

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ АВТОПОЇЗДА

П.О. Гуменюк, аспірант, НТУ, Н.О. Козак, студент, ЛНТУ

***Анотація.** В роботі обґрунтовано необхідність розробки комп'ютерної моделі для перевірки алгоритмів керування автопоїздами. Описано розроблене програмне забезпечення, приведено приклад його роботи.*

***Ключові слова:** автопоїзд, модель, програмне забезпечення*

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ АВТОПОЕЗДА

П.А. Гуменюк, аспирант, НТУ, Н.А. Козак, студент, ЛНТУ

***Аннотация.** В работе обоснована необходимость разработки компьютерной модели для проверки алгоритмов управления автопоездами. Описано разработанное программное обеспечение, приведено пример его работы.*

***Ключевые слова:** автопоезд, модель, программное обеспечение*

DEVELOPMENT OF COMPUTER MODEL OF MULTILINK VEHICLE

P. Gumeniuk, postgraduate, NTU, N. Kozak, student, LNTU

***Annotation.** In the paper the necessity of development of computer model for multilink vehicles is given. The developed software is described.*

***Keywords:** multilink vehicle, model, software*

Вступ

Вивчення особливостей руху автопоїздів неможливе без врахування проблем маневреності і керованості. Маневреність визначається радіусом повороту автомобіля, передатним числом рульового керування, а також зусиллями, потрібними для повороту рульового колеса. При інтегруванні комп'ютерних елементів у системи керування та безпеки транспортних засобів постановка реального експерименту зазвичай непрактична. Наприклад, для перевірки рішень і контролюючих додатків інтелектуальних транспортних систем потрібно кілька автомобілів і водіїв. Також необхідно знайти площу для маневрів і сам експеримент може становити загрозу здоров'ю і життю людей.

Для перевірки поведінки багатоланкових ав-

топоїздів традиційно застосовують моделювання. Для різних задач можна використовувати різні види моделювання.

Для математичної моделі не потрібно використовувати реальний об'єкт дослідження, достатньо описати математично його властивості. Разом з тим, важко, а іноді і неможливо, повністю описати предмет дослідження, і, як наслідок, доводиться нехтувати частиною параметрів. У одних випадках таке спрощення допустиме, у інших може відчутно змінити результат.

Фізичною моделлю є зменшена копія об'єкта дослідження, наділена тими ж фізичними властивостями, що і оригінал, і експеримент проводиться з моделлю. Для фізичної моделі не обов'язкова модель математична, отже спрощуються розрахунки, а дані можна

отримувати напряму з об'єкта дослідження, використовуючи датчики, записуючі елементи і т.п., а рух задавати виконавчими пристроями. Разом з тим, точність результатів залежить від точності копіювання оригіналу.

Комп'ютерна модель гарно і наочно показує хід експерименту, її зручно застосовувати до складних систем, коли фізичну модель будувати не вигідно, а аналітичні дослідження занадто складні. Хороший результат можна отримати поєднанням кількох моделей, наприклад, фізичної з комп'ютерною.

Аналіз публікацій

Загалом, на сьогодні існує два підходи до вивчення питання керованості транспортних засобів:

1. Дослідження з урахуванням характеристик всіх елементів системи "водій-автомобіль-дорога", що розглядається як замкнена система автоматичного управління.
2. Дослідження власної стійкості й керованості автопоїзда, при якому вплив водія виключається.

При першому підході керованість досліджується як система отримання, переробки і передачі інформації та формування керуючих впливів, спрямованих на зменшення відхилень транспортного засобу від бажаного процесу. При цьому керованість розглядає ті або інші характеристики перехідних процесів при найпростіших типових керуючих впливах.

У рамках першого підходу розглядають пряму та обернену задачі розрахунку руху. Пряма задача розрахунку полягає в прогнозуванні дійсних законів руху, якщо існує управління, що забезпечує рух по заданій траєкторії при певних умовах. Проте такий розрахунок буде достовірним лише при наявності вичерпної кількісної інформації про передавальну функцію водія, у точному визначенні якої є ряд принципових труднощів.

При оберненій задачі розрахунку руху передавальна функція водія не задається заздалегідь, а визначається безпосередньо з передаточної функції. У цьому випадку лише фіксуються вимоги, що пред'являються до передавальної функції водія об'єктом управління і ситуацією, але рух автопоїзда не прогнозується. Труднощі використання подібних пе-

редавальних функцій пов'язані зі значним підвищенням порядку отриманих при цьому диференціальних рівнянь, невизначеністю коефіцієнтів, що входять у них, і їх залежності від часу.

Для позбавлення впливу на керованість автопоїзда суб'єктивного фактору (дії водія) необхідно забезпечити власну стійкість і керованість автопоїзда, тобто властивості, закладені в його конструкцію.

Тому при другому підході до вивчення питання керованості транспортних засобів автопоїзд розглядається ізольовано як об'єкт регулювання, а його керованість і стійкість визначаються як властивості, що забезпечують виконання сигналу управління з необхідною точністю і швидкістю при мінімальному рівні психомоторних витрат з боку водія й збереження заданих водієм параметрів або закону їх зміни після припинення дії збурюючих сил.

Постановка задачі

Метою даної роботи є розробка комп'ютерної моделі, яка симулює рух автопоїзда на площині, а також програмного забезпечення для підключення фізичної моделі і відтворення результатів її роботи.

