

平衡车需求建模与分析

KAOS 方法以及 OBJECTIVER 应用实践

目录

一、问题描述	3
二、目标模型	4
2.1 需求模式	4
2.2 平衡车问题的应用实践	6
2.2.1 平衡车根据用户的指令进行移动	6
2.2.2 接收到用户指令信号	7
2.2.3 基于指令检测的接口	7
2.2.4 用户发出指令	9
2.2.5 安全系统	9
2.2.6 没有意外事故	10
三、责任模型	12
四、对象模型	13
五、操作过程模型	14
六、潜在障碍	16
七、需求说明文档	17
7.1. Introduction	17
7.1.1 Document purpose	17
7.1.2 System purpose	17
7.1.3 Definitions, acronyms, and abbreviations	17
7.1.4 References	17
7.1.5 Overview	17
7.2. Overall description	17
7.2.1 System perspective	17
7.2.2 User requirements	18
7.2.3 User characteristics	18
7.2.4 Constraints	18
7.2.5 Assumptions and dependencies	18
7.2.6 Apportioning of requirements	18
7.3. System requirements	19
7.3.1 System architecture	19
7.3.2 Object model	19
7.3.3 Operation model	19

一、问题描述

这里将使用 KAOS 方法和 Objectiver 工具对平衡车(图 1)进行需求建模分析。



图 1，平衡车示意图

二、目标模型

2.1 需求模式

设计平衡车系统的目的是为了能够很好地满足干系人(这里具体指的是用户)的需求(如图 2)，这里的需求分为功能性需求和非功能性需求。功能性需求主要是平衡车能够根据用户的指令进行移动。非功能性需求包含的内容较多，主要有：

- 安全性，保证用户使用过程中不会受到伤害
- 廉价，让消费者有能力购买
- 环保，在生产和使用平衡车的过程中对环境的影响较小
- 便携，平衡车的体积不能太大，要让用户便于携带，一只手能拎起来
- 防盗：提供锁机制，如果被别人盗用了，平衡车将不能运行
- 高效，对平衡车在移动过程中速度有一定要求，不宜过快或者过慢。同时，电池能够使用相对较长的一段时间
- 遵守当地法律，平衡车在上路的时候需要遵守当地的交通法规

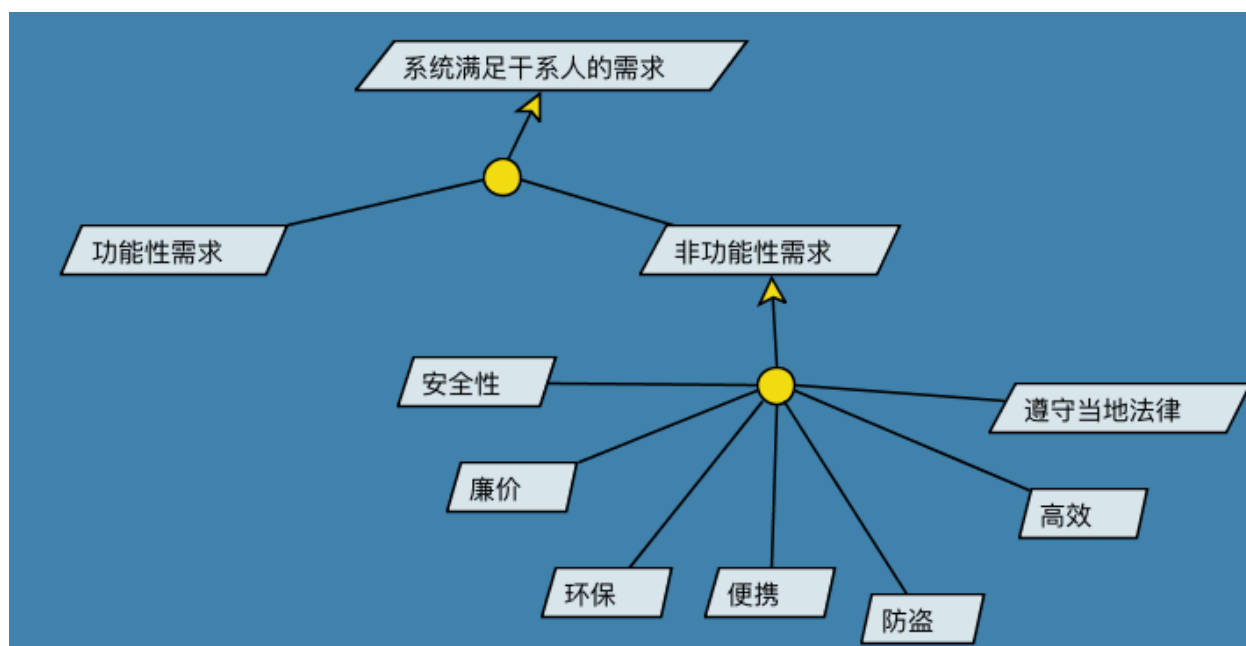


图 2：平衡车的通用目标模型

针对非功能性需求的各项目标，有的目标由若干个子目标构成，而且子目标之间可能会互相冲突，在廉价性的通用目标模型(如图 3)中，成产过程中的成本越低，系统的可靠性就会变差，但是为了让系统在今后运行的过程中易于维护和升级，又必须有一定的可靠性保证，这就要求制造商在设计的过程中做出权衡。

