

Janusz M. Zieliński

PRZYGOTOWANIE OBRAZÓW BARWNYCH DLA VIDEO STEREO-DIGITIZERA

Technika wizualizacji obrazów na ekranie kolorowego monitora systemu mikrokomputerowego była początkowo wykorzystywana w systemie VSD głównie do wizualizacji obrazów półtonalnych czarno-białych z wystarczającą liczbą możliwych do wyświetlenia półtonów oraz do wizualizacji barwnych kresek mapy wektorowej w kilku jaskrawych kolorach. Grafika mikrokomputerowa Super VGA umożliwiła, w dostatecznej rozdzielczości, wizualizację 64 półtonów przy zaledwie 4 półtonach wcześniej dostępnej grafiki EGA. Możliwość pozyskania cyfrowych obrazów barwnych postawiła przed VSD problem wizualizacji takich obrazów. Zwiększenie czytelności interpretowanych szczegółów oraz wzbogacenie zakresu klasyfikacji obiektów usprawiedliwiało podjęcie wysiłku projektowego. Założenie o przydatności VSD dla standardowego zestawu mikrokomputerowego mogło być spełnione dzięki wprowadzeniu pewnych ograniczeń co do struktury i formatu obrazów barwnych. Jednak, jak wykazało doświadczenie, ograniczenia te nie wpłynęły w decydującym stopniu na jakość wizualizowanych obrazów, chociaż wprowadziły konieczność ich wcześniejszego przetworzenia.

Struktura cyfrowych obrazów barwnych

Skanery, czyli urządzenia przekształcające obrazy analogowe na cyfrowe, dostarczają informacji o obrazach w postaci tablic liczb opisujących uporządkowane (np. wierszami) elementy obrazu, tj. piksele. Jeżeli każdy piksel opisany jest tylko jedną liczbą, mamy do czynienia z obrazem monochromatycznym. Liczba odpowiadająca pikselowi, tzw. wartość piksela, jest tu funkcją jasności elementu obrazu, zwykle odpowiadającej pełnemu pasmu częstotliwości widzialnych.

Piksel obrazu barwnego opisywany jest przeważnie trzema liczbami, których wartości zależą od jasności elementu obrazu, każda w innym z trzech wąskich pasm częstotliwości odpowiednio dobranych. Wybór częstotliwości można uzależnić od miejsca i związanego z nim sposobu wizualizacji obrazu cyfrowego. Obrazy barwne, przeznaczone do wizualizacji na ekranie monitora komputerowego w barwach możliwie naturalnych, najczęściej składają się z informacji o jasnościach w pasmach częstotliwości odpowiadających barwom czerwonej, zielonej i niebieskiej, czyli

zgrupowanych w tzw. wyciągach R, G i B. Obrazy o 256 poziomach jasności dla każdego wyciągu noszą nazwę obrazów True Color a każdemu pikselowi odpowiadają trzy bajty pamięci przeznaczonej na obraz bez kompresji. Liczba kolorów dostępna dla tego standardu wynosi 256^3 , t.j. ok. 16.7 mln. Piksel, który może być tu widziany jako słowo 24-bitowe, zawiera pełną informację o swoim kolorze.

Innym, obecnie popularniejszym sposobem rejestracji obrazu cyfrowego barwnego jest zapis kodowany, zwany również indeksowanym. Barwa odpowiadająca pikselowi uzyskiwana jest za pośrednictwem tzw. palety, czyli tablicy kodującej kolory. Numery kolorów, t.j. ich pozycje w takiej tablicy, przypisywane są pikselom i rejestrowane w ciągach odpowiadających wierszom obrazu. Liczba kolorów dostępnych w obrazie indeksowanym jest ograniczona pojemnością informacyjną słowa przeznaczonego na piksel i zwykle wynosi 256, co odpowiada słowu 8-bitowemu, czyli pojedynczemu bajtowi.

Wizualizacja obrazów barwnych w systemie VSD

Wizualizacja obrazów cyfrowych na ekranie monitora stawia przed programistą dwa zasadnicze problemy - problem skali i problem odwzorowania piksela obrazu pikselem ekranowym.

Problem skali, czyli relacji pomiędzy pikselem obrazu a pikselem ekranu, rozwiązuje się inaczej przy powiększaniu obrazu, gdy jeden piksel obrazu wyświetlany jest za pomocą wielu pikseli ekranu, a inaczej przy pomniejszaniu, gdy wiele pikseli obrazu musi być wyświetlonych za pomocą jednego piksela. Za skalę podstawową, niezależną od rozmiarów obrazu oraz od rozdzielczości zarówno obrazu jak i ekranu, przyjęto skalę 1:1, odpowiadającą sytuacji, gdy jednemu pikselowi obrazu odpowiada jeden piksel ekranu.

