

Онищук В.П., Кузнецов Р.М., Козачук І.С.
Луцький національний технічний університет

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕЛЕМАТИЧНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ

У статті наведено типові задачі, які здатна виконувати телематична транспортна система. Наведено аргументи доцільності створення такої системи. Для вирішення проблеми оптимізації використання транспортної мережі міста, запропоновано створити інтелектуальну транспортну систему. Наведений опис типової структури такої системи та перелік задач, які вона здатна була б вирішувати. Запропоновано підхід до вирішення задач прогнозування і оптимізації дорожнього руху.

Ключові слова: телематика, транспортна система, інтелектуальна телематична система.

«Телематика» є відносно новим словом і є загальним терміном для систем і протоколів, які включають передачу даних на великі відстані комп'ютеризованої інформації. Телематика (як часто називають «інтелектуальні транспортні системи») забезпечує великий набір інструментів аудіо/електронного устаткування для планування і прогнозування транспортних систем. Телематика включає в себе системне обладнання, програмне забезпечення і зв'язок, протоколи передачі даних.

Телематична транспортна система – це інформаційна система, що забезпечує автоматизований збір, обробку, передачу і надання споживачам даних про місцезнаходження і стан транспортних засобів, а також інформації, одержуваної на основі цих даних, з метою ефективного та безпечного використання транспортних засобів різного призначення і приналежності.

Інтелектуальна телематична транспортна система (ІТТС) – це телематична транспортна система, що забезпечує реалізацію функцій високої складності з обробки інформації і виробленню оптимальних (раціональних) рішень і керуючих дій [1].

За допомогою телематичних транспортних систем можуть вирішуватися такі завдання:

стягнення плати за проїзд транспортних засобів по дорогах (ділянкам вулично-дорожньої мережі), на яких встановлена така плата;

дистанційний контроль і нагляд за здійсненням перевезень небезпечних і цінних вантажів;

контроль часу роботи і відпочинку водіїв та припинення порушень встановленого режиму;

забезпечення транспортної безпеки транспортних засобів, які перебувають в рейсі;

управління системами (групами) транспортних засобів, наприклад, автотранспортом оперативних служб, дорожньо-експлуатаційних і комунальних організацій, вантажних і пасажирських автопідприємств, таксопарками і т. д.;

формування оптимальних (раціональних) маршрутів руху ТЗ, які повідомили пункти свого призначення, і прогнозування тривалості поїздки;

оптимальне управління дорожнім рухом;

інформування користувачів ТТС (водіїв і пасажирів);

екстрене реагування на аварійні ситуації;

розшук викрадених ТЗ;

використання надходять в ТТС даних про транспортні засоби для вирішення завдань правоохоронних органів.

Проведений аналіз розвитку транспортних телекомунікаційних систем за кордоном дозволяє зробити висновок, що дане питання є актуальним і на часі.

Зокрема рішення компанії ІВМ (IBM Traffic Prediction Tool, запроваджене, зокрема, в Сінгапурі в 2007 р), яке забезпечує прогнозування транспортних потоків [2], однак завдання оптимізації в ньому не ставляться.

У США Управління шосейних доріг (Federal Highway Administration, FHWA) Міністерства транспорту в 1994 р ініціювало створення проекту Динамічного призначення трафіку (Dynamic Traffic Assignment, DTA) з метою створення Транспортної системи оцінки і прогнозування в реальному часі (Traffic Estimation and Prediction System, TrEPS) в рамках якого були розроблені прототипи зазначеної системи DynaMIT-R and DYNASMART-X. В даний час ці продукти використовуються як інструменти при проведенні досліджень, для керування транспортними потоками їх застосування обмежене.

У країнах, що досягли найвищого рівня розвитку телекомунікаційних транспортних систем (Японія, Південна Корея, ряд європейських країн, США), ці системи створювалися протягом

десятиліть, а початок їх створення припав на час, коли можливостей масового доступу до даних глобальних навігаційних супутникових систем не було або вони були обмежені. Тому основою їх телекомунікаційних транспортних систем були позабортові засоби збору інформації, які мали набагато менші можливості отримання даних про стан і пункт призначення окремих транспортних засобів.

