

# MỤC LỤC

<b>PHẦN 1. BÀI TOÁN LIỆT KÊ .....</b>	<b>1</b>
<b>§1. NHẮC LẠI MỘT SỐ KIẾN THỨC ĐẠI SỐ TỔ HỢP .....</b>	<b>2</b>
1.1. CHỈNH HỢP LẬP .....	2
1.2. CHỈNH HỢP KHÔNG LẬP .....	2
1.3. HOÁN VỊ .....	2
1.4. TỔ HỢP .....	3
<b>§2. PHƯƠNG PHÁP SINH (GENERATION) .....</b>	<b>4</b>
2.1. SINH CÁC DÃY NHỊ PHÂN ĐỘ DÀI N .....	5
2.2. LIỆT KÊ CÁC TẬP CON K PHẦN TỬ .....	6
2.3. LIỆT KÊ CÁC HOÁN VỊ .....	8
<b>§3. THUẬT TOÁN QUAY LUI .....</b>	<b>12</b>
3.1. LIỆT KÊ CÁC DÃY NHỊ PHÂN ĐỘ DÀI N .....	12
3.2. LIỆT KÊ CÁC TẬP CON K PHẦN TỬ .....	13
3.3. LIỆT KÊ CÁC CHỈNH HỢP KHÔNG LẬP CHẬP K .....	15
3.4. BÀI TOÁN PHÂN TÍCH SỐ .....	17
3.5. BÀI TOÁN XẾP HẬU .....	19
<b>§4. KỸ THUẬT NHÁNH CẬN .....</b>	<b>24</b>
4.1. BÀI TOÁN TỐI ƯU .....	24
4.2. SỰ BÙNG NỔ TỔ HỢP .....	24
4.3. MÔ HÌNH KỸ THUẬT NHÁNH CẬN .....	24
4.4. BÀI TOÁN NGƯỜI DU LỊCH .....	25
4.5. DÃY ABC .....	27
<b>PHẦN 2. CẤU TRÚC DỮ LIỆU VÀ GIẢI THUẬT .....</b>	<b>33</b>
<b>§1. CÁC BƯỚC CƠ BẢN KHI TIẾN HÀNH GIẢI CÁC BÀI TOÁN TIN HỌC .....</b>	<b>34</b>
1.1. XÁC ĐỊNH BÀI TOÁN .....	34
1.2. TÌM CẤU TRÚC DỮ LIỆU BIỂU DIỄN BÀI TOÁN .....	34
1.3. TÌM THUẬT TOÁN .....	35
1.4. LẬP TRÌNH .....	37
1.5. KIỂM THỬ .....	37
1.6. TỐI ƯU CHƯƠNG TRÌNH .....	38
<b>§2. PHÂN TÍCH THỜI GIAN THỰC HIỆN GIẢI THUẬT .....</b>	<b>40</b>
2.1. GIỚI THIỆU .....	40
2.2. CÁC KÝ PHÁP ĐỂ ĐÁNH GIÁ ĐỘ PHỨC TẠP TÍNH TOÁN .....	40
2.3. XÁC ĐỊNH ĐỘ PHỨC TẠP TÍNH TOÁN CỦA GIẢI THUẬT .....	42
2.4. ĐỘ PHỨC TẠP TÍNH TOÁN VỚI TÌNH TRẠNG DỮ LIỆU VÀO .....	45
2.5. CHI PHÍ THỰC HIỆN THUẬT TOÁN .....	46

