

УДК 004:629:656:658

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ПОВІДОМЛЕНЬ МІЖ АВТОМОБІЛЯМИ В ЗАДАЧІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО МОЖЛИВЕ ЗІТКНЕННЯ**

*Карнішен Б.С.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків*

Оскільки технологічний прогрес в автомобільній галузі зростає, а складність транспортних засобів та інфраструктурних додатків надзвичайно висока, у цій галузі потрібні нові напрямки та підходи. Підтримка та розробка автомобільних програм, присвячених безпеці дорожнього руху, шляхом аналізу поточної поведінки існуючих систем у різних формах є важливою.

Інформаційно-комунікаційні системи на транспорті (ІКТ) - це комплекс технологій та програмного забезпечення, які використовуються для збору, обробки, зберігання та передачі даних на транспортних мережах.

Вони широко використовуються на автотранспорті для поліпшення безпеки, ефективності та комфорту пасажирів. Вони включають в себе системи навігації та маршрутизації, безпеки та контролю, комунікації, диспетчеризації, віддаленого моніторингу транспорту та інші.

Важливою складовою ІКС є застосовувана технологія мережевого зв'язку.

DSRC (Dedicated Short-Range Communications) - це бездротова технологія зв'язку на короткій відстані, яка використовується в автомобільному транспорті. Вона базується на стандарті IEEE 802.11p і працює в діапазоні, розробленому спеціально для комунікації між рухомими транспортними засобами та інфраструктурою дорожнього руху [1].

Ця технологія добре себе зарекомендувала та використовується в численній кількості наукових досліджень, а також її стандартизована реалізація вже використовується на дорогах у багатьох країнах світу [2].

DSRC використовується для обміну даними між автомобілями (V2V), а також між автомобілями та інфраструктурою (V2I) для підтримки безпеки дорожнього руху та покращення ефективності транспорту. Вона забезпечує передачу інформації про швидкість, напрямок руху, надзвичайні ситуації, розташування та інші важливі параметри. Основний напрямок використання технології це взаємодія з так званими системами допомоги водієві.

Системи допомоги водієві (ADAS) стали важливою характеристикою безпеки в сучасних автомобілях. Вони також є ключовою технологією в нових автономних транспортних засобах [3]. Сучасні ADAS в основному базуються на комп'ютерному баченні, але також стають популярними світлове виявлення та визначення дальності (лідар), радіовиявлення та визначення дальності (радар) та інші передові технології виявлення.

Моделювання роботи інформаційно-комунікаційних систем на автомобілі є важливим етапом розробки та впровадження. Це дозволяє аналізувати різні варіанти проектування та налаштування системи до її реалізації.

Існують різні підходи до моделювання роботи інформаційно-комунікаційних систем на автомобілі, але в основі всіх з них лежить математичне описання системи за допомогою моделей, які можуть бути різного рівня складності і деталізації.

Аналізуючи дослідження з моделювання V2V можемо визначити правильну постановку задачі та необхідні компоненти зв'язку.

Наприклад у статті [4] пропонують систему попередження про лобове зіткнення FCW, яка визначає намір їхати переднім транспортним засобом і передає інформацію наступному транспортному засобу за допомогою комунікаційних технологій V2V. Запропонований метод розпізнавання наміру водіння забезпечує кращу ефективність системи FCW і дає наступному транспортному засобу додатковий час для плавного

гальмування. В роботі використовувався продукт від компанії MATLAB Inc., Simcenter Prescan платформа моделювання на основі фізики, яка використовується в галузях автоматизації для розробки передових систем допомоги водієві (ADAS) і систем автономного водіння (ADS).

В іншому випадку в матеріалі [5] описується математична модель V2V, обгону та аналізу мінімальної дистанції обгону з використанням нечіткої логіки. Експерименти також були розроблені за допомогою програмних рішень MATLAB. Модель показує ефективність створеного алгоритму.

Тому для вирішення поставленої задачі також використаємо рішення MATLAB, а саме Automated Driving Toolbox [6].

Виконаємо постановку задачі моделювання. Автомобіль оснащений двостороннім зв'язком і датчиками, які дозволяють як записувати, так і повідомляти про дорожню обстановку навколо транспортних засобів.

Для забезпечення зв'язку V2V потрібні кілька компонентів :

1. DSRC — це спеціальний радіоблок, який працює як приймач і передавач даних;
2. GPS-приймач, відповідальний за визначення положення автомобіля в просторі і часі; ці дані стануть вхідними даними для DSRC;
3. OBU (On-Board Unit), що збирає дані стану автомобіля такі як швидкість, кут повороту керма, прискорення, стан гальм і т.д. Також на ньому встановлюється додаток та екран для виведення інтерфейсної інформації.

Змоделюємо зв'язок Vehicle-to-Vehicle(V2V) і побудуємо модель за принципом «приймач-передавач». В нашій моделі використовується DSRC радіопередача базового повідомлення про безпеку (BSM). Комунікація покладається на характеристики каналу для визначення ймовірності успішного отримання повідомлення.

Підсистема V2V Передавача генерує базове повідомлення безпеки для кожного цільового транспортного засобу, використовуючи отриману інформацію для цього

актора. Передавач зчитує інформацію про «актора» та пропускає її через інерціальну навігаційну систему і глобальну навігаційну супутникову систему, щоб застосувати шум до інформації про «актора». Підсистема генерує інформацію про місцезнаходження в просторі цільових транспортних засобів використовуючи географічні координати, використовуючи інформацію із заготовленого сценарію моделі. Потім підсистема генерує BSM для всіх цільових транспортних засобів. Блок відправки повідомлення всередині передавача перетворює сигнал на повідомлення і доставляє його в чергу об'єктів. Черги організовані як черги першим прийшов першим вийшов (принцип FIFO).

