

УДК 629.33:004.8

КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБЛЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ІНТЕГРОВАНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ГЛИБОКИХ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

**О.Я. Ніконов, професор, д.т.н., М.В. Сіндєєв, аспірант,
Л.Є. Кулакова, інженер, К.В. Гусенкова, студент ХНАДУ**

Анотація. Запропоновано концепцію створення вискоефективних інтегрованих інтелектуальних автомобільних інформаційно-управляючих систем на основі глибоких штучних нейронних мереж. Глибокі штучні нейронні мережі дозволяють вивчати великі рівні абстракції, які збільшують коефіцієнт варіації, що спрощує процес узагальнення.

Ключові слова: інформаційно-управляючі системи, автомобіль, штучний інтелект, робототехніка, мехатроніка, телематика

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГЛУБОКИХ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**О.Я. Никонов, профессор, д.т.н., М.В. Синдеев, аспирант,
Л.Е. Кулакова, инженер, Е.В. Гусенкова, студент ХНАДУ**

Аннотация. Предложена концепция создания высокоэффективных интегрированных интеллектуальных автомобильных информационно-управляющих систем на основе глубоких искусственных нейронных сетей. Глубокие искусственные нейронные сети позволяют изучать большие уровни абстракции, увеличивающие коэффициент вариации, что упрощает процесс обобщения.

Ключевые слова: информационно-управляющие системы, автомобиль, искусственный интеллект, робототехника, мехатроника, телематика

DEVELOPMENT CONCEPT OF HIGHLY EFFECTIVE INTEGRATED INTELLIGENT CAR INFORMATION CONTROL SYSTEMS ON THE BASIS OF A DEEP ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

**O.J. Nikonov, professor, dr. eng. sc., M.V. Sindyeyev, post graduate student,
L.Ye. Kulakova, engineer, K.V. Gusenkova, student KhNAHU**

Annotation. The creation concept of highly effective integrated intelligent car information control on the basis of deep artificial neural network systems. Deep artificial neural networks allow to explore greater levels of abstraction, which increase the coefficient of variation, which simplifies the process of generalization.

Keywords: information control systems, car, artificial intelligence, robotics, mechatronics, telematics

Вступ

Розроблення та впровадження вискоефективних інтегрованих автомобільних інформаційно-управляючих систем є надзвичайно

важливою і актуальною проблемою. Рішення цієї проблеми дозволить якісно підвищити їх точність, функціональну і структурну надійність, якість перехідних процесів при відпрацюванні управляючих сигналів і внутрішніх

та зовнішніх збудуючих дій, а також знизити навантаження на водія. Також це дозволить підвищити ефективність транспортної інфраструктури в цілому, а саме подальший процес автоматизації руху автомобілів та транспортних систем спричинить: зменшення кількості ДТП (до 35%), витрати часу і пального в дорозі (до 25%), а також зменшення кількості автомобілів за рахунок кар-шарінгу (коефіцієнт використання автомобілів зросте до 75%). Представляє значний інтерес використання таких систем і для багатоцільових транспортних засобів та транспортних засобів спеціального призначення (наприклад, багатовантажних тягачів, трубоукладачів для нафтогазопроводів, мобільних бурових установок, спеціальних машин для надзвичайних ситуацій, які працюють в умовах бездоріжжя і невизначеності місцезнаходження). Також системи, що будуть розроблені, підвищать рівень захисту транспортних засобів за рахунок використання інтелектуальних електронних ключів доступу, GPS-моніторингу та моніторингу сигналу інтегрованого автомобільного передавача. Використання інтегрованих інформаційно-управляючих систем з моніторингом систем та вузлів автомобіля і можливістю передачі даних на транспортний портал дозволить значно спростити задачі технічної та комерційної експлуатації автомобілів, аналіз ДТП і т.і.

Аналіз досліджень та публікацій

Шляхи вирішення поставленої проблеми ведуть до розроблення методів і алгоритмів синтезу з використанням розвиненої математичної моделі об'єкту керування з урахуванням його нелінійних характеристик, інтелектуальних систем керування, новітніх інформаційних технологій, а також стохастичних характеристик зовнішніх збудень, що діють на об'єкт. Інтелектуалізації таких систем можна досягнути насамперед на основі багатопараметричних нейронних мереж (ШНМ) і методів еволюційного моделювання, а також нечіткої логіки і гібридних нейро-фаззи архітектур [1-12].

