

2019 Robocon 总结报告

前言

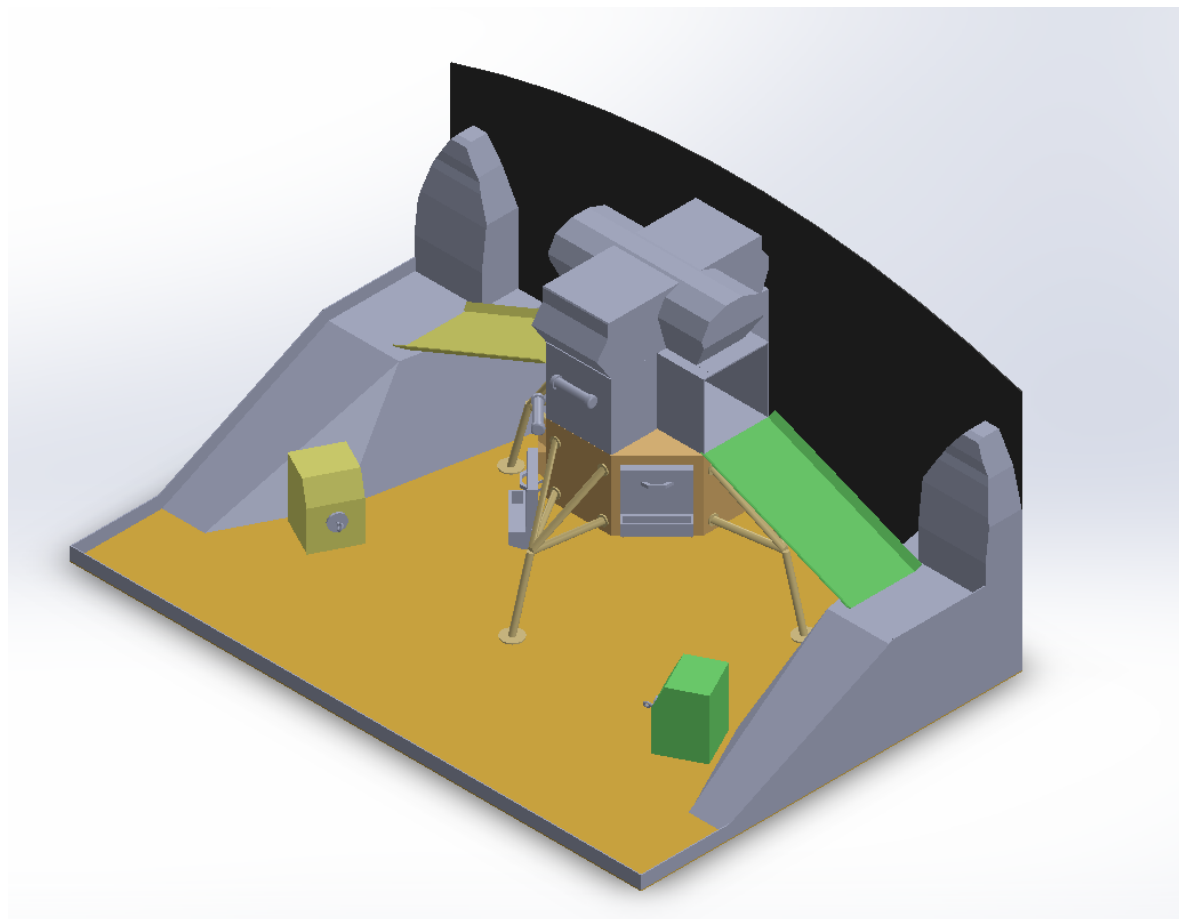
本次 Robocon 赛事是在 MIT 举行，从7月29日到8月9日，历时共十二天。比赛成员包括中国，日本，韩国，美国，埃及，墨西哥，印度，巴西等国的成员。对我们小组(Light Green)来说，本次比赛十分具有挑战性。一方面，本次赛题设置十分新颖，尽管有多元的分数获得方式，但是每一个方式都很难获得分数；另一方面，由于本组一开始就运气不佳，最开始整个小组就仅仅有四个人，并且其中只有一个同学有机械设计的能力。尽管这样，我们小组还是成功克服住压力，最终获得了第三名的好成绩。尽管在比赛过程中还有因电池临场没电而与一二名失之交臂的遗憾，但是总的来说，我们组对于比赛成绩还是十分满意的。

