

потужного корисного навантаження 5 і тим самим запобігає недопустимому перерозряду комірок акумуляторної батареї.

Запропонований балансуєчий зарядний пристрій для літєвих акумуляторних батарей вимагає відносно недорогих індивідуальних джерел зарядного струму, наприклад, для акумуляторної батареї ємністю 100 А·год достатньо зарядних пристроїв зі значенням потужності близько 5 - 15 Вт на одну акумуляторну комірку.

Висновки

В роботі запропоновано метод вирішення завдання спрощення та покращення співвідношення ціна-якість зарядно-балансиючого пристрою тягової акумуляторної батареї гібридного автомобіля, що особливо актуально для м'яких гібридних автомобілів.

Література

1. Passive Battery Cell Balancing / Kevin Scott, Sam Nork // Analog Devices. - Aug 18 2016. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.analog.com/en/resources/technical-articles/passive-battery-cell-balancing.html>
16. Battery Cell Balancing for Improved Performance in EVs - Part II: ActiveBalancing Technologies Por Lee H. Goldberg Colaboración de Hearst Electronic Products 12/07/2011
2. Active Battery Cell Balancing. - August 1, 2020. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.techbriefs.com/component/content/article/37427-active-battery-cell-balancing?r=7478>
3. Пат. на кор. модель № 15622U, МПК H01M 10/44, H02J 7/00. Спосіб активного балансування при заряді та при розряді літій-іонних акумуляторних батарей/ Гнатов А.В., Дзадненко В.Я., Дзюбенко О.А., Сохін П.А.

УДК 629.331

АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО КРУЇЗ-КОНТРОЛЮ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ

Дзюбенко Олександр Андрійович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, тел. (066)7684116

Товстокорий Максим Юрійович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, тел. (098)7902317

Вступ

Дорожня безпека стикається з серйозними викликами із-за постійного зростання протяжності доріг і збільшення кількості автомобілів на них. В умовах важких дорожніх аварій і екологічних проблем у всьому світі були запропоновані інтелектуальні транспортні системи та системи допомоги

водієві. Вони націлені на підвищення активної безпеки та покращення якості водіння, однак останнім часом вони викликали занепокоєння зі сторони різних джерел [1].

Адаптивний круїз-контроль є одною із нових розробок у сфері систем активної безпеки і став важливою складовою в історії системи допомоги водієві [2]. У доповненні до базових функцій звичайного круїз-контролю система адаптивного круїз-контролю володіє здатністю перешкоджати зіткненням і підтримувати безпечну дистанцію попереду, враховуючи відносну відстань, швидкість і прискорення. Слід відзначити, що успіх адаптивного круїз-контролю можна розглядати як хороший приклад для розробки повнофункціональної системи активної безпеки.

Зазвичай системи АСС дозволяють знизити навантаження на водія та забезпечити безпеку руху за рахунок автоматичного керування повздовжнім рухом, а також надають допоміжну підтримку через зручний інтерфейс. В даний час більшість дослідників при розробці стратегії адаптивного круїз-контролю враховують в основному слідування за автомобілем і безпекою [3]. Однак комфорт і економічність також є важливими характеристиками системи. Таким чином, ціль управління складається в тому, щоб підвищити комфорт і економічність поїздки при умові забезпечення безпечної відстані між автомобілями. Основна складність полягає в побудові багатоцільових стратегій управління, які включають такі аспекти, як безпека, економічність і комфорт.

Для вирішення таких завдань оптимізації зазвичай застосовуються лінійно-квадратичне управління та управління на основі прогнозуючої моделі. Тут необхідно враховувати нелінійність і обмеження [4]. Реалізація вимагає неявного припущення щодо відсутності зовнішніх збурень. Однак в системі все ж присутні зовнішні збурення, пов'язані зі зміною стану транспортного засобу попереду, що знижує оптимальність стандартного регулятора.

У той же час прогнозуюча модель дозволяє оптимально управляти обмеженими нелінійними завданнями на кожному кроці завдяки постійно змінній оптимізації, чого звичайне лінійне управління не може забезпечити. Звичайні методи прогнозуючого керування не враховують незначущість рішення в екстремальних умовах при використанні жорстких обмежень. Щоб досягти багатозадачності в стратегії адаптивного круїз-контролю і відповідати різним цілям управління в процесі руху, існує стратегія роботи адаптивного круїз-контролю на основі моделі передбачення з м'якими обмеженнями управління, що дозволяє ефективно вирішити багатозадачну проблему системи.

