

SPIS TREŚCI

Podziękowania	19
Wstęp	21
Docelowy odbiorca	22
Wymagana wiedza	22
Potrzebne narzędzia programistyczne i sprzęt	23
Biblioteka D3DX	23
Dokumentacja SDK i przykładowe aplikacje	23
Czytelność	25
Przykładowe programy i dodatkowe źródła online	26
Przygotowanie projektu aplikacji w Visual Studio 2010	26
Tworzenie projektu Win32	26
Dołączanie bibliotek DirectX	27
Ustawianie ścieżek wyszukiwania	28
Wprowadzanie kodu źródłowego i budowa projektu	30

CZĘŚĆ I PODSTAWY MATEMATYCZNE

Rozdział 1. Algebra wektorów	35
1.1. Wektory	35
1.1.1. Wektory i układy współrzędnych	36
1.1.2. Lewo- i praworęczne układy współrzędnych	38
1.1.3. Podstawowe działania na wektorach	38
1.2. Długość i wektory jednostkowe	40
1.3. Iloczyn skalarny	42
1.3.1. Ortogonalizacja	44
1.4. Iloczyn wektorowy	46
1.4.1. Pseudopiloczyn wektorowy dla przestrzeni dwuwymiarowych	47
1.4.2. Ortogonalizacja z iloczynem wektorowym	47
1.5. Punkty	48
1.6. Wektory XNA Math	49
1.6.1. Typy wektorowe	50
1.6.2. Metody ładujące i metody zapisujące	51
1.6.3. Przekazywanie argumentów	52
1.6.4. Stałe wektorowe	53
1.6.5. Przeciążone operatory	54
1.6.6. Przydatne funkcje	54
1.6.7. Funkcje ustawiające	55

1.6.8.	Funkcje wektorowe	56
1.6.9.	Błąd obliczeń zmiennoprzecinkowych	59
1.7.	Podsumowanie	60
1.8.	Ćwiczenia	61
Rozdział 2.	Algebra macierzy	65
2.1.	Definicja	65
2.2.	Mnożenie macierzy	67
2.2.1.	Definicja	67
2.2.2.	Mnożenie macierzy przez wektor	68
2.2.3.	Łączność	69
2.3.	Macierz transponowana	69
2.4.	Macierz jednostkowa	70
2.5.	Wyznacznik macierzy	71
2.5.1.	Macierze zredukowane	72
2.5.2.	Definicja	72
2.6.	Macierz dołączona	74
2.7.	Macierz odwrotna	74
2.8.	Macierze XNA	76
2.8.1.	Typy macierzowe	76
2.8.2.	Funkcje macierzowe	78
2.8.3.	Przykładowy program z macierzami XNA	78
2.9.	Podsumowanie	80
2.10.	Ćwiczenia	81
Rozdział 3.	Przekształcenia	85
3.1.	Przekształcenia liniowe	85
3.1.1.	Definicja	85
3.1.2.	Reprezentacja macierzowa	86
3.1.3.	Skalowanie	87
3.1.4.	Obrót	89
3.2.	Przekształcenia afiniczne	91
3.2.1.	Współrzędne jednorodne	91
3.2.2.	Definicja i reprezentacja macierzowa	92
3.2.3.	Przesunięcie	93
3.2.4.	Macierze afiniczne dla skalowania i obrotu	95
3.2.5.	Interpretacja geometryczna macierzy przekształcenia afinicznego	95
3.3.	Składanie przekształceń	97
3.4.	Przekształcenia zamiany współrzędnych	98
3.4.1.	Wektory	99
3.4.2.	Punkty	100
3.4.3.	Reprezentacja macierzowa	101
3.4.4.	Łączność i macierze zamiany współrzędnych	102
3.4.5.	Macierze odwrotne i macierze zamiany współrzędnych	102
3.5.	Macierz przekształcenia kontra macierz zamiany współrzędnych	103
3.6.	Funkcje przekształcające XNA Math	105
3.7.	Podsumowanie	106
3.8.	Ćwiczenia	107

