

УДК 621.923.9

ОСОБЛИВОСТІ КІНЕМАТИКИ МОБІЛЬНОГО РОБОТА ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСУ ШВИДКИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ТА ТОЧНИХ МІКРОПЕРЕМІЩЕНЬ ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ

Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я., Полунічев В.Е.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація: Мобільні роботи мають шасі яке забезпечує їх рух в різних дорожніх умовах. При цьому положення шасі змінюється в просторі, а відповідно невизначеним чином змінюється положення основи маніпулятора який встановлено на шасі. Для забезпечення високої точності маніпулятора запропоновано використати додаткові приводи просторових мікропереміщень. Для опису кінематики мікропереміщень мобільного робота використані стохастичні матриці, що визначають коливальність процесів руху виконавчого органа робота при мікропереміщеннях. Встановлені особливості формування функцій приналежності нечітких множин шестивимірного вектора похибок позиціонування виконавчого органу мобільного робота. В процесі досліджень розроблені математичні моделі макро- і мікропереміщень виконавчого органу. Проведено моделювання кінематичних характеристик маніпулятора.

Ключові слова: мобільний робот, шасі, маніпулятор, кінематика мікропереміщень, точність, нечіткі множини, математичні моделі.

Мобільні роботи призначені для роботи з небезпечними об'єктами в польових умовах. Їх розробка і дослідження є актуальними.

Проблема в загальному вигляді полягає у створенні мобільного робота із високими показниками точності.

В останніх дослідженнях і публікаціях [1,2] наведено різноманітні конструкції мобільних роботів. Встановлено їх точнісні характеристики [3].

Зазначено невисоку точність позиціонування мобільних роботів. Досліджень робототехнічних комплексів у яких наявні системи швидких переміщень та системи просторових мікропереміщень в літературних джерелах не виявлено. Встановлено, що до невирішених раніше частин загальної проблеми відносяться підвищення точності мобільних роботів використанням просторових систем мікропереміщень.

Метою даних досліджень поставлено встановлення особливостей кінематики мобільних роботів при реалізації комплексу швидких та точних мікропереміщень виконавчого органу. Задачами досліджень постановлено розробку методики аналізу великих і точних мікропереміщень виконавчого органу робота та встановлення особливостей кінематики робота при великих переміщеннях та мікропереміщеннях виконавчого органу.

Мобільні роботи мають шасі яке забезпечує їх рух в різноманітних дорожніх умовах. При цьому положення шасі змінюється в просторі, а відповідно невизначеним чином змінюється положення основи маніпулятора який встановлено на шасі. Для забезпечення високої точності маніпулятора запропоновано використати додаткові приводи просторових мікропереміщень. При цьому швидкі переміщення здійснюються приводами із невисокою точністю позиціонування, а точні переміщення здійснюються просторовим мікропереміщенням виконавчого органу.

Опис швидких просторових переміщень виконавчого органу здійснюється за допомогою векторної величини у вигляді поступального переміщення полюса та повороту навколо миттєвої осі обертання. Раціональним напрямком переміщення полюса є його рух вздовж миттєвої осі обертання. З метою вибору раціональних геометричних параметрів переміщення виконавчого органу маніпулятора вводяться обмеження на компоненти кінематичного гвинта у вигляді швидкості руху полюса та кутової швидкості обертання виконавчого органу навколо миттєвої осі. Дані обмеження стають більш жорсткими при зменшенні абсолютної величини відстані виконавчого органу маніпулятора та небезпечного об'єкта.

Встановлено особливості великих переміщень виконавчого органу маніпулятора. Вони полягають у плавних змінах положення, швидкості та пришвидшення маніпулятора які забезпечуються системою керування робота. Траєкторії швидких переміщень являють собою плавні просторові криві. Швидкості і пришвидшення виконавчого органу в проекціях на вісі координат являють собою гладкі залежності які доцільно описати полігармонічними функціями часу. Для опису просторових великих переміщень (макропереміщень) застосовано натуральний трієдр (природний тригранник траєкторії). Визначено поступальне переміщення, кутову швидкість та кутове пришвидшення натурального трієдра.

Мікропереміщення виконавчого органу характерні при його виході в позицію або при різких змінах напрямку руху виконавчого органу у випадку його великих переміщень. Особливістю кінематики мікропереміщень мобільного робота є невизначеність траєкторій мікропереміщень та суттєвий вплив на мікропереміщення випадкових факторів. Для опису кінематики мікропереміщень мобільного робота використані стохастичні матриці, що визначають коливальність процесів руху виконавчого органу робота при мікропереміщеннях. Коливальні процеси при мікропереміщеннях та похибки позиціонування при виході виконавчого органу робота у робочу позицію описані з використанням теорії нечітких множин. Встановлені особливості формування функцій приналежності нечітких множин шестивимірного вектора похибок позиціонування виконавчого органу мобільного робота. Для підвищення показників точності роботизованих комплексів, запропоновані методи керування які встановлюють раціональні співвідношення швидких переміщень виконавчого органу та точних мікропереміщень. Методи базуються на розробленні алгоритмів керування мобільного робота із введенням зворотніх зв'язків по кінематичним параметрам при безпосередній реалізації технологічних операцій. Для введення зворотніх зв'язків проводяться виміри параметрів просторового руху виконавчого органу мобільного робота.

Введення зворотніх зв'язків по переміщенню, швидкості та пришвидженню просторового руху виконавчого органу суттєвим чином підвищує точність мобільного робота. В процесі досліджень розроблені математичні моделі макро- і мікропереміщень виконавчого органу. Проведено моделювання кінематичних характеристик маніпулятора. Для цього використані матрично-векторні залежності переміщень характерних точок маніпулятора від змін керованих координат. Мікропереміщення враховані шляхом визначення матриці Якобі, що пов'язує просторові переміщення виконавчого органу із малими приростами керованих координат. На основі розроблених моделей виконані розрахунки змін взаємного положення маніпулятора мобільного робота та небезпечного об'єкта.

В результаті обґрунтовано вибір раціональних, з точки зору точності, законів керування систем приводів маніпулятора. Це забезпечує суттєве підвищення точності мобільного робота.

Список літератури:

1. Пат. 111381 України, МПК В23Q 5/34. Верстат паралельної кінематики з мехатронною системою активного контролю / Струтинський В.Б. Дем'яненко А.С. // №а201404648; заявл. 30.04.2014; опубл. 25.04.2016, Бюл. № 8.
2. *Strutynskyi V. B. Determination of development grounds and characteristics of mobile multi-coordinate robotic machines for materials machining in field conditions / V. B. Strutynskyi, A. A. Hurzhiy, O. V. Kolot, V. E. Polunichev // Науковий вісник НГУ. – 2016. - № 5. - с. 43-51.*
3. *Strutynsky V.B. The development of mechatronic active control system of tool spatial position in parallel kinematics machine tool / V.B.Strutynsky, A.S.Demyanenko // Journal of Theoretical and Applied Mechanics. – 2016. -Vol.54, №3. - pp. 757-768.*