多自由度机器人运动规划系统的设计与实现

汇报人：**李锐戈**

目录

Contents

第一部分

Contents

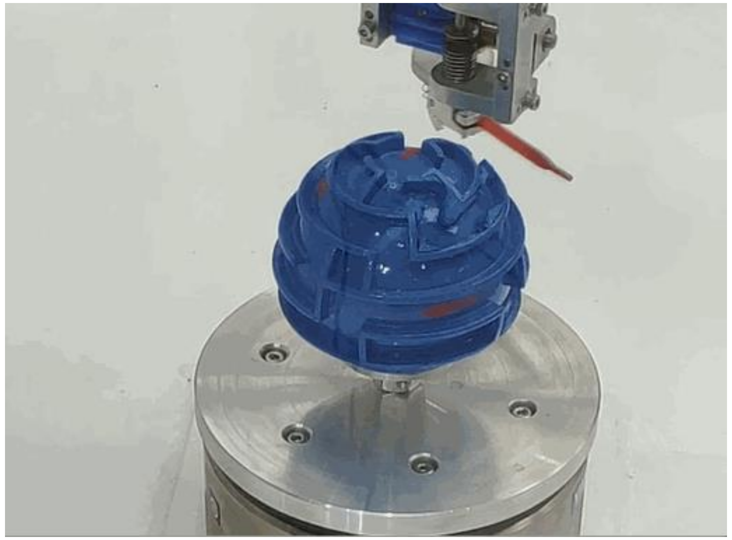
研究背景与现状

01 研究背景

无人车

高自由度机械臂

并联机械臂



- 运动规划（*motion planning*）
  - 路径规划（*path planning*）：构成连接起点和终点路径的策略
  - 轨迹规划（*trajectory planning*）：路径加入时间序列信息