CZĘŚĆ II PODSTAWY DIRECT3D

Rozdział 4.	Inicjalizacja Direct3D	115
4.1.	Uwagi wstępne	115
4.1.1.	Przegląd Direct3D	115
4.1.2.	Technologia COM	116
4.1.3.	Tekstury i formaty zasobów	116
4.1.4.	Łańcuch wymiany i stronicowanie	117
4.1.5.	Buforowanie głębokości	118
4.1.6.	Widoki zasobów tekstury	121
4.1.7.	Teoria wielokrotnego próbkowania	122
4.1.8.	Wielokrotne próbkowanie w Direct3D	124
4.1.9.	Możliwości sprzętu	124
4.2.	Inicjalizacja Direct3D	125
4.2.1.	Tworzenie urządzenia i kontekstu	126
4.2.2.	Sprawdzenie obsługiwanego poziomu jakości antyaliasingu z 4-krotnym próbkowaniem	128
4.2.3.	Opis łańcucha wymiany	129
4.2.4.	Tworzenie łańcucha wymiany	130
4.2.5.	Tworzenie widoku celu renderowania	131
4.2.6.	Tworzenie bufora i widoku głębokości/szablonu	132
4.2.7.	Powiązanie widoków z etapem łączenia wyników	135
4.2.8.	Ustawienie okna widoku	135
4.3.	Czas i animacja	137
4.3.1.	Licznik wydajności	137
4.3.2.	Klasa GameTimer	138
4.3.3.	Okresy między klatkami	139
4.3.4.	Czas całkowity	140
4.4.	Szkielet przykładowych aplikacji	143
4.4.1.	D3DApp	144
4.4.2.	Metody niezwiązane ze szkieletem	145
4.4.3.	Metody szkieletu	146
4.4.4.	Statystyki klatek	147
4.4.5.	Obsługa komunikatów	148
4.4.6.	Tryb pełnoekranowy	150
4.4.7.	Aplikacja „Init Direct3D”	151
4.5.	Wykrywanie błędów w aplikacjach Direct3D	152
4.6.	Podsumowanie	154
4.7.	Ćwiczenia	155
Rozdział 5.	Potok renderowania	159
5.1.	Złudzenie trójwymiarowości	159
5.2.	Reprezentacja modelu	162
5.3.	Kolory w grafice komputerowej	163
5.3.1.	Działania na kolorach	165
5.3.2.	Kolor 128-bitowy	165
5.3.3.	Kolor 32-bitowy	166
5.4.	Etapy potoku renderowania	168
5.5.	Etap zbierania danych	168

5.5.1.	Wierzchołki	168
5.5.2.	Topologia prymitywów	168
5.5.3.	Indeksy	173
5.6.	Etap cieniowania wierzchołków	175
5.6.1.	Przestrzeń lokalna i przestrzeń świata	175
5.6.2.	Przestrzeń widoku	179
5.6.3.	Rzutowanie i jednorodna przestrzeń obcinania	182
5.7.	Etap teselacji	190
5.8.	Etap cieniowania geometrii	191
5.9.	Obcinanie	191
5.10.	Etap rasteryzacji	193
5.10.1.	Przekształcenie okna widoku	193
5.10.2.	Usuwanie niewidocznych powierzchni	194
5.10.3.	Interpolacja atrybutów wierzchołków	195
5.11.	Etap cieniowania pikseli	197
5.12.	Etap łączenia wyników	197
5.13.	Podsumowanie	197
5.14.	Ćwiczenia	198
Rozdział 6.	Rysowanie w Direct3D	203
6.1.	Wierzchołki i formaty wejścia	203
6.2.	Bufory wierzchołków	208
6.3.	Indeksy i bufory indeksów	212
6.4.	Przykładowy shader wierzchołków	215
6.5.	Bufor stały	218
6.6.	Przykładowy shader pikseli	219
6.7.	Stany renderowania	221
6.8.	Efekty	224
6.8.1.	Pliki efektów	224
6.8.2.	Kompilacja shaderów	226
6.8.3.	Łączenie efektów z aplikacją C++	229
6.8.4.	Rysowanie za pomocą efektów	230
6.8.5.	Wczesna kompilacja efektu	231
6.8.6.	Framework efektów jako „generator shaderów”	233
6.8.7.	Kod asemblera	237
6.9.	Aplikacja „Box”	242
6.10.	Aplikacja „Hills”	248
6.10.1.	Generowanie wierzchołków siatki	248
6.10.2.	Generowanie indeksów siatki	251
6.10.3.	Funkcja wyznaczająca wysokość	252
6.11.	Aplikacja „Shapes”	254
6.11.1.	Tworzenie siatki walca	255
6.11.2.	Tworzenie siatki sfery	259
6.11.3.	Tworzenie siatki sfery geodezyjnej	259
6.11.4.	Kod aplikacji	262
6.12.	Ładowanie geometrii z pliku	266
6.13.	Dynamiczne bufory wierzchołków	266
6.14.	Podsumowanie	269
6.15.	Ćwiczenia	271

