

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра системного програмного забезпечення та технологій дистанційного навчання

(повна назва кафедри)

Дипломна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Аналіз та моделювання методів орієнтації рухомих автономних об'єктів
Analysis and modeling of orientation methods for autonomous moving objects

Виконав: студент денної форми навчання

спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Любкевич Катерина Олександрівна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник д.техн.н., доц. Гунченко Ю.О.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рецензент

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ _____ від «___» _____ р.

Захищено на засіданні ЕК № _____

протокол № _____ від «___» _____ р.

Оцінка _____

(за 4-х бальною шкалою, за шкалою ECTS, бал.)

Завідувач кафедри

Голова ЕК

Ю.О. Гунченко

О.О. Арсірій

(підпис)

(прізвище, ініціали)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Одеса – 2018

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра системного програмного забезпечення та технологій дистанційного навчання

(повна назва кафедри)

Дипломна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Аналіз та моделювання методів орієнтації рухомих автономних об'єктів»

«Analysis and modeling of orientation methods for autonomous moving objects»

Виконав: студент денної форми навчання
спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія
Любкевич Катерина Олександрівна

Керівник д.техн.н., доц. Гунченко Ю. О. _____

Рецензент _____

Рецензент _____

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ __ від _____ р.

Захищено на засіданні ЕК № __

протокол № __ від _____ р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Завідувач кафедри

Голова ЕК

(підпис)

Гунченко Ю. О.

(підпис)

Арсирій О. О.

Одеса – 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ЗВІТ

Виконала: студентка 6 курсу
напряму підготовки (спеціальності)

123 – «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Любкевич К.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник

Гунченко Ю.О.
(прізвище та ініціали)

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе разрабатывается тема «Анализ и моделирование методов ориентации автономных подвижных объектов».

Актуальность выбранной темы обуславливается растущей востребованностью мобильных роботов в различных сферах деятельности человечества. Роботы все чаще выполняют различные монотонные работы, тем самым снижая риск человеческого фактора на производстве. Точное знание положения робота является фундаментальной проблемой мобильной робототехники. Ведь именно с решения задачи локализации начинается процесс навигации.

Целью работы является разработка метода автономного определения координат подвижных автономных объектов.

Объектом исследования являются мобильные автономные объекты.

Предметом исследования являются методы и алгоритмы определения текущего значения координат.

В работе рассмотрены датчики, которые могут использоваться при навигации мобильного робота, общие проблемы навигации мобильных устройств, основы работы метода одновременной локализации и составления карты и его разновидности, реализован собственный метод.

В результате выполнения дипломной работы была разработана программная реализация, которая моделирует определение роботом собственного местоположения.

АНОТАЦІЯ

У дипломній роботі розробляється тема «Аналіз та моделювання методів орієнтації рухомих автономних об'єктів».

Актуальність обраної теми обумовлюється зростаючою затребуваністю мобільних роботів в різних сферах діяльності людства. Роботи все частіше виконують різні монотонні роботи, тим самим знижуючи ризик людського фактору на виробництві. Точне знання положення робота є фундаментальною проблемою мобільного робототехніки. Адже саме з рішення задачі локалізації починається процес навігації.

Метою роботи являється розроблення методу автономного визначення координат місцезнаходження мобільних автономних об'єктів.

Об'єктом дослідження являються мобільні автономні об'єкти.

Предметом дослідження є методи і алгоритми визначення поточного значення координат.

В роботі розглянуті датчики, які можуть бути використані при навігації мобільної роботи, загальні проблеми навігації мобільних пристроїв, основи роботи одночасної локалізації та складання карти та його різновидів, реалізований власний метод.

В результаті виконання дипломної роботи була розроблена програмна реалізація, яка моделює визначення роботом власного розташування.

ABSTRACT

The theme «Analysis and modeling of orientation methods for autonomous moving objects» is developed in the graduation work.

The urgency of the chosen theme is conditioned by the growing demand of mobile robots in various spheres of human activity. Jobs increasingly perform various monotonous works, thus reducing the risk of the human factor in production. The precise knowledge of the robot's position is a fundamental problem for mobile robotics. After all, from the solution of the localization problem, the navigation process begins.

The aim of the work is to develop a method for the autonomous determination of the coordinates of the location of mobile autonomous objects.

The object of the study are mobile autonomous objects.

