



认知科学基础期中研习报告

题目：基于 Webots 实现认知机器人路径规划

姓名：王习羽

学号：20354251

2022 年 5 月 13 日

基于 Webots 实现认知机器人路径规划

20 世纪中后期，行为主义思潮逐渐衰落，计算机技术普及，数据科学兴起，认知革命随即爆发，认知科学由此出现。由于认知系统的复杂性，认知科学因此横跨了多个学科和研究领域，其研究理论旨在提供各种模型来描述人类认知。人类的认知过程主要有两个阶段：首先，通过人体自身的感知器官来觉察周围的物理环境，外部信息由此输入。其次，输入的信息被传输到大脑进行复杂处理，如存储、学习等，然后将处理结果通过神经系统反馈给身体各部位。而机器认知是人类认知的延伸，让机器人具有像人类一样的智能一直是机器人和人工智能领域的目标。其中机器人路径规划与行为控制是机器人行为学重要的研究领域之一，是机器人行为决策与控制的基础。

1 认知机器人

认知机器人是一种具有类似人类的高层认知能力，并能适应复杂环境，完成复杂任务的新一代机器人。机器智能的发展经历了 3 个阶段：基于知识的，完全靠编程来完成任务；基于学习的，运行特定任务的学习程序来完成任务；基于遗传搜索，用进化理论来搜索最优方案来完成任务。我们研究认知机器人的目的，就是为了解决传统机器人中存在的问题，使机器人智能水平能够更接近人类智能。参考国内外认知机器人的研究现状，我们认为认知机器人应该具备以下一些重要能力：对新的复杂环境适应性好；有自我意识；能很好地和人交互并从中学习；能在线学习；能存储所学知识，回忆所学知识用于新任务；有记忆结构；智能可以逐渐自主发育等。归纳起来，我们可以把认知机器人的研究分为三个基本问题：学习问题，发育问题，决策问题。

2 路径规划

目前机器人学中最重要的问题之一，可以说是提高机器人的理解能力和周围环境进行交互的能力：一个机器人必须能够对周围的对象进行感知、检测和定位，然后指定计划并执行操作。完成移动机器人的路径规划也是本次仿真将要完成的任务。

路径规划是运动规划的主要研究内容之一。运动规划由路径规划和轨迹规划组成，连接起点位置和终点位置的序列点或曲线称之为路径，构成路径的策略称之为路径规划。

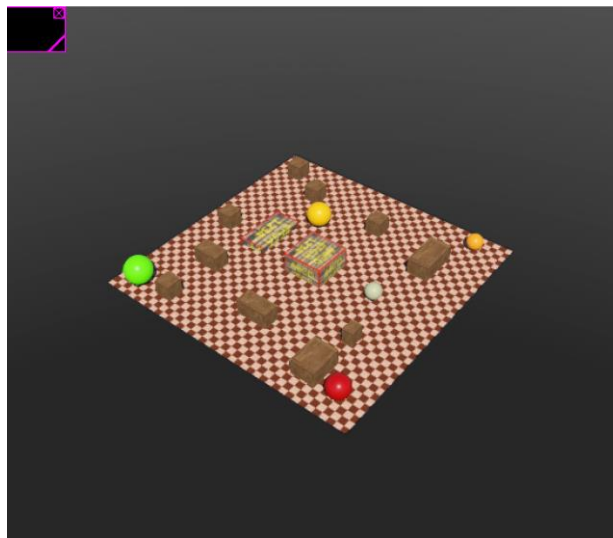
根据对环境信息的把握程度可把路径规划划分为基于先验完全信息的全局路径规划和基于传感器信息的局部路径规划。其中，从获取障碍物信息是静态或是动态的角度看，全局路径规划属于静态规划(又称离线规划)，局部路径规划属于动态规划(又称在线规划)。全局路径规划需要掌握所有的环境信息，根据环境地图的所有信息进行路径规划；局部路径规划只需要由传感器实时采集环境信息，了解环境地图信息，然后确定出所在地图的位置及其局部的障碍物分布情况，从而可以选出从当前结点到某一子目标结点的最优路径。

