

УДК 004.891

ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ МОБІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ ПЕРЕШКОД НА СКЛАДНІЙ МІСЦЕВОСТІ

І. В. Ковалець, доктор технічних наук

Інститут проблем математичних машин та систем НАН України

Ю. О. Гунченко, доктор технічних наук

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Д. С. Комарчук, кандидат технічних наук

В. Є. Лукін, кандидат педагогічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

e-mail:dmitruy@mail.ru

Анотація. Для підвищення ефективності планування траєкторій руху мобільних роботів на складній місцевості або групи мобільних роботів пропонується використовувати систему технічного зору на базі безпілотного літального апарату. Відеоінформація, яка приймається системою технічного зору, передається на мобільні роботи в реальному часі. Розглянуті методи навігації мобільних роботів, які поділяються на три групи: глобальні, тактичні і локальні. Глобальний метод використовується перед початком руху мобільного робота на основі застосування карти місцевості. На тактичному рівні інформація про особливості різних ділянок місцевості та перешкоди на шляху руху робота постійно оновлюється за допомогою безпілотного літального апарату. Для уникнення зіткнень з різними видами перешкод, які можуть з'являтися і зникати або змінювати своє місце розташування на шляху мобільного робота, застосовується локальний метод навігації. Показано, що використання систем технічного зору на базі безпілотного літального апарату істотно збільшує зони огляду мобільних роботів і дозволяє підвищити ефективність оперативного планування маршрутів мобільних роботів з урахуванням особливостей ділянок місцевості та різних перешкод. Розглянуті можливості застосування сучасних інформаційних систем і технологій, які включають в себе велику кількість процедур, що моделюють або підтримують процес інтелектуального планування руху мобільних об'єктів на основі даних, отриманих з безпілотного літального апарату. До простих процедур такого типу відноситься будь-яка класифікація кількісних даних за заданими користувачам критеріям, аналіз ділянок місцевості та перешкод з метою планування маршрутів мобільних роботів на складній місцевості. Процедури подібного типу присутні не тільки в задачах аналізу

фотозображень, а й при їх обробці за допомогою геоінформаційних систем. Описано принципи використання і методи обробки навігаційної та зорової інформації при вирішенні основних завдань автономного руху мобільних роботів і польоту безпілотного літального апарату. Наведено результати експериментальних досліджень створених програмно-апаратних засобів системи технічного зору в складі мобільних роботів і безпілотного літального апарату в реальних середовищах.

Ключові слова: *мобільна робототехніка; система технічного зору; мобільний робот; геоінформаційна система (ГІС), безпілотний літальний апарат (БПЛА)*

Актуальність. Одним з найперспективніших напрямків робототехніки є планування маршрутів або навігація автономних мобільних роботів (МР). Під навігацією розуміється теорія і практика спрямування за заданою траєкторією рухомих об'єктів. Мета навігації МР полягає в знаходженні оптимальних (відповідно до заданих критеріїв) маршрутів його переміщення між заданими точками простору з урахуванням стаціонарних (пасивних) та рухомих (активних) перешкод. Виходячи з цього, розробка нових моделей, методів і алгоритмів навігації автономних мобільних роботів з урахуванням різних видів перешкод є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій [1-8] показує, що нині широко застосовуються глобальні і локальні методи навігації МР. Глобальні методи засновані на тому, що перед початком руху МР повністю відома карта місцевості. Знаючи своє місцезнаходження, точку фінішу, а також розташування всіх перешкод, МР, користуючись заданим алгоритмом дій, забезпечує знаходження найкоротшого шляху від старту до фінішу і після цього долає цей шлях. На практиці найчастіше використовуються методи фронту хвилі, A^* , дерева квадратів, видимого графу [1-4]. До недоліків таких методів відноситься необхідність збереження карти місцевості (найчастіше великих розмірів) і підвищена обчислювальна складність. Локальні методи навігації використовуються в тих випадках, коли МР не відомі стаціонарні (пасивні) та рухомі (активні) перешкоди, які можуть з'являтися і зникати та змінювати своє місце розташування. В цьому випадку МР отримує навігаційну інформацію про локальну область зовнішнього середовища, перебуваючи в межах

