

中国地质大学 (武汉) RoboCup3D组 TDP

参赛队名：G-Star

参赛队员：郑昊，刘小明，周敏，周仁浩，曹宏武，李卓成

参赛院校：中国地质大学 (武汉)
湖北省武汉市洪山区鲁磨路，388号

asfion.lxm@gmail.com

摘要：RoboCup(Robot World Cup)即机器人世界杯足球锦标赛，以MAS(Multi-Agent System)和DAI(Distributed Artificial Intelligence)为主要研究背景。主要目的就是通过提供一个标准的易于评价的比赛平台，促进DAI与MAS的研究与发展。为了促进中国机器人事业的发展，从2005年起我院就积极参与RoboCup机器人足球大赛。今年为了参加"西安高新杯"2009中国机器人大赛暨RoboCup公开赛，我们小组进行了大量的工作，该文章主要描述内容包括：球队的底层框架，机器人自我定位解决方案，机器人行走，转向，倒地爬起，倒地判断方案以及减小噪声的解决方法。机器人的动作实现是在理论函数上通过大量的数据测试所得，我们的各种动作在速度上均较快较流畅，但是会有动作间衔接不够好的问题；机器人定位主要是通过坐标计算和旋转矩阵来解决；噪声问题，是在研究了大量的数据并作对比的基础上，主要通过卡尔曼滤波来提高机器人坐标，球坐标和一些角度的精度来解决的。从整体上看，我们的机器人各模块已基本完善，解决了该解决的问题，能够进行比赛对抗，但同时也存在一些BUG，我们会在接下来的时间内进一步的完善我们的代码，争取做得更好。

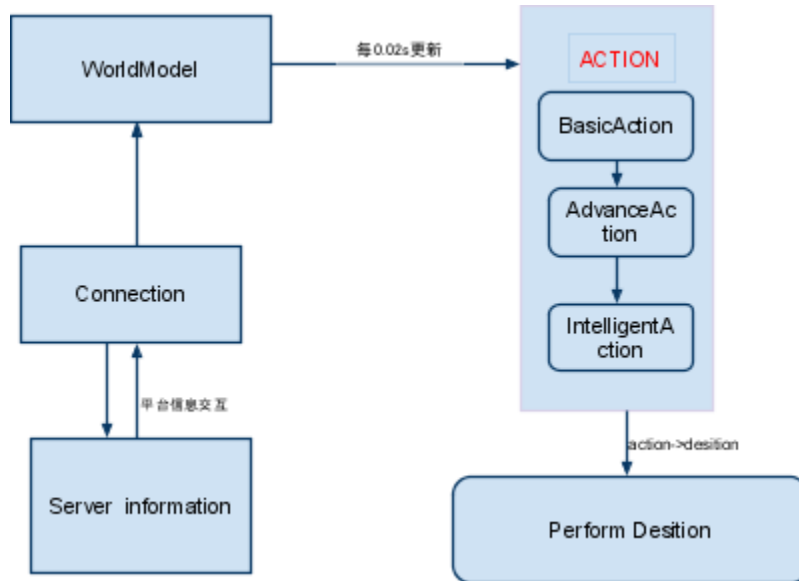
关键字：球队的底层框架，机器人定位，机器人行走，机器人转向，人倒地爬起，倒地判断，噪声问题。

1、队伍介绍：

中国地质大学 (武汉) 计算机学院RoboCup3D团队建立于2006年，全部队员都为在校本科生，全部工作均独立完成，我们的队伍虽然很年轻，但每个队员都对机器人足球怀有浓厚兴趣。曾参加过2006年，2007年，2008年三届 RoboCup全国赛，并且取得了一定了成绩 (全国三等奖一个，全国二等奖一个)。今年的参赛队员由大三和大二组成，团队整体实力较强，且受到院校领导的高度重视。我们相信在今年的比赛中我们定能取得更好的成绩。

2、球队的底层框架：

底层框架结构示意图：



我们的底层框架主要有四个部分组成：平台信息获取交换，信息更新，机器人动作层，机器人决策层。这四个部分分别由：Connection，WorldModel，BasicAgent，AgentDecisition组成。

