

НЕЧІТКА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено до уваги систему гальмівного асистенту для підтримання безпечної відстані під час руху транспортних засобом за допомогою визначення швидкості та дистанції до перешкоди.

Ключові слова: швидкість, дистанція, гальмівна система, гальмування, нечітка логіка, алгоритм Мамдані.

Abstract

The brake assist system for maintaining a safe distance while driving a vehicle by determining the speed and distance to an obstacle is presented.

Keywords: speed, distance, braking system, braking, fuzzy logic, Mamadani algorithm.

Вступ

У наш час людський фактор може спричиняє масу серйозних аварій через неточний час реакції та час, необхідний для повного гальмування і недотримання безпечної дистанції. У багатьох таких випадках основною причиною таких аварій є відволікання водія від водіння, запізніла реакція реагування та недостатність часу для гальмування. Транспортні засоби не мали б сенсу без ефективної гальмівної [1] системи реагування в режимі реального часу.

Технології автоматичного гальмування [2] поєднують датчики та управління гальмами, щоб запобігти зіткненням на високій швидкості. Деякі системи автоматичного гальмування можуть взагалі запобігати зіткненням, але більшість з них призначені для простого зменшення швидкості руху транспортного засобу, перш ніж він щось вдарить.

Метою роботи є розробка нечіткої системи автоматичного гальмування, що базується на швидкості та б дистанції, до перешкоди.

Об'єктом дослідження є процес гальмування автомобіля.

Предметом дослідження є методи нечіткої логіки, що можуть бути застосовані для визначення сили, яку потрібно застосувати для гальмування, щоб втримувати безпечну дистанцію між транспортними засобами.

Основна частина

Нечітка система складається [3] з блоку фазифікації, що перетворює чисельні вхідні значення в ступінь відповідності лінгвістичним змінним, бази правил, що містить набір нечітких правил, бази даних, у якій визначені функції приналежності нечітких множин, блока прийняття рішень, який виконує операції виведення на основі існуючих правил та блоку дефазифікації, що перетворює результати виведення в чіткі чисельні значення керуючого рішення.

Модуль нечіткості попередньо обробляє вхідні значення, подані нечіткій системі [4]. Механізм виведення використовує результати модуля нечіткості та отримує доступ до нечітких правил (табл.1) за нечіткою базою правил робить висновок про проміжні та вихідні значення для отримання. Кінцевий результат забезпечується дефазифікацією. Система автоматичного гальмування використовує алгоритм нечіткого виведення Мамдані [5].

Автоматична гальмівна система використовує данні GPS зі смартфона чи навігатора для обчислення швидкості та датчик відстані, який базується на ультразвукових хвилях для визначення

поточної відстані між автомобілем та його перешкодою, контролюючи силу гальмівного тиску на педаль гальма. Принцип гальмування (рис.1) полягає у автоматичному стягненні гальма автомобіля у певному відсотковому співвідношенні для зниження швидкості та щеплення до повного вижиму, для підтримки безпечної відстані.

Таблиця 1 – База знань нечіткої системи автоматичного гальмування.

Правило №	Дистанція	Швидкість	Сила гальмування
1	МД	МШ	Слабка
2	СД	МШ	
3	ДД	МШ	
4	ВД	МШ	
5	СД	СШ	
6	ДД	СШ	
7	ВД	СШ	
8	ДД	ДШ	
9	ВД	ДШ	
10	СД	ДШ	Середня
11	МД	СШ	
12	ВД	ВШ	
13	ДД	ВШ	Достатня
14	МД	ДШ	
15	МД	ВШ	Сильна
16	СД	ВШ	

Умовні позначення дистанції: МД – мала дистанція, СД – середня дистанція, ДД – достатня дистанція, ВД – довга дистанція; позначення швидкості: МШ – низька швидкість, СШ – середня швидкість, ДШ – достатня швидкість, ВШ – висока швидкість.



Рисунок 1 – Принцип дії системи

Результати досліджень

Нечітка система автоматичного гальмування транспортного засобу має три лінгвістичних змінних:

вхідні – поточна швидкість(км\год) та дистанція(м);

вихідні: відсоткове значення сила гальмування.

Область їхніх значень:

- швидкість[\min (вказується водієм), \max (вказується водієм)];
- дистанція[\min (вказується водієм), (\max (вказується водієм))];
- сила гальмування[$\min 0$, $\max 100$];

Терм- множини лінгвістичних змінних:

- швидкість – низька, середня, достатня, висока;
- дистанція – мала, середня, достатня, довга.

Конкретні значення діапазонів кожного терму вказуються водієм, тому що для кожного транспортного засобу безпечна дистанція та максимальна швидкість різні є різними.

Функція приналежності та дефазифікація значення сили гальмування на прикладі вхідних даних:

дистанція = 2.3 м;

швидкість = 50.7 км/год;

Швидкість, км/год – низька[0, 30], середня[30, 80], достатня[80, 120], висока[120, 200];

Дистанція, м – мала[0, 10], середня[10, 25], достатня[25, 40], довга[40, 60].

