
Cuprins

Prefață	9
1. Introducere în problematica calculului paralel	11
1.1. Necesitatea calculului paralel	11
1.2. Probleme importante în calculul paralel	13
1.3. Considerații generale privind procesarea paralelă	14
1.4. Dezvoltarea algoritmilor paraleli	16
2. Noțiuni fundamentale utilizate în procesarea paralelă	19
2.1. Introducere	19
2.2. Concepte de bază în procesarea paralelă	20
2.2.1. Modele computaționale	20
2.2.2. Granularitatea	23
2.2.3. Timpul de comunicație între procesoare	25
2.2.4. Procese și fire de execuție	25
2.3. Tipuri și niveluri de paralelism	29
2.3.1. Tipuri de paralelism	29
2.3.2. Niveluri de paralelism	30
2.4. Arhitecturi pentru procesare paralelă	31
2.4.1. Clasificări ale calculatoarelor paralele	31
2.4.2. Organizarea memoriei	36
2.4.3. Sistemul de comunicație	37
2.5. Software pentru procesare paralelă	37
2.5.1. Modelarea procesării paralele	37
2.5.2. Modelul PRAM	39
2.5.3. Modelul LogP	42

2.5.4. Modelul BSP	44
2.5.5. Limbaje de programare paralelă	46
2.5.6. Sisteme de operare pentru procesarea paralelă	53
2.5.7. Clasificarea algoritmilor paraleli	55
2.6. Aplicații ale calculului paralel	57
3. Arhitecturi pentru paralelismul la nivel de instrucțiune	59
3.1. Introducere	59
3.2. Dependențele dintre instrucțiuni	62
3.3. Procesoare pipeline	65
3.3.1. Descrierea tehnicii <i>pipeline</i>	65
3.3.2. Performanțele procesoarelor <i>pipeline</i>	69
3.3.3. Bandă de asamblare pentru procesarea instrucțiunilor	72
3.3.4. Procesarea în bandă de asamblare a instrucțiunilor cu numere întregi	80
3.4. Procesoare superscalare	83
3.4.1. Introducere	83
3.4.2. Arhitectura procesoarelor superscalare	84
3.4.3. Studiu de caz: DEC Alpha 21264	110
3.5. Mașini VLIW	113
3.5.1. Arhitectura VLIW	113
3.5.2. Calculatoarele Multiflow Trace 200	116
4. Arhitecturi pentru paralelismul la nivel de date	119
4.1. Introducere	119
4.2. Calculatoare SIMD	121
4.2.1. Arhitectura calculatoarelor SIMD	121
4.2.2. Exemple de calculatoare SIMD	125
4.2.3. Rețele de interconectare la arhitecturile SIMD	129
4.3. Procesoare asociative	139
4.4. Arii sistolice și arii cu front de undă	141
4.5. Calculatoare vectoriale	145

5. Arhitecturi pentru paralelismul la nivel de proces	157
5.1. Introducere	157
5.2. Calculatoare cu memorie distribuită	165
5.2.1. Arhitectura calculatoarelor cu memorie distribuită	165
5.2.2. Sistemul de comunicație	168
5.2.3. Exemple de calculatoare cu memorie distribuită	176
5.3. Calculatoare cu memorie partajată	183
5.3.1. Prezentare generală	183
5.3.2. Subsistemul de comunicație	184
5.3.3. Organizarea memoriei cache	193
5.3.4. Exemple de calculatoare cu memorie partajată	201
6. Evaluarea performanțelor algoritmilor paraleli	207
6.1. Operații de comunicare în algoritmii paraleli	207
6.1.1. Componentele timpului de comunicație între două procesoare	207
6.1.2. Tipuri de operații de comunicare	209
6.1.3. Transfer de mesaje între două procesoare	210
6.1.4. Distribuție 1-la-n	210
6.1.5. Distribuție n-la-n	215
6.1.6. Comunicare personalizată 1-la-n	219
6.1.7. Comunicare personalizată n-la-n	220
6.2. Metrici tradiționale pentru evaluarea performanțelor algoritmilor paraleli	223
6.3. Reinterpretarea metricilor tradiționale	225
6.4. Metrici pentru măsurarea scalabilității algoritmilor paraleli	229
6.4.1. Funcția de izoeficiență	231
6.4.2. Latența ca metrică a scalabilității	235
6.5. Evaluarea performanțelor programelor paralele pe un cluster de stații de lucru	237
7. Algoritmi paraleli	241
7.1. Algoritmi numerici	241
7.1.1. Transpunerea matricelor	241
7.1.2. Înmulțirea matrice-vector	246
7.1.3. Înmulțirea matricelor	251

7.2. Algoritmi de sortare	260
7.2.1. Introducere	260
7.2.2. Algoritmul Quicksort	262
7.2.3. Sortare prin metoda bulelor	267
7.2.4. Sortare prin enumerare	271
7.2.5. Bucketsort	272
7.3. Algoritmi pentru prelucrarea grafurilor	273
7.3.1. Introducere	273
7.3.2. Determinarea arborelui minim de acoperire	274
7.3.3. Determinarea drumului de lungime minimă	277
7.3.4. Drumuri de lungime minimă între toate perechile de noduri ...	278
8. Sisteme de operare pentru procesarea paralelă	289
8.1. Motivații și considerații generale	289
8.2. Caracteristicile sistemelor multiprocesor	291
8.3. Scheme de bază în proiectarea sistemelor de operare pentru multiprocesoare	296
8.4. Elemente de sincronizare între procese	303
8.4.1. Controlul multiprocesării	303
8.4.2. Sincronizarea proceselor folosind semafoare.....	305
8.4.3. Variabila „spinlock“	307
8.4.4. Variabile de condiție	308
8.4.5. Evenimente	310
8.4.6. Blocare la citire/scriere	310
8.5. Sisteme multiprocesor multiprogramate pentru execuția eficientă a aplicațiilor paralele	313
8.6. Exemple de sisteme de operare pentru sisteme multiprocesor	316
Bibliografie	317