**Programma del corso di Algoritmica**

**Prof.ssa Rossella Petreschi**

**Programma AA.2014/2015**

*Il corso si propone di introdurre metodologie di progettazione e di analisi di algoritmi utili alla risoluzione di problemi che nascono in vari campi dell'informatica, nonché presentare algoritmi e strutture dati avanzati che trovano effettivo uso nella risoluzione efficiente di problemi applicativi di rilievo.*

**Richiami di concetti generali (2)**

Introduzione al concetto di algoritmo e breve storia dello stesso. I concetti di finitezza, effettività e definitezza. Validazione e correttezza. Bontà di un algoritmo. L’importanza di sfruttare tutte le proprietà di un problema. Classi di complessità computazionale: algoritmi polinomiali ed esponenziali. Le costanti moltiplicative. La scelta della struttura dati opportuna. Confronto fra diversi algoritmi.

**Metodologie di progettazione e di analisi**

**Analisi ammortizzata (3):** Il metodo degli aggregati, il metodo degli accantonamenti, il metodo del potenziale. Applicazione dei tre diversi metodi al computo ammortizzato di una sequenza di incrementi su un contatore e di una sequenza di operazioni elementari su pile. Gestione di tabelle dinamiche: computo ammortizzato di una sequenza di operazioni di inserzione e cancellazione. Quando e come dimezzare e duplicare una tabella. La funzione potenziale relativa alle operazioni di contrazione ed espansione.

**Le tecniche del Backtracking e del Branch and Bound (1,2,7):** Generazione dell’albero delle tple. Visita dell’albero delle t-ple con la tecnica del backtracking e del branch and bound. Il concetto di soluzione ammissibile e soluzione ottima. Vincoli espliciti ed impliciti. Come ridurre l’analisi sull’albero degli stati. Criteri di terminazione. Esempi di problemi da affrontare con la tecnica del backtracking: le 8 regine; il ciclo hamiltoniano; i sottoinsiemi a somma fissa. Esempi di problemi da affrontare con la tecnica del branch and bound: l’assegnamento; la bisaccia; il commesso viaggiatore.

**Algoritmi di approssimazione (7, 8):** Problemi NP-hard. Rapporto fra la soluzione approssimata e la soluzione esatta. Accuratezza della approssimazione e rapporto di accuratezza. Il problema della bisaccia a variabili intere e a variabili reali. Algoritmi di approssimazione per il problema del commesso viaggiatore: il vicino più vicino; 2giri intorno all’albero. Il problema del commesso viaggiatore a distanze euclidee. Sulla complessità del problema del commesso viaggiatore

**Strutture di dati evolute**

**Rappresentazione di alberi (4):** Computo del numero degli alberi binari. Numeri di Catalano Corrispondenza fra alberi binari, alberi ordinali e sequenze di parentesi. Rappresentazioni succinte ed implicite. Rappresentazione succinta di alberi binari: in ampiezza e tramite sequenze di parentesi bilanciate. Le funzioni Rank, Select e Match.

**Alberi binari di ricerca (3,4,5,7):** Analisi delle operazioni di inserimento e di cancellazione. Analisi nel caso medio della costruzione di un albero binario di ricerca. Alberi binari di ricerca di altezza logaritmica: ri-bilanciamenti tramite rotazioni. Alberi auto-aggiustanti. L’operazione di splay. Analisi ammortizzata su alberi splay. Utilità degli alberi di ricerca bilanciati nella implementazione di memorie cache.

**Estensione di strutture dati (3,7):** Alberi di intervalli. Alberi bilanciati per alberi di intervalli. Prova di correttezza della struttura presentata. B-alberi: definizione e calcolo dell’altezza. Inserimento e cancellazione su B-alberi. Divisione e contrazione di nodi. Aumento e decremento dell’altezza.

**Gestione di insiemi disgiunti (3,5):** Operazioni di union e find. Alberi quick-union e quick-find per rendere costante o l’operazione di union o l’operazione di find. Bilanciamento come regola per limitare l’altezza degli alberi quick-union e quick-find. Euristiche di compressione per ottimizzare il comportamento degli alberi quick-union e quick-find bilanciati: il partizionamento dei nodi e la funzione log\*. Computo ammortizzato di una sequenza di operazioni union/find.

**Algoritmi avanzati**

**Il problema del flusso nelle reti (3,5):** Definizione di rete di flusso. Flusso e quantità di flusso in una rete. Reti con sorgenti e pozzi multipli. Reti residue. Correttezza del metodo delle reti residue. Tagli in reti di flusso. Metodo dei cammini aumentanti. Massimo flusso/minimo taglio. L’algoritmo di Ford e Fulkerson. L’algoritmo di Edmonds e Karp. Lemma delle distanze. Prova della complessità computazionale dell’algoritmo di Edmonds e Karp.

**Il problema dell’abbinamento (1):** Proprietà dell’abbinamento su grafi qualunque e su grafi bipartiti. Cammini alternanti e aumentanti. Teorema del matrimonio. Teorema di Konig e Egervary. Generazione dell’albero ungherese e abbinamento massimo in grafi bipartiti. Abbinamento massimo in grafi bipartiti e reti di flusso. L’algoritmo di Edmonds e la contrazione dei germogli. Abbinamento massimo nei grafi qualunque. Esempi di applicazione del problema dell’abbinamento alla vita reale.

**Grafi e planarità( 9):** Grafi planari. Formula di Eulero. Teorema di Kuratowski. Embedding di un grafo nel piano. St-numerazione di grafi biconnessi. Algoritmo lineare di Even e Tarjan per generare una st-numerazione. Le funzioni LOW, PATH. Rappresentazione a cespuglio di grafi planari. PQ-trees. Generazione di un disegno piano per grafi planari.

**Progettare algoritmi su diversi modelli di calcolo (6)**

Sistemi sincroni e asincroni: P-RAM, INM, sistemi concorrenti e distribuiti. Macchine parallele. L’operazione di broadcast su P-RAM EREW, su INM a vettore e a matrice. Algoritmi distribuiti. L’operazione di broadcast in un sistema distribuito ad anello. Broadcast con eco in una qualsiasi rete a connessione fissa.

**Bibliografia**

1) M.H. Alsuwaiyel Algorithms: *Design Tecniques and Analysis*, World Scientific.

2) G Ausiello, R. Petreschi: *L'informatica invisibile*, Mondadori Sapienza.

3) T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C.Stein: *Introduzione agli algoritmi*, Jackson L.

4) P. Crescenzi, G. Gambosi, R. Grossi: *Strutture di dati e algoritmi*, Pearson, Addison Wesley.

5) C. Demetrescu, I. Finocchi, G. Italiano: *Algoritmi e strutture dati*, McGraw-Hill.

6) R.Johnsonbaugh, M.Schaefer: *Algorithms*, Pearson Education International.

7) J.K Kingston: *Algorithms and data structures*, Addison Wesley.

8) A. Levitin: *The Design and Analysis of Algorithms*, Addison Wesley.

9) T.Nishizeki, N.Chiba: *Planar graphs:theory and algorithms*, North-Holland.