

人-机器人交互 (三)

Human-Robot Interaction (HRI)

章宗长

Email: zzz@mail.ustc.edu.cn

中国科学技术大学 多智能体系统实验室

2009 年 8 月 25 日



目录

- ① HRI的应用领域
- ② 研究HRI的科学方法
- ③ 当前HRI研究中遇到的挑战性问题
- ④ 与HRI紧密相关的研究领域

① HRI的应用领域

② 研究HRI的科学方法

③ 当前HRI研究中遇到的挑战性问题

④ 与HRI紧密相关的研究领域

机器人扮演的角色

- Scholtz将HRI领域中的机器人按角色分成了五类：
 - 监督者 (Supervisor)
 - 操作者 (Operator)
 - 机械师 (Mechanic)
 - 合作者 (Peer)
 - 旁观者 (Bystander)

机器人扮演的角色

- Scholtz将HRI领域中的机器人按角色分成了五类：
 - 监督者 (Supervisor)
 - 操作者 (Operator)
 - 机械师 (Mechanic)
 - 合作者 (Peer)
 - 旁观者 (Bystander)
- Michael A.Goodrich等人在此基础上增加了两个角色：
 - 指导者 (Mentor)
 - 信息消费者 (Information Consumer)

交互类型及角色

Application area	Remote/ Proximate	Role	Example
Search and rescue	Remote	Human is supervisor or operator	Remotely operated search robots
	Proximate	Human and robot are peers	Robot supports unstable structures
Assistive robotics	Proximate	Human and robot are peers, or robot is tool	Assistance for the blind, and therapy for the elderly
	Proximate	Robot is mentor	Social interaction for autistic children
Military and police	Remote	Human is supervisor	Reconnaissance, de-mining
	Remote or Proximate	Human and robot are peers	Patrol support
	Remote	Human is information consumer	Commander using reconnaissance information
Edutainment	Proximate	Robot is mentor	Robotic classroom assistant
		Robot is mentor	Robotic museum tour guide
		Robot is peer	Social companion
Space	Remote	Human is supervisor or operator	Remote science and exploration
	Proximate	Human and robot are peers	Robotic astronaut assistant
Home and industry	Proximate	Human and robot are peers	Robotic companion
	Proximate	Human is supervisor	Robotic vacuum
	Remote	Human is supervisor	Robot construction

图 1: 不同领域的交互类型及机器人扮演的角色

HRI的应用领域

- 搜索和救援
- 助手
- 教育
- 娱乐
- 军事
- 空间探索
- 无人航空器(UAV)
- 无人水下航行器(UUV)

搜索和救援机器人

- HRI研究最热门的应用领域是：城市中的搜索和救援 (urban search and rescue, USAR)。

搜索和救援机器人

- HRI研究最热门的应用领域是：城市中的搜索和救援 (urban search and rescue, USAR)。
- 一个众所周知的例子是：9.11事件后，机器人在世贸中心的废墟中执行的搜救行动。

搜索和救援机器人

- HRI研究最热门的应用领域是：城市中的搜索和救援 (urban search and rescue, USAR)。
- 一个众所周知的例子是：9.11事件后，机器人在世贸中心的废墟中执行的搜救行动。
- 由于政府和学术机构的共同努力，USAR已经发展成HRI领域中一个重要的研究方向。

搜索和救援机器人

- HRI研究最热门的应用领域是：城市中的搜索和救援 (urban search and rescue, USAR)。
- 一个众所周知的例子是：9.11事件后，机器人在世贸中心的废墟中执行的搜救行动。
- 由于政府和学术机构的共同努力，USAR已经发展成HRI领域中一个重要的研究方向。
- 目前，研究者们已经提供了标准的USAR测试平台和制定了相应的性能度量标准，也有一些机器人相关的会议提供USAR竞赛。

助手机器人

- 助手机器人的研究也是HRI最热门的应用领域之一，虽然人们设计助手机器人的目的是为人类提供服务，但是在这个领域中，机器人大多扮演着人类的合作者或指导者的角色。

助手机器人

- 助手机器人的研究也是HRI最热门的应用领域之一，虽然人们设计助手机器人的目的是为人类提供服务，但是在这个领域中，机器人大多扮演着人类的合作者或指导者的角色。
- 研究助手机器人的目的是使人们能够独立地完成更多的事情。

助手机器人

- 助手机器人的研究也是HRI最热门的应用领域之一，虽然人们设计助手机器人的目的是为人类提供服务，但是在这个领域中，机器人大多扮演着人类的合作者或指导者的角色。
- 研究助手机器人的目的是使人们能够独立地完成更多的事情。
- 在人口老龄化比较严重的国家里，助手机器人有着广阔的运用前景。

助手机器人

- 助手机器人的研究也是HRI最热门的应用领域之一，虽然人们设计助手机器人的目的是为人类提供服务，但是在这个领域中，机器人大多扮演着人类的合作者或指导者的角色。
- 研究助手机器人的目的是使人们能够独立地完成更多的事情。
- 在人口老龄化比较严重的国家里，助手机器人有着广阔的运用前景。
- 对于身体上有缺陷和精神上有问题的人群而言，助手机器人能够为他们提供交互和治疗的机会。例如：通过助手机器人可以提高有自闭症的儿童的社会交互能力。

