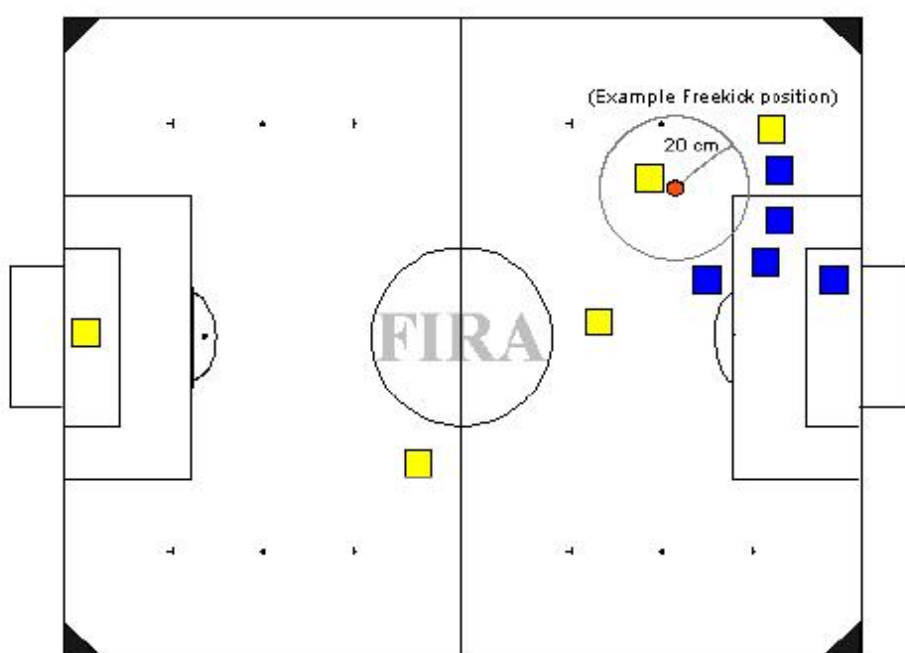


附录 4

Zone rule (4.3.4, Large League only)



Free-Kick



Picture shows Middle League, similar in Large league.
Circle radius in Large League: 30 cm

Free-Kick situations:

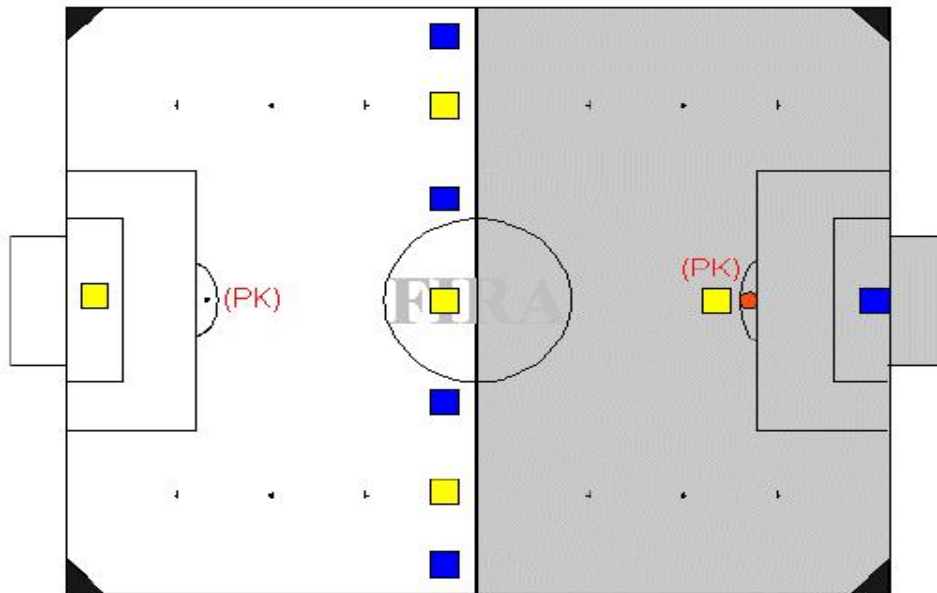
- 1) Defender intentionally pushes opponent (with ball or when it affects the game).
- 2) Ramming opponent in a way that might damage it.
- 3) Any robot other than the goalkeeper catches the ball. Or a single robot or single team obstructs the ball for more than 10 seconds.
- 4) Large League only: Violation of rule 4.3.4 (zone rule)