01 研究现状

01

传统方法：

- 人工势场法
- 模糊规则法

01

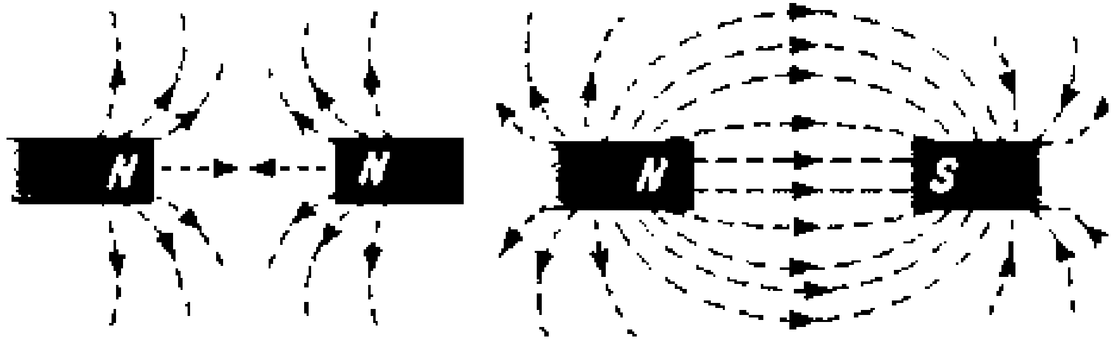
02

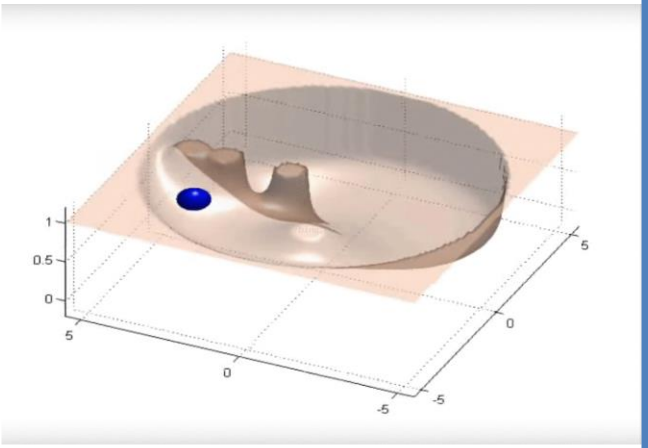
基于概率采样的方法：

- 快速随机搜索树法（RRT）
- 随机路标法（PRM）

02

01 研究现状（人工势场）



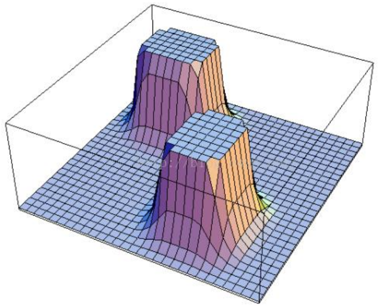


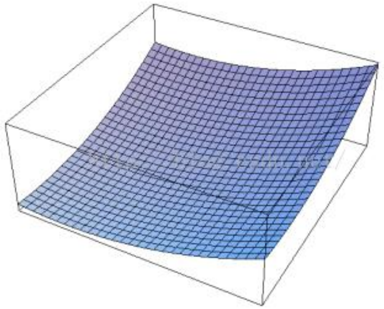
人工势场法

存在问题：

a) 引力过大时，碰上障碍
b) 斥力过大时，难以运动
c) 引力斥力相消，局部最优
d) 需要对环境建模

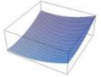
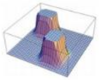
- 障碍物周边生成斥力场
- 目标点周边生成引力场

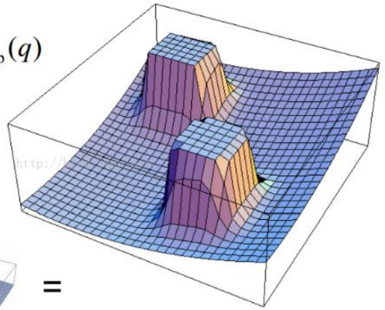




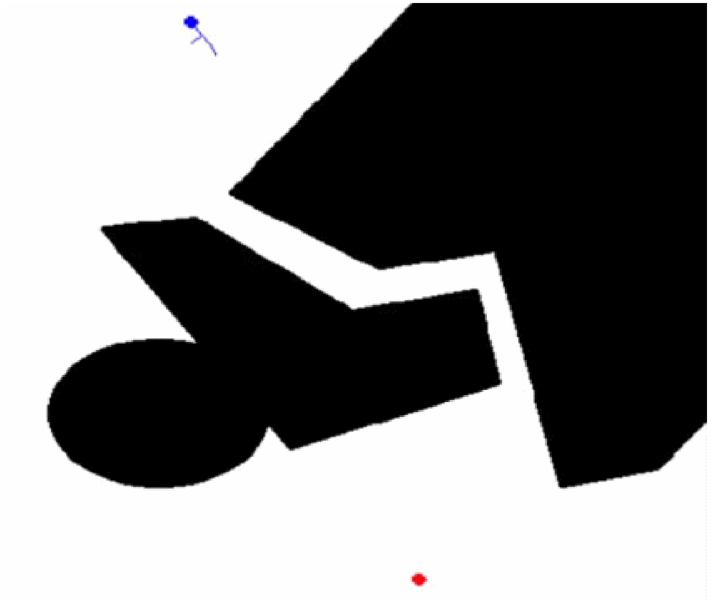
$$U(q)=U_{\mathrm{att}}(q)+U_{\mathrm{rep}}(q)$$

