

# 智能机器人及其应用研究

陈力军

南京大学智能机器人研究院

18951991936 (微信, 手机)

chenlj@nju.edu.cn

# 报告内容

- 一、机器人起源
- 二、智能机器人时代
- 三、智能图书盘点机器人
- 四、研发历程
- 五、中国梦—我的梦
- 六、结束语

# 一、机器人起源

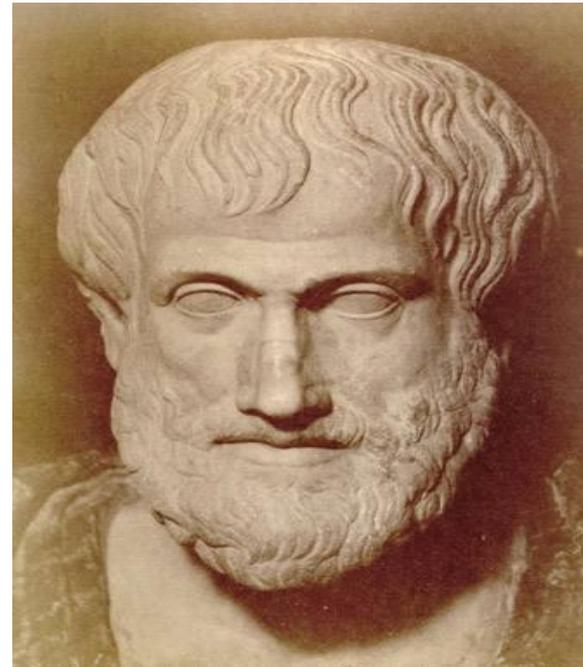
# 机器人起源——木鹊

- **鲁班**造了一种木鸟，盘旋三日而不落。《墨子·鲁问》
- **墨子**：这木鹊还不如一个普通工匠顷刻间削出来的一个**车辖**，车辖一装在车轴上，车子就可以负重五十石东西；而你的鹊有何实际作用呢？木匠做的东西，有利于人的称为巧，无利于人的只能叫作拙。”
- 车辖：车轴两端的键，即销钉。
- **仰望天空**
  - 基础研究->创造技术->成果转化。



# 机器人起源——梦想一直在路上

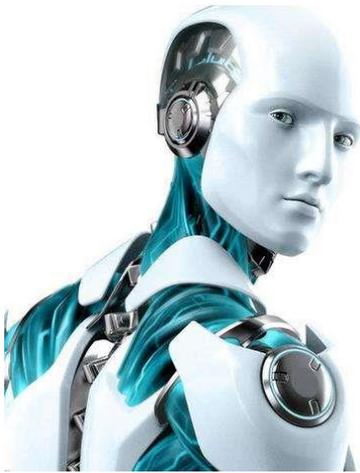
- **木牛流马**：《三国志·后主传》记载“建兴九年，亮复出祁山，以**木牛运**，粮尽退军；十二年春，亮悉大众由斜谷出，以**流马运**，据武功五丈原，与司马宣王对于渭南。”
- **亚里士多德**（古希腊著名思想家）：如果每一件工具被安排好，甚或是自然而然地做那些适合于它们的工作……那么就没必要再有师徒或主奴了。



## 二、智能机器人时代

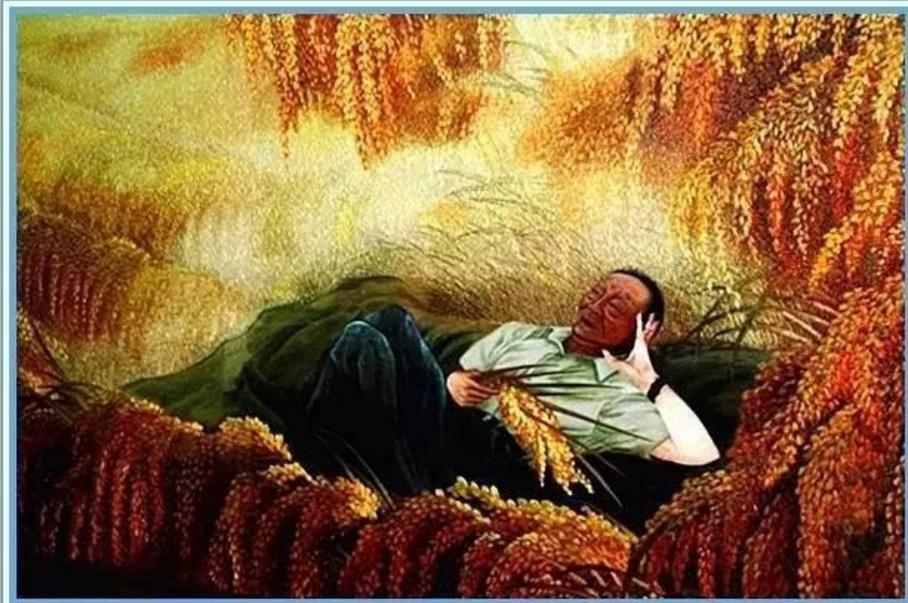
# 1、智能机器人

- **集大成者**：智能机器人是机械学、计算机科学、通信工程、电子电路、材料学、自动化、人工智能等多学科的融合，是当今科学技术的集大成者，是“智能制造皇冠上的**明珠**”。



# 1、智能机器人

- 袁隆平：禾下乘凉



- 智能机器人：  
人与机器人共融



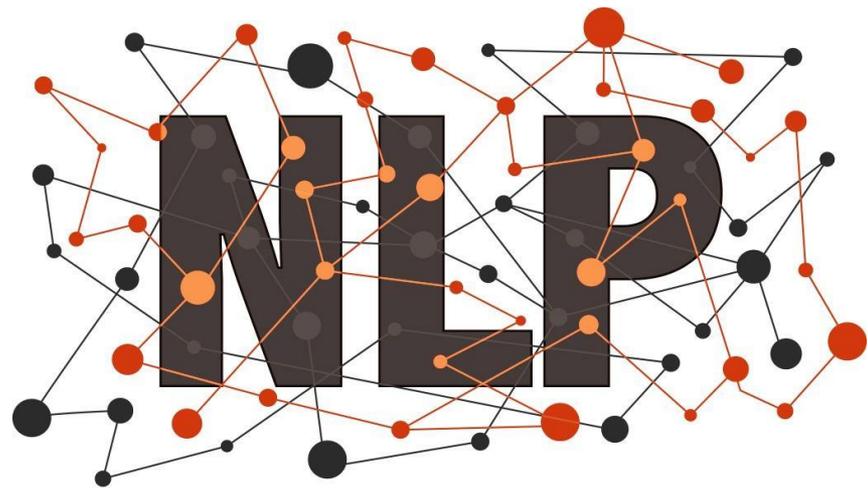
## 2、智能机器人定义

- 智能机器人：具有感觉、思考、决策和动作能力的系统称为智能机器人
- 智能机器人具备三个要素：一是感觉要素，用来认识周围环境状态；二是运动要素，对外界做出反应性动作；三是思考要素，根据感觉要素得到的信息，思考采用什么样的动作。