<b>§3. ĐỆ QUY VÀ GIẢI THUẬT ĐỆ QUY .....</b>	<b>50</b>
3.1. KHÁI NIỆM VỀ ĐỆ QUY .....	50
3.2. GIẢI THUẬT ĐỆ QUY .....	50
3.3. VÍ DỤ VỀ GIẢI THUẬT ĐỆ QUY .....	51
3.4. HIỆU LỰC CỦA ĐỆ QUY .....	55
<b>§4. CẤU TRÚC DỮ LIỆU BIỂU DIỄN DANH SÁCH.....</b>	<b>58</b>
4.1. KHÁI NIỆM DANH SÁCH .....	58
4.2. BIỂU DIỄN DANH SÁCH TRONG MÁY TÍNH .....	58
<b>§5. NGĂN XẾP VÀ HÀNG ĐỢI.....</b>	<b>64</b>
5.1. NGĂN XẾP (STACK).....	64
5.2. HÀNG ĐỢI (QUEUE).....	66
<b>§6. CÂY (TREE).....</b>	<b>70</b>
6.1. ĐỊNH NGHĨA.....	70
6.2. CÂY NHỊ PHÂN (BINARY TREE) .....	71
6.3. BIỂU DIỄN CÂY NHỊ PHÂN .....	73
6.4. PHÉP DUYỆT CÂY NHỊ PHÂN .....	75
6.5. CÂY K <sub>p</sub> PHÂN .....	76
6.6. CÂY TỔNG QUÁT .....	77
<b>§7. KÝ PHÁP TIỀN TỔ, TRUNG TỔ VÀ HẬU TỔ .....</b>	<b>80</b>
7.1. BIỂU THỨC DƯỚI DẠNG CÂY NHỊ PHÂN .....	80
7.2. CÁC KÝ PHÁP CHO CÙNG MỘT BIỂU THỨC.....	80
7.3. CÁCH TÍNH GIÁ TRỊ BIỂU THỨC .....	81
7.4. CHUYỂN TỪ DẠNG TRUNG TỔ SANG DẠNG HẬU TỔ.....	84
7.5. XÂY DỰNG CÂY NHỊ PHÂN BIỂU DIỄN BIỂU THỨC.....	87
<b>§8. SẮP XẾP (SORTING) .....</b>	<b>89</b>
8.1. BÀI TOÁN SẮP XẾP.....	89
8.2. THUẬT TOÁN SẮP XẾP KIỂU CHỌN (SELECTIONSORT) .....	91
8.3. THUẬT TOÁN SẮP XẾP NỔI BỌT (BUBBLESORT).....	92
8.4. THUẬT TOÁN SẮP XẾP KIỂU CHÈN (INSERTIONSORT) .....	92
8.5. SẮP XẾP CHÈN VỚI ĐỘ DÀI BƯỚC GIẢM DẦN (SHELLSORT) .....	94
8.6. THUẬT TOÁN SẮP XẾP KIỂU PHÂN ĐOẠN (QUICKSORT) .....	95
8.7. THUẬT TOÁN SẮP XẾP KIỂU VUN ĐỒNG (HEAPSORT) .....	101
8.8. SẮP XẾP BẰNG PHÉP ĐẾM PHÂN PHỐI (DISTRIBUTION COUNTING).....	104
8.9. TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA THUẬT TOÁN SẮP XẾP (STABILITY) .....	105
8.10. THUẬT TOÁN SẮP XẾP BẰNG CƠ SỐ (RADIX SORT) .....	106
8.11. THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN (MERGESORT).....	111
8.12. CÀI ĐẶT .....	114
8.13. ĐÁNH GIÁ, NHẬN XÉT.....	122
<b>§9. TÌM KIẾM (SEARCHING) .....</b>	<b>126</b>
9.1. BÀI TOÁN TÌM KIẾM .....	126
9.2. TÌM KIẾM TUẦN TỰ (SEQUENTIAL SEARCH) .....	126
9.3. TÌM KIẾM NHỊ PHÂN (BINARY SEARCH).....	126
9.4. CÂY NHỊ PHÂN TÌM KIẾM (BINARY SEARCH TREE - BST).....	127

9.5. PHÉP BĂM (HASH).....	132
9.6. KHOÁ SỐ VỚI BÀI TOÁN TÌM KIẾM .....	133
9.7. CÂY TÌM KIẾM SỐ HỌC (DIGITAL SEARCH TREE - DST).....	133
9.8. CÂY TÌM KIẾM CƠ SỐ (RADIX SEARCH TREE - RST) .....	136
9.9. NHỮNG NHẬN XÉT CUỐI CÙNG .....	140