Зокрема за даними Міністерства транспорту ФРН транспортна телематика застосовується у наступних сферах управління на громадському транспорті, керування рухом на автомагістралях, у системах забезпечення динамічного пошуку паркувального місця. Остання сфера особливо актуальна для великих міст у яких постійно виникають проблеми із пошуком місця парковки.

Результати досліджень. В наш час серйозною проблемою є оптимізація використання пропускної здатності вулично-дорожньої мережі. Для вирішення даного питання доцільно було б створити інтелектуальну телематичну транспортну систему, яка б дала змогу реалізувати наступні функції:

прогнозування транспортних потоків і дорожньої обстановки на території міста з околицями, приміської дорожньої мережі або навіть цілого регіону;

вироблення команд, що забезпечують оптимізацію транспортних потоків і дорожньої обстановки і даних для засобів інформування водіїв;

формування оптимальних маршрутів руху і прогнозування тривалості поїздки транспортного засобу, які повідомили пункти свого призначення і знаходяться на зв'язку з ІТТС;

формування оптимальних планів застосування (нарядів) для груп транспортних засобів.

Виходячи з вище наведеного об'єктами управління ІТТС можуть бути як одиничні ТЗ, групи ТЗ, а також транспортні потоки в цілому.

Задачі керування одиничними ТЗ можна поділити на наступні групи:

контроль;

керування;

інформування;

екстренне реагування на дорожню ситуації чи дорожні пригоди.

В результаті збільшення обсягу транскордонних перевезень, питання транспортної телематики є також важливим європейським питанням, потенціал застосування транспортної телематики повинен бути використаний для міжнародних перевезень.

Рішення про застосування телематики в області транспорту, прийнято Радою Міністрів ЄС із транспорту у жовтні 1994 року.

В рамках трьох із вище наведених задач можна виділити однотипні логіко-математичні задачі, розв'язок яких може здійснюватись відомими методами динамічного програмування. Такий підхід дозволяє значно зменшити час і ресурси на створення і експлуатацію ІТТС.

До одного з різновидів таких задач, можна віднести, наприклад, задачу контролю руху транспортного засобу. Ця задача є основою для стягування плати за проїзд з пасажиром. У більш складних випадках цієї задачі її розв'язок дозволить стягувати оплати залежності від напряму руху по рейсу чи навіть залежно від району перебування маршрутного транспортного засобу.

Другим різновидом задач управління є управління системами. Метою розв'язку таких задач є оптимальне виконання нарядів і за необхідності побудову оптимального маршруту ТЗ. Такий тип задач характерний для автопідприємств, що займаються перевезенням вантажів, дорожніх чи комунальних служб і т.і.

Даний клас також можна розділити на групи завдань, наприклад, статичні і динамічні. У статичних задачах задається вихідне положення ТЗ, що становлять групу, початкові і кінцеві пункти на маршруті та характеристики завдань, наприклад, ваги і обсяги вантажів, які повинні бути доставлені з вихідних пунктів в кінцеві. Такі завдання характерні для вантажних автопідприємств, дорожніх, комунальних служб і т. п. У динамічних задачах завдання заздалегідь невідомі, вони можуть вступати у будь-який момент, при цьому потрібно оптимально вибрати ТЗ, якому буде призначене завдання, яке поступило, а також маршрут до початкового пункту і, можливо, з початкового в кінцевий пункт. Таким чином можуть вирішуватися завдання керування ТЗ оперативних служб, таксопарків і т. д.

Набувши складним випадком є керування транспортними потоками на заданій території, яке здійснюється з метою найбільш раціонального використання вулично-дорожньої мережі для задоволення транспортних потреб користувачів. Управління здійснюється шляхом вироблення командної інформації для засобів управління дорожнім рухом, даних для відображення на засобах інформування водіїв і передачі сформованої інформації відповідним адресатам.

