

# Image Histogram Based Similarity

Petr Hanzl

16. února 2019

# **Obsah**

## **Abstrakt**

Cílem projektu je vytvoření webové a serverové aplikace, která bude umožňovat nahrávání obrázků a porovnávání obrázků podle podobnosti histogramů RGB modelu několika podobnostními metrikami.

# Kapitola 1

## Popis projektu

Obrázky lze evidentně porovnávat na základě histogramů. Sice porovnání histogramů nemusí vrátit geometricky podobné obrázky, ale za to se jedná o velice jednoduchou metodu.

### 1.1 Vstupy, výstupy a cíl práce

Cílem této práce je tedy popsat možnosti výpočtu podobnosti obrázků založené na podobnosti histogramů. Uživatel vybere jeden obrázek, který je porovnán s databází obrázků a následně jsou uživateli vrácené obrázky, které jsou seřazeny podle podobnosti s jeho vybraným obrázkem.

### 1.2 Implementace

Webová aplikace je napsána v HTML, CSS, Javascriptu, přičemž využívám pouze knihovnu jQuery, Popper a Bootstrap.

Serverová aplikace je napsána v Node.js s využitím MongoDB, konkrétně nad knihovnou Express a mnohými dalšími. Za zmínku stojí knihovna **histogram.js**, která extrahuje RGB histogram z obrázků.

# Kapitola 2

## Způsob řešení

### 2.1 Extrakce dat

K extrakci RGB histogramů je použitá knihovna **histogram.js**.

### 2.2 Preprocessing

Po extrakci histogramů je univerzum hodnot pro urychlení výpočtu zredukované do 16 hodnot.

### 2.3 Použité podobnostní metriky

Všechny použité metriky jsou založeny bin-by-bin analýze histogramů, to znamená na porovnání četnosti odstínu barvy po četnosti odstínu barvy v druhém obrázku. Zároveň je využité i vlastnosti, kdy 3 složky barvy lze zapsat v bin-by-bin jako jeden vektor, čímž odpadá získání 3 nezávislých vzdáleností a jejich následná kombinace.

#### 2.3.1 $Lp_1$ - Manhattonská vzdálenost

Manhattonská vzdálenost je jedna z nejzákladnějších Minkowských metrik. Porovnává dva stejně dlouhé vektory (řetezce) podle nejmenšího počtu záměn potřebných k převedení jednoho vektoru na druhý. Konkrétně definováva vztahem, kdy  $a$  a  $b$  jsou právě dva porovnávané vektory:

$$Lp_1(a_i, b_i) = \sum_{i=0}^n |a_i - b_i|$$

Přičemž verze, která normalizuje vzdálenost na dimenzi vektoru  $n$  je definována:

$$Lp_1(a_i, b_i) = \sum_{i=0}^n |a_i - b_i|/n$$

### 2.3.2 $Lp_2$ - Euklidovská vzdálenost

Euklidovská vzdálenost je opět Minkowského metrika definována jako délka úsečky, která spojuje dva porovnávané vektory respektive body v prostoru. Definována vztahem:

$$Lp_1(a_i, b_i) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (a_i - b_i)^2}$$

Normalizovaná verze:

$$Lp_1(a_i, b_i) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (a_i - b_i)^2 / n}$$

### 2.3.3 Kosinová podobnost

Kosinová podobnost je opět velmi známou metrikou, která podobnost dvou vektorů definuje jako úhel, který tyto dva vektory svírají. Definice:

$$\cos\theta = \frac{\sum_{i=0}^n (a_i * b_i)^2}{\sqrt{\sum_{i=0}^n (a_i)^2} \sqrt{\sum_{i=0}^n (b_i)^2}}$$

### 2.3.4 Brattacharyya Coefficient

Suma odmocnin součinů složek vektorů a a b. Definice:

$$b(a, b) = \sum_{i=0}^n \sqrt{(a_i b_i)}$$

### 2.3.5 Intersection

Průnik složek histogramů, přičemž vzdálenost je definována:

$$d(a, b) = \sum_{i=0}^n \min(a_i b_i)$$

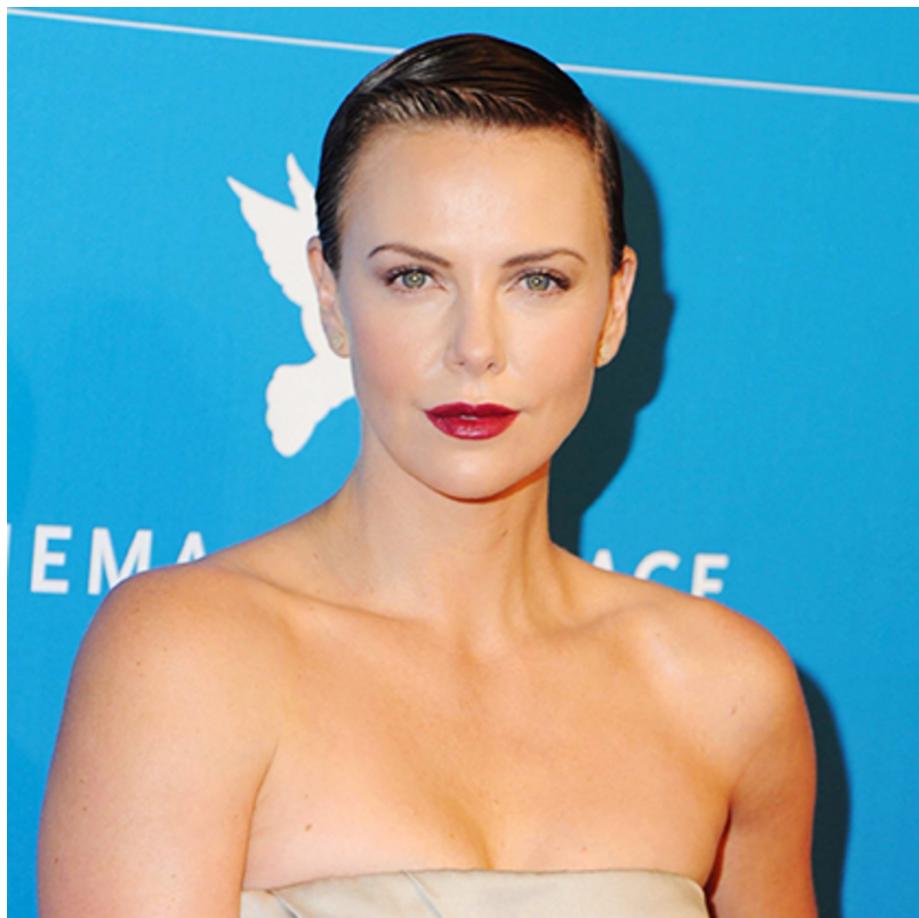
Normalizovaná verze:

$$d(a, b) = \frac{\sum_{i=0}^n \min(a_i b_i)}{\max(\sum_{i=0}^n a_i, \sum_{i=0}^n b_i)}$$