Najprostszym i jednocześnie najszybszym sposobem na powiększanie obrazu jest zwykłe powielanie piksela obrazu na planie kwadratu. Ponieważ przy większych powiększeniach oko dostrzega nienaturalność tak powiększonego obrazu zastosowano dla obrazów monochromatycznych interpolowanie wartości dodawanych pikseli w kierunku wierszy i kolumn. W celu zniwelowania efektu rozmycia interpolacyjnego interpolowanie poprzedza się filtrowaniem obrazu uwypuklającym krawędzie. Podobny proces w zastosowaniu do obrazów barwnych może w ogólnym przypadku zwiększać ilość użytych barw i nie daje się łatwo zastosować do obrazów typu indeksowanego paleta.

Zmniejszenie obrazu może być realizowane poprzez eliminację nadmiarowych pikseli lub poprzez uśrednianie ich wartości. Uśrednianie, dające dobre efekty dla obrazów monochromatycznych, stwarza trudności przy obrazach indeksowanych. Jednak, jak wykazały eksperymenty i pewna praktyka, wizualizacja obrazów indeksowanych przy uproszczonej technice zmiany skali daje wyniki umożliwiające opracowywanie obrazów barwnych.

Problem wizualizacji piksela obrazu monochromatycznego sprowadza się do odwzorowania wartości piksela (zwykle od 0 do 255) na skalę półtonów (zw. w liczbie 64). Odwzorowanie liniowe zachowuje cechy jasności i kontrastu obrazu

oryginalnego. Cechy te mogą być poprawione poprzez zastosowanie innych odwzorowań. Mają tu zastosowanie funkcje odcinkami liniowe (np. uzyskiwane przez tzw. ograniczanie histogramu), odcinkami stałe (np. odwzorowanie równomierne) lub nieliniowe (np. wprowadzające korekcję gamma).

Wyrafinowanym sposobem wykorzystania możliwości korekty odwzorowania może być dynamiczna korekcja gamma pozwalająca na płynną zmianę odwzorowania dla fragmentu obrazu w celu uwypuklenia słabo widocznego szczegółu.

Wizualizacja w grafice SVGA obrazu tak monochromatycznego jak i barwnego oparta jest na predefiniowanej paletce 256 barw, przy czym paleta dla obrazów monochromatycznych zawiera continuum odcieni szarości zajmujące zwykle 64 pozycje. Definiowanie palety polega na przyporządkowaniu numerom barw trójek liczb określających jasności składowych R, G i B. Odpowiednio przygotowana paleta pozwala na utożsamienie wartości piksela z pozycją barwy i wyeliminowanie obliczeń z procesu wizualizacji, co znakomicie zwiększa jej szybkość. Cecha ta została wykorzystana przy technicznej realizacji grafiki SVGA przez programowanie ustawień parametrów przetwornika cyfrowo-analogowego w wyświetlaczu wg. zadawanej tablicy kolorów.

W systemie VSD wizualizującym parę stereoskopową obrazów cyfrowych istnieje konieczność ujednoczenia palet dla obu obrazów. Efekty uboczne, spowodowane wymuszeniem barw dla drugiego obrazu z pary, są do pominięcia dla obrazów o podobnej treści, zabarwieniu i kontraście co jest spełnione w sposób oczywisty dla pary obrazów odpowiedniej jakości.

Sposób konwersji obrazu barwnego do formatu właściwego dla VSD

Przygotowanie obrazów barwnych dla systemu VSD polega na przetworzeniu ich do formy obrazu indeksowanego, wyposażonego w odpowiednią paletę. Grafika systemu VSD, posługując się 256 barwami stosowanymi w standardzie SVGA, przeznaczając osiem ostatnich pozycji palety dla barw nakładek mapy wektorowej oraz dla barw tła, tekstów i ramek. Tak więc jedynie 248 barw może być swobodnie używanych do odwzorowania treści obrazu cyfrowego. W zależności od typu posiadanego obrazu cyfrowego, przed użyciem w systemie VSD musi on zostać przetworzony z postaci True Color do postaci indeksowanej wyżej opisaną paletą lub jeżeli posiada już formę indeksowaną, zwykle musi zostać przetworzony w celu uzyskania właściwej palety. Ponadto system VSD wymaga obecnie obrazów w formacie TIFF bez kompresji.