跟我们组有关的所有代码，设计文件都上传到了 [我的 Github 仓库](#) 中。

下面就本次比赛的赛题和参赛过程来介绍和总结我的 Robocon 2019 参赛过程。

赛题介绍

由于今年恰好是人类登月50周年纪念日，所以本次赛题以登月为背景来进行设置。比赛场地如图所示。



整个比赛首先进行小组赛，然后取前8名进行8强，4强，以及前三名的角逐。在每一局比赛中，比赛都是采用了分数制，即两组比赛，分数高者获胜（如分数相同，则所用机器人质量轻者获胜）。在每一局比赛中，可以获得分数的方式（即可以完成的任务）主要包括有如下5种：

| 任务 | 分数 |
|-------------|---------------------|
| Lunar Flag | 7/24/48/72 |
| Rock pickup | 5/15/10 |
| APS Charger | * |
| Fuel Tank | 15/49 |
| Multiplier | 1.2x/1.5x/2.0x/3.0x |

尽管任务数很多，但是每局比赛一共只有150秒的时间，其中，前30秒为自动控制阶段，参赛队伍可以采用自动控制的方式来控制机器人，在这个阶段所获得的所有分数都会乘2，而后120秒为手动控制阶段，可以用比赛方提供的4通道遥控器来控制机器人完成指定任务。

对于机器人制作，参赛方只允许制作至多两个机器人。并且对于制作尺寸，使用材料和机器人的起始位置都做出了十分严格的限定。比赛可以制作一大一小两个机器人，大机器人的限定尺寸为 16*16*16 inch，起始位置只能是中位于登月器上的大盒子，而小机器人的限定尺寸为 10*10*10 inch，初始位置只能是位于月球表面的限定区域。

但是对机器人制作，除了以上限制以外，比赛方还对于所使用的材料做出了十分严格的限制。允许使用的材料清单如下所示。

| Quantity | Item Description |
|---------------|--|
| Tools | |
| 6 | Safety glasses (one for each team member) |
| Stock | |
| 2 | 6063-T6 Box Extrusion - 1" x 3" x 12" - 1/8" thick |
| 2 | 6063-T6 Box Extrusion - 1" x 1" x 18", 1/16" thick |
| 2 | 6063-T6 Box Extrusion - 1" x 1" x 18", 1/8" thick |
| 2 | 6061-T6 Flat Bar - 2" x 12" x 1/2" thick |
| 2 | 6061-T6 Angle - 1.5" x 1.5" x 12" - 1/4" thick |
| 2 | 6061-T6 Angle - 1" x 1" x 1/8" x 18" |
| 2 | 6061-T6 Rod - 1/4" x 18" |
| 2 | 6061-T6 Rod - 5/16" x 18" |
| 2 | Delrin Rod 1" Diameter x 6" |
| 2 | Aluminum 5052-H32 Sheet, 1/16" thick |
| 2* | Plywood 12" x 24" x 1/8" |
| 2* | Plywood 12" x 24" x 1/4" |
| 1* | Acrylic sheet 12" x 24" x 1/4" |
| Wheels | |
| 4 | Solarbotics Servo Wheel |
| 2 | Low-Profile Caster Swivel |
| Motors | |
| 4* | SpringRC Continuous Rotation Servo + servo horn packet |
| 1* | Vigor VS-11 ANALOG SERVO + 2x large servo horn packet |
| 1* | Small SpringRC Continuous Rotation Servo + servo horn packet |
| 2* | Small SpringRC Position Servo + servo horn packet |
| 3* | LDO Gearhead motor (one 26:1, one 57:1, plus one of your choice) |
| Other | |
| 8 | Constant force springs |
| 12 | Gears (4 each of 3 different sizes) |
| 2 | Gear racks |
| 1* | 24 Linear inches of timing belt |
| 4** | Nylon flange bushings, 1/4" ID |

| | |
|--------------------|--|
| 4** | Nylon flange bushings, 5/16" ID |
| 6 cubic inches | 3D printed parts material (and 4 cubic inches of support material) |
| 10 | Sheets of 8.5"x11" paper |
| 10* feet | String (as available) |
| Quantity | Item Description |
| Electronics | |
| 3* | VEX Motor controllers |
| 3 | F-F wire connectors |
| 2** | Arduino kit |
| 2** | 7.4V 500mAh LiPo battery |
| 2** | RC Radios |
| 2 | Momentary switches |
| 2 | potentiometers |
| 2 | photoresistors |
| 2 | Reflectance sensors |
| 1 | Ultrasonic distance sensor |
| | |
| | |
| | |
| As Needed | |
| - | Wire and solder for electrical connections |
| - | Insulating tape as needed for wire electrical connections |
| - | Push-rings for aluminum shafts |
| - | Tape for temporary attachments |
| - | Nuts and bolts for fastening |
| - | Velcro for battery/RC receiver attachment |