дії його датчиків. До таких методів навігації МР можна віднести: методи, засновані на використанні потенціальних полів перешкод [2], методи сімейства BUG [5, 6], що використовують для отримання навігаційної інформації тактильні датчики, а також методи сімейства VisBUG [6-8], які припускають отримання навігаційної інформації від ультразвукових датчиків. До переваг методів локальної навігації слід віднести їх обчислювальну простоту. Недоліки цих методів порівняно з методами глобальної навігації складаються у відхиленні реальної траєкторії руху МР від оптимального маршруту і більш складною процедурою локалізації МР в просторі. Для обох груп методів навігації МР характерна проблема своєчасного визначення пасивних та, особливо, активних перешкод на шляху руху МР. Крім того, існуючі методи та алгоритми розв'язання задач планування траєкторій руху наземного МР застосовуються в два етапи: спочатку знаходиться глобальна траєкторія за картографічними даними, яка потім в процесі руху періодично уточнюється за даними бортової систем технічного зору (СТЗ) МР. Такому підходу властиві суперечності і недоліки, обумовлені суттєвою відмінністю масштабів подання інформації на цих двох етапах. Використання СТЗ на базі БПЛА, що поставляє проміжну між етапами планування інформацію про ділянки місцевості, дозволяє з одного боку оперативно уточнювати картографічні дані, а з іншого – на порядок розширити зону огляду бортової СТЗ МР, що підвищує ефективність вирішення всіх цільових завдань МР. Незважаючи на значний обсяг досліджень у цій області, проблема навігації МР з використанням БПЛА для визначення (уточнення) маршрутів та різних видів перешкод на шляху руху МР залишається відкритою.

Мета дослідження – розробка технології планування маршрутів руху МР залежно від перешкод, визначених за допомогою СТЗ.

Матеріали і методи дослідження. Процес планування змісту та часу планування траєкторій руху МР поділяється на декілька етапів, а саме: формування електронної карти місцевості та визначення усіх видів перешкод на кожній ділянці з БПЛА на основі застосування методів статистичного аналізу та штучного інтелекту,

а також визначення оптимальних маршрутів руху МР з урахуванням перешкод з використанням методу ситуаційного керування.

Результати досліджень. У роботі пропонується комбінований метод навігації МР, заснований на комбінації підходів, характерних як для глобальних, так і для локальних методів навігації. При наявності СТЗ на базі БПЛА можливий варіант планування траєкторій руху МР в три етапи з використанням картографічних даних (глобальна траєкторія), даних з СТЗ на базі БПЛА (тактична траєкторія) і даних СТЗ МР (локальна траєкторія). Тактична траєкторія, яка побудована за даними з СТЗ на базі БПЛА, є замкнутою траєкторією, що проходить по складкам місцевості. Цільовою точкою на глобальному рівні планування передбачається кінцева точка маршрутного завдання МР, цільовими точками на тактичному рівні планування буде послідовність точок, що належать глобальній траєкторії, а цільовими точками на локальному рівні планування будуть послідовності точок, що належать траєкторіям, побудованим на тактичному рівні планування. При цьому місцевість, якою пересувається МР, складається з ділянок двох видів: відкритих ділянок і перешкод, які МР не може прямо подолати. Якщо перешкода виявляється на шляху МР, то він повинен її об'їхати.

Сучасні інформаційні системи і технології включають в себе велику кількість процедур, що моделюють або підтримують процес інтелектуального планування руху мобільних об'єктів (МО). До простих процедур такого типу відноситься будь-яка класифікація кількісних даних за заданими користувачами критеріями, складніші забезпечують аналіз сцен, процесів, явищ з метою планування маршрутів МО на складній місцевості. Процедури подібного типу присутні не тільки в задачах аналізу фотозображень, а й при обробці даних за допомогою ГІС. У міру розширення сфери застосування геоінформаційних технологій та ускладнення процедур геоінформаційного моделювання процедури аналізу і класифікації сукупностей даних, об'єктів і структур займають все більш значуще місце і в ГІС нового покоління.

За оцінками різних експертів вартість введення даних може досягати 80 % вартості всього ГІС-проекту, включаючи вартість апаратних витрат. Помилки і пропуски, допущені при введенні даних, можуть призвести до перекручування інформації на наступних етапах її обробки і цілком знецінити кінцевий результат. Тому перед введенням даних виконується оцінка інформаційних потреб системи на всіх етапах її функціонування, підбираються джерела даних, улаштовується перелік інформаційних об'єктів, створюються їх докладні формалізовані описи, розробляється план послідовного цифрування. Обов'язковим елементом введення даних є вибірковий або повний контроль точності і повноти введення.