## 2.4 Experimentální část

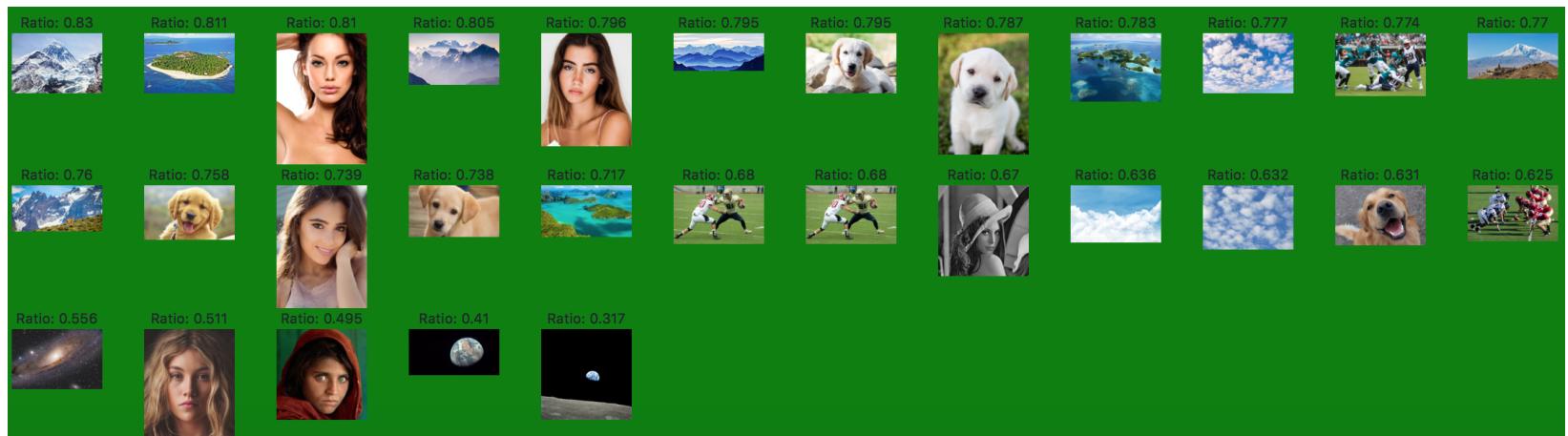
### 2.4.1 Fotka ženy

Z obrázků níže je zřetelně vidět, jakými neduhy metody porovnání histogramu trpí. A to především tím, že porovnává pouze barvy respektive histogramy, nikoliv co doopravdy na obrázku je. Ačkoliv pro metriku průniku histogramů a manhattanovu vzdálelost se může zdát, že obrázek s největší podobností byl vrácen správně, tak vzhledem k výsledkům respektive podobností k ostatním fotkám žen se nedá prohlásit, že výsledek je relevantní.