关于机器的制作手段，比赛方倒是提供了十分优秀的加工条件。这个方面并不存在太多限制。

赛题分析

本次比赛的拿分方式过于多元化，但是比赛时间又是十分紧迫的。这就决定了从拿分方式上必然是要有所舍弃的。具体来说，应该挑选的是有以下特点的任务：

- 机械设计和制造难度不大
- 易于操控
- 拿分效率高

经过测量，我们小组发现 fuel tank 的任务，charger 的任务所需要的力过大，而multiplier 的任务又对机械结构和临场操作提出了太高的挑战，所以，拿分最为 efficient 的任务应当是捡石头 (pick up rocks) 和插旗子 (put flag)。只有这两项任务对机械结构要求不高，易于操纵并且能够在短时间内完成。而在捡石头的方式上，由于比赛有十分严格的电机数量限制，所以直接把石头放回 starting location 是最好的选择。

这里需要注意的是，在最开始确定拿分方式的时候，一定需要考虑 制造难度 和 操作难度。在本次比赛中，浙大的同学由于自己有过硬的机械设计和实现的能力，所以他们的得分策略直接选择了得分最高的 put flag（在最高位置）和 multiply score 两项任务。如何成功的话，他们能够得到的分数将是 $72 \times 3 = 216$ 分。但是，完成这两项任务所需要的机械结构都十分的精密复杂。结果他们最后发现自己设计的机械结构难以操控，最后因无法有效得分而提前出局。

在确定了拿分的方式后，就需要考虑自己的材料和比赛时间是否充足。在材料方面，最需要提前考虑的，就是电机的数量（即机器人的自由度）和遥控器 channel 的数量。电机的合理分配是一个十分重要的事情，这需要对电机本身所能提供的速度和扭矩，以及机械结构中对扭矩和速度的要求有比较充分的了解。这一点由于各组的机械设计各不相同，所以并不详细叙述。而在比赛时间方面，由于我们组在比赛第三天就做好了两个小车的样车，并且在当天晚些时候在场地上测试过。知道正常情况下上下坡所需要的时间大概在1分钟左右，这就对 pick up rock 的时间做出了十分严格的限制的限制，所以这也使得我们提前放弃了十分诱人的 multiplier 任务（因为当 multiplier 开始运作的时候，小车很可能无法回来），转而专注于捡石头和插旗子两个任务。

关于我们组的机械设计方案，我将会在 制作过程 章节里详细叙述。下面将按照时间顺序，从赛前准备开始介绍一下我的参赛过程。

赛前准备

由于 Robocon 比赛最为重要的技能点主要包括机械设计，机械制造，硬件编程三个方面，所以比赛前的准备主要围绕这三个方面进行。其中，由于来自清华的同学肯定都是参加过电设的，所以硬件编程应该不是太大的问题，只需要在比赛前准备好充足的电子元件以及一些经典的样例代码即可。在本次比赛中，我带的电子元件包括有：

| 电子元件 | 数量 | 备注 |
|-------------------|----|-------------------------------|
| 电子万用表 | 1 | 十分重要，比主办方提供的好用 |
| 杜邦线 | 若干 | 多带，我们前4天杜邦线就被别人借完了 |
| Arduino Mega 2560 | 1 | 功能最强的 Arduino，用于调试程序 |
| 铜柱，螺丝和螺母 | 若干 | 用于简易固定，以防现场没有 |
| USB电源模块 | 1 | 用于简易供电，输出电压可调且有多种固定电压输出 |
| 电源管理（升降压模块） | 2 | 仅仅是有点担心比赛方电源电压和电子元件所需不同 |
| 传感器模块 | 若干 | 包括巡线，超声波，陀螺仪等，尽管最后都没用到，但带上保险些 |

比赛前所准备的样例代码主要包括有：

| 样例代码种类 | 备注 |
|-------------|------------------|
| 超声波代码 | 无 |
| 多通道遥控器读取代码 | 建议准备，电设时没有用过类似东西 |
| 舵机控制和电机控制代码 | 无 |

由于其他传感器的代码相对比较简单，所以在这里没有一并列出。

除此以外，还有一些基本的软件可以学习一下。比如对于 Arduino Nano（比赛使用的主控板）的引脚规划，可以使用 fritizing 来图形化规划，这样做队友也容易看懂。再比如 git 和 github 使用（包括上传和合作开发），代码上传和代码回退可以十分有效的进行代码管理。又比如说 VSCode 如何进行 Arduino 开发，不使用难看且没有代码提示的 Arduino IDE 而是使用更加顺手与强大的 VSCode 来进行 Arduino 开发。

关于机械制造方式，首先需要掌握的是一定的机械制造技能。在比赛中，所需要使用到的机械制造技能包括：

| 机械制造技能 | 备注 |
|------------|-----------------------------------|
| 激光切割 | 优先学习，核心是会用 AutoCAD |
| 3D打印 | 优先学习，核心是会用 SolidWorks or Inventor |
| 手钻使用 | 关键是知道一些简单的关于钻孔大小和钻头大小之间的配合关系 |
| 打孔，切割等机床使用 | 无 |
| 其他手持工具使用 | 无 |

