

15 组技术报告

组员及分工：

徐弘澳:嵌入式,组长

胡凯杰:嵌入式

苏俊源:机械 范家铭:机械 王润轩:机械 付静雅:机械

游培鑫:算法 王乐然:算法，视觉

一、需求分析

比赛分为两个阶段，第一阶段的主要目标是抓取积木块并尽可能连接城堡以得分；第二阶段的目标分为攻方目标和守方目标，攻方需要将除资源区的场地上的积木块按类别运送到资源区来得到分数，守方需要在比赛结束时在除资源区的场地内保留尽可能多的地基以及城堡来获得分数。

在第一及第二阶段中，对比赛成绩起着决定性影响的是抓取结构的效率。一个高效的抓取装置，对比赛成绩的影响是显著的。我们机械以及嵌入式系统设计的思路就从简单高效开始。

机械部分：首先，为了能够抓取积木，我们需要一个夹子，同时，为了搭建城堡，我们需要一个抬升装置。使夹取以及抬升快速高效稳定是机械方面的主要目标。我们最初考虑从宽边夹取，并添加储存机

构，可以连续抓取并储存资源区摆成一排的积木。

嵌入式部分：无论是第一或第二阶段，操作的精度都是非常重要的，所以我们采用自动控制，解放操作手使他的操作难度降低，进而提高操作精度；为了防止自动程序出现不可预料的问题，我们同时也保留了手动操作模式，可以让操作手自由控制。

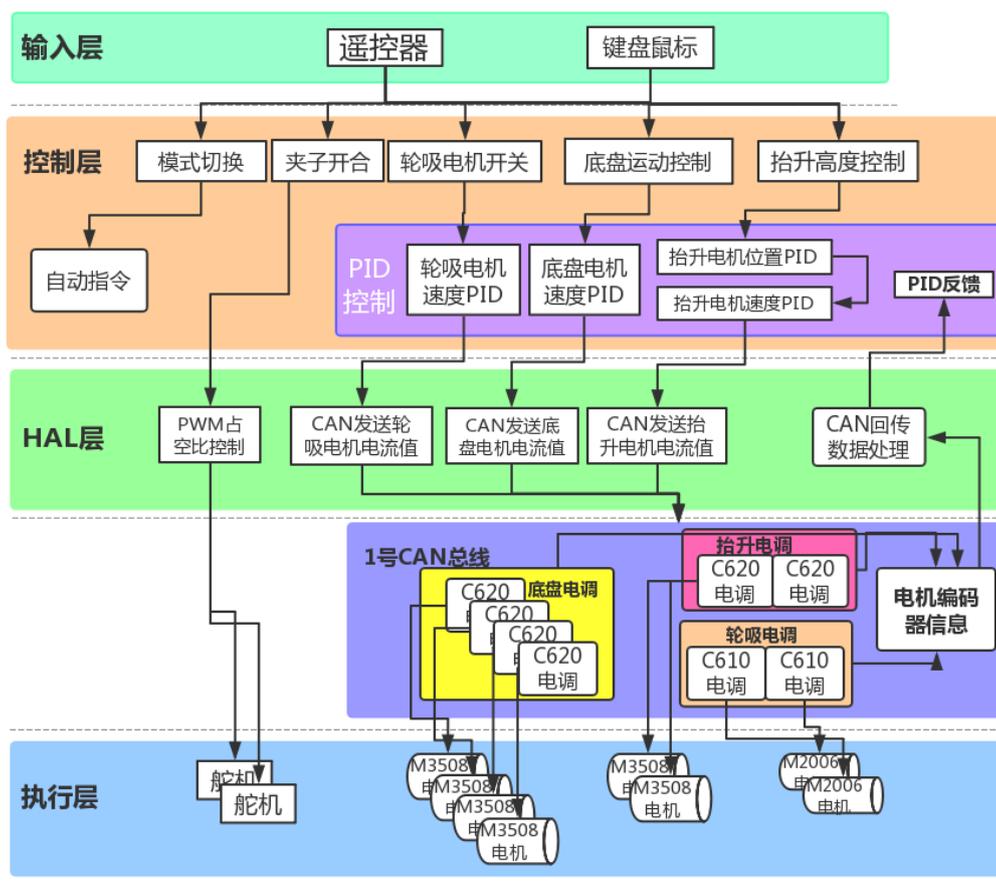
算法部分：此次比赛使用算法来规划路线显然比单纯的手动观察规划路径高效。因此，我们需要一套可以帮我们规划出最优路径的算法。第一阶段的算法可以考虑利用状态压缩的特性来进行转移，第二阶段 我们对于比自己得分低的队伍显然不用考虑最小化其得分，对于比自己得分高的队伍只考虑最小化对方的分。考虑到一个直观的界面可以使观察效率大大提升，我们打算加入一个图形用户界面。