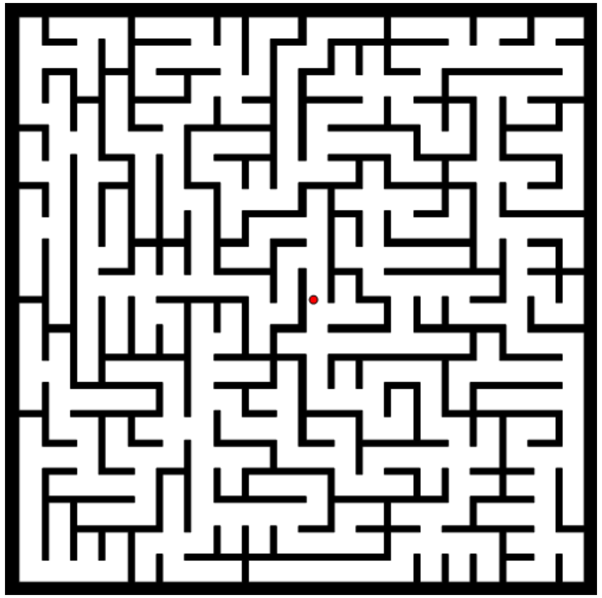
$$F(q)=-\nabla U(q)$$

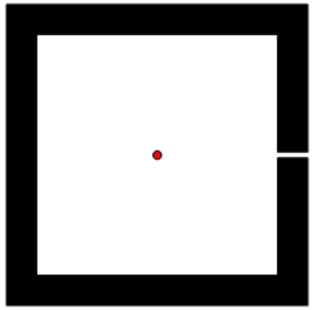
 +  =



01 研究现状（快速随机搜索树）







快速随机搜索树

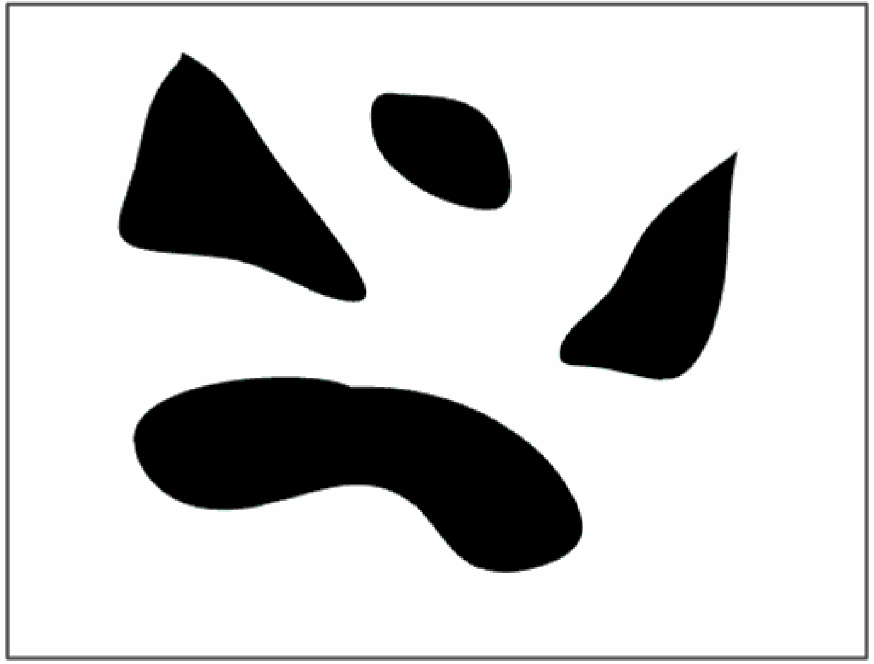
存在问题：

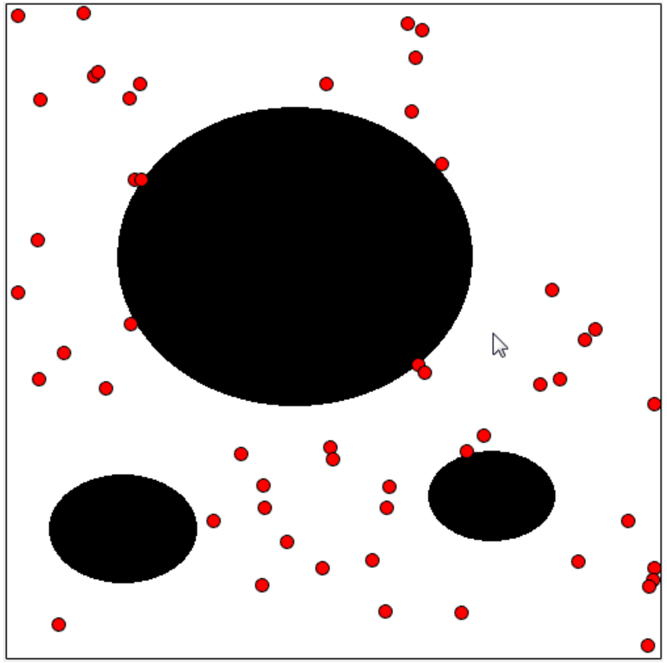
大量障碍时，收敛速度慢

有狭窄通道时，成功率低

- 通过从根节点随机生成子节点采样寻找路径
- 大量障碍情形
- 狭窄通道情形

01 研究现状（随机路标法）





随机路标法

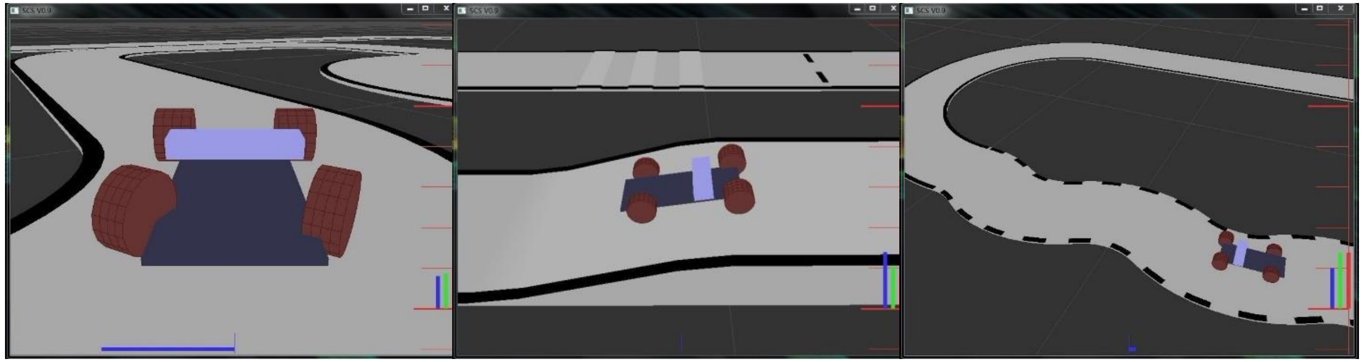
存在问题：

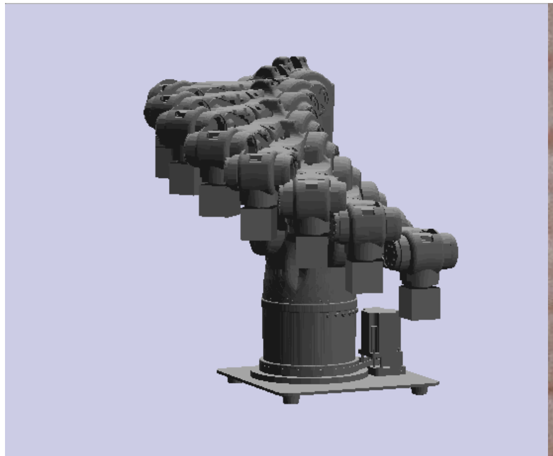
通过增加采样点增加成功率

- **学习阶段：** 随机撒点，构建路径网络图
- **查询阶段：** 查询从起点到终点的路径

- 相对少的采样点
- 覆盖大部分可行空间
- 成功概率可以趋近于1

01 研究现状（困境）

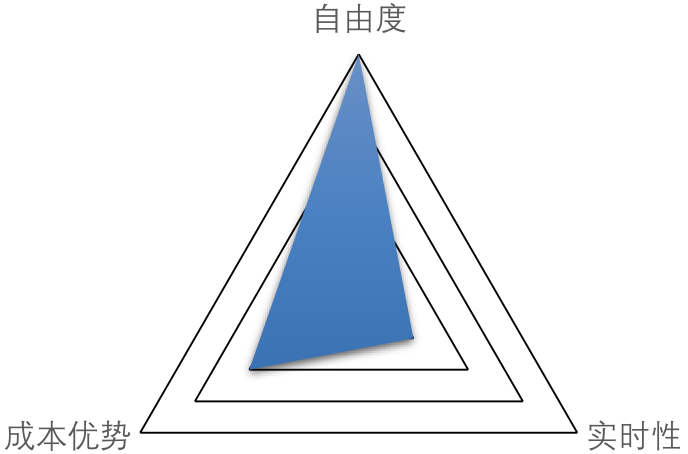




自由度增加，计算量增大

障碍环境动态改变，规划时间约束

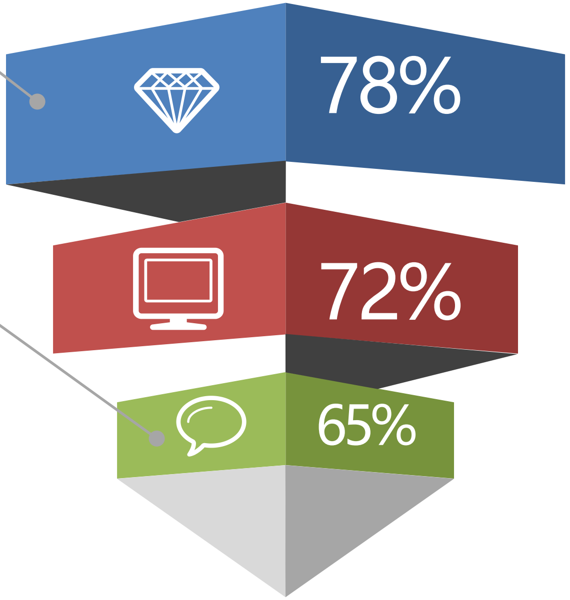