在上述技能中，激光切割和3D打印作为现在创客的必备技能，在比赛前

在这个方面，个人建议是先参加金工实习再过来比赛。但是由于我们这一届正好时间冲突不好安排，再加上自己没有更加积极主动的和老师进行联系，所以并没参加成。但是由于我经常使用激光切割和3D打印技术，并且之前在如制造工程体验等课程上接触过其他机械加工技能，所以在这一方面还是比较有准备的。

但是在机械设计方面，由于机械设计本身其实是一个十分复杂的问题，对于我们信息类的学生其实并不大好准备。所以在这一方面，我的建议是一方面要多看之前参加过 Robocon 比赛的学长报告，看看他们的机械设计方案，从学长的方案和遇到的问题中找找思考机械设计的思路，另一方面是多从网上找一些经典的 3D CAD 图纸，看看一些比较经典的结构（如能够转动转平动的机械，机械爪等）。

制作过程

以下是我在参赛过程中每一天做的日志记录，在放在这里前经过了自己的一些反思和修改。

第一天

在我们比赛的第一天，我们在介绍完赛题后，就进行了分组。我的小组(Light Green)中，一共只有四个人，国籍分别是中国，韩国，墨西哥，埃及。其中，韩国机械系同学具有比较强的机械设计能力，他一方面具有比较强的机械设计直觉，我们提出的很多方案在他简单一思考后就能判断出可能会出现什么问题（比如我们组在没有尝试进行样机制作时，他就能判断出2轮驱动结构是不可能爬上从月球表面到插旗子的月球山的那个25度斜坡，而其他组多是在尝试后才发现这一问题），另一方面他能够熟练绘制 Solidwoks 模型，全队的机械图绘制都是由他来负责。墨西哥同学有很强的动手制作能力，精通各种机械制作工具，从他的身上我甚至学习到不少机械加工的巧妙方式。而埃及同学能力一般，不具备三项核心能力（代码 code ，设计 design ，制造 manufacturing ）。

但是以上观察和判断还是我在比赛后才做出的。在比赛的第一天我们相互自我介绍的时候，墨西哥同学和埃及同学都说自己能写代码，想要完成组里的代码任务。我刚开始对他们十分信任，所以主动说我放弃做代码工作，转而专注于 manufacturing 方面。但是没过几天我就发现他们两个都不真正具备写代码的能力，他们写的程序风格差难维护，并且漏洞百出。所以我在发现这一情况后，迅速接管了所有的代码工作以避免他们写出更多的 bug。这一点给我的教训是一方面，了解队友能力不能够仅仅依赖于队友的自我介绍，而应该看他们是否干过相关工作与取得的成果；另一方面是清华队友对代码方面绝对秒杀其他国家的同学，所以之后参赛一上来就可以直接揽所有的代码工作。

而在一起听过比赛规则，进行比赛策略讨论时，我们组又出现了十分严重的分歧。埃及同学比较贪，一开始就想要拿到全部分数来包揽冠军，吓得韩国同学有点不敢提出放弃部分分数。但由于我之前看过学长的报告，深知 IDC 本来从赛题设计上本来就不是要求所有分数都拿，而是需要参赛队员专注于一两项拿分方式，所以在一开始就和埃及同学不断交流，最终达成一致认识：先把简单的分数拿到（捡石头），然后再一项项挑战比较有意义的拿分方式。最后证明，这样的拿分方式也是十分正确的。由于我

们组专注于拿石头这一工作，反而最后能够十分有效的捡起足够多的石头，甚至可以根据对手的表现情况来决定自己捡石头的数量。

由于第一天并没有太多的时间用来思考自己组的机械结构设计，所以这一天并没有拿出十分好的机械设计方案。

在结束今天的日志之前，记录一个比较有趣的小插曲。在今天中午，我和韩国同学一起吃饭，在吃饭过程中相互交流过之前自己做过的有些事情，以前参加过的比赛等等。这样的交流很快让我意识到他在机械设计方面比较强，所以之后每当在机械设计方面我们小组出现异议的时候，我总是优先询问他的意见并站在他的一边；而他也意识到我的代码能力可以满足比赛需要，所以在一开始就主张把所有代码都交给我来写。这样的交流有效的帮助我们了解彼此的长处，优化小组的分工结果。所以说，我认为每个小组第一天最好还是在一起吃饭，利用这样的时间了解彼此的长处，从而做出更好的小组分工。