# 3、智能机器人关键技术

## 自然语言处理

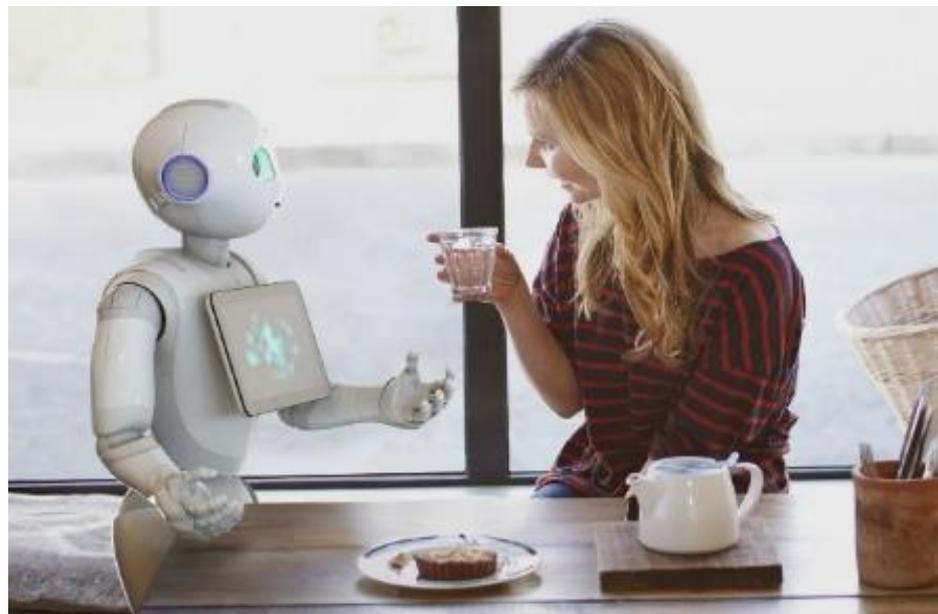
自然语言处理是计算机科学领域与人工智能领域中的一个重要方向。它研究能实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的各种理论和方法。自然语言处理是一门融语言学、计算机科学、数学于一体的科学。



# 3、智能机器人关键技术

## 自然语言处理

人最自然的输入方式，才是最“终极”的输入方式，除了大脑意念控制之外，**最自然的莫过于说话**。随着人工智能、特别是深度学习的技术突破，自然语言识别（语音转录为文字）的**准确率**已经达到与人接近的水平，这为机器人把语音作为主要的输入奠定了基础。



# 3、智能机器人关键技术

## 多传感器信息融合技术

多传感器信息融合亦叫做多传感器数据融合，是对多种信息的获取、表示及其内在联系进行综合处理和优化的技术。它从多信息的视角进行处理及综合，得到各种信息的内在联系和规律，从而剔除无用的错误的信息，得到正确的成分，最终实现信息的优化。



# 3、智能机器人关键技术

## 导航与定位技术

在智能机器人系统中，自主导航是机器人研究领域重点和难点问题，是赋予机器人感知和行动能力的关键。机器人导航主要解决三个问题：我在何处（起点）？我往哪里去（终点）？我如何到达？

目前主流的机器人定位导航技术是SLAM技术。

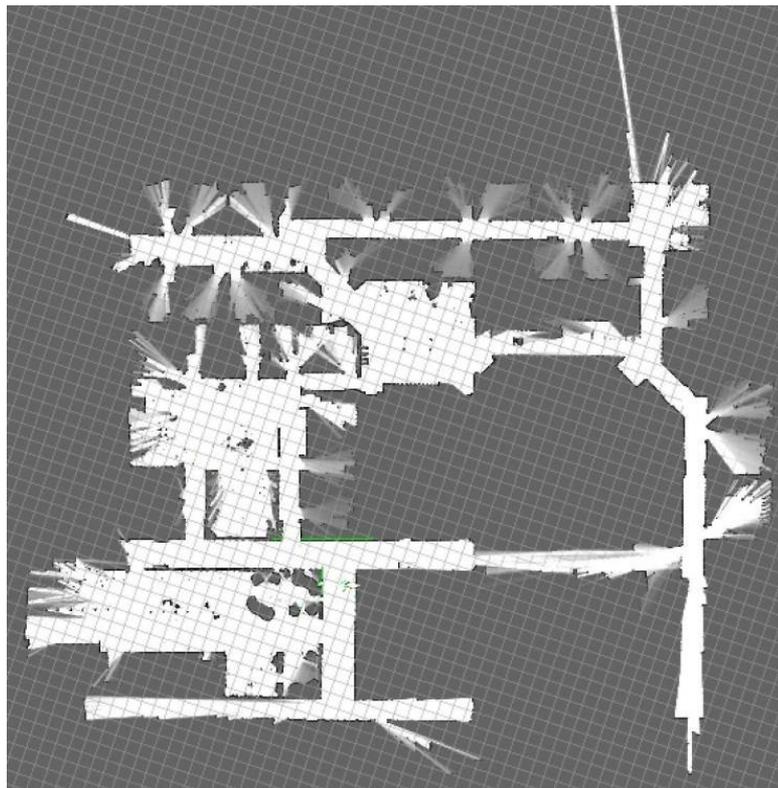
SLAM问题可以描述为：机器人在未知环境中从一个未知环境开始移动，在移动过程中根据位置估计和传感器数据进行自身定位，同时构建增量式地图。目前SLAM技术经典的研究方案：前端图像跟踪、后端非线性优化、闭环检测、闭环优化三步骤，常分为激光SLAM和视觉SLAM。

# 3、智能机器人关键技术

## 导航与定位技术

- 激光SLAM

激光SLAM脱胎于早起的基于测距的定位方法。激光雷达采集到的物体信息呈现一系列分散的、具有准确角度和距离信息的点，称为点云。激光SLAM系统通过对不同时刻的两片点云的匹配与比对，计算激光雷达的相对运动的距离和姿态的改变，完成定位过程。