Robot and ball positions:

- 1) Ball on the position where the foul has happened, but outside of penalty area.
Large League only: If the free-kick has been called because of violation of rule 4.3.4, the free-kick ball position is stated in Appendix A (equidistant between free-ball points)
- 2) All robots - except robot taking the free-kick - out of 20 cm (Middle League) or 30 cm (Large League) radius circle.
- 3) Defending team places first.
- 4) No robot may move into the circle before the ball has been moved.

附录 5

Penalty-Kick



Picture shows Middle League, similar in Large League

Penalty-Kick situations:

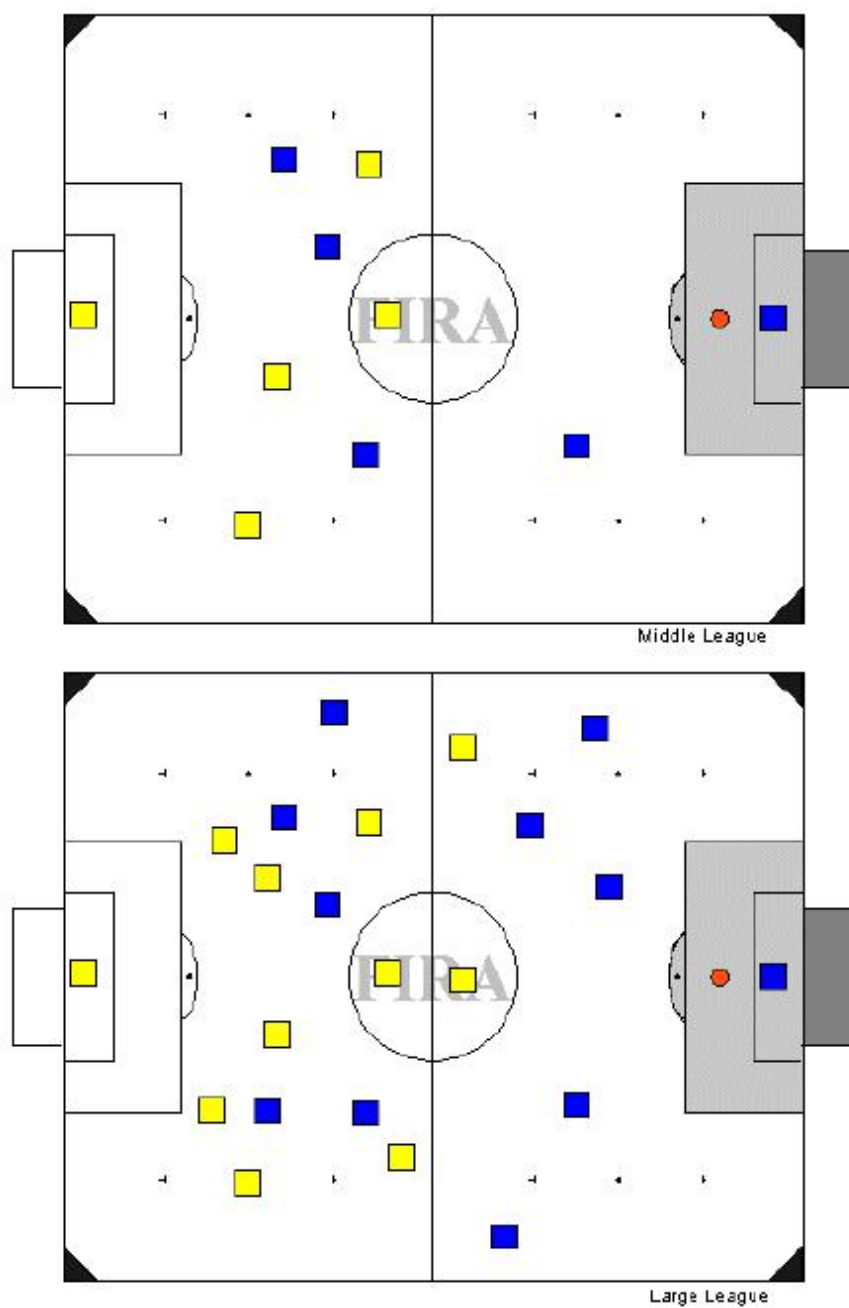
- 1) Defending with more than one robot in the goal area (except if it's not defending or does not affect the play).
- 2) Goalkeeper does not kick the ball out of his goal area within 10 seconds (except if stalemated by the other team).
- 3) A human operator touches a robot without the referee's permission outside timeout and halftime.
- 4) If any robot other than the goalkeeper attaches itself to the ball ("Handling").
- 5) More than three (Middle League) or more than four (Large league) robots of the defending team in the penalty area (including the goal area).

