

Tên môn tiếng Anh – Applied Algorithms

Version: 2021.04.04

1. THÔNG TIN CHUNG

GENERAL INFORMATION

Tên học phần	Thuật toán ứng dụng
Course name:	<i>Applied Algorithms</i>
Mã số học phần	IT3170E
Code:	IT3170E
Khối lượng:	2(2-0-1-4) <ul style="list-style-type: none"> - Lý thuyết - Lecture: 30 hours - Bài tập - Exercise: 0 hours - Thực hành - Experiments: 15 hours
Học phần tiên quyết	- IT1110: Introduction to Computer Science
Prerequisite:	- IT3010E: Data Structure and Algorithms
Học phần học trước	- IT1110: Introduction to Computer Science
Prior course:	- IT3010E: Data Structure and Algorithms
Học phần song hành	No
Paralell course:	

2. MÔ TẢ HỌC PHẦN - COURSE DESCRIPTION

Học phần sẽ bao quát các vấn đề cơ bản và nâng cao trong phân tích thiết kế và cài đặt thuật toán, từ đó ứng dụng vào giải các bài tập trực tuyến và các bài toán ứng dụng thực tế. Các bài toán được mô tả dưới dạng ứng dụng đa ngành như: giao thông, mạng truyền thông, tin sinh học, xếp lịch, trí tuệ nhân tạo, xử lý dữ liệu, hệ thống phần mềm Ngoài việc làm chủ được các kỹ thuật cơ bản của thuật toán, sinh viên được học các kỹ năng cài đặt và cài đặt nhanh các loại thuật toán và cấu trúc dữ liệu cơ bản và tiên tiến khác nhau, từ đó áp dụng vào các bài tập lập trình và các bài toán thực tế có độ khó cao về thuật toán và cấu trúc dữ liệu. Học phần cũng giúp sinh viên tiếp cận với một số dạng bài toán lập trình trong phỏng vấn xin việc ở các công ty lớn, một số dạng bài toán trong các kỳ thi Olympic tin học sinh viên và lập trình sinh viên quốc tế ICPC, điều này giúp sinh viên thuận lợi khi thi tuyển vào các công ty lập trình lớn trong nước và trên thế giới. Sinh viên cũng sẽ được tiếp cận với các hệ thống giải bài và chấm điểm trực tuyến tốt nhất trên thế giới hiện nay.

Các chủ đề bao gồm: Cấu trúc dữ liệu và thư viện thuật toán cơ bản, Đệ qui và nhánh cận, Thuật toán tham lam, Chia để trị, Quy hoạch động, CTDL và thuật toán trên đồ thị, Xử lý xâu, Lớp bài toán NP-đầy đủ. Các chủ đề đều được minh họa giải trên các bài toán ứng dụng thực tế.

Objectives: The course will cover basics and enhancements in design, analysis and implementation of algorithms. Students will learn how to solve competitive programming exercises on online judge systems and to solve real-life practical problems. The problems are described in the form of multidisciplinary applications such as on transportation, communication networks, bioinformatics, scheduling, artificial intelligence, data processing, In addition to mastering the basic knowledge of the algorithm, students will learn skills to implement and quickly implement different types of algorithms, different basic and advanced data structures. The course also provides students with

access to a number of programming problems in job interviews of famous companies, a number of problems in the Olympic in informatics for students and International Collegiate Programming Contest (ICPC). This makes advantage for students in preparing to looking for opportunities to get a job in a famous company, even in abroad. Students will also have access to the best online judge systems in the world.

Content: Topics include: Data structure and basic algorithms libraries, Recursion and branch-and-bound techniques, Greedy algorithm, Divide and Conquer, Dynamic programming, Data structure and algorithm on graphs, Algorithms on strings, Introduction to NP-completeness. The topics are illustrated on practical application problems.

