

Programma del corso di
Algoritmi Avanzati
Prof.ssa Rossella Petreschi

Il corso è incentrato sul progetto di algoritmi che operano su architetture di tipo parallelo e si propone di spiegare come l'approccio a tale progettazione dipenda strettamente dal tipo di architettura utilizzata e si differenzi molto da quello usato per gli algoritmi sequenziali.

Programma AA.2013/2014

Concetti generali

Pensare in parallelo: computazione parallela, concorrente e distribuita. Differenza fra sistemi paralleli e sistemi sequenziali e fra sistemi sincroni e asincroni. Algoritmi paralleli, concorrenti e distribuiti. Parallelismo nelle macchine parallele: pipeling, parallelismo dei processori: memoria condivisa, rete di interconnessione. Complessità parallela: tempo, costo, speed-up ed efficienza. Complessità distribuita: tempo e trasmissione dell'informazione.

La trasmissione dell'informazione

Broadcast su PRAM EREW. Broadcast su rete a vettore, su albero binario, mesh e ipercubo.. Il problema del caricamento dei dati su rete a vettore, su albero binario, su mesh. e su ipercubo. Broadcast in un sistema distribuito ad anello. Broadcast con eco su rete generica a connessione fissa. Broadcast asincrono. Specifica del Broadcast basico. Broadcast e ordinamento: approccio FIFO, totale e casuale. Affidabilità della trasmissione dei messaggi: tempo di vita, integrità, mancanza di duplicazioni.

La trasportabilità degli algoritmi

Simulazione di lettura e/o scrittura concorrente su modelli a lettura e/o scrittura esclusiva. Reti combinatorie: fan in e fan out. Teorema di Brent. Trasportabilità fra PRAM con diverso numero di processori. Sistemi sincroni e asincroni. Orologi fisici e logici. Complessità temporale in un sistema asincrono: la relazione "accadde prima" e il problema della sincronizzazione dell'orologio. Lo strumento sincronizzatore per simulare sistemi asincroni su sistemi sincroni.

Minimo albero ricoprente

Unicità del minimo albero ricoprente. Proprietà del minimo albero ricoprente. Algoritmo di Prim, Kruskal e Sollin per il calcolo del minimo albero ricoprente. Differenza fra meganodi e frammenti. Algoritmo parallelo per il calcolo dell'albero ricoprente di costo minimo. Calcolo del minimo albero ricoprente in un sistema distribuito. Dimostrazione della correttezza dei due algoritmi presentati e calcolo dei rispettivi costi.

Tecniche parallele di base

Iterazione della prima metà: ricerca del minimo. Tecnica del salto del puntatore: calcolo del rango in una lista. Costruzione del Tour di Eulero (TDE). Tecnica del TDE: ordinamento dei vertici di un albero rispetto alla radice, numerazione in preordine e postordine. Calcolo in un albero dei livelli e dei discendenti di ogni nodo. Introduzione degli operatori left e right per calcolare la numerazione in modo simmetrico e il minimo antecedente comune. Accelerated Cascading: somme, somme prefisse e somme con numero di processori $p < n$.

Algoritmi paralleli su grafi

Partizione degli spigoli di un grafo in cammini semplici: cicli fondamentali, ear. Algoritmo di costo $O(m \log n)$ su PRAM-CRCW per la determinazione di una partizione semplice: analisi della correttezza, calcolo della complessità. Contrazione e decontrazione di alberi binari tramite l'operazione di Rake. Trasformazione di alberi qualsiasi in alberi binari 0/2. Valutazione di espressioni tramite contrazione di alberi.

Ordinamento nel Parallelo

Ordinamento per inserzione tramite circuiti di comparatori. Monotonicità e principio 0/1. Sequenze bitoniche e pulite. Circuiti di fusione e di ordinamento. Algoritmo di ordinamento in tempo parallelo costante su PRAM CRCW. Algoritmo di ordinamento pari/dispari su PRAM EREW. Il concetto di rango, fusione tramite rango. Ordinamento per fusione. Cenni sull'algoritmo di Cole per l'ordinamento in tempo $O(\log n)$ su PRAM.

Algoritmi per la computazione concorrente e distribuita

Algoritmi concorrenti per la ricerca del massimo e per individuare tutti i cammini minimi Il problema dell'elezione del leader in un sistema distribuito. K-vicinato e leaders temporanei. Impossibilità di eleggere un leader in processi anonimi. L'elezione del leader in reti ad anello sincrone. Impossibilità di eleggere un leader in processi anonimi. L'elezione del leader in reti ad anello sincrone.

Il sistema Map-Reduce

Riferimenti bibliografici:

1. Attiya, Welch: *Distributed Computing*, McGraw-Hill.
2. Bertossi: *Algoritmi paralleli*, Pitagora editrice Bologna.
3. Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: *Introduzione agli algoritmi e strutture dati*, McGraw-Hill.
4. Dean, Ghemawat: *MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters*
5. Jaja: *An introduction to parallel algorithms*, Addison-Wesley.
6. Johnsonbaugh, Schaefer: *Algorithms*, Pearson-Addison-Wesley.
7. Karloff, Suri, Vassilvitskii: *A Model of Computation for MapReduce*
8. Voecking B. et al. *Algorithms Unplugged*, Springer Verlag.