



Українська Федерація Інформатики
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»
(ПУЕТ)

ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2015)

**МАТЕРІАЛИ
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ ЗА МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

(м. Полтава, 19-21 березня 2015 року)

За редакцією професора О. О. Ємця

**Полтава
ПУЕТ
2015**

**ПРО ВІДНОВЛЕННЯ ПОЗНАЧЕНОГО ГРАФУ
ОПЕРАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ШЛЯХОМ ЙОГО
ОБХОДУ В ГЛИБИНУ МОБІЛЬНИМ АГЕНТОМ**

С. В. Сапунов, к. ф.-м. н.

Інститут математики НАН України

sapunov_sv@yahoo.com

Позначені графи широко використовуються у інформатиці для зображення і моделювання різноманітних обчислювальних процесів. У цьому контексті найбільш вивченими є скінченні орграфи з позначеними дугами (LTS [1], зважені автомати [2], скінченні автомати). Проте існує велика кількість обчислювальних процесів, які природним чином зображуються графами з позначеними вершинами (у програмуванні, робототехніці [3], верифікації моделей [4]). У доповіді використано модель інформаційного середовища як систем з двох взаємодіючих об'єктів: агента та його операційного середовища [5]. Останню зображено за допомоги топологічної моделі, тобто графу з позначеними вершинами.

Однією з центральних задач аналізу операційного середовища є побудова його карти, тобто відновлення графу середовища [3]. Причому карта, яку побудовано, повинна сприяти подальшій навігації агентів. У доповіді під навігацією розуміємо пересування агента (робота, пошукової програми тощо) з поточної області його операційного середовища до заданої його області. Вважатимемо карту придатною до навігації, якщо за описом шляху по карті агент, що отримує мінімум інформації про середовище, може пройти цей шлях у середовищі. Мінімумом локальної інформації про граф з позначеними вершинами природно вважати розмітку околу вершини у якій знаходиться агент.

Мобільного агента встановлено у довільну вершину невідомого йому графа усі вершини якого не позначено або, що одне і те саме, позначено однією й тією ж позначкою. Потрібно розробити алгоритм пересувань агента по графу і розмічування вершин, який дозволяє відновити граф. Причому отримана

розмітка повинна сприяти навігації агента по графу.

Наразі відомо досить багато методів відновлення графів. Однак вони, як правило, передбачають розмічування вершин графу однією і тією самою позначкою, що не сприяє подальшій навігації. Тривіальним розв'язком задачі є відновлення графу з розмічуванням кожної його вершини унікальною позначкою.

У доповіді запропоновано алгоритм, у якому за допомоги аналізу структури графа зменшується кількість різних позначок. Запропоновано так звану детерміновану розмітку вершин графа (Д-розмітку) і обґрунтовано її застосування до задач навігації. Функцію розмітки назвемо детермінованою, якщо усі вершини у околі кожної вершини графа мають різні позначки. Позначений граф з детермінованою функцією розмітки називатимемо детермінованим графом, або Д-графом. Показано, що для побудови Д-розмітки довільного зв'язного графа необхідно для кожної його вершини знати позначки усіх вершин, що відділені від неї на відстань не більшу 2. Побудова мінімальної за кількістю різних позначок Д-розмітки графа агентом, що отримує лише локальну інформацію про вершини невідомого йому графа, у загальному випадку неможлива. Тому у доповіді розглянуто лише побудову «жадібних» алгоритмів розмічування.

Запропоновано метод відновлення графа з використанням Д-розмітки його вершин, який спирається на обхід графа у глибину. У якості імені вершини використано послідовність позначок вершин (слово у алфавіті позначок), які належать простому шляху в неї з початкової вершини по дереву обходу у глибину. Позначимо множину таких імен усіх вершин графа G як A_G . Легко бачити, що A_G однозначно визначає дерево обходу. Позначимо як C_G множину усіх слів вигляду $w_i w_j^{-1}$, де $w_i, w_j \in A_G$, вершини з іменами w_i і w_j є суміжними у графі але не суміжними у дереві обходу, w^{-1} позначає реверс слова w . Легко бачити, що множина C_G описує базис циклів, який визначається даним деревом обходу.

Теорема 1. Пара (A_G, C_G) скінченних множин слів у алфавіті позначок вершин однозначно визначає граф G .

Розроблено алгоритм знаходження найкоротшого шляху між парою вершин позначеного графа, який задано такою парою. Цей алгоритм є складовою частиною алгоритму відновлення графа.

Для збирання інформації, необхідної для вибору позначки поточної вершини, агент повинен обійти її окіл. Якщо у ньому знаходяться дві або більше непозначених вершин, то агент не зможе це зробити без залучення допоміжних засобів. У якості таких засобів використовуються камені (пересувні маркери) двох видів: один камінь виду 1 для позначення поточної вершини і декілька каменів виду 2 для розрізнення непозначених вершин з її околу.

Має місце наступне твердження.

Теорема 2. Мобільний агент відновлює довільний зв'язний неорграф шляхом його обходу у глибину і Д-розмітки його вершин за час $O(n^3)$, де n – кількість вершин відновлюваного графа.

Література

1. Letichevsky A. Algebra of behavior transformation and its application / A. Letichevsky // Structural Theory of Automata, Semigroups and Universal Algebra. – Springer, 2005. – P. 241-272.
2. Droste M. Handbook of Weighted Automata / M. Droste, W. Kuich, H. Vogler – Springer, 2009. – 608 p.
3. Dudek G. Computational Principles of Mobile Robotics / G. Dudek, M. Jenkin – Cambridge: Cambridge University Press, 2010. – 406 p.
4. Baier C. Principle of Model Checking / C. Baier, J.-P. Katoen – MIT Press, 2008. – 984 p.
5. Капитонова Ю.В. Математическая теория проектирования вычислительных систем / Ю.В. Капитонова, А.А. Летичевский. – М.: Наука, 1988. – 296 с.