Robot and ball positions:

- 1) Ball on the penalty-kick position (PK), see Appendix A.
- 2) Robot taking the kick behind the ball.
- 3) Defending goalkeeper must touch goal line, main axis of movement parallel to goal line (if applicable).
- 4) All robots besides kicker and goalkeeper in other half. Defending team positions first. Large League only: Rule 4.3.4 (Zone rule) does not apply.
- 5) After the referee's whistle, kicker moves first. All other robots move after the ball has moved or 10 seconds have passed.
- 6) Large League only: If the game resumes normally (i.e. not an immediate goal), rule 4.3.4 resumes effect and the robots must strive to comply with it.

附录 6

Goal-Kick



Goal-Kick situations:

- 1) Touching or directly or indirectly blocking or pushing the goalkeeper.
- 2) Attacking with more than one robot in the opposite goal area.
- 3) Attacking with more than three (Middle League) or more than four (Large League) robots in the opposite penalty area (contains goal area).
- 4) Goalkeeper catches the ball with its appendages (if any) in its own penalty area.

Robot and ball positions:

- 1) The ball can be placed anywhere in the goal area.
- 2) Only the goalkeeper is allowed in the goal area.

Middle League:

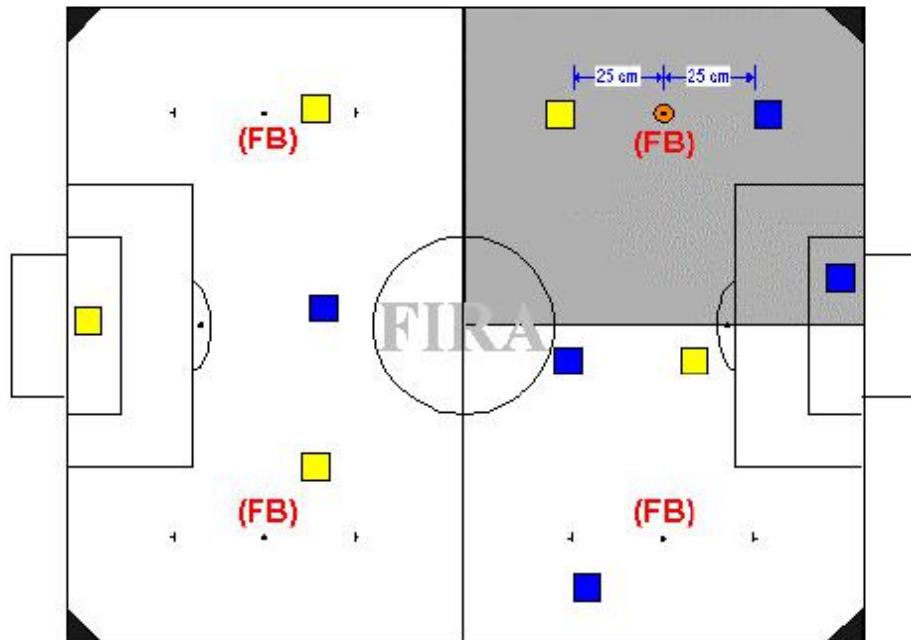
- 3) Defending team positions first, within their own half.
- 4) Attacking team places their robots anywhere on the field.