Результати роботи

Симулятор руху сідельного тягача і напівпричепа з керованою задньою віссю створений засобами мови програмування C++ в середовищі програмування MS Visual C++ Express. У моделі один метр відповідає десятиєм пікселам. Керування відбувається кнопками вперед-назад і вправо-вліво на клавіатурі. Користувачеві виводиться поточний кут і радіус повороту, кут складання, швидкість і гальмівний шлях (рис.1). Також є можливість задання погодних умов, залежно від чого міняється коефіцієнт тертя: дорожнє покриття може бути сухим, мокрим і засніженим. На швидкість руху, крім сил опору кочення, впливає маса транспортного засобу.

Під час руху автопоїзда кут повороту керованих коліс напівпричепа встановлюється автоматично таким чином, щоб траєкторія руху середньої точки керованої осі напівпричепа співпадала із траєкторією руху середньої точки керованої осі тягача. Для цього

розраховується затримка реакції керованих коліс напівпричепа на керівний сигнал повороту тягача. Сама величина кута повороту коліс напівпричепа при входженні в поворот залежить від довжини автопоїзда. Таким чином, дана модель може застосовуватись для відтворення руху транспортних засобів з різною базою.

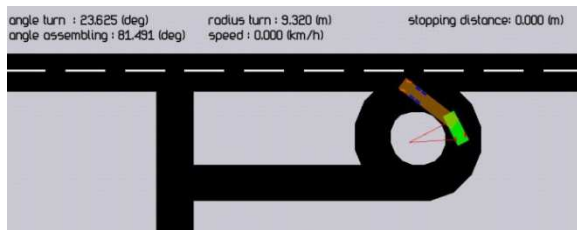


Рис. 1. Екранна зона роботи симулятора

Характерною особливістю даної розробки є можливість підключення програми до мікроконтролера типу AVR засобами USB-порту, а отже і приєднання фізичної моделі.

Для того, щоб результати роботи з моделлю можна було застосовувати до реального об'єкта, її потрібно перевірити на адекватність. Стандартними тестами для перевірки маневреності автопоїздів є рух по колу, поворот на 90°, розворот і переставка. На рис.2 показано проходження маневру кола моделлю, що відповідає завантаженому автопоїзду з повною масою 40т, довжиною напівпричепа 13,41м на швидкості 10км/год. по сухому дорожньому покриттю.

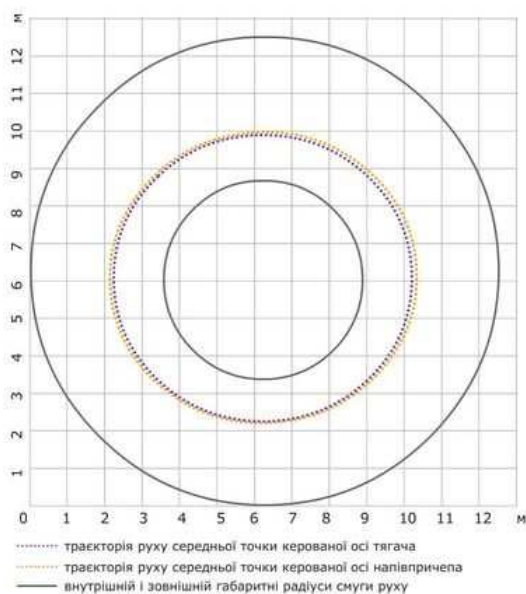


Рис. 2. Робота моделі при проходженні маневру кола

Відхилення траєкторій руху характерних точок автопоїзда за даних умов знаходиться в межах 10% колії, що дозволяє вважати модель адекватною.

Висновки

Розроблена комп'ютерна модель адекватно відтворює рух сідельного тягача із напівприцепом, дозволяє перевіряти маневреність транспортного засобу при різних погодних умовах, а також проводить обмін даними із фізичною масштабованою моделлю автопоїзда.

Література

1. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда.- М.: Транспорт, 1986.
2. Сахно В.П. До визначення конструктивних і компоновальних параметрів автопоїзда-контейнеровоза / В.П. Сахно, В.П. Онищук, В.М. Придюк // Вісник НТУ. - К.:НТУ, 2009. - № 18.
3. Абрамов А.М., Ковалев А.С. Управление динамикой движения седельных автопоездов// Сборник статей 7-й международной научно-практической конференции.- С.-П.:2006.
4. Сахно В.П. До визначення габаритної смуги руху трьохланкових автопоїздів /В.П. Сахно, І.Ф. Вороніна, С.С. Углиця, В.В. Стельмашук // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. – 2004. – №7 (77) (Частина 1). – С. 30-36.
5. Стельмашук В.В., Лотиш В.В., Придюк В.М., Гуменюк П.О. До визначення показників маневреності автопоїзда-контейнеровоза // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Автомобильный транспорт: проблемы и перспективы» Севастополь. – 2011. – Вип. 122.
6. Лисенко Р.І. Комп'ютерне та фізичне моделювання руху сідельного автопоїзда / Лисенко Р.І., Гуменюк П.О., Лотиш В.В. // Міжвузівський збірник «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». – Луцьк, ЛНТУ, 2012. – Вип. 8. – С.162-165.

Рецензент: В.О. Алексеев, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 26 сентября 2013 г.