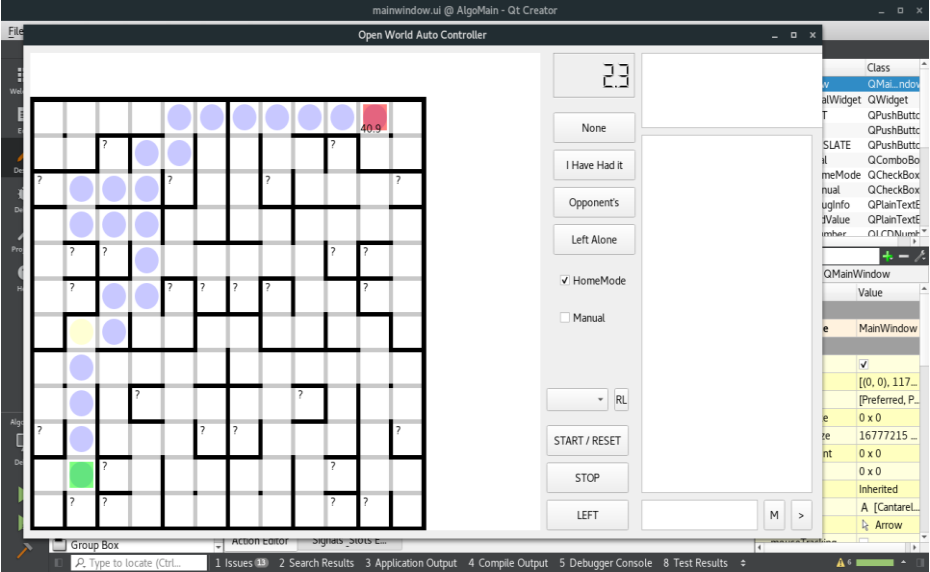


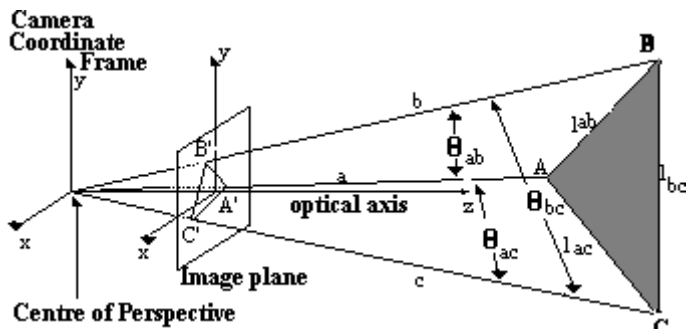


组别：9组

项目类别	具体内容
一、技术分析	<p>算法方向：全自动决策算法（状态压缩动态规划）决定全局最优探索目标及夹块顺序，计算导航目标位置，路径规划算法计算考虑旋转门情况下的最短路径。</p> <p>嵌入式方向：接收目标位置，定位算法根据 RFID 和光电传感器融合计算机器人当前位置，导航算法通过运动规划及轨迹规划求解机器人速度，陀螺仪及光电传感器稳定机器人位置，PID 闭环控制机器人运动。</p> <p>视觉方向：二维码识别确定方块位置，颜色识别向算法反馈方块属性，PnP 计算到块的相对距离，逆运动学解算机械臂参数，完成自动夹取。</p>
二、所需技术点	<p>算法方向：状态压缩 DP，DP 优化，动态决策，A*路径搜索，蚁群算法，模拟退火，UI 设计</p> <p>嵌入式方向：通讯协议（消息广播机制），定位算法，传感器融合，导航算法，运动规划，轨迹规划，运动学，陀螺仪，光电循线，PID 整定</p> <p>视觉方向：通讯协议（消息广播机制），二维码识别，PnP，颜色识别</p>
三、总体方案	<p>工兵总体方案实现全自动，由规划，定位，导航，视觉四部分组成，分别由算法、嵌入组完成</p> <p>解密机器人由机械组负责制作及调试</p>
四、各模块方案	 <p>（算法）UI 界面，展示位置信息，方块位置及颜色信息和规划的路径，可实现全自动，也可切换成半手动。按键中具有一键两点规划功能，标记方块颜色功能，自动重新路径规划功能，一键返航功能等。</p> <p>（算法）使用模拟退火/遗传算法决定探索目标，发现方块后由 UI 告知算法方块属性，自动决策算法计算导航目标点。</p> <p>（算法）导航算法计算路径，拆分出第一个点并由通讯协议发给机器人。</p> <p>（嵌入式）机器人实时执行传感器融合定位，并由通讯协议实时广播当前位置。</p> <p>（嵌入式）机器人实时执行陀螺仪及光电传感器稳定程序，保证定位及导航稳定。</p>

