

**Міністерство освіти і науки України**  
**Харківський національний автомобільно-дорожній університет**



**«СИНЕРГЕТИКА, МЕХАТРОНІКА, ТЕЛЕМАТИКА  
ДОРОЖНІХ МАШИН І СИСТЕМ У НАВЧАЛЬНОМУ  
ПРОЦЕСІ ТА НАУЦІ»**

**(29 травня 2018 р.)**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
ЗА МАТЕРІАЛАМИ II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

Харків,  
2018

УДК 004:629:656:658

**Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці.** Збірник наукових праць за матеріалами II міжнародної науково-практичної конференції. – Харків, ХНАДУ, 2018. – 184 с.

Збірник містить результати теоретичних та практичних наукових досліджень та розробок, які були виконані науково-педагогічними працівниками вищої школи, науковими співробітниками, докторантами, аспірантами, магістрантами, студентами та фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, докторантів, аспірантів, магістрантів, студентів, фахівців.

Матеріали доповідей конференції відтворено з авторських оригіналів

Конференцію проведено згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-практичних і науково-методичних конференцій і семінарів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у 2018 р. (посвідчення УкрІНТЕІ № 773 від 26 грудня 2017 р.)

© ХНАДУ, 2018

Т.е. агент имеет в своей внутренней структуре набор правил по типу «if then», которые описывают его поведение при возникновении различных ситуаций. Данные о внешней среде агент получает через датчики или других агентов, после чего подбирается нужное правило в соответствии, с которым формируется сигнал который передаётся на исполнительный механизм для совершения конкретного действия.

**Выводы.** В статье проанализирован подход к созданию искусственных агентов для системы обмена информацией и поддержки принятия решений между участниками дорожного движения

**Литература:** 1. Car 2 Car Communication Consortium Manifesto. Overview of the C2C–CC System /URL: [www.car-to-car.org](http://www.car-to-car.org). 2. ETSI TS 102 636–3 V1.1.1 (2010–03): Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; GeoNetworking; Part 3: Network architecture. — European Telecommunications Standards Institute, 2010. 3. Draft ETSI EN 302 665 V1.0.0 (2010–03): Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture. — European Telecommunications Standards Institute, 2010. 4. Draft Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) — Architecture. — IEEE P1609.0/D0.1. — Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2010. 5. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика/ В. Б. Тарасов /– М.: УРСС, 2002. –352с. 6. Рассел С.. Искусственный интеллект. Современный подход 2-е изд./ Рассел С., Норвиг П. /– Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. — 1408 с.

УДК 618.3

## **ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАМКНЕНОЇ ЗАГАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА**

**Маций О. Б., асистент кафедри КТМ, ХНАДУ**

**Драшпуль Н. В., старший викладач кафедри вищої математики та  
системного аналізу, НАУ ім. М. Є. Жуковського**

**Дейко О., студент, НАУ ім. М. Є. Жуковського**

**Дудок О., студент, НАУ ім. М. Є. Жуковського**

**Постановка проблеми.** Алгоритм знаходження замкненого маршруту мінімальної вартості, який проходить по всіх пунктах транспортної мережі.

**Мета дослідження.** Метою даної статті є знаходження замкненого маршруту мінімальної вартості, який проходить по всіх пунктах транспортної

мережі

**Основний матеріал.** Транспортна мережа представлена зв'язним зваженим графом  $H = (V, P)$ , де  $V$  – множина вершин,  $U$  – множина ребер. Пункту  $i$  мережі відповідає вершина  $i \in V$  графа  $H$ ,  $|V| = n$ , а відрізка дорожнього полотна, що з'єднує два сусідні пункти  $i$  та  $j$ , відповідає ребро  $\{i, j\} \in U$ . Кожному ребру  $\{i, j\}$  приписана вага  $d_{ij} \in R_0^+$ , рівна вартості проїзду або відстані між пунктами  $i$  та  $j$ ;  $R_0^+$  – множина дійсних невід'ємних чисел. Передбачається, що  $d_{ij} = d_{ji}$ .

Необхідно побудувати замкнений маршрут, що проходить по всіх вершинах графа  $H$  і має мінімальну суму ваг ребер (мінімальну вартість).