助手机器人

- 助手机器人的研究也是HRI最热门的应用领域之一，虽然人们设计助手机器人的目的是为人类提供服务，但是在这个领域中，机器人大多扮演着人类的合作者或指导者的角色。
- 研究助手机器人的目的是使人们能够独立地完成更多的事情。
- 在人口老龄化比较严重的国家里，助手机器人有着广阔的运用前景。
- 对于身体上有缺陷和精神上有问题的人群而言，助手机器人能够为他们提供交互和治疗的机会。例如：通过助手机器人可以提高有自闭症的儿童的社会交互能力。
- HRI研究给社会带来的价值不仅存在于助手机器人之中，还存在于许多近距交互的机器人中。

助手机器人 (cont'd)

- 目前，研究者们正在设计为身体上有缺陷的人群提供治疗服务的机器人。

助手机器人 (cont'd)

- 目前，研究者们正在设计为身体上有缺陷的人群提供治疗服务的机器人。
- 智能轮椅是一种用外部感知来为人提供路径规划，避障等功能的机器人。

助手机器人 (cont'd)

- 目前，研究者们正在设计为身体上有缺陷的人群提供治疗服务的机器人。
- 智能轮椅是一种用外部感知来为人提供路径规划，避障等功能的机器人。
- 与人进行物理上交互的机器人不仅有为身体上有缺陷的人群提供服务的助手机器人，还有在工业领域提供服务的助手机器人。

助手机器人 (cont'd)

- 目前，研究者们正在设计为身体上有缺陷的人群提供治疗服务的机器人。
- 智能轮椅是一种用外部感知来为人提供路径规划，避障等功能的机器人。
- 与人进行物理上交互的机器人不仅有为身体上有缺陷的人群提供服务的助手机器人，还有在工业领域提供服务的助手机器人。
- 助手机器人这个方向得到的研究成果可以运用于近距物理交互和远程遥控问题中。

助手机器人 (cont'd)



图 2: 清洁机器人、垃圾收集机器人、安全监督机器人和轮椅机器人

教育机器人

- 一些研究者正在探索如何使用机器人为小孩提供教育。

教育机器人

- 一些研究者正在探索如何使用机器人为小孩提供教育。
- 教育机器人是由生产厂商专门开发的以激发学生学习兴趣、培养学生综合能力为目标的机器人成品、套装或散件。它除了机器人机体本身之外，还有相应的控制软件和教学课本等。

教育机器人

- 一些研究者正在探索如何使用机器人为小孩提供教育。
- 教育机器人是由生产厂商专门开发的以激发学生学习兴趣、培养学生综合能力为目标的机器人成品、套装或散件。它除了机器人机体本身之外，还有相应的控制软件和教学课本等。
- 个人服务机器人的研究者正试图让机器人服务的人群扩展到所有类型的人群之中。

娱乐机器人

- 娱乐机器人以供人观赏、娱乐为目的，具有机器人的外部特征，可以像人，像某种动物，像童话或科幻小说中的人物等。同时具有机器人的功能，可以行走或完成动作，可以有语言能力，会唱歌，有一定的感知能力。

娱乐机器人

- 娱乐机器人以供人观赏、娱乐为目的，具有机器人的外部特征，可以像人，像某种动物，像童话或科幻小说中的人物等。同时具有机器人的功能，可以行走或完成动作，可以有语言能力，会唱歌，有一定的感知能力。
- 目前，在多数娱乐机器人产品中，不太注重HRI的设计，使得人扮演的角色往往是一个观察者而不是一个参与者。

娱乐机器人

- 娱乐机器人以供人观赏、娱乐为目的，具有机器人的外部特征，可以像人，像某种动物，像童话或科幻小说中的人物等。同时具有机器人的功能，可以行走或完成动作，可以有语言能力，会唱歌，有一定的感知能力。
- 目前，在多数娱乐机器人产品中，不太注重HRI的设计，使得人扮演的角色往往是一个观察者而不是一个参与者。
- 2005年，日本爱知 (AICHI) 举办的博览会上展示了许多款造型别致的娱乐机器人。

娱乐机器人

- 娱乐机器人以供人观赏、娱乐为目的，具有机器人的外部特征，可以像人，像某种动物，像童话或科幻小说中的人物等。同时具有机器人的功能，可以行走或完成动作，可以有语言能力，会唱歌，有一定的感知能力。
- 目前，在多数娱乐机器人产品中，不太注重HRI的设计，使得人扮演的角色往往是一个观察者而不是一个参与者。
- 2005年，日本爱知 (AICHI) 举办的博览会上展示了许多款造型别致的娱乐机器人。
- CMU制造出的机器人Valerie扮演着一个接待员的角色，但是她会通过鼓励用户问她接待员角色以外的事情来增加与用户的交互。

娱乐机器人 (cont'd)

- 娱乐机器人还包括：会讲故事的机器人、舞伴机器人和机器人宠物等。



图 3：会打鼓跳舞的机器人HRP-2m、举哑铃的机器人

军用机器人

- 军用机器人通常被指派去完成那些乏味、肮脏、危险的工作。典型运用如：炸弹处理，通过远程操作对危险物品进行检查。

军用机器人

- 军用机器人通常被指派去完成那些乏味、肮脏、危险的工作。典型运用如：炸弹处理，通过远程操作对危险物品进行检查。
- 军用机器人是机器人应用领域的一个极为重要的分支。它的外形有的像人，有的像某种动物，有的什么也不像，有的很大，有的很小。这些机器人广泛应用在排雷、拆除炸弹、侦察、救援等方面。