3. MỤC TIÊU VÀ CHUẨN ĐẦU RA CỦA HỌC PHẦN - GOAL AND OUTPUT REQUIREMENT

Sinh viên hoàn thành học phần này có khả năng

After this course the student will obtain the followings:

Mục tiêu/CĐR	Mô tả mục tiêu/Chuẩn đầu ra của học phần	CĐR được phân bổ cho HP/ Mức độ (I/T/U)
[1]	[2]	[3]
M1	Hiểu và có khả năng ứng dụng cấu trúc dữ liệu và thuật toán giải quyết các bài toán tính toán trong các hệ thống phần mềm	1.1.4; 1.2.1; 1.2.3; 1.2.5; 1.3.3; 1.3.4
M1.1	Hiểu được ý nghĩa và tầm quan trọng của các kỹ thuật thuật toán và cấu trúc dữ liệu trong việc giải quyết các bài toán tính toán trong các hệ thống phần mềm	[1.1.4] (I); [1.2.3] (I); [1.2.5](ITU); [1.3.3](ITU); [1.3.4](I);
M1.2	Nhận diện và hiểu rõ các yêu cầu tính toán, các bài toán ứng dụng trong hệ thống phần mềm	[1.1.4] (I); [1.2.3] (I); [1.2.5](ITU); [1.3.3](ITU); [1.3.4](I)
M1.3	Ứng dụng cấu trúc dữ liệu và thuật toán để giải quyết các vấn đề tính toán trong hệ thống phần mềm	[1.2.1] (ITU)
M2	Có khả năng đánh giá, lựa chọn, và đề xuất giải pháp về cấu trúc dữ liệu lưu trữ và thuật toán tối ưu hoá hiệu năng cho các bài toán tính toán trong các hệ thống phần mềm	1.3.4, 2.1.3; 2.1.4; 2.2.3; 2.3.4
M2.1	Hiểu và đánh giá được hiệu quả của các giải pháp tính toán trong các hệ thống phần mềm	[2.1.3](ITU); [2.1.4](ITU); [2.2.3](ITU);

M2.2	Có khả năng đề xuất giải pháp và cài đặt cấu trúc lưu trữ và thuật toán nhằm tối ưu hoá hiệu năng tính toán trong hệ thống phần mềm	[1.3.4](I); [2.3.4](ITU)
------	---	-----------------------------

4. TÀI LIỆU HỌC TẬP

Book

- [1] Steven Halim. Competitive Programming 3, 2013.
- [2] Nguyễn Đức Nghĩa, Nguyễn Khánh Phương. Giáo trình Phân tích Thiết kế thuật toán. Giáo trình Viên CNTT và TT (Chưa xuất bản, *lưu hành nội bộ*), 2010.

Reference book

- [1] Jon Kleinberg and Éva Tardos. Algorithm design. 2005.
- [2] T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. *Introduction to Algorithms*. Second Edition, MIT Press, 2001.

Reference

- [1] Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, and Jeffrey D. Ullman. *The Design and Analysis of Computer Algorithms*. Addison-Wesley, 1974.
- [2] Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, and Jeffrey D. Ullman. *Data Structures and Algorithms*. Addison-Wesley, 1983.
- [3] Sara Baase. *Computer Algorithms: Introduction to Design and Analysis*. Second edition. Addison-Wesley, 1988.
- [4] Jon Bentley. *Programming Pearls*. Addison-Wesley, 1986.
- [5] Jon Bentley. *More Programming Pearls*. Addison-Wesley, 1988.
- [6] Jon Louis Bentley. *Writing Efficient Programs*. Prentice-Hall, 1982.
- [7] Gilles Brassard and Paul Bratley. *Algorithmics: Theory and Practice*. Prentice-Hall, 1988.
- [8] Shimon Even. *Graph Algorithms*. Computer Science Press, 1979.
- [9] Michael R. Garey and David S. Johnson. *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*. W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1979.
- [10] Dan Gusfield. *Algorithms on Strings, Trees, and Sequences* Cambridge University Press, 1997.
- [11] Ellis Horowitz and Sartaj Sahni. *Fundamentals of Computer Algorithms*. Computer Science Press, 1978.
- [12] Jeffrey H. Kingston. *Algorithms and Data Structures: Design, Correctness, Analysis*. Addison-Wesley Publishing Co., 1991.
- [13] Donald E. Knuth. *The Art of Computer Programming*. Addison-Wesley. Encyclopedic work in three volumes: (1) Fundamental Algorithms, (2) Seminumerical Algorithms, and (3) Sorting and Searching.
- [14] C. L. Liu. *Introduction to Combinatorial Mathematics*. McGraw-Hill, 1968.
- [15] Christos H. Papadimitriou and Kenneth Steiglitz. *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Prentice-Hall, 1982.