Сформульована задача отримала назву загальної задачі комівояжера [1], а її рішення називається маршрутом комівояжера.

Маршрутом у графі  $H$  називається послідовність вершин і ребер, а ланцюгом – маршрут, всі ребра якого різні. Простий ланцюг – це маршрут, який складається з різних вершин. Замкнений маршрут називається циклом, а цикл, в якому всі вершини різні є простим. Простий цикл, що проходить по всім вершинам графа  $H$  точно один раз, називається гамільтоновим циклом, або обходом.

Загальна задача комівояжера, в якій потрібно знайти обхід з мінімальною сумою ваг ребер, відома як гамільтонова задача комівояжера [1], [2]. Не всякий граф містить гамільтонів цикл, тобто не кожен граф гамільтонів. Отже, загальна задача комівояжера, на відміну від гамільтонової задачі комівояжера, не завжди має рішення.

Відомо, що гамільтонова задача комівояжера  $NP$  – складна [3]. Цей же статус має її окремий випадок, який полягає у визначенні гамільтоновості графа. Тому знайти рішення гамільтонової задачі комівояжера або встановити, що її граф негамільтонів, можна лише методами з експоненціальною трудомісткістю обчислень. Оскільки множина циклів, що приходять по всім вершинам зв'язного графа, не пуста, то, очевидно, загальна задача

комівояжера піддається наближеному рішенню за поліноміальний час. Запропоновано точний алгоритм розв'язання загальної задачі комівояжера, побудований на її зведенні до метричної задачі комівояжера, яка полягає в знаходженні гамільтонова циклу мінімальної вартості в повному графі  $H_n = (V, E)$  з вагами ребер  $\{i, j\}$ , рівними найкоротшим відстаням між вершинами  $i$  та  $j$  графа  $H = (V, U)$ ,  $i, j = \overline{1, n}$ .

Кожному ребру  $\{i, j\} \in U$  графа  $H = (V, U)$  поставимо у відповідність множину  $A_{ij}$  простих ланцюгів, в яких вершини  $i$  та  $j$  є кінцевими. Множина  $A_{ij}$  містить єдиний ланцюг, що складається з ребра  $\{i, j\}$ , якщо у графі  $H$  немає інших простих ланцюгів, що з'єднують вершини  $i$  та  $j$ . Виберемо в  $A_{ij}$  ланцюг  $\alpha_{ij}$ , ребра якого в сукупності мають найменшу вагу  $D(\alpha_{ij})$ . Назвемо її найкоротшим ланцюгом між вершинами  $i$  та  $j$ . В залежності від значень  $d_{ij}$  отримаємо випадок а), коли для всіх ребер  $\{i, j\} \in U$  виконується нерівність  $d_{ij} \leq D(\alpha_{ij})$ , і випадок б), коли вона порушується хоча б для одного ребра. Дана нерівність характеризує вагові співвідношення ребер в графі  $H$  подібно до нерівності трикутника  $d_{ik} \leq d_{ij} + d_{jk}$ , яке має виконуватися для всіх трійок вершин  $i, j, k \in V$ ,  $i \neq j$ ,  $j \neq k$ , повного зваженого графа  $H_n = (V, E)$  в метричній задачі комівояжера [1].

Знайдемо будь-яким відомим методом, наприклад, алгоритмом Флойда-Уоршалла [1], найкоротші ланцюги  $\alpha_{ij}$  між усіма вершинами графа  $H$  і визначимо їх ваги  $D(\alpha_{ij})$ ,  $i, j = \overline{1, n}$  [1].

Припустимо, що граф  $H = (V, U)$  негамільтонів. Тоді в будь-якому випадку а) чи б) вартість оптимального розв'язку задачі комівояжера  $\sigma$  для повного графа  $H_n = (V, E)$  дорівнює вартості рішення загальної задачі комівояжера  $T$  для графа  $H$ . Тому маршрут  $T$  можна знайти в результаті побудови в графі  $H_n$  гамільтонова циклу  $\sigma$  і заміни в ньому кожного ребра  $\{i, j\} \in E$  на ланцюг  $\alpha_{ij}$  з ребер множини  $U$ .