二 所需技术点，关键词

嵌入式系统核心点:PID

算法核心点: DFS DP 联通性 路径规划

三 总体方案



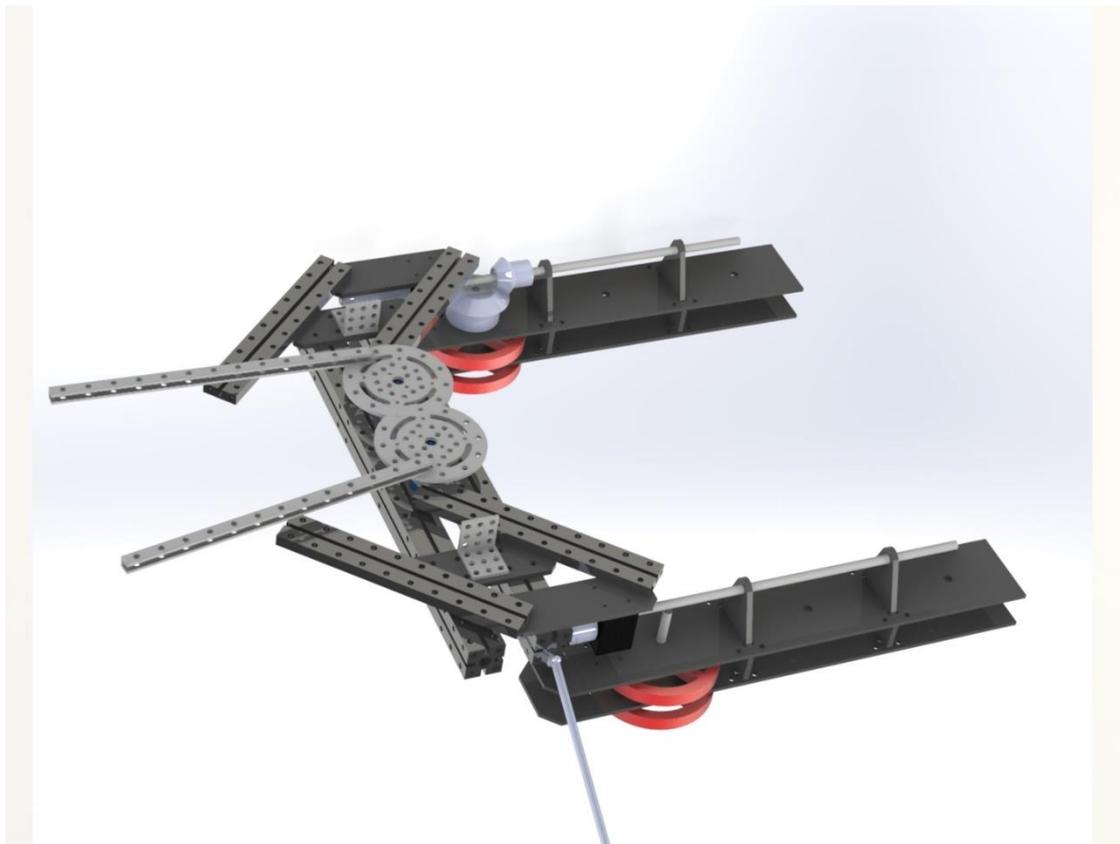
给出各系统之间的相互联系关系，比如，电池驱动主控板，电机，电调，舵机，主控板，编码器，传感器和电机等的信息传递（文字叙述加硬件流程框图）。