除了廉价性，安全性、高效性和防盗都由若干子目标构成，如图 4，5，6。

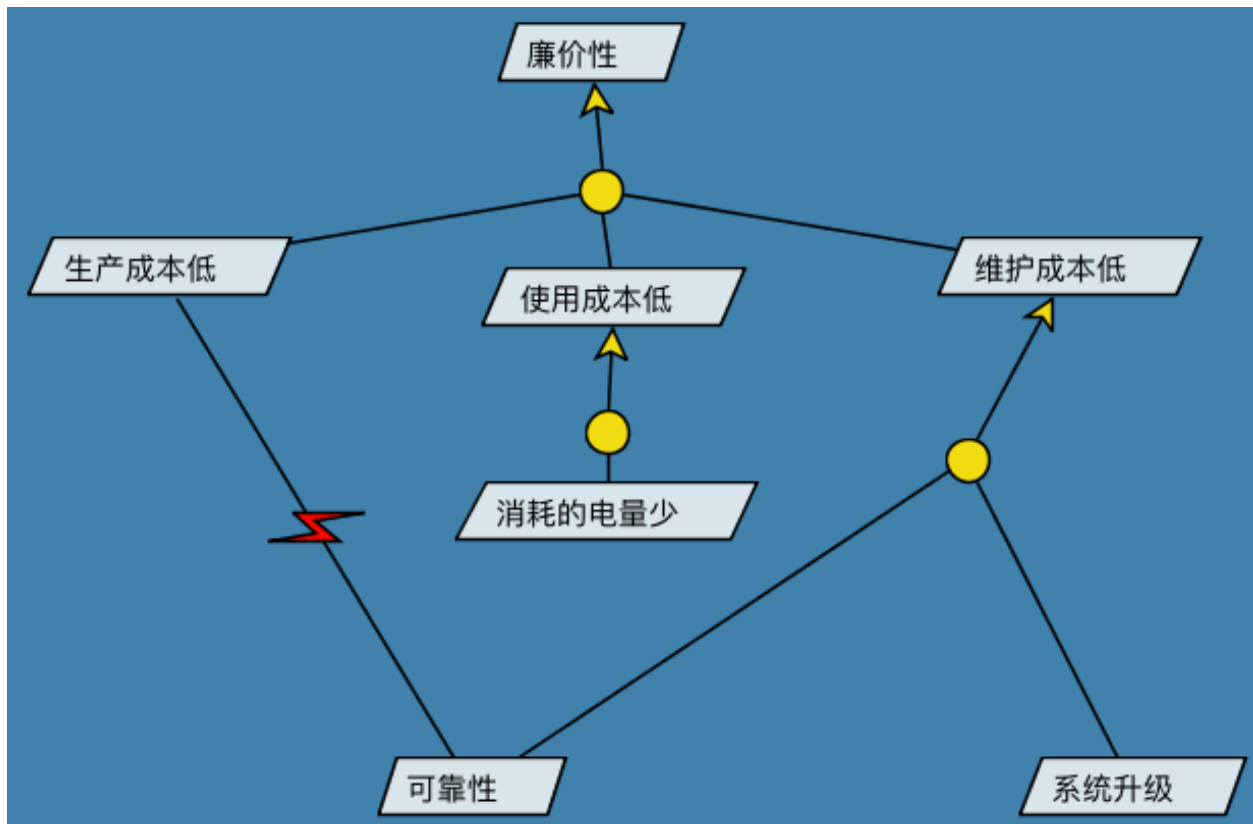


图 3：廉价性通用模型

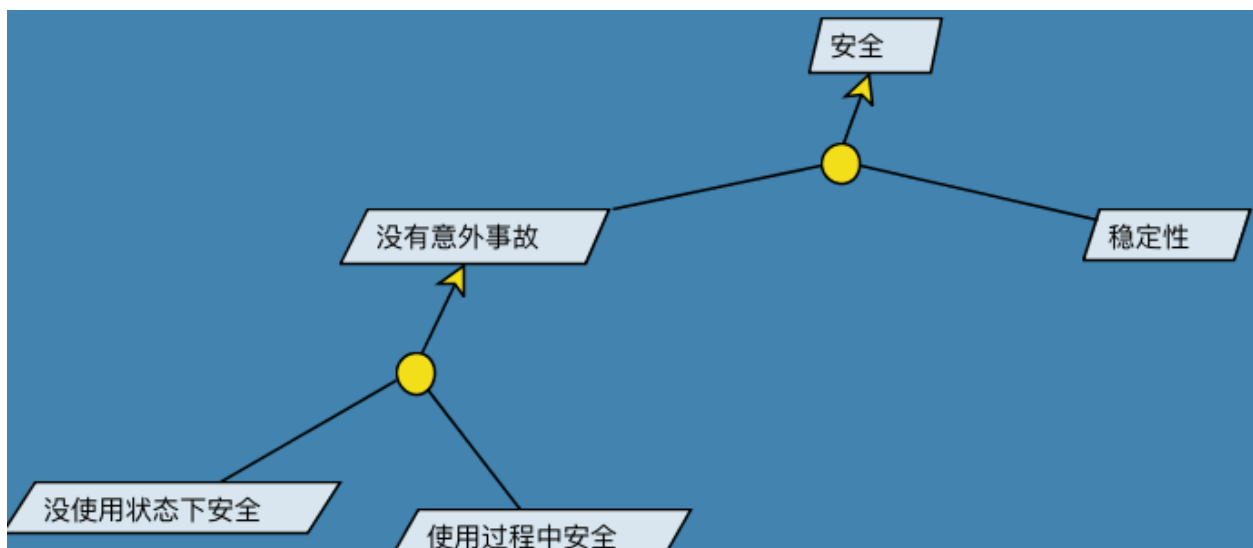


图 4：安全性通用模型

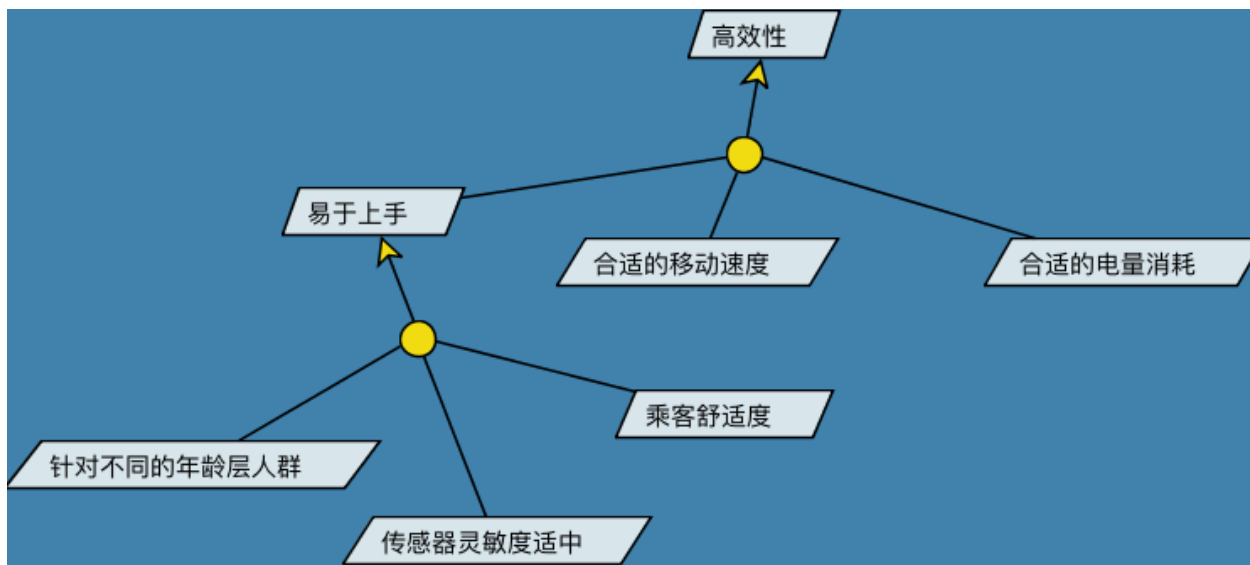


图 5：高效性通用模型

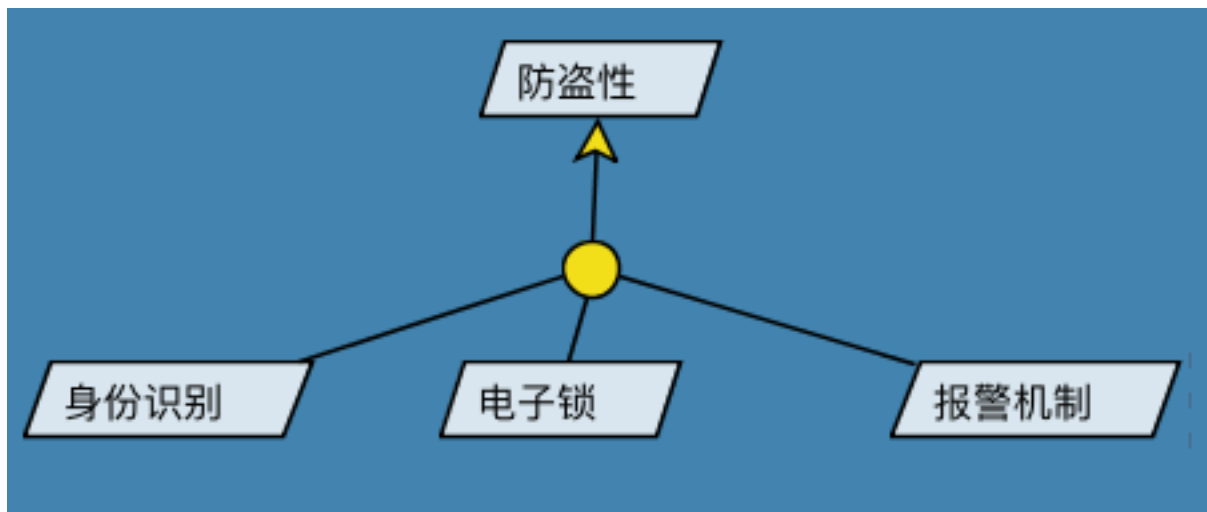


图 6：防盗性通用模型

2.2 平衡车问题的应用实践

在平衡车问题里面，功能性需求指平衡车能够根据用户的指令进行移动，非功能性需求较多，其中环保和遵守当地法律需要结合实际情况，因此不再我们的考虑范围之内。接下来将重点分析“平衡车根据用户的指令进行移动”和“安全性”这两个需求。