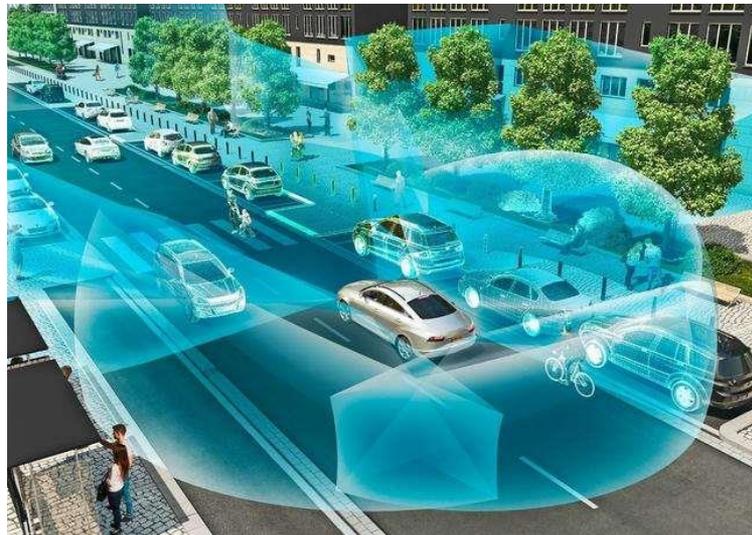


# 3、智能机器人关键技术

## 导航与定位技术

- 视觉SLAM

视觉SLAM可以从环境中获取海量的、富于冗余的纹理信息，拥有超强的场景辨别能力。通常，视觉SLAM系统由前端和后端组成，前端负责通过视觉增量式计算机器人的位姿，而在出现回环时，后端负责发现回环并修正其所处的位姿并且对机器人重定位。



# 3、智能机器人关键技术

## 路径规划技术

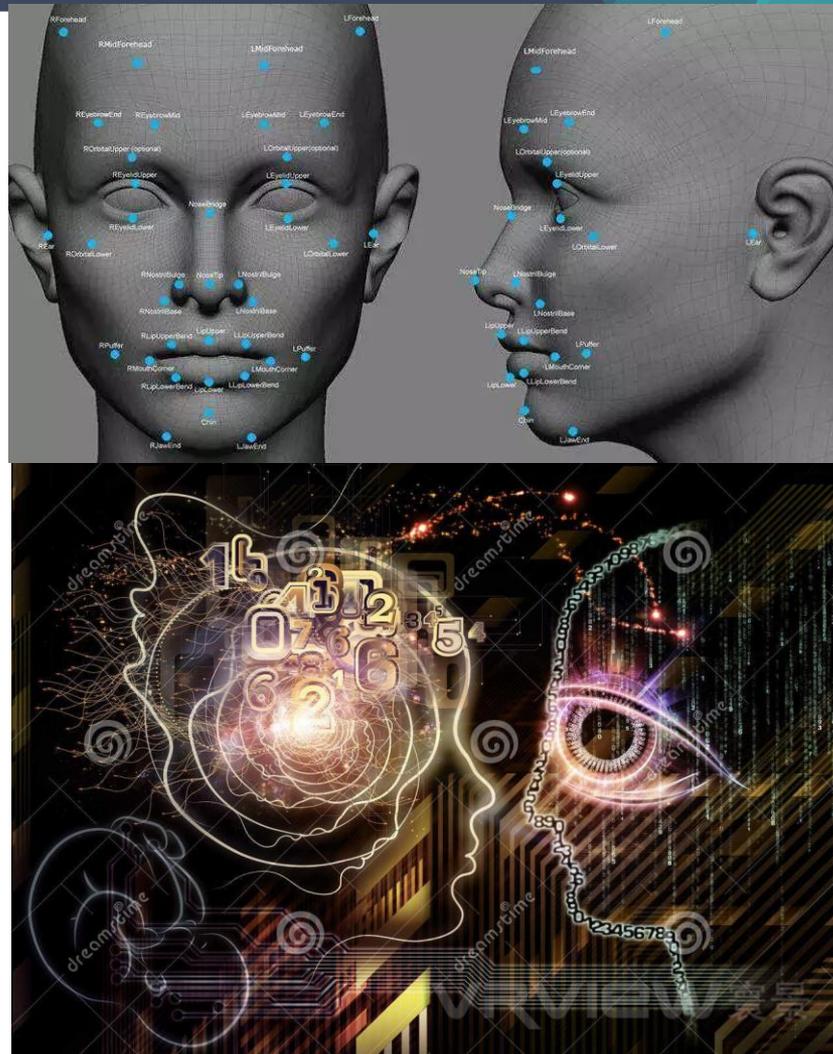
路径规划是智能机器人领域一个重要的分支技术。**最优路径规划**是依据某个或某些优化准则，在机器人的工作空间寻找一条从起点到终点，无碰撞的最优路径。路径规划算法可大致分为传统方法和智能方法两种。



# 3、智能机器人关键技术

## 机器人视觉

视觉系统是智能机器人的重要组成部分，一般由摄像机、图像采集卡和计算机组成。其工作包括图像的获取、图像的处理和分析、输出和显示，核心任务是特征提取、图像分割和图像辨识。如何高效、正确的处理视觉信息是视觉系统的关键问题。



# 3、智能机器人关键技术

## 智能控制

机器人控制技术是智能机器人的**核心技术**之一，近年来不同的学者提出了各种不同的机器人智能控制系统，目前常见的机器人智能控制方法有模糊控制、神经网络控制、滑膜变结构控制以及各种智能控制技术的融合。