3 webots 实现

首先通过在右侧出添加（图一）webots 自身提供的 basic node 来创造世界，即创造机器人即将通过的地图（图二）。

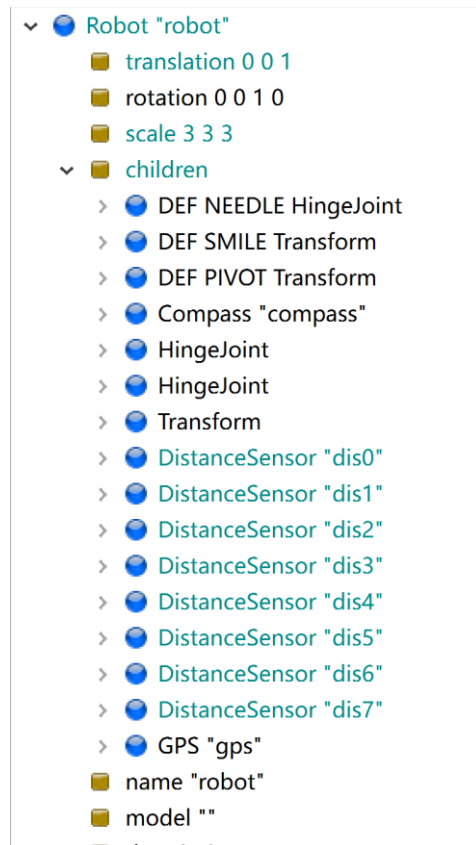
- > Viewpoint
- > TexturedBackground
- > TexturedBackgroundLight
- > RectangleArena "rectangle arena"
- > WoodenBox "wooden box"
- > WoodenBox "wooden box(1)"
- > WoodenBox "wooden box(2)"
- > WoodenBox "wooden box(3)"
- > WoodenBox "wooden box(4)"
- > WoodenBox "wooden box(5)"
- > WoodenBox "wooden box(6)"
- > WoodenBox "wooden box(7)"
- > WoodenBox "wooden box(8)"
- > WoodenBox "wooden box(9)"
- > E-puck "e-puck"
- > Robot "robot"
- > SolidBox "box"
- > SolidBox "box(10)"
- > Ball "ball"
- > Ball "ball(1)"
- > Ball "ball(2)"
- > Ball "ball(3)"
- > Ball "ball(4)"

图一



图二

在添加 Robot 时，还需要修改 children 属性，添加子节点。这里构建了一个配备 GPS，compass，两个发动机和 8 个距离传感器的 robot 来进行路径规划（见图三）。



图三

在这次的仿真中还选择微型机器人 E-puck 来实现自动避障，这款微型机器人内置了 8 个距离传感器和两个发动机。它的运动原理是通过读取位于转塔周围 8 个红外距离传感器的返回值，根据传感器读数判断周围环境并驱动两个车轮。距离传感器返回的值在 0 到 4096 之间缩放。数值越大表示障碍物越近。

E-puck (Robot)



实现原理：

使用 `getDevice()` 方法，初始化各传感器。使用 `enable()` 和 `setPosition()`，`setVelocity()` 方法，初始化传感器和发动机的各项参数。

在 `while` 主循环中，通过 `getValue()` 方法读取传感器数值，并根据返回的传感器数值判断是否发生了碰撞。如果发生碰撞，则改变左右两个发动机的速度来实现转向。

`test_controller.py`：避障代码实现

bfs_target.py: 路径规划算法, 按照给定的地图设计合理路径, 封装成 BFS 类。

```
1. def bfs(self, my_map):
2.     MAP_SIZE = len(my_map)
3.     q = []
4.     q.append(self.now)

1. new_leaf['pos'] = new_step.copy()
2.     new_leaf['record'] = list(temp['record'])
3.     new_leaf['record'].append(new_step)
4.     q.append(new_leaf)
```

实现了 getTarget()方法。该方法会返回一个列表类型, 在规划路径后记录路径中所经点的坐标, 并传递给主控制器。

```
1. def getTarget(self, result):
2.     self.target.append([self.robot['x'], self.robot['y']])
3.     for i in range(1, len(result['record'])):
4.         self.robot['x'] = self.robot['x'] + self.gps_move[result['record'][i]['way']][0]
5.         self.robot['y'] = self.robot['y'] + self.gps_move[result['record'][i]['way']][1]
6.         self.target.append([self.robot['x'], self.robot['y']])
7.     return self.target
```

bfs.py: 控制器代码, 启动各部件并控制机器人按照规划好的路径进行移动
根据 world 的障碍物布局, 手动输入 map 列表, 实例化 bfs 类得到 target 列表 (存放目标路径的经过点坐标)

```
1. bfs = BFS(my_map)
2. result = bfs.bfs(my_map)
3. print("Total step:{}".format(len(result['record'])))
4. targets = bfs.getTarget(result)
```

