

F1TENTH 自动驾驶赛车

(到期日:)

实验2:自动紧急制动

导师:导师

姓名:学生姓名,学生 ID:ID



该实验室以及F1TENTH 自动驾驶赛车的所有相关课程材料由宾夕法尼亚大学安全自主系统实验室开发 (Dr.

拉胡尔·曼加拉姆)。它根据[Creative Commons Attribution-NonCommercial- ShareAlike 4.0 International License](#) 获得许可。您可以下载、使用和修改该材料,但必须适当注明出处。最佳实践可以在这里找到。

课程政策:在开始做作业和提交之前,请仔细阅读以下所有说明。所有材料的来源都必须注明。大学学术行为准则将得到严格执行。

1 学习成果

完成本实验后,学生应理解以下基础知识:

- 在 ROS 中使用 LaserScan 消息
- 碰撞时间 (TTC)
- 安全关键系统

2 概述

该实验室的目标是为赛车开发一个安全节点,以防止赛车在高速行驶时发生碰撞。我们将使用模拟器中的 LaserScan 消息实现碰撞时间 (TTC)。

2.1 激光扫描消息

回想一下之前的实验,每条 LaserScan 消息都包含几个对我们有用的字段。您需要订阅扫描主题并使用 LaserScan 消息计算 TTC。

2.2 里程计消息

模拟器节点和汽车本身都会发布里程计消息 (ROS 文档链接在这里: <http://docs.ros.org/melodic/api/navmsgs/html/msg/Odometry.html>)。在其多个字段中,该消息包括汽车的位置、方向和速度。您需要在本实验中探索这种消息类型。

2.3 AckermannDriveStamped 消息

AckermannDriveStamped 是在整个课程中使用的消息类型,用于向模拟器和汽车发送驾驶命令。ROS 文档链接如下: <http://docs.ros.org/api/ackermannmsgs/html/msg/AckermannDriveStamped.html> 请注意,我们不会从该节点向汽车发送驾驶命令,而仅发送制动命令。通过发送速度设置为 0.0 的 AckermannDriveStamped 消息,模拟器和汽车会将其解释为制动命令并踩刹车。

2.4 TTC 计算

碰撞时间 (TTC) 是指汽车在保持当前航向和速度的情况下与障碍物发生碰撞所需的时间。在汽车和它的障碍物之间,我们可以计算它

作为:

$$TTC = \frac{r}{[-r \cdot]^+}, \text{ 其}$$

中 r 是两个物体之间的距离, \dot{r} 是该距离的时间导数。 $r \cdot$ 是通过将汽车的相对速度投影到两个物体之间的距离向量来计算的。运算符 $[\cdot]^+$ 定义为: $[x]^+ := \max(x, 0)$ 。

您需要计算激光扫描中每个光束的 TTC。如果您知道汽车速度矢量和距离矢量之间的角度（可以根据 LaserScan 消息中的信息轻松确定），则将汽车速度投影到每个距离矢量上就非常简单。

3 带 TTC 的自动紧急制动

在本实验中,您将创建一个安全节点,该节点应在汽车碰撞障碍物之前将其停止。

为此,您将创建一个订阅 LaserScan 和 Odometry 消息的 ROS 节点。

它应该分析 LaserScan 数据,并在必要时发布速度场设置为 0.0 m/s 的 AckermannDriveStamped,并将 Bool 消息设置为 True (http://docs.ros.org/melodic/api/std_msgs/html/msg/Bool.html)。AckermannDriveStamped 消息将由 Mux 节点接收,Bool 消息将由行为控制器接收,然后行为控制器将告诉 Mux 节点选择适当的 Drive 消息。

请注意您的发布者和订阅者的以下主题名称（也在框架代码中详细说明）：

- 激光扫描: /扫描
- 里程计: /odom
- 布尔消息: /brake bool
- 制动消息: /brake

您可以使用 C++ 或 Python 实现此节点,两者的框架代码可在安全文件夹的 f1tenth labs/lab2 存储库中找到: https://github.com/f1tenth/f1tenth_labs/tree/master/lab2。

