

Bildreproduktion med hjälp av en bilddatabas

Amanda Tydén, amaty364

Aniisa Bihi, anibi335

TNM097

Linköpings Universitet

Abstract

The purpose of this project was to reproduce an image using a database of 250 images. The images were chosen so the database would have a wide range of images. The goal was for the database to contain as many colors as possible. When an image is reproduced, the most suitable images are selected from the database based on the color difference in the unit-independent color system CIELAB. The reproduced image should resemble the original image as much as possible from a long distance, but the small images should be visible from a short distance. The smaller images that reproduce the original image, the better the detailed representation of the original image will be.

Introduktion

Att reproducera en bild är intressant för kunna göra en reproduktion som är så lik originalet som möjligt. Det finns olika tekniker och metoder att göra detta på. Ett sätt att avgöra om en reproduktion är lik originalet är att mäta med olika kvalitetsmått och jämföra med en visuell bedömning. Detta projekt har reproducerat olika bilder med hjälp av en databas på 250 utvalda bilder. Den reproducerade bilden ska likna originalbilden så mycket som möjligt på långt avstånd. På kort avstånd eller när man zoomar in ska de små bilderna som reproducerar originalbilden kunna urskiljas. När en bild ska reproduceras så väljs de mest passande bilderna från databasen baserat på färgskillnaden i det enhetsoberoende färgsystemet CIELAB. Utifrån denna grund så har även optimeringar på algoritmen utförts för att ge bättre resultat.

Syfte

Syftet med detta projekt var att reproducera en bild med hjälp av en databas bestående av flera olika bilder. Den reproducerade bilden ska likna originalet på långt avstånd samtidigt som de små bilderna ska synas tydligt på nära avstånd.

Databas

Vid valet av databas så bestämdes det att skapa en databas manuellt. Detta skedde genom att ladda ner högupplösta bilder från en hemsida med upphovsrättsfria bilder.¹ Bilderna valdes så att databasen skulle få ett så brett omfång av bilder som möjligt. Allt från porträtt och landskap till ljusa bilder, mörka bilder och färgglada bilder. Målet var att få så många olika sorters bilder som möjligt för att databasen skulle innehålla så många färger som möjligt. Med en bred databas på 250 bilder så kunde bättre resultat reproduceras.

Reproduktionsupplösning

Reproduktionsupplösningen bestäms så att bilderna från databasen ska vara relativt små i jämförelse med originalbilden. Originalbildens storlek kommer antingen att förstoras eller förminsas till en storlek på 1500x1500 pixlar. För att skapa en bra mängd reproduktionsbilder så sätts bilderna i databasen till en storlek på 25x25 pixlar. Detta gör att originalbilden reproduceras med 60x60 bilder. Desto mindre bilderna som reproducerar originalbilden är desto bättre detaljåtergivning från originalbilden.

¹ <https://unsplash.com/>

Metod

Den grundläggande algoritmen för bildreproduktionen börjar med att läsa in en bild, skala om den till 1500x1500 pixlar samt omvandla den från RGB till Lab. Omvandlingen från RGB till Lab skedde även på alla bilder i databasen, detta var för att alla bilder i algoritmen skulle vara enhetsoberoende. Den bestämda storleken på 1500x1500 bestämdes för att bilden som reproducerades skulle ha ett jämnt antal pixlar samt en lagom stor storlek. Utifrån den bestämda storleken så var det även enkelt att bestämma storleken på bilderna i databasen (25x25 pixlar), för att en bra mängd bilder skulle synas i reproduktionen samt ge den bästa detaljåtergivningen.

Databasen bestod av 250 bilder i storleken 25x25 pixlar. Färgmedelvärdet för dessa bilder räknades ut och sparades i en separat variabel. Vid bildreproduceringen av en bild som lästs in så jämfördes färgmedelvärdet för ett område på 25x25 pixlar i originalbilden med medelvärdet för varje bild i databasen. Den bild med lägst färgdifferens i databasen ersatte sedan det valda området i bilden. Denna process skedde 3600 gånger tills att varje 25x25 område hade ersatts med en bild från databasen och originalbilden hade reproducerats.