2.2.1 平衡车根据用户的指令进行移动

这个功能性需求用一个通用的模型来表示如图 7，其中黄色部分“在执行用户的指令之前没有接收到其他信号”表示，如果用户突然改变了主意，在平衡车对原来的指令作出反应之前，用户有做出了其他指令，那么原来的指令就应该失效了，用户原来的目的就不能达成。

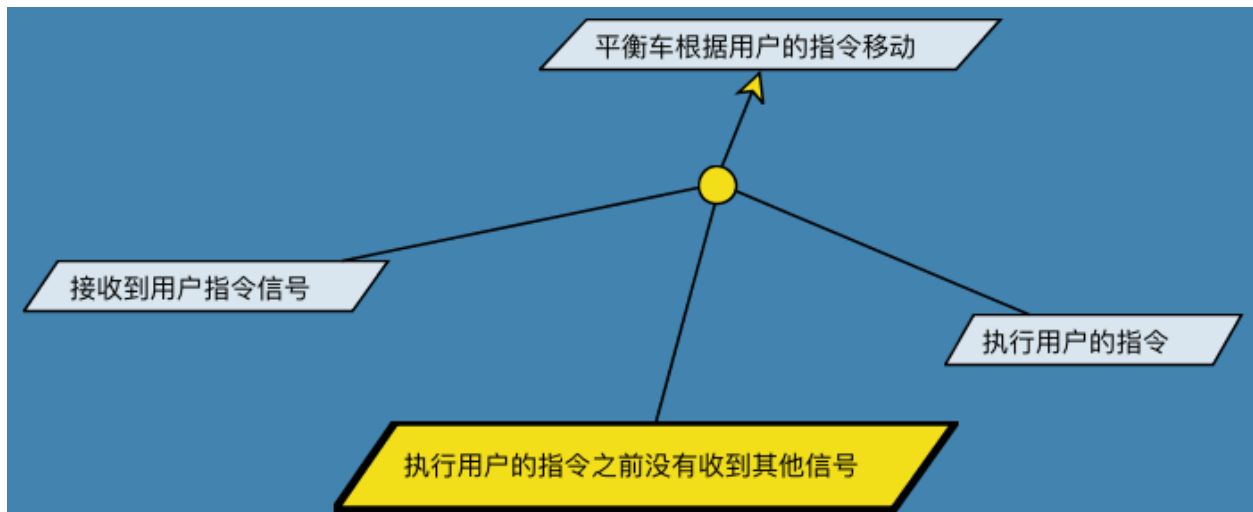


图 7：平衡车根据用户的指令执行移动通用模型

2.2.2 接收到用户指令信号

这里采用了使用了传感器检测的方式来监控用户发出指令情况，而且需要告知用户自己的指令是否正确，如果不正确，需要向用户给出错误提示信息。

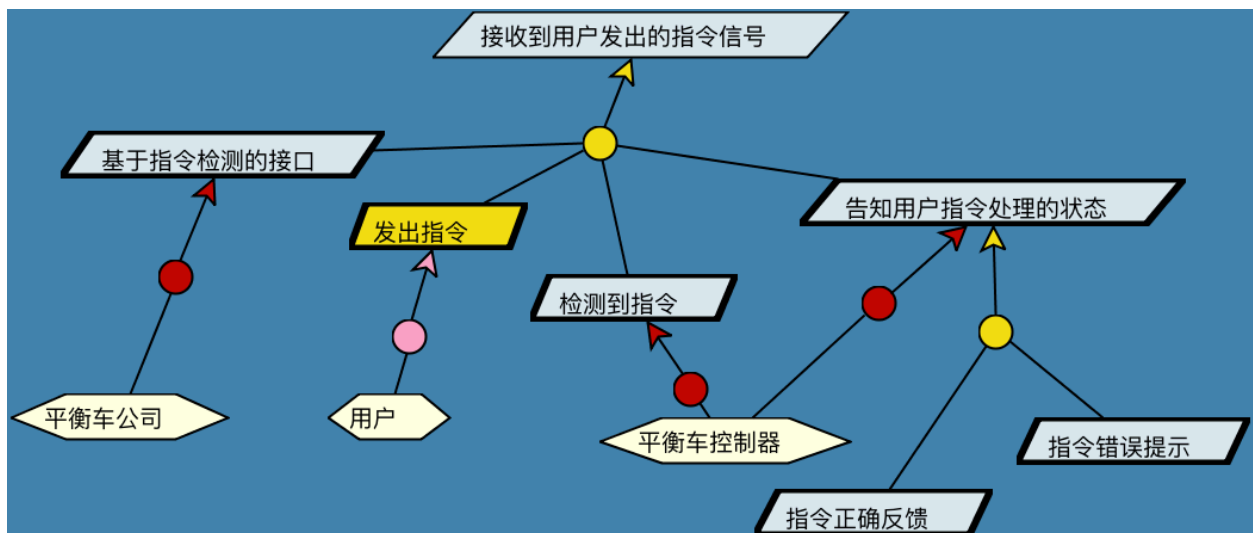


图 8：接收到用户指令改变信号的通用模型

2.2.3 基于指令检测的接口

现在需要考虑的是，如何将用户的意愿，比如前进或者后退，告诉给平衡车，平衡车作出符合用户预期的操作。换句话说就是平衡车如何检测用户发出的指令，检测指令的方式有很多种，首先将他们罗列起来(如图 9)并考虑各自的优缺点(如图 10)。

- 使用一个遥控器，让通过上下推动遥感的方式控制平衡车前进或者后退，相当于把平衡车看做是一个遥控车，用户通过专门的控制器进行控制
- 安装一个方向盘和踏板在遥控车上，用户通过方向盘和踏板驾驶平衡车

