

Temat pracy: Analiza artefaktów kompresji JPG

Marcin Krawiec 325027

JPEG jest algorytmem stratnej kompresji grafiki rastrowej - czyli grafiki przedstawianej jako mapy punktów w postaci prostokątnej siatki odpowiednio kolorowanych pikseli. W systemach komputerowych grafika ta przechowywana jest w sposób skompresowany (stratnie lub bezstratnie). Format kompresji JPEG jest jednym z najczęściej stosowanych formatów grafiki (obok GIF i PNG).

Wyjaśnienie różnic w nazwach:

JPG i JPEG to ten sam format pliku. Zarówno JPG, jak i JPEG, to skrót od Joint Photographic Experts Group. Obydwa są typami plików obrazów rastrowych. Jedynym powodem, dla którego JPG zawiera trzy znaki, a nie cztery, jest to, że wczesne wersje systemu Windows wymagały trzyliterowego rozszerzenia nazwy pliku.

Przebieg algorytmu:

Algorytm używany przez JPEG jest algorytmem stratnym tzn. W jego czasie tracona jest bezpowrotnie część pierwotnej informacji.

Obraz jest konwertowany z kanałów czerwony-zielony-niebieski (model RGB) na jeden kanał jasności/luminacji i 2 kanały barwy/chrominancji (model YCbCr - model przestrzeni kolorów używany do cyfrowego przesyłania i przechowywania obrazów) Model YCbCr nie jest bezwzględną przestrzenią kolorów, tylko jest sposobem na opisanie informacji z przestrzeni RGB.

Następnie zachodzi próbkowanie chrominancji, czyli zmniejszenie rozdzielczości pikseli kanałów barwy. Redukcja może wcale nie następować lub redukować bloki z 2 do 1, 4 do 1 itd.

Kanały są dzielone na bloki 8x8 pikseli. W przypadku kanałów kolorów jest to 8x8 danych po redukcji rozdzielczości, a więc zwykle 16x16 pikseli obrazu początkowego.

Na blokach dokonywana jest dyskretna transformata kosinusowa (DCT). Teraz zamiast pikseli w formie macierzy, mamy średnią wartość wewnętrz bloku (współczynnik DC transformaty) oraz częstotliwości zmian wewnętrz bloku. (Współczynniki AC), obie wyrażone jako liczby zmienneprzecinkowe. Transformata jest teoretycznie odwracalna z dokładnością do zaokrągleń liczb.

Następnie następuje kwantyzacja, czyli zastąpienie danych zmiennoprzecinkowych przez liczby całkowite. W tym miejscu następuje strata danych, zależnie od parametrów kompresora.

Przykładowe zdjęcie:

Obraz, który wykonałem od razu został zapisany do formatu JPEG, więc już na starcie nastąpiła minimalna konwersja, względem obrazu RAW. Jednak przyjmując założenie, że obraz wyjściowy jest teoretycznie „bezstratny” można porównać jak będą zachowywały się artefakty na zdjęciach o większej konwersji.

Dokonałem porównania 4 obrazów, jeden o teoretycznym braku konwersji oraz 3 inne o konwersjach jakości odpowiednio 70%, 50%, 10%



Rys. 1 Porównanie bezstratnego obrazu (konwersja 100%) oraz tego o 70% oryginalnej jakości - prawy górnny róg, 50% jakości - lewy dolny, 10% - prawy dolny

Na pierwszy rzut oka nic nie różni tych obrazów. Jednakże po powiększeniu można dostrzec nieco gorsze oddanie kolorów dla 50% i 10% jakości. Są one niejako wyblakłe. W przypadku 70% nie dostrzegam różnicy.

Kompresja koloru:

JPEG redukuje szczegółowość informacji o kolorach w obrazie. Ludzki wzrok jest bardziej wrażliwy na jasność niż na kolor dlatego JPEG zmniejsza rozdzielcość kanałów kolorów. Przy niższych poziomach jakości redukcja chrominancji jest bardziej agresywna co może powodować wyblakły wygląd kolorów.



Rys. 2 Porównanie detali, w których kolory mocno kontrastują ze sobą. Układ obrazów taki sam

W tym momencie różnica kolorów jest jeszcze bardziej dostrzegalna nawet dla konwersji 70%. Jednak głównym elementem, który się wyróżnia jest wyraźna strata jakości. Przybliżenie bardzo dobrze porównuje jak algorytm JPEG dokonuje stratnej konwersji. W przypadku obrazu o najniższej jakości można dostrzec poszczególne kwadraty z kolorami zamiast płynnej ich zmiany. W każdym zdjęciu innym niż 100% jakości obserwujemy coraz mniejsze oddanie szczegółów, straty ostrości i rozróżnialności poszczególnych elementów na obrazie.

Jest to spowodowane tym, że w momencie gdy obraz jest zapisywany w formacie JPEG, zostaje podzielony na małe bloki 8x8 pikseli, które są przetwarzane niezależnie. Przy wysokiej kompresji, szczegóły i różnice w kolorach są uproszczone lub nawet usunięte, co prowadzi do utraty płynności i ostrości.

Dodatkowo, algorytm JPEG redukuje rozdzielczość informacji o kolorach, co wpływa na ich jakość i sprawia, że obraz może wyglądać bardziej rozmycie. Te efekty, zwane artefaktami blokowymi, są typowe dla stratnej kompresji i stają się bardziej widoczne, im wyższy poziom kompresji.



Rys. 3 Porównanie ostrości, układ obrazów taki sam

Ostrość obrazu spada przy wysokiej kompresji JPEG, ponieważ algorytm usuwa szczegóły wysokiej częstotliwości, takie jak drobne tekstury, krawędzie i detale. To wynik kwantyzacji współczynników, która upraszcza dane w blokach 8x8 pikseli. W efekcie krawędzie stają się mniej wyraźne, a obraz wygląda na bardziej "rozmyty". Przy dużej kompresji szczegóły są po prostu tracone, co powoduje zauważalny spadek ostrości.

Podsumowanie:

JPEG jest popularny mimo strat jakości, ponieważ oferuje kompromis między jakością a rozmiarem pliku. Format ten został zaprojektowany tak, by usunąć dane, które ludzkie oko uznaje za mniej istotne (np. subtelne różnice w kolorach czy bardzo drobne szczegóły), co pozwala znaczco zmniejszyć rozmiar pliku bez zauważalnej utraty jakości w większości przypadków. Główne zalety JPEG to:

1. **Efektywna kompresja:** JPEG może zmniejszyć rozmiar pliku nawet kilkudziesiąt razy, co jest może być kluczowe dla przechowywania dużej liczby zdjęć.
2. **Szeroka kompatybilność:** JPEG jest obsługiwany przez praktycznie każde urządzenie, przeglądarkę, program graficzny czy platformę internetową, co czyni go uniwersalnym formatem.
3. **Zadowalająca jakość:** Przy umiarkowanych ustawieniach kompresji (np. 50%–90%) obraz wygląda dobrze, a artefakty są praktycznie niezauważalne dla przeciętnego użytkownika..