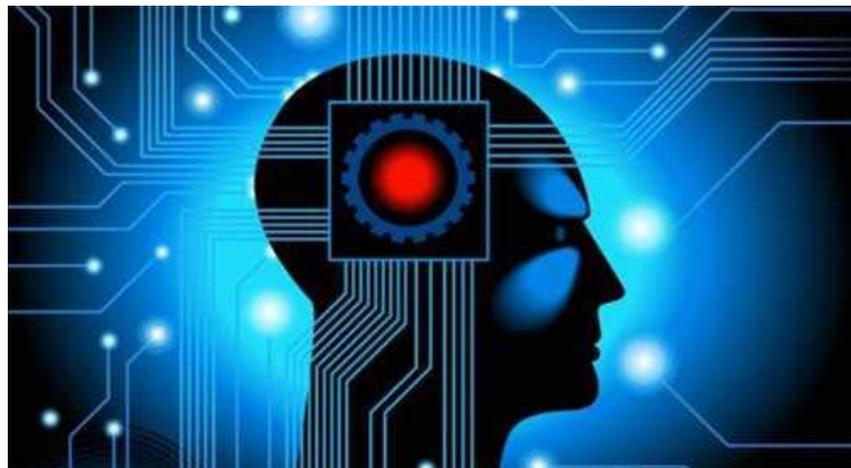
图片来源：视觉中国 www.vcg.com

# 3、智能机器人关键技术

## 多模态人机交互

**“多模态交互”**：即通过文字、语音、视觉、动作、环境等多种方式进行人机交互，充分模拟人与人之间的交互方式。

- 1、多模态语音识别
- 2、多模态人脸识别
- 3、多模态交互意图及情感识别
- 4、多模态动作识别



# 4、智能机器人—国家战略

智能机器人是“中国制造 2025”和《新一代人工智能发展规划》的核心领域，是新一代人工智能的重要载体。

现在

1950s



早期机器人

遥控操作器

1960s-1970s



第一代机器人

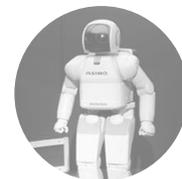
程序控制机器人

1980s-1990s



第二代机器人

自适应机器人



第三代机器人

智能机器人

智能机器人已上升为国家战略！

装备

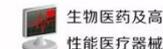
汽车



电力装备



新材料



生物医药及高性能医疗器械



农业机械装备

计算机视觉与NLP

医疗机器人

机器人与自动化

# 三、智能图书盘点机器人

# 湖南卫视—专题报道（2020年12月）

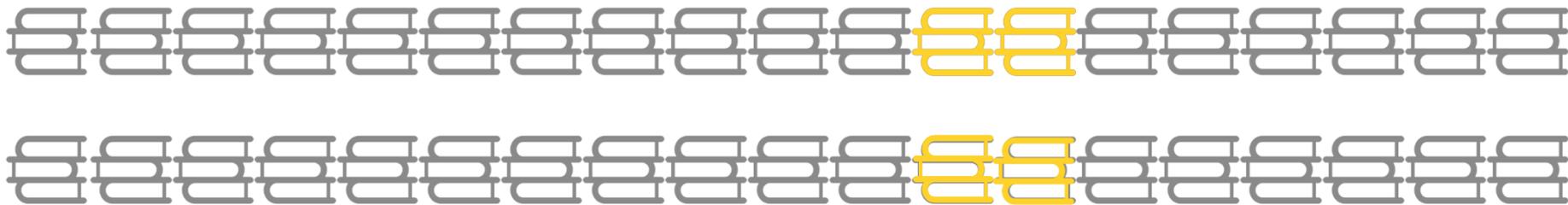


# 1、图书馆现状——错架 ≈ 丢失

图书馆藏书总量  
**34.34** 亿



图书错架率  
**7.5%**



浪费的图书资源  
**2.57** 亿

# 1、图书馆现状——书在哪里？



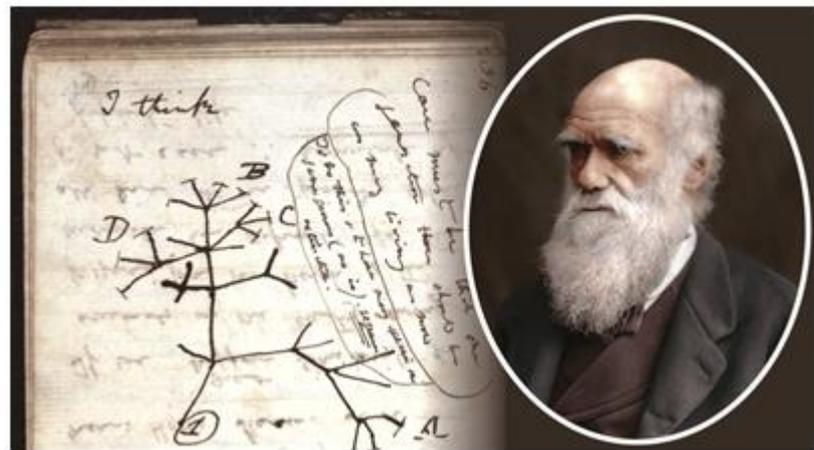
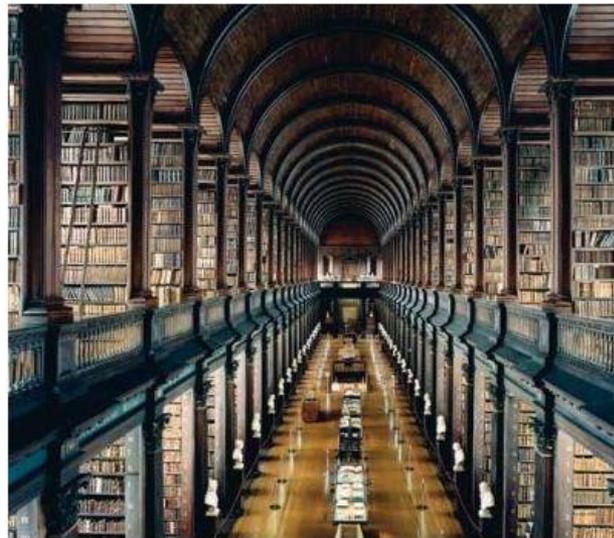
# 1、图书馆现状——千百年来的梦想

- 自古以来一直困扰人类的问题！
- 王莽—西汉末年皇帝
  - 一场读书人发起的“全民大选”
- 朝廷共收到：**487572.00**人上书
  - 核对了当时的政府档案



# 1、图书馆现状——跨越千年的现实

- 2020年：达尔文的两本笔记本原稿在剑桥大学图书馆失踪近二十年。
- 剑桥大学图书馆收藏约一千万本书籍、地图、手稿和其他物品。
- 剑桥大学图书馆拥有超过210公里(130英里)的书架。
- 剑桥大学图书馆太大，搜查一遍得5年。



