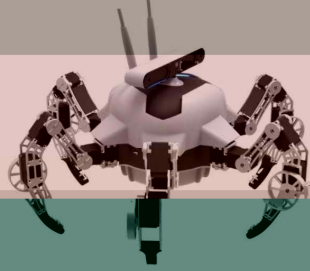




“E-beetle”——一种轮/腿/臂复合的移动操作六足机器人

北京航空航天大学空间机器人实验室  
Space Robot Laboratory of BUAA

# 电子昆虫机器人 ——E-beetle

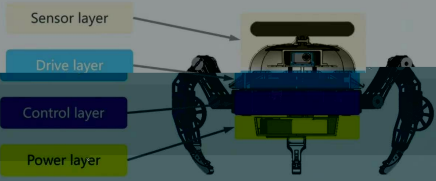


ELECTRICAL		LOCOMOTION	
INPUT	AC 220V	LEG LOC.	3+3 gait
OUTPUT	DC 7.4V/12V		2+4 gait
BATTERY	Lithium 7.4V/12V		5+1 gait
CONSTRUCTION		WHEEL LOC.	Support user-defined gaits
DIMENSION	LxWxH 515x481x285.5cm		3 wheels
WEIGHT	5kg		6 wheels
MATERIAL	ALUMINIUM 4117W/PLA		Support user-defined
MOTHER BOARD		FEATURES	
CPU PROCESSOR	Intel Atom N2800	MANIPULATION	Locomotion/Manipulation
Frequency	1.86GHz	LEG LOC.	Irregular terrains
RAM	DDR3L 1600MHz 4G	WHEEL LOC.	Flat terrains, fast, steady
HARD DISK	24G SSD	LEG-WHEEL TRANS.	Loc. transformation
CONNECTION		CONTROL	Gesture Control
ETHERNET		SOFTWARE	
Controller	Intel 82583V(GbE1)	ON BOARD	Ubuntu 12.04.5 LTS
Speed	10/100/1000 Mbps	ROS	GROOVY
WIFI	IEEE 802.11b/g/n	MOBILE CLIENT	Android(Cellphone, Pad)
	1xRJ45	PC CLIENT	Qt4.8+ROS
VISION		SERVO	
CAMERA	Xtion PRO LIVE	HERKULEX	DRS-0101
Distance	0.8-3.5m		4 per leg
Field of View	58°, 48°, 90°		Input Voltage 7-12VDC

“E-beetle”——一种轮/腿/臂复合的移动操作六足机器人

北京航空航天大学空间机器人实验室  
Space Robot Laboratory of BUAA

## 本体结构



Sensor layer  
Drive layer  
Control layer  
Power layer

### 分层设计

传感器层: 惯性导航IMU, 摄像头, 距离传感器  
驱动层: 驱动器  
控制层: 控制器  
电源层: 电池, 充放电设备

## 基于 ROS



- 任务规划
- 轨迹生成
- 步态
- 运动计算
- 驱动
- 舵机



# 行走模式

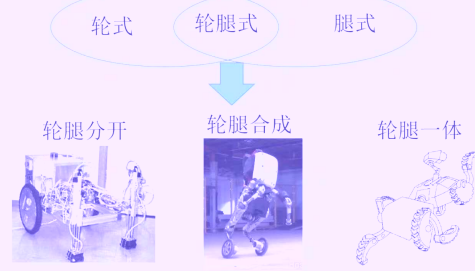
- 典型步态
  - ✓ “3+3”步态
  - ✓ “4+2”步态
  - ✓ “5+1”步态
- 轮行
  - ✓ 3 轮模式
  - ✓ 6 轮模式



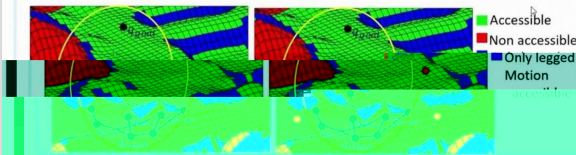
“E-beetle”——一种轮/腿复合的移动操作六足机器人



## 轮腿复合行走机器人



### 复合运动规划：路径的代价函数



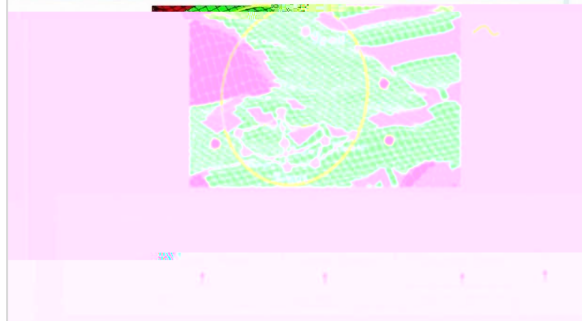
Cost function between two adjacent points  $S, S'$ :

$$G(S, S') = \frac{dist(S, S')}{v_{max}} (1 - \max(Risk(S), Risk(S')) \cdot w_1) + c_{(m)}$$