На відміну від лінійних контролерів, що регулюють відстань і швидкість в даний момент, системи адаптивного круїз-контролю на основі управління з передбаченням розглядають обмежений період часу, яким система користується для того щоб прийняти оптимальне рішення, спочатку прогнозують рух лідера, а потім вирішують задачу оптимізації для вибору майбутньої траєкторії [5]. Це дозволяє враховувати кілька цілей, таких як безпека, ефективність та комфорт водіння. Принцип передбачення та оптимізації робить дану систему більш гнучкою, додаючи нові цілі для траєкторій, виходячи за рамки простого регулювання швидкості та дистанції,

що характерно для лінійних систем. Механізм оптимізації також відкриває нові можливості для покращення продуктивності порівняно з лінійними системами.

Можна припустити, що сучасні виробники систем адаптивного круїз-контролю будуть використовувати модель передбачення завдяки її гнучкості та високої ефективності. Наприклад, Tesla представила свій підхід передбачення та оптимізації на заході AI Day у 2021 році. Незважаючи на ефективність моделі передбачення в обліку та балансуванні безлічі цілей, вони мають обмеження, включаючи строкову стійкість, яка важко піддається аналізу через нелінійність та проблеми з точністю прогнозування. Строкова стійкість це властивість ланцюга автомобілів або будь-якого послідовного потоку об'єктів, у якому коливання чи різкі зміни руху одного учасника, наприклад, гальмування чи прискорення, не посилюються далі ланцюгом [6]. Наприклад, якщо перша машина в колоні трохи загальмувала, строкова стійкість гарантує, що наступна машина не загальмує сильніше, і це згасання продовжиться вздовж усієї колони. В іншому випадку кожне наступне авто реагувало б різкіше, що призвело б до відповідних наслідків. Таким чином, рядкова стійкість важлива для запобігання накопиченню помилок та забезпечення плавного руху потоку машин, особливо при використанні адаптивного круїз-контролю.

Для оптимізації траєкторії автомобіля потрібен точний прогноз становища лідера. Проте, як свідчать поточні дослідження, точно передбачити поведінку лідера складно. Наприклад, такі компанії, як Lyft та Waymo організовують змагання з машинного навчання, спрямовані на прогнозування траєкторій лідера. Для якісного прогнозування потрібні глибокі нейронні мережі та великі обсяги даних, проте досі жодна компанія не досягла значних успіхів.

У цьому контексті є потреба у передбачувано-незалежній системі, що забезпечує рядкову стійкість при будь-яких швидкостях та коливаннях. В теорії транспортних потоків вже існує така модель. У цій моделі траєкторія наступного автомобіля є просто тимчасово-просторовим зрушенням траєкторії лідера в минулому. Це гарантує граничну строкову стійкість, що означає, що коливання лідера не посилюються і не гасяться. Крім того, ця модель не вимагає прогнозів положення лідера, а використовує лише його історію, яку легко отримати за допомогою сучасних сенсорів, таких як радар.

Висновки

Адаптивний круїз-контроль є значним кроком уперед у розвитку активних систем безпеки. Він дозволяє автоматизувати керування позадвожнім рухом, знижуючи навантаження на водія та покращуючи якість водіння. На відміну від традиційних круїз-контролів, ця система враховує не тільки поточну швидкість автомобіля, а й швидкість, прискорення та відстань до транспортного засобу, що йде попереду, що сприяє запобіганню зіткнень і підтримці безпечної дистанції. Однією з ключових переваг цієї системи є використання прогнозуючих моделей управління. Такий підхід дозволяє не просто реагувати на зміни в реальному часі, а прораховувати та оптимізувати траєкторію на основі прогнозу поведінки інших учасників руху. Це робить

систему гнучкішою, вона здатна враховувати не тільки безпеку, але й комфорт та економічність поїздки, пропонуючи водіям плавний та ефективний рух. Принцип багатозадачності дозволяє знаходити баланс між різними цілями керування, такими як зниження споживання палива, зменшення кількості різкого гальмування та збільшення комфорту пасажирів.

Однак, незважаючи на очевидні переваги, система стикається з низкою проблем та обмежень. Однією з найскладніших завдань є забезпечення строкової стійкості у потоці автомобілів. Строкова стійкість означає, що коливання в русі, наприклад, гальмування однієї машини, не повинні посилюватися в наступних транспортних засобах, а повинні поступово згладжуватися. Якщо система не забезпечує цього, кожне наступне авто реагуватиме різкіше, що може призвести до виникнення пробок або аварій. Крім того, система дуже залежить від точності прогнозів. У реальних умовах передбачити поведінку водія автомобіля, що йде попереду, може бути важко через безліч факторів, таких як раптові зміни траєкторії або непередбачувані маневри.