# 2、我们的方案

1



## 智能机器人

替代图书馆员进行盘点，  
解放不必要的重复劳动，  
从而减少人力消耗。

2



## 射频识别技术

利用机器人搭载的射频识别设备精准获取图书当前位置。

3



## 计算机视觉

使用深度学习在行进过程中实现快速避障，并提供高质量的人机交互。



## 自主导航

基于激光雷达  
自主导航



## 自动充电

保障不间断大  
规模盘点



## 图书定位

射频&视觉精  
准定位



## 信息识别

基于射频标签  
信息标记图书



## 智能避障

基于计算机视  
觉图书避障



## 人机交互

语音识别和脸  
部识别

# 3、关键技术之一：RFID空间感知

读取距离

10米

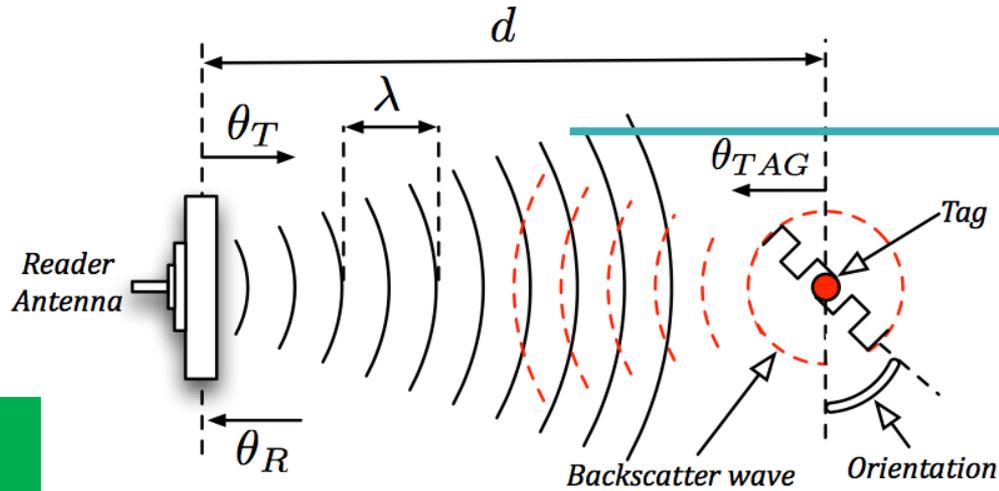
技术挑战

如何精确定位每本书



# 3、关键技术之一：RFID空间感知

2倍距离d

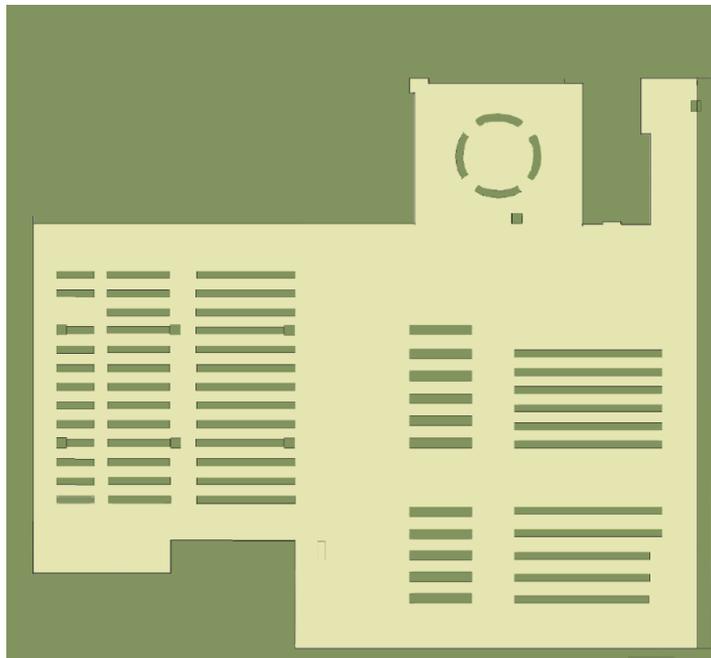


相位

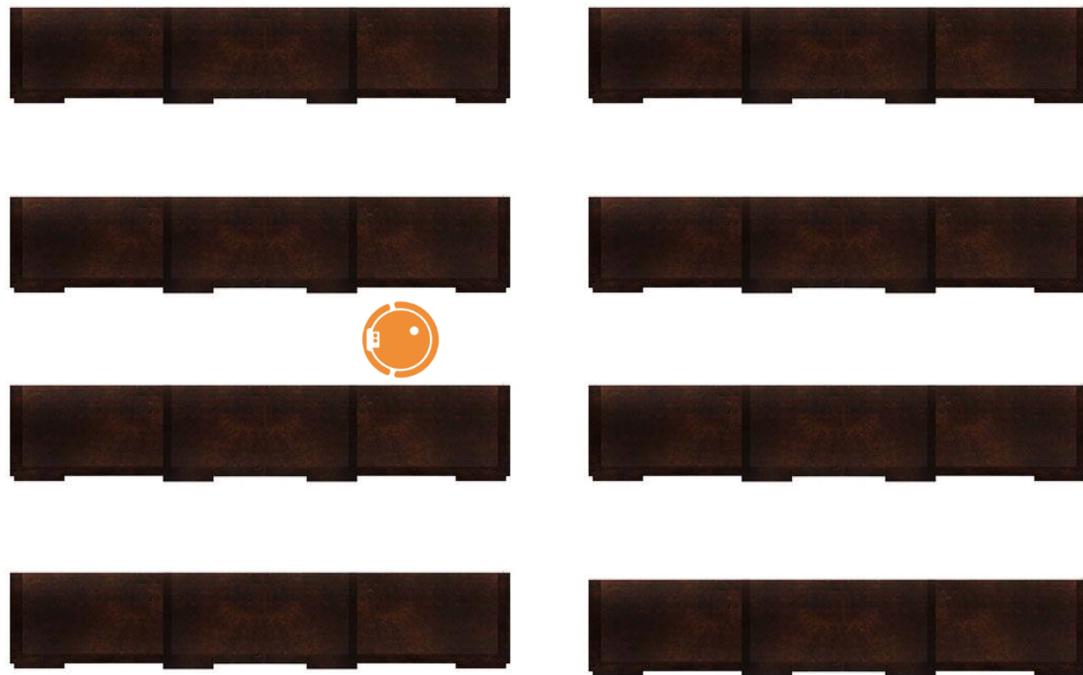
$$\begin{cases} \theta = (2\pi \times \frac{2d}{\lambda} + \mu) \pmod{2\pi} \\ \mu = \theta_{TX} + \theta_{RX} + \theta_{TAG}, \end{cases}$$

