
Wstęp	19
1. Podstawy	23
1.1. Składnia	24
1.2. Typy danych.....	25
1.3. Układ współrzędnych.....	25
1.4. Barwy	26
1.5. Bufor ramki	26
1.6. Okno renderingu.....	26
1.7. Maszyna stanów	27
1.8. Obsługa błędów	27
2. Pierwszy program	29
2.1. Rysowanie sceny 3D.....	30
2.1.1. Kolor tła	30
2.1.2. Czyszczenie bufora koloru	30
2.1.3. Kolor obiektu	31
2.1.4. Definiowanie obiektu	31
2.1.5. Wykonanie poleceń OpenGL i zamiana buforów koloru.....	31
2.2. Tworzenie okna renderingu	31
2.3. Obsługa menu podręcznego.....	32
3. Definiowanie sceny 3D	35
3.1. Obszar renderingu.....	36
3.2. Macierze przekształceń.....	36
3.3. Rzutowanie prostokątne	36
3.4. Rzutowanie perspektywiczne.....	38
3.5. Położenie obserwatora	39
3.6. Ograniczanie bryły obcinania.....	40
3.7. Przeliczanie współrzędnych w przestrzeni okna i współrzędnych w przestrzeni widoku.....	40
3.8. Programy przykładowe.....	41
4. Przekształcenia geometryczne	47
4.1. Obrót	48
4.2. Skalowanie	48
4.3. Przesunięcie.....	48
4.4. Mnożenie macierzy	49
4.5. Ładowanie macierzy	49

4.6.	Składanie przekształceń.....	49
4.7.	Stos macierzy.....	50
4.8.	Programy przykładowe.....	50
5.	Okrawanie i obcinanie.....	57
5.1.	Okrawanie obrazu.....	58
5.2.	Płaszczyzny obcinające.....	58
5.3.	Program przykładowy.....	59
6.	Elementarne obiekty geometryczne.....	61
6.1.	Wybór rodzaju prymitywu.....	62
6.2.	Definiowanie współrzędnych wierzchołków figur.....	63
6.2.1.	Funkcje z grupy glVertex2.....	64
6.2.2.	Funkcje z grupy glVertex3.....	64
6.2.3.	Funkcje z grupy glVertex4.....	64
6.3.	Prostokąty.....	64
6.4.	Punkty.....	64
6.5.	Linie.....	65
6.6.	Programy przykładowe.....	66
7.	Wielokąty.....	69
7.1.	Strony wielokąta.....	70
7.2.	Tryby rysowania.....	70
7.3.	Wypełnianie wielokątów wzorem.....	71
7.4.	Ukrywanie krawędzi wielokąta.....	71
7.5.	Podział wielokątów.....	71
7.5.1.	Definicja wielokąta.....	72
7.5.2.	Funkcje zwrotne.....	72
7.5.3.	Właściwości kafelkowania.....	74
7.5.4.	Wektory normalne.....	75
7.6.	Programy przykładowe.....	75
8.	Kolory i cieniowanie.....	83
8.1.	Bufor koloru.....	84
8.2.	Kolor – tryb bezpośredni.....	84
8.2.1.	Funkcje z grupy glColor3.....	84
8.2.2.	Funkcje z grupy glColor4.....	85
8.3.	Kolor – tryb indeksowy.....	85
8.4.	Cieniowanie.....	86

8.5.	Rozsiewanie kolorów	86
8.6.	Maskowanie składowych kolorów	86
8.7.	Program przykładowy	86
9.	Rozszerzenia	89
9.1.	Implementacja biblioteki OpenGL	90
9.2.	Specyfikacje rozszerzeń	90
9.2.1.	Nazwa	91
9.2.2.	Identyfikatory	91
9.2.3.	Kontakt	91
9.2.4.	Status	91
9.2.5.	Wersja	91
9.2.6.	Numer	91
9.2.7.	Zależności	91
9.2.8.	Omówienie	92
9.2.9.	Własności intelektualne	92
9.2.10.	Zagadnienia	92
9.2.11.	Nowe procedury i funkcje	92
9.2.12.	Nowe typy	92
9.2.13.	Nowe stałe	92
9.2.14.	Uzupełnienia do specyfikacji OpenGL i innych bibliotek	92
9.2.15.	Błędy	92
9.2.16.	Nowe zmienne maszyny stanu	92
9.2.17.	Nowe zmienne maszyny stanu zależne od implementacji	92
9.2.18.	Przykładowy kod	93
9.2.19.	Testy zgodności	93
9.2.20.	Historia korekt	93
9.3.	Używanie rozszerzeń	93
9.3.1.	Standardowe pliki nagłówkowe	93
9.3.2.	Pliki nagłówkowe rozszerzeń	93
9.3.3.	OpenGL w systemach Microsoft Windows	94
9.3.4.	OpenGL w systemach Linux (UNIX)	95
9.4.	Dodatkowe biblioteki	96
9.5.	Programy przykładowe	96
10.	Mapy bitowe	103
10.1.	Pozycja rastra	104
10.1.1.	Funkcje z grupy glRasterPos2	105
10.1.2.	Funkcje z grupy glRasterPos3	105
10.1.3.	Funkcje z grupy glRasterPos4	105