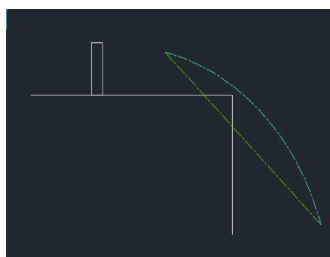
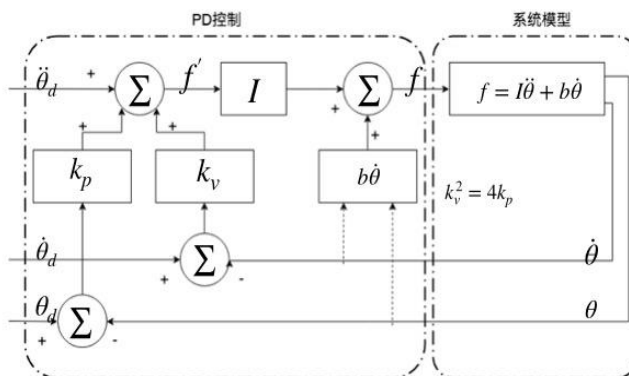


(嵌入式) 机器人收到导航目标后计算更新, 并执行局部导航及运动规划算法, 由轨迹规划计算运动轨迹, 并由PID 闭环执行
 (嵌入式) 机械臂运动学解算及夹取
 (嵌入式) PID 整定及轨迹规划计算调整
 (嵌入式) 解密机器人运动及自动识别程序
 (视觉) PNP 自动识别块及夹取, 二维码解密



算法决策建模 I (全局最优): 全局决策及规划为 TSP (旅行商) 问题, 属于 NPC 问题, 用状态压缩 DP 解决, DP 优化压时间维解决复杂度问题。
 $dp[u][set] = \{ \min(dp[u][set], dp[v][set | v] + dist[u][v][dp[v][set | v]]), \text{ for all cells } v \}$
 DP 直接求解全局最优探索/夹取路线
 算法决策建模 II (动态决策): 非最优, 模拟退火 / 遗传算法随机全排列, 检查是否符合条件, 直接累加计算时间
 计算好的探索路线以常量表存在程序中, 夹取路线使用枚举全排列解决
 路径规划建模: A* 算法, 设置状态 (x, y, dir) = mintime, 建图, 最小化时间, 在时间最小情况下最小化路径长度, 保证决策稳定
 轨迹规划建模: 函数拟合, PID, 局部准确启动停止及移动一定路程