Rozdział 7. Oświetlenie	275
7.1. Interakcja między światłem i materiałem	276
7.2. Wektory normalne	277
7.2.1. Obliczanie wektorów normalnych	279
7.2.2. Przekształcenia wektorów normalnych	280
7.3. Prawo Lamberta	283
7.4. Światło rozproszone	283
7.5. Światło otoczenia	285
7.6. Światło odbite	285
7.7. Podsumowanie modelu	288
7.8. Określanie kolorów materiałów	289
7.9. Światła równoległe	291
7.10. Światła punktowe	291
7.10.1. Wygaszanie	292
7.10.2. Zasięg	293
7.11. Światła reflektorowe	293
7.12. Implementacja	294
7.12.1. Struktury oświetlenia	294
7.12.2. Upakowanie struktur	296
7.12.3. Implementacja światel kierunkowych	298
7.12.4. Implementacja światel punktowych	299
7.12.5. Implementacja światel reflektorowych	300
7.13. Aplikacja „Lighting”	301
7.13.1. Plik efektu	301
7.13.2. Kod aplikacji C++	304
7.13.3. Obliczanie normalnych	306
7.14. Aplikacja „Lit Skull”	307
7.15. Podsumowanie	309
7.16. Ćwiczenia	310
Rozdział 8. Tekstury	313
8.1. Podsumowanie wiadomości na temat tekstur i zasobów	313
8.2. Współrzędne tekstury	316
8.3. Tworzenie i włączanie obsługi tekstury	318
8.4. Filtry	320
8.4.1. Powiększanie	320
8.4.2. Pomniejszanie	323
8.4.3. Filtrowanie anizotropowe	324
8.5. Próbkowanie tekstur	324
8.6. Tekstury i materiały	326
8.7. Aplikacja „Crate”	326
8.7.1. Określanie współrzędnych tekstury	326
8.7.2. Tworzenie tekstury	327
8.7.3. Ustawianie tekstury	327
8.7.4. Aktualizacja efektu bazowego	328
8.8. Tryby adresowania	332
8.9. Przekształcanie tekstur	335
8.10. Aplikacja „Land Tex”	335
8.10.1. Generowanie współrzędnych tekstury dla siatki	336