Сила гальмування, % – слабе[0, 25], середне[25, 50], достатне[50, 75], сильне[75, 100].

Після логічного виведення та дефазифікацій вхідних даних, отримуємо значення результати:

Дистанція (рис.2): мала – 0.86, середня – 0.14, достатня – 0, довга – 0.

Швидкість (рис.3): низька – 0.37, середня – 0,63, достатня – 0, висока – 0.

Сила гальмування (рис.4) = 40.2 %,

слабка – 0.38, середня – 0.62, достатня – 0, сильна – 0.

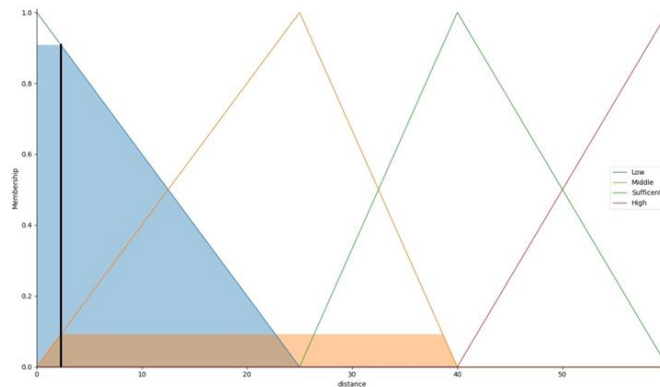


Рисунок 2 – Графічне представлення функції належності дистанції

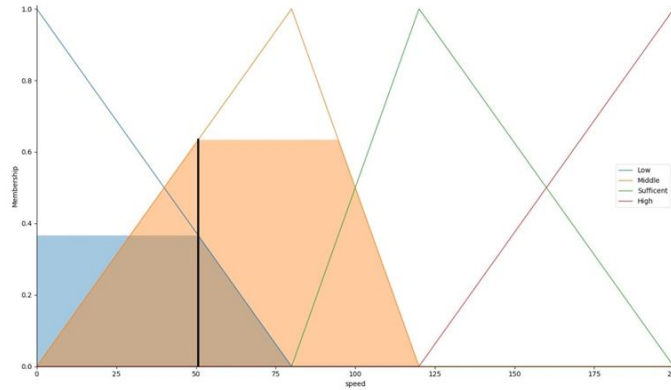


Рисунок 3 – Графічне представлення функції належності швидкості

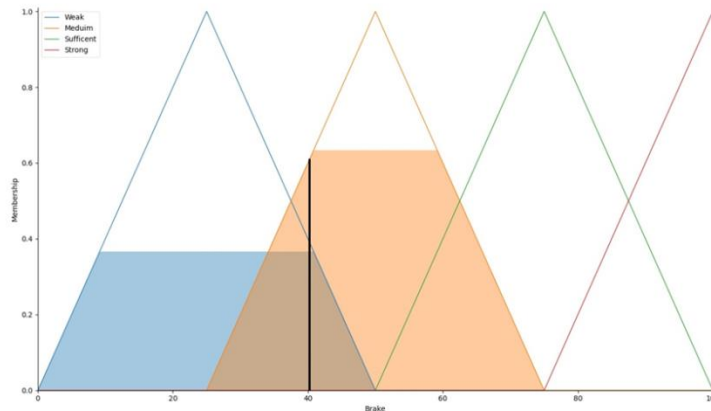


Рисунок 4 – Графічне представлення функції належності сили гальмування

Розробка програмного забезпечення

Інструментальними засобами виконання є наступні програмні середовища: IntelliJ IDEA 2020.2.3, Apache NetBeans IDE 12.1, Android Studio 4.1, Visual Studio 2019. Мови програмування: Java(ОС Android) та C#(ОС Windows 7,8,10).

Розроблено два програмних засоби [6]:

- Програмний засіб для платформи Windows 7-10 (рис.5) симуляція швидкості та дистанції для визначення контролером нечіткої логіки сили гальмування для підтримання безпечної дистанції;
- Android додаток де визначення швидкості здійснюється за допомогою GPS, дистанція симулюється.