设备差异

### 3、关键技术之二：多模态自主导航



图书馆俯视图



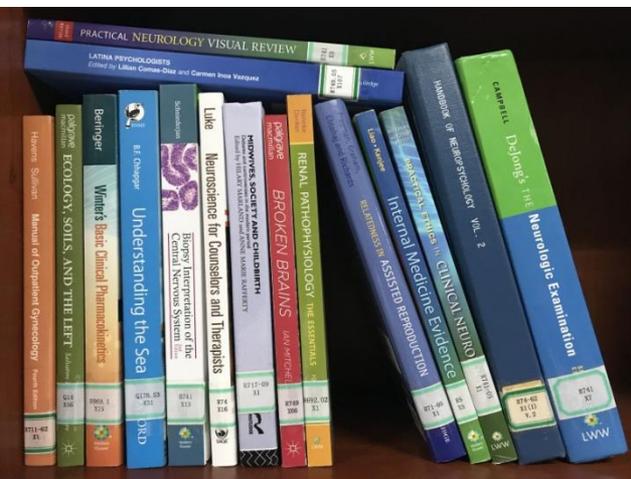
机器人盘点环境相似

### 3、关键技术之三：视觉避障



图书突出

### 3、关键技术之四：基于视觉的书脊信息识别



输入  
图像



图书书  
脊分割



书名检测  
+识别

# 3、关键技术之五：多模态信息融合

## ■ RFID模块

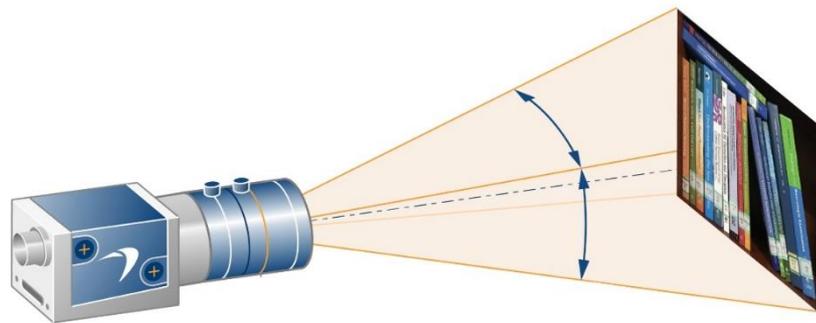
利用RFID 技术，根据信号内传递的标签信息来到达识别图书。

## ■ 视觉模块

利用视觉传感器捕获书脊上的信息，借助图像识别技术，识别图书信息。

## ■ RFID模块与视觉模块融合

既解决由于RFID信号的不稳定性而产生的图书多读和漏读问题，又解决视觉模块因复杂场景而出现的识别错误问题，从而提高图书的识别率与定位精度。



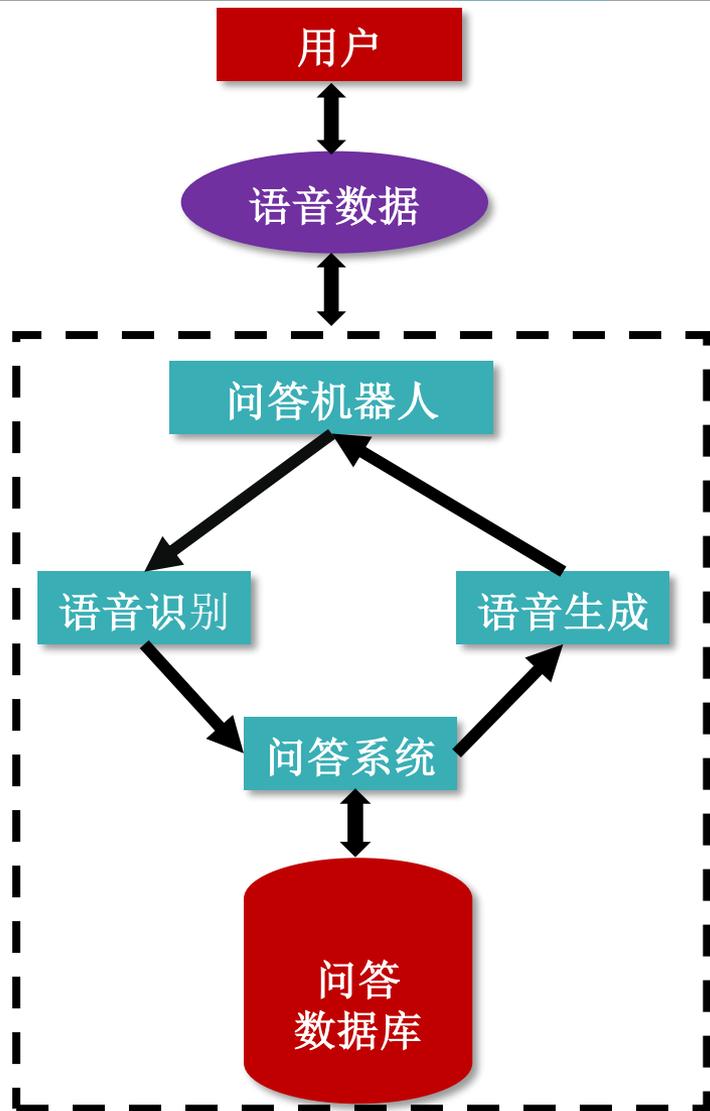
# 3、关键技术之六：人机交互

## ■ 人机交互

图书馆问答机器人用于实现与用户之间的交互，解决用户需求。问答机器人需要识别用户语音提出的问题、理解并回答问题，最后以语音的形式输出。图书馆中的常见问题包括图书馆开闭馆时间、某本书籍的位置信息等。

## ■ 自然语言处理

识别用户的语音、生成答案并将答案合成为语音输出，其中三个环节分别涉及到自然语言处理中的语音识别、问答系统与语音生成技术。



# 四、研发历程

# 1、总书记要求

- **习近平要求**：“广大科技工作者要把论文写在祖国的大地上，把科技成果应用在实现现代化的伟大事业中”。
- **习近平强调**：“在关键领域、卡脖子的地方下大功夫，集合精锐力量，作出战略性安排，尽早取得突破，力争实现我国整体科技水平从跟跑向并行、领跑的战略性转变，在重要科技领域成为领跑者，在新兴前沿交叉领域成为开拓者，创造更多竞争优势”。



## 2、基础研究

- 
- **IEEE/ACM Transactions on Networking (CF-A类期刊)、IEEE Transactions on Mobile Computing (CCF-A类期刊) 和NSDI (CCF-A类会议) 等国际一流学术期刊和一流学术会议上。**