Більшість перерахованих завдань повинно вирішуватися шляхом оптимізації відповідних показників якості. Для отримання адекватних рішень цих завдань необхідно сформулювати прогноз транспортних потоків і дорожньої обстановки на найбільш тривалий з періодів, для яких повинні бути отримані рішення. Прогноз являє собою динамічну модель вулично-дорожньої мережі, наприклад, у вигляді графа змінної структури з заданими змінними в часі величинами завантаження його ребер транспортом на інтервалі часу, для якого здійснюється прогнозування. Зміни структури графа відображають вводяться і скасовуються (в тому числі за допомогою змінних дорожніх знаків) обмеження на рух по певних ділянках УДС, а змінні величини завантаження його ребер транспортом – інтенсивність прогнозованих транспортних потоків.

Вихідними даними для прогнозування є відомості про місцезнаходження і стан ТЗ на вулично-дорожній мережі, а також про пункти призначення тих ТЗ, які видали дані про них в систему.

Інформація про місцезнаходження і стан ТЗ надходить від бортових автомобільних навігаційно-інформаційних комплексів, а також від позабортових засобів збору інформації. Необхідно також використовувати інформацію про поточні та прогнозовані погодні умови.

На основі зібраної інформації повинні формуватися дані для таких користувачів, як органи транспортного нагляду, оператори платіжних систем, аварійно-рятувальні структури, власники ТЗ і т.і.

Якість вирішення перерахованих вище оптимізаційних задач в значній мірі визначається повнотою і достовірністю інформації про поточний і прогнозований стан транспортних потоків. Дані про їх поточний стан можна отримати від бортових навігаційно-інформаційних комплексів ТЗ і позабортових засобів збору інформації, що вказує на необхідність інтеграції даних, одержуваних усіма телекомунікаційними транспортними системами. Для прогнозування необхідно отримати дані про пункти призначення якомога більшої кількості ТЗ, що рухаються по вулично-дорожній мережі.

Ці дані можуть бути видані власниками державних і комерційних ТЗ, а також водіями індивідуальних ТЗ, якщо оптимізовані маршрути дозволять отримати помітний вигрощ в тривалості поїздки або хоча б достовірний прогноз тривалості, якщо значне перевантаження вулично-дорожньої мережі не дозволяє досягти такого вигрощу.

Можлива функціональна структура підсистеми прогнозування та оптимізації ІВТС показана на рис. 1. Її функціонування може здійснюватися в такий спосіб.