四 各模块方案

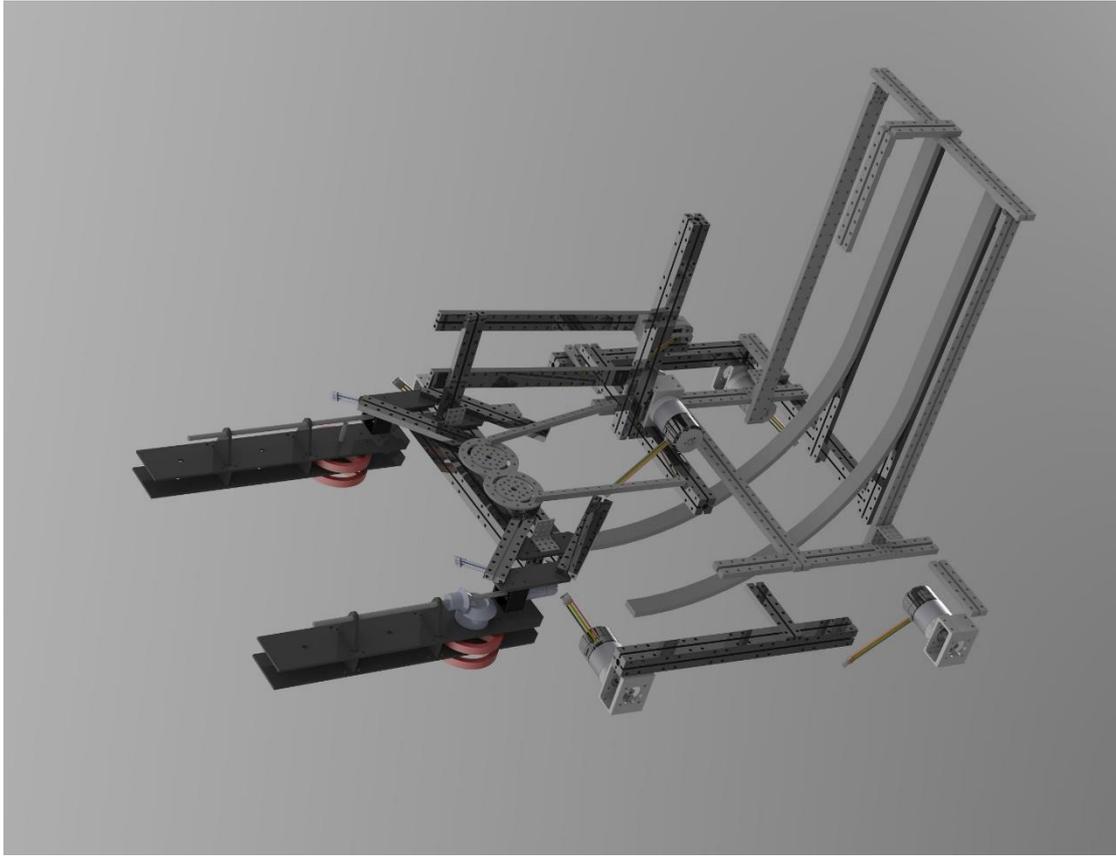
1、 机械部分

方案 v1.0

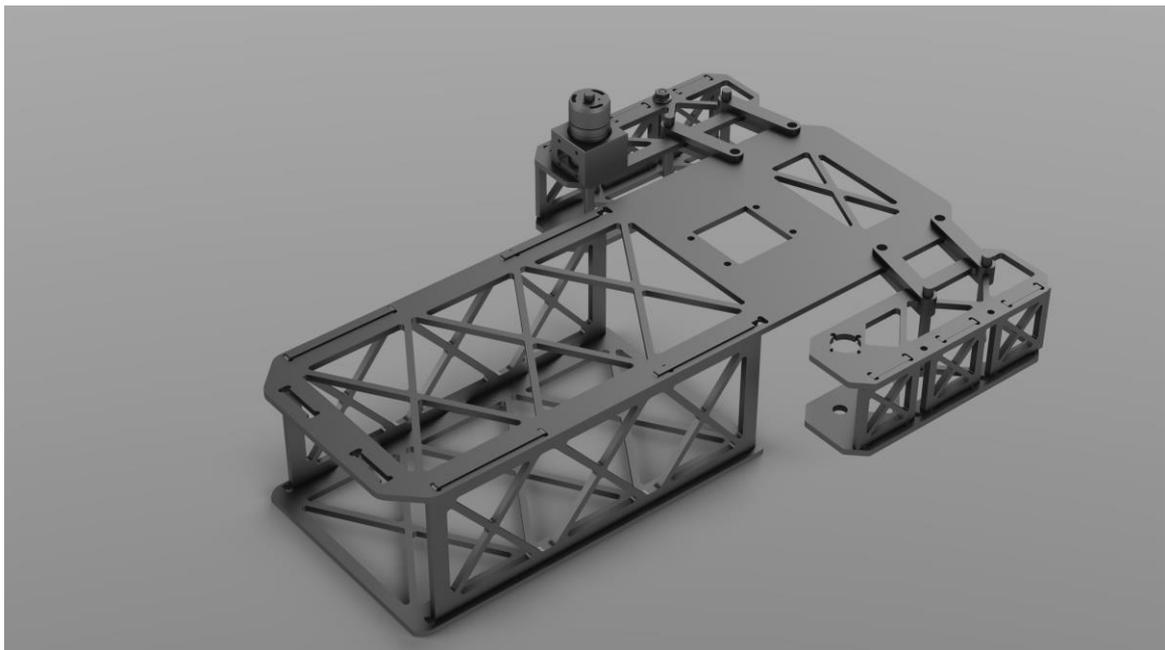
使用轮吸式结构来辅助积木夹取，并使用平行四边结构来实现夹子的传动。



两边平行四边形连接各由一个 MG995 舵机控制。轮吸结构使用两排各三组摩擦轮，每侧各由一个 2006 减速电机与伞齿传动。由于 e



在此方案中我们原先考虑了丝杆抬升结构，后因丝杆导程不够导致抬升速度过慢而最终放弃。我们考虑使用了滑轨式的方块收纳结构，由辅助摩擦轮传送。最后因此方案不稳定而做出改动。



