

## ARES 2015 队伍描述

黄静, 刘旭东, 李占学, 李佳明, 李琰, 鲁宁

董醒儒, 姚景彬, 刘彦超, 李思函, 吕宝玉

北京工业大学

北京市通州区潞苑南大街 89 号, 101101

[http://www.pcbjut.com/RoboCup/syxy\\_jiqirenxiehui@126.com](http://www.pcbjut.com/RoboCup/syxy_jiqirenxiehui@126.com)

**摘 要:**本文详细的介绍我们的队伍——来自北京工业大学的 Ares 队。文章包含 4 个部分。首先, 介绍团队中的组成人员以及在相关领域的教师和学生的经历与背景; 之后我们提供一些关于硬件系统的简要说明, 包括控制系统、吸球装置、射门机制和全景相机技术。同时, 我们还介绍了软件方面全景图像处理系统和整体组织结构。最后, 我们根据比赛组委会的要求作出相关说明。

**关键词:** Ares; 机械结构; 图像处理; 运动控制; 机器人

### 1 队伍介绍

Ares 团队成立于 2011 年, 是一个来自北京工业大学实验学院的科研小组。团队由三名获得博士学位或在相关领域具有高级职称的主管老师和九名主修电子信息工程或计算机科学与技术的学生组成。近年来, Ares 团队在各种机器人竞赛中取得骄人的成绩。我们在 2011 年中国机器人大赛暨 RoboCup 公开赛上中型组项目取得冠军、在 2014 年中国机器人大赛暨 RoboCup 公开赛上

中型组项目取得亚军、在 2013 年中国机器人大赛暨 RoboCup 公开赛上中型组项目取得季军。通过我们的努力，我们为学校和学院挣得了荣誉。

我们团队也组织了各种形式的科技活动。这些活动不仅鼓励了学生学习更多的尖端技术，也丰富了教师的实验教学内容。这使我们的团队更有活力和创新力。我们主要研究方向是遗传算法和强化学习，提出了几个可以提高机器人自适应和智能化的模型。我们希望去探索人工智能和机器人的世界，为 RoboCup 中型组团体添砖加瓦。

### 1.1 指导教师情况

此次参赛队伍的 4 名指导教师为：刘旭东、黄静、李占学，刘旭东老师担任领队。

指导教师全部为从事一线教学科研工作的骨干教师。3 名教师均为“模式识别与智能系统”方向博士（包括在读博士研究生），长期从事机器人及智能控制等相关领域的教学科研工作，承担多个科研项目，在多篇期刊及学术会议上发表学术论文。

指导教师的研究成果主要包括以下几个方面：

- 1) 在增强学习方面，基于操作条件反射原理，提出了几种学习模型，可有效提高机器人自适应能力及智能水平；
- 2) 在遗传算法方面，对遗传算法中的交叉算子作用进行了分析和优化，提出了种群进化力的概念，为改进遗传算法进行了一系列尝试。

### 1.2 参赛学生情况

中型组团队共有 9 名学生组成，人员分布如下：李佳明、李

琰、鲁宁、董醒儒、姚景彬、刘彦超、李思函、刘一迪、吕宝玉。

本次比赛报名的学生为 6 名，分别是：李佳明、李琰、鲁宁、董醒儒、姚景彬、刘彦超。

## 2 硬件描述

我们此次参赛机器人的数量为 6 台，每台完整的机器人硬件设备均由四部分组成，分别是视觉系统、决策系统（即机载笔记本）、运动控制系统，以及通信系统。参加 2014 年中国公开赛所使用的机器人如图 1 所示，机器的尺寸大小为 50cm\*50cm\*78cm, 重量为 38Kg。其采用的电气系统如图 2 所示。目前队伍机器人处在整体升级的过程，因而在 2015 年国际公开，赛上所使用的机器人会与所展示机器人稍有不同，但其原理与旧版一样，尺寸与重量与旧版相差无几。