- [16] William P. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, and William T. Vetterling. *Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
- [17] E. M. Reingold, J. Nievergelt, and N. Deo. *Combinatorial Algorithms: Theory and Practice*. Prentice-Hall, 1977.
- [18] Robert Sedgewick. *Algorithms*. Second edition. Addison-Wesley, 1988.
- [19] Michael Sipser. *Introduction to the Theory of Computation*. PWS Publishing Co., 1997.
- [20] Robert Endre Tarjan. *Data Structures and Network Algorithms*. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1983.

5. CÁCH ĐÁNH GIÁ HỌC PHẦN

Điểm thành phần	Phương pháp đánh giá cụ thể	Mô tả	CĐR được đánh giá	Tỷ trọng
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
A1. Điểm quá trình (*)	Đánh giá quá trình	Thi viết	M1.1, M1.2, M1.3, M2.1, M2.2	40%
A2. Điểm cuối kỳ	Thi cuối kỳ	Thi viết	M1.1, M1.2, M1.3, M2.1, M2.2	60%

* Điểm quá trình sẽ được điều chỉnh bằng cách cộng thêm điểm chuyên cần. Điểm chuyên cần có giá trị từ -2 đến $+1$, theo Quy chế Đào tạo đại học hệ chính quy của Trường ĐH Bách khoa Hà Nội.

1. CÁCH ĐÁNH GIÁ HỌC PHẦN - EVALUATION

Điểm thành phần Module	Phương pháp đánh giá cụ thể Evaluation method	Mô tả Detail	CĐR được đánh giá Output	Tỷ trọng Percent
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
A1. Điểm quá trình Mid-term (*)	Đánh giá quá trình Progress	Thi viết Written exam		40%
A2. Điểm cuối kỳ Final term	A2.1. Thi cuối kỳ Final exam	Thi viết Written exam	M1÷M2	60%

* Điểm quá trình sẽ được điều chỉnh bằng cách cộng thêm điểm chuyên cần. Điểm chuyên cần có giá trị từ -2 đến $+1$, theo Quy chế Đào tạo đại học hệ chính quy của Trường ĐH Bách khoa Hà Nội.

The evaluation about the progress can be adjusted with some bonus. The bonus should belong to $[-2, +1]$, according to the policy of Hanoi University of Science and Technology.

