

第 2 组论文

总体策略

平移机器人 Jimboo 的策略是搜集皮球并将皮球射入球门。我们的目的在于利用一个独特的驱动系统以实现机械上的解决方案，以便机器人能够自由移动并避开障碍物。如果我们用软件办法来解决这一问题，将是很有难度的。我们称这一系统为平移驱动系统，它由三个可平移的轮子（带有若干滚筒以平移）组成，这些轮子被设计一种使得我们可以前移、后移、侧移甚至斜移的构造。有了它，我们就不必设计复杂的算法和运动来使机器人侧移一小段距离了，而侧移有助于机器人搜集皮球并站在球门正前中央。这种改进的机动性也使得我们可以在狭小的空间中自由地穿梭。

机械装置和传感器

这些轮子相当难装配，因为它们有一个 1"的孔，并且没有预定的行进路线可绑定至发动机（就像普通的轮子一样）。为解决这一难题，我们制作了一个 1"钥匙孔状的铝轴，然后施压将它安装到一个 1/4"的钢轴上。之后，我们买来用过的自行车齿轮，并施压将它安装到一个 1.3"的铝盘上，再将铝盘固定到钢轴上。至于如何将齿轮安装到发动机上，我们做了相似的处理，只是不同于上述的挤压安装，我们使用了固定螺丝钉的方法。在设计驱动系统的过程中，碰到的问题主要有：轮子的接触问题、链条队列问题以及中轮动力不足的问题。由于三个轮子的触地点在同一直线上，如何确保每个轮子都与地面接触完好就是个问题了。我们是这样解决的，即将中轮放在较两个外轮稍低的位置上，并将机器人的支架重量集中于外侧，以建立一三点链接问题。

当我们持续向机器人身上加物品时，它会变得过重而导致中轮不再有足够的侧移驱动力。我们尝试着使用了一个较高扭矩的电机，但它提供的动力却令人失望。因此，我们改变了机器人的重量分布，即调整电池的位置，使得机器人又可以侧移了。

我们的收集皮球的机制由一个前置滚筒、一个传送带状的升降机和一个用于存放和释放皮球的托盘组成。我们这一设计的根本原则在于顾及到最大限度的误差，因此我们造了一个大号直径的滚筒和托盘，并将托盘悬挂于机器人前方两英尺的地方。之所以决定这样设计是因为我们认为它有力、简单和有效。不像我们考虑过的其它皮球收集机制（如桨和爪子）那样，滚筒在几乎所有的合理情况下总是具有高功能性可靠性。

升降系统由一个用绷紧的带子盖着的铝制斜面，他由一个由伺服机构驱动的毛垫带子来传动。尽管它要求一些精细的调整，斜面系统仍然可靠地运行着（虽然慢点儿）。升降系统的主要问题还是在于高度的限制。由于规则已经使中间竞争从 14"x14"x20"的空间变到同我们的箱子大小的空间，我们碰到了包括将皮球从升降机放到托盘上在内的问题（这一问题在重新设计托盘存放机制后得到解决）。另一个问题是带子的漂移问题——在大约 45 秒后，带子将在轴的一端聚积。尽管我们用尽了所有必需的时间来解决它，我们的办法（也只是）加一个压带器来校正带子和轴的潜在的不完整性。至于如何调节斜面和传送带，我们为每个轴构造了可调节的支架，以调节系统到所要求的带子与斜面间距以及滚筒与地面间距。

托盘机制由若干小角度的斜面组成，皮球通过这些斜面从机器人的后面滚到前面，并呆在那儿，直到被射出。最初，我们将若干木片按照所要求的角度粘合在一起以构造这一机制，但是，后来，我们觉得用一片铝箔来打造会更好点儿（并且也更好看）。对于存放皮球的机制，我们最初的计划是构造一个伺服（或螺线管）驱动通道，它会在适当的时机将皮球打出去。但是，由于在提升系统中碰到的设计问题，我们将通道换成了由直线执行电机驱动的斜面机制。当倾向某个方向时，皮球将呆在托盘的后面，当倾向另一个方向时，皮球将向前

滚动并从斜面的前方落下。在搁置之前，直线电机运行得相当好，但是在洋洋得意声中，随着齿轮逐渐松散的啮合，它很快就报废了。

至于传感器，我们要说的就很少了。我们选择了在中轮和右轮上使用光编码器，以助于转向和不断测取机器人走过的距离。我们在机器人的前面也安装了两个中等范围的距离传感器以避免撞墙。我们确实将一个回转仪连接到机器人，但它只起到很小的作用。它应当被用于更高级的制图，但是我们还没有来得及将上述特性付诸实践就已经没时间了。除了上述的传感器之外，我们还有实时感应以判断机器人是否被障碍物挡住。

软件子系统

机器人的软件部分相当简单，主要由三个部分组成：视觉、绘图和状态机。视觉子系统负责所有的画像处理工作，且它本身相当简单。起初，它只能识别皮球和条形码。识别多个皮球是最先完成的事之一。在尝试了几种方法之后我们最终采用了一种简单但非最优的方法。为识别多个皮球，我们做了如下处理。首先，包含图像中所有红色像素的范围被确定下来。其次，根据其纵横比或水平或竖直地将其切分成两部分。然后，将这两部分加以计算。如果某一数量的红色像素被找到，且其纵横比接近 1，就可以说找到一个皮球了，就不必再切分了。否则，就是另一、两回事了。如果没有找到足够数量的红色像素，则这部分图像不再被切分并被忽略。如果足够的红色像素被找到，且纵横比小于某一门限值，则再次将这部分图像切分成两部分，并重复上述过程。