10.1.4. Funkcje z grupy glWindowPos2.....	105
10.1.5. Funkcje z grupy glWindowPos3.....	105
10.2. Rysowanie mapy bitowej.....	105
10.3. Dane mapy bitowej.....	106
10.4. Programy przykładowe.....	108
11. Mapy pikselowe.....	113
11.1. Rysowanie mapy pikselowej.....	114
11.1.1. Format danych mapy pikselowej.....	114
11.1.2. Format pikseli mapy pikselowej.....	115
11.1.3. Upakowane formaty pikseli.....	115
11.2. Wybór docelowego bufora kolorów.....	118
11.3. Odczyt mapy pikselowej.....	119
11.4. Kopiowanie mapy pikselowej.....	120
11.5. Skalowanie mapy pikselowej.....	120
11.6. Transfer pikseli.....	120
11.7. Program przykładowy.....	122
12. Bufor głębokości.....	131
12.1. Działanie bufora głębokości.....	132
12.2. Włączenie bufora głębokości.....	132
12.3. Test bufora głębokości.....	132
12.4. Czyszczenie bufora głębokości.....	133
12.5. Zakres wartości bufora głębokości.....	133
12.6. Przesunięcie wartości głębi.....	133
12.7. Programy przykładowe.....	134
13. Światła i materiały.....	139
13.1. Włączenie oświetlenia.....	140
13.2. Włączanie źródła światła.....	140
13.3. Rodzaje światel.....	140
13.4. Właściwości źródeł światła.....	141
13.5. Właściwości modelu oświetlenia.....	142
13.6. Materiały.....	143
13.7. Śledzenie kolorów.....	144
13.8. Wektory normalne.....	145
13.9. Odczyt właściwości źródła światła i materiałów.....	146

13.10. Stos zmiennych stanu	146
13.11. Programy przykładowe	147
14. Listy wyświetlania	159
14.1. Tworzenie listy wyświetlania	160
14.2. Funkcje nieumieszczane na liście wyświetlania	160
14.3. Usuwanie list wyświetlania	161
14.4. Generowanie identyfikatorów list wyświetlania	161
14.5. Wykonywanie list wyświetlania	161
14.6. Program przykładowy	162
15. Mieszanie kolorów	167
15.1. Włączanie i wyłączanie mieszania kolorów	168
15.2. Równanie mieszania kolorów	168
15.3. Współczynniki mieszania kolorów	170
15.4. Rozłączne współczynniki mieszania kolorów	171
15.5. Testowanie składowej alfa	171
15.6. Programy przykładowe	172
16. Bufor szablonowy	177
16.1. Włączenie i wyłączenie bufora szablonowego	178
16.2. Czyszczenie bufora szablonowego	178
16.3. Sterowanie buforem szablonowym	178
16.4. Rozłączny bufor szablonowy	179
16.5. Programy przykładowe	180
17. Bufor akumulacyjny	191
17.1. Sterowanie buforem akumulacyjnym	192
17.2. Czyszczenie bufora akumulacyjnego	193
17.3. Programy przykładowe	193
18. Antyaliasing	199
18.1. Ustawienie jakości renderingu	200
18.2. Antyaliasing punktów	201
18.3. Antyaliasing linii	201
18.4. Antyaliasing wielokątów	202
18.5. Antyaliasing z użyciem bufora akumulacyjnego	202
18.6. Wielopróbkowanie	202
18.7. Programy przykładowe	204

