

8. Шеломенцев В. П. Формування законодавчих основ забезпечення кібербезпеки України / В. П. Шеломенцев // Інформаційна безпека: виклики і загрози сучасності : зб. матеріалів наук.-практ. конф., 5 квітня 2013 року, м. Київ. – К. : Наук.-вид. центр НА СБ України, 2013. – 416 с.

9. Бурячок В. Л. Характерні ознаки та проблемні аспекти забезпечення кібернетичної безпеки / В. Л. Бурячок, С. О. Гнатюк, О. Г. Корченко // Інформаційна безпека: виклики і загрози сучасності : зб. матеріалів наук.-практ. конф., 5 квітня 2013 року, м. Київ. – К. : Наук.-вид. центр НА СБ України, 2013. – 416 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В СКЛАДНИХ ДОРОЖНІХ УМОВАХ: РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СКЛАДНИХ СЦЕНАРІЇВ

Герасимов А.В., А51-24

Наук. керівник – **Кравцов М. М.**, доц. каф. МБЖД

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Публікація досліджує потребу в точних імітаційних моделях для безпілотних автомобілів, виклики, з якими вони стикаються в складних дорожніх умовах, і технологічні досягнення, спрямовані на подолання цих викликів. Під час дослідження проведено аналіз реакції АТЗ на несприятливі погодні умови та надзвичайні ситуації за допомогою передового моделювання, за допомогою якого можна отримати уявлення про їхню готовність до реального застосування та кроки, необхідні для забезпечення їхньої безпечної та ефективної роботи.

Ключові слова: автономний транспортний засіб, моделювання поведінки, імітаційні моделі, реалістичні симуляції, надзвичайні ситуації, алгоритми прийняття рішень.

Розвиток автономних транспортних засобів (АТЗ) є революційним досягненням у сучасному транспорті, що обіцяє революціонізувати мобільність, зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод та підвищити паливну ефективність. Однак, для того, щоб повністю інтегруватися в повсякденне життя, безпілотні автомобілі повинні бути здатні справлятися з широким спектром дорожніх умов, включаючи складні, непередбачувані ситуації. Такі ситуації можуть виникати через несприятливі погодні умови, такі як сильний дощ, сніг або туман, а також надзвичайні ситуації, такі як раптова поломка транспортного засобу, аварії або дорожнє сміття. Моделювання поведінки автономних транспортних засобів у цих складних сценаріях має вирішальне значення для їх розробки та широкого впровадження.

Безпілотні автомобілі значною мірою покладаються на датчики, камери, радари та LiDAR для навігації та прийняття рішень у реальному часі. Хоча ці системи добре працюють за ідеальних умов, реальні дороги далеко не ідеальні. Змінні погодні умови, несподівані небезпеки, дорожнє середовище ускладнене як дорогами, так і транспортними засобами, якими керує людина. Ці фактори створюють значні проблеми для датчиків і алгоритмів прийняття рішень у системах автономного транспортного засобу.

Моделювання поведінки безпілотника у контрольованому середовищі має вирішальне значення для розуміння того, як ці транспортні засоби працюватимуть у різних ситуаціях. Точні моделі дозволяють інженерам перевіряти характеристики автомобіля, не піддаючи його впливу навколишнього середовища, не наражаючи його на реальну небезпеку. Це також дозволяє їм точно налаштувати вхідні дані датчиків, процеси прийняття рішень і алгоритми керування до того, як автомобіль вирушить на дорогу. По суті, моделювання створює безпечний простір для розробників AV, де вони можуть експериментувати, вдосконалювати та перевіряти можливості автомобіля в різних сценаріях.

Фактори, які роблять моделювання поведінки автономного транспортного засобу в складних дорожніх умовах особливо складним поділяються на наступні: погодні умови, надійність датчиків, непередбачувані дорожні перешкоди, динамічні умови дорожнього руху та надзвичайні ситуації.