图1 2014年中国公开赛所用机器人

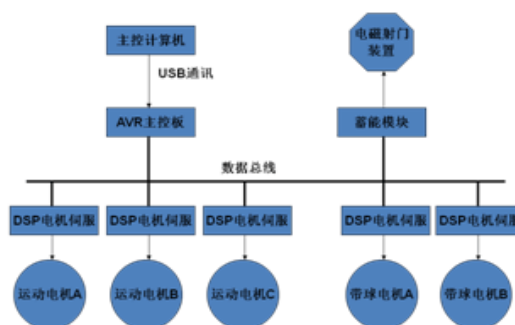


图 2 机器人电气系统

### 2.1 运动控制系统

我们的机器人采用三轮全向移动方式，使用全向轮，配合高精度、160W DC 电机，电机和 BDMC3606SH 伺服驱动在一起组成了一个独立控制单元，三个独立控制单元夹角为 120 度。可实现 360° 全方向移动、并可以在行进中旋转、环绕目标等高难度技术动作。这种结构的连接方式简单而且易于更新。

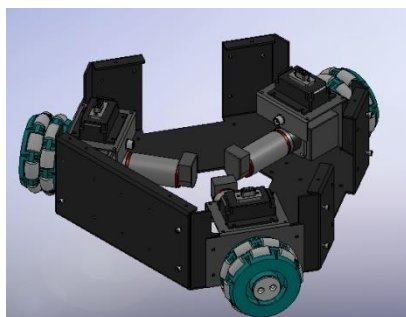


图 3 三轮全向结构

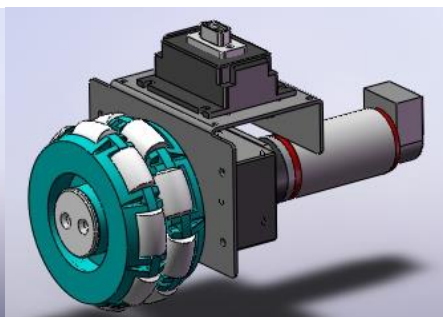


图 4 独立驱动单元

## 2.2 吸球装置

机器人的带球方式采用主动带球装置，两个直流 220V 电机驱动吸球器小轮转动，通过小轮与足球间的摩擦力进行带球。我们也可以改变吸球器的位置，使得机器人在带球过程中保持球沿自然方向滚动状态前进。

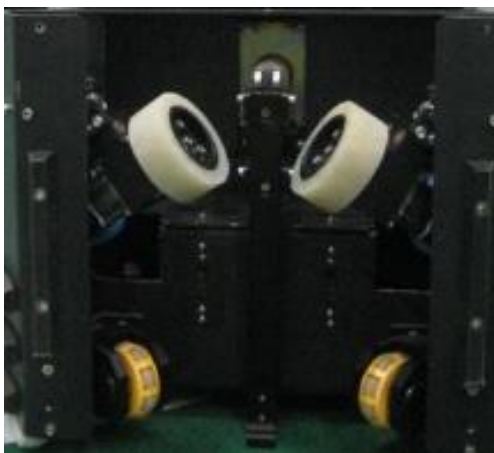


图 5 2014 年中国公开赛所使用的带球装置

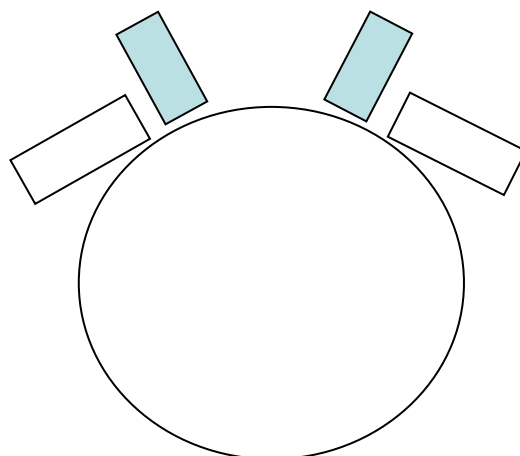


图 6 带球装置与球的位置

## 2.3 射门机构

我们的机器人的射门装置采用电磁弹射踢球装置，利用杠杆迅速的将电能转化为机械能。相比机械或是气泵构成的射门装置，

电磁弹射装置具有充电时间短易于维护的特点。它可以迅速通过场上情况调整射门力度，由于射门力度不同，可以实现推射、挑射、传球的要求。我们的射门装置可以使得球腾空飞行 8 米以上的距离。