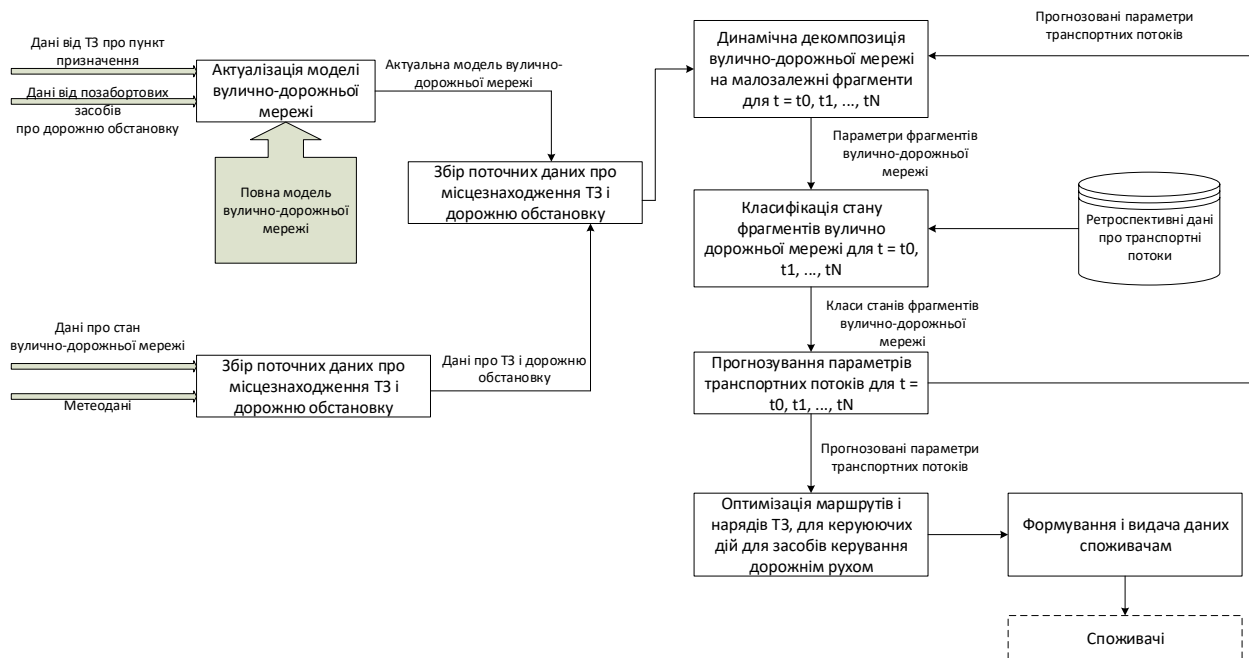


Рис. 1. Можлива функціональна структура підсистеми прогнозування і оптимізації інтелектуальної телематичної транспортної системи

За даними про стан вулично-дорожньої мережі від центрів організації дорожнього руху, поліції, дорожніх служб, та інших джерел на базі повної моделі вулично-дорожньої мережі з урахуванням метеоданих проводиться актуалізація моделі, тобто формується модель, відповідна поточної ситуації. Для цієї моделі з використанням даних про ТЗ і дорожню обстановку, зібраних від бортових і внебортових коштів, виконується агрегування даних і оцінка поточних параметрів транспортних

потоків. При цьому необхідно мати на увазі, що не всі ТЗ можуть бути оснащені відповідним обладнанням і не всі наявні навігаційно-інформаційні комплекси можуть бути включені. У зв'язку з цим необхідно враховувати статистичні дані про співвідношення кількості ТЗ, що передають інформацію про своє місцезнаходження і стан, і загальної кількості рухомих ТЗ з врахуванням факторів, що впливають на це співвідношення в різних умовах.

На основі поточних параметрів транспортних потоків, а також параметрів, спрогнозованих на попередніх кроках процесу, проводиться динамічна декомпозиція вулично-дорожньої мережі на малозалежні фрагменти, що відповідають заданим для прогнозування моментів часу $t = t_0, t_1, \dots, t_N$. Малозалежними вважаються ті фрагменти вулично-дорожньої мережі, ситуації на яких мають незначний вплив один на одного.

Очевидно, що склад і межі таких фрагментів істотно залежать від ступеня завантаженості та пропускної здатності вулично-дорожньої мережі.

Для отриманих фрагментів проводиться рішення задачі класифікації, яка дозволяє віднести ситуацію в даному фрагменті до одного з класів, раніше сформованих на основі ретроспективних даних про транспортні потоки, або створити новий клас.

Виходячи з результатів класифікації здійснюється прогнозування параметрів транспортних потоків для виділених фрагментів і вулично-дорожньої мережі в цілому. Отриманий прогноз використовується при вирішенні вищеприписаних оптимізаційних задач, результати яких перетворюються в необхідні формати і представляються споживачам. Необхідною елементом підсистеми повинна бути досить точна математична модель транспортної системи, що дозволяє досліджувати транспортні потоки в динаміці їх зміни. На цій моделі можуть перевірятися різні рішення, що приймаються в ході розробки, відпрацьовуватися ситуації, рідко виникають на практиці і вирішуватися інші завдання з метою забезпечення якості функціонування підсистеми. [3], [4], [5]

Висновки. Таким чином, найбільш перспективним напрямком розвитку телематичних транспортних систем є створення інтегрованої інтелектуальної транспортної системи, що забезпечує поряд з вирішенням завдань окремих систем підвищення ефективності транспортного процесу в цілому. Така система може як впроваджуватися в містах і регіонах, так і поставлятися в комплексі з послугами з її адаптації, що може в значній мірі компенсувати витрати на створення системи.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що раціональний процес створення і розвитку ІВТС повинен включати чотири напрямки робіт:

- розробка базової відкритої архітектури телематической транспортної системи, інваріантної до функціональних завдань, і створення на її основі універсальної інфраструктури телекомунікаційної транспортної системи;
- розробка компонентів телекомунікаційної транспортної системи, які забезпечують вирішення специфічних функціональних завдань, і підключення їх до універсальної інфраструктури;
- розробка підсистеми прогнозування та оптимізації;
- розробка нормативно-правової і нормативно-технічної бази створення таких систем.