第二天

DDL 果然是第一生产力。由于今天就需要拿出机械设计方案给评委展示，所以我们加快进度，将所有关键结构的 Solidworks 图都绘制完毕。

第一个小车（我们称之为 Light-Green-OX）负责下坡，收集石头，返回到 starting location，并在途中插旗子。

在捡石头方面，出于效率的考虑，我们选择采用了一个 **sweeper** 的结构，有点像我们平时所用的吸尘器，基本想法就是所过之处，**rock** 都能够被捡上来。其中，刚开始 **sweeper** 的机械结构我们打算采用多片金属挡板来制造的更加牢固，后期出于重量和边缘柔韧性的考虑（边缘柔韧性指的是不能够让 **sweeper** 的挡板和石头同时为刚体，这样做会出现很多问题），最后使用了大量轧带以及少量胶带固定的来制作。这里只需要一个直流电机就可以解决问题。

在下坡以及返回到 **starting location** 的方面，由于韩国同学凭借直觉直接判断出非四轮驱动小车是无法在携带 **rock** 的同时爬上 25 度的斜坡的，所以我们选择使用由四个 360 度舵机提供动力的四驱方案。事实证明，这一判断是十分正确的。

在储存石头的机械结构方面，韩国同学设计了一个五角形的储存箱来存储石头。由于我们最开始的设想是一次存储十几块石头，所以存储箱 (**bin**) 整体设计得较大。同时，为了比较可靠的存储石头，韩国同学做了一个十分聪明的设计，即最终选择一个五角结构。这样的机械设计不仅能够比较稳妥的存储石头，还能够利用这样的结构在上坡时通过 **bin** 的旋转调节车厢重心辅助刚开始的上坡动作。这里需要使用到最大的位置舵机。

而关于放置旗子方面，出于比赛时间的考虑，我们选择使用一个如图所示的机构。在小车背对插旗子的地方时，直接旋转结构来放置旗子。尽管这样的放置方式相对于其他队来说，缺少了很多仔细调节的过程，但是由于其速度极快并且不必反复尝试（蒙中了就拿分，蒙不中也可以快速放弃这一任务），所以被我们队所采用。在这一结构的驱动方面，我们最开始打算采用小型舵机来进行控制。

由于整体设计出来的车恰好好像是一头公牛，所以我们称之为 Light-Green-OX。

第二个小车主要负责辅助第一辆车收集石头，以及尝试完成 **multiplier** 的任务。

由于第一辆车的设想就是所过之处，石头都被收集到，那么在有限的时间内想要收集到更多石头的关键就在于提高石头的密集度。而第二辆小车就是为此而设计。由于为了保证将石头堆置在一起的速度，所以第二辆小车我们选择采用两个直流电机进行驱动。然后前置一个挡板来将石头聚拢在一起。而关于 **Multiplier** 的任务，由于我们样车制造比较早，所以比较清楚这个任务难度过大，所以尽管设计过相关机械结构，但最终也没在第二个小车上实现相关结构。

第三天

从今天开始我们就正式的开始我们的工作。韩国同学先给我拿泡沫板制作了两个小车的底盘，然后专注于完善两个小车的 Solidworks 图（包括确定每一个机械结构的具体尺寸，使用材料等）。墨西哥同学帮我将小车的电机都固定好后，开始尝试写 remote controller 部分以开始控制小车。我在上午首先建立了我们小组的 GitHub 仓库，将埃及同学加入到 contributor 中，并编写完毕除 remote control 以外的所有 module 文件来供埃及同学和墨西哥同学编程参考。

但是在上午结束前我就发现，墨西哥同学和埃及同学其实并不像他们所说的那样具备编程能力。墨西哥同学直接把遥控器的 receiver 的信号输入端（pwm波）接到了舵机的信号输入线上（同样时pwm波控制），代码里连pwm波测量部分都没有还认为自己的代码编写没有问题。而埃及同学则不仅对程序结构不敏感，写的代码出现的逻辑漏洞太多，并且在汇总我写的代码模块的时候，连修改一下引脚的宏定义都修改不好。所以说，在今天下午，我在像他们指出他们的问题之后，将所有的代码任务都揽了过来。由于我感觉墨西哥同学比较善于动手，所以让墨西哥同学帮助我连接各个模块。而由于前两天和埃及同学接触的不是十分愉快（她多次反对其他人的方案，很有主见，但是能力很弱，提出的想法往往欠缺思考；并且她在不忙的时候，容易干扰其他人的工作），所以我让她写我之后肯定用不到的代码，只是为了给她找点事情干，不要去干扰别人。

在临近结束的时候，我们成功实现了用遥控器控制两辆小车的运动。经过时间的大致测量后，我们测量得上下坡的大概需要一分钟的时间，而能够给采集石头的时间大概只有45秒钟，要在这么短的时间内全拿20块石头，单靠第一个小车是不可能的。所以我们确定要使用第二辆小车来进行辅助采集。

