

# CUG 3D Simulation Team Description

朱宇，杨林权，罗忠文

机器人实验室，信息工程学院，中国地质大学，武汉，中国  
[simurosot@163.com](mailto:simurosot@163.com)

**摘要:**我们基于 libbats-1.0 开发出自己的 3D 仿真机器人足球队。研究的重点集中于运动学和动态步行上。我们先利用 Matlab 仿真出 Nao 机器人的连杆结构，运用正逆运动学构建一个步行周期内的机器人在离散的时间中的位姿信息。在动态步行上，主要通过规划 Nao 的 ZMP 点，并根据桌子-小车模型生成步行模式。

## 1 介绍

CUG3D 是一支来自中国地质大学机器人实验室的 RoboCup 仿真机器人足球队，其目的是研究 RoboCup3D 仿真平台中的机器人比赛策略和仿真数据应用在实物仿人机器人上的可能性。CUG3D 仿真机器人足球是基于 Libbats-1.0 库的基础上开发出来的，目前研究的重点是仿真机器人的动作，尤其是双足步行。

## 2 仿真底层

### 2.1 关于 libbats-1.0 库

非常感谢 Little Green Bats 的努力工作和开源精神，CUG3D 仿真机器人正是基于他们的优秀成果上建立起来的。

1. 他们的源码可以在以下地址中下到：

```
# svn co http://littlegreenbats.svn.sourceforge.net/svnroot/littlegreenbats  
libbats-1.0
```

2. 可能你还需要 libxml2 的库：

```
# sudo apt-get install libxml2-dev
```

3. 建立工程：

```
# cd littlegreenbats/trunk/  
# ./configure  
# make
```

4. 运行实例

```
# ./humanoidbat -c lgb.xml -u 2
```

## 2.2 底层结构

由于 CUG3D 是基于 Libbats 开发的，所以在通讯层，世界模型层，以及基于行为驱动的动作层都继承了 Libbats 的优点。

### SocketComm

位于程序的最底层，负责和仿真服务器之间的通信和分析 S-expressions 语句的功能。SocketComm 有 2 个队列，一个用于输入，一个用于输出，当调用 SocketComm 的 Update 函数的时候，两个队列将被填充或者清空。SocketComm 分析 S-expressions 语句有，信息将被存储在 Predicate 结构中。

### WorldModel

WorldModel 是一个世界信息维护模型，它接受来自 Predicate 结构中的数据，并通过一些方法，构建一个逻辑上的足球比赛的世界模型。它为策略层提供了很好的逻辑上的描述。

### Cerebellum

Cerebellum 维护着基本动作的集合，它是从策略层收集 Agent 的动作信息，并且把他们分解到最基本的四个动作：

- 1) MoveJointAction
- 2) MoveHingeJointAction
- 3) MoveUniversalJointAction
- 4) BeamAction

### Humanoid Agent

Humanoid Agent 便是一个机器人实体，它利用以上的 3 个结构和服务器进行连接，读取和分析消息，并拥有一个周期的思考，最后把动作指令发送给服务器。

### Behavior

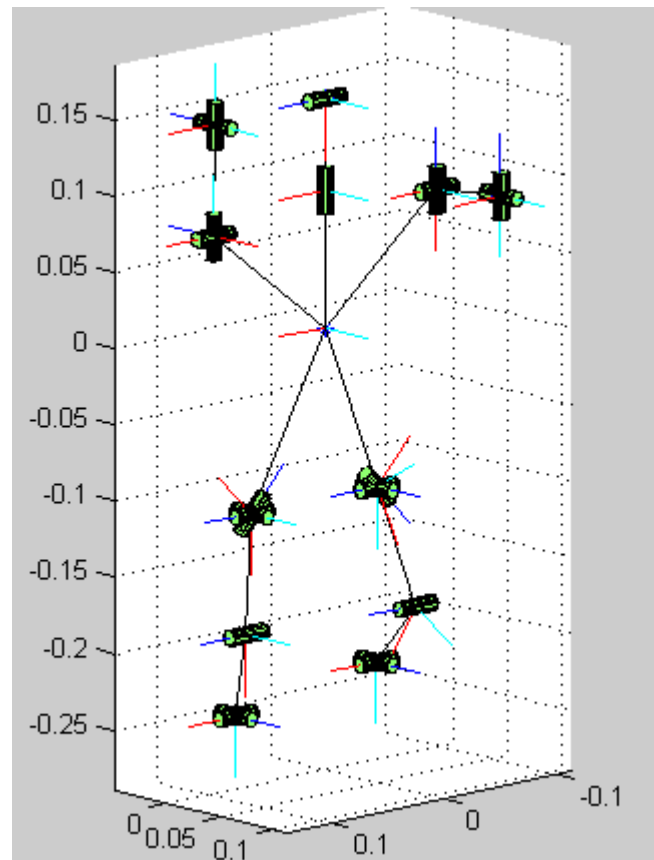
Behavior 维护着机器人的所有行为的集合（包括动作和思考），由于所有的行为都拥有分析当前状态，计算行为完成的可能性，以及向子行为传递目标的能力，所以，构建了一个串行和并行并存的行为决策树。