19. Tekstury	213
19.1. Włączenie teksturowania	214
19.2. Definiowanie tekstury	214
19.2.1. Parametr target	214
19.2.2. Parametr level	215
19.2.3. Parametr internalformat	215
19.2.4. Parametry width, height i depth.....	216
19.2.5. Parametr border	216
19.2.6. Parametr format	216
19.2.7. Parametr type	216
19.2.8. Parametr pixels	218
19.3. Kopiowanie tekstury z bufora kolorów	218
19.4. Zmiana części danych tekstury	218
19.5. Pobieranie danych tekstury	219
19.6. Współrzędne tekstur.....	220
19.6.1. Definiowanie współrzędnych s	221
19.6.2. Definiowanie współrzędnych s i t	221
19.6.3. Definiowanie współrzędnych s , t i r	221
19.6.4. Definiowanie współrzędnych s , t , r i q	222
19.7. Właściwości tekstur	222
19.8. Filtrowanie tekstur.....	223
19.9. Zawijanie tekstur.....	223
19.10. Kolor obramowania.....	224
19.11. Mipmapy	224
19.11.1. Zakres poziomów mipmap	225
19.11.2. Poziom szczegółowości mipmap (LOD)	225
19.11.3. Generowanie mipmap.....	225
19.11.4. Automatyczne generowanie mipmap	226
19.12. Obiekty tekstur.....	226
19.13. Priorytety tekstur.....	227
19.14. Właściwości środowiska tekstur	228
19.15. Środowisko tekstur <code>GL_TEXTURE_ENV</code>	229
19.15.1. Tryby mieszania.....	229
19.15.2. Tryby mieszania w wieloteksturowaniu.....	231
19.15.3. Argumenty funkcji mieszania w wieloteksturowaniu	231
19.15.4. Skalowanie wyników mieszania w wieloteksturowaniu.....	233
19.15.5. Wartości domyślne parametrów	233

19.16. Środowisko tekstur GL_TEXTURE_FILTER_CONTROL.....	234
19.17. Środowisko tekstur GL_POINT_SPRITE.....	234
19.18. Tekstury zastępcze (proxy).....	234
19.19. Kompresja tekstur.....	235
19.19.1. Skompresowane formaty tekstur.....	235
19.19.2. Utworzenie skompresowanej tekstury.....	236
19.19.3. Aktualizacja skompresowanej tekstury.....	236
19.19.4. Pobranie skompresowanej tekstury.....	236
19.20. Wieloteksturowanie.....	236
19.20.1. Aktywna jednostka teksturująca.....	237
19.20.2. Współrzędne tekstur.....	237
19.21. Automatyczne generowanie współrzędnych tekstur.....	238
19.21.1. Odwzorowanie liniowe względem obiektu.....	238
19.21.2. Odwzorowanie liniowe względem kamery.....	239
19.21.3. Odwzorowanie kuliste.....	239
19.21.4. Odwzorowanie sześciennie.....	239
19.21.5. Pobieranie właściwości automatycznego generowania współrzędnych tekstur.....	239
19.22. Tekstury kubiczne.....	240
19.23. Drugorzędny kolor.....	240
19.24. Tekstury głębi.....	241
19.25. Tekstury sRGB.....	242
19.26. Programy przykładowe.....	242
20. Przetwarzanie obrazów.....	275
20.1. Transfer pikseli.....	276
20.2. Tablice kolorów.....	277
20.2.1. Tworzenie tablicy kolorów.....	277
20.2.2. Skalowanie i przesunięcie składowych kolorów.....	278
20.2.3. Zmiana danych tablicy kolorów.....	278
20.2.4. Pobieranie tablicy kolorów.....	279
20.2.5. Pobieranie właściwości tablic kolorów.....	279
20.3. Filtry splotowe.....	280
20.3.1. Włączenie filtracji.....	280
20.3.2. Definiowanie filtrów.....	280
20.3.3. Pobierania maski filtra z bufora kolorów.....	281
20.3.4. Właściwości filtrów.....	282
20.3.5. Pobieranie maski filtra.....	282
20.3.6. Pobieranie właściwości filtrów.....	282