- 使用陀螺仪和压力传感器检测用户姿态，当用户身体前倾的时候认为是前进指令，后仰的时候认为要后退，用户站直不动的时候认为应该刹车减速

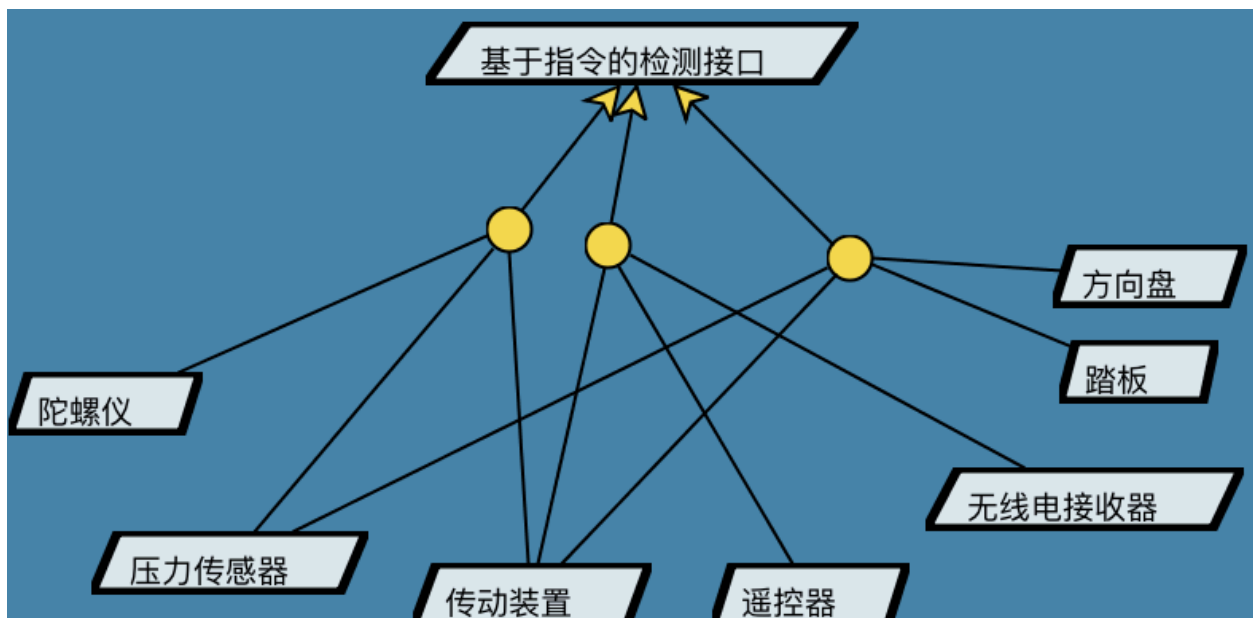


图 9：基于指令检测的可选方案

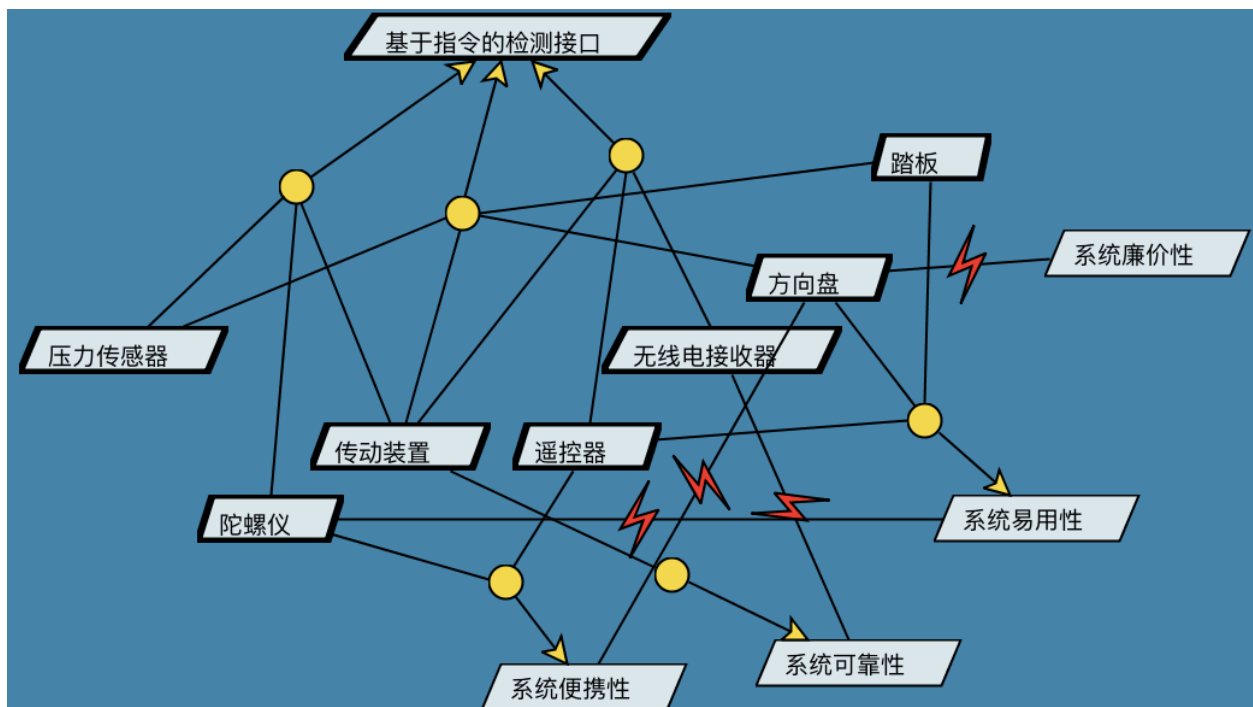


图 10：结合了非功能性需求考虑各个方案

采用遥控器的方案，好处是容易上手，缺点是遥控器和平衡车之间需要通过无线电通信，这部分不稳定，而且控制器相对比较容易损坏。

采用方向盘的方案，优点是机械传动传输用户指令，这部分很可靠，缺点是，传动装置相对复杂，成本较高，而且平衡车体积较大，不方便携带。

采用陀螺仪的方案，没有直接暴露给用户的装置，成本相对较低，而且可靠性也有保证，相对便携，但问题是看上去不太容易用，用户有畏惧心理，因此这部分需要设计的相对容易上手一些。

综合上述分析，准备采用陀螺仪的方案。

2.2.4 用户发出指令

采用了陀螺仪方案之后，就可以定义“用户发出指令”。控制系统可以认为用户登上平衡车和离开平衡车是“启动”和“关闭”指令；用户姿态前倾和后仰认为是“前进”和“后退”的指令；用户侧身认为是“转弯”的指令；用户站直认为是“减速刹车”的指令。具体模型参考图 11。

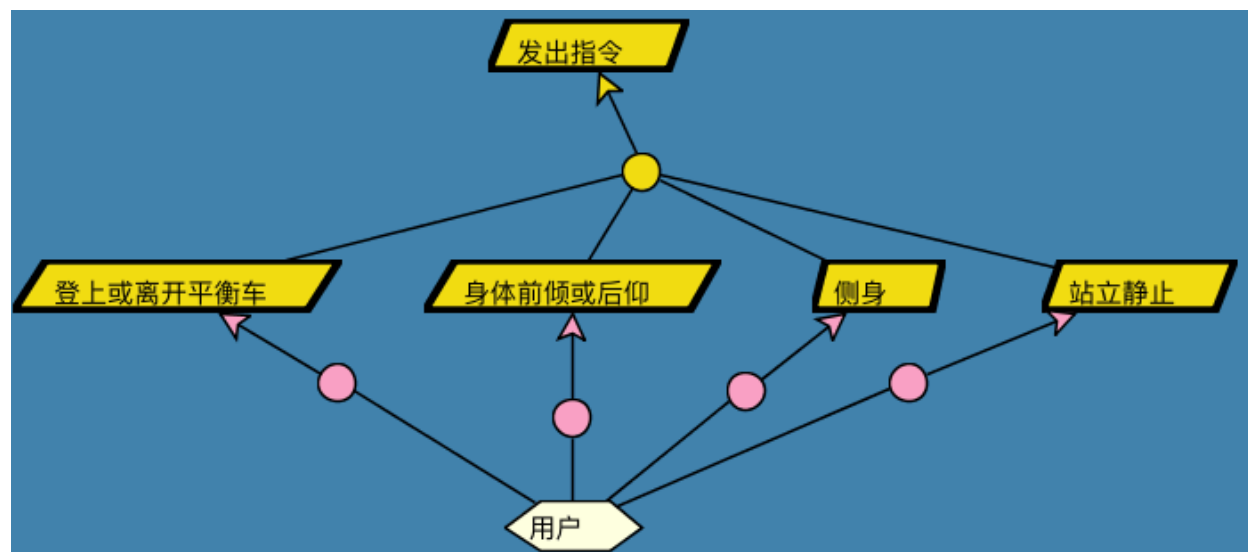
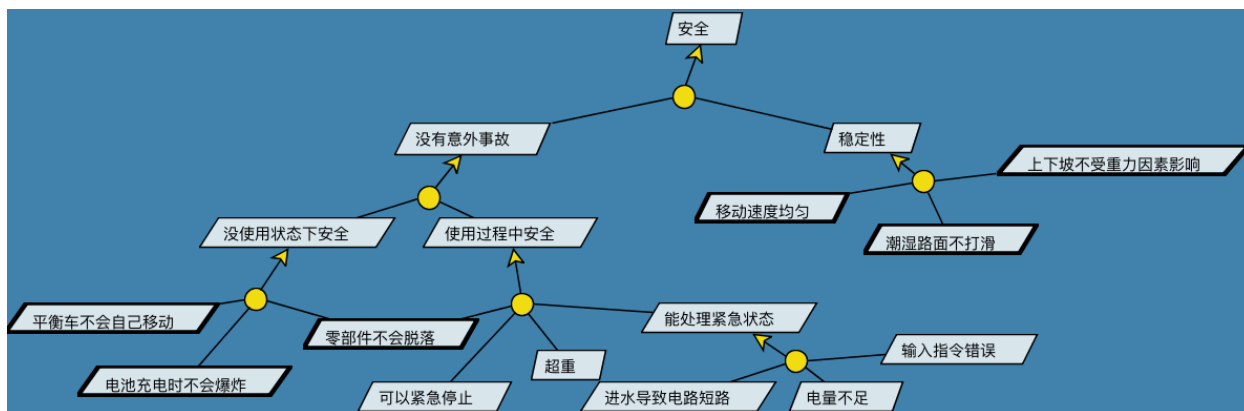


