

Spis treści

Spis rysunków	VIII
Spis tabel	XIII
Wstęp	XIV
1. Procesy współbieżne	1
1.1. Pojęcia podstawowe	1
1.2. Współbieżność procesów w systemach operacyjnych	5
1.3. Poprawność programu współbieżnego	7
1.4. Wybrane problemy programowania współbieżnego	9
1.4.1. Problem wzajemnego wykluczania	10
1.4.2. Problem producenta i konsumenta	12
1.4.3. Problem uczujących filozofów	16
1.4.4. Monitory	19
1.5. Uwagi do rozdziału	23
1.6. Uwagi bibliograficzne	24
2. Podstawowe modele obliczeń równoległych	26
2.1. Model z pamięcią wspólną	26
2.2. Model sieciowy	30
2.3. Uwagi do rozdziału	37
2.4. Uwagi bibliograficzne	40
3. Elementarne algorytmy równoległe	41
3.1. Ocena algorytmów równoległych	41
3.2. Prawo Amdahla	47
3.3. Prawo Gustafsona i Barsisa	49
3.4. Miara Karpa i Flatta	50
3.5. Algorytmy dla modelu z pamięcią wspólną	52
3.6. Algorytmy dla modelu sieciowego	67

3.7.	Klasy problemów rozwiązywanych równolegle	77
3.8.	Uwagi do rozdziału	81
3.9.	Uwagi bibliograficzne	87
4.	Projektowanie algorytmów równoległych	89
4.1.	Etapy projektowania	89
4.2.	Dekompozycja problemu	89
4.2.1.	Ogólna charakterystyka różnych rodzajów dekompozycji	89
4.2.2.	Dekompozycja funkcjonalna	96
4.2.3.	Dekompozycja danych	96
4.2.4.	Dekompozycja rekursywna	98
4.2.5.	Dekompozycja eksploracyjna	101
4.2.6.	Dekompozycja spekulatywna	102
4.3.	Rozdrobnienie obliczeń	103
4.4.	Minimalizowanie kosztu algorytmu równoległego	106
4.4.1.	Koszt organizacji obliczeń równoległych	106
4.4.2.	Obliczenia nadmiarowe	107
4.4.3.	Bezczynność procesorów	107
4.4.4.	Odwołania do danych wspólnych	107
4.4.5.	Nakładanie się obliczeń i komunikacji	108
4.5.	Przydzielanie zadań procesorom	110
4.5.1.	Równoważenie obciążenia	110
4.5.2.	Równoważenie statyczne	112
4.5.3.	Równoważenie dynamiczne	119
4.6.	Uwagi bibliograficzne	126
5.	Architektury komputerów równoległych	128
5.1.	Klasyfikacja architektur	128
5.2.	Komputery macierzowe	134
5.3.	Komputery wieloprocessorowe	136
5.3.1.	Komputery wieloprocessorowe z pamięcią wspólną	136
5.3.2.	Komputery wieloprocessorowe z pamięcią rozproszoną	137
5.3.3.	Rozproszona pamięć wspólna	138
5.4.	Klastry	138
5.4.1.	Klastry multiprocessorów symetrycznych	139
5.4.2.	Klastry procesorów wielordzeniowych	140
5.4.3.	Klastry komputerów	140
5.4.4.	Zastosowania klastrów	142
5.5.	Komputery o niekonwencjonalnych architekturach	142
5.5.1.	Komputery przepływowo	143
5.5.2.	Komputery systoliczne	151
5.6.	Sieci połączeń	153
5.6.1.	Charakterystyka sieci połączeń	153
5.6.2.	Topologie sieci połączeń	154
5.7.	Uwagi do rozdziału	163
5.8.	Uwagi bibliograficzne	166
6.	Programowanie równoległe z przesyłaniem wiadomości	168
6.1.	Wprowadzenie	168
6.2.	Model obliczeń MPI	169

