

Spis treści

Wstęp 7

Rozdział 1. Schematy różnicowe rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 11

- 1.1. Równania różniczkowe zwyczajne i różnice skończone 11
- 1.2. Równania różniczkowe zwyczajne i rachunek całkowy 13
 - 1.2.1. Schemat różnicowy Eulera 13
 - 1.2.2. Rozwiązanie równania rozpadu promieniotwórczego 16
 - 1.2.3. Metoda skokowa z wstępnymi obliczeniami Eulera 19
 - 1.2.4. Wahadło matematyczne 24
 - 1.2.5. Punkt materialny przymocowany do sprężyny 33
- 1.3. Dokładniejsze metody wyznaczania rozwiązań równań różniczkowych 39
 - 1.3.1. Metoda punktu środkowego drugiego rzędu 40
 - 1.3.2. Metoda Rungego-Kutty czwartego rzędu 42
- 1.4. Zestawienie poznanych schematów rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 44
- 1.5. Podsumowanie 46

Rozdział 2. Dynamika według sir Isaaca Newtona 47

- 2.1. Rachunek wektorowy 47
 - 2.1.1. Klasa Wektor 48
 - 2.1.2. Operacje na wektorach 49
 - 2.1.3. Rachunek wektorowy - podsumowanie 55
- 2.2. Zasady dynamiki Newtona 56
 - 2.2.1. Pierwsza zasada dynamiki Newtona 56
 - 2.2.2. Druga zasada dynamiki Newtona 56
 - 2.2.3. Trzecia zasada dynamiki Newtona 56
- 2.3. Model fizyczny dynamiki układów punktów materialnych 57
 - 2.3.1. Elementy składowe modelu 57
- 2.4. Punkt materialny 60
 - 2.4.1. Przechowywanie danych. Lista jednokierunkowa 60
 - 2.4.2. Równania ruchu pojedynczego punktu materialnego 64
- 2.5. Kolizje 68
 - 2.5.1. Prosta metoda wykrywania kolizji punkt - ściana 68
 - 2.5.2. Nieruchoma sfera kolizji 70
- 2.6. Oddziaływania między punktami materialnymi 79

	▪ 2.6.1. Prawo powszechnego ciążenia	80
	▪ 2.6.2. Oddziaływanie sprężyste pary punktów	83
○	2.7. Konstruowanie obiektów złożonych	86
	▪ 2.7.1. Model dwuwymiarowego sznura	86
	▪ 2.7.2. Symulacja trójwymiarowych tkanin	89
	▪ 2.7.3. Konstrukcja bryły sztywnej	90
	▪ 2.7.4. Konstrukcja modelu poruszającej się postaci	93
○	2.8. Obiekty złożone z "mięśniami"	95
	▪ 2.8.1. Wieży odległości	99
○	2.9. Ciała miękkie	103
	▪ 2.9.1. Symulacja flagi	103
	▪ 2.9.2. Szczypka historii	106
	▪ 2.9.3. Model fizyczny ciał miękkich	107
	▪ 2.9.4. Ciśnienie i równanie stanu gazu doskonałego	109
	▪ 2.9.5. Objętość zamkniętej bryły	110
	▪ 2.9.6. Algorytm symulacji ciała miękkiego	113
	▪ 2.9.7. Kod źródłowy symulacji ciał miękkich - HTML5	116
	▪ 2.9.8. Przykłady symulacji	127
	▪ 2.9.9. Wzajemne kolizje	128
	▪ 2.9.10. Zmienny krok czasowy symulacji	132
	▪ 2.9.11. Perspektywy ciał miękkich	133
○	2.10. Podsumowanie	135
	Rozdział 3. Rozwiązanie numeryczne równania falowego	137
○	3.1. Co to jest fala?	137
○	3.2. Klasyczne równanie falowe	138
○	3.3. Równanie falowe w jednym wymiarze	138
	▪ 3.3.1. Podział równania falowego na układ dwóch sprzężonych równań różniczkowych pierwszego rzędu	139
	▪ 3.3.2. Siatka różnicowa Eulera w jednym wymiarze	139
	▪ 3.3.3. Rozwiązanie algorytmiczne układu równań sprzężonych	140
	▪ 3.3.4. Algorytm programu realizującego równanie falowe 1D	141
	▪ 3.3.5. Efekty działania przedstawionego algorytmu	147
○	3.4. Równanie falowe w dwóch i więcej wymiarach przestrzennych	152
	▪ 3.4.1. Siatka różnicowa Eulera w dwóch wymiarach	153
	▪ 3.4.2. Realizacja symulacji równania falowego w dwóch wymiarach	157
○	3.5. Podsumowanie	164
	Rozdział 4. Symulacje cieczy nieściśliwej	165
○	4.1. Równanie Naviera-Stokesa dla cieczy nieściśliwej	165

- 4.1.1. Warunek nieściśliwości cieczy 166
- 4.1.2. Pola wektorowe 167
- 4.1.3. Analiza równania Naviera-Stokesa 169
- 4.2. Rozwiązanie uproszczone równań NS 172
 - 4.2.1. Równanie płytkiej wody 172
 - 4.2.2. Warunek zachowania masy 173
 - 4.2.3. Końcowa postać równania dla płytkiej wody 174
 - 4.2.4. Przybliżenie dyskretne 175
 - 4.2.5. Efekty działania 178
- 4.3. Pełne rozwiązanie równań NS dla cieczy nieściśliwej 180
 - 4.3.1. Reprezentacja cieczy 181
 - 4.3.2. Schematy różnicowe dla równania NS 187
 - 4.3.3. Warunki brzegowe 197
 - 4.3.4. Algorytm programu 201
 - 4.3.5. Wizualizacja rezultatów obliczeń 215
- 4.4. Ogólnie o schematach różnicowych 219
- 4.5. Metoda gazu sieciowego Boltzmann 220
 - 4.5.1. LBM a gaz sieciowy LGA 221
 - 4.5.2. Funkcja rozkładu 222
 - 4.5.3. Model dwuwymiarowy (D2Q9) 223
 - 4.5.4. Prędkość, gęstość, ciśnienie 225
 - 4.5.5. Równanie transportu Boltzmann 226
 - 4.5.6. Algorytm 230
 - 4.5.7. Implementacja LBM w języku C/C++ 232
 - 4.5.8. Przepływ wielofazowy 262
 - 4.5.9. Model trójwymiarowy (D3Q15) 267
 - 4.5.10. Przepływ przez ośrodki porowate 271
 - 4.5.11. Jednostki fizyczne w LBM 291
 - 4.5.12. Metoda wielorelaksacyjna LBM-MRT 296
 - 4.5.13. Metoda LBM dla $\tau = 1$ 300
 - 4.5.14. Przepływ z powierzchnią swobodną 311
- 4.6. Podsumowanie 313

Rozdział 5. Równanie Schrödingera 315

- 5.1. Funkcja falowa - wektor stanu układu kwantowego 315
- 5.2. Ewolucja w czasie stanu układu kwantowego 316
- 5.3. Dyskretna postać operatora ewolucji w czasie 317
- 5.4. Schemat rozwiązania różnicowego 318
- 5.5. Stan początkowy układu 319
- 5.6. Implementacja 319

- 5.6.1. Algorytm programu 320
- 5.6.2. Konstrukcja stanu początkowego 320
- 5.6.3. Pętla obliczeniowa 322

- 5.7. Rezultaty 324
- 5.8. Podsumowanie 326

Dodatek A. Materiały dołączone do książki 327

Bibliografia 351

Skorowidz 364