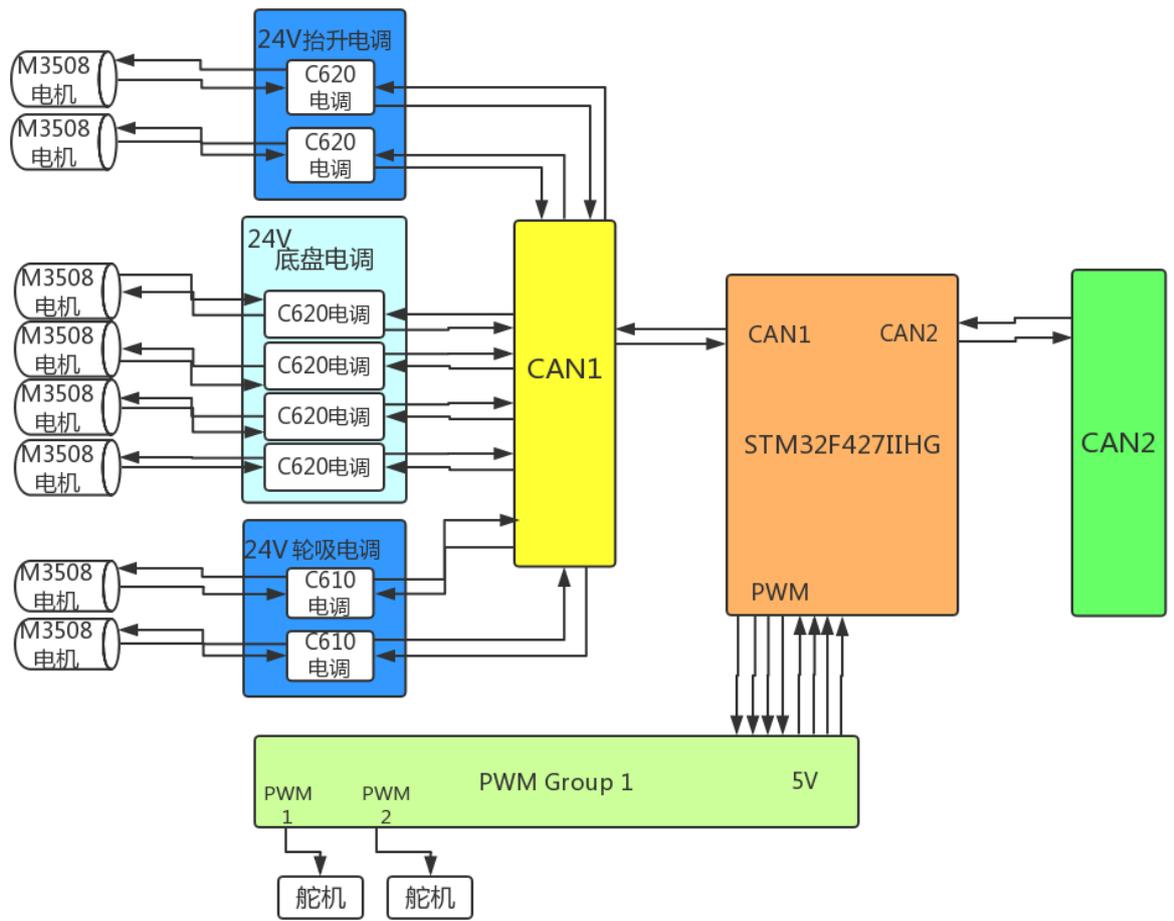
方案 v2.0

因抬升速度快、结构稳定，在此方案中我们保留了原始的平行四边形抬升结构，并添加了皮筋来平衡重力。夹取结构仍然保留了轮吸结构，并且做出改动。在轮吸结构中我们使用了皮带与皮带轮传动，并大量使用复合材料，有效地减轻了轮吸结构的重量。在此结构中，我们优化了夹取结构的移动行程，可以使夹取更稳定。较大行程的结构同时可以满足新版收纳结构。在新版收纳结构中，我们使用了单方块的收纳，与之前结构对比相对稳定。