- 近期我们又一篇论学术论文 “**Eingerprint: Robust Energy-related Fingerprinting for Passive RFID Tags**” 在**Proc. of USENIX NSDI, 2020**上发表。
- 

# 3、研究成果—专利



**近40项中国专利 & 6项国际专利**

# 3、研究成果—全球首台盘点机器人



## •智能图书盘点机器人

专利产品：全球首台RFID智能图书盘点机器人，该系统完美地把机器人技术、互联网技术和RFID技术结合在一起，可实现图书馆盘点的自动化作业。

## •RFID图书定位技术

专利产品：国际上保持着该项技术的领先优势，可实现了对图书典藏粒度细致到每一本书，即可以获取每一层图书的排列顺序。

# 3、研究成果—特别金奖

第46届日内瓦国际发明展”上获得最高奖：特别金奖。



# 3、研究成果——特等奖

第22届中国国际工业博览会高校展区优秀展品”

**最高奖项——特等奖**



# 3、研究成果—国家标准立项

SZIC 国家标准化业务管理平台

平台首页 制修订管理 外文版管理 标准样品管理 TC组织管理 TC工作平台

关闭本页

## 图书盘点机器人通用技术条件 (项目编号:2020102880)

制修订: 制定 标准性质: T 项目阶段: 立项阶段 状态: 专业处审核

项目信息 文件&投票 业务流转 协助办理记录 项目公示意见

项目进度

周期统计



### 立项评估

初核意见	建议评估	专家评估意见	建议通过
说明或理由		具体意见或建议	为进一步提高标准名称与内容的一致性, 建议将标准名称调整为《图书盘点机器人通用技术规范》, 同时建议加强与机器人总体组的协调沟通。
项目查重结果	无重复	项目类型	一般性项目
投票情况	通过/反对/实际参与/总人数:42/0/44/45	建议重大项目理由	
领域对口情况	国家机器人标准化总体组		
归口计划完成情况	100%(198/198)		
初核备注			

# 4、智能图书盘点机器人：二代



# 4、智能图书盘点机器人：三代



# 4、智能图书盘点机器人： 四代



# 4、智能图书盘点机器人：五代



# 5、社会反响



典藏机器人3.0发布会 & 与香港中文大学签约仪式



典藏机器人3.0揭幕仪式



全国多家图书馆参观机器人



原哈佛大学教务长、美国工程院院士参观典藏机器人3.0

# 6、媒体报道

CCTV.com 新闻 国内 | 国际 | 经济 |

## 南京大学图书馆首创机器人管理员 查询、统筹、分类样样精通

央视新闻客户端 央视新闻客户端 2017年05月23日 14:44

由南京大学计算机科学与技术系研发的“机器人图书馆管理员”近日正式上岗，该款机器人可以实现自主导航、自动识别和精准定位的功能，同学们只需要在机器人的屏幕上输入书名，就能迅速进行查找。



同时机器人还可以24小时不间断对整个图书馆藏书进行自动化盘点，实时更新盘点到的图书位置信息，包括错架图书的报警功能。（央视记者 马力）



JSTV.com 首页 | 荔枝新闻 | 江苏

## 国内首创:图书馆智能机器人在南京上岗

2017年05月21日 20:50:10 | 来源: 江苏广电融媒体新闻中心



由南京大学经过近六年时间自主研发的原创科研成果——图书馆智能机器人日前在南京投放使用。这款机器人拥有超高频RFID技术、互联网技术、物联网技术和人工智能等多项新技术，能24小时不间断地对整个图书馆藏书进行自动化盘点，并实时更新盘点到的最新图书位置信息，一个小时可以盘点一万册图书，准确率在99%以上。



光明网 首页 > 地方频道 > 地方频道 - 江苏 > 要闻

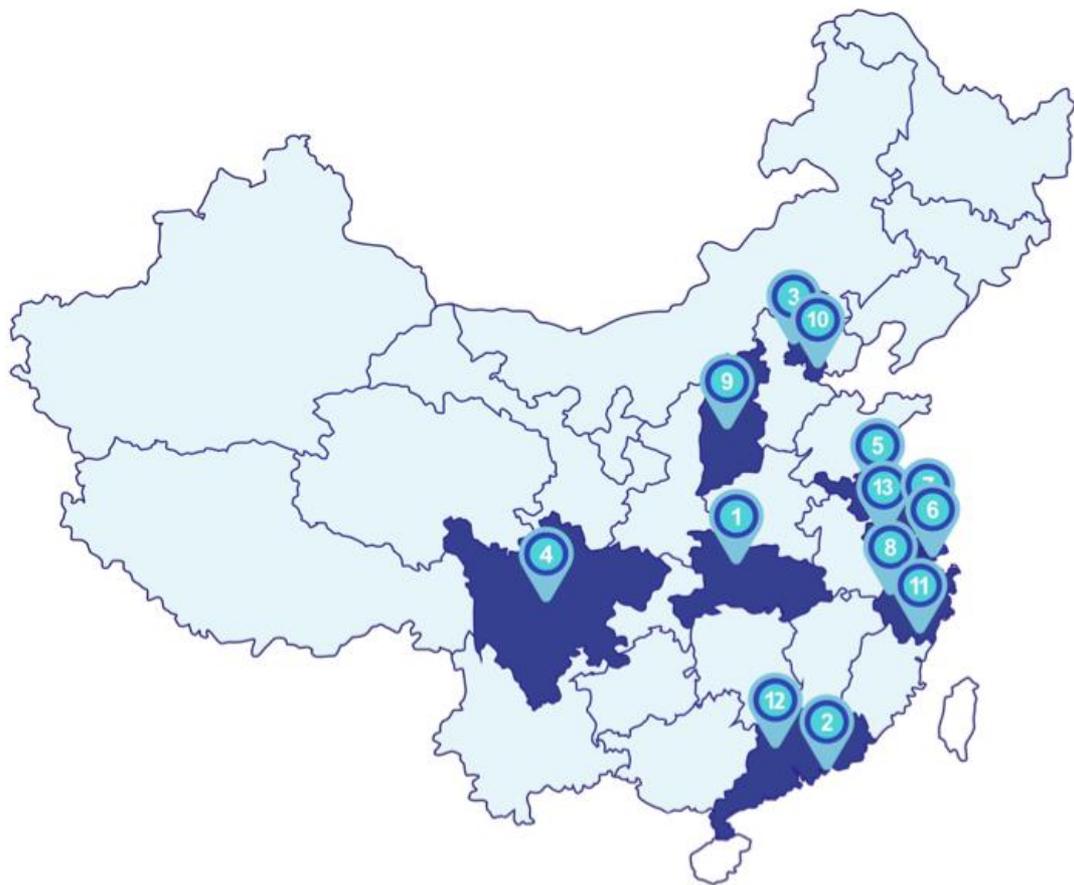
## 南京大学智慧图书馆二期（智能机器人）正式发布

2017-05-18 17:38 来源: 光明网



光明网南京5月18日电（高雅 李锦）5月18日上午，作为坚持“以问题为导向，做原创科研”的丰硕成果，由南京大学计算机科学与技术系、计算机软件新技术国家重点实验室陈力军教授课题组研发的智慧图书馆二期（智能机器人）在南京大学村图书馆正式发布。

