

2023 中国机器人大赛暨 RoboCup 中国赛 竞赛规则

医疗机器人 骨科手术机器人赛项

医疗机器人赛项技术委员会

2023 年 7 月

目录

| | |
|---------------------|----|
| 一、项目简介 | 2 |
| 二、技术委员会与组织委员会 | 5 |
| 三、资格认证要求 | 7 |
| 四、技术与竞赛组织讨论群 | 8 |
| 五、赛事规则要求 | 9 |
| 六、比赛场地及器材 | 10 |
| 七、机器人要求 | 12 |
| 八、评分标准 | 13 |
| 九、赛程赛制 | 14 |
| 十、附加说明 | 15 |

一、项目简介

医用机器人是服务机器人中最重要的领域之一。医用机器人有一个非常宽泛的概念，可以说用于医疗大健康领域的机器人或者机器人化设备。如：手术机器人、康复机器人、医用服务机器人和智能设备。能辅助医生的工作、扩展医生的能力。医用机器人是需求量最大最实用的机器人之一。应用医疗服务机器人是因为她比人更精准、更快捷、更稳定，且能长时间地在高温、低温、辐射等恶劣环境下工作，所以吸引了全球越来越多的科研人员研发实用的医疗服务机器人。

中国机器人大赛暨 RoboCup 公开赛组委会 2010 年起设立了医疗服务机器人赛项，分为两个子赛项 1、医疗机器人规定动作项目；2、医疗机器人骨科手术机器人赛项。目的是希望通过此项目比赛增强选手的动手能力，增强选手在高科技领域就业的竞争力，引导机器人向实际应用方向发展，引领我国大学生、教师投身到医疗大健康领域机器人的研发中来。

医疗机器人赛项通过十年的发展，引领各校研发了众多实用的医疗机器人，包括骨科手术机器人。

骨科手术过程中，脊柱等骨头周边往往布满神经中枢，医生任何一个意外的手指抖动都可能对患者带来巨大风险或严重后果，骨科手术机器人操作的精确性、稳定性超过经验丰富的骨外科医生，已经得到医疗界及患者的认可。同时，骨科手术过程中，需要多次影像拍片等确认定位是否准确。骨科手术机器人术前能将病人的 X 片、CT、核磁共振等影像资料叠加分析，进行手术路径规划，术中结合导航系统，机器人能高精度导航、控制，精准定位，完成钻孔、切割等各种手术动作。因此骨科手术时极其需要这样的手术机器人辅助，骨科手术机器人已经是当前机器人研究的热点。

本赛项引导参赛师生面向骨科手术，例如面向脊柱手术中脊髓或神经根精准减压需求，研制椎板切除手术机器人系统，完成精准打孔、切割等动作，后期继续研发具备术前规划、术中精准导航与椎板切除操作，实现安全、高效、精准、便捷的椎板切除手术，

考虑到参赛队由浅入深参与该赛项，因此先从骨科定位打孔手术开始，也是医院里实际操作的一种手术方法，在折骨上打孔，在体外横向装不锈钢板，不锈钢螺丝从体外经不锈钢柱旋入骨中，折骨即固定了，两个月左右无须重创就可将螺丝拧出，免除了某些骨折患者需两次大手术的痛苦（安装和取出钢钉、钢板，破坏骨折部位血运，使其不易愈合）。骨科手术图片见图 1 所示。



图 1 骨科手术图片

本赛项机器人模拟骨科医生先分析病人的 CT 图像，给出定位钻孔方案。然后控制机器人进行定点钻孔。机器人的机械臂在主控制台医生的控制下自动定位，精准完成钻孔。

本赛项 2014 年正式比赛，得到了众多高校师生的青睐，当年涌现出了几十种形态各异、精准精密的骨科手术机器人。从三十八支参赛队伍中选拔出了前十六强参加全国总决赛。

本赛项要求参赛队分析病人的 CT 图像，给出定位钻孔方案。自主设计制作机器人。在组委会提供的模拟折断的骨头上，精确地在指定位置钻三个孔。以手术精准度（看孔直径）、手术熟练程度（看时间），结合选手现场编程能力，评定参赛队总得分。

