

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

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.)

УДК 519.161

РІШЕННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА МЕТОДОМ РОЗШИРЕННЯ ЦИКЛУ І ОЦІНКА ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ

Маций О. Б., асистент кафедри КТМ, ХНАДУ

Волкова Д., студент НАУ ім. М. Є. Жуковського

Купіна Д., студент НАУ ім. М. Є. Жуковського

Азімов К., студент НАУ ім. М. Є. Жуковського

Постановка проблеми. Алгоритм знаходження рішення задачі комівояжера методом розширення циклу.

Мета дослідження. Метою даної статті є знаходження методу розширення циклу, який дозволяє достатньо ефективно вирішувати задачу комівояжера при симетричній матриці відстаней, які знаходять широке застосування при дослідженні численних моделей циклічних процесів.

Основний матеріал. Задача комівояжера є математичною моделлю для багатьох прикладних задач, серед яких можна виділити наступні: упорядкування, ранжирування, класифікації, розклади, радіотехніки, черговості введення об'єктів при освоєнні території і ряд інших [1].

Особливістю багатьох комбінаторних задач є проста і наочність їх змістовної постановки і в той же час складність формалізації і рішення. Класичним прикладом подібної задачі є задача комівояжера, яка полягає у визначенні такої послідовності однократних відвідувань всіх $n-1$ пунктів з поверненням в початковий пункт L_k , при якій сумарна довжина пройденого шляху мінімальна. Відстані c_{ij} між кожною парою пунктів $L_i L_j$ відомі і задані матрицею $c = \|c_{ij}\|$.

У комбінаторній постановці задача полягає в пошуку найкоротшого маршруту, що проходить через всі вершини графа, з поверненням в початкову вершину L_k $S(k, \dots, i, j, \dots, k)$:

$$S(B_k) = S(k, \dots, i, j, \dots, k) = \sum_{S \in B_k} c_{ij} \min_{B_k} B_k \in \{B_k\}, \quad (1)$$

де $B_k = \langle k, \dots, i, j, \dots, k \rangle$ – впорядкована послідовність номерів пунктів, відвідуваних комівояжером при їх послідовному обході;

$S(B_k)$ – довжина прохідного при цьому шляху (при постановці у формі задачі математичного програмування гоміодкість записів значно зросте).

Оскільки між початковим і кінцевим пунктами знаходяться $n-1$ інших пунктів, то загальне число можливих замкнутих маршрутів (циклів) рівне $(n-1)!$, що практично виключає можливість перебору всіх можливих варіантів при значеннях n .

До теперішнього часу існує достатньо велике число точних і наближених методів рішення задачі комівояжера. Точні методи вимагають великих об'ємів обчислень, а відомі наближені не гарантують точність рішення, і об'єм розрахунків залишається вельми значним. Найуспішніші реалізації наближених алгоритмів пов'язані з двома схемами рішення: схемою поліпшення початкового циклу і схемою послідовної побудови циклу [2], [3].

Пропонований метод розширення циклу ближче примикає до схеми послідовної побудови циклу, проте відрізняється від неї тим, що як початкове береться вже готовий цикл з однією проміжною вершиною: $B_k = a_k, j, k_n$. На кожному кроці в один з проміжків циклу вставляється номер j ще незадіяної вершини, при якій забезпечується мінімальний приріст довжини циклу і вставляється в той проміжок з номером r , при якому цей приріст так само мінімальний.

Запропонований метод справедливо тільки для симетричної матриці.

Таким чином, при симетричній матриці відстаней метод розширення циклу дозволяє достатньо ефективно вирішувати задачу комівояжера, але не гарантує оптимальності рішення. Для отримання таких гарантій розглянемо вживання методу розширення циклу для вирішення задачі з несиметричною матрицею відстаней з $\{c_{ij} \neq c_{ji}\}$, при цьому, якщо $\forall c_{ij} = c_{ji}$, то можна, на відміну від симетричного випадку, говорити про відсутність двох взаємно протилежних оптимальних циклів. Це, зокрема, означає, що як початкове можна брати цикл тільки з одним проміжним елементом, щоб на самому

початку не виключити можливість оптимального рішення. Схема розрахунку не міняється, і об'єм обчислень залишається практично таким же.

Необхідний об'єм оперативної пам'яті визначиться необхідністю зберігання $n(n-1)$ значущих елементів матриці з і $n+2$ осередків повинно бути виділено для зберігання елементів циклу і його оцінки S_t . Проміжна інформація практично відсутня, оскільки в ході розрахунків на кожному кроці зберігається тільки один (мінімальний) елемент і пов'язані з ним величини.

Порівняння з аналогічними оцінками, наприклад, для точного методу Хелда, Коропа і Беллмана, а також з відповідними оцінками для найкращих з наближених алгоритмів, дозволяє розраховувати на високу ефективність методу розширення циклу.

Наголосимо на можливості деяких узагальнень методу, особливості оптимального рішення і деяких проблемних питаннях.

Метод практично не змінюється, якщо вимагається знайти гамільтонів (повний) шлях між двома різними вершинами. В початковому маршруті проміжним береться номер будь-якої іншої вершини.

У оптимальному циклі впорядкованість номерів вершин не змінюється при виході комівояжера з будь-якого іншого пункту і поверненні в нього ж.

Висновки. Оскільки об'єм рахунку при методі розширення циклу близький до мінімально можливого, то проблема рішення класичної задачі комівояжера значною мірою втрачає свою актуальність. Проте може бути запропонована більш загальна постановка задачі, в якій при обході всіх пунктів в кожний з них комівояжер повинен доставити c_j тонн вантажу.

Узагальнена задача ще більш ускладнюється, якщо вантажопідйомність транспортного засобу не дозволяє розвезти всі вантажі за один заїзд.

Література: 1. І.В. Гаращенко «Полиномиальное преобразование в приближениях алгоритмах решения задач типа коммивояжера» / І.В. Гаращенко, О.Б. Маций, А.В. Панішев // Радіоелектроніка та інформатика. 2007. №1. С.45 – 49. 2. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах / Э. Майника – М.: Мир, 1981. – 323 с. 3. Garashenko Irina. Method of Finding Hamilton Routes in Transport Network / I. Garashenko, A. Panishev // Artificial Intelligence and Decision Making. – ITHEA, Sofia, 2008. № 7. – Р. 43 - 48.

ЗМІСТ

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

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

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

мехатронних та телематичних систем на транспорті

- Руденко О.Г., Романюк О.С.** Прогнозування нестаціонарних послідовностей за допомогою коеволюціонуючих 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.