У системах обробки і аналізу даних дистанційного зондування спектр процедур подібного типу представлений найбільш широко. Практично увесь процес тематичного дешифрування фотозображень складається з поетапного угруповання і подальшого перетворення даних з метою створення абсолютно визначеною, проблемно-орієнтованої картини ділянки земної поверхні. Значна частина цих етапів забезпечується методами і алгоритмами, що входять в спеціалізовані інструментальні пакети, і завдання обробника полягає у створенні найбільш ефективної схеми класифікації даних.

Поставлена задача вирішується за допомогою спеціальної інформаційної технології, яка передбачає отримання даних про ділянку місцевості з безпілотного літального апарату в оптичному діапазоні та обробку фотознімків за допомогою ГІС. Фотографування визначеної поверхні проводиться з висоти від 1 до 250 м з можливістю одержання знімків з високою роздільною здатністю. За допомогою спеціального програмного забезпечення здійснюється керування рухом БПЛА (квадрокоптером).

Як показують результати експериментальних досліджень, отримані дані від звичайних цифрових фотокамер з БПЛА можна ефективно використовувати при визначенні різних перешкод на шляху руху МР. Після проведення фотозйомки на електронній карті місцевості на основі статистичної обробки RGB-сигналів визначається декілька контрастних за оптичними характеристиками зон (ділянок).

Для кожної з цих зон експериментально визначаються контрольні розміри та спектральні характеристики різних видів перешкод, які використовуються для навчання нейронної мережі. Таким чином, на основі статистичної обробки спектральних характеристик цифрових знімків кожної ділянки місцевості та за допомогою апарату нейронних мереж визначаються перешкоди на шляху руху МР, що забезпечує оперативне прийняття рішень для планування маршрутів руху МР.

За результатами фотозйомки з БПЛА проводиться статистична обробка графічних даних. Оскільки стандартний формат Jpeg визначає значення RGB не для кожного конкретного пікселя, а для ділянок з однаковими параметрами, виникає необхідність у перетворенні даних із формату Jpeg в формат BMP, в якому значення яскравості складових адитивної моделі кольору утворення визначаються для кожного пікселя. Таким чином, є можливість визначення координат перешкод на електронній карті місцевості, значення RGB яких відрізняються від середнього на відповідний відсоток.

Протягом всього польоту фотоапарат проводить серії знімків, що забезпечує їх перекриття для подальшої обробки. Знімки завантажуються в комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням ГІС, де обробляються, причому робота зі знімками може вестися як до приземлення апарату, так і після неї. Якщо контрольована територія має більший розмір ніж площа, яка відображена на знімку, тоді знімки "зшиваються" у панораму за допомогою програмного забезпечення "Panorama Factory". У результаті застосування цього програмного пакету отримаємо зведену панораму, до якої вже можна "прив'язати" географічні координати місцевості. У результаті чого отримуємо карту з прив'язкою по реперним точкам. Після прив'язки з'являється можливість обробляти знімок стандартним географічним інструментарієм.

Для планування руху МР відомою інформацією є початкове місце його знаходження та кінцева точка маршруту руху МР, координати перешкод, що отримані за допомогою БПЛА.

Необхідно знайти такі оптимальні маршрути руху МР, при яких забезпечується: а) мінімальний шлях руху МР; б) об'їзд пасивних та активних перешкод.

Відправна задача приводиться до дискретного вигляду. Для цього область простору станів, що нас цікавить, накривається Q -ою мережею $L^1 \times L^1 \times \dots \times L^Q$. При цьому вважається, що МР може переміщуватися тільки з одного вузла цієї мережі до іншого.

Задача синтезу компромісно-оптимальних траєкторій руху в заданих умовах розв'язується за допомогою методу ситуаційного керування та апарату мультиагентів, що включає комбінацію нейронних мереж і непарних блоків, при застосуванні яких при переході від одного вузла до іншого мінімізується траєкторія руху МР [9].

Довжина шляху МР характеризується довжиною переходу з рівня $j-1$ на рівень j . При цьому вважається, що МР, який знаходиться в одній із допустимих точок на $j-1$ -му рівні мережі, може переходити лише в одну з допустимих точок на j -му рівні.