При цьому роботи по всіх напрямках, крім другого, повинні виконуватися за державними замовленнями, а по другому – як за державними, так і за корпоративними.

1. Транспортная телематика в дорожной отрасли: учеб. пособие / В.М. Власов, Д.Б. Ефименко, В.Н. Богутил. - М.: МАДИ, 2013. – 80 с.
2. W. Min, L. Wynter, Y. Amemiva. IBM Research Report. Road Traffic Prediction with Spatio-Temporal Correlations. IBM Research Division. Thomas J. Watson Research Center. Yorktown Heights. RC24275 (W0706-018) June 5, 2007
3. Г. Г. Малинецкий, В.В Семенов. Дорожное движение в контексте фундаментальных исследований. Препринт. Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша (ИПМ РАН) № 64, Москва, 2007.
4. А.С. Алиев, А.И. Стрельников, В.И. Швецов, Ю.З. Шершевский. Моделирование транспортных потоков в крупном городе с применением к Московской агломерации. Автоматика и Телемеханика, № 11, 2005.
5. В.И. Швецов. Алгоритмы распределения транспортных потоков. Автоматика и Телемеханика, № 10, 2009.

REFERENCES

1. Vlasov, V., Efimenko, D. & Bohumil, V. (2013). *Transport telematics in the road sector*. Moscow, MADI Publ., 80 p.
2. W. Min, L. Wynter, Y. Amemiva. IBM Research Report. *Road Traffic Prediction with Spatio-Temporal Correlations*. IBM Research Division. Thomas J. Watson Research Center. Yorktown Heights. RC24275 (W0706-018) June 5, 2007

3. Malinetskii, G. & Semenov, V. 2007. *Road traffic in the context of fundamental research*. Keldysh Institute of Applied Mathematics. (IPM RAS), No 64, Moscow.
4. Aliev, A. Strelnikov, A., Shvetsov, V. & Shershevsky, Yu. (2005). Modelling of transport streams in a large city with the use of the Moscow metropolitan area. *Automatics and Telemechanics*, No. 11.
5. Shvetsov, V. (2009). Algorithms for distributing of transport streams. *Automatics and Telemechanics*, No. 10.

Оныщук В.П., Кузнецов Р.М., Козачук І.С. Интеллектуальные телематических транспортные системы.

В статье приведены типичные задачи, которые способна выполнять телематическая транспортная система. Приведены аргументы целесообразности создания такой системы. Для решения проблемы оптимизации использования транспортной сети города, предложено создать интеллектуальную транспортную систему. Приведено описание типовой структуры такой системы и перечень задач, которые она способна была бы решать. Предложен подход к решению задач прогнозирования и оптимизации дорожного движения.

Ключевые слова: телематика, транспортная система, интеллектуальная телематическая система.

V. Onyshchuk, R. Kuznietsov, I. Kozachuk. Intellectual telematic transport systems.

The article describes the typical tasks that can perform telematics transport system. Arguments feasibility of establishing such a system. To solve the problem of optimizing the use of the city's transport network, it is proposed to create intelligent transport system. A description of a typical structure of such a system and a list of tasks that it is capable of would have been solved. An approach to solving problems of forecasting and optimization of traffic.

Keywords: telematics, transport systems, intelligent telematics system.

АВТОРИ:

ОНИЩУК Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: wasylo@ukr.net;

КУЗНЕЦОВ Руслан Михайлович, кандидат технічних наук, професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: avto@lntu.edu.ua

КОЗАЧУК Ілля Святославович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: illyakozachuk@gmail.com.

АВТОРЫ:

ОНЫЩУК Василий Петрович, к.т.н., доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: wasylo@ukr.net;

КУЗНЕЦОВ Руслан Михайлович, к.т.н., профессор кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: avto@lntu.edu.ua;

КОЗАЧУК Илья Святославович, к.т.н., доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: illyakozachuk@gmail.com.

AUTHORS:

Vasyl ONYSHCHUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: wasylo@ukr.net;

Ruslan KUZNIETSOV, PhD. in Engineering, Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: avto@lntu.edu.ua;

Ilyya KOZACHUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: illyakozachuk@gmail.com.

Стаття надійшла в редакцію 13.04.2016р.