第四天

我的代码部分开始写整体代码（包括自动控制部分）。第一辆小车的 Solidworks 图绘制尚未完成。但是小车底盘和小车的 bin 部分已经先行开始制作。

今天发现了一个很有意思的事情，感觉亚洲的同学和受西方影响比较深的同学之间的做事方式确实不一样。今天韩国同学仍然在绘制CAD图，但是墨西哥同学因为没有太多事情干，而选择提前开始制作一些小车的初步模型以确定小车尺寸。也就是说，亚洲的同学比较习惯于先理论再实践，而墨西哥的同学却习惯于先动手再理论。感觉我们之间的区别十分有趣。

比完赛回头看来，感觉关于制作部分确实也应该像那位墨西哥同学所做的那样，尽量提前开始。不要太担心浪费材料，可以使用硬纸板等比赛方提供的材料来进行原型制作。只有这样才能帮助我们快速发现一些在理论设计时发现不了的问题。

第五天

今天我已经确认所有的代码部分都已经完成并经过了优化，十分的便于调试。所有的代码文件都已经放到了自己的 Github 仓库中。

同时，第一辆小车的CAD图终于绘制完成，小车底盘和小车的bin已经确定尺寸并加工了出来。同时，我们预先制作了很多金属 angle （可以连接两个垂直面的金属连接件），方便之后的使用。

对于我们组最终使用了金属的 angle 这件事，我比完赛看来认为有利有弊。一方面，金属 angle 制作起来比较费时间，而我们组本来就只有 4 个人，有点浪费我们组的人力；但是另一方面，利用金属 angle 来做连接，使得我们组的小车相对于其他组的小车来说，异常的稳定可靠，并且易于拆卸调试。所以总的来说，我认为这样精益求精的加工方式对于我们组还是利大于弊的，但是也希望以后的参赛同学在原型开发时多使用胶合的方式来固定，等到正式制作的时候多使用 angle 来提升机械结构的可靠度。

总的来说，感觉我们组进度较慢，到现在为止还没有做出第一辆小车，希望之后能够加快速度。

周末加班

制作中心周末临时开了5个小时。

但是这5个小时我们组进展并不顺利。一方面，韩国同学因为身体原因并没有来，很多机械制造方面的问题没有办法与他交流；另一方面，周末这里不允许使用金属件的3D切割，对于我们组制作底盘上的舵机固定件阻碍较大。

在完成了部分其他零件的切割和打印后，我和墨西哥同学着手制造舵机紧固件。由于我们组使用到的紧固件同时作为多个机械结构放置平台，所以手工制作异常难加工，所使用到的加工手段过于复杂。这导致我们今天的进度十分缓慢。

第六天

还是十分艰难的一天。

虽然韩国同学已经趁周末绘制完第二辆小车的 CAD 图，但是第一辆小车的进度实在较慢。

今天已经制作完 **sweeper** 电机和小车箱体之间的所有紧固件，我通过编程成功使其运动了起来，但是在测试其是否能够有效卷入石头的时候，我发现了我们组原先使用的金属挡板和石头之间配合不好，石头容易卡在挡板和 **bin** 之间，并且原先两个金属挡板（互成180度）的设计容易导致石头落下。所以我们临机一动，用 **轧带**（没错，真的是轧带）来制作 **sweeper**，并且增加了两片卷入机构。这样的结构经过测试效果不错。

但是关于机械结构部分，我们还没有制作箱体的转动机构，以及插旗子的机械结构。希望之后的时间内能够快速完成这两个部分。

第七天

今天在制作箱体的转动机构时又出现了问题。

按照先前韩国同学的设计，最开始的转动机构是要在箱体下面利用一个简单的杠杆来翘起箱体，但是现在已经没有足够的时间来进行制作。所以简化起见，我们直接在箱体旋转轴的侧边固定舵机控制旋转，同时使用了橡皮筋来辅助箱体的回弹。这样的方案最终成功了。

但是今天下午在测试的时候，由于我接线的失误，烧掉了一个360度舵机。于是我在傍晚时赶紧前往附近的 **Micro Center** 购置了一个新的舵机。在晚上临时加班进行小车调试。最终在晚上和同样愿意加班的墨西哥队友对小车进行了预测试，发现它能够十分稳定的 **pick up rocks**。我们认为只要多加训练就能比较稳定的捡起7块左右的石头。