图 7 射门装置实物图

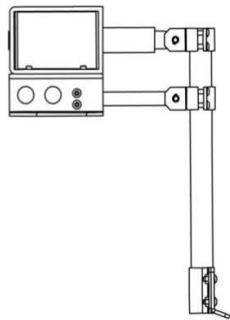


图 8 射门装置示意图

2.4 全景摄像头

我们所使用的相机参数为 640×480 分辨，60fps，色彩动态范围高于 90dB，其结构如图 9 图 10 所示。

全景视觉是通过顶部的圆锥形反射镜将周围景物聚集到一个摄像装置进行成像。优点是在一幅图像里能够获取周围 360° 一定距离内的信息，不足之处是远处的物体会有畸变，需要后期进行算法矫正。

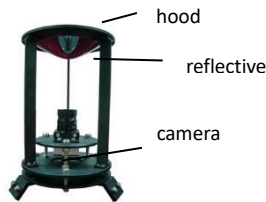


图 9 全景摄像头示意图

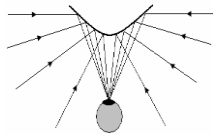


图 10 成像原理示意图

### 3 软件描述

#### 3.1 全景图像处理

由于我们采用的是全景摄像头装置，因此获取的图像无论是自定位还是决策分配都不能被直接使用。机器人在获取全场信息以后首先需要对全场信息进行处理，处理以后的信息包括自身位置、球的位置、障碍位置等等，之后的信息数据才可以被机器人所使用。

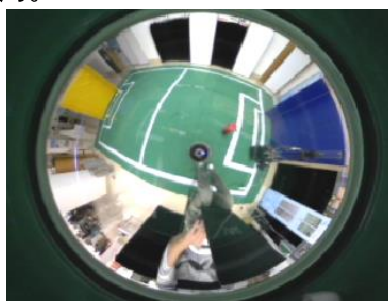


图 11 未处理的全景图像

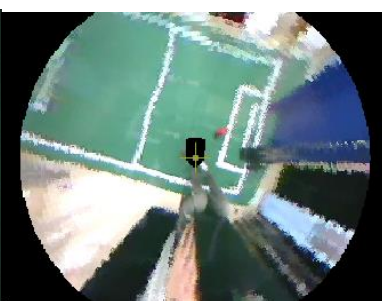


图 12 处理后的全景图像

标记颜色。

机器人使用颜色标定的方式对场上目标进行识别，颜色是各目标的首要特征。视觉识别是通过对红绿蓝三种颜色分量来描述颜色，但是由于光线强度的变化，即使同样的颜色分量在实际识别上差别还是很大，不利于进行颜色阈值的划分，所以把三个分量转换到使用比较多的 HIS 空间进行颜色区域的搜索和划分，HIS 是用色调（HUE），色饱和度（Saturation）和亮度（Intensity）来描述色彩，HIS 空间有专门的色调分量，同时亮度分量也独立存在，更适合进行颜色识别。

机器人将场地标记为绿色，将白色场线标记为浅蓝色，将黄色的足球标记为红色，将机器人机身的黑色标记为紫色(如图 13 所示)

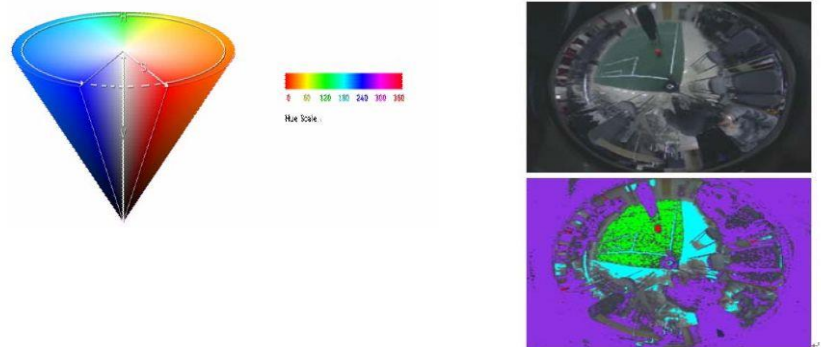


图 13 HSI 结构与标记颜色

图像处理过程.