**Висновки.** Запропонований точний алгоритм розв'язання загальної задачі комівояжера, виконується в дві стадії. На першій стадії граф транспортної мережі перетвориться на повний граф з вагами ребер, обмеженими нерівностями трикутника. Кожному ребру  $\{i, j\}$  повного графа ставиться у відповідність ланцюг мінімальної вартості, що з'єднує вершини  $i$  та  $j$ . На другій стадії застосовується класичний алгоритм гілок і меж для вирішення метричної симетричної задачі комівояжера, доповнений способом мінімізації числа ребер у шуканому маршруті [4].

**Література:** 1. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах / Э. Майника – М.: Мир, 1981. – 323 с. 2. Бондаренко М. Ф. Компьютерная дискретная математика / М. Ф. Бондаренко, Н. В. Білоус, А. Г. Руткас. – Харьков: Компания СМІТ, 2004. – 476 с. 3. Гэри М. Вычислительные машины и трудоемкие задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. – М.: Мир, 1982. – 416 с. 4. Панишев А. В. Модели и методы оптимизации в проблеме комивояжера / А. В. Панишев, Д. Д. Плечистый. – Житомир: ЖГТУ, 2006. – 300 с.

УДК 658.512.4.01

## **АЛГОРИТМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТА ДЛЯ ИНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ РОБОТИЗОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

**Пономарьова Г.В., к.т.н., доц., доц. каф. комп'ютерно-інтегрованих  
технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ), ХНУРЕ**

**Функендорф А.О., ас. каф. КІТАМ, ХНУРЕ**

**Кобеляцький Д.А., студент групи АКІТ-15-1, ХНУРЕ**

**Гориславец Д.Ю., студентка групи СІ-15-1, ХНУРЕ**

**Постановка проблеми.** Інтелектуалізація транспортних систем основана на застосуванні технічних засобів очувствлення, до яких відносять різноманітні датчики та системи технічного зору (СТЗ), що мають дуже високу інформативну ємність і на більш ніж 80% впливають на рівень інформативності отриманих даних [1]. Невід'ємним етапом інтеграції наведених засобів у цілісну систему є розробка алгоритмів визначення положення транспортних об'єктів у просторі.

ЗМІСТ

<b>Klets D., Tipans I., Bilous V., Naumov V., Shuliakov V.</b> Minimization of dispersion of car acceleration obtained by the mobile registration and measuring complex	<b>3</b>
<b>Sinotin A. M., Tsymbal O. M.</b> The synthesis of control units with given thermal mode	<b>5</b>
<b>Volkov V., Gritsuk I., Mateichyk V., Grytsuk Y., Volkov Y.</b> Some results of experimental realization of information model V2I for systems of remote monitoring and control of vehicle technical condition	<b>8</b>
<b>Danylenko K. I., Wenzel H., Klets D.M.</b> Zum Ausmass der Verantwortung von Fahrern Selbstfahrender KFZ	<b>11</b>
<b>Mnushka O.V.</b> A comparison of the Internet of Things and Industrial Internet of Things reference models	<b>14</b>
<b>Hamza I.S., Mnushka O.V.</b> Low-power wide-area network for Internet of Things	<b>17</b>
<b>Ащепкова Н.С., Ащепков С.А.</b> Моделирование рухів транспортного робота	<b>19</b>
<b>Пащенко Р.Е., Макаров Ю.О.</b> Аналіз акустичних сигналів роботи двигунів автомобілів з використанням фазових портретів	<b>22</b>
<b>Аврамов К.В., Ніконов О.Я., Успенський Б.В.</b> Розроблення інтелектуальних інформаційно-керуючих систем для дизельного двигуна у сукупності з силовою передачею: визначення та формалізація вимог	<b>25</b>
<b>Багиров С. А. Оглы</b> Современное состояние и тенденции развития автомобильного освещения	<b>28</b>
<b>Коротач Ю.Б., Мнушка О.В.</b> Протоколи обміну даними в Інтернеті речей	<b>33</b>
<b>Бреславец М.В., Білоконська Ю.В., Фірсов С.М.</b> Автоматизована система генератора плазми	<b>36</b>
<b>Тимонин В.А., Гаврилюк В.С.</b> Автоматическая система видеофиксации прогнозируемых нарушений проезда регулируемых перекрестков автотранспортом	<b>39</b>
<b>Гулага Я.С., Маций О.Б.</b> Програмування як вид мистецтва	<b>42</b>
<b>Іларіонов О.Є., Сорока П.М., Бузикіна Т.В.</b> Розширення функціоналу адаптивної навчальної системи за допомогою чат-боту	<b>44</b>
<b>Тимонин В.А., Карпишен Б.С.</b> Система предупреждения столкновений автомобилей с использованием Wi-Fi-связи	<b>46</b>
<b>Васильчук Т., Лісіна О. Ю.</b> Моделирование режимів із загостреннями при дослідженні теплового поля безсітковими методами	<b>50</b>