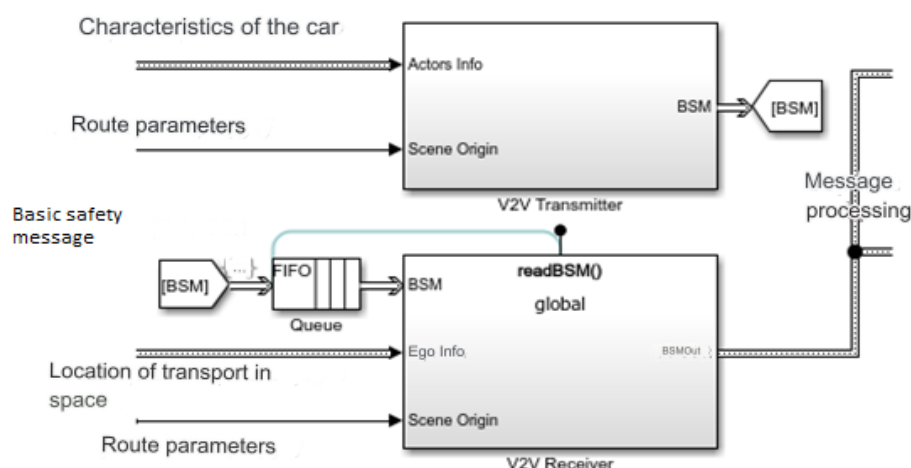


Рисунок 1 – Схема роботи моделі V2V

Блок Приймача отримує попередньо обчислені характеристики каналу як параметр маски та передане BSM, сцену та інформацію про авто, як вхідні дані. Коли передавач доставляє повідомлення в чергу об'єктів, він запускає підсистему приймача V2V. Для кожного цільового транспортного засобу приймач обчислює відстань від цього цільового транспортного засобу до його транспортного засобу, а потім знаходить відповідну пропускну здатність, використовуючи попередньо обчислені характеристики каналу.

Коли пропускна здатність перевищує згенероване випадкове число, приймач отримує BSM і зберігає його у вихідній шині до наступної можливості відправки. Черга, що працює за принципом (FIFO) моделює інтерфейс отримання повідомлень, який працює на основі доступності повідомлень.

Отримане повідомлення надалі передається до блоку обробки повідомлення, який перетворює вхідні дані BSM у фізичні значення та генерує звіти про виявлення об'єктів для вхідних даних для відстеження кількох об'єктів [7].

**Висновки.** Модель показує роботу системи за принципом «приймач-передавач» з використанням DSRC зв'язку за допомогою програмного забезпечення MATLAB/Simulink.

За результатами роботи можна отримати такі дані як:

Співвідношення переданих та отриманих повідомлень, що відображає кількість переданих і отриманих повідомлень на кожному кроці часу.

Комунікаційні дані V2V — відображає інформацію про передачу та прийом даних BSM і співвідношення сигнал-шум для кожного отриманого повідомлення.

Отримане BSM-повідомлення — відображає широту, довготу, швидкість, курс, довжину та ширину для кожної цілі, чий BSM-повідомлення отримано.

Модель дозволяє проводити різноманітні аналізи системи для майбутнього покращення роботи інформаційно-комунікаційних систем на автомобілі. Використання системи моделювання, такої як Simulink, дозволяє зменшити кількість помилок в процесі розробки, покращити якість та ефективність системи, а також зменшити витрати на її розробку і випробування.

### **Література:**

1. J. B. Kenney, "Dedicated Short-Range Communications (DSRC) Standards in the United States," in Proceedings of the IEEE, vol. 99, no. 7, pp. 1162-1182, 2011, doi: 10.1109/JPROC.2011.2132790.

2. John K. Will Vehicle-to-Vehicle Communication Ever Take Off? engineering.com, 2019. [Он-лайн]. Доступно: <https://www.engineering.com/story/will-vehicle-to-vehicle-communication-ever-take-off>.

3. SAE: Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems", SAE On-road Automated Vehicles Standards Committee and others, 2021.

4. W. Yang, B. Wan and X. Qu, "A Forward Collision Warning System Using Driving Intention Recognition of the Front Vehicle and V2V Communication," in IEEE Access, vol. 8, pp. 11268-11278, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2963854

5. Mo, Chunmei & Li, Yinong & Ling, Zheng. (2018). Simulation and Analysis on Overtaking Safety Assistance System Based on Vehicle-to-Vehicle Communication. Automotive Innovation. 1. 10.1007/s42154-018-0017-9.

6. The MathWorks, Inc. , Automated driving toolbox. Automated Driving Toolbox Documentation, 2023. [Он-лайн]. Доступно: [https://ch.mathworks.com/help/driving/index.html?s\\_tid=CRUX\\_lftnav](https://ch.mathworks.com/help/driving/index.html?s_tid=CRUX_lftnav)

7. Карпішен Б.С. / Моделювання роботи інформаційно-комунікаційних систем на автомобілі// Комп'ютерні технології і мехатроніка. Збірник наукових праць за матеріалами V міжнародної науково-методичної конференції. – Харків, ХНАДУ, 2023. – С. 17-20.