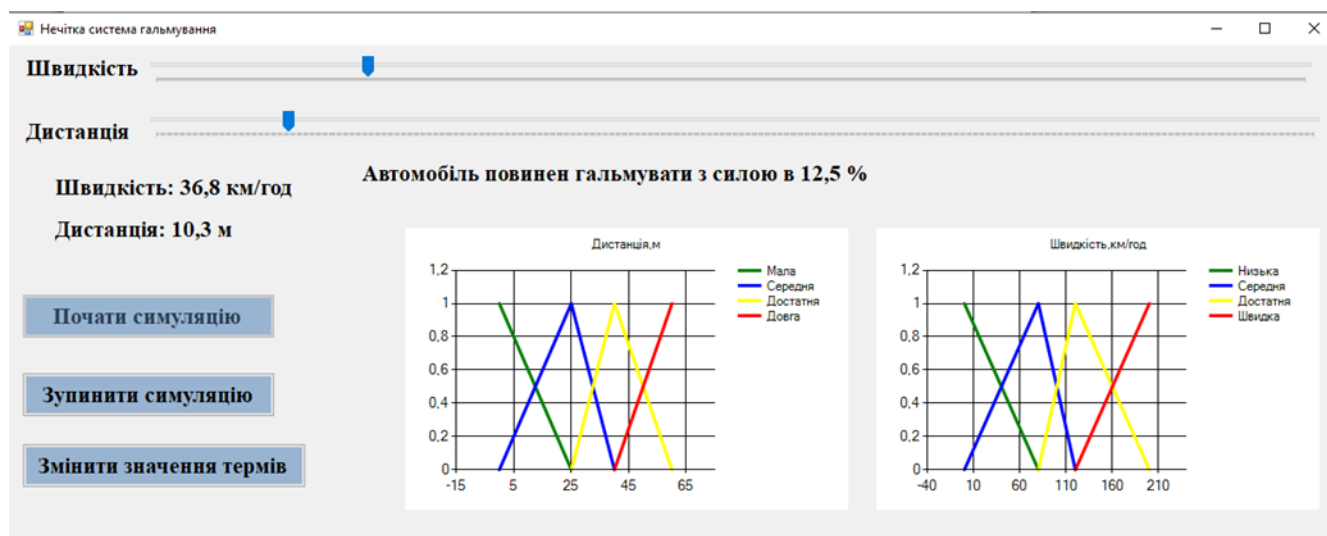


Рисунок 5 – Приклад роботи програми на ОС Windows 10

Подальший розвиток

У майбутньому плануються наступні зміни нечіткої системи автоматичного гальмування транспортного засобу:

1. Додання лінгвістичних входів – коефіцієнт тертя, ковзання та кут повороту коліс.
2. Додання лінгвістичних виходів – час гальмування.
3. Розробка згорткової нейромережі для визначення стану сонливості водія.
4. Автоматична зміна лінгвістичних термів – швидкість та дистанція за допомогою визначення на Google Maps поточного розташування.

Висновки

1. Нечіткий підхід, надає переваги у ефективності обчислень, порівняно з іншими методами.
2. Результати роботи програми довели раціональність використання нечіткої у даній предметній області і не мають точних значень відхилення від розрахунків стандартними чіткими методами. Нечітка логіка дозволяє оперувати лінгвістичними змінними, а не точними значеннями показників при визначенні сили гальмування, проводити якісну оцінку вхідних та вихідних результатів, а також суттєво скорочувати базу правил, не знижуючи при цьому точність.
3. Система надає можливість водієві транспортного засобу самому визначати межі термів лінгвістичних змінних – дистанції та швидкості, що є дуже зручно, так це може бути використано у різних автомобілях та у різних погодних умовах.
4. Реалізована програма має місце використання в автомобілях з механічною трансмісією та буде запобігати багатьом ДТП, які створенні за не дотриманням безпечної дистанції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автомобільний сайт. Клуб автолюбителів Системи автоматичного гальмування [Електронний ресурс]. Режим доступу - <http://autopark.pp.ua/369-sistemi-avtomatichnogo-galmutvannya.html>

2. Автомобілі ЧКТКТ. Система гальмування [Електронний ресурс]. Режим доступу - https://avtomobilikp.io.ua/s2303219/galmivni_sistemi
3. ACM DIGITAL LIBRALY. Automatic braking system using fuzzy logic [Електронний ресурс]. Режим доступу - <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1314668.1314672>
4. ResearchGate. (PDF) Automatic Brake System using Fuzzy Logic Contents logic [Електронний ресурс]. Режим доступу - https://www.researchgate.net/publication/333617977_Automatic_Brake_System_using_Fuzzy_Logic_Contents
5. NAUTICA. Методи нечіткого виведення [Електронний ресурс]. Режим доступу - <https://sites.google.com/site/ne4itkalogika/necitka-logika/metodi-necitkogo-vivedenna>
6. Кісарчук Б.М. Комп'ютерна програма «Програмний модуль «Нечітка система автоматичного гальмування транспортного засобу»: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір / Б.М.Кісарчук, В.І.Месюра. – № 102156, 29.01.2021р.

Кісарчук Богдан Миколайович – студент групи КН-20Мз, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: angruh14@gmail.com

Месюра Володимир Іванович – к.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Kisarchuk Bohdan Mykolayovych - student of KN-20Mz group, faculty of information technologies and computer engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: angruh14@gmail.com

Volodymyr Ivanovich Mesyura – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Professor of the Computer Science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.