一旦找到了一个皮球，它与照相机的角度和距离也同时被计算出来了。基于以皮球为中心的 x 坐标计算球的角度需要用到一点几何知识。一旦估计出相机的焦距，我们就可以做到。球的距离可以通过它被拍摄出的矩形区域的大小估计出来。我们用从不同的距离获取的读数（矩形区域的大小）拟合出一条曲线，因此我们可以得到对球的实际距离的相当可靠的估计。

鼠洞的角度和距离也可以用相同的方法算出，只是鼠洞的矩形区域的得出不需用到递归，因为不会有二个鼠洞同时出现在镜头里。矩形区域的大小仍然被用于估计距离并拟和相似的直线。

视觉系统所要观测的另一唯一的東西就是条形码了。起先我们决定忽略所有的条形码，但略经思考之后，我们认为这些条形码有助于告知机器人它看的一直是一个地方，应当探视场上未看过的地方。为获取条形码的精确读数，我们做了如下工作。首先，扫描图像中位于表示墙顶的蓝线下的所有绿色像素，记录最大和最小值。然后，垂直搜索新划定的区域，找到第一个和最后一个黑色或绿色像素。由了这四个位置以后，我们就可以得到一个条形码区域，将它分为五部分。然后从这五个部分当中随机抽取一个，确定是否为绿色。从上到下读取条形码的像素，并把它们当作二进制数字，绿色为 1，黑色为 0。一旦一个条形码代表的数被计算出来，它就被用于检查所有可能的条形码数据。如果得到的属于一个有效的条形码相当，那么这一信息就是基于绘图子系统的，否则就忽略它。

状态机用于控制机器人的行动。它利用子类实现一个抽象的行为类和一个执行这一动作的 `run()` 方法，它创造了一个以函数型程序设计风格编写的有限的状态机的一部分，就像以零状态变量编写的状态机那样。在一个动作完成之前，它会队列里给出下一个可供选择的所有动作。如果它给出了一个空的行为堆栈，管理员行为将作为默认行为进入队列，在得分模式下，这是一个最优化了的探测行为。这一探测算法将调节左右电机的转速到与各自的红外线传感器的读数范围相关的值，进而产生有效的漫游。缺少状态变量使我们无法专注于一个状态。不幸的是，由于中轮、回转仪和红外线传感器的不快问题，状态机没有足够的调试时间。我（Jason）在下午也错过了代码编写，因此，在听说我们得了 3 分以后，我大概是我们这一组中最为震惊的了。

我们编写绘图子系统是为了记录区域的普通数据。它有两种收集数据的方法：在机器人移动时收集的偶然数据，和 360 度扫描明确要求采样的数据特别地，我们用中、右轮处的光

编码器的读数和游动的回转仪的读数粗略地记录机器人到过哪里，再用这张地图结合 360 度的扫描探测有鼠洞的区域和机器人尚未到过的区域。当光编码器告知状态机机器人已经走过了 10 米，但却没有发现皮球时，或者当我们看到不久前刚看到过的条形码时，抑或在遇到阻碍时，我们都会启动 360 度扫描。

这些扫描使得我们可以绘出区域的图形来（以扫描点为中心）。最后，本地区域的地图可以收集到全局的图形里。应当注意，复制品不一定总是相同的；两个区域的地图很容易相冲突。这不是问题，这一部分是因为我们原本主要是打算利用全局的地图来寻找鼠洞，而不是把它当地图看。通过记录能看到鼠洞的扫描中心点，我们能够更加积极主动地向鼠洞进发，到达任意可见的鼠洞，或者记录过的可见的扫描中心点，从从这个中心点又可以看到一个鼠洞。我们还搭建了一个读数和墙点存储框架，全局化了单个物体到红外线传感器的测量距离。不管这些数据有多么不准确，有一点是清楚的，那就是这些数据将有助于 Jimboo 探测新的区域。不幸的是，有更多的事需要迫切关注，因此，我们没有足够的时间找到适当的用法，也不能真正实现绘图系统的剩余部分，因为回转仪不太可靠（在某种程度上可能是由转发控制器的致命错误引起的）。

结语

从上面知道，我们的机器人得了 3 分，鉴于在比赛前一天我们的计算机和转发控制盘崩溃了，这是一个让我们非常满意的结果。

总之，在设计过程中我们考虑了碰到的所有缺陷，我们认为我们做得非常好。建造机器人花的时间比预想的稍长，我个人认为这应当归咎于在 IAP 的前两周里实验室关得过早。真的，在那种时候，实验室开放时间长一点是最重要的，最好没有限制。那时我们最需要人员，以帮我们处理突然出现的随机技术问题，我们也最需要工具来制作机器人的身体，并尽快定下方案，我们好开始编程序。我个人认为，如果我们能够提早处理更多的制作机器人的工作，我不会在意最后一个星期实验室在晚 9 点关门，因为不管怎样，那时候我们已基本在做编程和调试工作了。只要我们能够进入场地，如 6.001 实验室的，就万事大吉了。还有一点要说：考虑到出错率，红外线传感器还是挺有意思的，至少在与转发控制板交互的方式上是这样的。至于说到建议，我推荐以后的团队能够提出新的视觉系统理论，并坚持发展之，知道它被证明是不可能的。没有多少人相信我们能够实现平移驱动工作，但是能够完成这项工作，并运行良好一样让我们满足，就像我们赢得了比赛一样。