成本限制处理器性能

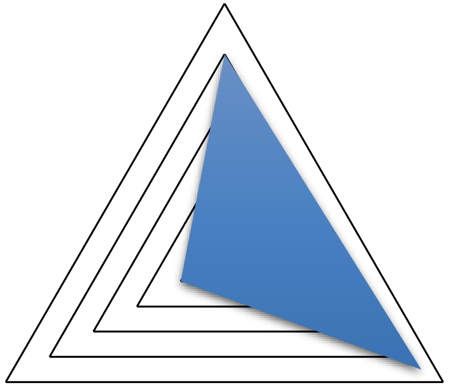


01 研究现状

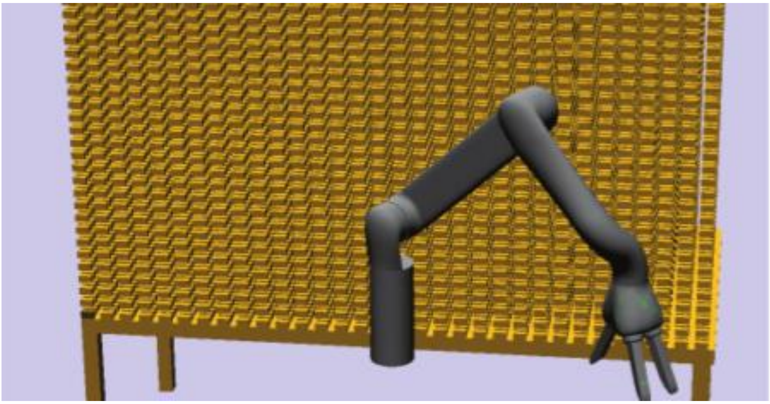
空间换时间

预先进行碰撞检测

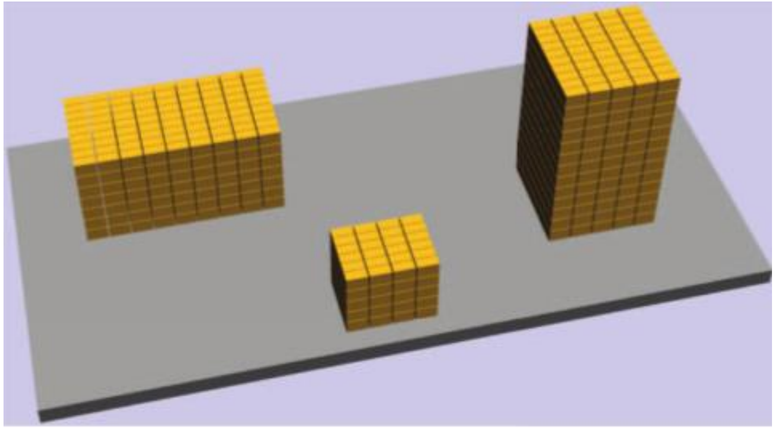




环境栅格化



障碍栅格化



二维抽象

实际场景　　栅格化场景

第二部分

Contents

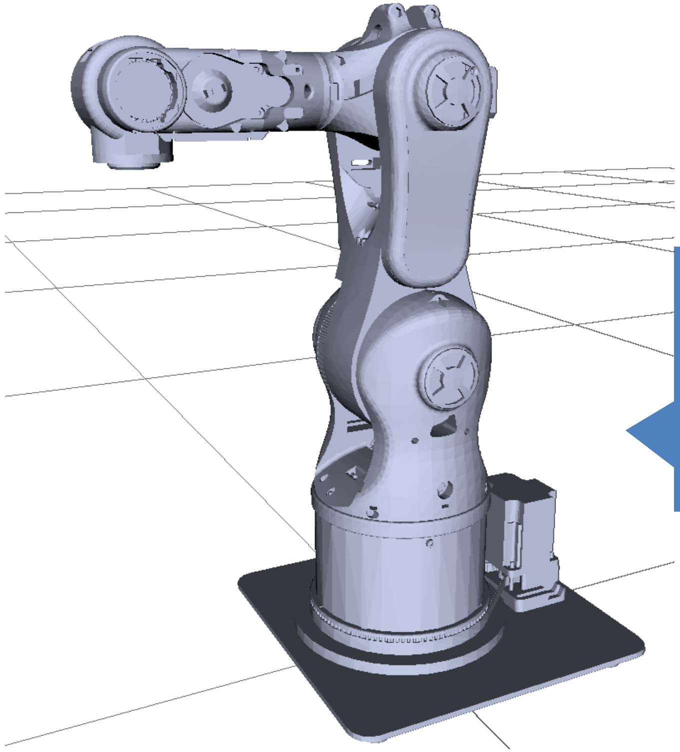
研究内容

02 研究内容

采用软硬件协同设计的方法

实时运动规划的功能

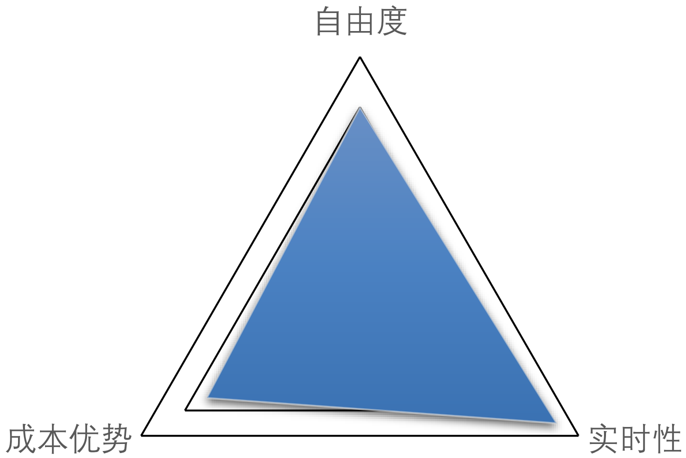
完成任务同时躲避障碍物



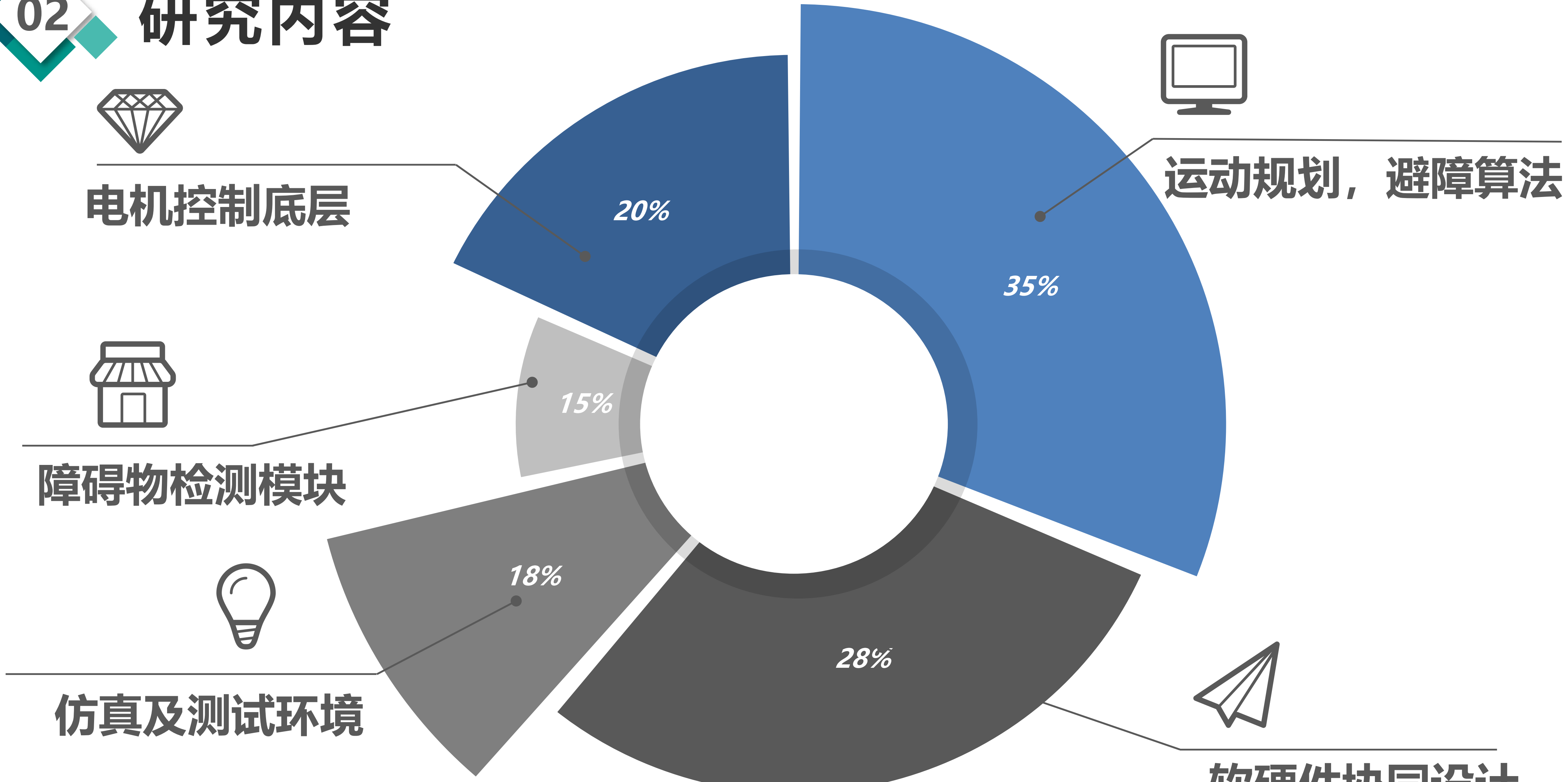
高自由度机器人

基于安诺（ANNO）6自由度机械臂

基于动态环境



02 研究内容



第三部分

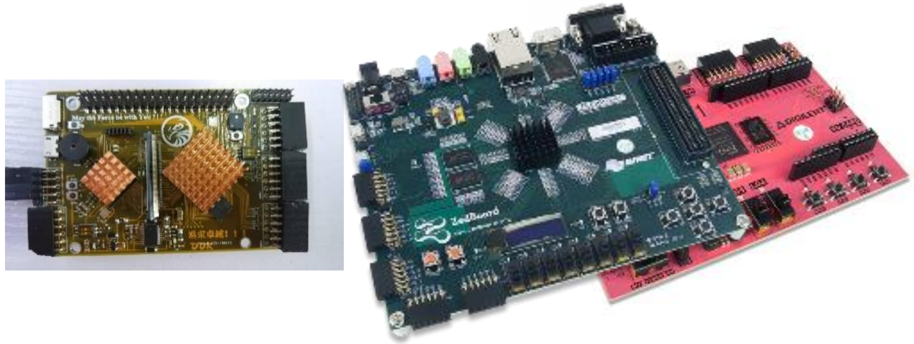
Contents

研究计划

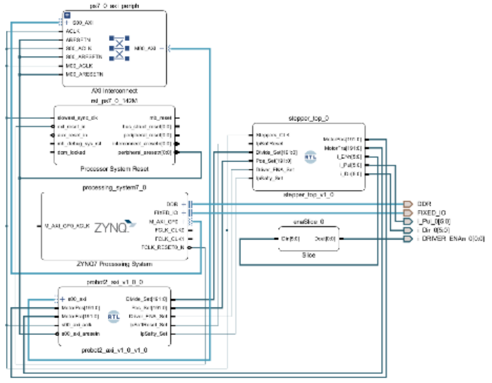
03 研究计划

2018.09
SEPT

机械臂电机控制底层硬件搭建



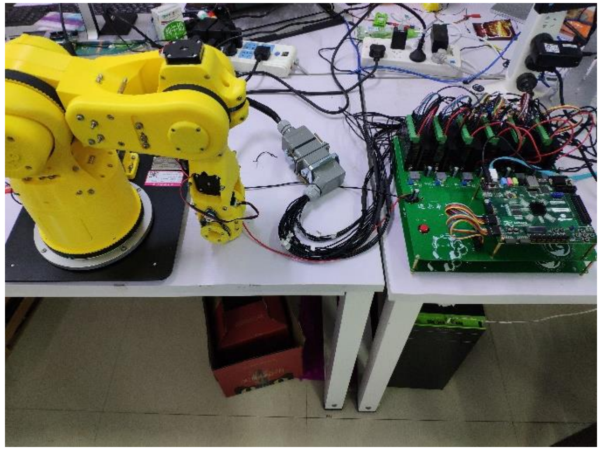