Large League:

- 3) Five defending robots in the center third (area B, Appendix D), the other five robots in their own third. Defending team places first.
- 4) Five attacking robots in the opponent half, the other five in their own half.

附录 7

Free-Ball



Picture shows Middle League, similar in Large League

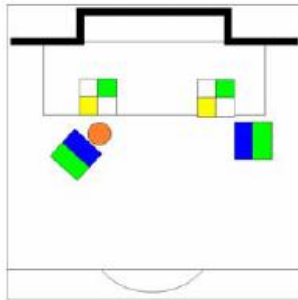
Free-Ball situations:

- 1) Colliding with a robot of the opposite team if it affects the play (Free-Ball on the side of the offending team.)
- 2) Stalemates outside of goal area for 10 seconds with no or two or more robots of different teams involved.

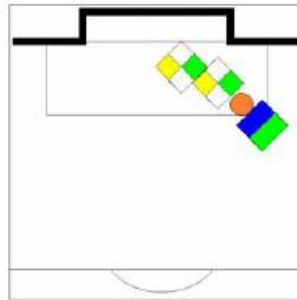
Robot and ball positions:

- 1) Ball on the appropriate Free-Ball position (FB).
- 2) Robots on the appropriate Free-Ball robot positions. 25 cm (Middle League) or 30 cm (Large League) apart horizontally, defending team towards their goal.
- 3) All other robots can be placed freely outside of the Free-Ball quarter, the goalkeepers may be placed anywhere in the goalarea. The defending team will position first.

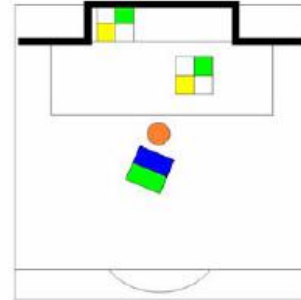
附录 8



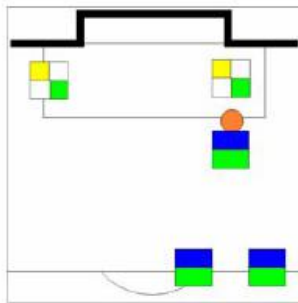
Penalty
Left defending robot blocks way to the goal for left attacker, if passed, right defender blocks the way for the right attacker



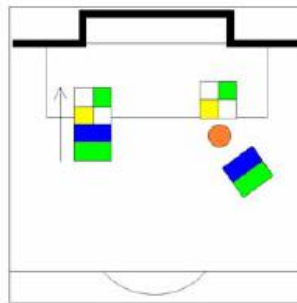
Penalty
2nd robot defending, stops attacker (no robot is considered a goalkeeper!)



Penalty
Robot in goal stops ball from entering goal (goal belongs to goal area)



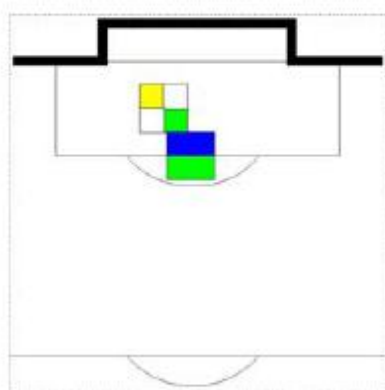
No penalty
2nd robot not defending, does not influence game (no robot is goalkeeper!)



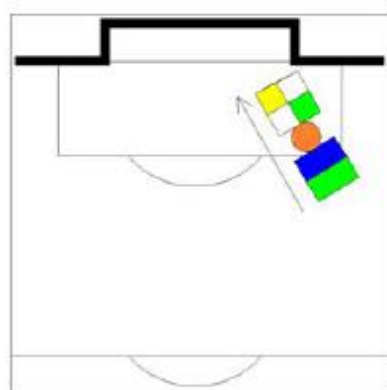
No penalty
Defending robot is pushed into the goal area by attacker (Foul, free-ball)