Skanowanie i przetwarzanie obrazów cyfrowych barwnych realizują we współpracy z odpowiednim sprzętem skanującym programowe systemy obróbki obrazów komputerowych, w szczególności Adobe Photoshop firmy Adobe Systems Incorporated i Aldus Photostyler firmy U-Lead Systems Inc. Przy ich pomocy można przekształcić barwny obraz cyfrowy do postaci wymaganej przez VSD zarówno pod względem formatu jak i typu palety.

Skanowanie obrazu barwnego wiąże się z przyjęciem odpowiedniej rozdzielczości skanowania w zależności od formatu posiadanego materiału zdjęciowego, pojemności nośników pamięci i szybkości transmisji danych w użytkowanym sprzęcie komputerowym.

Użytkowanie oprogramowania Photoshop wer.2.5 lub Photostyler wer.1.1 (oba działają w środowisku MS Windows) zapewnia dostępność do narzędzi programowych, przy pomocy których kompletny proces pozyskiwania obrazu cyfrowego z materiału zdjęciowego jest krótki i stosunkowo łatwy do przeprowadzenia. Elementami tego procesu dla obrazów barwnych są:

- skanowanie materiału transparentnego (negatywy, diapozytywy) lub refleksyjnego (odbitki papierowe),
- korekcja zeskanowanego obrazu, szczególnie istotna dla obrazów barwnych skanowanych z materiałów negatywowych,
- przetworzenie obrazu typu RGB do typu indeksowanego z wypełnioną co najwyżej w 248 pozycjach paletą, dobraną wg treści przetwarzanego obrazu lub obrazu tworzącego z przetwarzanym parę stereoskopową,
- zarejestrowanie obrazu w formacie TIFF nieskompresowanym.

Etap skanowania może zawierać elementy korekcji panchromatycznej oraz dla zdjęć negatywowych może być połączony z inwersją.

Korekcję zdjęć barwnych w odniesieniu do poszczególnych wyciągów barwnych można wykonywać procedurą automatyczną w przypadku, gdy treść obrazu wypełnia pełny obszar skanowania. Zdjęcia lotnicze pochodzące z kamer metrycznych zawierają w obszarze skanowania nienaświetlone obramowanie obejmujące swym zasięgiem znaczki tłowe i z tego powodu winny być korygowane wg wydzielonego, możliwie dużego obszaru zdjęcia wypełnionego wyłącznie treścią obrazu. Istnieje możliwość zarejestrowania parametrów korekcji jednego zdjęcia z pary w celu dokonania na ich podstawie identycznej korekcji drugiego zdjęcia. Podczas eksperymentów stwierdzono, że w procesie korekcji subiektywne dążenie do uzyskania w pełni naturalnych barw pozostaje często w sprzeczności z dążeniem do uzyskania maksymalnej percepcyjnej rozdzielczości czyli możliwie wysokiej wyrazistości szczegółów.

Etap przetworzenia obrazu RGB do postaci indeksowanej jest istotnym elementem procesu i w zależności od użytego narzędzia może być różnie realizowany. System Photoshop może budować optymalną paletę o zadanej liczbie pozycji (do 256) i należy tu przyjmować wartość 248 barw, natomiast Photostyler (wersja 1.1) zmusza do silniejszego ograniczenia liczby barw a mianowicie do $6 \times 6 \times 6 = 216$. Oba programy umożliwiają użycie palety zadanej z zewnątrz, co wykorzystuje się przy tworzeniu drugiego zdjęcia (prawego) pary stereoskopowej. Wiąże się to z zarejestrowaniem na dysku palety zdjęcia pierwszego (lewego) w postaci binarnego pliku wykorzystywanego później przez system VSD dla obu wizualizowanych obrazów.

Obrazy pozyskane z innych źródeł, np. obrazy barwne indeksowane pełnymi (256 pozycyjnymi) paletami lub pary stereoskopowe o różnych paletach wymagają dodatkowego przetworzenia systemami takimi jak Photoshop lub Photostyler. Może

to być realizowane poprzez uprzednie sprowadzenie obrazów do postaci RGB. Obrazy z dowolnych źródeł, o formatach innych niż TIFF niekompresowany, również mogą być przez powyższe systemy przekształcone do formatu właściwego dla VSD.

