

Ермакович В.С. (ИТМО)

Научный руководитель – доцент Моторин А.В.(ИТМО)

**Введение.** Сетки занятости являются фундаментальным инструментом в робототехнике для картографирования и навигации в окружающей среде. Использование сетки занятости позволяет роботам автономно ориентироваться, составлять карты занятости окружающей среды, что делает их незаменимым инструментом для широкого спектра робототехнических приложений. В докладе рассматриваются и анализируются методы представления окружающей среды в виде сетки бинарных или вероятностных значений, т.е. в виде сетки занятости.

**Сетка занятости (Occupancy grid)** – это представление окружающего пространства робота в виде матрицы. Она часто используется в робототехнике для картографирования и локализации и представляет окружающую среду в виде сетки ячеек, где каждая ячейка представляет область физической карты и имеет значение, соответствующее наличию в этом пространстве препятствия. Как правило значение 1 представляет занятое пространство (препятствия), а 0 – свободное пространство. Карты, построенные по принципу сетки занятости, широко используются в робототехнике для навигации, планирования траектории и в задачах одновременной локализации и картографирования (SLAM). Сетки занятости в робототехнике могут быть представлены в виде бинарных или вероятностных матриц, каждая из которых имеет свои особенности и сферы применения.

#### **Бинарные сетки занятости:**

**Представление.** Бинарная сетка занятости представляет собой матрицу значений, где 1 представляет занятое пространство (препятствия), а 0 – свободное пространство.

**Назначение.** Как правило такие сетки отражают известную или финализированную карту пространства, после его исследования роботом.

**Объем памяти.** Бинарные сетки не занимают много памяти, так как по сути являются разреженными матрицами, что делает их предпочтительными для приложений, где размер памяти является одним из факторов.

#### **Вероятностные сетки занятости:**

**Представление.** Каждая ячейка вероятностной сетки занятости может быть представлена как дискретная случайная величина, способная принимать значения 0 – свободно и 1 – занято (препятствие). Как правило такие сетки представляют собой матрицу, в ячейках которых хранится значение функции распределения этих величин. Значения близкие к единице означают большую вероятность занятости соответствующей ячейки.

**Назначение.** Вероятностные сетки занятости используются для представления окружающей среды в виде сетки вероятностных значений, обеспечивая возможность обновления карты по данным новых измерений. Такие измерения могут поступать от датчиков робота, таких как лазерный дальномер или камера. На их основе, согласно правилу Байеса, осуществляется пересчет функций распределения каждой из ячеек сетки занятости. Таким образом, это представление позволяет формировать карту по результатам наблюдений в процессе изучения окружающей обстановки.

**Объем памяти.** Вероятностные сетки могут занимать существенный объем памяти так как представляют собой матрицы действительных чисел большой размерности.

Отметим, что представление карт в виде сеток занятости также имеет ряд проблем.

**Динамические среды.** Сетки занятости предполагают, что окружающая среда статична, а в динамичных средах это может быть не так. Движущиеся объекты, такие как люди или другие роботы, могут привести к неточности построения карты.

**Память и вычисления.** Сетки занятости могут требовать большого объема памяти и вычислительных ресурсов. Сетка с более высоким разрешением предоставляет более

подробную информацию, но требует больше памяти и вычислительных ресурсов. Сетка с более низким разрешением может не охватить все детали окружающей среды.

Проблема замыкания петли. В задаче одновременной навигации и картографирования может возникнуть проблема ассоциации одних и тех же участков карты при их неоднократном наблюдении роботом, особенно на больших картах. С одной стороны это связано с накапливающейся погрешностью системы автономной навигации робота (как правило это система счисления пути), а с другой – с независимостью соседних ячеек карты в таком представлении.

**Выводы.** Проведен анализ методов представления окружающей среды в виде сеток занятости. Карты на основе таких сеток широко используются в реальных приложениях, включая роботов-доставщиков внутри помещений, картирование подземных шахт, роботов-пылесосов и выполнение заказов на фабриках. Использование сетки занятости позволяет роботам ориентироваться и определять местоположение в окружающей среде. Таким образом, сетки занятости являются основополагающими для широкого спектра робототехнических приложений, что делает их незаменимым инструментом для построения карт окружающего пространства.

#### **Список использованных источников:**

1. Сетка занятости, URL: <https://www.mathworks.com/help/robotics/ug/occupancy-grids.html>
2. Интернет источник: "What is an occupancy grid and how is it used in robot localization and mapping algorithms?", URL: <https://www.linkedin.com/advice/0/what-occupancy-grid-how-used-robot-localization-mapping-sfquc>
3. Интернет источник: "What is an Occupancy Grid Map?", URL: <https://automaticaddison.com/what-is-an-occupancy-grid-map/>