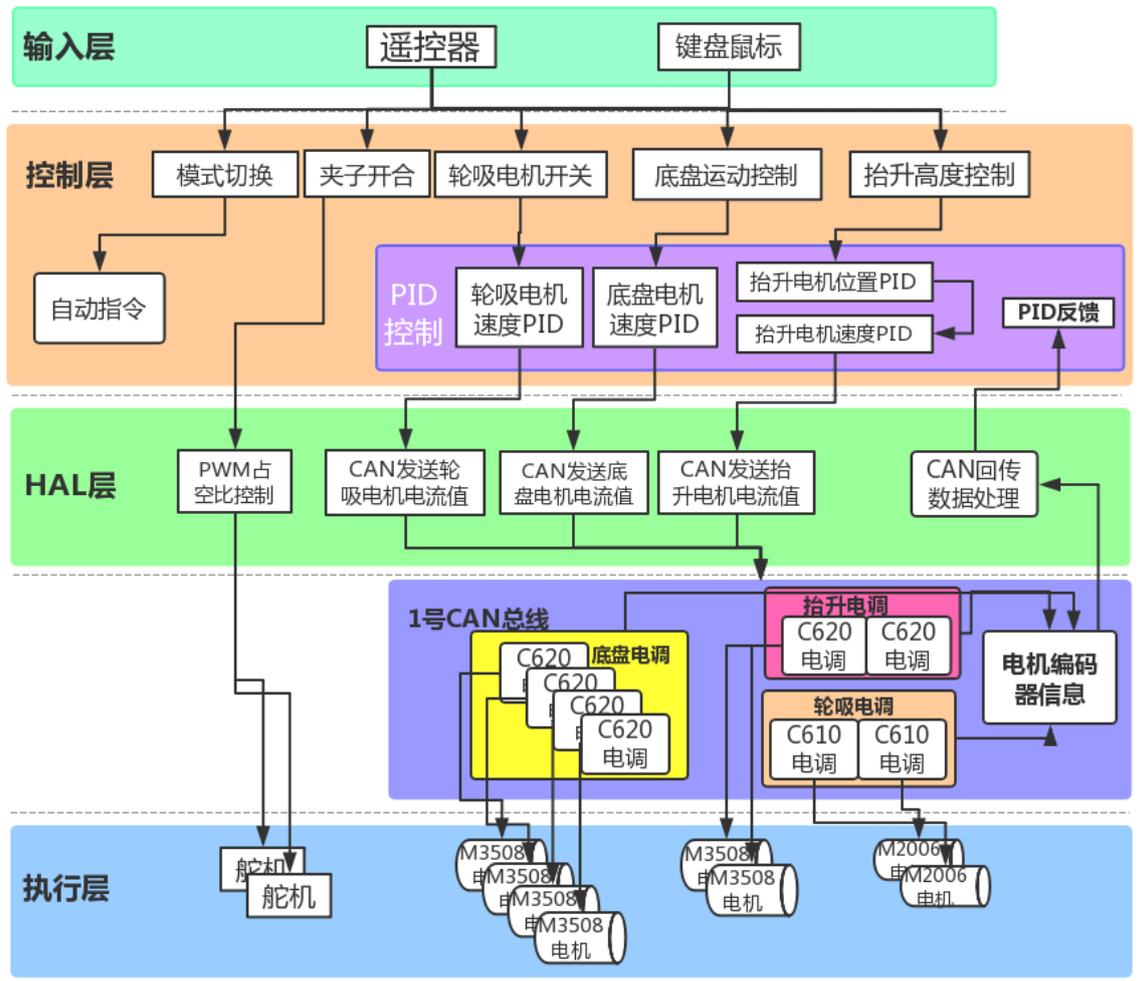
方案 v2.1

经实验我们发现轮吸收块结构存在的一些问题。皮带传动在高速移动过程中会出现错位，导致摩擦轮不能够有效地旋转。因此，我们取消了摩擦轮的设计，而使用了单纯的夹取结构，并在夹子内内侧添加了防滑垫。经测试，此结构更加稳定。

2、 嵌入式系统部分



电控拓扑图



我们的电机全部使用 RM 官方提供的 M3508+C620 与 M2006+C610 套装，而这两套动力套装都带有编码器以及 CAN 数据回传，因此我们的执行器可以全部使用闭环控制。底盘由 4 个 M3508 电机独立地驱动 4 个麦克纳姆轮。通过使用速度 PID 控制，我们能精确的控制轮子转动的速度，进而使得底盘的运动非常精确。