计算 robot 当前位置到目标位置的距离和方向夹角, 调整发动机速度。

```
1. distance = norm(dir)
2.     normalize(dir)
3.     beta = angle(front, dir) - math.pi

1. robot_set_speed(speeds[Sides['LEFT']], speeds[Sides['RIGHT']])
```

dfs_target.py dfs.py: 通过调整 robots 的 controller 参数, 即可试验不同控制器的避障效果。

认知智能应用关键点:

e-puck 机器人在碰见静态障碍物 (如地图中的木箱) 和动态障碍物如 (运动中的 robot) 都能实现自动转向和避障。Robot 测试过程中, 设置左上角为起始点, 右下角为终点。测试发现 robot 能够按照给定的地图进行合理的路径规划, 并在控制台输出路径 step 数。修改

robot 的控制器属性为 dfs 可以进行相同的测试。

4 进一步探究

在调研与仿真过程中，如今很多学者提出更加智能的机器人路径规划方法。此处主要研究一种基于生物认知的移动机器人路径规划方法。

空间认知是哺乳动物执行认知任务的基本能力，神经学家发现哺乳动物海马体内的位置细胞和内嗅皮层的网格细胞能够对环境形成类似地图的空间表示，并把这种空间表示称为一种能够表示拓扑关系的认知地图。通过形成对物理世界的空间认知，可以使移动机器人在非结构环境下自主完成任务。因此，邹强等人综合认知地图与情景记忆的特性，基于生物认知思想构建情景认知地图，并提出应用于移动机器人基于认知情况的路径规划。

首先通过建立情景记忆模型与构建认知地图来构建情景认知地图模型。

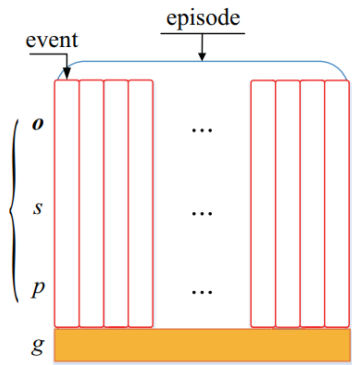


图 1 情景记忆建模

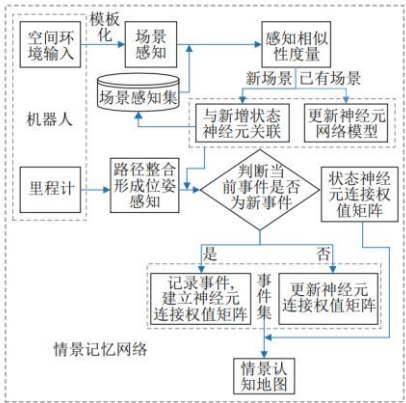


图 2 情景认知地图构建过程

接着通过对状态神经元定位、时间定位、事件序列规划及行为控制来进行移动机器人的路径规划。

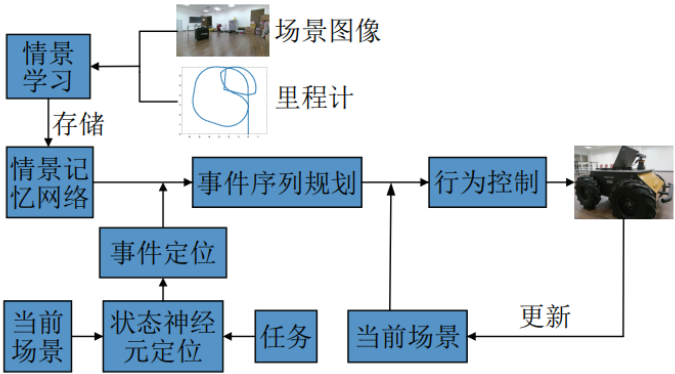


图 3 机器人事件序列规划与行为控制

从实验结果来看，这种算法在大尺度实验场景下同样具有较高的鲁棒性与优越性，可以有效避免机器人选择耗时的路径，且根据实时运动到达目标点。这篇文章也带给我很多认规划方面新的启发和思考。

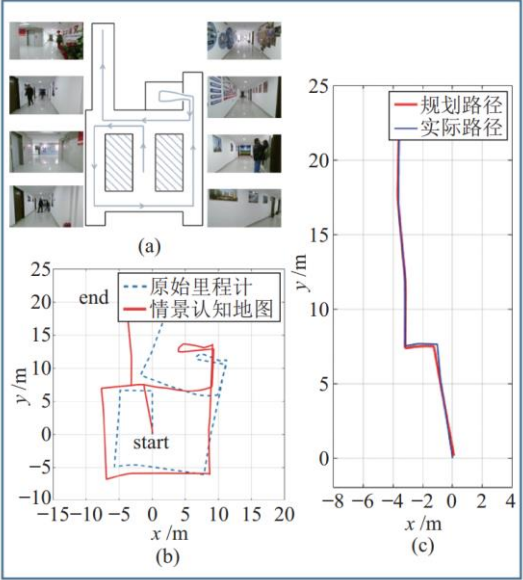


图 10 地图构建及路径规划结果