Филиал федерального бюджетного

образовательного учреждения

высшего профессионального образования

«Национальный исследовательский университет

«МЭИ»

в г. Смоленске

номинация: «Исследования в области технических наук»

Киселев Константин Олегович, магистр 1 года обучения,

лаборант, Инженерный цент филиала НИУ МЭИ(ТУ) в г. Смоленск

кафедра Электроники и микропроцессорной техники, 1 курс, ПЭ-14(маг)

**КОМПЛЕКС АЛГОРИТМОВ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ НАВИГАЦИИ**

Смоленск-2014

1 Актуальность и проблематика научной работы

Важной задачей в современной робототехнике является разработка способовопределения положения робота в окружающем пространстве.

Наиболее передовые алгоритмы используют изображение с видеокамер и дальномеров для определения положения робота. В иностранной литературе алгоритмы определения положения робота на карте одновременно с построением карты называют аббревиатурой SLAM (Simultaneous Location and Mapping). Для определения положения они используют "особые точки" в имеющихся данных, которых обычно не так уж много. Поэтому при длительной работе возникают ошибки – полученный образ пространства искажается, хотя возможность навигации по карте сохраняется.

2 Цели научной работы

Целью данной работы являются разработка более эффективного SLAM алгоритма, использующего все данные от сканирующего дальномера об окружающем пространстве; разработка алгоритма поиска положения робота на имеющейся в памяти карте. Т.о. научная проблема формулируется следующим образом: "известные алгоритмы SLAM используют не всю доступную информацию". Основная гипотеза: "возможно увеличение точности позиционирования".

3 Задачи научной работы

Разработка способа поиска положения робота на имеющейся в памяти карте, основываясь на показаниях сканирующего дальномера;

Разработка алгоритма определения перемещений робота, основываясь на показаниях сканирующего дальномера(реализация основной гипотезы);

Разработка алгоритма построения образа окружающего пространства;

Разработка ПО для моделирования и оценки работоспособности алгоритмов с реальным оборудованием;

Исследование работоспособности разработанных алгоритмов(верификация основной гипотезы).

4 Научная новизна и теоретическая значимость научной работы

Научная новизна работы заключается в следующем:

предложен алгоритм поиска положения робота на карте, хранящейся в памяти, основываясь на показаниях дальномеров;

разработан SLAM алгоритм, использующий максимальный объем данных для определения перемещений робота;

проведена оптимизация разработанного SLAM алгоритма;

проведено моделирование работоспособности алгоритмов в Matlab.

Практическая ценность работы состоит в следующем:

разработанные алгоритмы могут быть применены в реальных робототехнических системах для определения перемещений робота и построения образа окружающего пространства

разработано ПО для моделирования работы системы навигации с учетом особенностей реальных датчиков;

сформулированы рекомендации к измерительной аппаратуре для применения алгоритма

5 Материалы и методы исследования

На рисунке 1б видно типичное для SLAM (с помощью фильтров частиц) искажение образа пространства 1а.

Для устранения подобных искажений необходимо учитывать не только особые точки, но и сами прямые объекты – стены и другие длинные прямые предметы. Для этого необходимо сначала выделить эти объекты во входных данных. Для поиска прямых линий обычно используется преобразование Хафа [D.H. Ballard, «Generalizing the Hough Transform to Detect Arbitrary Shapes»].



а) б)

Рисунок 1 – Изображения а) реальной карты помещения б) карты помещения, полученной с помощью SLAM алгоритмов

Для реализации SLAM-метода, основанного на анализе прямых, окружающих робота, необходимо найти во входных данных прямые, установить их соответствие с предыдущими измерениями, вычислить перемещение.Для установления соответствия прямых, обнаруженных в новых данных и известных ранее используется вероятностный подход, т.к. применение метода Лукаса-Канаде оказалось не эффективным. Последним этапом алгоритма является обновление карты окружающего пространства.

Классическое преобразование Хафа является достаточно ресурсоемким. Для обеспечения работоспособности в реальном времени разработано ускоренное преобразование Хафа для обработки показаний дальномеров.

Для обеспечения работоспособности алгоритма единственным требованием к дальномеру является минимальный апертурный угол. Этому требованию соответствует применение лазерных дальномеров.



Рисунок 2 – Построенная карта пространства

Моделирование работы алгоритма проводилось в Matlab имитацией движения по траектории из 121 точки. Построенная при тестировании алгоритма карта отображена на рисунке 2. На ней отсутствуют искажения прямых объектов, такие как заметны на рисунка 1б.

Начальное положение робота на имеющейся в памяти карте эффективно определять с помощью корреляционного анализа. Исходными данными являются: матрица M - план помещения (размером MaxNa) и массив измерений дальномера, который представляет собой набор точек (*l*i, *α*i) – расстояния *l*i до объекта в направлении угла *α*i. По этим данным строится матрица T образа помещения. Вычисляется ВКФ матриц Mи T. В ней находится максимум, указывающий на положение робота.

Аналогичным образом возможно и определение координат в трехмерном пространстве.

При моделировании робот помещался в произвольные места карты. Погрешность расчета положения координат составила: ±1 (разрешение расчета); максимальная ошибка измерения угла 0,0098 рад = 0,56о, что меньше разрешения расчета.

Разработанные алгоритмы с успехом могут быть применены для реализации систем навигации различных роботов, таких как: роботы-пылесосы, роботы-официанты, роботы – экскурсоводы, роботы для помощи людям с ограниченными возможностями, охранные роботы.

**6 Результаты, теоретическая и практическая ценность научной работы**

Показаны преимущества SLAM-метода с использованием прямых над методом фильтра частиц.

Разработано оптимизированное для обработки показаний дальномеров преобразование Хафа.

Разработан алгоритм поиска положения робота на карте

Разработан алгоритм вычисления перемещений робота по карте, одновременно с построением карты(SLAM-метод)

Сформулированы требования к оборудованию, необходимому для обеспечения работоспособности алгоритма.

Виртуальный эксперимент подтвердилработоспособность разработанных алгоритмов(подтверждение основной гипотезы).

**7 Список литературы, опубликованной авторами по теме научнойработы**

1. Киселев К.О. / [ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИИ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКОМ ЗРЕНИИ: НАВИГАЦИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ](http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-40-html/kiselev/kiselev.htm)// Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. - Т. 12. - Вып. 4. - 2013
2. Киселев К.О. /ОПТИМИЗИРОВАННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХАФА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОКАЗАНИЙ ДАЛЬНОМЕРОВ// Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. - Т. 12. - Вып. 1. – 2014
3. Киселев К.О. / Метод определения перемещений робота с помощью дальномеров // 11-я Международнаянаучно-техническая конференция студентов и аспирантов«Информационные технологии, энергетика и экономика» - СФ МЭИ, 2014.