<b>Пронин С.В.</b> Применение искусственных агентов при управлении транспортными средствами	<b>52</b>
<b>Маций О.Б., Драшпуль Н.В., Дейко О., Дудок О.</b> Підхід до розв'язання замкненої загальної задачі комівояжера	<b>56</b>
<b>Пономарьова Г.В., Функендорф А.О., Кобеляцький Д.А., Гориславец Д.Ю.</b> Алгоритм ідентифікації об'єкта для інтелектуалізації роботизованих транспортних систем	<b>59</b>
<b>Погорлецький Д.С., Володарець М.В., Курносенко Д.В., Худяков І.В.</b> Особливості структури інформаційного комплексу моніторингу транспортного засобу з біпаливною системою	<b>62</b>
<b>Пронин С.В, Мирошниченко М.А., Ше М.А., Шевченко В.В.</b> Системы голосового управления на автомобильном транспорте	<b>65</b>
<b>Тімонін В.О., Мізяк І.О.</b> Система дистанційного управління світлофорами	<b>68</b>
<b>Маций О. Б., Волкова Д., Купіна Д., Азімов К.</b> Рішення задачі комівояжера методом розширення циклу і оцінка його ефективності	<b>71</b>
<b>Пронин С.В, Андриенко Б.А., Рафальский А.Ю., Головін М.О., Клевцов В.І.</b> Системы распознавания на автомобильном транспорте	<b>74</b>
<b>Коваль О.А., Петрукович Д.Є.</b> Системний підхід до інформаційного забезпечення підготовки фахівців з метрології та інформаційно – вимірювальних технологій	<b>77</b>
<b>Семененко М.В.</b> До питання розрахунку паливної економічності і екологічних показників транспортного процесу	<b>78</b>
<b>Тиричева О.А., Табулович В.П., Пономарьов А.Є., Панов Є.В., Калінін О.О.</b> Автоматизація перевірки якості навчання у технічному учбовому закладі	<b>81</b>
<b>Півнева О.А., Мнушка О.В.</b> Проблеми безпеки екосистеми інтернету речей (ІОТ)	<b>85</b>
<b>Тимонин В.А.</b> Об особенностях обнаружения малоразмерных движущихся транспортных объектов в системах видеонаблюдения	<b>87</b>
<b>Сильченко В.О.</b> Методичні підходи до формування інформаційно-технологічних умінь	<b>91</b>
<b>Ніконов О.Я., Гусенкова К.В.</b> Використання інтелектуальних інтернет-технологій для підвищення ефективності використання транспортних засобів	<b>94</b>
<b>Сильченко В.О., Головач А.В.</b> Використання інформаційних технологій в управлінні транспортним засобом	<b>97</b>
<b>Калінін Є.І., Романченко В.М.</b> Використання алгоритмів навчання для адаптації енергетичного засобу в процесі експлуатації	<b>100</b>
<b>Сильченко В.О., Луняк І.О.</b> Використання інформаційних технологій в освітленні транспортного засобу	<b>104</b>