Довжина переходу МР між рівнями мережі визначається за формулою:

$$D_{j-1,j}^{j,m} = \sqrt{x_m^2 - x_{j-1}^2 + y_j^2 - y_{j-1}^2}, \quad (1)$$

де x_{j-1}, y_{j-1} – координати МР на $(j-1)$ -му рівні мережі; x_m, y_j – координати допустимої точки на j -му рівні мережі.

$$\begin{aligned} x_m &= x_{j-1} + \Delta S_m \cdot \cos\left(\alpha_0 + \sum_i \frac{S}{L} \sin(\psi_c)\right); \\ y_j &= y_{j-1} + \Delta S_m \cdot \sin\left(\alpha_0 + \sum_i \frac{S}{L} \sin(\psi_c)\right); \\ \psi_c &= \frac{\psi_{\Pi} + \psi_{\Pi}}{2}, \end{aligned} \quad (2)$$

де L – відстань між осями передніх та задніх коліс, величина бази МР; α_0 – початкове значення кута між напрямом повздовжньої осі та однією із осей опорної прямокутної системи координат; ΔS_m – відстань між двома пройденими

точками; S – елемент пройденого шляху; Ψ_c – середнє арифметичне значення поворотних коліс між лівим кутом повороту Ψ_l та правим кутом повороту Ψ_n [10].

В якості оптимальної на рівні j вибирається та допустима точка даного рівня, якій відповідає мінімум довжини траєкторії руху МР, що передається в навігаційну апаратуру МР.

Геометричні характеристики зони маневрування дистанційно визначаються СТЗ, створеної на базі 3D-лазерного сенсора, який дозволяє отримувати зображення зовнішнього середовища перед МР у діапазоні відстаней 0...50 м з точністю до 5 см. За результатами отриманих зображень відповідно до законів сканування з урахуванням кутових і лінійних переміщень МР будуються локальні траєкторії руху МР.

При плануванні глобальних траєкторій використовується картографічна база даних (рис. 1), що дозволяє не тільки зберігати інформацію про великі зони можливого маневрування, а й коригувати її в процесі руху за даними СТЗ БПЛА.

Таким чином, навігаційна система створюється на основі комплексування засобів супутникової навігації, датчиків БПЛА та МР. Крім того, застосовується метод ситуаційного керування та апарат мультиагентів, що забезпечує своєчасну реакцію робота на непередбачувані перешкоди, які з'являються на його шляху (рис. 2).



Рис. 1. Планування глобальних траєкторій БПЛА та МР



Рис. 2. Визначення перешкод за даними СТЗ БПЛА

Комплексне використання різних датчиків і методів навігації (рис. 3) дозволило достовірно вирішувати навігаційну задачу бортовими засобами при функціонуванні МР в умовах пересіченій місцевості, а виконавча система відпрацьовувати знайдені траєкторії з урахуванням кінематичних і динамічних характеристик МР.

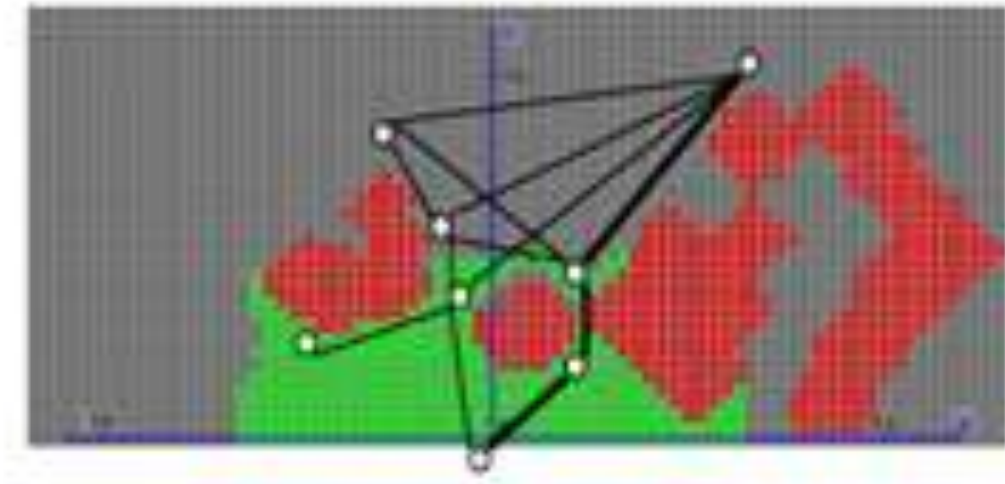


Рис. 3. Комплексне використання різних датчиків і методів навігації

Експериментальне дослідження показало переваги в оперативності та достовірності отриманих результатів запропонованої технології та в застосуванні комбінованого методу порівняно з традиційними методами навігації.