20.4. Histogram.....	283
20.4.1. Obliczanie histogramu.....	283
20.4.2. Pobieranie danych histogramu.....	283
20.4.3. Pobieranie właściwości histogramu.....	283
20.4.4. Zerowanie histogramu.....	284
20.5. Operacja minimum-maksimum.....	284
20.5.1. Pobranie danych tablicy minimum-maksimum.....	284
20.5.2. Właściwości tablicy minimum-maksimum.....	284
20.5.3. Zerowanie tablicy minimum-maksimum.....	285
20.6. Macierz koloru.....	285
20.7. Programy przykładowe.....	285
21. Selekcja obiektów.....	297
21.1. Zmiana trybu renderowania.....	298
21.2. Stos nazw obiektów.....	298
21.3. Przetwarzanie rekordu trafień.....	299
21.4. Program przykładowy.....	299
22. Sprzężenie zwrotne.....	305
22.1. Zmiana trybu renderowania.....	306
22.2. Bufor sprzężenia zwrotnego.....	306
22.3. Przetwarzanie bufora sprzężenia zwrotnego.....	306
22.4. Program przykładowy.....	307
23. Tablice wierzchołków.....	311
23.1. Włączenie tablic wierzchołków.....	312
23.2. Definiowanie danych.....	312
23.3. Tablice przeplatane.....	314
23.4. Renderowanie danych.....	314
23.5. Indeksowe tablice wierzchołków.....	315
23.6. Pobieranie adresów tablic.....	316
23.7. Stos atrybutów klienta OpenGL.....	316
23.8. Programy przykładowe.....	317
24. Mgła.....	321
24.1. Właściwości mgły.....	322
24.2. Obliczanie mgły.....	322
24.3. Jakość mgły.....	323
24.4. Programy przykładowe.....	323

25. Systemy cząstek	331
25.1. Rozszerzona geometria punktów	332
25.2. Sprajty punktowe	333
25.3. Program przykładowy	333
26. Krzywe i powierzchnie Béziera	339
26.1. Krzywe Béziera	340
26.1.1. Tworzenie ewaluatorów	340
26.1.2. Renderowanie krzywej.....	341
26.2. Powierzchnie Béziera.....	341
26.2.1. Ewaluatory dwuwymiarowe.....	342
26.2.2. Rendering powierzchni	342
26.3. Pobieranie danych map.....	343
26.4. Programy przykładowe.....	344
27. NURBS	349
27.1. Obiekt NURBS	350
27.2. Krzywe NURBS.....	350
27.3. Powierzchnie NURBS.....	350
27.4. Funkcje zwrotne	351
27.5. Właściwości NURBS	353
27.5.1. Właściwość GLU_NURBS_MODE.....	353
27.5.2. Właściwość GLU_CULLING	353
27.5.3. Właściwość GLU_SAMPLING_METHOD.....	354
27.5.4. Właściwość GLU_SAMPLING_TOLERANCE.....	354
27.5.5. Właściwość GLU_PARAMETRIC_TOLERANCE.....	354
27.5.6. Właściwości GLU_U_STEP i GLU_V_STEP	354
27.5.7. Właściwość GLU_AUTO_LOAD_MATRIX	354
27.5.8. Właściwość GLU_DISPLAY_MODE.....	355
27.6. Pobieranie właściwości NURBS.....	355
27.7. Wycinanie fragmentów powierzchni	355
27.8. Programy przykładowe.....	355
28. Kwadryki	361
28.1. Tworzenie kwadryk.....	362
28.2. Generowanie kwadryk	362
28.3. Właściwości kwadryk	363
28.4. Obsługa błędów	363
28.5. Programy przykładowe.....	363

29. Testy zasłaniania	369
29.1. Bryły ograniczające.....	370
29.2. Obiekty analizy przesłonięć.....	370
29.3. Analiza przesłonięć.....	370
29.4. Właściwości obiektu analizy przesłonięć.....	371
29.5. Program przykładowy.....	371
30. Obiekty buforowe	375
30.1. Generowanie identyfikatorów obiektów.....	376
30.2. Tworzenie obiektów buforowych.....	376
30.3. Usuwanie obiektów.....	376
30.4. Ładowanie danych do obiektu.....	376
30.4. Zmiana danych bufora.....	378
30.5. Odwzorowanie obiektu buforowego.....	378
30.6. Obiekty buforowe tablic wierzchołków.....	379
30.7. Obiekty buforowe indeksowych tablic wierzchołków.....	379
30.8. Obiekty buforowe odczytu (rozpakowania) danych pikseli.....	379
30.9. Obiekty buforowe zapisu (spakowania) danych pikseli.....	379
30.10. Pobieranie właściwości obiektu.....	380
30.11. Pobieranie danych obiektu.....	380
30.12. Programy przykładowe.....	381
31. Cienie	387
31.1. Rzutowanie płaskich cieni.....	388
31.1.1. Macierz rzutowania.....	388
31.2. Bryły cieni.....	389
31.2.1. Krawędzie szkieletowe bryły cieni.....	389
31.2.2. Rendering sceny – metoda <i>depth pass</i>	390
31.2.3. Rendering sceny – metoda <i>depth fail</i>	391
31.2.4. Zastosowanie rozłącznego bufora szablonowego.....	392
31.3. Mapy cieni.....	392
31.3.1. Podstawy algorytmu.....	392
31.3.2. Projektcja tekstury głębi.....	394
31.3.3. Porównywanie wartości głębi.....	394
31.3.4. Ograniczenia algorytmu.....	394
31.4. Programy przykładowe.....	395