计算平台开发



电机控制IP设计

2018.10
OCT

单机械臂控制平台搭建

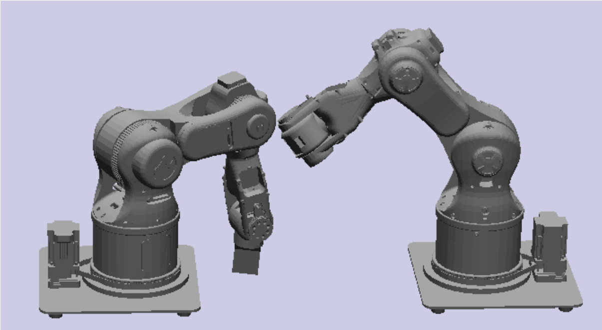


单臂系统搭建

03 研究计划

2018.11
NOV

机器人仿真和测试平台搭建



双机械臂仿真

2018.12
DEC

前人研究实验的复现

Summary

Performance estimates for 'main' function

SW-only (Measured cycles)	3167743904
Hardware accelerated (Estimated cycles)	384749120
Estimated speedup	8.23

Details

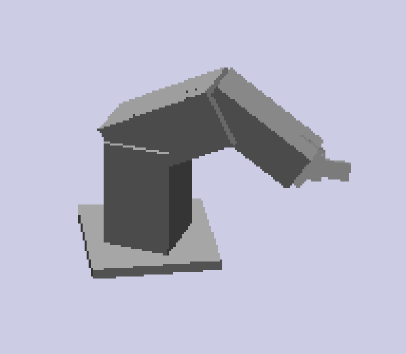
Performance estimates for 'prm_disperse_config_check in c ...

SW-only (Measured cycles)	1514243
Hardware accelerated (Estimated cycles)	182667
Estimated speedup	8.29

Resource utilization estimates for Hardware functions

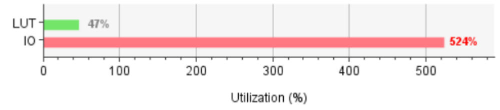