图 11：用户发出指令的模型图

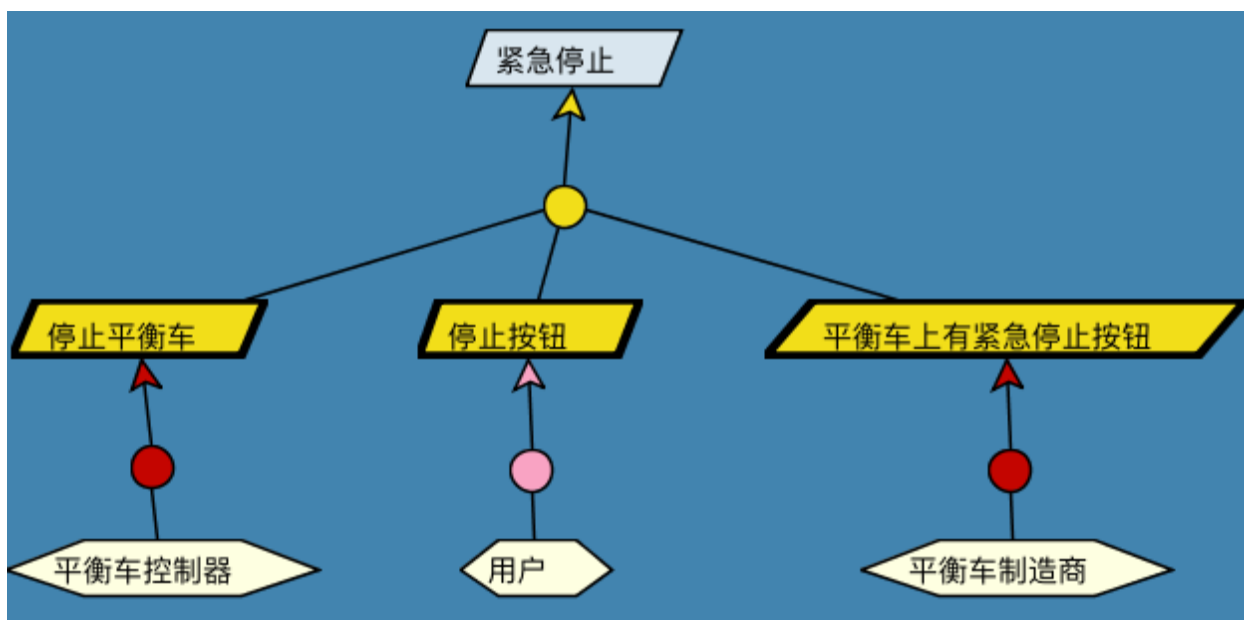
2.2.5 安全系统

安全系统(如图 4)主要是为了平衡车在使用和维护的过程中对用户而言是安全的，不会发生意外事故对用户生命财产造成危害。这里将重点从“没有意外事故”和“平稳性”考虑。



2.2.6 没有意外事故

“没有意外事故”主要保证使用过程中和不在使用的情况下安全。要保证使用过程中的安全，大致分为 1) 提供紧急停止装置 2) 超重检测 3) 处理紧急状态，更加详细的模型图如图 13, 14, 15。