因为比赛时现场钻孔很难评分，所以模拟折骨上的三个孔是预先由组委会钻好的，位置随机，间距随机。比赛时，机器人机械手上的钻头能依次精准定位到三个孔，并分别完成钻孔动作。钻头上下移动时必须转 4 秒以上，必须边转边上下；钻头水平移动时不能转；整个过程中钻头不能碰到模拟折骨。否则不得分。具体实施细则如下：

（1）模拟的折骨用一块厚 3mm 的硬塑料板模拟（也可选用现场提供的仿真骨头），塑料板长 200mm（ $\pm 10\text{mm}$ ）*宽 40mm（ $\pm 10\text{mm}$ ），不固定在手术台上，以便辨别钻头是否碰到孔使板晃动。手术台自带，用木板等模拟，木板大小不限，塑料板下可垫小块自带材料使钻头能钻进 10mm 深和上升到塑料板上方 10mm 以上。

(2) 为了便于评委看清，机器人机械手上装的钻头直径不得小于 0.8mm。

(3) 模拟的折骨上有三个孔，直径相等，为{2mm, 2mm, 2mm}预先打好孔的板，供选手使用。

技术难点：本赛项研究重点骨科手术医生主控台与骨科手术床旁系统的精准配合，以及工作时针对骨头的不同部分智能采用不同的钻速、力量进行工作等。

二、技术委员会与组织委员会

医疗服务机器人骨科手术机器人赛项技术委员会组成：

| 序号 | 姓名 | 单位/职称 | 电话/邮箱 | 在技术委员会中的分工 | 参赛经历、赛事组织经历 |
|----|-----|-----------|------------------------|-----------------------|--|
| 1 | 孙丽萍 | 上海健康医学院教授 | Liping.sun.mse@163.com | 总体负责竞赛规则制定解释、比赛时场地验收。 | 2009 年起带领学生参加中国机器人大赛；2009 年建议大赛设立医疗机器人赛项，同时组建医疗机器人技术委员会，总体负责医疗机器人规则制定、比赛场景设计。2010 年中国机器人大赛正式设立医疗机器人赛项后，具体负责该赛项每年的规则修订、场景设计、比赛组织。 |
| 2 | 孙立宁 | 苏州大学教授 | Lnsun@hit.edu.cn | 竞赛规则修订 | 2015 年起参与赛项规则修订 |
| 3 | 刘成良 | 上海交通大学教授 | chliu@sjtu.edu.cn | 竞赛规则修订 | 2017 年起参与赛项规则修订 |
| 4 | 陈启军 | 同济大学教授 | qjchen@tongji.edu.cn | 竞赛规则修订 | 2017 年起参赛、参与赛项规则修订 |
| 5 | 杜志江 | 哈尔滨工业大学教授 | dzj01@hit.edu.cn | 竞赛规则修订 | 2017 年起参赛、参与赛项规则修订 |

2023 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛比赛规则

组织委员会成员负责比赛时赛程制定、裁判选拔培训，成绩汇总上报等，具体分工需要在下表时列出。

医疗服务机器人骨科手术机器人赛项组织委员会组成：

| 序号 | 姓名 | 单位/职称 | 电话/邮箱 | 具体分工 | 参赛经历、赛事组织经历 |
|----|-----|--------------|------------------------|----------|--|
| 1 | 毛丽民 | 常熟理工大学高级实验师 | 57724973@qq.com | 赛项组织总体负责 | 2012-2022 年连续 10 年作为指导教师参加“中国机器人大赛”医疗机器人项目，获得 5 项冠军、1 项季军、6 项一等奖；从 2014 年开始担任医疗机器人技术委员会委员，负责医疗骨科项目规则修订、竞赛场地审核验收、比赛现场裁判执法工作等。 |
| 2 | 杨数强 | 洛阳师范学院教授 | 19321364@qq.com | 赛项组织 | 2012 年至今每年作为指导教师参加“中国机器人大赛”医疗机器人项目，获得 6 项冠军、8 项亚军；从 2014 年开始担任医疗机器人技术委员会委员，协助医疗赛项总负责人负责医疗赛项机器人竞赛项目规则修订、竞赛场地审核验收、比赛现场裁判执法工作等。 |
| 3 | 周皓 | 苏州健雄职业技术学院讲师 | softwise@126.com | 赛项组织 | 2012-2016 年连续 7 年作为指导教师参加“中国机器人大赛”医疗机器人项目，获得 1 项亚军、1 项季军、3 项一等奖；从 2014 年开始担任医疗机器人技术委员会委员，负责医疗骨科项目规则修订、竞赛场地审核验收、比赛现场裁判执法工作等。 |
| 4 | 刘润田 | 同济大学讲师 | 17666556@tongji.edu.cn | 赛项组织 | 曾参加中国服务机器人大赛获得 1 项冠军。2019 年起参加中国机器人大赛赛项发展工作。 |
| 5 | 李红兵 | 上海交通大学副教授 | 913724388@qq.com | 赛项组织 | 2019 年起参加中国机器人大赛赛项发展工作。 |