机器人使用 HSV 描述框架与 H 的分布的像素，来它判断物体的颜色。计算机将二进制结果进行返回，从而再对图像进行处理，图像处理的过程如图 14 所示

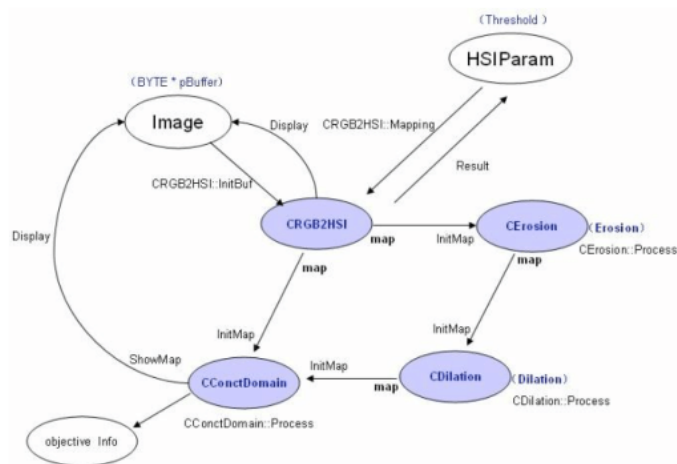


图 14 图像处理过程

自定位.

比赛中的每台机器人均需要对于自己所在的位置进行自定位，在得到矫正处理后的图像以后，机器人将会对图像进行分析。场地标记线的相对位置是通过将图像中的白线与事先准备好的场线

模板进行匹配来获得的。如图 15 所示，图像中将场线模板以蓝色图形显示，从视频图像中采集到的白线以紫红色点阵表示。在左图中两者并未重合，匹配程序会不断的旋转紫红色的点阵，直到这个点阵与蓝色模板大致贴合，见右图。此时通过记录点阵转动过的角度和平移过的距离，就可以逆推出机器人在场地中的绝对坐标。