32. Mapowanie wypukłości	413
32.1. Matematyczne podstawy mapowania wypukłości	414
32.2. Wytłaczane mapowanie wypukłości	415
32.2.1. Wady i zalety EBM	416
32.2.2. Opis działania EBM	416
32.3. Mapowanie wektorów normalnych (DOT3)	418
32.3.1. Opis działania DOT3	419
32.3.2. Sprzętowa normalizacja wektorów kierunku źródła światła	419
32.4. Kompresja map wektorów normalnych i map wysokości	420
32.5. Programy przykładowe	420
33. GLSL	429
33.1. Procesor wierzchołków i fragmentów	430
33.2. Podstawy składni	431
33.2.1. Zbiór znaków	431
33.2.2. Komentarze	431
33.2.3. Słowa zarezerwowane	431
33.2.4. Identyfikatory	432
33.3. Preprocesor	432
33.3.1. Operatory	432
33.3.2. Instrukcje	432
33.3.3. Wbudowane makra	434
33.4. Podstawowe typy	434
33.4.1. Niejawne konwersje typów	435
33.4.2. Zakres widoczności zmiennych	435
33.4.3. Konstruktory	435
33.4.4. Typ void	435
33.4.5. Typ bool	435
33.4.6. Typ int	435
33.4.7. Typ float	436
33.4.8. Typy wektorowe	436
33.4.9. Typy macierzowe	437
33.4.10. Uchwyty tekstur	437
33.4.11. Struktury	437
33.4.12. Tablice	438
33.5. Operatory i wyrażenia	438
33.6. Kwalifikatory typów	440
33.6.1. const	440
33.6.2. attribute	441

33.6.3. uniform.....	441
33.6.4. varying.....	441
33.6.5. in.....	442
33.6.6. out.....	442
33.6.7. inout.....	442
33.6.8. invariant.....	442
33.7. Instrukcje i struktura programu	443
33.7.1. Definiowanie funkcji	443
33.7.2. Wywoływanie funkcji.....	444
33.7.3. Instrukcje sterujące	444
33.7.4. Pętle.....	444
33.7.5. Skoki.....	444
33.8. Wbudowane zmienne	445
33.8.1. Specjalne zmienne programów cieniowania wierzchołków	445
33.8.2. Specjalne zmienne programów cieniowania fragmentów	445
33.8.3. Wbudowane atrybuty programów cieniowania wierzchołków	446
33.8.4. Wbudowane stałe	446
33.8.5. Wbudowane zmienne jednorodne	447
33.8.6. Wbudowane zmienne udostępniane.....	450
33.9. Wbudowane funkcje	451
33.9.1. Funkcje trygonometryczne	452
33.9.2. Funkcje wykładnicze	452
33.9.3. Funkcje ogólne.....	453
33.9.4. Funkcje geometryczne.....	453
33.9.5. Funkcje macierzowe	453
33.9.6. Funkcje porównujące wektory.....	453
33.9.7. Funkcje próbkujące tekstury	454
33.9.8. Funkcje różniczkowe.....	456
33.9.9. Funkcje stochastyczne.....	456
34. Programy cieniowania.....	457
34.1. Obiekt programu cieniowania.....	458
34.1.1. Ładowanie kodu programu cieniowania.....	458
34.1.2. Kompilacja kodu programu cieniowania.....	458
34.2. Obiekt programów cieniowania	459
34.2.1. Dołączenie programu cieniowania do obiektu programów.....	459
34.2.2. Konsolidacja programów cieniowania	459
34.2.3. Sprawdzenie poprawności programów	459
34.2.4. Użycie programów cieniowania.....	460
34.2.5. Usuwanie obiektu programu cieniowania	460