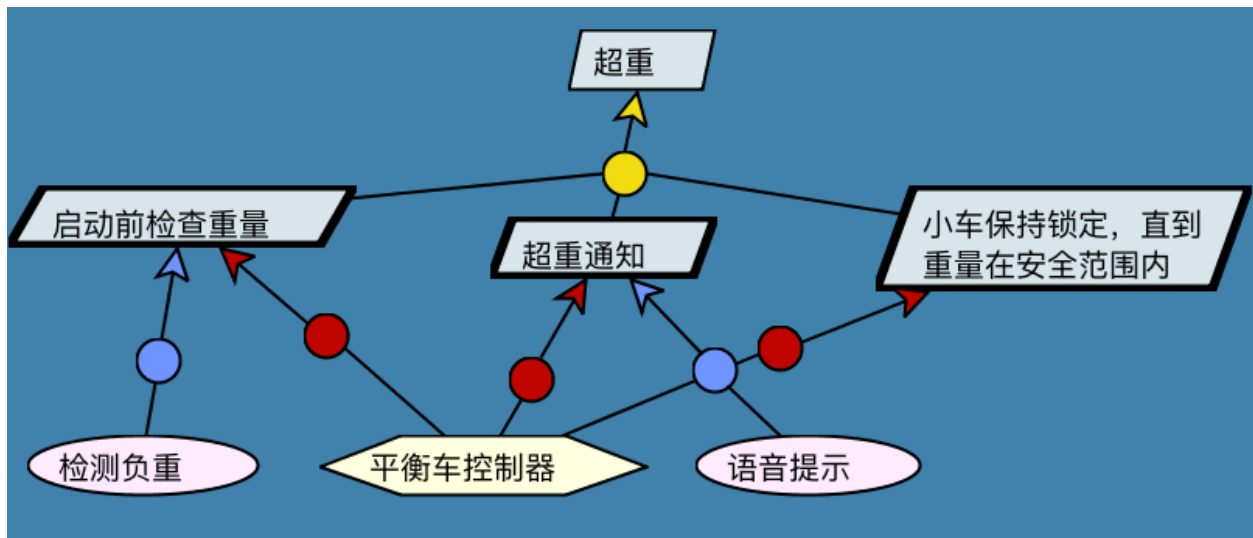


图 14：超重

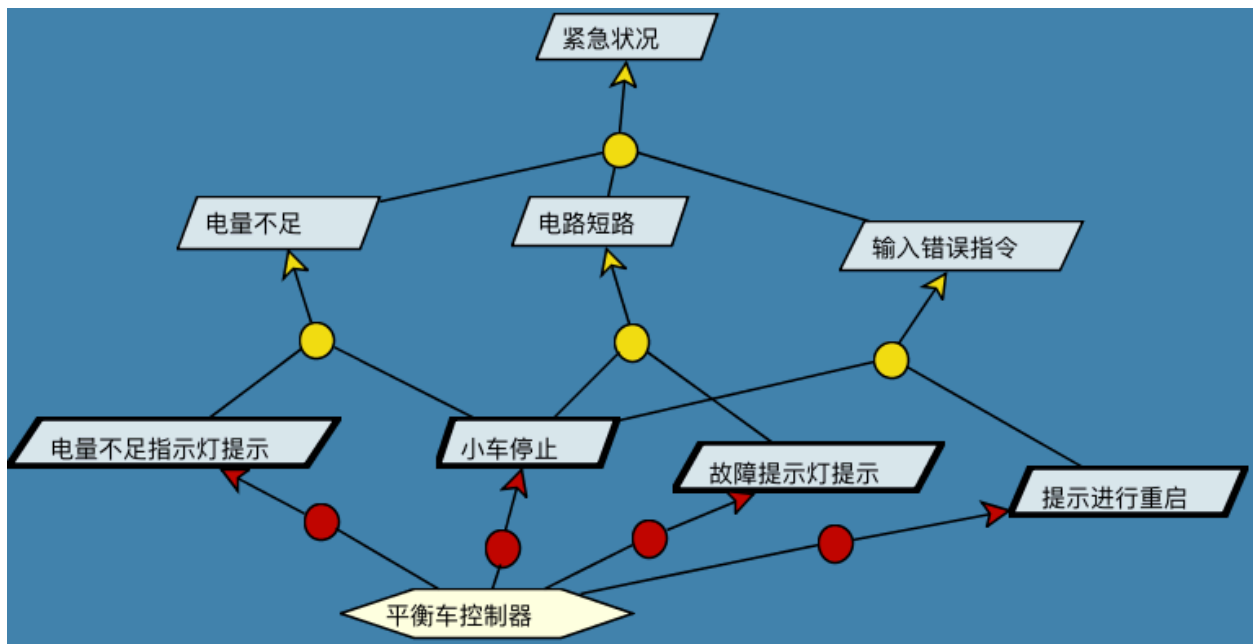


图 15：处理紧急状态

三、责任模型

这里选取平衡车控制器，分析它的责任范围，如图 16。

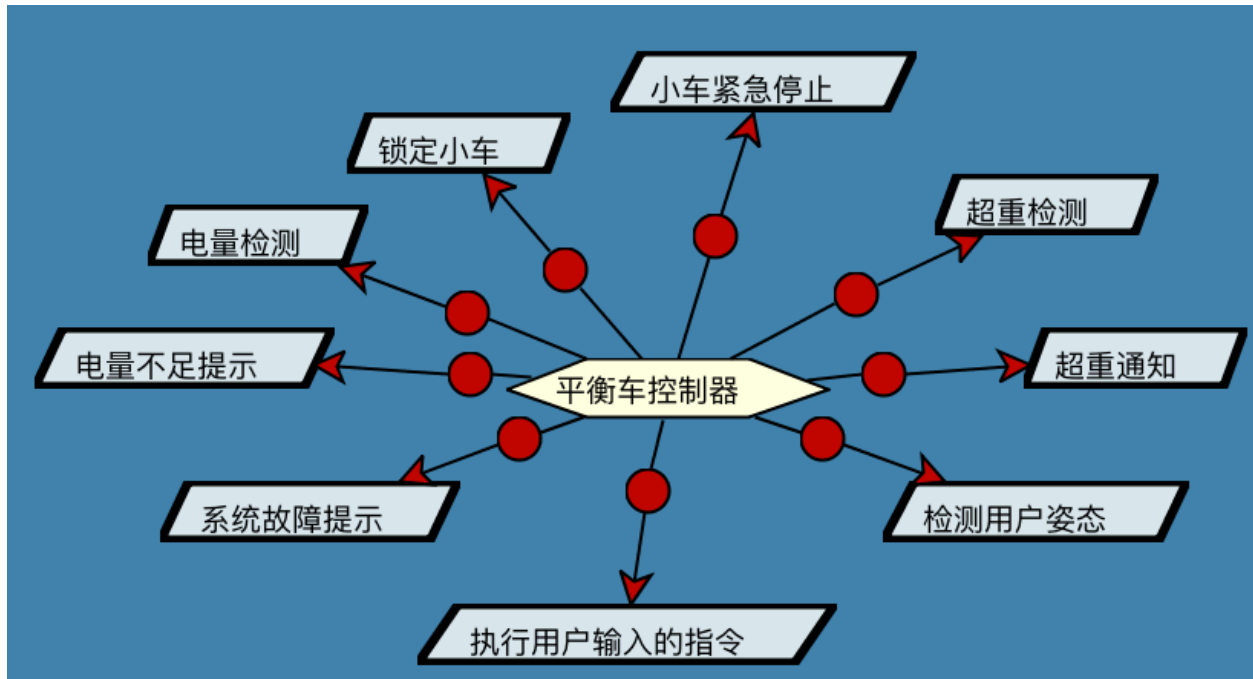


图 16，平衡车控制器责任模型

四、对象模型

这里主要以平衡车为对象实体，研究它的组成部件(如图 17)。其中传感器至少包含能够检测超重的传感器，检测电池余量的传感器，检测用户站姿的传感器。提示灯至少包含电量不足提示，系统故障提示，系统正常运行提示。

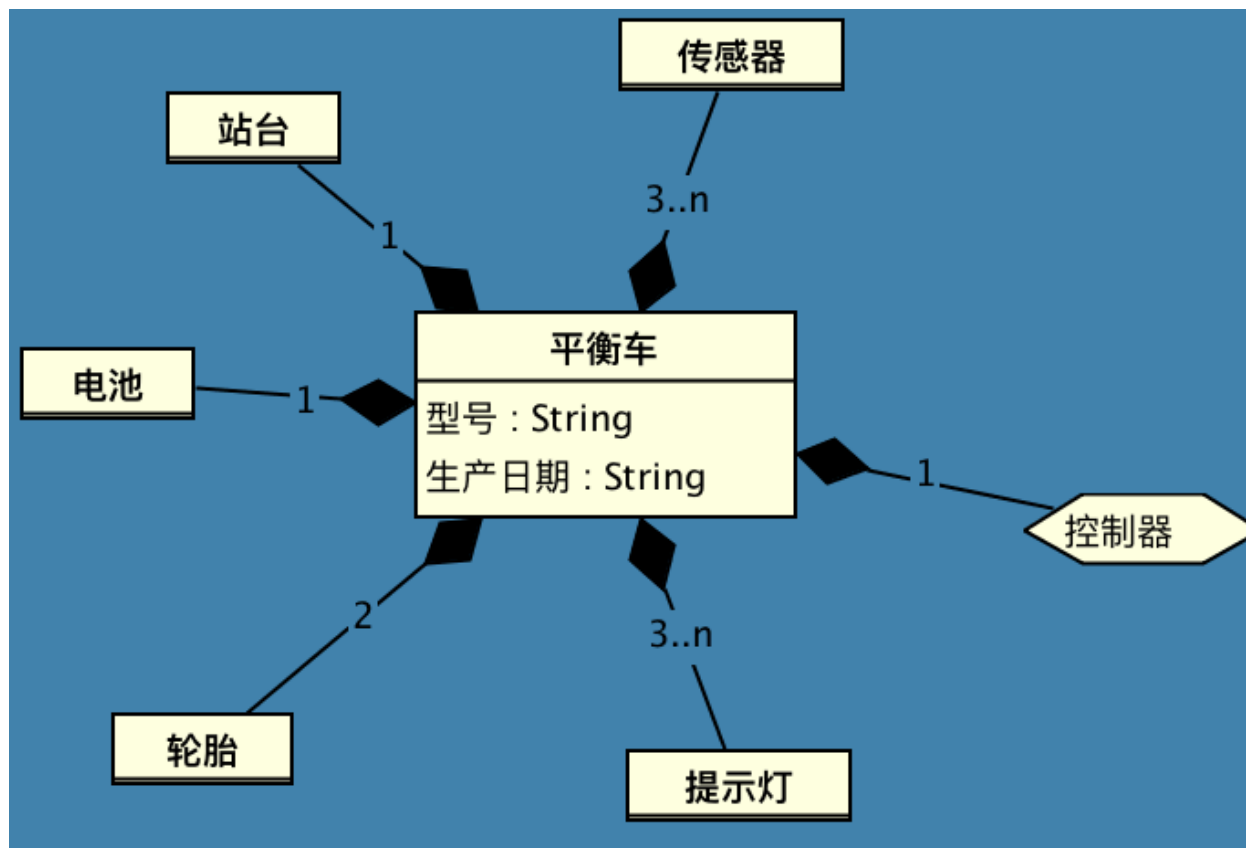


图 17：平衡车实体对象模型

五、操作过程模型

平衡车的操作模型主要是接受来自用户的指令和监测自身状态改变而引起的指令变化(如图 18, 19)。整个基本流程大体如下：用户登上了平衡车，小车传感器检测到变化，系统启动；用户身体略微前倾，小车据此前进；用户侧身，小车据此转弯；用户站直，小车据此减速刹车；用户下车，下车传感器检测这种变化，系统关闭。