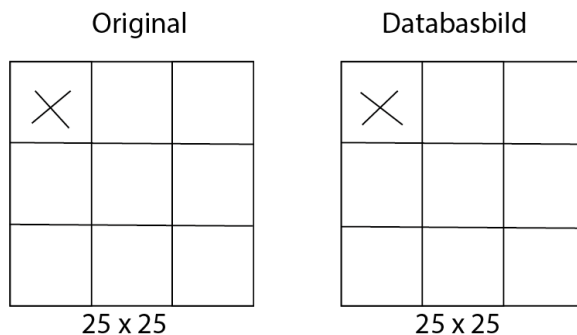
Optimering av databasen

Databasen som användes bestod av 250 bilder. Något som var intressant att implementera var en optimering av databasen beroende på antingen originalbilden eller färgrymden. För att minska databasen till 100 bilder beroende på färgrymden så jämfördes varje enskild bild i databasen med alla andra bilder i databasen. De bilder som låg för nära varandra i färgrymden togs bort. Tanken var att det skulle täcka hela färgrymden men resultatet berodde på vilka bilder som fanns i databasen från början.

Vid optimering beroende på originalbilden så användes en annan metod. Då ville olika fall analyseras, som en ljus bild, en mörk bild och ett porträtt. För att minimera databasen till runt 50 bilder så valdes olika träningsdata ut. För den ljusa bilden valdes till exempel en mängd på 4 ljusa bilder där alla bilder som förekom i de originalbilderna sparades i separata vektorer. Sedan kunde dessa jämföras och se om det var några bilder i databasen som förekom i alla bilder i träningsbilderna. De bilder som förekom mest frekvent sparades således i en egen ljus bild-databas. Samma procedur gjordes för mörka bilder och porträtt. De tre olika fallen fick alltså en egen optimerad databas för just sin färgsättning.

Optimering baserat på bildens struktur

Som utveckling så delades originalbilden in i områden som var lika stora som databasbilderna. Dessa områden delades sedan upp i ytterligare områden som till exempel 3x3 områden likt figur 1.



Figur 1. Optimering av bildval i databasen. Där medelvärdet av en del av databasbildens jämfördes med en del av området som kom att ersättas med en bild.

Med dessa ytterligare uppdelningar fick man den bild vars avstånd var minst till hela bilden genom att summera det euklidiska avståndet från varje uppdelning. Denna algoritm tog alltså hänsyn till bildens generella struktur. Här var det möjligt att definiera hur många delområden i 25x25 området som ett medelvärde skulle beräknas. I figur 1 så var det satt till 3x3 men det går att få upp till 25x25 delområden vilket innebär att varje pixel i delområdet av originalbilden jämförs med varje pixel i databasbilderna. Detta skulle ge maximal strukturell likhet i den reproducerade bilden.

Kvalitetsmått jämfört med visuell bedömning

För att kunna bedöma om reproduktionerna var av god kvalitet användes två olika kvalitetsmått, SSIM och SNR. SSIM är ett kvalitetsmått som tittar på den strukturella likheten mellan två bilder.² Matlab har en funktion för att beräkna denna likhet så ingen egen algoritm behövdes skrivas. SSIM ger ett värde mellan 0 och 1, där 1 indikerar exakt likhet i de två bilderna. Det andra kvalitetsmättet som användes för bedömning var SNR som beskriver signal-till-brusförhållandet.³ I detta fall var det önskvärt med ett så högt värde som möjligt eftersom bruset bör vara så litet som möjligt.