34.2.6. Odłączenie programu cieniowania od obiektu programów	460
34.2.7. Usuwanie obiektu programów	460
34.3. Pobieranie informacji o obiekcie programu cieniowania	460
34.4. Pobieranie informacji o obiekcie programów	461
34.5. Zmienne jednorodne	463
34.5.1. Pobranie położenia zmiennej jednorodnej.....	463
34.5.2. Odczyt zmiennych jednorodnych.....	463
34.5.3. Zapis zmiennych jednorodnych.....	463
34.5.4. Pobranie informacji o aktywnych zmiennych jednorodnych.....	464
34.6. Atrybuty wierzchołków	465
34.6.1. Ogólne atrybuty wierzchołków.....	465
34.6.2. Nazwane atrybuty wierzchołków	465
34.6.3. Definiowanie atrybutów.....	466
34.6.4. Pobranie informacji o aktywnych atrybutach wierzchołków	467
34.7. Tablice wierzchołków atrybutów wierzchołków	467
34.7.1. Włączenie tablic	467
34.7.2. Definiowanie danych.....	467
34.7.3. Pobieranie adresu tablicy	468
34.7.4. Właściwości tablic wierzchołków atrybutów wierzchołków	468
34.8. Wielokrotne docelowe bufory koloru.....	469
34.9. Programy przykładowe.....	469
34.9.1. Światło kierunkowe	469
34.9.2. Światła pozycyjne	478
34.9.3. Teksturowanie.....	486
34.9.4. Mapowanie wypukłości	491
35. Optymalizacja	495
35.1. Pomiary szybkości.....	496
35.2. Weryfikacja błędów.....	496
35.3. Podstawowe zasady konstrukcji programów.....	497
35.4. Diagnozowanie wąskiego gardła wydajności.....	497
35.5. Ograniczenia sprzętowe.....	498
35.6. Metody redukcji obciążenia przetwarzania pikseli	500
35.6.1. Zmniejszenie wielkości obszaru renderingu	500
35.6.2. Redukcja liczby rysowanych ramek	500
35.6.3. Zmniejszenie liczby bitów koloru.....	500
35.6.4. Zmiana metody cieniowania	501
35.6.5. Wyłączenie rysowania tylnych stron wielokątów	501
35.6.6. Wybór metody filtracji tekstur	501
35.6.7. Zmniejszenie liczby testów bufora głębokości.....	501

35.6.8. Wybór rodzaju mgły	501
35.6.9. Wyłączenie rozsiewania kolorów	501
35.6.10. Redukcja operacji specjalnych na pikselach	501
35.6.11. Łączenie czyszczenia buforów	501
35.6.12. Ograniczenie obszaru czyszczenia buforów	502
35.6.13. Wybór formatu danych tekstur	502
35.6.14. Użycie obiektów tekstur.....	502
35.6.15. Wyłączenie wczytywania tekstur do odrębnego wątku.....	502
35.6.16. Wykorzystanie kompresji tekstur	502
35.6.17. Aktualizacja części danych tekstury	503
35.6.18. Określenie liczby potrzebnych mipmap.....	503
35.6.19. Wybór trybu mieszania tekstur	503
35.6.20. Wieloteksturowanie zamiast teksturowania wieloprzebiegowego.....	503
35.6.21. Operacje na mapach bitowych i mapach pikselowych.....	503
35.6.22. Korzystanie z obiektów buforowych pikseli.....	503
35.6.23. Uproszczenie programów cieniowania fragmentów	503
35.7. Metody redukcji obciążenia przetwarzania wierzchołków	504
35.7.1. Wybór właściwych prymitywów graficznych	504
35.7.2. Ograniczenie ilości kodu pomiędzy glBegin/glEnd	505
35.7.3. Wstępnie przetworzone współrzędne wierzchołków	506
35.7.4. Używanie wybranych operacji na macierzach.....	506
35.7.5. Wyłączenie automatycznej normalizacji wektorów normalnych.....	507
35.7.6. Grupowanie prymitywów ze względu na zmienne stanu	507
35.7.7. Wyłączenie automatycznego generowania współrzędnych tekstur	507
35.7.8. Uproszczenie oświetlenia	507
35.7.9. Wyłączenie dwustronnego oświetlenia	507
35.7.10. Testy zasłaniania.....	508
35.7.11. Korzystanie z list wyświetlenia	508
35.7.12. Korzystanie z tablic wierzchołków	508
35.7.13. Korzystanie z indeksowych tablic wierzchołków	508
35.7.14. Korzystanie z obiektów buforowych wierzchołków	508
35.7.15. Uproszczenie geometrii obiektów	508
35.7.16. Uproszczenie programów cieniowania wierzchołków.....	508
35.8. Optymalizacja z punktu widzenia producentów GPU	509
35.9. Aplikacje wspomagające optymalizację programów w OpenGL.....	509
Dodatki	511
Dodatek A. Elementy biblioteki GLUT.....	512
A.1. Inicjalizacja	512
A.2. Obsługa okien.....	513
A.2.1. Tworzenie okna.....	513