具体如下：

Connection：主要用于平台和机器人间的信息交换，在整个底层框架中起着桥梁作用；

WorldModel：用来解析从平台发回的数据，更新所有的状态信息，可以获知球员的坐标，球员间的通信，以及球场上各类信息，每0.02s更新一次；

BasicAgent:主要用于写动作层，例如：走，横走，转和倒地爬起等，封装动作后用于球员决策，还可以做一些预知坐标计算；

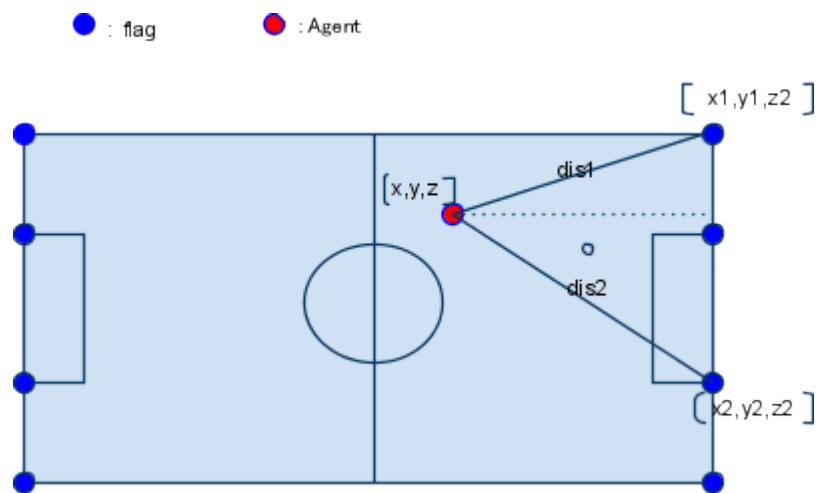
AgentDecisition：即为策略层中每个队员间策略的构建，让Agent能够像人一样使用策略来攻击，防守，提高了比赛的观赏性和逼真性。

3、机器人自我定位解决方法：

在今年公布的RoboCup3D全国赛的平台加入了120度的视觉受限，这种限制使得以

往通过全视觉来进行判断的机制全都失效。但是于此同时，这种视觉限制更符合我们人类的实际视觉，使得比赛更加的逼真现实世界，增加了比赛的难度。我们队伍通过一系列的摸索，最后采用看到球场柱子个数来分别计算，在计算过程中用利用旋转矩阵，四元数计算机器人坐标，球坐标以及各种角度在不同坐标系中的转换。计算分类具体为：视觉范围内大于3根有效柱子，2根有效柱子，1根有效柱子，0根有效柱子。很显然在柱子个数少于1根的时候是不能计算的，这个时候可以采取转头搜索柱子。

机器人看见2根有效柱子时定位的方案图：



在计算时，获取机器人的各关节角度，计算出人高度Z坐标；
通过方程：

$$\begin{aligned}(x-x_1)^2+(y-y_1)^2 &= dis1^2 \\ (x-x_2)^2+(y-y_2)^2 &= dis2^2\end{aligned}$$

由此可以计算出机器人的X,Y坐标。

机器人可见3根以上柱子的坐标计算既是在2根可见柱子的基础上扩展而来，3根柱子的计算可以作3次方程计算然后取其平均值，相比而言计算结果的精度更高。

4、基本动作介绍：

机器人基本动作包括：行走，倒地爬起，转向，横走。从这些基本动作的基础之上可以演变斜走，弧度走，倒走等更加灵活的动作。

在动作层中，我们模拟现实中人的实际动作来进行动作的设计。行走采用中等步伐，主要通过控制3，4，5号关节；横走主要控制2，6关节，3，4，5关节作为辅助；转向控制1，2，3，4，5，6号关节，来整体协调的运动关节；倒地爬起用到了手臂动作和腿部动作的辅助。整个动作层用一个综合的函数来进行关节角度的控制，这样做的好处是写动作的时候比较方便，而且写出的各种动作衔接较好，如果开发的动作比较完美那么还可以衍生出斜走，倒走等等在比赛中比较实用的动作。下面主要就直走来进行说明：