² Mathworks, <https://www.mathworks.com/help/images/ref/ssim.html>

³ Mathworks, <https://se.mathworks.com/help/signal/ref/snr.html>

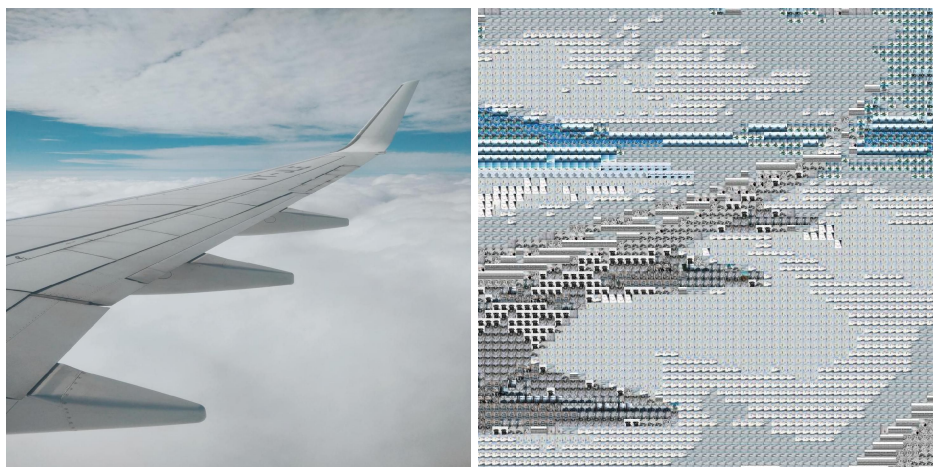
Resultat

Nedan visas resultat från bildreproduktionsalgoritmen, dess optimeringar och kvalitetsmåten. Resultatet som presenteras är från reproduktionen av en ljus bild och en färgglad bild med många detaljer. I projektet har det även gjorts reproduktioner av en mörk bild och ett porträtt.

Reproducerade bilder

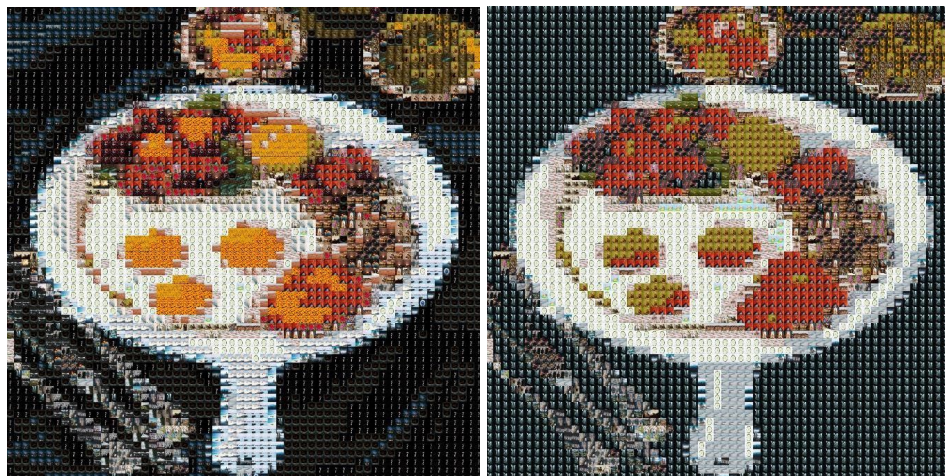


Figur 2. En detaljrik bild till vänster och en reproducerad bild från en databas på 250 bilder till höger.



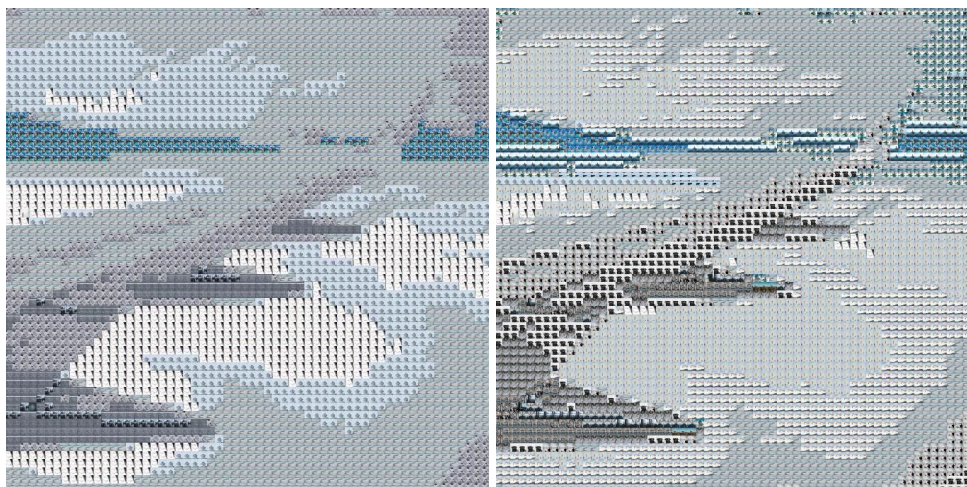
Figur 3. En ljus bild till vänster och en reproducerad bild från en databas på 250 bilder till höger.