军用机器人

- 军用机器人通常被指派去完成那些乏味、肮脏、危险的工作。典型运用如：炸弹处理，通过远程操作对危险物品进行检查。
- 军用机器人是机器人应用领域的一个极为重要的分支。它的外形有的像人，有的像某种动物，有的什么也不像，有的很大，有的很小。这些机器人广泛应用在排雷、拆除炸弹、侦察、救援等方面。
- 军用机器人在战场上具备很多优点：刀枪不入、百毒不侵、不会生病、不会疲倦、不用休息等。这些都是普通士兵们不具备的优势。随着科技的发展，机器人在未来的战场上是不可忽视的军事力量。

军用机器人 (cont'd)



图 4: 军用机器人

空间探索机器人

- 从某种意义上看，卫星也算是空间探索机器人，只不过这种机器人高度自主，很少需要人与它进行交互。

空间探索机器人

- 从某种意义上看，卫星也算是空间探索机器人，只不过这种机器人高度自主，很少需要人与它进行交互。
- 前苏联科学家发明了探索月球表面的月球自动车。

空间探索机器人

- 从某种意义上看，卫星也算是空间探索机器人，只不过这种机器人高度自主，很少需要人与它进行交互。
- 前苏联科学家发明了探索月球表面的月球自动车。
- NASA发明了探索火星表面的“勇气”号和“机遇”号。

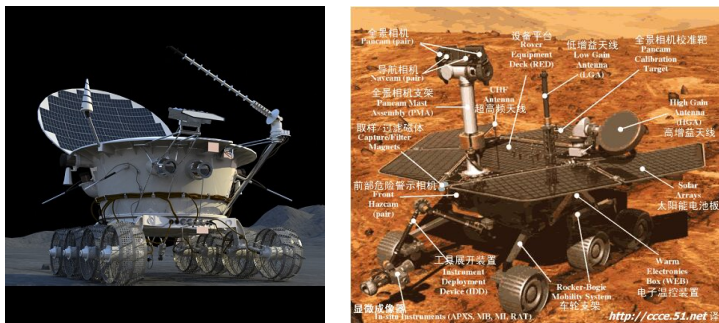


图 5：空间探索机器人

空间探索机器人 (cont'd)

- 科学家们不仅利用机器人来探索月球和火星，而且利用机器人在太空船外执行任务。这些机器人的设计就使用了许多HRI技术。

空间探索机器人 (cont'd)

- 科学家们不仅利用机器人来探索月球和火星，而且利用机器人在太空船外执行任务。这些机器人的设计就使用了许多HRI技术。
- NASA开发的机器人 Robonaut 就是一个成功的例子。

空间探索机器人 (cont'd)

- 科学家们不仅利用机器人来探索月球和火星，而且利用机器人在太空船外执行任务。这些机器人的设计就使用了许多HRI技术。
- NASA开发的机器人 Robonaut 就是一个成功的例子。
- 上世纪九十年代，CMU 机器人学研究中心FRC研制的火山勘探者 Dante 是另一个成功的例子。



图 6: Robonaut和Dante

无人航空器

- 无人航空器 (Unmanned Air Vehicles, UAVs) 已经快速发展为HRI和航空领域一个热门的研究方向。

无人航空器

- 无人航空器 (Unmanned Air Vehicles, UAVs) 已经快速发展为HRI和航空领域一个热门的研究方向。
- UAV通常有六个自由度，由人遥控操作执行。

无人航空器

- 无人航空器 (Unmanned Air Vehicles, UAVs) 已经快速发展为HRI和航空领域一个热门的研究方向。
- UAV通常有六个自由度，由人遥控操作执行。
- 现在UAV主要用于侦察领域，将来还可以运用到污染防治，森林火灾监视等领域中。



图 7: UAVs

水下无人航行器

- 水下无人航行器 (Unmanned Underwater Vehicles, UUVs) 和UAVs的设计有许多相似之处。

水下无人航行器

- 水下无人航行器 (Unmanned Underwater Vehicles, UUVs) 和UAVs的设计有许多相似之处。
- UUVs有广阔的应用前景，人们使用它来探寻水底宝藏、结构、生命等。



图 8: UUVs

其它领域

- 机器人还可以运用到家庭，制造，仓库管理，采矿，农业等行业中。

其它领域

- 机器人还可以运用到家庭，制造，仓库管理，采矿，农业等行业中。
- 这些领域有的使用了许多HRI技术；有些声称自己正在设计完全自主机器人，之所以要HRI是因为机器人的自主程度还不算高。

其它领域

- 机器人还可以运用到家庭，制造，仓库管理，采矿，农业等行业中。
- 这些领域有的使用了许多HRI技术；有些声称自己正在设计完全自主机器人，之所以要HRI是因为机器人的自主程度还不算高。
- 即使那些需要完全自主机器人的领域，在引入HRI后，也能够使机器人的有用性和安全性很大程度地提高。