### **PHẦN 3. QUY HOẠCH ĐỘNG ..... 143**

<b>§1. CÔNG THỨC TRUY HỒI.....</b>	<b>144</b>
1.1. VÍ DỤ .....	144
1.2. CẢI TIẾN THỨ NHẤT .....	145
1.3. CẢI TIẾN THỨ HAI.....	147
1.4. CÀI ĐẶT ĐỆ QUY .....	147
<b>§2. PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH ĐỘNG .....</b>	<b>149</b>
2.1. BÀI TOÁN QUY HOẠCH .....	149
2.2. PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH ĐỘNG .....	149
<b>§3. MỘT SỐ BÀI TOÁN QUY HOẠCH ĐỘNG .....</b>	<b>153</b>
3.1. DÂY CON ĐƠN ĐIỀU TĂNG DÀI NHẤT .....	153
3.2. BÀI TOÁN CẢI TÚI.....	158
3.3. BIẾN ĐỔI XẤU .....	160
3.4. DÂY CON CÓ TỔNG CHIA HẾT CHO K.....	164
3.5. PHÉP NHÂN TỔ HỢP DÂY MA TRẬN .....	169
3.6. BÀI TẬP LUYỆN TẬP .....	172

### **PHẦN 4. CÁC THUẬT TOÁN TRÊN ĐỒ THỊ ..... 177**

<b>§1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN .....</b>	<b>178</b>
1.1. ĐỊNH NGHĨA ĐỒ THỊ (GRAPH).....	178
1.2. CÁC KHÁI NIỆM.....	179
<b>§2. BIỂU DIỄN ĐỒ THỊ TRÊN MÁY TÍNH.....</b>	<b>181</b>
2.1. MA TRẬN KÈ (ADJACENCY MATRIX).....	181
2.2. DANH SÁCH CẠNH (EDGE LIST) .....	182
2.3. DANH SÁCH KÈ (ADJACENCY LIST) .....	183
2.4. NHẬN XÉT .....	184
<b>§3. CÁC THUẬT TOÁN TÌM KIẾM TRÊN ĐỒ THỊ.....</b>	<b>186</b>
3.1. BÀI TOÁN .....	186
3.2. THUẬT TOÁN TÌM KIẾM THEO CHIỀU SÂU (DEPTH FIRST SEARCH).....	187
3.3. THUẬT TOÁN TÌM KIẾM THEO CHIỀU RỘNG (BREADTH FIRST SEARCH) .....	189
3.4. ĐỘ PHỨC TẠP TÍNH TOÁN CỦA BFS VÀ DFS .....	192
<b>§4. TÍNH LIÊN THÔNG CỦA ĐỒ THỊ .....</b>	<b>193</b>
4.1. ĐỊNH NGHĨA .....	193
4.2. TÍNH LIÊN THÔNG TRONG ĐỒ THỊ VÔ HƯỚNG .....	194