Висновки і перспективи

Таким чином, запропонована технологія планування маршрутів руху МР залежно від наявності перешкод на шляху їх руху, визначених за допомогою БПЛА, передбачають більш високу достовірність і оперативність отримання інформації та точність керування МР, а також зменшення загальної довжини руху МР та витрат пального. Одержані дані з БПЛА дають можливість на основі використання розробленої технології оперативно визначати перешкоди на шляху руху МР, що скорочує часові витрати планування маршрутів руху групи мобільних роботів. Комплексне використання різних датчиків СТЗ і методів навігації МР є перспективним напрямом подальших досліджень.

Список літератури

1. Защелкин К.В. Реализация комбинированного способа навигации автономного мобильного робота / К.В. Защелкин, В.В. Калиниченко, Н.О. Ульченка // Электротехнические и компьютерные системы – 2013. – № 09 (85). – 102-109.
2. Адамів О. П. Моделі та інтелектуальні засоби адаптивного керування автономним мобільним роботом [Текст] дис. ... канд. техн. наук: захищена 12.12.2007 / Адамів Олег Петрович. – Одеса, 2007. – 124 с.
3. Fahimi F. Autonomous Robots. Modeling, Path Planning and Control / F. Fahimi – New York : Springer, 2009. – 348 p.
4. Nachour O. Pathplanning of Autonomous Mobile robot / O. Nachour // International Journal of Systems Applications, Engineering and Development. – 2009. – Issue 4. – P. 178 – 190.
5. Lumelsky V. Sensing, intelligence motion / V. Lumelsky – New Jersey : Wiley-Interscience, 2006. – 456 p.
6. Song H. Research on Path Planning for the Mobile Intelligent Robot / H. Song, L. Hu // World Congress on Computer Science and Information Engineering. – 2009. – № 1. – P. 121 – 144.
7. Siegwart R. Introduction to Autonomous Mobile Robots / R. Siegwart, I. Ourbaksh – Boston : MIT Press, 2004. – 336 p.
8. Jian Y. Comparison of Optimal Solutions to Realtime Path Planning for a Mobile Vehicle / Y. Jian, Q. Zhihua, W. Jing, C. Kevin // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part A: System and Humans. – 2010. – Vol. 40. – P. 721 – 725.

9. Гунченко Ю. О. Метод побудови інтелектуальних систем планування переміщення мобільного робота в невідомому середовищі / Ю. О. Гунченко, І. В. Муляр, П. М. Дубина // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2015. – Вип. 50. – С. 23-28. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znrviknu_2015_50_6

10. Аніскевич Л.В. Обґрунтування параметрів польової інформаційної машини для моніторингу стану сільськогосподарських угідь: Монографія / Л. В. Аніскевич, О.О. Броварець – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2011. – 230 с.

References

1. Zashelkin, K.V., Kalinichenko, V.V., Ulchenka, N.A. Realization of the combined way of navigation of the autonomous mobile robot (2013). Realizatsiya kombinirovannogo sposobu navigatsii avtonomnogo mobil'nogo robota [Electrotechnical and computer systems], 09 (85), 102-109.

2. Adamiv, O. P. (2007). Modeli ta intelektualni zasoby adaptivnoho keruvannia avtonomnym mobilnym robotom [Models and intelligent adaptive control of autonomous mobile robot]: dissertation for PhD (candidate of science) degree. 12.12.2007. Odessa, 124.

3. Fahimi, F. (2009). Autonomous Robots. Modeling, Path Planning and Control. New York : Springer, 348.

4. Hachour, O. (2009). Pathplanning of Autonomous Mobile robot International Journal of Systems Applications, Engineering and Development, 4, 178 –190.

5. Lumelsky, V. (2006). Sensing, intelligence motion. – New Jersey : Wiley – Interscience, 456.

6. Song, H., Hu, L. (2009). Research on Path Planning for the Mobile Intelligent Robot . World Congress on Computer Science and Information Engineering, 1, 121 – 144.

7. Siegwart, R., Ourbakhsh, I. (2004). Introduction to Autonomous Mobile Robots. Boston : MIT Press, 336.

8. Jian, Y., Zhihua, Q., Jing, W., Kevin C. (2010). Comparison of Optimal Solutions to Realtime Path Planning for a Mobile Vehicle. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part A: System and Humans, 40, 721 – 725.