The subject of the study are the methods and algorithms for determining the current coordinate value.

The work considers the sensors that can be used for navigating the mobile work, the general problems of navigating the mobile devices, the basis of the method of simultaneous localization and the mapping and its variety, and implemented its own method.

As a result of the graduation work, a software implementation was developed that simulates the determination of the robot's own location.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	7
1 ОРІЄНТАЦІЯ РУХОМИХ АВТНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ	9
1.1 Робототехніка	9
1.2 Мобільні роботи	10
1.3 Технічні складності навігації	11
1.4 Датчики	13
1.5 Постановка завдання	15
2 МЕТОД ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ	16
2.1 Загальні відомості	16
2.2 Різновиди SLAM	18
2.2.1 EKF-SLAM	18
2.2.2 DP-SLAM	23
2.2.3 GMapping	27
3 РОЗРОБКА КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ ПОЗИЦІЮВАННЯ РУХОМОГО АВТОНОМНОГО ОБ'ЄКТУ НА МІСЦЕВОСТІ	30
4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ	33
4.1 Мова програмування Python	33
4.2 Опис класів	35
4.3 Опис основних функцій	36
4.4 Карта навколишнього середовища	39
4.5 Дані датчиків	39
4.6 Тестування додатку	40
4.7 Подальші шляхи розвитку	44

ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47
ДОДАТОК А Вихідний код	49
ДОДАТОК Б Карта тестованого середовища	62
ДОДАТОК В Покази датчиків.....	63

ВСТУП

На сьогоднішній день тема створення та моделювання роботів є актуальною, так як з кожним днем зростає відсоток автоматизованих комплексів на заводах і підприємствах. Роботи все частіше виконують різноманітні монотонні роботи, тим самим знижуючи ризик людського фактору на виробництві. Але скоро до мобільних роботів буде пред'являтися нова вимога – універсальність, тобто робот повинен буде не тільки виконувати певний невеликий набір завдань, але переміщатися в просторі, адекватно реагувати на зміни в навколишньому середовищі.

Робототехніка широко використовується в різних галузях. Все більшого значення в повсякденному житті людини набувають мобільні роботи. Серед таких пристроїв особливе місце займають роботи прибиральники, санітари, екскурсоводи, помічники по будинку, транспортні пристрої та інші засоби, призначені для виконання різних функцій в побутових, виробничих, надзвичайних та інших ситуацій. Чим ширша область застосування мобільних роботів в промисловості, в військових і рятувальних додатках, в медицині і в побуті, тим жорсткішими стають вимоги до їх виконання для конкретних завдань. Одні з найбільш актуальних таких вимог відносяться до автономності робота і його навігаційним можливостям, зокрема, до орієнтації в просторі.

Точне знання положення робота є фундаментальною проблемою мобільного робототехніки. Адже саме з рішення задачі локалізації починається процес навігації. Однак на точність локалізації впливають випадкові й систематичні помилки в показаннях датчиків. Тому завдання синтезу високоточних алгоритмів обробки інформації датчиків мобільного робота для визначення його поточного положення в просторі є актуальною.

Більшість сучасних реалізацій ділить поставлену задачу на дві основні підзадачі: завдання послідовного уточнення карти і завдання перерахунку свого положення в просторі.

Методики і технології для вирішення поставленого завдання отримали назву SLAM (Simultaneous Localization And Mapping). Даний метод є базовим для більшості навігаційних систем, так як він надається можливість роботи як із відомою картою середовища, так і з повністю невідомою.

Рішення поставленого завдання лягає на плечі автономного робота, який отримує інформацію про зовнішній світ за допомогою датчиків і будує гіпотезу про своє місцезнаходження на основі обробки отриманих даних. Внаслідок цього рішення обох поставлених підзадач помітно ускладняється через те, що датчики мають деяку модель помилки, точно обчислити і нівелювати яку в загальному випадку неможливо. Тому роботу необхідно постійно коригувати дані про своє становище. Уточнення власних координат здійснюється за рахунок обчислення свого положення щодо деяких виділених об'єктів. Кожному виділеному об'єкту зіставляється опис, що дозволяє ідентифікувати його на кожному кадрі, на якому він присутній. Таким чином, SLAM дозволяє знайти автономному мобільному роботу власне місцеположення.

Метою даної роботи являється розроблення методу автономного визначення координат місцезнаходження мобільних автономних об'єктів.

