

ARKO

INTEL - Z-bufor

Aleksander Szulc

Zadanie 5.3 - program symuluje działanie mechanizmu Z-bufora. Wczytuje z pliku współrzędne trójkątów, a następnie rysuje je z uwzględnieniem cieniowania interpolowanego oraz z-bufora. W zadaniu przyjęto wariant z użyciem wyłącznie operacji na liczbach całkowitych.

1. Format wejścia / wyjścia.

Program odczytuje plik *opis.txt* o składni podanej w treści zadania. Jeżeli plik jest poprawny, wygenerowane zostaną pliki w formacie BMP bez kompresji:

- *scena.bmp* zawiera narysowane trójkąty opisane w *opis.txt*
- *zbufor.bmp* zawiera wizualizację zawartości Z-bufora w odcieniach szarości.

Program zakłada prawidłowe dane na wejściu.

2. Struktura programu.

Program składa się z pliku *zbuf.cpp* oraz dwóch kodów w assemblerze *init.asm* oraz *draw.asm*. Plik *zbuf.cpp* odpowiada za odczytywanie danych z wejścia oraz wywołanie funkcji *InitBuffers()* i *DrawTriangle()* napisanych w assemblerze.

2.1. Generowanie tła i Z-bufora - *InitBuffers()*.

W pierwszej kolejności program z wejścia odczytuje 5 liczb – rozmiar obrazu oraz wartości RGB koloru tła. Następnie wywoływana jest funkcja *InitBuffers()*, która inicjalizuje Z-bufor wartością początkową *0xFFFFFFFF* oraz ustawia tło.

2.2. Rysowanie trójkątów - *DrawTriangle()*.

Następnie program po kolei odczytuje współrzędne trójkątów i wywołuje funkcję *DrawTriangle()*, która je rysuje, cieniując metodą Gouraud. Wierzchołki są sortowane po współrzędnej *Y*, po czym rozpoczynając od punktu *A*, rysowane są poziome odcinki między punktami na obwodzie trójkąta. Przy rysowaniu poprzez interpolację po *Y* wyznacza się *X*, *Z* oraz kolor punktów *AB*, *AC*, *BC* (punktów na obwodzie), a następnie poprzez interpolację po *X* wyznacza się kolor oraz *Z* punktów na poziomych odcinkach.

Dany piksel rysowany jest wyłącznie, jeżeli ma mniejszą współrzędną *Z*, niż ten znajdujący się obecnie w Z-buforze (o tych samych współrzędnych). Przy zapisywaniu wartości piksela program odbija go względem osi *X*, wynika to z innej orientacji układu współrzędnych w treści zadania, a innej w formacie BMP gdzie punkt (0, 0) leży w lewym dolnym rogu.

2.3. Generowanie bitmap.

Na koniec następuje zapisanie do plików bitmap przechowywanych w pamięci programu. Dla Z-bufora następuje skalowanie wartości 32 bitowej do 8 bitowej wartości koloru. Dla *0xFFFFFFFF* piksel ma kolor czarny, dla 0 biały.

3. Oszacowanie błędów numerycznych.

Błędy numeryczne przy współrzędnych odcinków oraz wartości koloru mają

dwie przyczyny:

- a) Dokładność do jedności dla wyników niebędących liczbami całkowitymi.
- b) Odcinanie części niecałkowitej wyniku, zamiast zaokrąglania w górę lub w dół.

W zadaniu w celu zminimalizowania niedokładności przedstawiono szereg obliczeń. Przykładowo dla obliczenia współrzędnej X punktu P , leżącego na odcinku $P1-P2$ ze znaną wartością Y wzór wygląda następująco:

$$P.X = P2.X * (P.Y - P1.Y) / (P2.Y - P1.Y) + P1.X * (P2.Y - P.Y) / (P2.Y - P1.Y)$$

Błąd bezwzględny dla obliczeń wynosi 0 albo 1, jest to spowodowane brakiem zaokrąglania w górę, w związku z czym wyliczone współrzędne punktów bądź wartości kolorów w najgorszym przypadku będą się różniły o 1 w porównaniu do rozwiązania, gdzie zastosowano liczby zmiennopozycyjne z zaokrąglaniem.

Błąd względny natomiast może wynosić nawet do 100%. Przykładowo:

$$\begin{aligned} P1 &= (0; 0), \quad P2 = (15; 16), \quad P = (?, 1) \\ P.X &= 15 * (1 - 0) / (16 - 0) + 0 * (15) / (16) = 0.9545 \\ \lfloor P.X \rfloor &= 0 \\ \varepsilon &= \frac{0.9545 - 0}{0.9545} = 100\% \end{aligned}$$

Gdzie $P.X$ powinno zostać zaokrąglone do 1.

4. Testowanie.

Do testowania stworzony został skrypt *tester.sh*. Skrypt ten dla kolejnych testów *test1.txt* – *test10.txt* uruchamia program *test* w symulatorze, a wyniki zapisuje w plikach *scena1.bmp* – *scena10.bmp* oraz *zbufor1.bmp* – *zbufor10.bmp* w folderze *tests/*.

Nazwa testu	Komunikat	Komentarz
test1-3.txt	-	Testy poprawnościowe.
test4-8.txt	-	Losowo wygenerowane testy - po 5 trójkątów.
test9.txt	-	Losowo wygenerowany test - 100 trójkątów
test10.txt	-	Test pobrany z galera.ii.pw.edu.pl/~zsz/arko