图 9：机器人瓦力

- 1 HRI的应用领域
- 2 研究HRI的科学方法
- 3 当前HRI研究中遇到的挑战性问题
- 4 与HRI紧密相关的研究领域

引言

- 一个研究领域成熟的标志是：形成了一系列研究该领域的科学方法，提出了该领域里的一系列挑战性问题以及出现了贯穿该领域的研究主题。

引言

- 一个研究领域成熟的标志是：形成了一系列研究该领域的科学方法，提出了该领域里的一系列挑战性问题以及出现了贯穿该领域的研究主题。
- 研究HRI的科学方法有：
 - 多学科相结合
 - 搭建实验平台
 - 仿真实验和实体实验相结合
 - 建立起统一的度量标准
 - 长期研究

多学科相结合

- HRI研究通常涉及到的研究领域包括：机器人学，电子和机械工程学，计算机科学，人-计算机交互，认知科学，人因工程学等。

多学科相结合

- HRI研究通常涉及到的研究领域包括：机器人学，电子和机械工程学，计算机科学，人-计算机交互，认知科学，人因工程学等。
- 另外，与HRI相关的学科包括：设计学，组织行为学，社会学等。

多学科相结合

- HRI研究通常涉及到的研究领域包括：机器人学，电子和机械工程学，计算机科学，人-计算机交互，认知科学，人因工程学等。
- 另外，与HRI相关的学科包括：设计学，组织行为学，社会学等。
- 一些会议通过选择不同领域的专家来审稿的方式来鼓励对HRI进行多学科的研究。

搭建实验平台

- HRI领域的专家普遍认同一种研究方法：先做一个实体机器人，然后再在这个实体机器人上做一些有针对性的实验。

搭建实验平台

- HRI领域的专家普遍认同一种研究方法：先做一个实体机器人，然后再在这个实体机器人上做一些有针对性的实验。
- 一些理论结果固然重要，但HRI领域更倾向于用实验检测的方法来证明一个设计方法或原则的优劣。

搭建实验平台

- HRI领域的专家普遍认同一种研究方法：先做一个实体机器人，然后再在这个实体机器人上做一些有针对性的实验。
- 一些理论结果固然重要，但HRI领域更倾向于用实验检测的方法来证明一个设计方法或原则的优劣。
- 对一些交互过程从心理学的角度上来分析解释固然重要，但HRI领域更倾向于探索各种交互中潜在的设计原则，因此HRI研究更倾向于工程，评估和建模等方向。

仿真实验和实体实验相结合

- 一方面，由于成本和可靠性的问题，很难用实体机器人来完成受周密控制的实验；

仿真实验和实体实验相结合

- 一方面，由于成本和可靠性的问题，很难用实体机器人来完成受周密控制的实验；
- 另一方面，仿真的实验结果很难在实体机器上重复，因为实体机器人遇到的许多细节问题不能在仿真实验中得到体现。

仿真实验和实体实验相结合

- 一方面，由于成本和可靠性的问题，很难用实体机器人来完成受周密控制的实验；
- 另一方面，仿真的实验结果很难在实体机器上重复，因为实体机器人遇到的许多细节问题不能在仿真实验中得到体现。
- 一些研究者在探索利用仿真来支持HRI的设计。

建立起统一的度量标准

- 在建立统一的度量标准方面，USAR，空间探索和UAV等领域的研究者们取得了一些实质性的成果。

建立起统一的度量标准

- 在建立统一的度量标准方面，USAR，空间探索和UAV等领域的研究者们取得了一些实质性的成果。
- 可参考的文献有：
 - Common metrics for human-robot interaction
 - A standard test course for urban search and rescue robots
 - Assessment of the NIST standard test bed for urban search and rescue
 - Human-robot interaction across the space enterprise
 - Toward human-robot interface standards: Use of standardization and intelligent subsystems for advancing human-robotic competency in space exploration

长期研究

- 长期研究需要有时间和财政上的支持。

长期研究

- 长期研究需要有时间和财政上的支持。
- 许多机器人的可靠性得不到保证，而个人家庭服务机器人等应用的需求使得长期研究有重要的意义。

长期研究

- 长期研究需要有时间和财政上的支持。
- 许多机器人的可靠性得不到保证，而个人家庭服务机器人等应用的需求使得长期研究有重要的意义。
- 欧洲的项目 COGNIRON (Cognitive Robot Companion) 是长期研究的一个范例。

- 1 HRI的应用领域
- 2 研究HRI的科学方法
- 3 当前HRI研究中遇到的挑战性问题
- 4 与HRI紧密相关的研究领域

挑战性问题

- 每个研究领域都有一些挑战性问题，研究者们共同努力解决这些挑战性问题从而促进了这些领域的发展。

挑战性问题

- 每个研究领域都有一些挑战性问题，研究者们共同努力解决这些挑战性问题从而促进了这些领域的发展。
- HRI研究中遇到的挑战性问题
 - 搜索救援机器人技术
 - 军用侦察机器人技术
 - 空间机器人技术
 - 助手机器人技术
 - 类人机器人技术
 - 自然语言交互技术

挑战性问题 (cont'd)

- USAR 具有搜援环境无结构的特点。解决 USAR 难题需要解决好机器人的可移动性，机器人的通讯，地图的绘制及状况认证等问题。

挑战性问题 (cont'd)