(1) 行走的状态分解图：

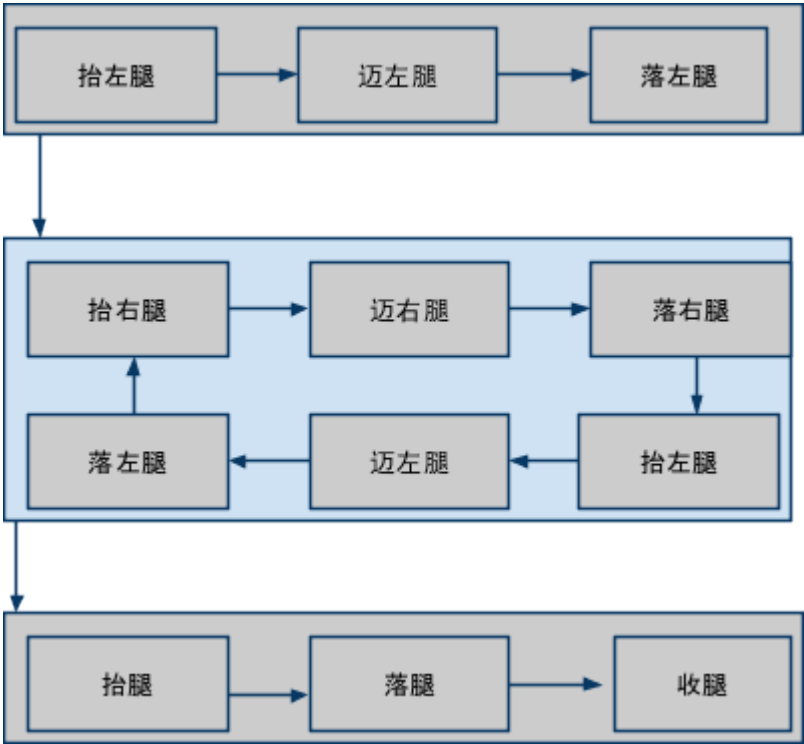


图1

行走过程只涉及到3，4，5关节的转动，大体运动步骤：抬腿 - > 迈腿 - > 落腿
其中由于抬腿需要完成原来缓冲抬腿，抬腿，提腿三个过程，用两个周期完成；其他步骤均采用一个周期实现完成。