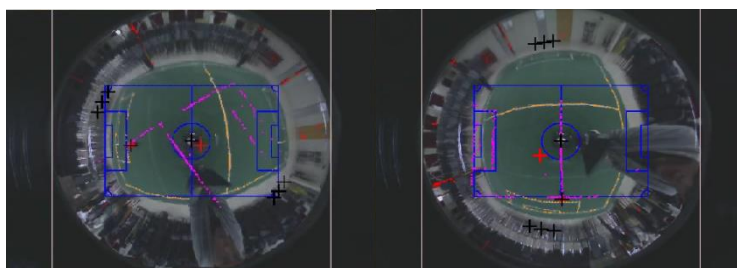


图 15 自定位

### 3.2 软件整体介绍

比赛过程中的整体程序分为通讯子系统、决策子系统以及运动控制子系统三个部分。

比赛系统流程图如图 16 所示。

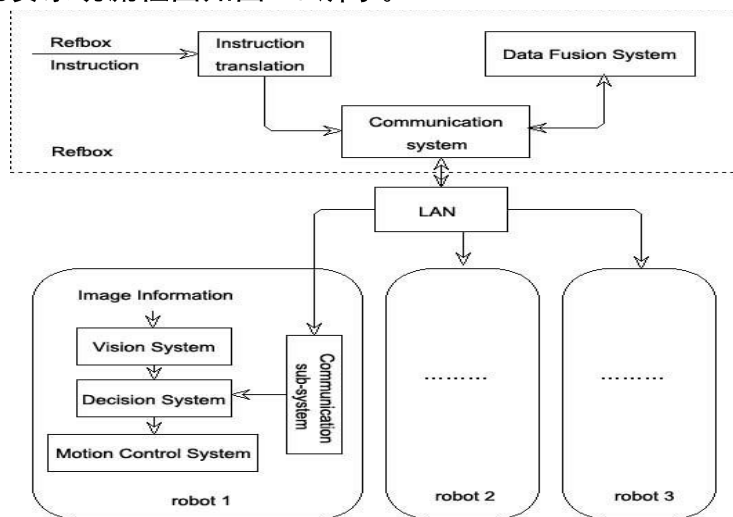


图 16 比赛系统流程图



### 通讯子系统 .

我们的机器人采用无线通讯方式进行相互连接。通讯子系统由计算机资源，无线路由器和各机器人笔记本中的无线网卡共同组成。每个周期内，通过通讯子系统，移动机器人将监控数据和识别结果发送给教练机；教练机发布环境信息和各种动作指令给场上机器人如图 17 所示。

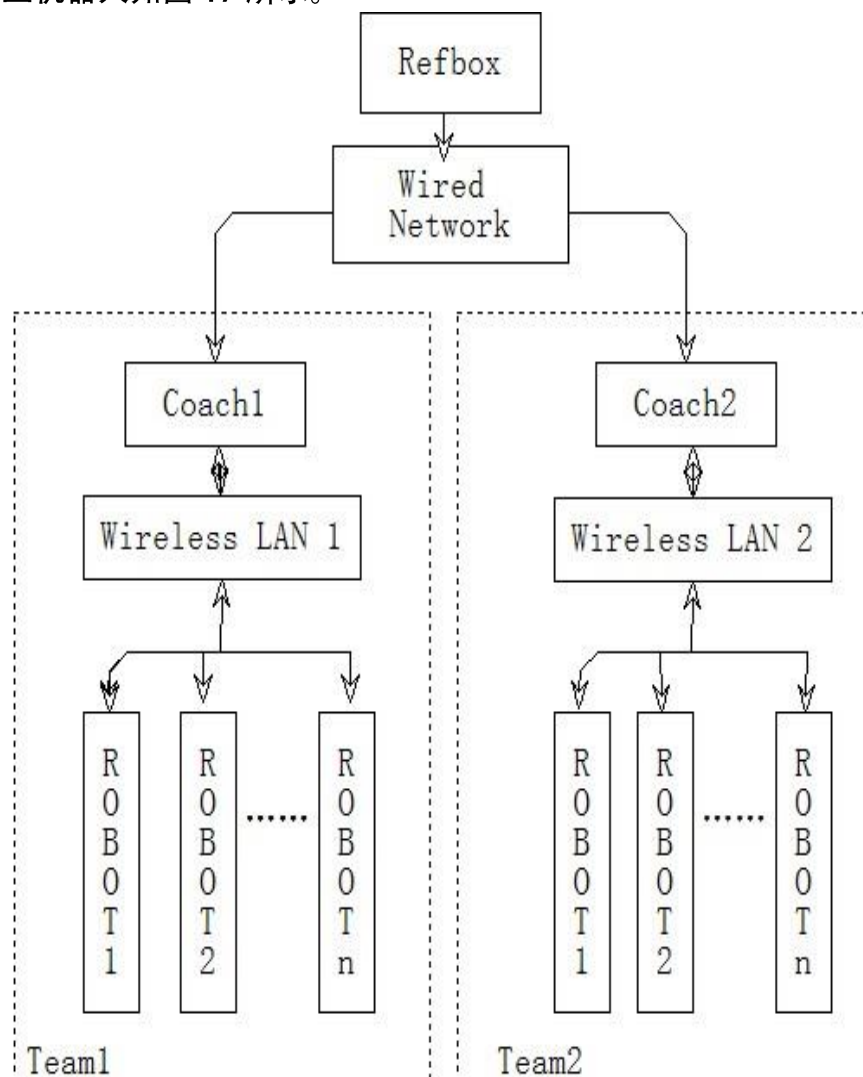


图 17 通讯网络连接示意图

决策子系统。

每个机器人有其独立决策子系统，其决策功由计算机运行的决策程序实现。其任务是根据获得的数据，根据预先设定的控制策略发出移动指令，决定机器人的运动轨迹。本系统的下位机采用的是 thinkpad 笔记本电脑，通过 1394 接口和 1394 摄像机进行通讯，通过 USB 转串口数据线与电机控制器进行通讯。