- USAR 具有搜援环境无结构的特点。解决 USAR 难题需要解决好机器人的可移动性，机器人的通讯，地图的绘制及状况认证等问题。
- 用于军用侦察的机器人也具有环境无结构的特点。需要训练有速的操作者在高度紧张的环境中对这些机器人进行控制。

挑战性问题 (cont'd)

- USAR 具有搜援环境无结构的特点。解决 USAR 难题需要解决好机器人的可移动性，机器人的通讯，地图的绘制及状况认证等问题。
- 用于军用侦察的机器人也具有环境无结构的特点。需要训练有速的操作者在高度紧张的环境中对这些机器人进行控制。
- 空间机器人技术同样面临环境无结构的特点，它们中许多需要在极度恶劣的环境下工作。另外，空间机器人技术的特点包括：要求操作者接受过严格的训练，通讯受限，能力受限甚至操作者的可移动性受限等特点。

挑战性问题 (cont'd)

- 助手机器人技术的难点在于近距离交互以及人的脆弱性，另外，助手机器人应该具备进化出没有预料到的交互模式的能力。

挑战性问题 (cont'd)

- 助手机器人技术的难点在于近距交互以及人的脆弱性，另外，助手机器人应该具备进化出没有预料到的交互模式的能力。
- 类人机器人技术的挑战是机器人的动作和表情都要像人，它出现以后，社会交互和情感交互会变得极为重要。

挑战性问题 (cont'd)

- 助手机器人技术的难点在于近距交互以及人的脆弱性，另外，助手机器人应该具备进化出没有预料到的交互模式的能力。
- 类人机器人技术的挑战是机器人的动作和表情都要像人，它出现以后，社会交互和情感交互会变得极为重要。
- 自然语言交互的难点是语音识别和语言理解，以及带来的混合式驱动交互，多模态交互，认知建模等问题。

解决办法的主题 (Solution Themes)

- HRI 中有许多问题是不受应用领域限制的，这些问题包括：自主性，信息共享和评估。

解决办法的主题 (Solution Themes)

- HRI 中有许多问题是不受应用领域限制的，这些问题包括：自主性，信息共享和评估。
- 从这些问题当中，可以提炼出一些解决办法的主题，一旦这些主题得到解决，许多问题自然能得到解决。

解决办法的主题 (cont'd)

- 这些主题包括：
 - 动态自主性，混合式驱动交互和对话
 - 远程交互中的远程呈现(telepresence)和信息融合(information fusion)
 - 认知建模
 - 团队的组织 and 动力学
 - 交互学习

- 1 HRI的应用领域
- 2 研究HRI的科学方法
- 3 当前HRI研究中遇到的挑战性问题
- 4 与HRI紧密相关的研究领域

与HRI紧密相关的研究领域

- 遥控机器人技术与遥控操作技术

与HRI紧密相关的研究领域

- 遥控机器人技术与遥控操作技术
- 人因工程学与自动科学

与HRI紧密相关的研究领域

- 遥控机器人技术与遥控操作技术
- 人因工程学与自动科学
- 航空学和空中交通控制
- 智能车辆系统

与HRI紧密相关的研究领域

- 遥控机器人技术与遥控操作技术
- 人因工程学与自动科学
- 航空学和空中交通控制
- 智能车辆系统
- 人-计算机交互

与HRI紧密相关的研究领域

- 遥控机器人技术与遥控操作技术
- 人因工程学与自动科学
- 航空学和空中交通控制
- 智能车辆系统
- 人-计算机交互
- 人工智能和控制论

与HRI紧密相关的研究领域

- 遥控机器人技术与遥控操作技术
- 人因工程学与自动科学
- 航空学和空中交通控制
- 智能车辆系统
- 人-计算机交互
- 人工智能和控制论
- 触觉学和遥控操作

遥控机器人技术与遥控操作技术

- Sheridan 的论文和专著是遥控机器人和监督控制领域最有影响的文献。

遥控机器人技术与遥控操作技术

- Sheridan 的论文和专著是遥控机器人和监督控制领域最有影响的文献。
- 1992年，Sheridan 在专著中“Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control”概述了当时HRI的研究现状，包括：一些公开问题，数学模型和信息流等。

遥控机器人技术与遥控操作技术

- Sheridan 的论文和专著是遥控机器人和监督控制领域最有影响的文献。
- 1992年, Sheridan 在专著中“Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control”概述了当时HRI的研究现状, 包括: 一些公开问题, 数学模型和信息流等。
- 2002年, Sheridan 又出版了新的专著“Humans and Automation: System Design and Research Issues”。

遥控机器人技术与遥控操作技术

- Sheridan 的论文和专著是遥控机器人和监督控制领域最有影响的文献。
- 1992年, Sheridan 在专著中“Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control”概述了当时HRI的研究现状, 包括: 一些公开问题, 数学模型和信息流等。
- 2002年, Sheridan 又出版了新的专著“Humans and Automation: System Design and Research Issues”。
- 比Sheridan的书更有影响力的是他提出的自主性层次划分标准。

遥控机器人技术与遥控操作技术

- Sheridan 的论文和专著是遥控机器人和监督控制领域最有影响的文献。
- 1992年, Sheridan 在专著中“Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control”概述了当时HRI的研究现状, 包括: 一些公开问题, 数学模型和信息流等。
- 2002年, Sheridan 又出版了新的专著“Humans and Automation: System Design and Research Issues”。
- 比Sheridan的书更有影响力的是他提出的自主性层次划分标准。
- 最近, Pearasuraman, Wickens和Sheridan一道把自主性层次划分标准扩展到人-计算机交互 (HCI) 的其它方面。