三、资格认证要求

骨科手术机器人赛项有资格认证环节，每支报名的参赛队伍必须在报名的同时提交资格认证材料到指定邮箱（robocupms@163.com）。不提交资格认证材料的队伍不具备比赛资格；资格认证所需提交材料内容以及评分标准详见附件（医疗赛项参赛队伍资格认证模板）；在比赛成绩出现相同情况下，由资格认证评分来决定队伍排名，资格认证排名靠前的最终比赛排名靠前。

四、技术与竞赛组织讨论群

技术讨论 QQ 群：医疗服务机器人：116319518。

技术委员会与组织委员会对感兴趣的参赛队解答疑问。

五、赛事规则要求

1. 参赛队分批进行比赛（现场条件允许的话同时进行比赛）。每队派一至两位选手参加比赛，每队共进行一次比赛。每队任派一选手抽取密封在信封中的 CT 图像文件、模拟折骨，同时抽取动作要求即比赛试题。裁判下达开始令即计时开始，选手打开信封取出试题，根据试题要求完成 CT 图像分析、编程、调试、钻孔的动作。当参赛队自认为调试完毕时派一代表举手示意，该参赛队计时结束。

2. 用 Matlab 或 RadiAnt 读取 CT 图像文件（.dcm），给出包含三个钻孔点的坐标的定位钻孔方案。（5 分）

3. 选手演示钻孔过程，裁判根据钻孔、移动成功与否记录得分，只演示一遍。

4. 模拟的折骨上有三个孔，直径相等，直径为{2mm, 2mm, 2mm}预先钻好孔的板，每钻一个孔得 20 分，完成钻头在三个孔间水平移动每项得 10 分。

5. 根据现场抽签到的赛题实况，若选手从起始位置至钻第一个孔动作有一处不合命题要求，扣 10 分；若钻好第二个孔后至钻第三个孔动作有一处不合命题要求扣 10 分；若钻好第三个孔后至终止位置动作有一处不合命题要求扣 10 分；若钻头竖直方向行程不足扣 10 分。

6. 由于强调现场编程，骨科手术机器人钻头起始位置、终止位置和动作要求由现场抽到的试题决定。选手根据书面要求现场编程使机器人完成动作。总体要求是钻头要在三个孔间移动，并钻好三个孔。

7. 选手演示机器人钻孔时的力反馈功能并能自动调节钻速得 5 分。一般骨头例如长骨，外面的骨干很硬，不易钻过，骨干内的空腔称为骨髓腔，容易钻过，钻头钻到哪一层了需要有反馈机制，自动调节钻速。此部分演示模拟折骨自己准备。

说明：

基于鼓励学生自主设计、制作的思想，不可使用以下设备参赛：

（1）不可使用雕刻机、浇铸框架机。

（2）导轨、支架、基板、电机固定装置、滑块、与滑块直接相连的部件中有两件或两件以上一体浇铸成的不可使用。同时至少要有两件是自己加工制作的可参赛。自己加工的必须留有加工可考证痕迹，如部分较大的毛边等。

六、比赛场地及器材

骨科手术机器人赛项比赛场地要求如下：

1、骨科手术机器人系统工作场景示意图如图 2 所示，骨科手术机器人系统有两部分组成：

(1) 骨科手术医生主控台

(2) 骨科手术床旁系统，两部分都需要放在桌子上，完成比赛，桌子大小约长 1200mm*宽 700mm*高 700mm；中间用墙壁或木头作为隔断，代表骨科手术床旁系统工作房间是有 X 线辐射的，骨科手术医师主控台工作房间是无 X 线辐射的，两部分之间通信可以用有线也可以用无线，路由器等设备参赛队自备。骨科手术机器人项目比赛场景示意图如图 3 所示。