Результати попередніх досліджень та розробок, які покладено в основу розробки основані на виконанні прикладних та фундаментальних наукових робіт за темами: № ДЗ/491-2009 «Розроблення комплексованих інерційних навігаційних систем для багатоцільових гусеничних та колісних ма-

шин», номер держреєстрації 0109U006122, 2009-2010 рр. за державним замовленням МОН України; № 09-53-07 «Інтелектуальна технологія управління громадським пасажирським транспортом великих міст та регіонів України», номер держреєстрації 0107U001008, 2007-2009 рр. за галузевим замовленням МОН України; «Теорія розвитку інформаційної інфраструктури транспортних систем», номер держреєстрації 0110U001166, 2010-2012 рр. за галузевим замовленням МОН України; № ДЗ/464-2011 «Розроблення та впровадження інформаційно-комунікаційної технології руху наземного транспорту великих міст», номер держреєстрації 0111U005942, 2011-2012 рр. за замовленням Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України.

Мета та постановка задачі

Мета науково-дослідної роботи – розроблення та впровадження інтегрованих інтелектуальних автомобільних інформаційно-управляючих систем на основі об'єднання синергетичного підходу і методів транспортної телематики, інтелектуального керування і еволюційного моделювання.

Предмет дослідження – автомобілі з інтегрованими інтелектуальними інформаційно-управляючими системами, що знаходяться під впливом випадкових збудень із заздалегідь невідомими параметрами.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування автомобілів з інтегрованими інтелектуальними інформаційно-управляючими системами.

Основні завдання, які необхідно вирішити для досягнення мети:

- 1) розробити комплексну функціональну математичну модель збуденого руху автомобіля по мікропрофілю дороги, що враховує взаємодію усіх основних агрегатів: внутрішнього згоряння з системою паливоподачі, трансмісію і механізм повороту, ходову частину і корпус, а також дії водія;
- 2) провести ідентифікацію розроблених моделей шляхом порівняння часових та частотних характеристик моделей і реального об'єкту;
- 3) визначити і формалізувати вимоги до автомобільних інформаційно-управляючих систем;

- 4) розробити структурні і функціональні схеми інтелектуальної автомобільної інформаційно-управляючої системи на основі об'єднання синергетичного підходу і методів штучного інтелекту для автоматизації управління рухом автомобіля;
- 5) визначити схемні та компоновочні рішення експериментального зразка бортового інформаційно-управляючого комплексу на базі математичної моделі руху автомобіля, який виконує моніторинг автомобіля і транспортної ситуації;
- 6) виготовлення експериментального зразка бортового інформаційно-управляючого комплексу;
- 7) розробити алгоритмічні і програмні засоби інтелектуальної автомобільної інформаційно-управляючої системи, що реалізується бортовим інформаційно-управляючим комплексом універсального призначення;
- 8) розробити методики впровадження інтегрованих інтелектуальних автомобільних інформаційно-управляючих систем; впровадження інтегрованих інтелектуальних автомобільних інформаційно-управляючих систем.

Автомобільні інформаційно-управляючі системи

В теперішній час використання інформаційно-управляючих телематичних систем для управління наземними транспортними засобами і транспортними мережами в цілому на загальному фоні збільшення кількості і якості транспортних засобів є реальною необхідністю.

Пошукові роботи, що проводилися співробітниками кафедри комп'ютерних технологій та мехатроніки Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, привели до висновку, що найбільш доцільним являється застосування для автомобілів інтегрованих інформаційно-управляючих телематичних систем спроектованих по архітектурі розподіленого управління з уніфікацією апаратно-програмних засобів. Вирішення проблеми створення таких систем виведе автомобілі на новий якісний рівень і значно підвищить їх технічні характеристики. Для розроблення і синтезу таких систем необхідно застосовувати інваріантні інтелектуальні системи зі змінною структурою на основі теорії ШНМ і методів еволюційного моделювання [1-3, 5].

Основні труднощі використання ШНМ – так зване «прокляття розмірності». При збільшенні розмірності входів і кількості шарів, складність мережі і відповідно час навчання зростає експоненціально, при цьому отриманий результат далеко не оптимальний. Інші труднощі використання ШНМ полягають в тому, що традиційні ШНМ не здатні пояснити, яким чином вони вирішують завдання. Внутрішнє представлення результатів навчання часто настільки складно, що його неможливо проаналізувати, за винятком деяких найпростіших випадків, які зазвичай не представляють інтересу.

Автомобільні інформаційно-управляючі телематичні системи повинні виконувати наступні функції: збір, передача, обробка та обмін інформацією між, як окремими автомобілями, так і усіма учасниками руху. Також ці системи повинні забезпечувати ефективну роботу усіх вузлів та агрегатів самого автомобіля. На рис. 1 наведено приклад структури інтеграції основних систем управління, навігації і зв'язку для автомобіля.