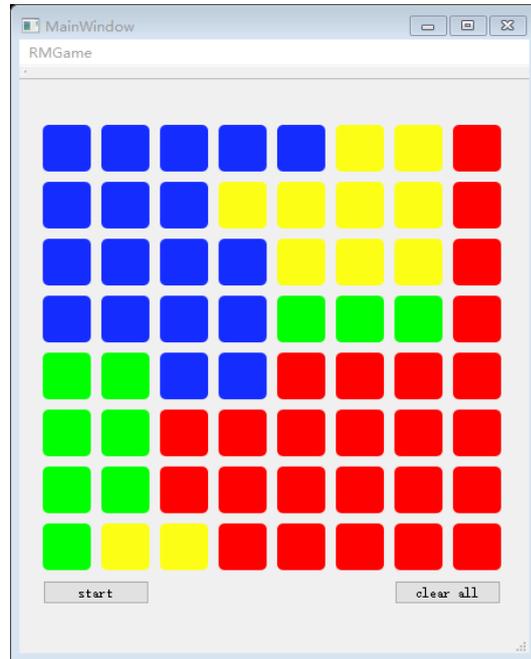
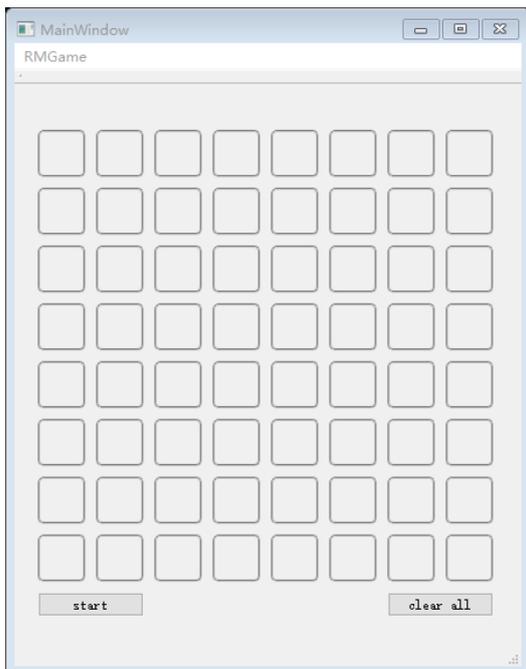
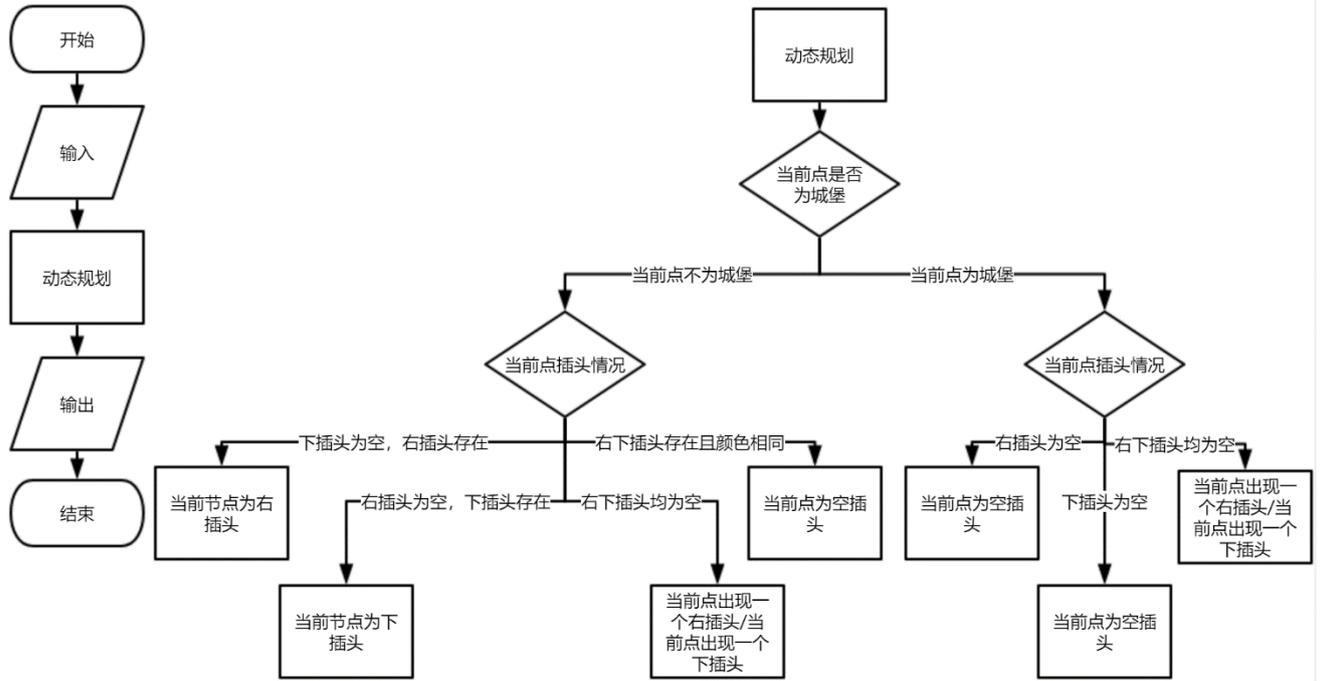
由于我们的抬升机构需要保持一定的高度，我们需要使用位置

闭环控制来保证电机的位置稳定在我们设置的期望位置。抬升装置由 2 个 M3508 直接驱动，这导致我们的电机需要较大的电流才能稳定在一定的高度，而这加大了我们调整 PID 参数的难度。

为了使电机控制更加优良，我们使用了位置环与速度环相组合的串级 PID 控制来控制我们的抬升电机，位置环的输出作为速度环的输入。

在之前的方案上我们使用了 M2006 来驱动摩擦轮，搭配速度闭环控制，摩擦轮的速度可以保持稳定，利于抓取。

3、 算法部分



算法理论分析

我们首先证明这个问题是个无后效性问题，我们不难发现对之后转移存在影响的状态仅有在轮廓线上的插头状态并且我们注意到除了当前转移节点的左边轮廓线位置可能存在右插头之外其他轮廓线上的插头只可能为下插头或空插头，基于此我们可以使用一个 9 位 5 进制数来储存，但是我们发现我们还需储存一个连通性的状态的话状态将会很大，但是我们不难得到实际上的合法状态数是远小于理论状态数的，所以我们可以使用动态开点的方式来解决这个问题。