遥控机器人技术与遥控操作技术 (cont'd)

- 二战时期，人们试图发明远程控制飞行器，这项研究是人因工程学和无人航空器研究的先驱。

遥控机器人技术与遥控操作技术 (cont'd)

- 二战时期，人们试图发明远程控制飞行器，这项研究是人因工程学和无人航空器研究的先驱。
- 与无人航空器研究一起发展的有水下无人航行器。

遥控机器人技术与遥控操作技术 (cont'd)

- 二战时期，人们试图发明远程控制飞行器，这项研究是人因工程学和无人航空器研究的先驱。
- 与无人航空器研究一起发展的有水下无人航行器。
- 这些工作有的出于军方目的，有的出于科学研究的目的。

遥控机器人技术与遥控操作技术 (cont'd)

- 二战时期，人们试图发明远程控制飞行器，这项研究是人因工程学和无人航空器研究的先驱。
- 与无人航空器研究一起发展的有水下无人航行器。
- 这些工作有的出于军方目的，有的出于科学研究的目的。
- 这些研究融合了远程可视化，远程呈现和信息显示等领域的技术。

人因工程学 (Human Factors)

- 人因工程学的出现是工程心理学，人机工程学和事故分析等发展的结果。

人因工程学 (Human Factors)

- 人因工程学的出现是工程心理学，人机工程学和事故分析等发展的结果。
- 人因工程学中与HRI相关的工作包括：Bainbridge的论文“*Ironies of Automation*”和Hancock的论文“*Is the UAV control ratio the right question?*”。这些论文是人因工程学发展史上的经典之作。

人因工程学 (Human Factors)

- 人因工程学的出现是工程心理学，人机工程学和事故分析等发展的结果。
- 人因工程学中与HRI相关的工作包括：Bainbridge的论文"Ironies of Automation"和Hancock的论文"Is the UAV control ratio the right question?"。这些论文是人因工程学发展史上的经典之作。
- 人因工程学的许多工作是从大量的故事中激发的，有些是幽默的故事，有些是发人深省的故事，有些来自人与自动装置交互的多年的经验。

人因工程学 (Human Factors) (cont'd)

- 人因工程学的文献中产生了许多交互的关键的概念，如：心理负荷 (mental workload)，状况认知 (situation awareness)，构思模型 (mental models) 和信任的自动建立 (trust in automation)。

人因工程学 (Human Factors) (cont'd)

- 人因工程学的文献中产生了许多交互的关键的概念，如：心理负荷 (mental workload)，状况认知 (situation awareness)，构思模型 (mental models) 和信任的自动建立 (trust in automation)。
- 人因工程学的文献中包括了许多主题，框架和模型，这些为描述和预测HRI的响应提供了坚实的基础。

人因工程学 (Human Factors) (cont'd)

- 人因工程学的文献中产生了许多交互的关键的概念，如：心理负荷 (mental workload)，状况认知 (situation awareness)，构思模型 (mental models) 和信任的自动建立 (trust in automation)。
- 人因工程学的文献中包括了许多主题，框架和模型，这些为描述和预测HRI的响应提供了坚实的基础。
- Rasmussen 提出了交互的层次结构，包括：基于知识的，基于规则的和基于技能的交互，交互的层次结构是层次控制和智能控制在人因工程学方面的补充。

人因工程学 (Human Factors) (cont'd)

- 人因工程学的文献中产生了许多交互的关键的概念，如：心理负荷 (mental workload)，状况认知 (situation awareness)，构思模型 (mental models) 和信任的自动建立 (trust in automation)。
- 人因工程学的文献中包括了许多主题，框架和模型，这些为描述和预测HRI的响应提供了坚实的基础。
- Rasmussen 提出了交互的层次结构，包括：基于知识的，基于规则的和基于技能的交互，交互的层次结构是层次控制和智能控制在人因工程学方面的补充。
- 人因工程学对HRI的贡献还包括：提出了认知人机工程学的一般原则，以及Wicken的多资源理论等伟大的思想。

人因工程学 (Human Factors) (cont'd)

- 这些模型和原则固然重要，但它们无法替代对真实世界的观察。这一点在 Hutchins 的著作“Cognition in the Wild”中有详细论述。

人因工程学 (Human Factors) (cont'd)

- 这些模型和原则固然重要，但它们无法替代对真实世界的观察。这一点在 Hutchins 的著作“Cognition in the Wild”中有详细论述。
- 一些研究人种学的学者试图把这些观察和方法转化为工具用来设计干预。

人因工程学 (Human Factors) (cont'd)

- 这些模型和原则固然重要，但它们无法替代对真实世界的观察。这一点在 Hutchins 的著作“Cognition in the Wild”中有详细论述。
- 一些研究人种学的学者试图把这些观察和方法转化为工具用来设计干预。
- 为了懂得已存在的处理的目标，任务和信息流，发展出一系列的方法论，这些方法论产生了目标，任务和信息流模型，这些模型已经被广泛用于HRI中。

人因工程学 (Human Factors) (cont'd)