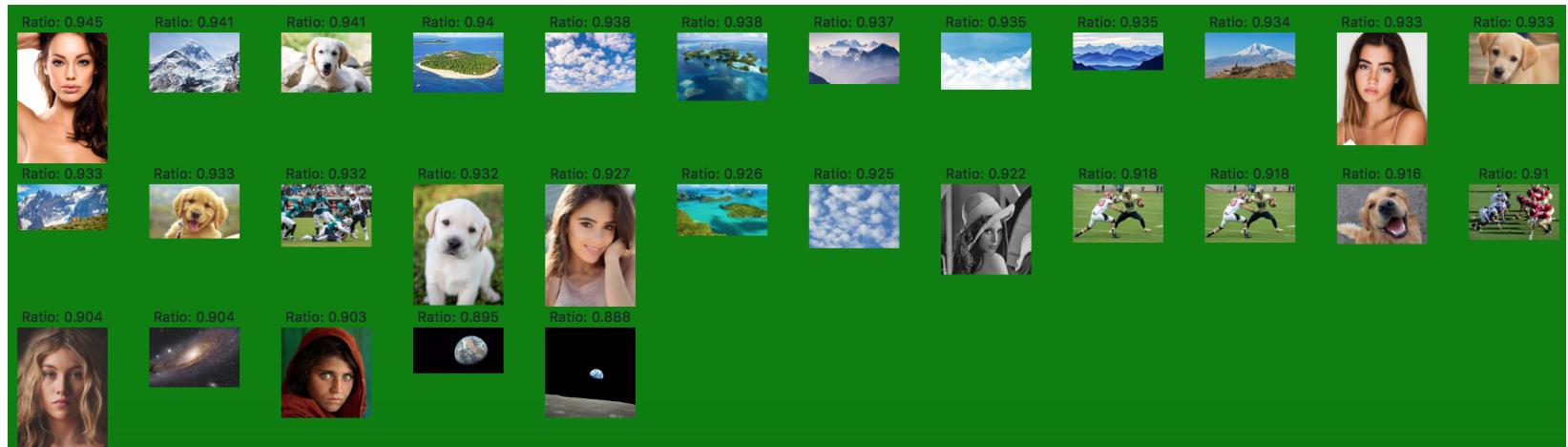


Obrázek 2.1: Testovaná fotka ženy

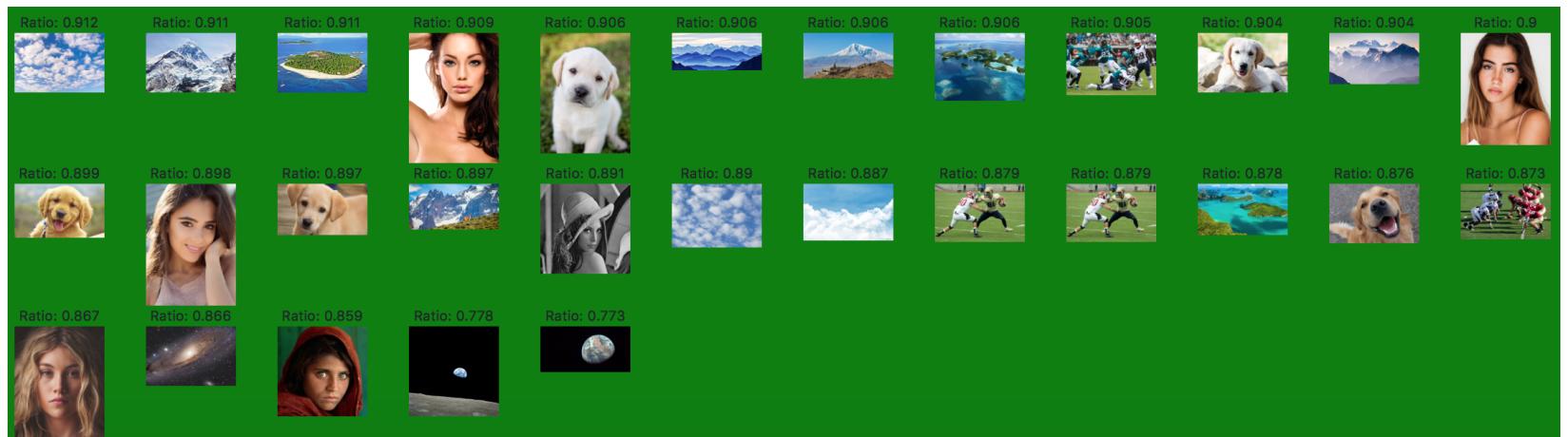
5



Obrázek 2.2: Výsledky pro Brattacharyya koeficient

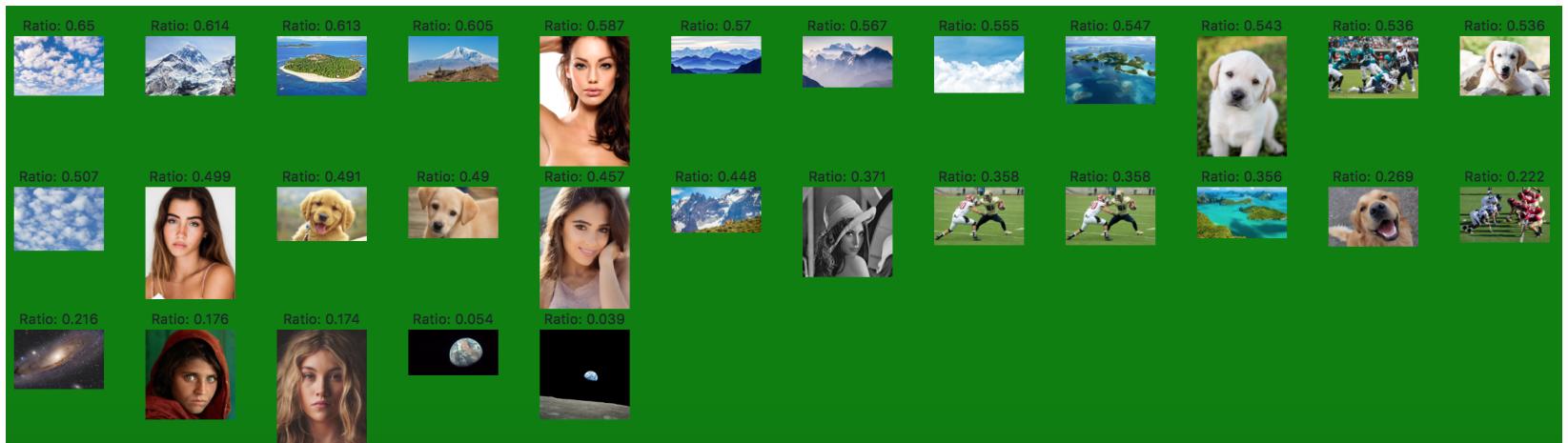


Obrázek 2.3: Výsledky pro Manhattanovu vzdálenost

