

Вченому секретарю
спеціалізованої вченої ради Д.64.052.03
Харківського національного
університету радіоелектроніки
61166, м. Харків, пр. Науки, 14

Відгук

офіційного опонента, провідного наукового співробітника, професора кафедри теоретичної радіофізики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника Бикова Віктора Миколайовича на дисертаційну роботу Сергієнко Олега Юрійовича на тему: «Розвиток теорії та удосконалення систем автономної навігації мобільних наземних роботів у недетермінованих середовищах», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи

Актуальність теми дисертації.

Роботи чи, так звані розумні автомати, знаходять широке застосування у різних галузях життєзабезпечення: в промисловості, при проведенні експериментів і робіт в приміщеннях і середовищах з високим рівнем загазованості, іонізації, радіоактивності, тощо. Роботи знаходять все більш широке застосування у військовій справі: при розмінуванні приміщень і споруд, для ведення вогню на полі бою. Особливо слід відмітити застосування роботів в якості автоматизованих систем, розміщених на літальних та космічних апаратах з високим ступенем автономності, застосування роботів для виконання завдань на поверхні інших планет (приклад, лунохід).

Наземні мобільні роботи, особливо ті, що функціонують в недетермінованих умовах і середовищах при наявності випадкових, стохастичних перешкод, потребують застосування цілого комплексу приладів для здійснення навігації по незнайомій місцевості таких, як системи отримання інформації про навколишнє середовище, адаптивне управління рухом в умовах хаотично розповсюджених перешкод.



В наш час існують протиріччя, яке обумовлене тим, що, з одного боку мають місце багато розвинених методів, які забезпечують можливість роботів дистанційно зондувати та отримувати інформацію про навколишнє середовище для подальшої аналітичної обробки та навігації (системи технічного зору, акселерометри та гіроскопічні платформи, методи точної перевірки бортового годинника), а з другої сторони відомі методи не відповідають вимогам критерію «ефективність – вартість», тобто виконують вимоги точності місцевизначення, але при цьому є дуже вартісними (гіроскопічні методи навігації, коштовні бортові еталони часу), чи є не дуже складними і коштовними, але не вирішують завдання високоточної навігації у недетермінованих середовищах (застосування декількох лазерних або ультразвукових далекомірів).

З цього протиріччя виникає актуальна *науково-прикладна проблема* створення науково-методичного апарату для комплексного вирішення теоретичних і практичних завдань, пов'язаних з автономною навігацією мобільних роботів у недетермінованих середовищах за умов наявності факторів, що заважають нормальному функціонуванню мобільних роботів.

У зв'язку з цим тема дисертаційної роботи Сергієнко О.Ю., яка присвячена розвитку теорії та удосконаленню систем автономної навігації мобільних наземних роботів у недетермінованих середовищах, *є важливою і актуальною.*

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Одержані висновки, результати і рекомендації дисертаційної роботи обґрунтовані завдяки використанню положень теорії радіоуправління, теорії вимірювань, методів математичної статистики та теорії ймовірностей, а також методів чисельного аналізу, комп'ютерного моделювання, методів тренування нейронних мереж.

Достовірність одержаних результатів підтверджується адекватністю теоретичних обґрунтувань результатам математичного моделювання і їх збігом в граничних випадках з відомими результатами.

Новизна одержаних результатів.

Вперше:

- запропонований метод лазерного зондування простору навколо робота, тобто метод динамічної триангуляції, зі скануванням в об'ємному секторі та можливістю картографування поверхні перешкоди;

- запропоновано метод вимірювання часових інтервалів частоти – метод раціональної апроксимації наближенням медіантами, який забезпечує збіг деякої кількості інтервалів вимірювання з цілою кількістю еталонних інтервалів без залишку;

- доведено, що запропонований новий метод вимірювання часових інтервалів та частоти сигналів є інваріантним до нестабільності тривалості імпульсів імпульсних послідовностей;

- запропонований метод насичення та диференціювання, який дозволяє в умовах обмеженого часу з достатньою точністю визначити просторове положення енергетичного центру підсвіченого лазерного м'ятна на поверхні перешкоди.