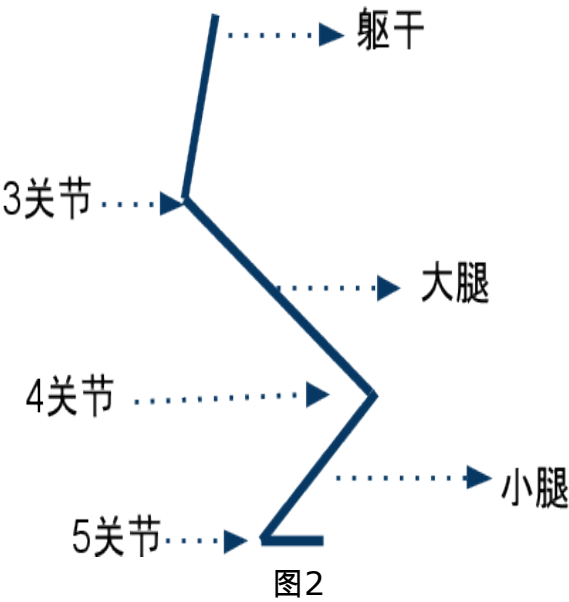


图2

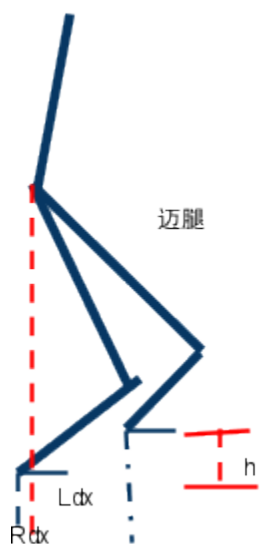


图3

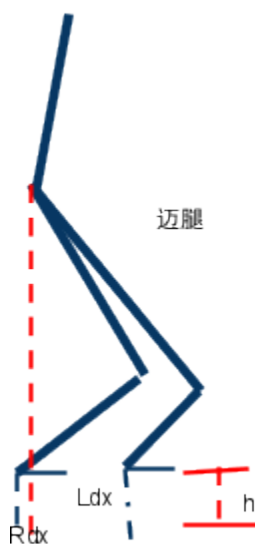


图4

如图【3】【4】定量关系可表示为如下三个函数：

$$Leaga * \cos(\text{leg3-l}) + \text{legb} * \cos(\text{leg5}) = dh \quad (1)$$

$$Leaga * \sin(\text{leg3-l}) - \text{legb} * \sin(\text{leg5}) = dx \quad (2)$$

$$\text{Leg3} + \text{leg4} + \text{leg5} = l \quad (3)$$

通过如上的图示与关系定量函数，我们可以很好的计算出各个关节的角度，用于机器人行走过程中角度的设定测试。通过大量的测试，我们的行走动作不断很直而且很快。

5、机器人倒地判断：

在比赛过程中，机器人会因为行走不稳，状态切换以及球场上队员间的碰撞而摔倒。如何快速准确的进行到底判断是比赛中的重要环节。我们的队伍对机器人倒地判断主要通过FRP的返回值判断。在机器人行进过程中，平台可以返回脚底的受力，该受力即由FRP获得，通过测试，在机器人行走过程中两只脚底的FRP会有一个比较规则的变化，当要倒地的时候，FRP会在在Z轴方向上连续多个周期内返回很大的值，并且在倒地后在X和Y方向上的分量很小。通过测试比较，用这种方法来判断机器人倒地的成功率很高，是目前来说一种比较好的判断倒地方法。

6、平台噪声解决：

平台噪声的增加也给各个球队带来了不小麻烦，我们通过各种计算，测试，最后发现噪声在有角度参与的时候会特别大，所有误差都是以 $\mu = 0.0$ 为中心的正态分布。因为噪声误差是有三个部分组成：距离误差；水平角度误差；竖直角度误差；所以在用使用大量角度计算时噪声值会较大，但若计算都为长度计算则噪声较小。所以在计算时尽量采用长度计算可以很好的减少误差，此外还可以通过卡尔曼滤波，由离散卡尔曼滤波器递推算法可以更好的减少噪声。

7、未来主要工作：

基于我们团队成员的努力工作，我们相信在今年的RoboCup3D比赛中我们队伍会取得更好的成绩。从以往的经验来看，机器人行走速度是比赛获胜的关键之一。而我们队伍在动作层还不够完善，行走速度和转都还存在很大的问题，所以需在以后的时间内花大量的时间去完善机器人的各种动作；此外，好的决策也是获胜的至关重要的一环，我们的决策还处于初步构建阶段，决策的实现也是未来工作的重点。所有没有完全解决或者还等待解决的工作都等着我们继续的去完成实现，我们队伍仍然有很长的道路需要走。

主要参考文献：

【1】 S. H. Collins, M. Wisse, and A. Ruina, "A 3D Passive — Dynamic Walking Robot with Two Legs and Knees," The International Journal of Robotics Research, vol. 20(7):607-615, 2001.

【2】 许元，RoboCup3D仿真组Agent定位研究.东南大学RoboCup仿真组 南京 210096. 2008年.

【3】 S.Behnke, "Online Trajectory Generation for Omnidirectional BipedWalk" Proceeding of the 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Orlando, Florida, May 2006.

【4】 S.Kajita, H.Hirukawa, K.Yokoi and K.Harada, "Humanoid Robots(Chinese Edition)" Tsinghua University Press, March 2007.

【5】 Dunqiao Bao, Hao Wang, Baofu Fang, Long Li, "HfutEngine3D Soccer Simulation Team Description 2008", RoboCup IR 2009TDP, February 2009.

【6】 Marco Kögler. Simulation and Visualization of Agents in 3D Environments. Diploma Thesis, 2003-2: P13-25.

【7】 L. Hu, C. Zhou, and Z. Sun, "Biped gait optimization using estimation of distribution algorithm," in Proc. of IEEE-RAS Int. Conf. on Humanoid Robots, 2005, pp. 283-289.