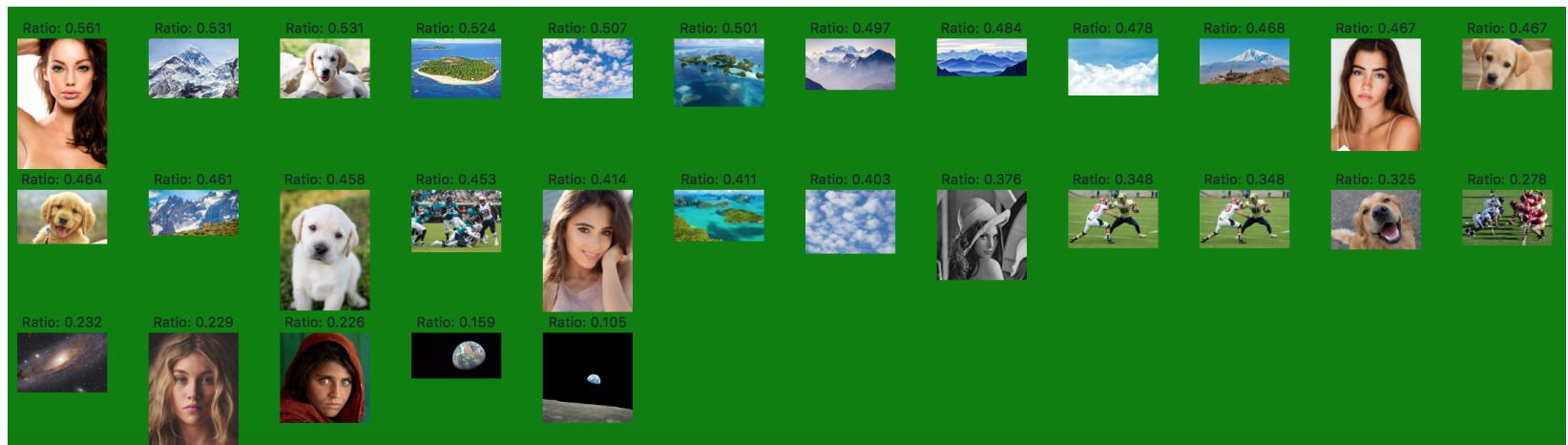


Obrázek 2.4: Výsledky pro Euklidovskou vzdálenost

$\infty$



Obrázek 2.5: Výsledky pro Kosinovu vzdálenost



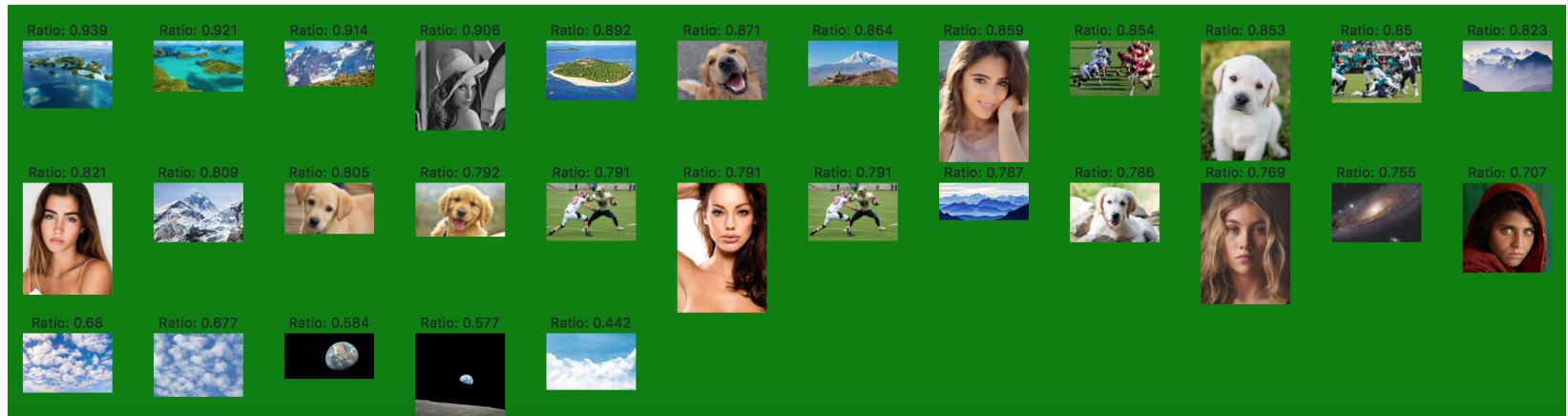
Obrázek 2.6: Výsledky pro metodu intersekce histogramů