Погодні умови, такі як сильний дощ, сніг, туман і ожеледь, можуть суттєво вплинути на роботу відеосенсорів. Наприклад, дощ може погіршити видимість камер, а сніг може накопичуватися на дорозі, ускладнюючи виявлення розмітки. Ожеледь і слизькі поверхні створюють додаткові проблеми з керуванням і стійкістю автомобіля. Автономні транспортні засоби покладаються на комбінацію датчиків, таких як камери, радари, ультразвукові датчики та LiDAR. Кожен тип датчиків має сильні та слабкі сторони. Наприклад, камери можуть надавати зображення з високою роздільною здатністю, але погано працюють в умовах низької освітленості або туману. Радар і LiDAR більш надійні у виявленні об'єктів в умовах поганої видимості, але вони все ще можуть зазнавати перешкод від дощу або снігу. Складні дорожні умови часто включають несподівані перешкоди, такі як уламки, вибоїни або застряглі транспортні засоби. У деяких випадках безпілотні автомобілі повинні приймати рішення за частки секунди, щоб уникнути зіткнення або безпечно об'їхати ці небезпеки. Моделювання таких сценаріїв вимагає вдосконалених алгоритмів прийняття рішень, які можуть адаптуватися до раптових змін у навколишньому середовищі. Міське середовище, зокрема, дуже динамічне, з пішоходами, велосипедистами та іншими транспортними засобами, які постійно змінюють своє положення. Моделювання поведінки безпілотного автомобіля в таких ситуаціях передбачає врахування безлічі змінних, таких як прогнозування руху інших учасників дорожнього руху, розуміння транспортного потоку і дотримання правил дорожнього руху. У надзвичайних ситуаціях, таких як автомобільна аварія або перекриття дороги, безпілотні автомобілі повинні

швидко оцінити ситуацію і вжити відповідних заходів. Це може включати зміну маршруту, уповільнення або навіть повну зупинку. У багатьох випадках транспортний засіб повинен приймати ці рішення без втручання людини, що вимагає дуже складного і надійного процесу прийняття рішень.

Моделювання поведінки автономних автомобілей в несприятливих погодних умовах вимагає реалістичних симуляційних середовищ, які можуть точно відтворювати вплив дощу, снігу, туману та ожеледиці на датчики та системи керування транспортною засобу. Ці моделі повинні враховувати кілька аспектів такі як симуляція сенсорів, стан дорожнього покриття, вплив навколишнього середовища, злиття і резервування даних.

Щоб розробити точні моделі для несприятливих погодних умов, інженери імітують, як різні погодні умови впливають на набір датчиків безпілота. Наприклад, моделі імітації дощу розробляються для відтворення впливу дощових крапель на об'єктиви камер і того, як накопичення води впливає на сигнали LiDAR і радарів. Моделі імітації снігу, з іншого боку, зосереджені на тому, як падаючий сніг знижує видимість і як накопичення снігу на дорозі впливає на показання датчиків. Несприятливі погодні умови можуть суттєво змінити стан дорожнього покриття, що ускладнює збереження стабільності та керованості для безпілотних автомобілів. Моделі імітують дорожнє покриття, вкрите льодом, снігом або водою, щоб визначити, як безпілотний автомобіль повинен регулювати швидкість, гальмування і рульове управління, щоб зберегти зчеплення з дорогою. Ці симуляції допомагають розробникам вдосконалити алгоритми керування транспортним засобом у ситуаціях, коли зчеплення та тертя зменшуються. Погодні умови також можуть впливати на здатність безпілотного автомобіля виявляти та інтерпретувати дорожні знаки, розмітку смуг руху та інші візуальні сигнали. Наприклад, туман або сильний снігопад можуть приховати важливу інформацію, необхідну для безпечної навігації.