Об'єктом дослідження являються мобільні автономні об'єкти.

Предметом дослідження є методи і алгоритми визначення поточного значення координат.

ВИСНОВКИ

Розробка інтелектуальних мобільних роботів для різних виробничих і дослідницьких цілей є важливим і актуальним завданням. Завдання орієнтації робота на місцевості є однією з основоположних у робототехніці.

У роботі було розглянуто кілька найпоширеніших методів SLAM. У кожного були виявлені свої переваги та недоліки.

Під час виконання дипломної роботи, за рахунок комбінації декількох рішень методу SLAM, був розроблений комбінований метод позиціонування рухомого автономного об'єкта на місцевості.

За рахунок комбінації декількох рішень методу SLAM, був спроектований власний метод орієнтації на місцевості автономним мобільним пристроєм.

В розробленому методі використовується фільтр частинок Рао-Блеквелла, як в GMapping і розширений фільтр Калмана, як в EKF-SLAM.

Все це забезпечує економію пам'яті і зменшення необхідного обчислювального ресурсу.

Оцінка стану автономного мобільного пристрою досягається шляхом фільтрації частинок. Кожен елемент карти в кожній частинці може бути оцінений з використанням розширених фільтрів Калмана, обумовлених позицією частинок робота. А коефіцієнт ваги частинок розраховується для визначення ймовірності попадання певної частки в остаточний набір, який буде представляти реальне місце розташування.

Розроблений алгоритм використовує меншу кількість частинок, ніж методи, засновані тільки на частотному фільтрі. А помилка початкового обчислювати координати орієнтирів зводиться до мінімуму і не накопичується з часом.

Реалізована в дипломній роботі програмна реалізація показує основи роботи розробленого алгоритму на мапі уявлень у вигляді точок інтересу (орієнтирів).

Надалі, при продовженні розробки даного алгоритму необхідно буде виконати реалізацію, засновану на сканах досліджуваної території.

Так як, реалізований програмний продукт працює тільки з даними у вигляді числових значень, узятих з існуючого прикладу, то в подальшому необхідно буде змодельовати реальну роботу датчиків з власними аналогово-цифровими перетворювачами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Прейко М., Устройства управления роботами: схемотехника и программирование – М.: Издательство ДМК – 2004. – С. 202. – 01.10.2017
2. Лазерный дальномер. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://robotun.com.ua/wiki/lazernyy-dalnomer> - 01.06.2018 – 05.10.2017
3. Классификация мобильных роботов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/34424> – 01.11.2017
4. SLAM - что это такое. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://icleborobot.by/slam-что-это-в-навигации.html> – 15.12.2018
5. Extended Kalman filter. Wikipedia. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Extended_Kalman_filter – 29.12.2017
6. ROBOT MAPPING AND EKF SLAM. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://slideplayer.com/slide/5983202/> – 10.01.2018
7. Eliazar A. I. DP-SLAM 2.0 / Austin I. Eliazar, Ronald Parr // ICRA '04: IEEE International Conference on Robotics and Automation. 2004. Vol. 2. P. 1314-1320. – 20.01.2018
8. Любкевич К.О., Локалізація мобільного робота на місцевості. /К.О. Любкевич, Ю.О. Гунченко // Збірник матеріалів XIV Всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців “Інформатика, інформаційні системи та технології”. – Одеса – 2017. – С. 188. – 29.01.2018
9. DP-SLAM. Austin Eliazar and Ronald Parr [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://users.cs.duke.edu/~parr/dpslam/> – 10.02.2018
10. Rao-Blackwellised particle filtering for dynamic Bayesian networks / A. Doucet, N. Freitas, K. P. Murphy, S. J. Russell // Proc. of the 16th Conf.

on Uncertainty in Artificial Intelligence. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc, 2000. P. 176–183. – 15.02.2018

11. J.S. Liu. Metropolized independent sampling with comparisons to rejection sampling and importance sampling. Statist. Comput., 6:113–119, 1996 – 15.05.2018
12. Probabilistic Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents) / S.Thrun, W.Burgard, D.Fox // The MIT Press, 2005. P. 84–89. – 10.06.2018
13. Python Software Foundation. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.python.org> – 03.07.2018
14. Swaroop C.H. A Byte of Python: пер. с англ. / C.H. Swaroop – NY, 2013. – 159 p. – 05.07.2018