Resource	Used	Total	% Utilization
DSP	109	220	49.55
BRAM	8	140	5.71
LUT	16243	53200	30.53
FF	9731	106400	9.15

传统方法实验



仿真平台模拟

Resource	Utilization	Available	Utilization %
LUT	25240	53200	47.44
IO	1048	200	524.00



复现后的结果数据

2019.03
MAR
获得测试数据，路径选优，搭建双机械臂实验系统

2019.05
MAY
双控制系统实现通信，障碍模型转换

2019.11
NOV
初步实现双机械臂运行避障任务

软硬件协同设计，提升性能
2020.01
JAN

完成论文写作
2020.02
FEB

感谢观看

[1] 陈欢,苑晶,丁松, 等.基于多阶段伪谱法的多移动机器人协同运动规划[C]
[2] 赵可可,柴志雷,吴东.一种基于Zynq的ROS软硬件协同计算架构设计与实现[J]
[3] 李岩,屈媛,陈仪香.软硬件协同设计中的软硬件划分方法综述[J]
[4] S.Murray, W. Floyd-Jones, Y. Qi, G. Konidaris and D. J. Sorin, The microarchitecture of a real-time robot motion planning accelerator
[5] Leven Peter, Hutchinson Seth. A Framework for Real-time Path Planning in Changing Environments[J]
[6] PanJia, Manocha Dinesh. GPU-based parallel collision detection for fast motion planning[J]
[7]Nancy M. Amato, Lucia K. Dale. Probabilistic roadmap methods are embarrassingly parallel[C]
[8] Kavraki L.E., Svestka P.. Probabilistic roadmaps for path planning in high-dimensional configuration spaces[J]
[9] K.Zheng and S. Liu, RRT based Path Planning for Autonomous Parking of Vehicle[C]
[10] W. Dong, X. Qi, Z. Chen, C. Song and X. Yang, An indoor path planning and motion planning method based on POMDP[C]
[11] Bahri, I., Idkhajine, L., Monmasson, E., et al. Hardware/Software Co-design Guidelines for System on Chip FPGA-Based Sensorless AC Drive Applications[J]
[12] Dias, Mauricio A., Osorio, Fernando S., Wolf, Denis. Hardware/Software Co-design Implementation of On-Chip Backpropagation[C]
[13] Li, Jiadong, Liu, Shirong, Zhang, Botao, et al. RRT-A* Motion planning algorithm for non-holonomic mobile robot[C]
[14] Gochev, Kalin, Narayanan, Venkatraman, Cohen, Benjamin, et al. Motion planning for robotic manipulators with independent wrist joints[C]
[15] Salzman, Oren, Halperin, Dan. Asymptotically Near-Optimal RRT for Fast, High-Quality Motion Planning[J]