中间的测试视频也上传到了[我的 Github 仓库](#)中。

第八天

今天制作小车插旗子的机构。

上午我和埃及队友对第一辆小车在昨天测试中出现的一些问题进行调整并尝试使用自动控制程序，韩国同学开始制作插旗子的机构，墨西哥同学对于小车的机械结构进行调整。

下午测试插旗子的结构时，发现原先计划使用的小舵机扭矩太弱，无奈只好更换了一个 DC 直流电机上去。但是一旦决定真的要使用一个DC直流电机，那就意味着我们无法使用第二辆小车（没有足够的电机）。由于我认为我们插旗子的机构工作并不是足够稳定，所以当时我给其他队友的建议是放弃插旗，将电机用到第二辆小车上辅助抓更多的石头。但是他们认为旗子的得分更多，所以最终还是将电机用在插旗子上。

晚上完成初步制作。还没有经过测试。

比赛前一天

最为紧张的一天。

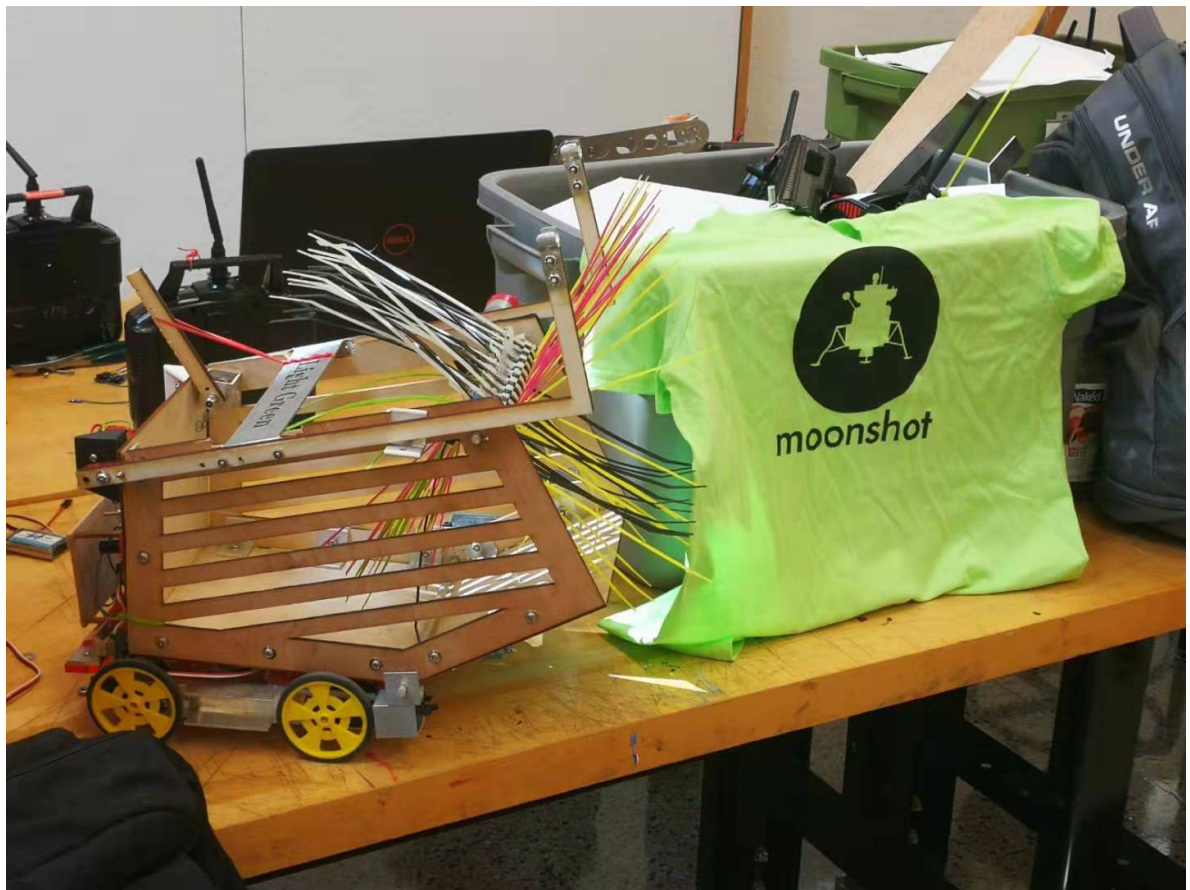
上午我们就做完了第一辆小车，我们的队友甚至加工了一个印有 "Light Green" 的固定装置。经过调试已经没什么问题。

虽然说电机数不够，但是我们在下午仍然制作完了第二辆小车。但是和比赛组织方协商之后，他们还是不同意我们多使用一个电机。最终第二辆小车应该还是无法上场。

傍晚和晚上用于不断的实际操作演练，因为我们认为练习对于提升最终的比赛表现十分重要。直到我们用光所有电池后才回去睡觉。

比赛过程

下图是我们最后制作好的机器人。



比赛过程并不顺利。

刚开始的小组赛，我们因为操作不熟练，接连三场没有得分。最后凭借单个机器人总重低于其他队伍两个机器人的方案而惊险进入下午的比赛。

在中午的时候，我们进行多次演练，终于发现了上午操作中的问题所在。在进行一番 practice，以及对小车的机械结构用胶带，重物进行一番调整后，在模拟测试结果中，我们能够比较稳定的捡 8 - 9 块石头。但是针对每一个对手的拿分上限不同，我们在比赛中会减少所捡石头的数量以确保时间够用。