No Penalty
If the ball can enter the goal, it is no penalty (i.e. the goal is deep enough and the robot in the goal does not stop the ball from fully entering the goal)

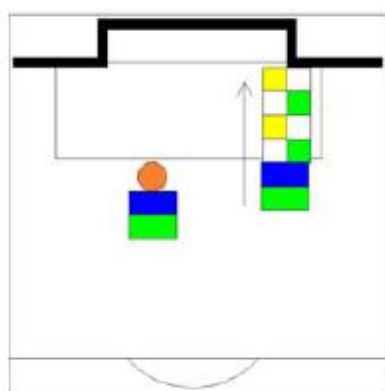
附录 9



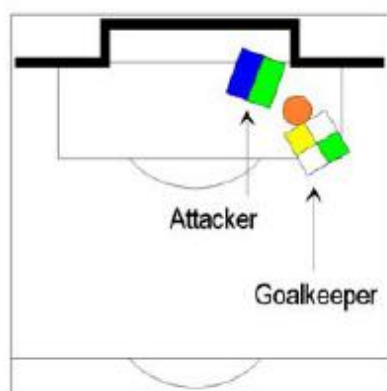
Goal-kick
Touching the goalkeeper



Goal-Kick
Pushing the goalkeeper

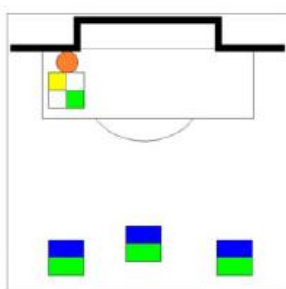


Goal-Kick
Indirectly blocking/pushing
the goalkeeper

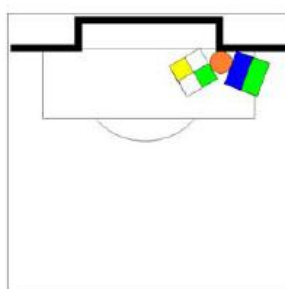


Goal-Kick
Blocking the goalkeeper

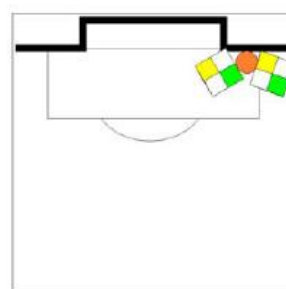
附录 10



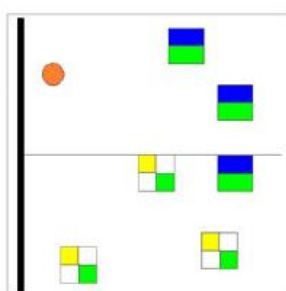
Penalty-Kick after 10 sec
Goalkeeper fails to move the ball out of its goal area within 10 seconds



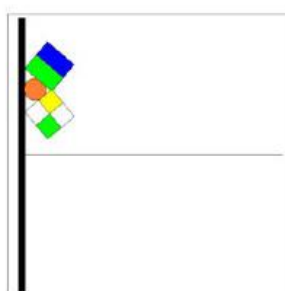
Goal-Kick
Blocking the goalkeeper (see rule 4.4.1)



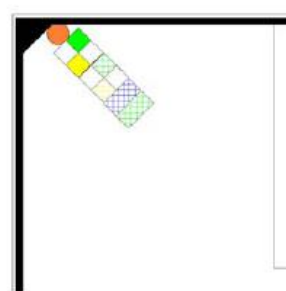
Penalty-Kick after 10 sec
The goalkeeper fails to move the ball out of the goalea because of his own team's robot. (If the second robot were in the goal area, it would be an immediate penalty if an opponent robot even slightly tried to attack, i.e. is at least somewhat close.)



Free-Ball after 10 sec
If the ball has not been moved within 10 seconds, it is a free-ball in the quarter the ball is in.



Free-ball after 10 sec
If the ball cannot be moved because it is blocked by two or more robots (from different teams), it is a free-ball in the quarter the ball is in.



Free-Kick after 10 sec
Unobstructed robot is unable to free ball. If there is a second robot of the same team, the situation does not change. Only an opponent robot would change this to free-ball.