A.2.2.	Tworzenie okien podrzędnych	513
A.2.3.	Usuwanie okien	513
A.2.4.	Zmiana wielkości i położenia okna.....	514
A.2.5.	Tytuł okna	514
A.2.6.	Zmiana kursora okna	514
A.2.7.	Pozostałe funkcje do obsługi okien.....	515
A.3.	Obsługa zdarzeń	515
A.3.1.	Klawiatura.....	515
A.3.2.	Myszka	516
A.3.3.	Okna.....	516
A.3.4.	Zdarzenia systemowe	517
A.3.5.	Licznik czasowy	517
A.4.	Menu podręczne	517
A.4.1.	Tworzenie i usuwanie menu	517
A.4.2.	Elementy menu	517
A.4.3.	Menu wielopoziomowe	518
A.4.4.	Przycisk obsługi menu.....	518
A.5.	Pętla przetwarzania komunikatów.....	518
A.6.	Bryły w bibliotece GLUT	518
A.6.1.	Sfera	518
A.6.2.	Sześcian.....	519
A.6.3.	Stożek	519
A.6.4.	Torus	519
A.6.5.	Dwunastościan	519
A.6.6.	Czajnik.....	519
A.6.7.	Ośmiościan	520
A.6.8.	Czworościan.....	520
A.6.9.	Dwudziestościan.....	520
A.7.	Czcionki bitmapowe	520
A.8.	Rozszerzenia	521
A.9.	Zmienne stanu	521
A.10.	Programy przykładowe.....	522
Dodatek B.	Zmienne stanu	532
B.1.	Oznaczenia	532
B.2.	Program przykładowy	532
B.3.	Tabele ze zmiennymi stanu	534

Dodatek C. Format pliku TARGA	558
C.1. Budowa pliku TARGA	558
C.2. Sekcja TGA File Header	558
C.2.1. Pole <i>ID Length</i>	558
C.2.2. Pole <i>Color Map Type</i>	558
C.2.3. Pole <i>Image Type</i>	558
C.2.4. Pole <i>Color Map Specification</i>	559
C.2.5. Pole <i>Image Specification</i>	559
C.3. Sekcja <i>Image/Color Map Data</i>	560
C.4. Sekcja Developer Area	561
C.5. Sekcja Extension Area	561
C.5.1. Pole <i>Extension Size</i>	561
C.5.2. Pole <i>Author Name</i>	561
C.5.3. Pole <i>Author Comments</i>	561
C.5.4. Pole <i>Date/Time Stamp</i>	562
C.5.5. Pole <i>Job Name/ID</i>	562
C.5.6. Pole <i>Job Time</i>	562
C.5.7. Pole <i>Software ID</i>	562
C.5.8. Pole <i>Software Version</i>	562
C.5.9. Pole <i>Key Color</i>	562
C.5.10. Pole <i>Pixel Aspect Ratio</i>	562
C.5.11. Pole <i>Gamma Value</i>	563
C.5.12. Pole <i>Color Correction Offset</i>	563
C.5.13. Pole <i>Postage Stamp Offset</i>	563
C.5.14. Pole <i>Scan Line Offset</i>	563
C.5.15. Pole <i>Attributes Type</i>	563
C.5.16. Pole <i>Scan Line Table</i>	564
C.5.17. Pole <i>Postage Stamp Image</i>	564
C.5.18. Pole <i>Color Correction Table</i>	564
C.6. Sekcja <i>TGA File Footer</i>	564
C.7. Algorytm kompresji RLE	564
Indeks	565
Bibliografia	582