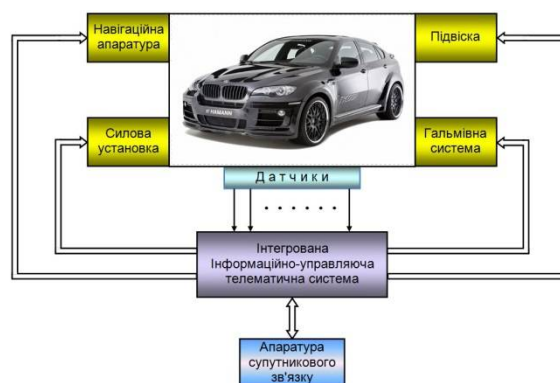


Рис. 1. Приклад інтеграції основних систем управління, навігації і зв'язку для автомобіля

Використання штучного інтелекту для підвищення ефективності роботи системи

В даний час теорія і практика машинного навчання переживають справжню «глибинну революцію», викликану успішним застосуванням методів Deep Learning (глибокого навчання), що представляють собою третє покоління ШНМ. На відміну від класичних (другого покоління) ШНМ 80-90-х років минулого століття, нові парадигми навчання дозволили уникнути багатьох проблем, які стримували поширення і успішне застосування традиційних ШНМ.

ШНМ, навчені за допомогою алгоритмів

глибокого навчання, не просто перевершили по точності кращі альтернативні підходи, але і в ряді завдань проявили зачатки розуміння сенсу інформації, що подається (наприклад, при розпізнаванні зображень, аналізі текстової інформації і так далі).

Глибоке навчання – це нова сфера машинного навчання, однією з цілей якої є наближення до штучного інтелекту, роботі людського мозку [11,12]. Ключовою особливістю глибокого навчання є навчання внутрішніх шарів нейронної мережі без вчителя. Це дозволяє навчити приховані нейрони, виділивши ключові особливості, і далі по прошарку нейронів можна побудувати логістичну регресію для визначення класів. У даній роботі була використана мережа глибокого навчання RBM (Restricted Boltzman Machine). RBM – це спрощена модель Boltzman Machine, де всередині схованих груп нейронів відсутні зв'язки. Після навчання RBM-мережі по схованому шару будувалася логістична регресія.

Висновки

Розроблено концепцію інтелектуального транспортного засобу на основі глибоких штучних нейронних мереж, нечіткої логіки та еволюційних методів моделювання, що дозволить якісно підвищити ефективність функціонування як одного транспортного засобу, так і транспортної системи в цілому за рахунок об'єднання синергетичного підходу і еволюційних методів навчання гібридних багатшарових нечітких штучних нейронних мереж шляхом об'єктивного формування архітектури цих мереж на основі функціоналів навчання і відповідних цілей управління.

Література

1. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика [Текст]: [монографія] / Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двандненко В.Я.; Харк. нац. автомобільно-дорожній ун-т. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
2. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.
3. Интеграция технической эксплуатации ав-

- томобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / В.П. Волков, Ю.В. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов. – Харків: ХНАДУ, 2013. – 400с.
4. Голобородько О.О. Мехатронні системи автомобільного транспорту / О.О. Голобородько, О.О. Коробочка. – Х.: ТОВ «СМІТ», 2006. – 300с.
 5. Shuliakov V. Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Regulators in the Controlled System by the Vehicle Suspension / V. Shuliakov, O. Nikonov, V. Fastovec // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. – Vol. 1, № 3, 2015, pp. 66-72.
 6. Гостев В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления / В.И. Гостев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
 7. Spooner J.T. Stable adaptive control and estimation for nonlinear systems: neural and fuzzy approximator techniques / J.T. Spooner. – New York, 2002. – 545 p.
 8. Holland J. H. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control, and artificial intelligence / Holland J. H. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
 9. Goldberg D. E. Genetic Algorithms in Search Optimizations and Machine Learning / Goldberg D. E. – Addison-Wesley, 1989. – 412 p.
 10. Syswerda G. Nonstationary function optimization using genetic algorithms with dominance and diploidy / G. Syswerda // Proc. of Second Int.Conf. on Genetic Algorithms and Their Applications. – Cambridge, MA: Lawrence Erlbaum. – 1987. – P. 59-68.
 11. Bergstra J. Random Search for Hyper-Parameter Optimization / J. Bergstra, Y. Bengio // Journal of Machine Learning Research, 2012, P. 281-305.
 12. Stuhlsatz A. Feature extraction with deep neural networks by a generalized discriminant analysis / A. Stuhlsatz, J. Lippel, T. Zielke // IEEE Trans. Neural Networks Learning Syst., 2012, P. 596–608.
- Рецензент: О.В. Бажинов, професор, д.т.н., ХНАДУ.