针对第一场比赛，由于对手的拿分上限时48分，我们只捡了5块石头。所以我们十分顺利的赢下了第一场八强晋级赛。

但是下一场比赛前的准备时间中，我们组突然找不到我们小组的备用电池了（后来才知道是被别的组在我们不知情的情况下直接拿走了），又由于我们是在上一场比赛之前才更换的电池，当时认为只打过一场比赛，电池应该还有电。所以我们并没有及时更换电池。结果事实证明，比赛方提供的电池十分不可靠。在比赛一开始时，我们就观察到小车行驶速度极慢，而在捡石头时，小车的sweeper干脆不运转了。这导致我们输掉了一场最简单的比赛（只需要捡3块石头就能赢得本场比赛），失去了争夺冠军的机会。

这个事情也告诉我们，一方面，在比赛开始前最好是要做一个 **检查清单** 的，在每一场比赛前都按照清单检查小车工作情况；另一方面，在比赛开始前一定要更换电池。同时，也建议下一届比赛最好使用成熟的，带有过放保护 **18650** 锂电池，而不是选用本次比赛中用到的，不带任何保护的裸锂电池。

最后一场比赛，我们在更换电池后，选择捡了7块石头（因为对手在之前比赛所拿的最高分是60多分），比较轻松的赢下了最后一场比赛。

总结分析

关于我们在机器人制作中遇到的具体问题，我在之前的章节叙述都已经十分的详细，在此就不再重复。仅仅就一些原则性的问题，再总结一下我对整个比赛过程的想法。

第一，机械设计一定要简单，一定要简单，一定要简单！不容易操控的复杂 **robot**，还不如一个易于操作的简陋 **robot**。本来 **Robocon** 给的制造时间就短，所以制作复杂 **robot** 过于浪费时间，会挤占掉调试改进所需要的时间！

第二，最开始定的得分目标不要太高，要重视比较稳定的得分来源。要明白，能够稳定的得分，你就有小组赛出线的能力。

第三，在小组成员交流方面，不要相信你和队友的英语表达能力。开始比赛时你就会发现，比赛中最为浪费时间的环节就是不同国籍队员之间的相互交流。所以，为了减少浪费的时间，要尽早的明确个人的分工，同时为了交流的准确性，所有的交流内容必要时都要再三确认，不好口头表达的**idea**就用图画出来。

第四，不要轻言放弃。这个比赛和电设不同，不到最后一刻，比赛的变数太多，说不定你就会赢得比赛。

最后，根据我们队这次比赛的教训，我建议 **每场比赛前都要按照事先拟定好的检查清单，逐项检查小车性能**。同时，对于每场比赛前的一些准备（比如擦拭轮胎，清理场地，更换电池等等），都要写在清单上，比赛前逐项执行。

一点点小建议

同时，由于下一届 **Robocon** 是在清华举办，在此也提供一些给下一届比赛的建议。

第一，要重视所提供的电子元件的质量并保有足够多的存储。本次比赛所提供的电子元件质量还可以，但是数量上明显短缺。本次比赛的比赛方没有提供多余的主控板和舵机，以致于烧了舵机还得自己跑到电子元件超市去购买舵机。而且本次比赛的比赛方提供的电池质量较差，电池容量小且没有过放保护，非常容易因过放而导致原本就不够的电池容量进一步减少。还有，比赛前几天比赛方甚至没提供杜邦线，我带来的大量杜邦线短时间内就被旁边组借的干干净净。希望这些问题在下一届比赛中能够得以解决。

第二，同时，我发现国外的参赛同学大多没有很强的电子背景，所以为了降低难度，在主控板上建议和本次比赛一样，提供一个 **carrier board** 而不是让所有电路都只能用杜邦线手动连接。

第三，在机械制造方面，建议最好能够布置出一个像 IDC 中心那样，所有制作工具都比较集中的一个工作坊。根据我平时的观察，校内能提供比较完整的机械加工条件的地方，应该还是李兆基科技大楼。但是李兆基科技大楼的问题在于不同种类的加工机械过于分散，在不同加工地点之间跑动比较浪费时间。

第四，建议在最终比赛前，最好还是有一个种子赛，这能够提升所有参赛队伍的能力，让强队真正发挥出自己的水平。

最后，祝愿下一届在清华举办的 Robocon 大赛能够顺利举办~