算法	DFS1.0	DFS1.1	DFS2.0	DP1.1	DP2.0
时间复杂度	$O(3^{color} \binom{n}{2n}^k)$	$O(\binom{n}{2n}^k)$	$O(\binom{n}{2n}^k)$	$O(n^2 5^{n+1})$	$O(n^2 17^{n+1})$
空间复杂度	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2 5^{n+1})$	$O(n^2 17^{n+1})$
数据1	N/A	N/A	21	2391	1200
数据2	12	10	11	9191	1032
数据3	108	110	104	2805	635
数据4	N/A	4709	4508	2524	459

视觉方案

思路：定位到积木块，以积木块的特征点作为依据，数据发送给下位机，并调整角度、位置等。

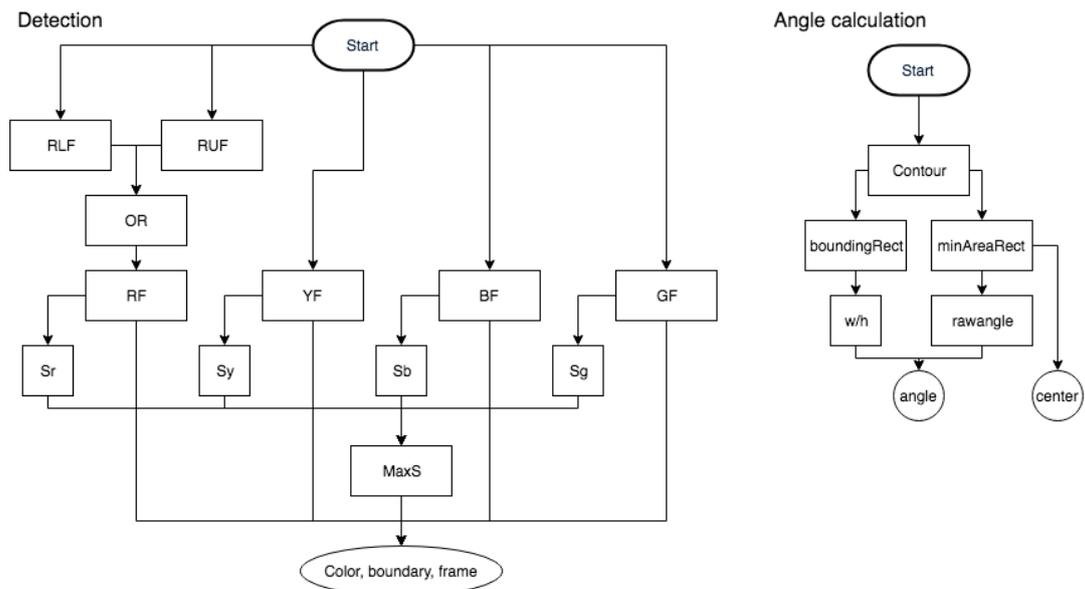


图 1 数据流

识别方案：

1. HSV(current)
2. Haar Cascade (适应性极差，舍弃)
3. YOLO (过慢，舍弃)

定位方案：

1. 摄像头前视底边 (不稳定，亟须滤波而不好滤)
2. 上视 中心

五 制作与测试流程

我们的嵌入式系统调试从单电机的 PID 调参开始，得到电机在空载的情况下能稳定控制的 PID 参数。在机械就位后开始对 PID 参数进

行二次调试，逐步增加 P 和 D 并使用二分法来进行参数的优化。

六 结果与评价

这次项目离完美还很远，效率中等，机械结构由于反复更改方案没有做到稳定，导致不能达到预期效果，需要大量时间修理。

七 附录 (Appendix) 请将代码及机械制图等粘贴在附录中

八 感想与感悟

从团队的角度谈谈在夏令营的收获与感悟，也可以谈谈未来的规划与发展 (畅所欲言)。

这次夏令营的这一组，组员之间关系相对融洽，但是在机械方案上一改再改，做好的车子拆了改，改了拆看起来是我们的计划不到位，本质上是我们之间仍存在分歧，以及我们并没有真正理解团队合作。RM 夏令营，看起来是一个机器人主题夏令营，实际上是一项工程挑战，能否使用工程师思维来解决问题对其结果起着决定性作用。从需求分析，方案设计，到具体实现，每一环都需要工程思维才能高效地完成