6. KẾ HOẠCH GIẢNG DẠY – SCHEDULE

Tuần Week	Nội dung Content	CĐR học phần Output	Hoạt động dạy và học Activities	Bài đánh giá Evaluation
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
1	<p>CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ THIẾT KẾ PHÂN TÍCH VÀ CÀI ĐẶT THUẬT TOÁN</p> <p>1.1. Ví dụ mở đầu: Bài toán</p> <p>1.2. Một số kỹ thuật phân tích độ phức tạp thuật toán.</p> <p>1.3. Các chủ đề trong thiết kế thuật toán và ứng dụng</p> <p>1.4. Một số phần mềm và trang web tương tác giải bài toán lập trình</p> <p>Chapter 1. INTRODUCTION TO DESIGN , ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF ALGORITHMS</p> <p>1.1. Opening Example: Problem</p> <p>1.2. Some techniques on the analysis of algorithm complexity.</p> <p>1.3. Topics on algorithm designs and application</p> <p>1.4. Some software and online judge website for programming problems</p>	M1.1 M1.2	<p>Giảng bài; làm bài tập; thảo luận</p> <p>Teaching, Exercise, Discussion</p>	A1
2	<p>CHƯƠNG 2. THUẬT TOÁN, CẤU TRÚC DỮ LIỆU VÀ THƯ VIỆN</p> <p>2.1. Một số mẹo cơ bản luyện tập giải bài tập lập trình</p> <p>2.2. Các kiểu dữ liệu và CTDL cơ bản và nâng cao</p> <p>2.3. Thư viện thuật toán</p> <p>CHAPTER 2. ALGORITHMS, DATA STRUCTURE AND LIBRARY</p> <p>2.1. Some tips for training programming problems</p> <p>2.2. Abstract data structures</p> <p>2.3. Algorithm Library</p>	M2.1	<p>Giảng bài; làm bài tập; thảo luận</p> <p>Teaching, Exercise, Discussion</p>	A1, A2
3	<p>Thực hành giải các bài toán ứng dụng</p> <p>Practice to solve programming problems</p>		<p>Thực hành</p> <p>Practice on PC</p>	
4	<p>CHƯƠNG 3. KỸ THUẬT ĐỆ QUI VÀ NHÁNH CẬN</p> <p>3.1. Kỹ thuật đệ qui nhánh và cận</p>	M1.1, M1.2, M1.3,	<p>Giảng bài; làm bài tập; thảo luận</p>	A1, A2

	3.2. Các ví dụ ứng dụng CHAPTER 3. RECURSION AND BRANCH-AND-BOUND TECHNIQUE 3.1. Recursion and Branch-and-bound 3.2. Some exercises	M2.1, M2.2	Teaching, Exercise, Discussion	
5	CHƯƠNG 4. CHIA ĐỂ TRỊ 4.1. Sơ đồ chia để trị/giảm để trị và ứng dụng 4.2. Các ví dụ ứng dụng CHAPTER 4. DIVIDE AND CONQUER 4.1. Diagram of Divide and conquer/Decrease and conquer 4.2. Some exercises	M1.1; M1.2; M1.3; M2.1; M2.2	Giảng bài; làm bài tập; thảo luận Teaching, Exercise, Discussion	A1, A2
6	CHƯƠNG 5. QUI HOẠCH ĐỘNG 5.1. Sơ đồ qui hoạch động và ứng dụng 5.2. Kỹ thuật truy vết 5.3. Các bài toán ứng dụng theo lĩnh vực CHAPTER 5. DYNAMIC PROGRAMMING 5.1. Diagram of Dynamic Programming and its Application 5.2. Trace technique 5.3. Some exercises	M1.1; M1.2; M1.3; M2.1; M2.2	Giảng bài; làm bài tập; thảo luận Teaching, Exercise, Discussion	A1 A2
7	Thực hành giải các bài toán ứng dụng Practice to solve programming problems		Thực hành trên máy Practice on PC	A1
8	Thực hành và Kiểm tra giữa kỳ Practice to solve programming problems		Kiểm tra giữa kỳ bằng hình thức thi viết hoặc thi trên máy Practice on PC	A1
9	CHƯƠNG 6. CÁC THUẬT TOÁN TRÊN ĐỒ THỊ 7.1. Các bài toán ứng dụng thuật toán tìm kiếm trên đồ thị: Tìm thành phần liên thông mạnh, sắp xếp tô-pô, kiểm tra đồ thị hai phía, ... 7.2 Các bài toán ứng dụng theo lĩnh vực	M1.1; M1.2; M1.3; M2.1; M2.2	Giảng bài; làm bài tập; thảo luận Teaching, Exercise, Discussion	A1 A2