# 7、目前用户（部分）



- 1 **武汉大学** (超高频, 2017)
- 2 **香港中文大学(深圳)** (超高频, 2018)
- 3 **中国农业大学** (超高频, 2018)
- 4 **成都大学** (超高频, 2019)
- 5 **南京大学** (超高频, 2019)
- 6 **同济大学** (超高频, 2019)
- 7 **华东师范大学** (超高频, 2019)
- 8 **浙江外国语学院** (超高频, 2019)
- 9 **太原第二外国语学校** (超高频, 2020)
- 10 **天津中新友好图书馆** (高频, 2019)
- 11 **宁波大学园区图书馆** (高频, 2020)
- 12 **广州越秀区图书馆** (高频, 2020)
- 13 **昆山市图书馆** (高频, 2020)

# 7、目前用户——用户案例

夏正伟 李 全 端文慧 傅 平：RFID图书自动盘点机器人应用研究——以武汉大学图书馆为例  
Xia Zhengwei, Li Quan, Duan Wenhui, Fu Ping: Research on the Application of RFID Automated Inventory Robot: A Case Study of Wuhan University Library

61

## RFID图书自动盘点机器人应用研究\*

——以武汉大学图书馆为例

夏正伟<sup>1, 2</sup> 李 全<sup>2</sup> 端文慧<sup>3</sup> 傅 平<sup>4</sup> (1 武汉大学信息管理学院 2 武汉大学图书馆 3 水利部中国科学院水工程生态研究所 4 美国中央华盛顿大学图书馆)

**摘 要** 图书盘点是RFID技术在图书馆领域的常见应用，但通常需要耗费大量的人力与时间，业界迫切需要实现更高效、更准确地自动盘点。本文介绍了武汉大学图书馆近年来在RFID图书自动盘点机器人应用上的实践，并验证其盘点的准确率和工作效率，对进一步的优化提出了建议。

**关键词** 自动盘点机器人 图书盘点 图书定位 馆藏管理

DOI: 10.13663/j.cnki.lj.2020.01.007

《图书馆杂志》（2020年第1期，总第345期）

# 五、中国梦-我的梦

# 1、中国梦-我的梦



## 2、一带一路-我的梦

- **《习近平谈治国理政》海外版：**  
畅销 **160 多个国家和地区**，海外发行量突破 **160 万册**，成为改革开放以来在海外最具影响力的中国领导人著作



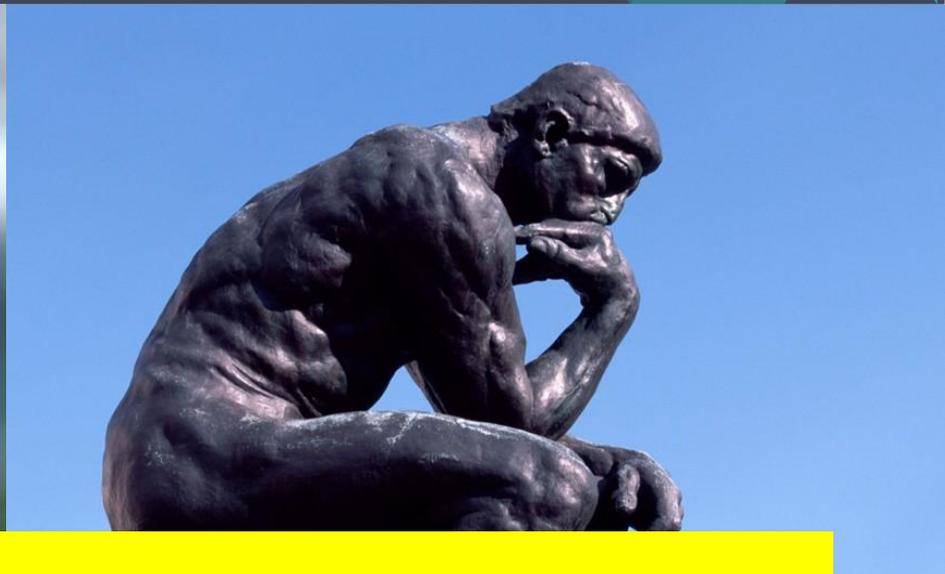
- **文外发〔2016〕40号**：《文化部“一带一路”文化发展行动计划（2016—2020年）》的通知
- 加强与“一带一路”沿线国家和地区的文明互鉴与民心相通，切实**推动文化交流、文化传播、文化贸易创新发展**

# 六、结束语

# 1、机器人之演化



# 1、机器人之演化

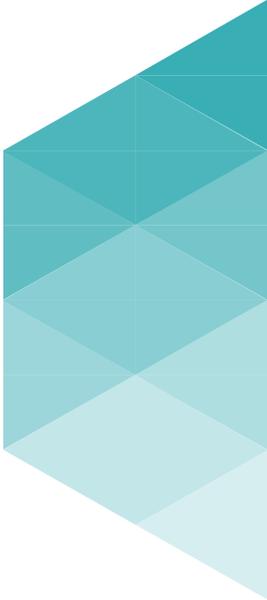
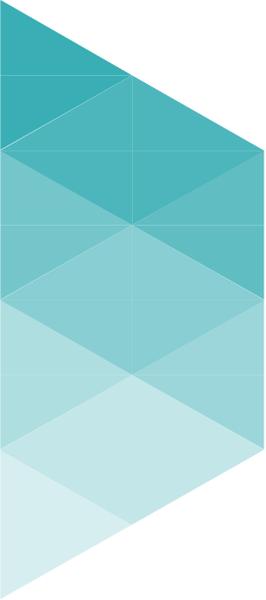


• 在冰冷的机器中注入灵魂！



## 2、工匠精神





# 谢谢!

---

18951991936 (微信、手机)  
chenlj@nju.edu.cn