2、220V 电源。

3、比赛用的模拟的折骨用一块厚 3mm 的硬塑料板模拟，塑料板长 200mm（±10mm）*宽 40mm（±10mm），模拟的折骨上有三个孔，直径相等，为{2mm, 2mm, 2mm}，模拟折骨预先打好孔，供选手使用，孔位置随机，间距随机，比赛开始时才能看到。

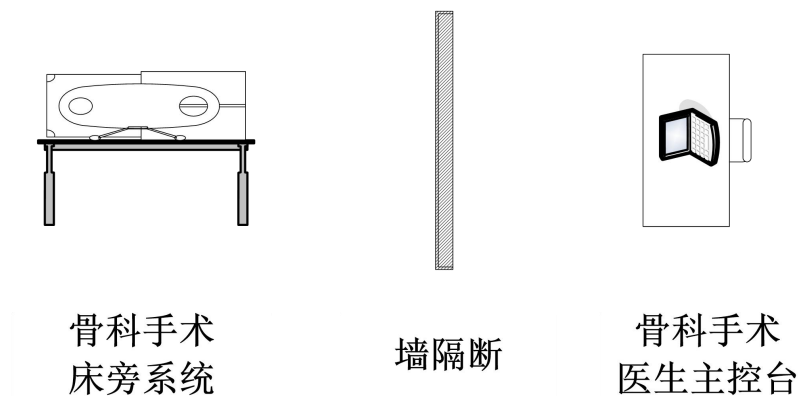


图 2 一台骨科手术机器人系统工作场景示意图

骨科手术机器人项目

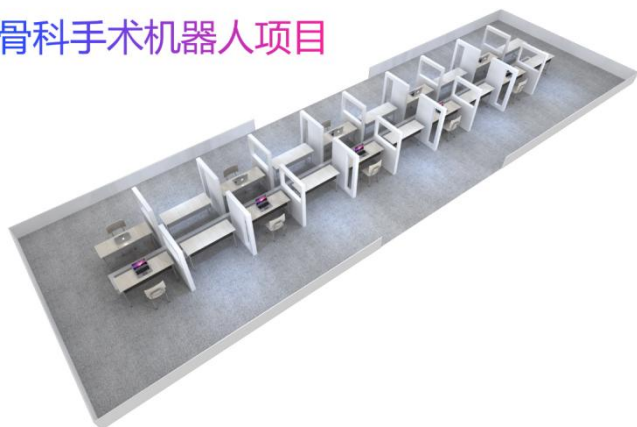


图 3 骨科手术机器人赛项比赛场景示意图

七、机器人要求

参加本赛项比赛的机器人如图 4 所示。骨科手术机器人系统有两部分组成：

- (1) 骨科手术医生主控台；
- (2) 骨科手术床旁系统。

其中，骨科手术医生主控台主要由 PC 及运行其上的骨科手术系统软件组成；骨科手术床旁系统主要有导轨、支架、基板、电机固定装置、摄像头、PC 及运行其上的骨科手术系统软件组成。选手在医生主控台通过摄像头传来的视频了解床旁系统的情况，发出指令控制骨科手术床旁系统工作。



图 4 参加本赛项比赛的 1 台机器人

八、评分标准

骨科手术机器人赛项计分表如下表所示，评分标准详见赛事规则要求。

骨科手术机器人赛项计分表

| 序号 | 单位 | 队名 | 读取 CT 文 件给出 钻孔方 案 5 分 | 钻第一 个孔 20 分 | 钻第二 个孔 20 分 | 钻第三 个孔 20 分 | 水平移动 每项 10 分 | 孔间移动 不符合要 求每次扣 10 分 | 钻头 行程不 足扣 10 分 | 力反馈 自动调 转速 5 分 | 成绩 | 时间 | 队员 签字 |
|----|----|----|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|----|----|----------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |

九、赛程赛制

- 1、比赛每队一次上场机会。得分相同的机器人用时短的排在前面；得分相同、用时相同的机器人，资格认证分数高的排在前面。
- 2、一个机器人只能供一支队伍参加比赛。
- 3、机器人每次比赛时间不能超过 60 分钟。超过 60 分钟即判定比赛结束。
- 4、比赛正式开始前 30 分钟，各支参赛队伍将比赛用机器人交到裁判组指定区域，然后由组委会组织志愿者为每台机器人粘贴比赛序号。

十、附加说明