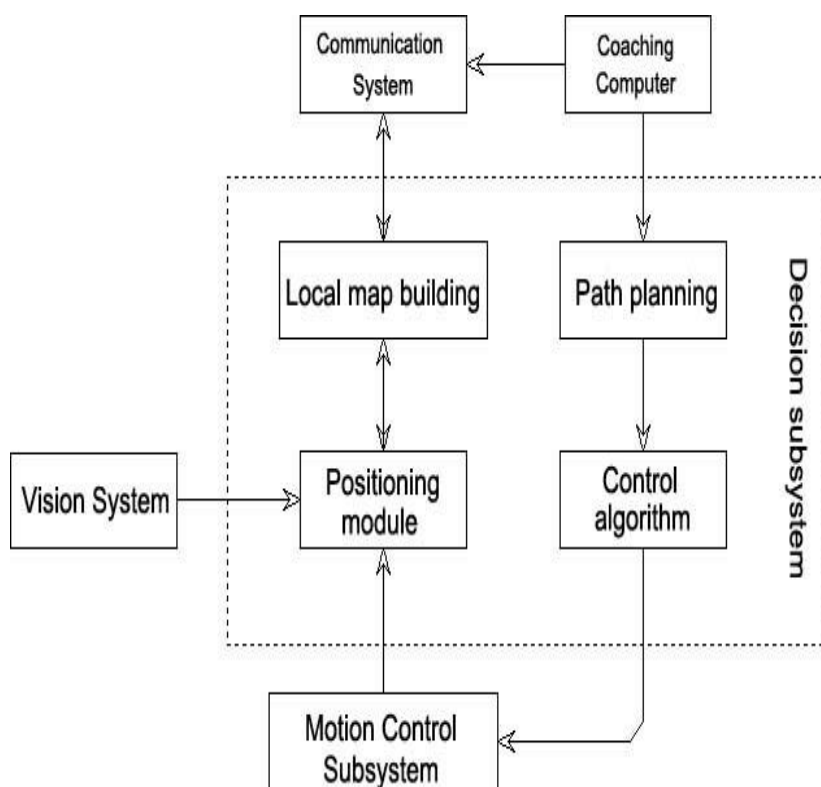


图 18 决策子系统模块图

运动控制子系统。

机器人下方的独立运动单元为运动执行机构。所用的机器人的运动控制子系统都由机械部分和底层控制电路部分构成。如 19 所示

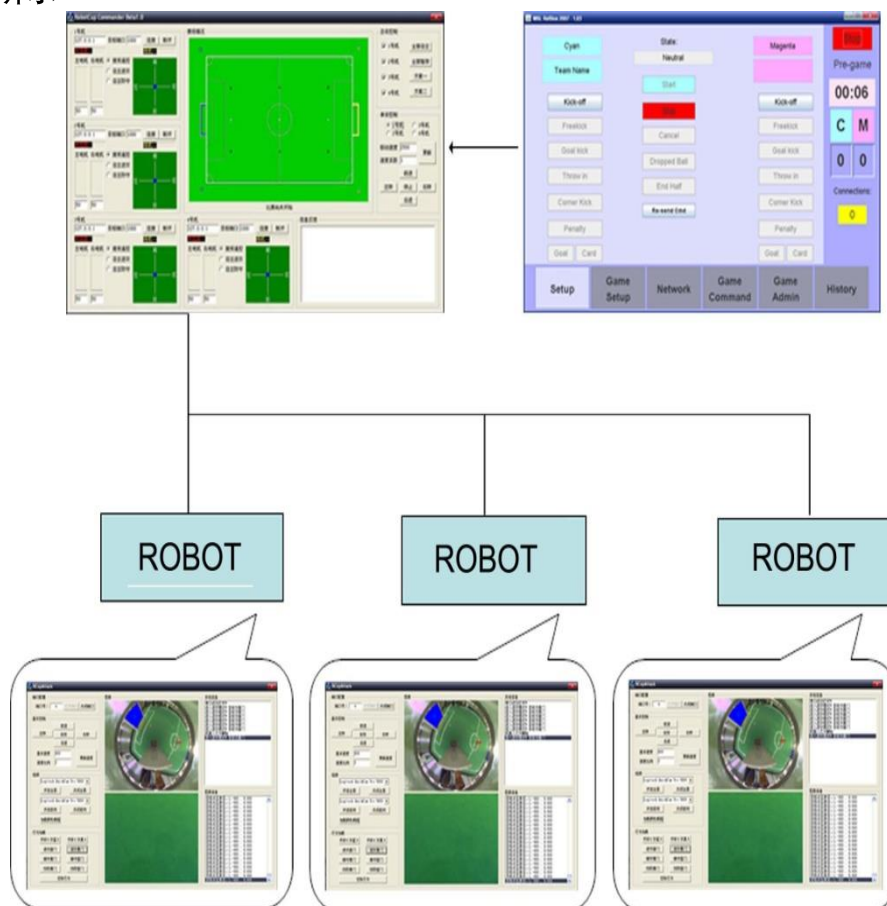


图 19 运动控制子系统

整体程序的流程图如图 20 所示

