根据环境不同将PHD主要分为三个阶段：

1. 陆地
2. 水陆切换
3. 水下

绝大部分的实际应用场景在室外环境，传统的建图导航SLAM存在明显弊端，室外环境过大，如果建立一个高精度地图需要强大的处理能力，储存，而且室外环境过大很有可能无法建封闭地图。并且在大范围区域（如野外、偏远地区或森林）中，建图导航难度较大，而无图导航在这种场景中具备更大的实用性。无图导航无需预先构建环境地图，避免了因地图丢失、精度下降或更新不及时等原因导致的导航失败。

因此，海龟的导航最终决定使用无地图导航。

PHD方向：

目的：在无图导航过程中，以花费更少的时间到达目的地。

**一、陆地IEEE （Conference：IEEE IROS2025--建立统一的模型--Journal）**

·在无图导航过程中，以花费更少的时间到达目的地。

·方式：走正确的路

区分楼内/楼外：

楼内：  
1. 仿真环境的位置信息+强化学习，模型；

1. 利用稀疏的方向指导和视觉参考；--a.稀疏的方向指导为智能体提供了直接的路径指引，减少了计算负担，达到预期模型的训练时间显著减少；b.修改模型-在视觉输入和导航决策之间构建了直接的端到端连接，简化了系统结构
2. Wangge改进b.c.【1】

楼外：

1. GPS+单目+Google Map，模型；--仅GoogleMap无GPS也可行--学习
2. **深度强化学习**+**视觉感知+Google map+gps，模型；**
3. Wangge改进b.c.【2】

·我的改进：

a.改模型 （我自己写的不如人家？？）

b.人为引导（flag：概率/复杂程度）

c.标志物引导

·具体实现路径：

·实现通过视觉无需地图可以导航到目的地 （现在的进展，coding初步实现无图导航，验证仿真->真实环境，逐步增加优化方式使得结果提升） -11月

·增加人为引导

·增加GPS和宏观地图引导

·增加标志物引导

楼内：楼层图（增加方向指引？）+目的地照片-确认目的地

楼外：宏观地图引导+GPS/目的地照片-确认目的地

卷积提取视觉潜在特征向量--结合机器人上一时刻运动信息和位置信息--输入强化学习输出下一个运动信息--实现机器人通过图像进行移动。其中，位置信息由GPS提供（室内？？？）；大地图（Google Map？）提供引导

1. E2E）
2. PPO&DQN）
3. PPO+RNN）

**二、水陆切换IEEE（Conference）**

·在无图导航过程中，以花费更少的时间到达目的地。

·方式：通过机器视觉计算障碍物间隙--提升路径规划

**三、水下（Conference+Journal）**

·实现水下导航，通过路径规划和海龟的运动规划尝试减少通过一段河流时花费的时间。

·方式：水下的导航计划通过IMU积分+水流补偿计算行驶轨迹，间隔一段时间浮到水面更新GPS信息，结合GPS信息的更正对导航进行校正。提供大地图（Google Map?）

In addition, 环境感知+多传感器融合？

PPO

数据集：生产Gazebo迷宫

环境设置：创建迷宫环境GazeboMaze

调用摄像机提取潜在特征向量（latent vector）（vae.get\_vector(observation.reshape(1, 48, 64, 3))）

获取相对位置信息：GazeboMaze.p 获取代理在迷宫中的相对位置（例如，当前位置到目标的距离或方向）（relative\_pos）

获取上一个动作：GazeboMaze.vel\_cmd 获取代理在上一个时间步执行的动作（例如，前进、转向等）（previous\_act）

构造当前状态：state = latent\_vector + relative\_pos + previous\_act

状态输入到PPO：

·神经网络处理

·生成动作概率分布

·动作选择（较高概率）

·执行动作并观察反馈（执行后获得新的观察值、奖励、终止标志等信息）

RNN

LSTM（长短期记忆网络），LSTM可以帮助代理记住之前的状态和动作信息

·第一层LSTM接收VAE提取的图像特征和相对位置信息，将其编码为隐含状态，输出为 lstm\_output。

·第二层LSTM接收 lstm\_output、上一个动作、上一个奖励，继续处理时间上的依赖关系

·通过一个全连接层进一步处理LSTM的输出，以便PPO代理生成更合理的动作决策