Algorytmy przetwarzania obrazów barwnych

Próbą wyeliminowania opisanych systemów z części procesu przetwarzania obrazów narzucanego przez VSD jest konstrukcja trzech następujących algorytmów przetwarzania cyfrowych obrazów barwnych :

A. redukcja palety obrazu indeksowanego

1. - sporządzenie trójwymiarowego histogramu frekwencji pikseli w przestrzeni RGB,
2. - selekcja barw o najmniejszych frekwencjach,
3. - selekcja barw najbardziej wzajemnie zbliżonych,
4. - łączenie barw wyselekcjonowanych j.w. przez wprowadzanie barw pośrednich

B. konwersja obrazu RGB do postaci indeksowanej

1. - wstępne liczenie użytych w obrazie barw przerywane osiągnięciem wartości granicznej, zastosowanej jako kryterium przyjęcia metody dyskretyzującej w opozycji do metody dyskretnej
- 2a. - met. dyskretyzująca - stosowana, gdy liczba barw jest większa od granicznej, polegająca na obliczeniu trójwymiarowego histogramu w założonych przedziałach oraz łączeniu przedziałów dla uzyskania histogramu możliwie równomiernego i obliczenie dla niego średnich barw w przedziałach grupowania,
- 2b. - met. dyskretna - stosowana przy niespełnionym warunku podanym powyżej, polegająca na obliczeniu trójwymiarowego histogramu dla istniejących barw,
3. - selekcja i łączenie barw jak w punkcie A.

C. Ujednolicenie palet par obrazów

- wspólna analiza pary obrazów (traktowanej jak obraz sklejonny) w sposób podany w punkcie A lub B.

Przy użyciu jednoprzebiegowego skanera UMAX typu UC1200SE z przystawką do skanowania materiałów transparentnych UTA-1, o powierzchni skanowania 203x300 mm (152x216 mm), rozdzielczości optycznej 600x1200 DPI (600x600 DPI), zeskanowano a następnie opracowywano w systemie VSD pary barwnych zdjęć naziemnych architektury, muzealnych obiektów architektonicznych, lotniczych zdjęć spektrostrefowych a ostatnio zdjęcia lotnicze z kamery niemetrycznej 6x6 cm. Wykorzystywano rozdzielczość 1200 DPI niekiedy redukowaną po skanowaniu do rozdzielczości 600 DPI.

Praca w systemie VSD na obrazach barwnych, wprowadzając nową jakość, kolor, nie różni się operacyjnie w sposób zdecydowany od pracy na obrazach monochromatycznych. Poza skanowaniem wymagane jest dodatkowe przetwarzanie obrazów, przy powiększaniu nie można stosować dynamicznego filtrowania, algorytm półautomatycznego pomiaru metodą autokorelacji daje mniej pewne wyniki, lecz znakomicie zwiększa się łatwość interpretacji i klasyfikacji szczegółów. Reasumując, przy zachowaniu popularnej konfiguracji mikrokomputera z powszechnie stosowaną, tanią kartą graficzną SVGA, system VSD poprzez wprowadzenie obsługi obrazów barwnych podniósł zdecydowanie swoją użyteczność i atrakcyjność.

Literatura

1. Suttly G., Blair St., 1990. "Advanced Programmer's Guide to the EGA/VGA. Brady Books, New York 1990
2. Suttly G., Blair St., 1990. "Advanced Programmer's Guide to the Super VGA. Brady Books, New York 1990
3. J. Zieliński, J. Jachimski - Redakcja mapy wektorowej z półtonalnym obrazem w tle na ekranie monitora PC (60 lecie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego, sympozjum naukowe, Warszawa, 22-24 V. 1991, cz. II, str. 207-213)
4. J. Jachimski, J. Zieliński - Digital stereoplotting using the PC-SVGA monitor (Internat. Archiv. Photogrammetry & Remote Sensing, Commision V, Washington 1992)
5. J. M. Zieliński, J. J. Jachimski - Video Stereo-Digitizer w planowaniu przestrzennym (II francusko-polskie seminarium teledetekcji: "Teledetekcja w planowaniu przestrzennym", Warszawa, 25-26. X. 1993, str. 42-)
6. J. J. Jachimski, J. M. Zieliński - Video Stereo-Digitizer for LIS and GIS (GIS for Environment, Conference on Geographical Information Systems in Environmental Studies, Kraków, 25-27. XI. 1993)

Recenzował: dr inż. Adam Boron

mgr inż. Janusz M. Zieliński
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza
Kraków, al. Mickiewicza 30, paw. C-4
tel. 338100 w. 23-41