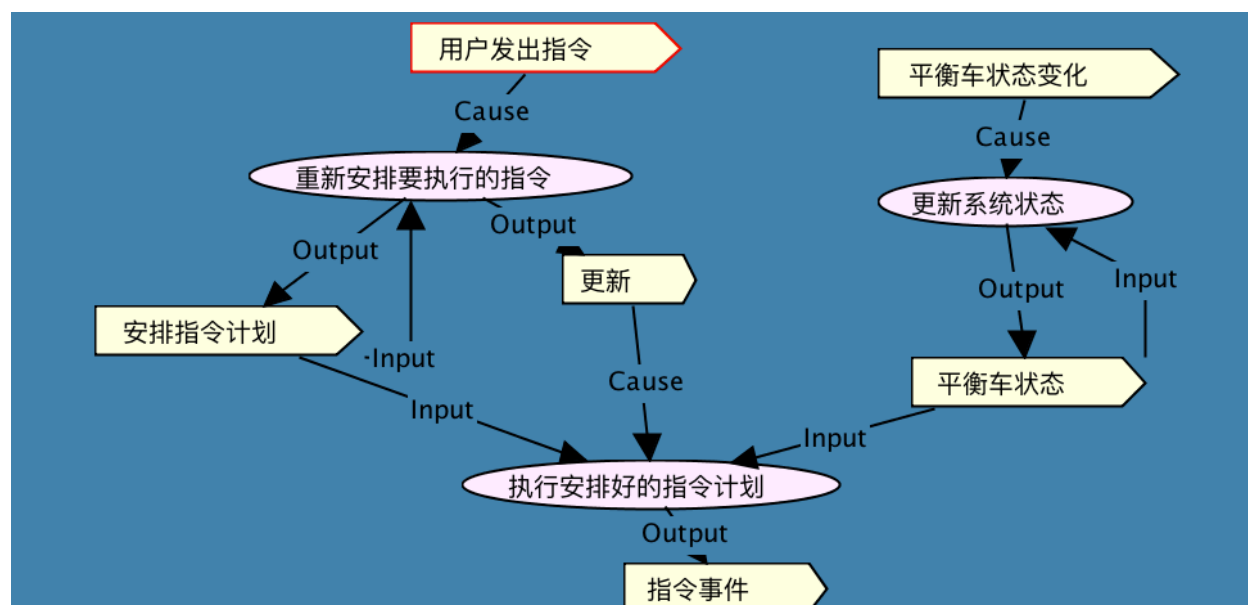


图 18：平衡车操作过程模型

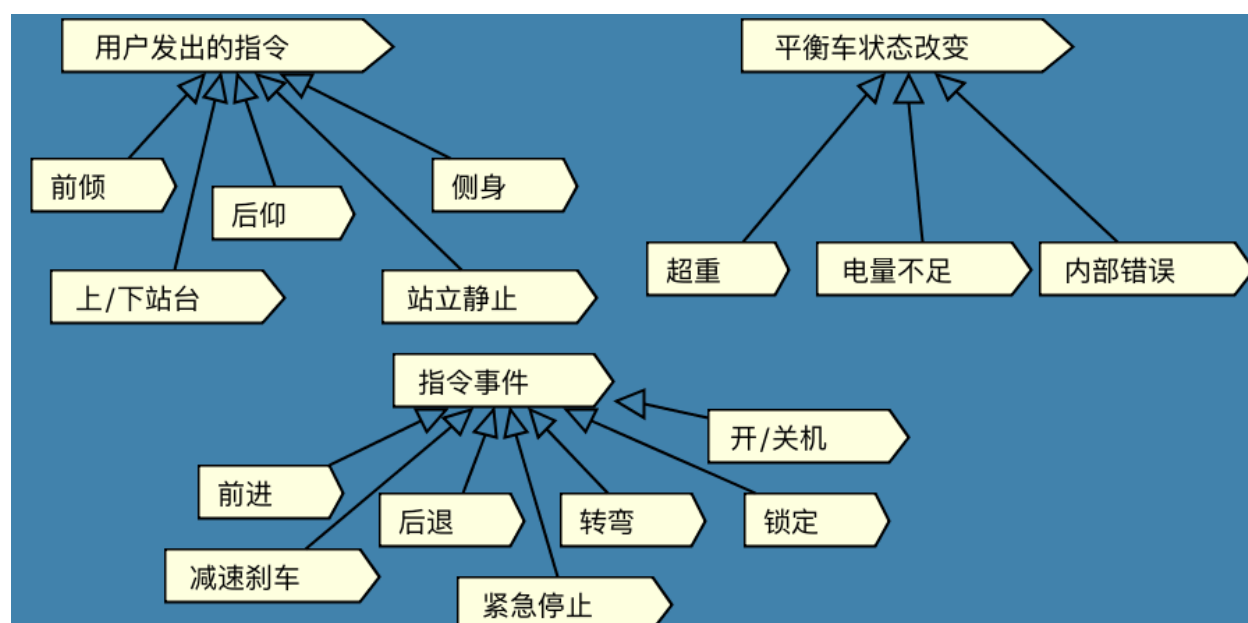


图 19：状态变化和指令模型图

对于每一个工作更加精确的例子可以看图 20，前进动作会产生一个指令，需要提交到原有的指令计划集合里面，控制器依次执行集合中的指令。

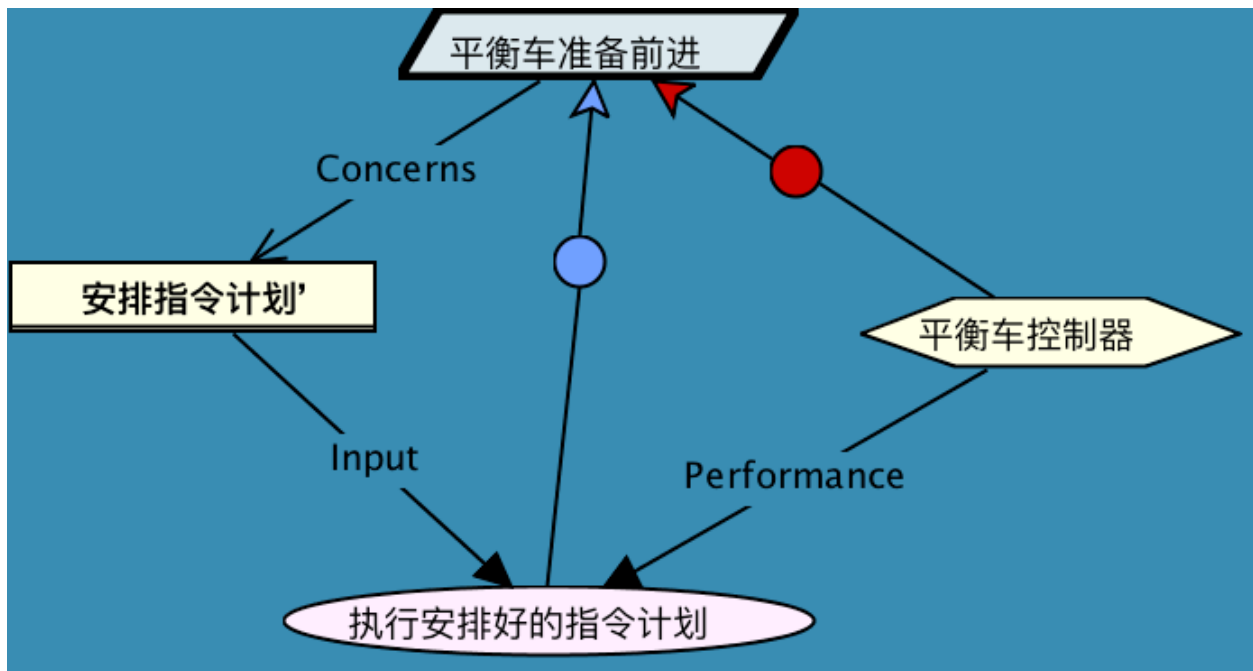


图 20: 执行安排好的指令计划操作模型

六、潜在障碍

这里主要分析平衡车没有按照用户的指令移动造成的潜在障碍。造成平衡车没有按照用户意愿移动的原因有很多，这里仅罗列出部分(如图 21)。

- 陀螺仪灵敏度不足，检测不到用户姿态的变化，用户身体前倾但是小车没有前进。解决办法是可以让用户进行灵敏度设置，调节到自己舒适的范围
- 控制器延迟，导致在较长的时间平衡车对用户的指令没有做出反应，解决方法是在生产的过程中进行严格的测试，通过把控产品质量来解决这个问题
- 电池不足导致用户的指令不执行，这个问题比较常见，可以安装一个提示灯告知用户
- 地形的的问题，可能用户处于一个潮湿的路面，轮胎打滑，用户想要刹车停止，但是停不下来，这个问题在设计层面比较难解决，需要在使用手册里面告知用户平衡车不适合移动的地形环境

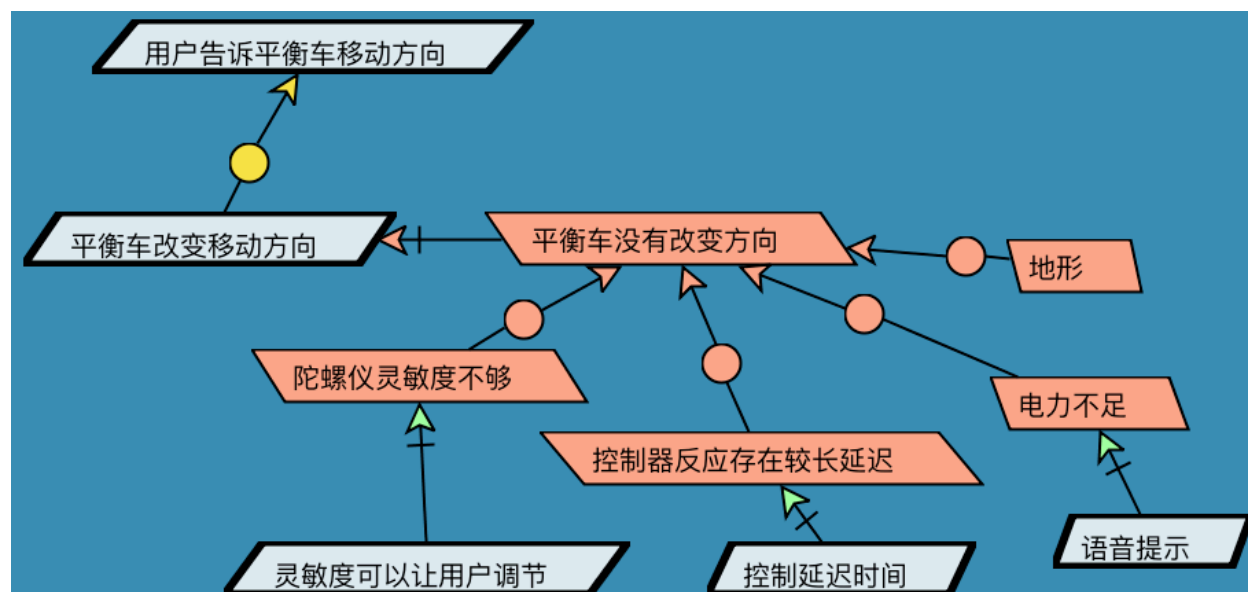


图 21：执行用户指令的潜在障碍

七、需求说明文档

7.1. Introduction

7.1.1 Document purpose

本文档主要使用需求建模的分析方法，针对平衡车问题进行需求建模，分析各个实体之间的依赖关系，各个模块之间的相互作用，系统运行流程以及可能出现的问题。

7.1.2 System purpose

设计平衡车的目的是向用户提供一种便携的交通工具，平衡车能够依据用户姿态的改变而改变自身的运动状态，同时能够保证用户正常情况下站在车上不会摔倒。

平衡车使用不当的情况如下(包含但是不局限于):

- 超速行驶
- 超重行驶
- 在潮湿、积雪、结冰的路面行驶
- 猛然加减速，转弯
- 角度较大的上下坡面行驶
- 零速度过沟坎

7.1.3 Definitions, acronyms, and abbreviations

参见第四节“对象模型”

7.1.4 References

暂无

7.1.5 Overview