Моделювання таких сценаріїв передбачає імітацію того, як умови навколишнього середовища затуляють або спотворюють візуальні сигнали, і перевірку того, наскільки добре алгоритми КЗ можуть компенсувати ці перешкоди. За несприятливих погодних умов безпілотні літальні апарати повинні покладатися на дані з декількох датчиків одночасно. Об'єднання датчиків, яке поєднує дані з різних джерел (таких як радар, LiDAR і камери), має важливе значення для забезпечення більш повного розуміння навколишнього середовища. Імітаційні моделі перевіряють, наскільки ефективно алгоритми об'єднання сенсорів можуть інтегрувати ці дані для прийняття надійних рішень, навіть якщо деякі датчики скомпрометовані.

Сценарії надзвичайних ситуацій вимагають швидкого прийняття рішень і точного виконання. У таких ситуаціях AI повинен вміти оцінювати навколишнє середовище, визначати пріоритети безпеки і діяти відповідно до них. Моделювання поведінки безпілотного транспортного засобу під час надзвичайних ситуацій має кілька ключових аспектів.

Однією з головних проблем у надзвичайних ситуаціях є виявлення та об'їзд перешкод, таких як дорожнє сміття, застрягли транспортні засоби або раптове перекриття смуги руху. Імітаційні моделі створюють реалістичні сценарії перешкод, щоб перевірити, наскільки добре безпілотний автомобіль може виявляти перешкоди і швидко маневрувати, щоб їх уникнути. Це передбачає тестування різних алгоритмів прийняття рішень, які надають пріоритет безпеці, мінімізуючи ризик аварій. У певних екстрених ситуаціях, наприклад, коли автомобіль, що знаходиться поруч, втрачає контроль, безпілотний автомобіль повинен повернути, щоб уникнути зіткнення. Імітаційні моделі перевіряють здатність самостійного автомобіля виявляти загрозу зіткнення та вживати відповідних заходів, наприклад гальмувати, кермувати або прискорюватися до безпечного положення.

Моделі також враховують фізичні обмеження автомобіля, такі як гальмівний шлях і радіус повороту, щоб забезпечити реалістичні реакції. У надзвичайних ситуаціях зв'язок між транспортними засобами та дорожньою інфраструктурою стає критично важливим. Технологія V2X дозволяє безпілотним автомобілям отримувати інформацію в режимі реального часу від інших транспортних засобів, світлофорів та аварійних служб. Імітаційні моделі інтегрують зв'язок V2X, щоб перевірити, як AV реагують на екстрені сповіщення, такі як наближення автомобілів екстрених служб, дорожні загородження або аварії. Деякі аварійні ситуації створюють етичні дилеми, коли автотранспортний засіб повинен вибирати між кількома небажаними наслідками.

Наприклад, якщо зіткнення неминуче, чи повинен транспортний засіб надавати пріоритет безпеці пасажирів або пішоходів? Імітаційні моделі, які включають алгоритми прийняття етичних рішень, перевіряють, як КТЗ зважують ризики і наслідки різних дій. Це один з найскладніших аспектів розробки безпілотних автомобілів, оскільки він вимагає балансу між безпекою, юридичною відповідальністю та суспільними цінностями.

Моделювання поведінки автономних транспортних засобів у складних дорожніх умовах має вирішальне значення для їх безпечної та надійної інтеграції в повсякденне життя. Несприятливі погодні умови та надзвичайні ситуації створюють значні проблеми, для вирішення яких потрібні складні імітаційні моделі.

Розробляючи точні моделі, які імітують роботу датчиків, дорожні умови та процеси прийняття рішень, розробники АТЗ можуть вдосконалити технологію та забезпечити, щоб ці транспортні засоби могли працювати в складних реальних умовах. Оскільки технологічний прогрес продовжує покращувати точність і достовірність симуляцій безпілотних автомобілів, ми наближаємося до майбутнього, в якому автономні транспортні засоби зможуть безпечно і ефективно працювати в будь-яких умовах.