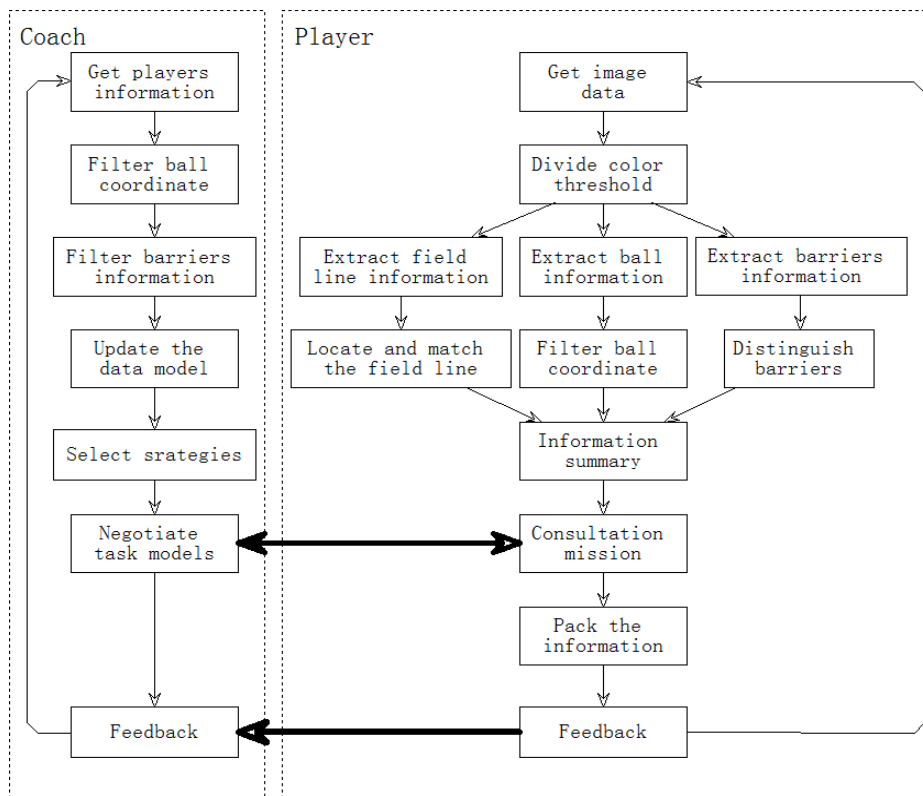


图 20 整体程序流程图

#### 4 其他参赛说明

1. 在大赛开始的时候，本队能够正常的使用裁判盒进行比赛；
2. 本队配备专人研究比赛规则，能够在大赛期间正常的履行裁判职责；
3. 本队能够满足无线网络通讯对带宽使用的要求；
4. 本队并没有与其他队组成联合队参赛
5. 本队参赛的机器人为 6 台