## 3 研究重点

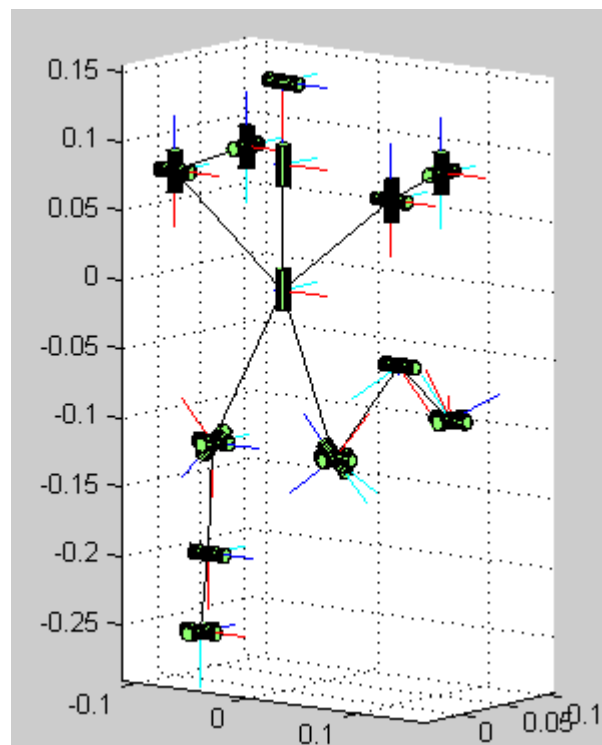
### 3.1 Matlab 仿真组织单帧动作

由于我们在仿真平台中需要对 Nao 进行连杆运动的分析来决定动作，但是，在 RoboCup3D 平台中因为受到重力，地面支撑力等因素的影响，很难进行连杆运动分析，于是，我们用

Matlab 对 Nao 模型进行了建模（没有物理环境），通过模型对 Nao 进行正逆运动学计算，构建单帧动作，最后把动作的结果输入到 CUG3D 中进行调整测试，以便得到较好的动作。



(图1 正运动学模拟结果, rshoulder=90 度, lthigh=30, lshank=-60)



	0.0900	0.7487	-0.4117	0.5195
(图 2 逆运动学模拟结果, 目标位姿分别是:	-0.1538,	0.3269	0.9111	0.2509
	0.0214	-0.5767	-0.0180	0.8168

## 3.2 基于 ZMP 生成步行模式

双足步行上我们目前采用的是桌子--小车模型, 这种模型的步行模式生成过程为:

给定 ZMP 目标轨迹->计算所需要的质心运行

由于根据三维倒立摆模型可以求得<sup>[4]</sup>:

$$\ddot{x} = \frac{g}{h}(x - p_x)$$

$$\ddot{y} = \frac{g}{h}(y - p_y)$$

通过一些在线求解方法<sup>[1][5]</sup> 可以规划出比较稳定的步态, 由于目前对步行模式生成的实验还没有最后完成, 文章中没有描述出现在的实验结果数据。不过, 我们已经将 ZMP 应用到 3D 仿真机器人的动作稳定性的判别中。

## 4 参考文献

- [1] 梶田秀司编著. 仿人机器人. 北京: 清华大学出版社, 2007.3. 1-14
- [2] John J. Craig 著. 机器人学导论. 机械出版社, 2006.
- [3] Huang, Q. and Yokoi. et al., Planning Walking Patterns for a Biped Robot, IEEE Trans. Robotics and Automation, vol. 17, 2001, pp. 280-289
- [4] Kajita, S. and Kanehiro, F. et al., Biped Walking Pattern Generation by using Preview Control of Zero-Moment Point, in Proc. Of 2003 Robotics and Automation, vol. 2, 2003, pp. 1620-1626
- [5] Jinsu Liu and Manuela Veloso, Online ZMP Sampling Search for Biped Walking Planning
- [6] 李宏伟等著. 线性代数. 武汉: 中国地质大学出版社, 2003.9.
- [7] 沈远彤等著. 计算方法. 武汉: 中国地质大学出版社, 2004.2.