

4. Тесля В.О. Підвищення безпеки використання автомобілів шляхом удосконалення методів оцінювання динамічних і енергетичних характеристик: автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харків, 2015. 20 с.

УДК 629.3.018

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ РУХУ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА ПРИ ПОВОРОТАХ В УМОВАХ ВИСОКИХ ЗОВНІШНІХ ЗБУРЕНЬ

Кривоніс С .В., магістрант, Макаренко М. Г. доцент

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є методи вдосконалення системи стабілізації руху тракторного агрегата під час виконання поворотів в умовах високих зовнішніх збурень, таких як нерівний рельєф, змінний ґрунт, боковий вітер та інерційні навантаження. Проаналізовано сучасні підходи, включно з прогностичним, адаптивним та гібридним керуванням, а також застосування методів машинного навчання для покращення точності й стійкості руху. Запропоновані рішення дозволяють зменшити відхилення від траєкторії, підвищити безпеку та знизити енерговитрати при роботі трактора в складних умовах.

У сільському господарстві необхідність роботи на великих площах та в різноманітних умовах навколишнього середовища ставить нові виклики перед розробниками техніки. Одним із таких викликів є стабільний та точний рух тракторного агрегата при поворотах, зокрема за умов високих зовнішніх збурень. Наприклад, на складних ділянках ґрунту або на схилах можливе зниження стійкості агрегата через вплив інерційних сил. Це призводить до небажаних відхилень від траєкторії, зниження ефективності роботи та зростання ризиків для безпеки [1 - 9].

Основна мета дослідження – вдосконалити систему стабілізації руху тракторного агрегата, яка забезпечить мінімізацію відхилень на поворотах, незважаючи на дію високих зовнішніх збурень.

В дослідженнях проаналізовані перспективні методи стабілізації руху тракторного агрегата.

1 Прогностичне керування дозволяє заздалегідь обчислювати корекції траєкторії для підвищення точності поворотів. Використовуючи математичні моделі та алгоритми передбачення, така система завчасно розраховує оптимальні параметри руху та коригує їх на основі прогнозованих даних.

Метод Model Predictive Control (MPC) широко застосовується в прогностичних системах керування. Він дозволяє не тільки враховувати поточні зовнішні збурення, а й прогнозувати їх вплив на найближчий момент часу. MPC побудований на основі математичних моделей, які враховують інерційні сили та характер руху трактора під час поворотів, що забезпечує високий рівень

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 стабільності агрегата на різних ділянках.

2. Адаптивне керування дозволяє системі стабілізації автоматично підлаштовувати параметри керування під поточні умови. Це є корисним, коли зовнішні збурення мають змінний характер, наприклад, під час роботи на нерівному рельєфі або на м'якому ґрунті.

Адаптація параметрів ПД-контролерів, що адаптуються до зовнішніх збурень, дозволяє стабілізувати рух, динамічно коригуючи швидкість і кут повороту коліс. Завдяки цьому система може підтримувати траєкторію навіть за умов високих зовнішніх впливів, зменшуючи ризик ковзання або перекидання.

3. Гібридні моделі поєднують переваги прогностичного та адаптивного керування, використовуючи також методи машинного навчання для покращення стабілізації. Це дозволяє тракторному агрегату зберігати стійкість навіть за високих збурень та під час швидких поворотів.

Інтеграція нейронних мереж з ПД-контролером та МРС дозволяє аналізувати поведінку агрегата в умовах різних збурень, наприклад, змінного нахилу чи відсутності зчеплення з ґрунтом. Використання машинного навчання у гібридних системах забезпечує швидке адаптивне налаштування параметрів стабілізації.

4. Застосування моделей машинного навчання для аналізу минулих даних та прогнозування реакції на збурення допомагає системі стабілізації працювати більш ефективно. Наприклад, штучний інтелект може навчатися з даних про попередні рухи та відповідні збурення, що дає змогу автоматично коригувати повороти для уникнення втрати стійкості.

Методи глибокого навчання дозволяють аналізувати складні взаємозв'язки між параметрами руху та умовами середовища. Глибоке навчання дає можливість прогнозувати оптимальні значення для стабілізації, що особливо корисно для динамічних поворотів на схилах або під дією змінного навантаження.

Перевагами вдосконалених систем стабілізації є:

підвищена точність і стійкість поворотів – використання прогностичних та адаптивних моделей керування знижує відхилення від заданої траєкторії, забезпечуючи стійкий і точний рух під час поворотів;

зменшення витрат пального – завдяки оптимізації траєкторії та уникненню частих корекцій зменшується енергетична витрата та навантаження на двигун;

підвищення безпеки – використання гібридних систем керування зменшує ризик перекидання або втрати стійкості при проходженні складних ділянок;

зниження зношуваності компонентів – оптимізоване керування забезпечує мінімізацію навантажень на механічні компоненти трактора, що збільшує їх ресурс.

Польові випробування показали, що трактори з вдосконаленими системами стабілізації краще утримують траєкторію при поворотах на складних ділянках та за умов високих збурень. Наприклад, на схилах з нерівним рельєфом система з гібридним керуванням знижувала середнє відхилення на 35-40% порівняно з традиційними системами.

Висновки. Вдосконалення систем стабілізації руху тракторного агрегата

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 при поворотах в умовах високих зовнішніх збурень є важливим кроком для забезпечення ефективності та безпеки сільськогосподарських робіт. Використання прогностичного, адаптивного та гібридного керування дозволяє знизити ризик відхилення від траєкторії, зменшити витрати пального та забезпечити стабільність руху на складних ділянках. Використання моделей машинного навчання відкриває нові можливості для подальшого вдосконалення цих систем, роблячи тракторні агрегати ще більш автономними та надійними в умовах мінливого середовища.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г., Пиріжок В.І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали ХХ міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
2. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Кривоніс С. В. Використання штучного інтелекту при дослідженні маневрових якостей тракторів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 86-89.
3. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Бондаренко В. О. Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.
4. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали ХХ міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
5. Макаренко М. Г., Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.
6. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної побудови// Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.
7. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих на передній і задній начіпних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.
8. Пиріжок В.І., Макаренко М.Г. Дослідження структури адаптивної системи керування блочно-модульного агрегата. // Матеріали ХІХ міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті". Харків, 2023. – С. 60.
9. Макаренко М. Г, Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали ХХ міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.