4.3. ĐỒ THỊ ĐẦY ĐỦ VÀ THUẬT TOÁN WARSHALL .....	194
4.4. CÁC THÀNH PHẦN LIÊN THÔNG MẠNH .....	197
<b>§5. VAI ỨNG DỤNG CỦA DFS và BFS .....</b>	<b>207</b>
5.1. XÂY DỰNG CÂY KHUNG CỦA ĐỒ THỊ.....	207
5.2. TẬP CÁC CHU TRÌNH CƠ SỞ CỦA ĐỒ THỊ.....	210
5.3. BÀI TOÁN ĐỊNH CHIỀU ĐỒ THỊ.....	210
5.4. LIỆT KÊ CÁC KHỚP VÀ CẦU CỦA ĐỒ THỊ.....	214
<b>§6. CHU TRÌNH EULER, ĐƯỜNG ĐI EULER, ĐỒ THỊ EULER.....</b>	<b>217</b>
6.1. BÀI TOÁN 7 CÁI CẦU .....	217
6.2. ĐỊNH NGHĨA.....	217
6.3. ĐỊNH LÝ .....	217
6.4. THUẬT TOÁN FLEURY TÌM CHU TRÌNH EULER.....	218
6.5. CÀI ĐẶT .....	219
6.6. THUẬT TOÁN TỐT HƠN.....	221
<b>§7. CHU TRÌNH HAMILTON, ĐƯỜNG ĐI HAMILTON, ĐỒ THỊ HAMILTON .....</b>	<b>224</b>
7.1. ĐỊNH NGHĨA.....	224
7.2. ĐỊNH LÝ .....	224
7.3. CÀI ĐẶT .....	225
<b>§8. BÀI TOÁN ĐƯỜNG ĐI NGẮN NHẤT.....</b>	<b>229</b>
8.1. ĐỒ THỊ CÓ TRỌNG SỐ.....	229
8.2. BÀI TOÁN ĐƯỜNG ĐI NGẮN NHẤT .....	229
8.3. TRƯỜNG HỢP ĐỒ THỊ KHÔNG CÓ CHU TRÌNH ÂM - THUẬT TOÁN FORD BELLMAN .....	231
8.4. TRƯỜNG HỢP TRỌNG SỐ TRÊN CÁC CUNG KHÔNG ÂM - THUẬT TOÁN DIJKSTRA .....	233
8.5. THUẬT TOÁN DIJKSTRA VÀ CẤU TRÚC HEAP .....	236
8.6. TRƯỜNG HỢP ĐỒ THỊ KHÔNG CÓ CHU TRÌNH - SẮP XẾP TÔ PÔ.....	239
8.7. ĐƯỜNG ĐI NGẮN NHẤT GIỮA MỌI CẶP ĐỈNH - THUẬT TOÁN FLOYD.....	242
8.8. NHẬN XÉT .....	244
<b>§9. BÀI TOÁN CÂY KHUNG NHỎ NHẤT .....</b>	<b>248</b>
9.1. BÀI TOÁN CÂY KHUNG NHỎ NHẤT .....	248
9.2. THUẬT TOÁN KRUSKAL (JOSEPH KRUSKAL - 1956) .....	248
9.3. THUẬT TOÁN PRIM (ROBERT PRIM - 1957).....	253
<b>§10. BÀI TOÁN LƯỜNG CỰC ĐẠI TRÊN MẠNG.....</b>	<b>257</b>
10.1. CÁC KHÁI NIỆM .....	257
10.2. MẠNG THẶNG DƯ VÀ ĐƯỜNG TĂNG LƯỜNG .....	260
10.3. THUẬT TOÁN FORD-FULKERSON (L.R.FORD & D.R.FULKERSON - 1962) .....	262
10.4. THUẬT TOÁN PREFLOW-PUSH (GOLDBERG - 1986) .....	266
10.5. MỘT SỐ MỞ RỘNG.....	272
<b>§11. BÀI TOÁN TÌM BỘ GHÉP CỰC ĐẠI TRÊN ĐỒ THỊ HAI PHÍA .....</b>	<b>280</b>
11.1. ĐỒ THỊ HAI PHÍA (BIPARTITE GRAPH) .....	280
11.2. BÀI TOÁN GHÉP ĐÔI KHÔNG TRỌNG VÀ CÁC KHÁI NIỆM .....	280
11.3. THUẬT TOÁN ĐƯỜNG MỞ.....	281
11.4. CÀI ĐẶT .....	282

<b>§12. BÀI TOÁN TÌM BỘ GHÉP CỰC ĐẠI VỚI TRỌNG SỐ CỰC TIỂU TRÊN ĐỒ THỊ HAI PHÍA - THUẬT TOÁN HUNGARI .....</b>	<b>288</b>
12.1. BÀI TOÁN PHÂN CÔNG .....	288
12.2. PHÂN TÍCH.....	288
12.3. THUẬT TOÁN.....	289
12.4. BÀI TOÁN TÌM BỘ GHÉP CỰC ĐẠI VỚI TRỌNG SỐ CỰC ĐẠI TRÊN ĐỒ THỊ HAI PHÍA.....	298
12.5. NÂNG CẤP.....	299
<b>§13. BÀI TOÁN TÌM BỘ GHÉP CỰC ĐẠI TRÊN ĐỒ THỊ.....</b>	<b>304</b>
13.1. CÁC KHÁI NIỆM.....	304
13.2. THUẬT TOÁN EDMONDS (1965) .....	305
13.3. THUẬT TOÁN LAWLER (1973).....	307
13.4. CÀI ĐẶT .....	309
13.5. ĐỘ PHỨC TẠP TÍNH TOÁN.....	313
<b>TÀI LIỆU ĐỌC THÊM.....</b>	<b>315</b>