- 这些模型和原则固然重要，但它们无法替代对真实世界的观察。这一点在 Hutchins 的著作“Cognition in the Wild”中有详细论述。
- 一些研究人种学的学者试图把这些观察和方法转化为工具用来设计干预。
- 为了懂得已存在的处理的目标，任务和信息流，发展出一系列的方法论，这些方法论产生了目标，任务和信息流模型，这些模型已经被广泛用于HRI中。
- 这些方法论包括：目标引导的任务分析，认知任务分析和认知工作分析。

航空学和空中交通管制

- 现在的航空器都是半自动的系统。因为对航空器的安全性有很严格的要求，航空器系统要做到鲁棒性非常高、非常可靠。

航空学和空中交通管制

- 现在的航空器都是半自动的系统。因为对航空器的安全性有很严格的要求，航空器系统要做到鲁棒性非常高、非常可靠。
- 人们使用人因工程学的分析方法来判断对航空器系统的改造是否会带来价值。

航空学和空中交通管制

- 现在的航空器都是半自动的系统。因为对航空器的安全性有很严格的要求，航空器系统要做到鲁棒性非常高、非常可靠。
- 人们使用人因工程学的分析方法来判断对航空器系统的改造是否会带来价值。
- 从某个角度上讲，航空器就是一个机器人系统，尽管这些系统上携带操作者。

航空学和空中交通管制 (cont'd)

- HRI可以从航空学中得到许多值得借鉴的东西，如有用的技术和人因工程学分析方法。

航空学和空中交通管制 (cont'd)

- HRI可以从航空学中得到许多值得借鉴的东西，如有用的技术和人因工程学分析方法。
- HRI可以从空中交通管制 (air traffic control, ATC) 和认证程序中得到有价值的方法论。

航空学和空中交通管制 (cont'd)

- HRI可以从航空学中得到许多值得借鉴的东西，如有用的技术和人因工程学分析方法。
- HRI可以从空中交通管制 (air traffic control, ATC) 和认证程序中得到有价值的方法论。
- 航空学中有一套很强的标准，这套标准可以用来对HRI领域进行标准化。

智能车辆系统

- 智能车辆系统 (intelligent vehicle systems, IVS) 在近些年引起了学界的广泛关注。

智能车辆系统

- 智能车辆系统 (intelligent vehicle systems, IVS) 在近些年引起了学界的广泛关注。
- IVS领域的很多问题与HRI是相同的，如：设计支持人类行动的自主性，支持在高负荷条件下的规划和导航，减轻错误，创建有用的模型和度量。造成这个现象的原因是：现在的自动可移动系统大都是携带人的半自动机器人系统。

人-计算机交互

- 人-计算机交互(Human-Computer Interaction, HCI)的研究者对HRI领域做出了很多重要的贡献，如：HRI的方法学、设计原则等。

人-计算机交互

- 人-计算机交互(Human-Computer Interaction, HCI)的研究者对HRI领域做出了很多重要的贡献,如: HRI的方法学、设计原则等。
- HRI的研究最初也是在HCI的组织内部进行,如第一届国际HRI会议就受到了ACM的HCI特别兴趣小组的赞助。

人-计算机交互

- 人-计算机交互(Human-Computer Interaction, HCI)的研究者对HRI领域做出了很多重要的贡献,如:HRI的方法学、设计原则等。
- HRI的研究最初也是在HCI的组织内部进行,如第一届国际HRI会议就受到了ACM的HCI特别兴趣小组的赞助。
- HRI领域受到HCI领域研究者的关注,主要原因是HRI领域有着独一无二的挑战性问题。

人-计算机交互

- 人-计算机交互(Human-Computer Interaction, HCI)的研究者对HRI领域做出了很多重要的贡献,如: HRI的方法学、设计原则等。
- HRI的研究最初也是在HCI的组织内部进行,如第一届国际HRI会议就受到了ACM的HCI特别兴趣小组的赞助。
- HRI领域受到HCI领域研究者的关注,主要原因是HRI领域有着独一无二的挑战性问题。
- 较HCI而言, HRI对处在同一空间的人和机器人的空间共享有更高的要求。

人工智能和控制论

- 在设计机器人的时候，我们要赋予机器人智能，这时，人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 和控制论 (cybernetics) 就能派上用场。

人工智能和控制论

- 在设计机器人的时候，我们要赋予机器人智能，这时，人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 和控制论 (cybernetics) 就能派上用场。
- AI 与控制论这两个学科间紧密相关，另外，AI 和控制论中也有大量与 HRI 相关的研究课题。

人工智能和控制论

- 在设计机器人的时候，我们要赋予机器人智能，这时，人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 和控制论 (cybernetics) 就能派上用场。
- AI 与控制论这两个学科间紧密相关，另外，AI 和控制论中也有大量与 HRI 相关的研究课题。
- HRI 经常会使用 AI 的自主设计算法中的一些概念。