Minskning av databas



Figur 4. En reproducerad bild från en databas på 100 bilder till vänster och en reproducerad bild från en databas på 50 bilder till höger.

Minskning av databas utifrån originalbilden



Figur 5. En reproducerad ljus bild från en databas på 20 bilder till vänster och en reproducerad ljus bild från en databas på 143 bilder till höger.

Bildstrukturoptimering



Figur 6. Reproduktion av den detaljrika originalbilden. Denna reproduktion använder sig av en bildstrukturoptimering som jämför strukturen hos bilderna i databasen mot delområden i originalbilden.



Figur 7. Reproduktion av den ljusa originalbilden. Denna reproduktion använder sig av en bildstrukturoptimering som jämför strukturen hos bilderna i databasen mot delområden i originalbilden.

Kvalitetsmått

Nedan sammanställs kvalitetsmått för den detaljrika originalbildens olika reproduktioner.

Databas	SSIM	SNR
Originaldatabas 250 bilder	0.2869	7.8634
Databas 100 bilder	0.2250	7.6098
Databas 50 bilder	0.2289	6.3284
Databas 250 Strukturoptimerad 5x5	0.4246	9.9979

Nedan sammanställs kvalitetsmått för den ljusa originalbildens olika reproduktioner.

Databas	SSIM	SNR
Originaldatabas 250 bilder	0.2382	12.1155
Databas 143 bilder	0.2397	11.7125
Databas 20 bilder	0.2730	12.9079
Databas 250 Strukturoptimerad 5x5	0.3209	15.7238

Diskussion

Databasen med 250 bilder gav en bra första reproduktion av den detaljrika bilden. Databasen verkar innehålla en god variation av färger som täcker färgrymden. Reproduktionen innehåller visst brus och det finns förbättringspotential. För att testa om det är vissa bilder i databasen som passar bättre för reproduktion gjordes en optimering beroende på färgrymden.

Optimering beroende på färgrymden fungerade inte perfekt då vissa färger inte kom med i den optimerade databasen. Detta kan bero på hur bilderna jämförs med varandra och att tröskelvärdet var för stort. En förbättring hade kunnat vara att göra ett spann med 100 färger som man sedan jämförde varje bild med. På så vis skulle hela färgrymden täckas. Problemet som uppstod med den optimering som gjordes var att de gula och orangea nyanserna försvann och ersattes med en röd bild.

En annan optimering som gjordes på databasen var att optimera beroende på den inmatade bilden, detta gjordes genom att analysera träningsdata. Detta kanske inte är en optimal metod då träningsdata faktiskt inte representerar den bild som ska reproduceras. Men genom detta kunde de mest använda bilderna tas ut till den nya optimerade databasen. Ett annat sätt att lösa det på hade varit att kolla på originalbilden och ta ut 50 färgmedelvärden. Med dessa färger hade det sedan varit möjligt att ta ut 50 bilder som ligger nära dessa 50 färger.

Beräkningen för varje reproduktion är relativt snabb. Det som tar lång tid är om storleken på databasen behöver förändras. Till exempel om de reproducerade bilderna ska vara större eller om ännu fler bilder önskas i databasen. Annars så är inte tiden en avgörande faktor för reproduceringen. När maximal uppdelning används vid strukturoptimering tar det längre tid att reproducera bilden då varje pixel i delbilden jämförs med varje pixel i alla bilder i databasen. Det är dock inte allt för avgörande då det handlar om några extra sekunder.

Bäst reproduktion ger hela databasen tillsammans med algoritmen som kollar på den generella strukturen i bilden. Detta gäller för både den ljusa bilden och den detaljrika. Båda fallen gav en tydlig förbättring i de båda kvalitetsmåten och rent visuellt så är det en tydlig skillnad när strukturen tas i beräkning. Det gick även att se att ju högre noggrannheten i strukturoptimeringen desto bättre resultat sett till SSIM måttet, men det tar längre tid att reproducera bilden eftersom fler beräkningar behöver genomföras.