	<p>CHAPTER 6. ALGORITHMS ON GRAPHS</p> <p>7.1. Applied problems of search algorithms on graphs: connected components, topo sort, bipartite checking, ...</p> <p>7.2 Some exercises</p>			
10	<p>CHƯƠNG 6. CÁC THUẬT TOÁN TRÊN ĐỒ THỊ</p> <p>7.3. Thuật toán Kruskal với cấu trúc dữ liệu các tập không giao nhau</p> <p>7.4. Thuật toán Prim và thuật toán Dijkstra với hàng đợi ưu tiên</p> <p>7.5. Các bài toán ứng dụng theo lĩnh vực</p> <p>CHAPTER 6. ALGORITHMS ON GRAPHS</p> <p>7.3. Kruskal algorithms with disjoint set union find</p> <p>7.4. Prim and Dijkstra algorithms with priority queue</p> <p>7.5. Some exercises</p>	<p>M1.2; M1.3; M2.1; M2.2</p>	<p>Giảng bài; làm bài tập; thảo luận</p> <p>Teaching, Exercise, Discussion</p>	<p>A1 A2</p>
11	<p>Thực hành giải các bài toán ứng dụng</p> <p>Practice to solve programming problems</p>		<p>Thực hành trên máy</p> <p>Practice on PC</p>	A1
12	<p>CHƯƠNG 7. THUẬT TOÁN THAM LAM</p> <p>6.1. Mô hình thuật toán tham lam</p> <p>6.2. Các bài toán ứng dụng theo lĩnh vực</p> <p>CHAPTER 8. GREEDY ALGORITHMS</p> <p>6.1. Diagram of greedy algorithms</p> <p>6.2. Some exercises</p>	<p>M1.2; M1.3; M2.1; M2.2</p>	<p>Giảng bài; làm bài tập; thảo luận</p> <p>Teaching, Exercise, Discussion</p>	<p>A1 A2</p>
13	<p>CHƯƠNG 8. CÁC THUẬT TOÁN XỬ LÝ XÂU</p> <p>8.1. Bài toán so khớp chuỗi mẫu, các thuật toán giải và ứng dụng</p> <p>8.2. Thuật toán Boyer Moore, KMP</p> <p>8.3. Các bài toán ứng dụng theo lĩnh vực</p> <p>CHAPTER 8. ALGORITHMS ON STRING</p> <p>8.1. Problem of string matching, its algorithms and application</p> <p>8.2. Boyer Moore, KMP Algorithms</p> <p>8.3. Some exercises</p>	<p>M1.2; M1.3; M2.1; M2.2</p>	<p>Giảng bài; làm bài tập; thảo luận</p> <p>Teaching, Exercise, Discussion</p>	<p>A1 A2</p>

14	Thực hành giải các bài toán ứng dụng Practice to solve programming problems		Thực hành trên máy Practice on PC	A1
15	<p>CHƯƠNG 9. LỚP BÀI TOÁN NP-ĐẦY ĐỦ</p> <p>9.1 Bài toán quyết định</p> <p>9.2. Lý thuyết quy dẫn</p> <p>9.3. Các lớp bài toán P, NP, NP-đầy đủ, NP-khó</p> <p>9.4. Một số hướng tiếp cận giải gần đúng bài toán NP-khó: Duyệt toàn bộ, tham lam, heuristics...</p> <p>CHAPTER 10. INTRODUCTION TO NP-COMPLETENESS</p> <p>9.1 Decision problem</p> <p>9.2. Reduction theory</p> <p>9.3. Classes of P, NP, NP-complete, NP-hard</p> <p>9.4. Some approaches to deal with NP-hard problems: Exhaustive search, Greedy, heuristics...</p>	<p>M1.2;</p> <p>M1.3;</p> <p>M2.1;</p> <p>M2.2</p>	<p>Giảng bài; làm bài tập; thảo luận</p> <p>Teaching, Exercise, Discussion</p>	<p>A1</p> <p>A2</p>

7. QUY ĐỊNH CỦA HỌC PHẦN - COURSE REQUIREMENT

(The specific requirements if any)

8. NGÀY PHÊ DUYỆT - DATE:

Chủ tịch hội đồng
Committee chair

Nhóm xây dựng đề cương
Course preparation group

9. QUÁ TRÌNH CẬP NHẬT - UPDATE INFORMATION

STT No	Nội dung điều chỉnh Content of the update	Ngày tháng được phê duyet Date accepted	Áp dụng từ kỳ/ khóa A pplicable from	Ghi chú Note
1			
2			