人工智能和控制论

- 在设计机器人的时候，我们要赋予机器人智能，这时，人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 和控制论 (cybernetics) 就能派上用场。
- AI 与控制论这两个学科间紧密相关，另外，AI 和控制论中也有大量与 HRI 相关的研究课题。
- HRI 经常会使用 AI 的自主设计算法中的一些概念。
- AI 技术和认知科学相互渗透。例如，在流行的认知建模工具 ACT-R 系统中，就使用了类 AI 的产生式规则。这些认知模型越来越多地被运用到 HRI 中，既是作为一个模型对人怎样交互进行建模，也为产生机器人的行动打好基础。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 虚拟现实 (augmented reality) 和远程监控 (telepresence) 在很长一段时间里被看成是 AI 的一个分支，这两个研究领域也有许多与HRI相关的研究课题。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 虚拟现实 (augmented reality) 和远程监控 (telepresence) 在很长一段时间里被看成是 AI 的一个分支，这两个研究领域也有许多与HRI相关的研究课题。
- 人们已经把虚拟现实成功地运用到 NASA 的 Robonaut 机器人的远程交互中。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 虚拟现实 (augmented reality) 和远程监控 (telepresence) 在很长一段时间里被看成是 AI 的一个分支，这两个研究领域也有许多与HRI相关的研究课题。
- 人们已经把虚拟现实成功地运用到 NASA 的 Robonaut 机器人的远程交互中。
- 增强虚境技术和混合现实技术是虚拟现实研究领域的分支，它们也在HRI中找到了运用的方向。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 虚拟现实 (augmented reality) 和远程监控 (telepresence) 在很长一段时间里被看成是 AI 的一个分支，这两个研究领域也有许多与HRI相关的研究课题。
- 人们已经把虚拟现实成功地运用到 NASA 的 Robonaut 机器人的远程交互中。
- 增强虚境技术和混合现实技术是虚拟现实研究领域的分支，它们也在HRI中找到了运用的方向。
- 有些人认为：远程监控是人类对遥远空间意识的一种自然的扩展，是HRI中接口设计的目标；另一些则不这么认为。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 另一个从 AI 中分离出来的研究领域是计算机视觉 (computer vision)。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 另一个从 AI 中分离出来的研究领域是计算机视觉 (computer vision)。
- 计算机视觉算法经常被用来将照相机拍到的图像转化机器人的感知信息，从而支持机器人的自主性设计。通过图像稳定化 (image stabilization)，马赛克 (mosaics)，自动目标认知 (automated target recognition) 和图像增强 (image enhancement) 等技术，这些算法也被用来提供增强的信息意识。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 另一个从 AI 中分离出来的研究领域是计算机视觉 (computer vision)。
- 计算机视觉算法经常被用来将照相机拍到的图像转化机器人的感知信息，从而支持机器人的自主性设计。通过图像稳定化 (image stabilization)，马赛克 (mosaics)，自动目标认知 (automated target recognition) 和图像增强 (image enhancement) 等技术，这些算法也被用来提供增强的信息意识。
- 许多 AI 技术被使用到电脑游戏当中，许多游戏的设计非常复杂，它们提供了一个窗口来观察支持有用的交互所需的自主性层次。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 当给定了自主性层次，信息以不同的形式被整合和呈现在操作者眼前；对这些信息呈现形式的评估为HRI领域接口的设计者提供了指南。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 当给定了自主性层次，信息以不同的形式被整合和呈现在操作者眼前；对这些信息呈现形式的评估为HRI领域接口的设计者提供了指南。
- 对于理解自然语言如何被使用来支持HRI，人-机器人团队应该如何交互而言，复杂的多人在线游戏能提供许多有益的信息。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 当给定了自主性层次，信息以不同的形式被整合和呈现在操作者眼前；对这些信息呈现形式的评估为HRI领域接口的设计者提供了指南。
- 对于理解自然语言如何被使用来支持HRI，人-机器人团队应该如何交互而言，复杂的多人在线游戏能提供许多有益的信息。
- 机器学习是 AI 的一个研究分支，它在机器人学和HRI领域里也扮演着非常有用的角色。机器学习能被用来开发机器人的行动，机器人的感知和多机器人的交互。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 交互学习可以用来捕获和编码有用的机器人行动，训练机器人和改进机器人的感知，因此开始受到了广泛的关注。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 交互学习可以用来捕获和编码有用的机器人行动，训练机器人和改进机器人的感知，因此开始受到了广泛的关注。
- 与智能系统的交互也出现在 AI 中。

人工智能和控制论 (cont'd)

- 交互学习可以用来捕获和编码有用的机器人行动，训练机器人和改进机器人的感知，因此开始受到了广泛的关注。
- 与智能系统的交互也出现在 AI 中。
- 通过人输入一些参数来运行 AI 算法的例子也有很多，如：交互的证明系统，交互的规划器和机器学习中的“programming by reward”。

触觉学 (haptics) 和遥控操作 (telemanipulation)

- 触觉学和遥控操作中许多研究课题也是 HRI 中遇到的挑战性问题。

触觉学 (haptics) 和遥控操作 (telemanipulation)

- 触觉学和遥控操作中许多研究课题也是 HRI 中遇到的挑战性问题。
- 现在的研究者倾向于认为触觉学/遥控操作和 HRI 属于不同的研究领域，部分原因是触觉学/遥控操作这个领域的研究时间很长。

触觉学 (haptics) 和遥控操作 (telemanipulation)

- 触觉学和遥控操作中许多研究课题也是 HRI 中遇到的挑战性问题。
- 现在的研究者倾向于认为触觉学/遥控操作和 HRI 属于不同的研究领域，部分原因是触觉学/遥控操作这个领域的研究时间很长。
- 未来的研究应当加强这些研究领域学者之间的交流。

Questions