Перевага системи на основі прогнозування полягає в тому, що вона здатна використовувати лише історію руху автомобіля, що лідирує, що знижує залежність від точних прогнозів. Це забезпечує гнучкість та стабільність у складних дорожніх ситуаціях. Замість того, щоб передбачати поведінку, система може використовувати траєкторію лідера з тимчасовим зрушенням, що мінімізує накопичення помилок та посилює строкову стійкість.

Таким чином, ця система є потужним інструментом підвищення безпеки та комфорту на дорогах, проте для його подальшого вдосконалення необхідно подолати низку складнощів. Досягнення строкової стійкості, покращення точності прогнозів та оптимізація багатозадачних стратегій є важливими напрямками для майбутніх розробок. За умови правильного налаштування такі системи зможуть значно підвищити ефективність транспортних потоків та зменшити аварійність на дорогах.

Література

1. Liu, H.; Wei, H.; Zuo, T.; Li, Z.; Yang, Y.J. Fine-tuning ADAS algorithm parameters for optimizing traffic safety and mobility in connected vehicle environment. *Transp. Res. C-Emer.* 2017, 76, 132–149.
2. Bengler, K.; Dietmayer, K.; Farber, B.; Maurer, M.; Stiller, C.; Winner, H. Three decades of driver assistance systems: Review and future perspectives. *IEEE Intell. Transp. Syst. Mag.* 2014, 6, 6–22.
3. Zhang, J.H.; Li, Q.; Chen, D.P. Integrated adaptive cruise control with weight coefficient self-tuning strategy. *Appl. Sci.* 2018 8, 978.
4. Xiao, L.; Gao, F. A comprehensive review of the development of adaptive cruise control systems. *Veh. Sys. Dyn.* 2010, 48, 1167–1192.
5. Коростельов М.В., Гнатов А. В. Дослідження активних систем безпеки для автотранспортних засобів // *Автомобільний транспорт*. - Х.: ХНАДУ. 2020. Вип. 46. – С. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2020.46.0.40>

6. S Arhun, Yu Borodenko, A Hnatov, A Popova, H Hnatova, N Kunicina, A Ziravecka, A Zabasta, L Ribickis. Choice of Parameters for the Electrodrive Diagnostic System of Hybrid Vehicle Traction //Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. – 2020. – Т. 57. – №. 4. – С. 3-11.
7. Borodenko Y., Ribickis L., Zabasta A., Arhun Shch., Kunicina N., Hnatova H., Hnatov A., Patlins A. Konstantins Kunicins. Using the Method of the Spectral Analysis in Diagnostics of Electrical Process of Propulsion Systems Power Supply in Electric Car. Przegląd Elektrotechniczny. - 2020. - R96. – 10. – P. 47-50.
8. Dziubenko O., Arhun Shch., Hnatov A., Ponikarovska S. Choosing the method for determining angular motions of motor vehicle electromechanical subassemblies, EAI Endorsed Transactions on Energy Web. 2021. Vol. 8(32). e7. P. 1-8. <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.1-7-2020.165999>
9. Мигаль, В., Аргун, Щ., Гнатов, А., Гнатова, Г., & Сохін, П. (2022). Інтелектуальне діагностування транспортних засобів. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (22), 72–80. <https://doi.org/10.30977/VEIT.2022.22.0.5>

УДК 629.113

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТЯГОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ ДЛЯ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Латвинський Владислав Дмитрович, асистент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: latvin2000@gmail.com, ORCID: [0009-0002-4891-2925](https://orcid.org/0009-0002-4891-2925)

Багач Руслан Володимирович, доктор філософії (PhD), доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: bagach.ruslan@gmail.com, ORCID: [0000-0003-0157-5933](https://orcid.org/0000-0003-0157-5933)

Актуальність теми роботи зумовлена тим, що однією з ключових проблем сучасних електромобілів є висока вартість та недостатні експлуатаційні характеристики тягових акумуляторів. Цей фактор є основною перешкодою, що заважає масовому впровадженню електромобілів.

Метою даної роботи є порівняльний аналіз характеристик тягових акумуляторів, які використовуються в електромобілях, а також визначення перспектив їх подальшого розвитку [1,2].

Електромобілі мають ряд переваг у порівнянні з автомобілями, оснащеними двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ). Серед основних переваг електромобілів можна виділити наступні:

- Відсутність шкідливих вихлопних газів, що є одним з головних чинників забруднення довкілля.
- Значно нижчий рівень шуму під час роботи.
- Надійність і довговічність електродвигуна при тривалому використанні.