下面的部分将按照以下结构进行组织。7.2.1 小节从系统架构的角度介绍平衡车的结构；7.2.2 小节介绍用户的需求；7.2.3 小节介绍平衡车针对消费人群的特点；7.2.4 小节介绍在开发平衡车产品的过程中受到客观条件制约的因素；7.2.5 小节介绍在设计平衡车系统是人为的作出一些基本假定以及平衡车自己不能处理的问题；7.2.6 小节介绍用户需求的优先级。7.3.1 小节介绍系统的责任模型；7.3.2 小节介绍系统的对象模型；7.3.3 小节介绍系统的操作模型。

7.2. Overall description

7.2.1 System perspective

自底向上的看整个系统，小车的两个轮胎通过传动装置和控制器相连，控制器连接了若干块电池、多个传感器、若干提示灯，压力传感器负责监控小车承重，陀螺仪传感器负责监控用户的姿态，电池传感器负责监控电池余量。

传感器将监控到的信息传递给控制器，控制器据此点亮提示灯或者通过传动装置连接轮胎进行移动。

7.2.2 User requirements

用户需求可以参见 2.1 小节“需求模式”

7.2.3 User characteristics

平衡车的消费人群主要针对中等及以上收入人群还有受过高等教育的年轻人。这些人有经济能力购买平衡车，同时比较善于接受新事物。

7.2.4 Constraints

- 传感器灵敏度
- 电池蓄电量
- 车身材料的重量、强度

7.2.5 Assumptions and dependencies

在第二节“目标模型”的设计中，需要基于以下假设：

- 平衡车的用户是一个视力良好，能控制身体平衡的正常人
- 平衡车在运行过程中不会受到外界因素的信号干扰
- 不会出现不可预见的故障，如零部件脱落，传感器突然失灵

平衡车不能处理的问题如下：

- 路面状况不佳(积水、结冰)导致平衡车不能正常移动
- 零部件磨损
- 被小偷直接拎走

7.2.6 Apportioning of requirements

序号(按优先级排序)	用户需求	
1	功能性需求	小车根据用户的指令移动 <ul style="list-style-type: none">• 前进/后退• 转弯• 减速刹车• 开/关机
2	非功能性需求	安全性 <ul style="list-style-type: none">• 正确回应用户的指令• 紧急刹车制动• 软/硬件可靠性• 不安全状态下锁定小车
3		高效性 <ul style="list-style-type: none">• 匀速移动• 电池消耗小• 易于维护升级
4		廉价性

5		便携性
6		环保
7		遵守当地法律

7.3. System requirements

7.3.1 System architecture

参看第三节“责任模型”

7.3.2 Object model

参见第四节“对象模型”

7.3.3 Operation model

参见第五节“操作过程模型”