

ЗАСТОСУВАННЯ ЖАДІБНОГО АЛГОРИТМУ ДО ЗАДАЧ КЛАСИЧНОЇ МЕХАНІКИ

Вілігурський Олег

Волинський національний університет імені Лесі Українки

viliqurskyi@gmail.com

Жадібним алгоритмом у програмуванні називають такий алгоритм, який на кожному кроці шукає локально оптимальний розв'язок [1]. Наприклад, в задачі комівояжера, де потрібно відшукати оптимальний шлях обходу графа (відповідно до певних критеріїв, наприклад, відповідно до заданої матриці вартості), жадібний алгоритм полягає в тому, щоб щоразу обирати найоптимальніший (тактично) крок, не переймаючись майбутніми кроками. В задачі про вибір заявок на конференції, де доповіді на різних секціях накладаються, згідно з принципом жадібного відбору в цьому випадку слід щоразу обирати ту доповідь (з доступних), час закінчення якої мінімальний. Є чимало інших задач програмування, які можна розв'язувати за допомогою жадібного алгоритму [2].

Однак далеко не завжди розв'язок, який пропонує жадібний алгоритм, є точним. Наприклад, точний розв'язок отримаємо в задачі про вибір заявок на конференції, тоді як в задачі комівояжера матимемо, в загальному випадку, лише наближений розв'язок. Не отримується точного розв'язку навіть у простіших задачах, як от задача про рюкзак чи задача про розмін монет.

Якщо ж ми розглянемо просту задачу класичної механіки, де по заданих початкових умовах (радіус-вектор $\vec{r}_0$ і швидкість $\vec{v}_0$) тіла і відомій потенціальній енергії $U(\vec{r})$ треба розрахувати траєкторію руху, то можна помітити явну аналогію з принципом жадібного відбору: зміна положення тіла $d\vec{r}$ і його імпульсу $d\vec{v}$ визначається станом саме в поточний момент:

$$d\vec{r} = \vec{v}(t)dt,$$

$$d\vec{v} = \frac{1}{m} \vec{F}(\vec{r}(t))dt = -\frac{1}{m} \nabla U(\vec{r}(t))dt.$$

Так, в загальних рисах, виглядає підхід до задачі про динаміку тіла, який ґрунтується на Другому законі Ньютона.

Але рівняння траєкторії можна знаходити і за допомогою принципу найменшої дії. В такому випадку вони знаходяться з тієї вимоги, щоб забезпечити мінімальне значення функціоналу дії S для заданих на кінцях інтервалу руху значень $\vec{r}(t_1)$ і $\vec{r}(t_2)$ [3].

Те, що обидва підходи дають точний розв'язок (точне рівняння траєкторії), пов'язане з тим, що природи $d\vec{r}$ і $d\vec{v}$ у ньютонівському підході беруться для нескінченно малого інтервалу часу, а у принципі найменшої дії функціонал дії мінімізується для усіх можливих варіацій форми траєкторії.

Зрозуміло, що для не надто простих систем точний розв'язок знайти не завжди вдається. Тоді можна піти шляхом пошуку наближеного розв'язку. Зокрема, цілком задовільних результатів в ряді задач можна отримати, якщо застосувати жадібний алгоритм. Наприклад, вже для динаміки тіла в двовимірному просторі можна виконувати розбиття простору на вузли сітки і звести задачу до типу задачі комівояжера. Тоді матриця вартості буде визначатись різницями енергій для переходів між вузлами сітки розбиття. При дослідженні динаміки тіла нам, звісно, не треба проходити усі вузли сітки, тож це не є класичною задачею комівояжера, а ближча до задачі про найкоротший шлях. Жадібний алгоритм тут теж може давати хоч і не гарантовано точний, але зазвичай доволі непоганий результат. Є цілий ряд алгоритмів, які дають кращі наближення: алгоритм Дейкстри, алгоритм Беллмана-Форда, алгоритм пошуку A^* , теорія збурень тощо. Але часова складність таких алгоритмів є зазвичай вищою, ніж у жадібного алгоритму, тож питання про доцільність їх використання є відкритим.

Список літератури

1. Black, Paul E. greedy algorithm. Dictionary of Algorithms and Data Structures. U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST). URL: <https://xlinux.nist.gov/dads/HTML/greedyalgo.html> ((дата звернення: 12.04.2025)).
2. Кормен, Томас Г. Вступ до алгоритмів : Переклад з англійської третього видання : [укр.] = Introduction to Algorithms : Third Edition : [пер. з англ.] / Томас Г. Кормен, Чарлз Е. Лейзерсон, Роналд Л. Рівест, Кліффорд Стайн, — К. : К. І. С., 2019.
3. Іро Г. Класична механіка = Klassische Mechanik. — Л. : ЛНУ ім. Івана Франка, 1999.