

ankhangluonvuituoi@gmail.com | 0967 670 770 | <https://github.com/GrootTheDeveloper>

CẤU TRÚC DỮ LIỆU

Tài liệu ôn tập Competitive Programming

Đặng Phúc An Khang

Sinh viên ngành CNTT (AI & DS) — Trường Đại học Quản lý & Công nghệ TP.HCM (UMT)

Ngày 26 tháng 8 năm 2025

Mục lục

1	Giới thiệu	2
1.1	Các nguồn tài nguyên	2
1.2	Tài khoản trên các Online Judge	2
1.3	Một vài lưu ý	2
2	Thuật toán, Độ phức tạp thuật toán & Vector	3
3	Ngăn xếp (Stack)	4
4	Hàng đợi Queue & Deque	5
5	Cây nhị phân Heap	6
6	Cây tìm kiếm nhị phân Set	7
7	Cây tìm kiếm nhị phân Map	8
8	Bitset	9
9	Segment Tree	10
10	Lazy Update on Segment Tree	11
11	Persistent Segment Tree	12
12	Fenwick Tree (1D/2D)	13
13	Trie	14
14	Sparse Table (Bảng thưa)	15
15	Suffix Array	16

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU

Contents

1.1	Các nguồn tài nguyên	2
1.2	Tài khoản trên các Online Judge	2
1.3	Một vài lưu ý	2

Bài viết này được biên soạn với mục tiêu giúp tác giả hệ thống hoá và vận dụng các kiến thức thuộc chuyên đề *Quy hoạch động* (*Dynamic Programming*), từ đó áp dụng hiệu quả trong *Competitive Programming* (Lập trình thi đấu).

1.1 Các nguồn tài nguyên

- C/C++: <https://github.com/GrootTheDeveloper/OLP-ICPC/tree/master/2025/C%2B%2B>
- [Kho23]. *CP10. Competitive Programming* https://drive.google.com/drive/folders/1MTEVHT-7nBnMJ7C9LgyAR_pEVSE3F1Kz?fbclid=IwAR3TovIj2rKCR1a4oZxW-LQCoEoVkipVAvCzwr0nJ6GzcAd47P6L01Rwc
- [CP-]. *Algorithms for Competitive Programming* <https://cp-algorithms.com>
- [VNO]. *Thư viện VNOI* <https://wiki.vnoi.info>

1.2 Tài khoản trên các Online Judge

- Codeforces: <https://codeforces.com/profile/vuivethoima>
- VNOI: oj.vnoi.info/user/Groot
- IUHCoder: oj.iuhcoder.com/user/ankhang2111
- MarisaOJ: <https://marisaoj.com/user/grootsiuvip/submissions>
- CSES: <https://cses.fi/user/212174>
- UMTOJ: sot.umtoj.edu.vn/user/grootsiuvip
- SPOJ: www.spoj.com/users/grootsiuvip/
- POJ: http://poj.org/userstatus?user_id=vuivethoima
- AtCoder: <https://atcoder.jp/users/grootsiuvip>
- OnlineJudge.org: [vuivethoima](https://onlinejudge.org/)

1.3 Một vài lưu ý

Chuyên đề này được viết bởi hai “tác giả”:

- **vuivethoima** – tác giả chính, chịu trách nhiệm biên soạn nội dung.
- **Groot** – một thằng chuyên chọc ngoáy, đặt những câu hỏi nghe thì rất ngu ngơ nhưng lại gợi mở những góc khuất của bài toán mà thường ít ai để ý (chắc vậy?).

Nói cho sang thì là “cộng tác”, nhưng thực chất đây là quá trình DPAK tự viết, rồi tự hỏi, rồi tự tranh luận. Hai “nhân vật” trong đầu thay phiên nhau đóng vai *tác giả* và *độc giả khó tính*. Và thế là hình thành nên chuyên đề này.

CHƯƠNG 2

THUẬT TOÁN, ĐỘ PHỨC TẠP THUẬT TOÁN & VECTOR

CHƯƠNG 3

NGĂN XẾP (STACK)

CHƯƠNG 4

HÀNG ĐỢI QUEUE & DEQUE

CHƯƠNG 5

CÂY NHỊ PHÂN HEAP

CHƯƠNG 6

CÂY TÌM KIẾM NHỊ PHÂN SET

CHƯƠNG 7

CÂY TÌM KIẾM NHỊ PHÂN MAP

CHƯƠNG 8

BITSET

CHƯƠNG 9

SEGMENT TREE

CHƯƠNG 10

LAZY UPDATE ON SEGMENT TREE

CHƯƠNG 11

PERSISTENT SEGMENT TREE

CHƯƠNG 12

FENWICK TREE (1D/2D)

CHƯƠNG 13

TRIE

CHƯƠNG 14

Sparse Table (Bảng Thừa)

CHƯƠNG 15

SUFFIX ARRAY

BIBLIOGRAPHY

- [CP-] CP-Algorithms. *CP-Algorithms*. URL: <https://cp-algorithms.com/> (visited on 08/26/2025).
- [Kho23] Dinh Nguyen Khoi. *Competitive Programming 10*. drive, 2023.
- [VNO] VNOI. *VNOI Wiki*. URL: <https://wiki.vnoi.info/> (visited on 08/26/2025).