2. Удосконалено:

- метод функціонування лазерного сканера системи технічного зору зі змінним кроком сканування, який дозволяє оптимізувати пошук перешкоди в полі зору робота за критеріями мінімальних витрат часу на сканування та максимальної інформативності;

- метод формування достовірної зони поля зору робота шляхом фільтрації результатів сканування з великими похибками на основі використання алгоритму Левенберга – Марквардта, що дозволяє в реальному масштабі часу підвищити розрізняльну здатність системи технічного зору;

- метод визначення оптимальної траєкторії руху мобільного робота в заданому секторі простору за критерієм мінімального шляху та максимальної гладкості траєкторії, який ґрунтується на використанні даних, отриманих від запропонованої системи технічного зору, а також даних від системи акселерометричного визначення власної просторової орієнтації робота і бортового годинника.

Дисертація являє одноособове написану кваліфікаційну наукову працю, яка містить сукупність результатів та наукових положень, виставлених автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особовий внесок автора в науку.

Запропоновані автором нові рішення належним образом *аргументовані*, мають місце *критичні оцінки* отриманих результатів порівняно з відомими науково-технічними рішеннями.

Рекомендації по практичному використанню одержаних автором на-

укових результатів роботи. Результати, одержані в дисертаційній роботі, а саме метод динамічної тріангуляції, можливість застосування змінного кроку сканування у системі технічного зору, метод визначення оптимальної траєкторії руху мобільного робота в заданому секторі простору, метод придушення вимірювального шуму в акселерометрах, метод високоточного визначення частоти при корекції бортових годинників, мають самостійне значення і можуть бути використані як при модернізації, так і при створенні нових перспективних мобільних роботів, які функціонують у недетермінованих умовах і середовищах. Дані результати можуть бути застосованими в інших областях науки і техніки, як в господарському і промисловому моніторингу інженерних споруд, так і у Збройних Силах в процесі будівництва Армії, в ході підготовки та веденні бойових дій.

Зміст дисертації логічний, дисертація у цілому має завершений вигляд, оформлена відповідно вимогам Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України.

Дисертація і автореферат написані технічно грамотною мовою, стиль викладу лаконічний і цілком відповідає тематиці наукового дослідження.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Результати дисертаційних досліджень досить повно викладені автором у 1 монографії, семи монографіях у співавторстві, у 69 публікаціях, які входять у міжнародну базу SCOPUS, 25-ти статтях в міжнародних журналах з імпаکت – факторами в одному патенті Мексики, 30-ти працях міжнародних наукових конференцій. 6 статей опубліковані в виданнях зі списку Переліку фахових видань України.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

Недоліки:

1. У розділі 2 визначено, що запропонована оригінальна система технічного зору має досить простий спосіб розрізняти типи перешкод «опуклість/яма» за рахунок щільності точок відбиття на поверхні, але це ніяк не враховано у частині організації управління рухом робота.

2. У розділі 5 визначено, що усі теоретичні набутки даної дисертації прив'язані до конкретної моделі робота: з чотирма пневматичними шинами, які спільно з двигуном постійного струму, забезпечують високу прохідність і маневреність, і як мінімум 4 – 6 годин безперервної роботи. Але у роботі немає

аналізу того, наскільки отримані результати є придатними для застосування до інших моделей роботи, і наскільки їх конкретна конфігурація (кількість коліс, тип рульового керування) вплине на практичне застосування запропонованих методів.

3. Введені системи координат коліс робота $w1 - w4$ у явному виді не використовуються у його кінематичній моделі.

Необхідно відмітити, що вказані недоліки не знижують вагомості отриманих в дисертації результатів.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Сергієнко Олега Юрійовича є завершеною науковою працею, в якій вирішені поставлені наукові задачі. Отримані нові наукові результати в сукупності вирішують важливу науково-прикладну проблему – створення науково-методичного апарату для комплексного вирішення теоретичних і практичних завдань, пов'язаних з автономною навігацією мобільних роботів.

Зміст дисертаційної роботи відповідає паспорту спеціальності 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи, задовольняє вимоги «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань», що пред'являються до докторських дисертацій, а її автор Сергієнко Олег Юрійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук.

Офіційний опонент
провідний науковий співробітник,
професор кафедри теоретичної радіофізики
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
доктор технічних наук, старший науковий співробітник

В.М. Биков

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
Начальник відділу
кадрів



Сергієнко