8.10.2. Kafelkowanie	337
8.10.3. Animacja tekstury	338
8.11. Formaty kompresji tekstur	338
8.12. Podsumowanie	341
8.13. Ćwiczenia	341
Rozdział 9. Mieszanie kolorów	345
9.1. Równanie mieszania	346
9.2. Operacje mieszania	347
9.3. Współczynniki mieszania	347
9.4. Stan mieszania	348
9.5. Przykłady	351
9.5.1. Mieszanie bez zapisu koloru	351
9.5.2. Dodawanie i odejmowanie kolorów	352
9.5.3. Mnożenie kolorów	352
9.5.4. Przezroczystość	353
9.5.5. Mieszanie kolorów a bufor głębokości	354
9.6. Kanały alfa	355
9.7. Obcinanie pikseli	356
9.8. Mgła	360
9.9. Podsumowanie	365
9.10. Ćwiczenia	366
Rozdział 10. Szablonowanie	369
10.1. Formaty buforów głębokości/szablonu i ich czyszczenie	370
10.2. Test szablonu	371
10.3. Blok stanu głębokości/szablonu	372
10.3.1. Ustawienia głębi	372
10.3.2. Ustawienia szablonu	373
10.3.3. Tworzenie i wiązanie stanu głębokości/szablonu	374
10.3.4. Stany głębokości/szablonu w plikach efektów	375
10.4. Implementacja luster płaskich	376
10.4.1. Symulowanie lustra	376
10.4.2. Definiowanie stanów głębokości/szablonu lustra	378
10.4.3. Rysowanie sceny	379
10.4.4. Kolejność nawijania i odbicia	381
10.5. Implementacja cieni płaskich	382
10.5.1. Cienie światła równoległych	382
10.5.2. Cienie światła punktowych	385
10.5.3. Uogólniona macierz cienia	386
10.5.4. Zapobieganie podwójnemu mieszaniu przy użyciu bufora szablonowego	386
10.5.5. Kod cienia	387
10.6. Podsumowanie	388
10.7. Ćwiczenia	389
Rozdział 11. Cieniowanie geometrii	395
11.1. Programowanie shaderów geometrii	396
11.2. Aplikacja „Tree Billboards”	400
11.2.1. Założenia	400

11.2.2.	Struktura wierzchołka	403
11.2.3.	Plik efektu	403
11.2.4.	Obiekt SV_PrimitiveID	408
11.3.	Tablice tekstur	409
11.3.1.	Założenia	409
11.3.2.	Próbkowanie tablicy tekstur	410
11.3.3.	Ładowanie tablic tekstur	410
11.3.4.	Podzasoby tekstury	414
11.4.	Technika alpha-to-coverage	415
11.5.	Podsumowanie	416
11.6.	Ćwiczenia	418

Rozdział 12. Shader obliczeniowy 421

12.1.	Wątki i grupy wątków	422
12.2.	Prosty shader obliczeniowy	425
12.3.	Zasoby danych wejściowych i wyjściowych	426
12.3.1.	Wejściowe tekstury	426
12.3.2.	Tekstury wyjściowe i widoki nieuporządkowanego dostępu (UAV)	426
12.3.3.	Indeksowanie i próbkowanie tekstur	428
12.3.4.	Zasoby ustrukturyzowanych buforów	430
12.3.5.	Kopiowanie wyników shadera obliczeniowego do pamięci systemowej	433
12.4.	Wartości systemowe identyfikujące wątki	436
12.5.	Bufor dopisywania i bufor konsumowany	437
12.6.	Pamięć współdzielona i synchronizacja	439
12.7.	Aplikacja „Blur”	440
12.7.1.	Algorytm rozmywania	440
12.7.2.	Renderowanie do tekstury	443
12.7.3.	Implementacja rozmycia	445
12.7.4.	Program shadera obliczeniowego	449
12.8.	Inne źródła	454
12.9.	Podsumowanie	455
12.10.	Ćwiczenia	457

Rozdział 13. Etapy teselacji 459

13.1.	Typy prymitywów teselacji	460
13.1.1.	Teselacja i shader wierzchołków	461
13.2.	Shader powłoki	461
13.2.1.	Stały shader powłoki	461
13.2.2.	Shader powłoki punktów kontrolnych	463
13.3.	Etap teselatora	465
13.3.1.	Przykłady teselacji czworokątnej łaty	465
13.3.2.	Przykłady teselacji trójkątnej łaty	466
13.4.	Shader dziedziny	466
13.5.	Teselacja czworokąta	468
13.6.	Czworokątne łaty Béziera trzeciego stopnia	471
13.6.1.	Krzywe Béziera	471
13.6.2.	Powierzchnie Béziera trzeciego stopnia	474

13.6.3. Kod do obliczeń powierzchni Béziera trzeciego stopnia	475
13.6.4. Określanie geometrii lat	476
13.7. Podsumowanie	478
13.8. Ćwiczenia	479