<b>Слинченко І.В., Клец Д.М., Болдовський В.М.</b> Аналіз перспектив використання зв'язаних та автоматизованих транспортних засобів	<b>107</b>
<b>Левченко Є.О., Мажара А.Є., Васильченко О.С., Чала О.О.</b> Сенсорне керування автомобілем	<b>110</b>
<b>Шапошнікова О.П., Дроздик Є.В.</b> Розробка концепції проекту мобільний додаток «Мій транспорт»	<b>112</b>
<b>Колєсник І.В., Шуляк М.Л., Калінін Є.І.</b> Вірогідність контролю функціональної точності і працездатності рульового керування трактора	<b>115</b>
<b>Сітало І. А., Павленко В. І., Чала О.О.</b> Інтернет-технології в учбовому процесі	<b>118</b>
<b>Ніконов О.Я., Железко Б. О., Іващенко М.О.</b> Розроблення архітектури інформаційно-комунікаційної технології інтелектуального керування наземними роботизованими транспортними засобами	<b>121</b>
<b>Алексієв О.П., Неронов С.М. Фомічов С.М., Гудаєв Р.Т.</b> Розподілена телематична система оцінки стану транспортної мережі міста (визначення рухомих об'єктів)	<b>124</b>
<b>Чала О.О., Сергієнко В.А.</b> Матеріали мікрооптомеханічних систем	<b>127</b>
<b>Лебедєв А.Т., Калінін Є.І., Поляшенко С.О.</b> Експериментальне дослідження функціонування нейронної мережі адаптації енергетичного засобу до умов функціонування	<b>130</b>
<b>Алексієв О.П., Неронов С.М., Густодим А.Г., Хоменко Є.В., Шарапов О.С.</b> Інформаційно-комунікаційна технологія управління наземним транспортом. автомобільно-комунікаційний центр	<b>135</b>
<b>Шапошнікова О.П., Тресницький В.</b> Аналіз та розробка вимог до мобільного додатку «мій транспорт»	<b>138</b>
<b>Ніконов О.Я., Есмагамбетов Б.-Б. С., Гусєнкова К.В., Щербак О.М.</b> Розроблення інформаційно-управляючої системи наземними безпілотними багатоцільовими транспортними засобами з використанням сервісів хмарних обчислень і навігаційних дронів	<b>142</b>
<b>Неронов С.М., Калугін О.М., Демченко К.Ю., Коваленко І.А.</b> Програмно апаратні комплекси функціонування вулично-дорожньої мережі міст	<b>145</b>
<b>Клец Д.М., Трубилко С.С., Тимченко С.С.</b> Визначення та аналіз загроз інформаційній безпеці автотранспортних засобів	<b>149</b>
<b>Ніконов О.Я., Полосухіна Т.О., Кулакова Л.Є., Сіндєєв М.В.</b> Генезис штучного інтелекту на основі конвергенції технологій: безпілотне керування автомобілем	<b>151</b>
<b>Удовенко С.Г., Сорокін А.Р.</b> Комбінований метод локалізації та навігації мобільних роботів у середовищі зі змінними властивостями	<b>154</b>
<b>Алексієв В.О.</b> Вдосконалення підходів щодо розроблення	<b>156</b>

мехатронних та телематичних систем на транспорті

- Руденко О.Г., Романюк О.С.** Прогнозування нестаціонарних послідовностей за допомогою коволюціонуючих штучних нейромереж **159**
- Тресницький В.О., Шапошнікова О.П.** Розробка функціонального модулю «користувач» мобільного додатку «Мій транспорт» **162**
- Алексієв О.П., Бугайов А.А., Маций М.Є., Матійчик Д.В.** Синергетика віртуального управління автомобільним трансфером дорожніх транспортних підприємств **166**
- Рогозін І.В., Клец Д.М.** Блок керування робочими процесами спеціальної машини **169**
- Орлов І.О., Шапошнікова О.П.** Передача інформації про місце знаходження транспортного засобу для мобільного додатку «Мій транспорт» **170**
- Ткаченко М.М.** Використання мікроконтролерів для автоматизації технологічних процесів **173**
- Подолька А.Н., Подолька О.А., Божко Д. О.** Решение валентной транспортной задачи нормализационным методом **176**

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «СИНЕРГЕТИКА,  
МЕХАТРОНІКА, ТЕЛЕМАТИКА ДОРОЖНІХ МАШИН І СИСТЕМ У  
НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ТА НАУЦІ»**

Конференцію проведено згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-практичних і науково-методичних конференцій і семінарів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у 2018 р. (посвідчення УкрІНТЕІ № 773 від 26 грудня 2017 р.)

Відповідальний за випуск д.т.н., проф. Клец Д.М.

Науковий редактор д.т.н., проф. Клец Д.М.

Технічний редактор Мнушка О.В.