

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО РОБОТА РОЗРОБКОЮ СИСТЕМИ МАШИННОГО ЗОРУ

Кісь О. В., асп; Сімейкін О. С., маг.; Пацюк Д. О., маг.; Колеснік О. П., маг.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарського робота розробкою системи машинного зору.

Промислові роботи використовуються в промисловості протягом десятиліть, що призвело до повністю автоматизованих виробничих ліній. Однак рівень автоматизації польових операцій у сільському господарстві значно нижчий, хоча є завдання, особливо придатні для автоматизації. Одним із прикладів є боротьба з бур'янами в органічному овочевому виробництві, яка все ще значною мірою виконується вручну. Хоча автономні роботи, що використовуються в дослідженнях, можуть виконувати сільськогосподарські завдання, такі як боротьба з бур'янами, все ще існують технічні проблеми, пов'язані з надійністю та надійністю. Надійність передбачає здатність працювати в високодинамічному сільськогосподарському середовищі, де необхідно враховувати бруд, вологу та погоду. Процес механічної прополки, наприклад, може бути брудним, тому будь-які камери, що використовуються для

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ідентифікації рослин, повинні бути встановлені подалі від інструменту. Для цього потрібно виміряти положення інструменту щодо виявленого бур'яну.

Показано, як камери можуть бути використані для локалізації сільськогосподарського польового робота. Моделювання, лабораторні експерименти та реальні польові експерименти були проведені для оцінки різних способів локалізації мобільного робота на сільськогосподарському полі. Моделювання згенерувало зображення, подібні до тих, що очікувалися в польових умовах, і ці зображення були використані для оцінки конкретних параметрів або вибору дизайну, пов'язаних з використовуваними алгоритмами. Лабораторні експерименти були спрямовані на оцінку різних текстур ґрунту в невеликому масштабі, тоді як реальні польові експерименти включали дані проїзду мобільного робота за кілька кілометрів по сільськогосподарському полю.

Одним із методів вимірювання взаємного положення камери є відстеження змін між послідовними кадрами, процедура, відома як візуальна одометрія. Візуальний вигляд був оцінений для локалізації на різних налаштуваннях камер, включаючи камери спрямовані вниз і вперед. Локалізація також може бути виконана під час побудови карти середовища в так званій одночасній локалізації та картографуванні (SLAM). SLAM також оцінювався з точки зору глобальної оцінки положення робота на полі. Камери також можуть використовуватися для ідентифікації таких структур, як ряди в полі, і робот може бути запрограмований стежити за цими рядами.

Результати показують, що система візуальної одометрії з 2 ступенями свободи може бути використана з камерою, спрямованою вниз, для оцінки взаємного положення на коротких відстанях, як при оцінці положення інструменту відносно камери ідентифікації врожаю. Реалізація цієї системи візуальної одометрії в режимі реального часу також може використовуватися в поєднанні з системою визначення ряду для автономного керування мобільним роботом, щоб він слідував за рядом і знав своє місцезнаходження. Система виявлення рядків вимірює положення робота щодо рядів за допомогою зображень з камери, спрямованої вперед. Демонстраційний запуск показав, що коли робот автономно їхав по 10-метровій трасі, похибка положення в кінцевому положенні становила 2% від пройденої відстані. Також було показано, що система визначення рядків може бути вдосконалена за рахунок використання всеспрямованої камери та алгоритму, який виявляє ряди, які зображуються як окремими рослинами, так і суцільними лініями. Ця система також може виявляти точку зникнення полів зі структурою рядків.

Візуальна одометрія та SLAM можуть бути використані для локалізації з 6 ступенями свободи, тобто положенням та орієнтацією, на сільськогосподарському полі. Стереокамери, спрямовані вниз, були більш точними, ніж спрямовані вперед. Результати моделювання показують, що зображення з високою роздільною здатністю зі стереокамер із широкою базовою лінією забезпечують підвищену точність. Основним джерелом похибки є дрейф, який виникає через накопичення помилок у кожному аналізованому кадрі. Помилки також можуть виникати, коли для локалізації використовується занадто

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мало або занадто багато кадрів. Використання алгоритму SLAM долає проблему з підбором частоти кадрів, так як виконується як локальна, так і глобальна оптимізація позиції. У цьому алгоритмі також є можливість замикання петель, але за рахунок традиційної схеми їзди вперед-назад жодні петлі не були замкнуті. Це призвело до зсуву, особливо в куті нахилу, так що цей підхід показав продуктивність, подібну до візуальної одометрії з використанням адаптованої частоти кадрів. Найкраща точність локалізації була отримана на забігу довжиною 2,4 кілометра за алгоритмом ORB-SLAM зі стереокамерами, спрямованими вперед. Середня похибка п'ятикратного виконання алгоритму на одному і тому ж наборі даних показала похибку перекладу 2,63% і похибку орієнтації 0,0321 град. Цей результат показує, що можна використовувати камери для локалізації на сільськогосподарському полі.

Цей підхід може бути використаний для підвищення міцності та надійності існуючих систем, що потенційно може дозволити комерційним автономним польовим роботам виконувати сільськогосподарські завдання економічним та екологічно стійким способом.

Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА РОЗРОБКОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО РОБОТА

Сміцков Д. С., асп.; Лисенко Д. П., маг.; Сімейкін О. С., маг.; Пацюк Д. О.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарського робота розробкою системи машинного зору.

Роботизовані програми постійно розширюються в усіх аспектах людського життя, і стає надзвичайно важливим використовувати цю тенденцію для точного землеробства. Сільськогосподарський сектор, незважаючи на те, що він є важливою галуззю для людини, повільно розвивається з точки зору технологій. Грубі та ручні процеси, які традиційно використовуються для сільського господарства, мають серйозні економічні та соціальні наслідки. Неефективність і менша продуктивність цих методів призводить до марнотратства продовольства в умовах дефіциту продовольства, невідповідностей, витрат часу, вищих витрат на робочу силу та низького врожайу. Світ виграє від автоматизації процесів у сільському господарстві. У спробі вирішити цю проблему виникає необхідність спиратися на існуючі платформи та розробляти інтелектуальні автономні транспортні засоби для точного землеробства. Це має включати розробку інтелектуальних дронів для точного землеробства, розробку інтелектуальних наземних роботів для точного землеробства та інших систем, що працюють спільно. Щоб досягти цього, ми використовуємо штучний інтелект (ШІ) та математичні методи, щоб вплинути на достатній інтелект на роботизованих платформах, щоб зробити їх придатними для точного землеробства.

У цій роботі досліджуються можливості штучного інтелекту для класифікації та виявлення бур'янів, оцінки взаємного розташування бур'янів, 6D-оцінки пози фруктів та віртуальної реальності для дистанційно керованих систем у зборі фруктів. Зараження бур'янами знижує врожайність сільськогосподарських культур у сільському господарстві. Глибоке навчання стає все більш популярним підходом до виявлення бур'янів на сільськогосподарських угіддях. Однак точне землеробство вимагає, щоб об'єкт інтересу (бур'ян) був точно класифікований і виявлений для полегшення