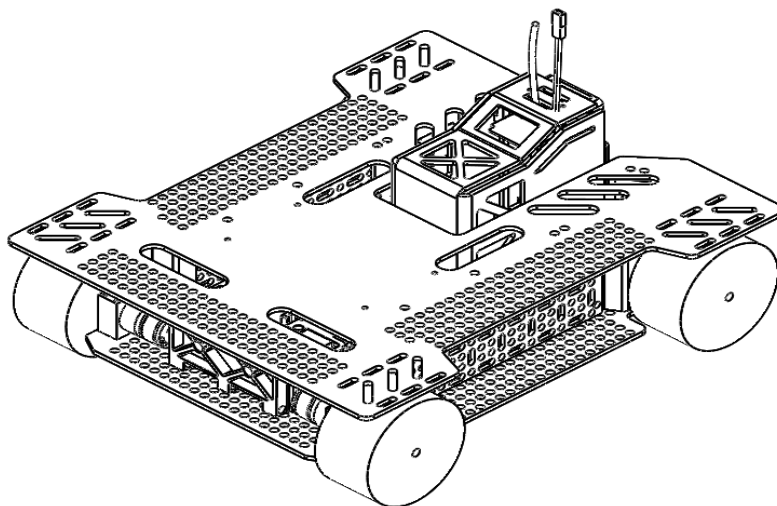
五、理论分析



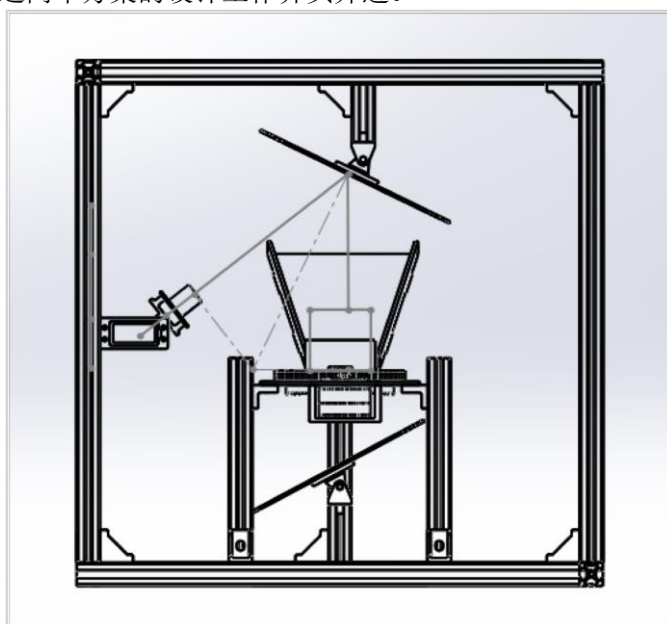


各模块方案

（机械）对于工兵机器人，根据需求中提到的自动化，且存在传感器可识别的环境，因此底盘上加装了多种传感器用于寻线，避障等。同时由于工期紧迫，因此大量使用了成熟结构和已有部件。尽管官方套件的底盘存在 RFID 模块整体无法安装等问题，但由于在前期已经完成底盘 PID 整定等工作，且套件底盘可扩展性好，设备舱空间大，有利于加装传感器，因此决定使用官方提供的步兵模板。鉴于嵌入式调试及遥控手练习时使用的试样为单夹方案，并且双夹方案与解密机器人结构有干涉风险，在取消送料机后双夹结构又无法提供应有的高效率，固在正样中不再将夹块机构改为之前提出的旋转双夹方案。



（机械）解密机器人方面，我们根据需求中方块最重要而最难缠的两个性质展开了设计-即质量轻【无法产生足够的重力分力以作为定位动作时的动力】，硬度软【无法看为近似刚体进行计算和考虑】以及表面摩擦力系数高【进一步加大定位动作时候的难度】而进行的设计，经过数次修改方案，最后确定了“尽可能少动方块”这一设计主旨，并围绕之，做出了两个平行方案，在后期的设计工作中，这两个方案的设计工作齐头并进。

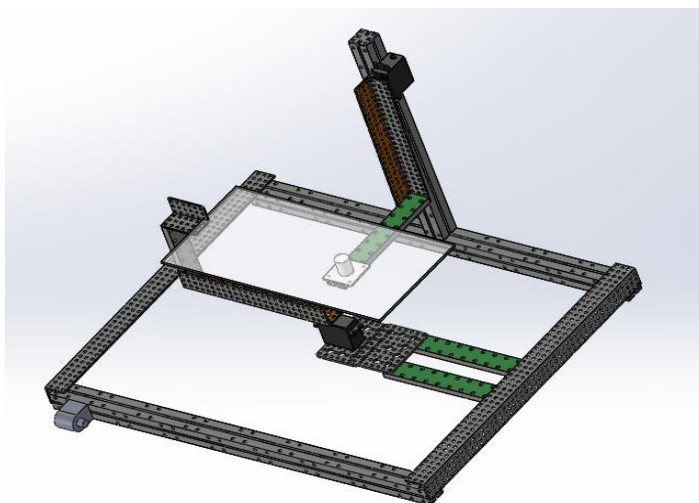




(机械) 第一个解密机器人方案最初为：采用一个倾斜而带主动动力的送料机【使用 2006 电机带动宽 3M 同步带轮系作为动力】将方块送进一个上表面有三块亚克力板围成的方形区域中，并给予此区域 0.5mm 的正公差，送料机底部用一块 3d 打印的弧面结构与亚克力台面连接，使得送料机的表面与台面相切，从而最大程度上减小对方块的动态影响。当方块与底端控制面接触之时，方块另一端刚好走到同步带系末端，利用其最后一点动能完成定位。

(机械) 当方块完成定位后，亚克力台面会缓慢旋转，此时侧面与舵机相连的摄像将可以尝试读取 4 个面的二维码信息，而当侧面的二维码被读取完成后，摄像头将会在舵机的控制下上下移动，通过上下两个反射镜读取方块上下两个面的二维码信息。后期因为意识到舵机控制的机械臂拥有足够高的精度，而连续几版送料机都并不理想，最后选择取消送料机结构而加装两个定位装置，利用机械臂进行方块的放置工作。

(机械) 第二个解密机器人方案为：两个相互垂直的曲杆结构末端分别连接一个舵机，其中旋转轴心垂直地面的曲杆结构为 c 型上端装有一块亚克力板，而旋转轴心平行于地面的曲轴为 7 字型，其尖端连接一个朝向轴心的摄像头，两个曲轴同时分别旋转 270 度和 180 度以完成五个面的扫描工作，最后再进行最后一个面的扫描工作。



六、制作与测试流程	算法：动态调试+静态查错+输出调试，UnitTest 测试全部模块，机器人模拟器测试决策模块，枚举所有情况测试一亿次以上路径规划 嵌入：动态调试+静态查错+输出调试，可视化调试 机械：3D 建模
七、结果与评价	方案十分注重稳定性，比赛前测试 30+次及总计 300+格距离，均稳定运行，未出现定位错误，导航失败及撞墙等问题
八、附录	\
九、感悟	\