Heuristic cost function:

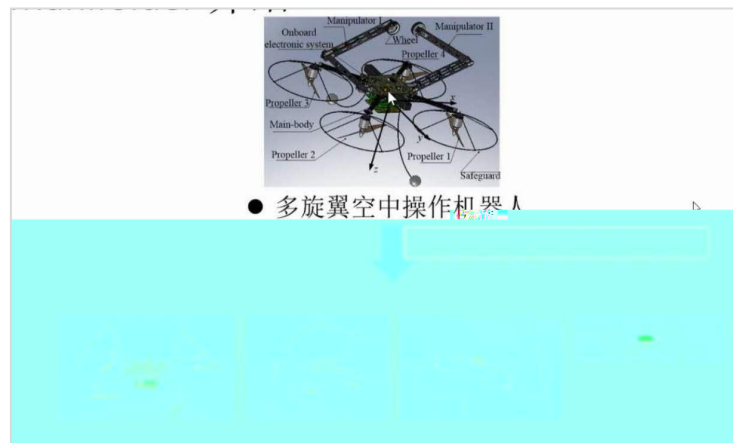
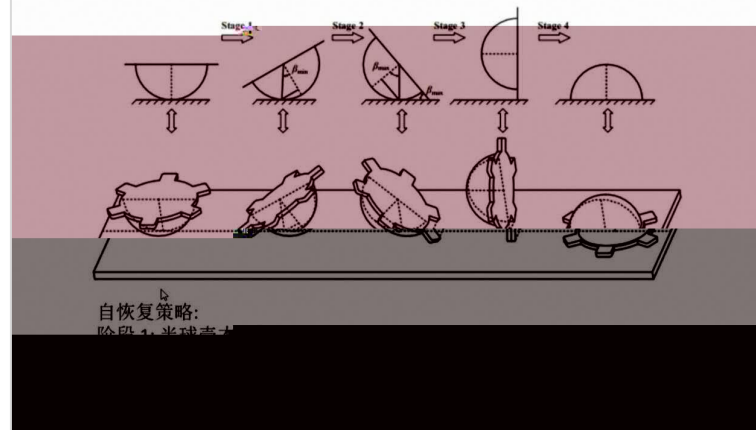
$$h(S, S') = \frac{dist(S, S')}{v_{max}}$$

### 复合运动规划：路径的约束函数



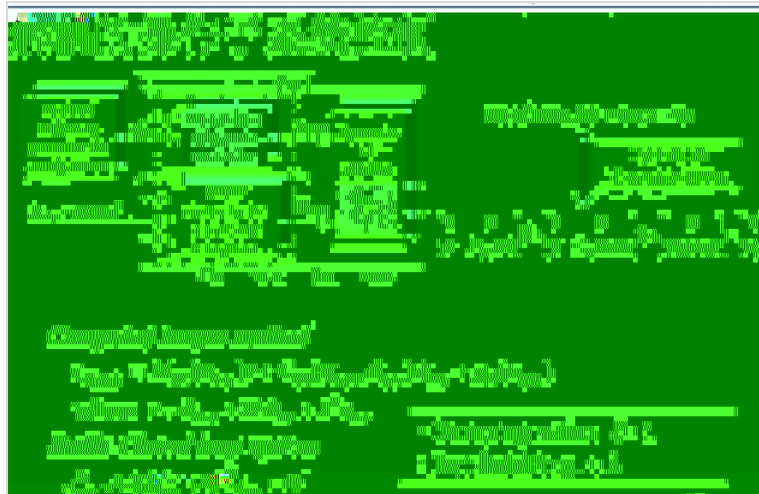


## 机器人的本体翻倒自恢复策略



## 灵感来自栖息和狩猎的猛禽

- ❑ **Glide:** The birds are able to loiter above an area and stay aloft.
- ❑ **Dive:** The birds can change their speed and react to maneuver ability when the prey is located.
- ❑ **Land & Grasp:** The birds finish the dive mode while using legs and feet to perch on a surface.





## 飞行机器人对目标检测，跟踪与避障

当无人机与目标距离较近时，开始检测**目标球和障碍物位置信息**，为了保证检测速度，我们使用**传统方法**对目标进行检测，即椭圆检测算法。

下图给出目标执行效果，其中**绿色框**为标记的真值，**黄色框**为检测结果，**蓝色框**为跟踪结果，并在场景中标注出障碍物与目标球信息。



## 面向特定任务的空中操作装置

### 栖息装置设计