9. Hunchenko, Y.O., Mason, I.V., Dubina, P.M. (2015). Modeli ta intelektualni zasoby adaptivnoho keruvannia avtonomnym mobilnym robotom [The method of building intelligent planning mobile robot moving in an unknown environment]. Proceedings of the Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv, 50, 23-28. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znrviknu_2015_50_6 [in Ukraine]

10. Aniskevych, L., Brovarets, A. (2011) Modeli ta intelektualni zasoby adaptivnoho keruvannia avtonomnym mobilnym robotom [Justification machine parameter field information to monitor the status of agricultural land]. Nizhin: Publisher Lysenko M., 230.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ПРЕГРАД НА СЛОЖНОЙ МЕСТНОСТИ

И. В. Ковалец, Ю. А. Гунченко, Д. С. Комарчук, В. Е. Лукин

Аннотация. Для повышения эффективности планирования траекторий движения мобильных роботов на сложной местности или группы мобильных роботов предлагается использовать систему технического зрения на базе беспилотного летательного аппарата. Видеоинформация, которая принимается системой технического зрения, передается на мобильные роботы в реальном времени. Рассмотрены методы навигации мобильных роботов, которые делятся на три группы: глобальные, тактические и локальные. Глобальный метод используется перед началом движения мобильного робота на основе применения карты местности. На тактическом уровне информация об особенностях различных участков местности и препятствий на пути движения робота постоянно обновляется с помощью беспилотного летательного аппарата. Во избежание столкновений с различными видами препятствий, которые могут появляться и исчезать или изменять свое местоположение на пути мобильного робота, применяется локальный метод навигации. Показано, что использование систем технического зрения на базе беспилотного летательного аппарата существенно увеличивает зоны обзора мобильных роботов и позволяет повысить эффективность оперативного планирования маршрутов мобильных роботов с учетом особенностей участков местности и различных препятствий. Рассмотрены возможности применения современных информационных систем и технологий, которые включают в себя большое количество процедур, моделирующих или поддерживающих процесс интеллектуального планирования движения мобильных объектов на основе данных, полученных с беспилотного летательного аппарата. К простым процедурам такого типа относится любая классификация количественных данных по заданным пользователям критериям, анализ участков местности и препятствий с целью планирования маршрутов мобильных роботов на сложной местности. Процедуры подобного типа присутствуют не только в задачах анализа фотоизображений, но и при их обработке с помощью геоинформационных систем. Описаны принципы использования и обработки навигационной и зрительной информации при решении основных задач автономного движения мобильных роботов и полета беспилотного летательного аппарата. Приведены результаты экспериментальных исследований созданных программно-аппаратных средств системы технического зрения в составе мобильных роботов и беспилотного летательного аппарата в реальных средах.

Ключевые слова: *мобильная робототехника; система технического зрения; мобильный робот; геоинформационная система, беспилотный летательный аппарат*

TECHNOLOGY OF TRAJECTORY PLANNING OF MOBILE OBJECTS MOTION WITH REGISTRATION OF LIMITS IN DIFFICULT LOCATION

I. V. Kovalets, Yu. A. Guntchenko, D. S. Komarchuk, V. E. Lukin

Abstract. *To increase the efficiency of planning driving directions mobile robots on difficult areas or group of mobile robots is proposed to use machine vision system based on unmanned aerial vehicles. Video information, which is adopted by the system of technical vision, is transferred to mobile work in real time. The methods of navigation of mobile robots are considered, which are divided into three groups: global, tactical and local. The global method is used before the mobile robot moves on the basis of the map application. At the tactical level, information about the features of various terrain areas and obstacles to the movement of the robot is constantly updated by obtaining information from the an unmanned aerial vehicle. To avoid collisions with various types of obstacles that can appear and disappear or change their location in the path of the mobile robot, a local navigation method is used. It is shown that the use of vision systems on the basis of an unmanned aerial vehicle significantly increases the coverage areas of mobile robots and makes it possible to increase the efficiency of operational planning of routes for mobile robots taking into account the characteristics of terrain and various obstacles. The possibilities of application of modern information systems and technologies that include a large number of procedures that simulate or support the process of intellectual planning of the movement mobile objects on the basis of data obtained from an unmanned aerial vehicle are considered. Simple procedures of this type include any classification of quantitative data for given users criteria, analysis of terrain and obstacles to plan routes for mobile robots in difficult terrain. Procedures of this type are present not only in problems of analyzing photo images, but also in their processing with the help of geoinformation systems. The principles of using and processing navigation and visual information in solving the main tasks of the autonomous movement of mobile robots and the flight of an unmanned aerial vehicle are described. The results of experimental researches of the created software and hardware of the vision system in the composition of mobile robots and an unmanned aerial vehicle in real environments are presented.*

Key words: *mobile robotics, vision system, mobile robot, geoinformation system, unmanned aerial vehicle*