För den ljusa bilden kan man läsa av att kvalitetsmåten indikerar att databasen med 20 bilder är bättre än databaserna med 143 respektive 250 bilder. Detta indikerar att optimering är framgångsrik och att för denna bild så är de 20 bilderna som reproducerar originalbilden en bra matchning. Optimering med mest förekommande bilder framtagna från en ljus testdata får därför ses som framgångsrik.

Kvalitetsmått i sin helhet gav värden som för det mesta stämde överens med den visuella bedömningen. De värden som togs ut hos den detaljrika bilden visar ett SNR värde som stämmer överens med den visuella bedömningen. Det högsta SNR-värdet var för den strukturoptimerade bildreproduktionen och det lägsta värdet var för bildreproduktionen från en databas med 50 bilder. Bildreproduktionen från en databas med 50 bilder har förlorat viktiga färger under reproduktionen och anses därför visuellt vara den sämre optimeringen. Däremot så visar SSIM-värdena hos den detaljrika bilden något annat. Bland dessa kvalitetsmått så visar sig bildreproduktionen från en databas med 50 bilder vara bättre än bildreproduktionen från en databas med 100 bilder. Detta stämmer inte överens med den visuella bedömningen då bildreproduktionen från en databas med 100 bilder inte har förlorat väsentliga färger i detaljåtergivningen, men det har bildreproduktionen från en databas med 50 bilder gjort. Detta beror säkert på att SSIM-bedömningen tar hänsyn till strukturen i bilden och inte färgerna. Därför kan en reproduktion med sämre detaljåtergivningen anses bättre då det finns mindre strukturella skillnader från originalbilden.

De SSIM-värden som var lägst och väldigt nära varandra hos den ljusa bilden var för bildreproduktionen med originaldatabasen på 250 bilder och bildreproduktionen med en optimerad databas på 143 bilder. Dessa två reproduktioner var även visuellt väldigt lika varandra och kan misstas för samma bild. SNR-värdena stämmer överens med den visuella bedömningen, det är väldigt liten skillnad i bilderna men studeras vingen på planet så kan det observeras att vissa bilder skiljer sig. I den reproducerade bilden med 143 bilder i databasen så kan det observeras fler bilder med större variation i själva bilden vilket ger upphov till en bruseffekt. Därför är den reproducerade bilden med 250 bilder något bättre än den med 143 rent visuellt och med avseende på kvalitetsmåttet SNR.

Ett annat kvalitetsmått som kunde använts för att mäta reproduktionen är S-CIELAB som beräknar färgskillnaden mellan en originalbild och en reproduktion observerad av en människa. S-CIELAB tar hänsyn till ögats känslighet vilket hade varit intressant att kika på.⁴ Vid beräkning av S-CIELAB är det möjligt att ange på hur långt avstånd som observatören tittar ifrån. Med detta mått hade det varit möjligt att dra slutsatser kring reproduktionen beroende på hur långt ifrån observatören tittar. Det hade även varit relevant att titta på det euklidiska avståndet för att se om färgen i den reproducerade bilden stämmer överens med originalet.

⁴ S-CIELAB, <http://scarlet.stanford.edu/~brian/scielab/introduction.html>

Slutsats

Resultatet av bildreproduktionen av flera bilder från en databas påverkas av optimeringen och vilka algoritmer som används. Det kan konstateras att när en noggrannare beräkning görs beroende på den strukturella likheten i bilden så blir kvalitén på den reproducerade bilden bättre både enligt en subjektiv visuell bedömning och enligt objektiva kvalitetsmått. Optimering beroende på originalbilden fungerar också bra men det beror på vilken träningsdata som används för att ta fram den minimerade databasen. Optimering med hjälp av jämförelse mellan alla bilder i databasen var inte optimal och behöver förbättras, vissa nyanser försvann ur databasen så resultatet var inte fullt godkänt.

Referenser

[1] *Unsplash*. 2019. <https://unsplash.com/>
(hämtad 2019-03-18)

[2] *SSIM*. Mathworks. <https://www.mathworks.com/help/images/ref/ssim.html>
(hämtad: 2019-03-18)

[3] *Signal-to-noise-ratio*. Mathworks. <https://se.mathworks.com/help/signal/ref/snr.html>
(hämtad 2019-03-19)

[4] S-CIELAB. *Xuemei Zhang*. 1998. <http://scarlet.stanford.edu/~brian/scielab/introduction.html>
(Hämtad:2019-03-19)