注意 :确保在启动模拟器的终端窗口中按键盘上的 B。这将激活 AEB 并允许行为控制器将 Mux 切换到紧急状态
当布尔值发布为 True 时制动。再次按 B 将关闭自动包围曝光。

4 交付成果和提交

将以下内容提交为 Studentname lab2.zip（将 StudentName 替换为您的姓名）：

- 1. 您的包包含安全节点,名为studentname safety。确保它更改包名称后提交之前进行编译。
- 2. 制作一个有关 Levine 环路周围的 teleop（手动驾驶)的 YouTube 视频（保证您的安全）节点上)在模拟器中没有明显的误报。将此链接添加到名为的文本文件学生姓名 lab2 video.txt

5 评分

我们将通过加速汽车直线冲向 Levine 地图中的墙壁来测试您的代码，并且您的安全节点应在碰撞前停止汽车。

5.1 评分标准

主题	积分
汇编	30
提供视频	20
在碰撞前正确停止	30
正确计算 TTC	10
能够穿过走廊	10
总计	100

学生姓名 - 实验 2:自动紧急制动

6 常见问题解答

问:TTC阈值应如何确定?

答:我们建议在各种情况下进行反复试验(例如沿着大厅行驶还是直接撞到墙上),以最大限度地减少误报,同时防止碰撞。您可以使用汽车减速度 (8.26 m/s^2) 及其键盘驱动速度 (1.8 m/s)

$$\frac{\text{米}}{\text{秒}^2} \quad \frac{\text{米}}{\text{秒}}$$

问:当 AEB 未生效时,是否应该在 Brake bool 主题上发布 false?

答:是的。发布 false 将确保不会将有关制动主题的 Drive 消息发送到模拟器,并允许其他控制器(例如键盘)收回控制权。

问:如果 AEB 未启用,是否应该在制动主题上发布 AckermannDriveStamped 消息?

答:不,刹车主题仅包含使汽车停下来的消息,因此在这种情况下无需发送任何内容。此外,如果未启用 AEB,有关制动主题的消息将不会发送到模拟器。

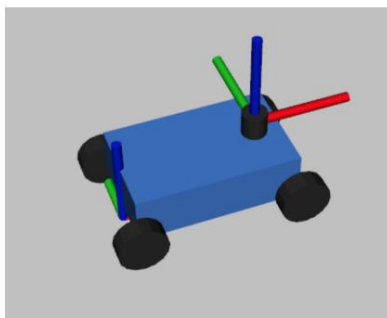
问:消息发布的顺序重要吗?也就是说,之间有区别吗:brakepublisher.publish(brakemsg);制动布尔出版商。发布(制动布尔消息);和brakeboolpublisher.publish(brake bool msg);制动发布者.publish(制动消息);

答:不会。由于发送和接收消息之间存在延迟,这实际上并不重要。

问:LaserScan 和里程计数据的坐标系如何相对于汽车定向?

答:里程计数据位于后轴中心的框架中,如下所示。该消息给出了汽车速度的大小和符号。它始终指向 +x 方向(红轴)。

激光扫描数据位于激光雷达框架中,如下图所示,朝向汽车前部。



问:在测试前进和倒车时,两种情况下刹车后车距墙壁的距离似乎不同。我是否做错了什么,或者我应该尝试使用不同的 TTC 阈值?

答:激光扫描消息中的范围来自激光雷达框架(见上图),该框架不在汽车的中心。理想的 AEB 系统会减去每个光束从激光雷达到汽车边缘的距离,并在 TTC 计算中使用该距离。两个阈值系统也可以工作,但是对于这个任务,只要它在键盘远程操作期间不会崩溃,

单个阈值就足够了。始终欢迎更复杂的解决方案！

问:汽车被AEB制动后,如果我再次将车开向墙壁,汽车会再次被制动制动。但如果我重复这个,汽车就会越来越靠近墙壁,直到发生碰撞,AEB 才能让汽车停下来。这是可以接受的还是 AEB 应该在所有情况下防止碰撞？

答:在这种特殊情况下发生碰撞是可以的。当汽车距离墙壁极近并开始移动时,不可能及时停下来。