CZĘŚĆ III TEMATY

Rozdział 14. Kamera pierwszej osoby	483
14.1. Przekształcanie widoku	483
14.2. Klasa kamery	485
14.3. Implementacje wybranych metod	486
14.3.1. Metody zwracające wartość XMVECTOR	486
14.3.2. Metoda SetLens	487
14.3.3. Dodatkowe informacje o ostrośłupie widzenia	487
14.3.4. Przekształcanie kamery	488
14.3.5. Budowa macierzy widoku	489
14.4. Użycie klasy kamery	490
14.5. Podsumowanie	491
14.6. Ćwiczenia	492
Rozdział 15. Instancjonowanie i usuwanie powierzchni poza ostrośłupem widzenia	493
15.1. Instancjonowanie sprzętowe	493
15.1.1. Shader wierzchołków	494
15.1.2. Przesyłanie strumieniowe danych instancji	495
15.1.3. Rysowanie danych instancji	496
15.1.4. Tworzenie bufora instancji	497
15.2. Bryły brzegowe i ostrośłupy widzenia	498
15.2.1. Biblioteka XNA Collision	498
15.2.2. Prostopadłościany	498
15.2.3. Sfery	503
15.2.4. Ostrośłupy widzenia	503
15.3. Usuwanie powierzchni poza ostrośłupem widzenia	508
15.4. Podsumowanie	511
15.5. Ćwiczenia	512
Rozdział 16. Wskazywanie obiektów	515
16.1. Przekształcanie ekranu do okna rzutu	517
16.2. Promień wskazujący w przestrzeni świata/lokalnej	520
16.3. Przecięcie promienia i siatki obiektu	521
16.3.1. Przecięcie promienia i prostopadłościanu AABB	522
16.3.2. Przecięcie promienia i sfery	523
16.3.3. Przecięcie promienia i trójkąta	524
16.4. Aplikacja demonstracyjna	526
16.5. Podsumowanie	527
16.6. Ćwiczenia	527

Rozdział 17. Mapowanie sześciennne	529
17.1. Mapowanie sześciennne	529
17.2. Tekstury otoczenia	531
17.2.1. Ładowanie i używanie tekstur sześciennych w Direct3D	534
17.3. Teksturowanie nieba	535
17.4. Modelowanie odbić	537
17.5. Dynamiczne tekstury sześciennne	539
17.5.1. Budowa tekstury sześciennnej i widoków celu renderowania	539
17.5.2. Budowa bufora głębokości i okna widoku	542
17.5.3. Ustawianie kamery	543
17.5.4. Rysowanie do tekstury sześciennnej	544
17.6. Dynamiczne tekstury sześciennne w shaderze geometrii	545
17.7. Podsumowanie	547
17.8. Ćwiczenia	548
Rozdział 18. Mapowanie normalnych i mapowanie przemieszczeń	551
18.1. Do czego nam to potrzebne?	551
18.2. Mapy normalnych	552
18.3. Przestrzeń tekstury (przestrzeń styczna)	555
18.4. Przestrzeń styczna do wierzchołka	557
18.5. Przekształcanie z przestrzeni stycznej do przestrzeni obiektu	558
18.6. Mapowanie normalnych w kodzie shadera	559
18.7. Mapowanie przemieszczeń	563
18.8. Mapowanie przemieszczeń w kodzie shadera	565
18.8.1. Typ prymitywu	565
18.8.2. Shader wierzchołków	566
18.8.3. Shader powłoki	567
18.8.4. Shader dziedziny	569
18.9. Podsumowanie	570
18.10. Ćwiczenia	571
Rozdział 19. Renderowanie terenu	575
19.1. Mapy wysokości	575
19.1.1. Tworzenie mapy wysokości	577
19.1.2. Ładowanie pliku RAW	578
19.1.3. Wygładzanie	579
19.1.4. Widok zasobu shadera mapy wysokości	582
19.2. Teselacja terenu	583
19.2.1. Budowa siatki	583
19.2.2. Shader wierzchołków terenu	586
19.2.3. Współczynniki teselacji	587
19.2.4. Mapowanie przemieszczeń	589
19.2.5. Szacowanie wektora stycznego i normalnego	590
19.3. Usuwanie lat poza ostrosłupem widzenia	591
19.4. Teksturowanie	596
19.5. Wysokość terenu	598
19.6. Podsumowanie	601
19.7. Ćwiczenia	602