6.3.	Minimalne połowienie grafu	170
6.3.1.	Kompilacja i wykonanie programu	173
6.3.2.	Funkcje MPI_Init oraz MPI_Finalize	174
6.3.3.	Funkcje MPI_Comm_rank oraz MPI_Comm_size	174
6.3.4.	Funkcje MPI_Send oraz MPI_Recv	175
6.3.5.	Komunikacja kolektywna — funkcje MPI_Bcast oraz MPI_Reduce	179
6.4.	Sortowanie	184
6.4.1.	Tworzenie nowych komunikatorów — funkcja MPI_Comm_split	184
6.4.2.	Gromadzenie i rozdzielanie danych — funkcje MPI_Gather i MPI_Scatter	186
6.5.	Wyznaczanie liczb pierwszych	188
6.5.1.	Funkcja MPI_Gatherv	189
6.5.2.	Funkcja MPI_wtime	193
6.6.	Mnożenie macierzy przez wektor	195
6.7.	Uwagi bibliograficzne	199
7.	Programowanie równoległe z użyciem pamięci wspólnej	200
7.1.	Wprowadzenie	200
7.2.	Model obliczeń OpenMP	201
7.3.	Budowanie programu równoległego	203
7.4.	Podstawowe konstrukcje	206
7.4.1.	Pojęcia konstrukcji i regionu	206
7.4.2.	Konstrukcja równoległa	207
7.4.3.	Kompilacja i wykonanie programu	208
7.4.4.	Konstrukcja iteracyjna	209
7.4.5.	Konstrukcja sekcji	211
7.4.6.	Konstrukcja pojedynczego wątku	213
7.5.	Klauzule	214
7.6.	Konstrukcje synchronizacyjne	224
7.7.	Konstrukcje zaawansowane	227
7.8.	Minimalne połowienie grafu	228
7.9.	Sortowanie	230
7.10.	Wyznaczanie liczb pierwszych	234
7.11.	Uwagi bibliograficzne	236
	Słowniczek terminów	238
	Bibliografia	252
	Skorowidz	265

Rozwiązywanie współczesnych problemów naukowych i praktycznych wymaga stosowania komputerów o dużych szybkościach obliczeń. Na przestrzeni ostatnich 60 lat szybkość ta wzrosła bilion razy (10^{12}). Mimo tak znacznego wzrostu możliwości obliczeniowych, badacze wciąż upraszczają modele rozważanych problemów, ponieważ ich symulacja numeryczna trwa zbyt długo. Zapotrzebowanie na coraz większą moc obliczeniową wzrasta, a odpowiedzi na nie są architektury wieloprocesorowe. Szybkość obecnych komputerów, dzięki równoległej pracy połączonych ze sobą setek tysięcy procesorów, wynosi biliard (10^{15}) operacji zmiennopozycyjnych na sekundę.

Podręcznik poświęcony jest realizacji obliczeń równoległych. Autor omówił etapy analizowania, projektowania oraz implementowania programów równoległych. Książka składa się z ośmiu rozdziałów, zawierających takie zagadnienia, jak:

- pojęcie procesu współbieżnego, sposoby komunikowania się jednostek, dowodzenie poprawności programów współbieżnych,
- podstawowe modele obliczeń równoległych (PRAM, model sieciowy),
- algorytmy równoległe oraz metody ich oceny przy użyciu wybranych wielkości charakterystycznych (złożoność, przyspieszenie, koszt, efektywność),
- skalowalność algorytmów równoległych (prawa Amdahla, Gustafsona i Barsisa oraz miarę Karpa i Flatta),
- architektury komputerów równoległych,
- metodyka projektowania algorytmów równoległych (dekompozycja problemu, analiza rozdrobnienia obliczeń, minimalizowanie kosztu algorytmu równoległego, przydzielanie zadań procesorom),
- zasady konstruowania programów równoległych przy użyciu przesyłania wiadomości oraz pamięci wspólnej.

Zbigniew Czech – profesor informatyki na Politechnice Śląskiej w Gliwicach oraz Uniwersytecie Śląskim w Sosnowcu. Prowadził wykłady m.in. w University of California, Indiana University-Perdue University, University of Queensland w Australii. Jego zainteresowania naukowe koncentrują się wokół obliczeń równoległych, algorytmiki oraz programowania.