Rozdział 20. Systemy cząsteczek i wyjście strumieniowe	605
20.1. Reprezentacja cząsteczek	605
20.2. Ruch cząsteczek	607
20.3. Losowość	609
20.4. Mieszanie kolorów i systemy cząsteczek	611
20.5. Wyjście strumieniowe	613
20.5.1. Tworzenie shadera geometrii dla wyjścia strumieniowego	613
20.5.2. Wyjście strumieniowe bez renderowania	614
20.5.3. Tworzenie bufora wierzchołków dla wyjścia strumieniowego	616
20.5.4. Wiązanie z etapem wyjścia strumieniowego	616
20.5.5. Odwiązywanie od etapu wyjścia strumieniowego	616
20.5.6. Automatyczne rysowanie	617
20.5.7. Przełączanie buforów wierzchołków	617
20.6. System cząsteczek bazujący na procesorze graficznym	618
20.6.1. Efekty cząsteczkowe	618
20.6.2. Klasa ParticleSystem	618
20.6.3. Emitery	620
20.6.4. Inicjalizacja bufora wierzchołków	620
20.6.5. Metoda Update/Draw	621
20.7. Ogień	623
20.8. Deszcz	627
20.9. Podsumowanie	632
20.10. Ćwiczenia	633
Rozdział 21. Mapowanie cieni	635
21.1. Renderowanie głębokości sceny	635
21.2. Rutowanie ortograficzne	638
21.3. Współrzędne rzutowe tekstury	640
21.3.1. Implementacja	642
21.3.2. Punkty poza ostrosłupem widzenia	643
21.3.3. Rutowanie ortograficzne	643
21.4. Mapowanie cieni	644
21.4.1. Opis algorytmu	644
21.4.2. Obciążanie głębokości i aliasing	645
21.4.3. Filtrowanie PCF	648
21.4.4. Budowa mapy cieni	652
21.4.5. Współczynnik cienia	656
21.4.6. Test zacielenia	657
21.4.7. Renderowanie mapy cieni	661
21.5. Duże jądra PCF	661
21.5.1. Funkcje DDX i DDY	662
21.5.2. Rozwiązanie problemu dużego jądra PCF	663
21.5.3. Alternatywne rozwiązanie problemu dużego jądra PCF	665
21.6. Podsumowanie	666
21.7. Ćwiczenia	667

Rozdział 22. Okluzja otoczenia	669
22.1. Okluzja otoczenia na podstawie śledzenia promieni	669
22.2. Okluzja otoczenia przestrzeni ekranu	674
22.2.1. Przebieg renderowania normalnych i głębokości	674
22.2.2. Przebieg okluzji otoczenia	675
22.2.3. Przebieg rozmycia	683
22.2.4. Wykorzystanie mapy okluzji otoczenia	686
22.3. Podsumowanie	689
22.4. Ćwiczenia	689
Rozdział 23. Siatki	693
23.1. Format .m3d	694
23.1.1. Nagłówek	694
23.1.2. Materiały	695
23.1.3. Podzbiory	696
23.1.4. Wierzchołki i indeksy trójkątów	697
23.2. Geometria siatki	699
23.3. Klasa BasicModel	700
23.4. Aplikacja „Mesh Viewer”	701
23.5. Podsumowanie	701
23.6. Ćwiczenia	702
Rozdział 24. Kwaterniony	703
24.1. Liczby zespolone	704
24.1.1. Definicje	704
24.1.2. Interpretacja geometryczna	705
24.1.3. Postać biegunowa i obroty	705
24.2. Algebra kwaternionów	707
24.2.1. Definicja i podstawowe działania	707
24.2.2. Wzory skróconego mnożenia	708
24.2.3. Własności	708
24.2.4. Konwersje	709
24.2.5. Sprzężenie i norma	709
24.2.6. Kwaterniony odwrotne	710
24.2.7. Postać biegunowa	711
24.3. Kwaterniony jednostkowe i obroty	712
24.3.1. Operator obrotu	712
24.3.2. Kwaternionowy operator obrotu w postaci macierzy	714
24.3.3. Zapis macierzy w postaci kwaternionowego operatora obrotu	716
24.3.4. Złożenie	717
24.4. Interpolacja kwaternionów	718
24.5. Funkcje kwaternionowe XNA Math	723
24.6. Aplikacja „Quaternions”	723
24.7. Podsumowanie	728
24.8. Ćwiczenia	729

Rozdział 25. Animacja postaci	731
25.1. Hierarchie układów odniesienia	731
25.1.1. Ujęcie matematyczne	733
25.2. Siatki-skóry	735
25.2.1. Definicje	735
25.2.2. Przekształcenie kość – szkielet	736
25.2.3. Przekształcenie siatka – kość	736
25.2.4. Animacja szkieletu	737
25.2.5. Obliczanie przekształcenia finalnego	738
25.3. Uśrednianie wierzchołków	740
25.4. Ładowanie danych animacji w formacie .m3d	743
25.4.1. Dane wierzchołka skóry	743
25.4.2. Przekształcenia siatka – kość	744
25.4.3. Hierarchia	745
25.4.4. Dane animacji	746
25.4.5. Klasa M3DLoader	748
25.5. Aplikacja „Skinned Mesh”	749
25.6. Podsumowanie	750
25.7. Ćwiczenia	751
Dodatek A Wprowadzenie do programowania Windows	753
A.1. Zagadnienia podstawowe	754
A.1.1. Zasoby	754
A.1.2. Zdarzenia, kolejka komunikatów, komunikaty i pętla komunikatów	754
A.1.3. Interfejs graficzny	755
A.1.4. Unicode	755
A.2. Prosta aplikacja Windows	755
A.3. Analiza prostej aplikacji Windows	760
A.3.1. Dołączanie plików, zmienne globalne i prototypy	761
A.3.2. Funkcja WinMain	761
A.3.3. Struktura WNDCLASS i jej rejestracja	762
A.3.4. Tworzenie i wyświetlanie okna	763
A.3.5. Pętla komunikatów	765
A.3.6. Procedura okna	766
A.3.7. Funkcja MessageBox	768
A.4. Ulepszona pętla komunikatów	768
A.5. Podsumowanie	769
A.6. Ćwiczenia	770
Dodatek B Język HLSL	771
Typy zmiennych	771
Typy skalarne	771
Typy wektorowe	771
Typy macierzowe	772
Tablice	773
Struktury	774
Słowo kluczowe typedef	774

Modyfikatory zmiennych	774
Rzutowanie typów	775
Słowa zastrzeżone i operatory	775
Słowa kluczowe	775
Operatory	775
Przepływ programu	777
Funkcje	778
Funkcje użytkownika	778
Funkcje wbudowane	779
Dodatek C Wybrane zagadnienia geometrii analitycznej	783
C.1. Promienie, proste i odcinki	783
C.2. Równoległoboki	784
C.3. Trójkąty	785
C.4. Płaszczyzny	786
C.4.1. Płaszczyzny XNA Math	787
C.4.2. Wzajemne położenie punktu i płaszczyzny	787
C.4.3. Obliczanie płaszczyzny	788
C.4.4. Normalizacja płaszczyzny	789
C.4.5. Przekształcanie płaszczyzny	789
C.4.6. Najbliższy punkt na płaszczyźnie względem danego punktu	789
C.4.7. Przecięcie promienia i płaszczyzny	790
C.4.8. Odbijanie wektorów	791
C.4.9. Odbijanie punktów	791
C.4.10. Macierz odbicia	792
C.5. Ćwiczenia	793
Dodatek D Rozwiązania wybranych ćwiczeń	795
Rozdział 1.	795
Rozdział 2.	798
Rozdział 3.	802
Rozdział 5.	810
Rozdział 8.	816
Rozdział 10.	818
Rozdział 11.	819
Rozdział 12.	819
Rozdział 14.	819
Rozdział 15.	820
Rozdział 18.	823
Rozdział 21.	823
Rozdział 24.	825
Dodatek C	832
Bibliografia	837
Skorowidz	841