## 2.4.2 Fotka ostrova

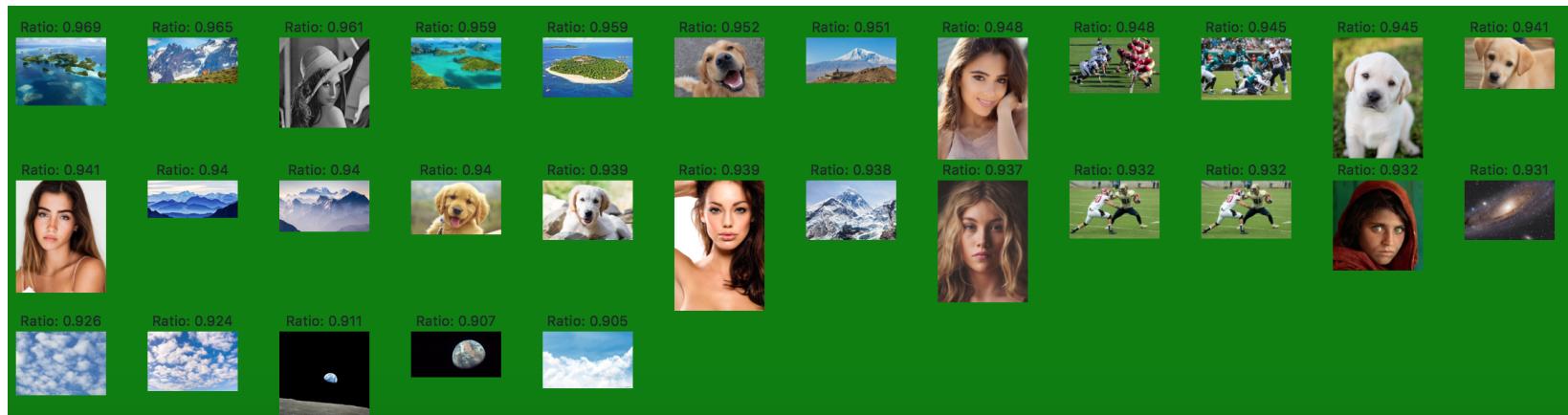
Narozdíl od předchozího obrázku, pro obrázek ostrova vrací algoritmy relativnější výsledky. Opět z obrázků níže, lze nyní zpozorovat, že algoritmus vrací z větší části relevantní výsledky, protože porovnává barvy, nikoliv sémantiku obrázku, což zrovna u obrázků ostrovů, kde je každý ostrov jinak tvarovaný, jinak členěný, je porovnání barvy výhoda.



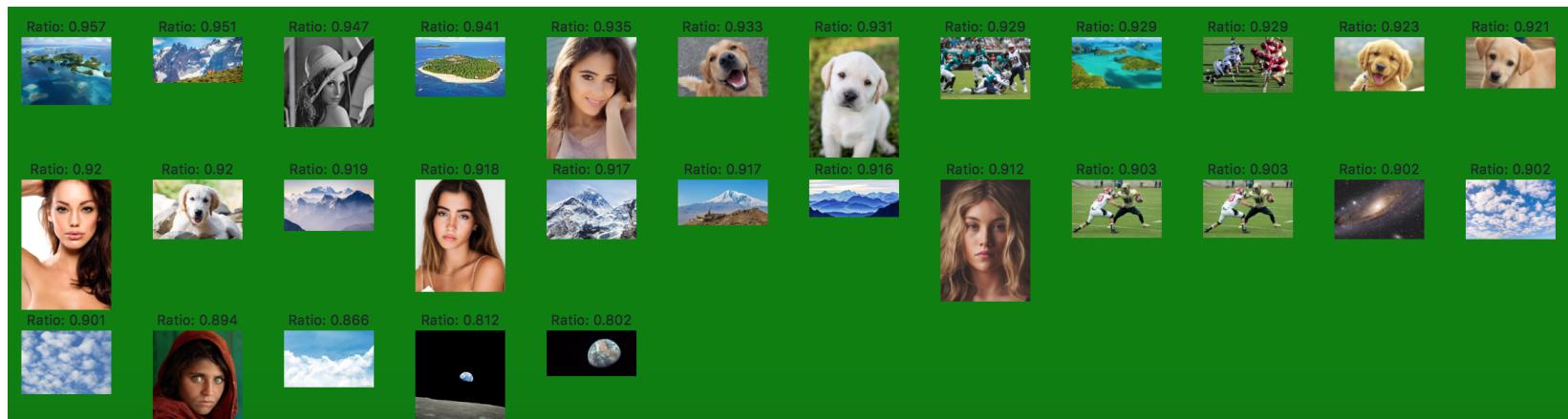
Obrázek 2.7: Testovaný obrázek ostrova



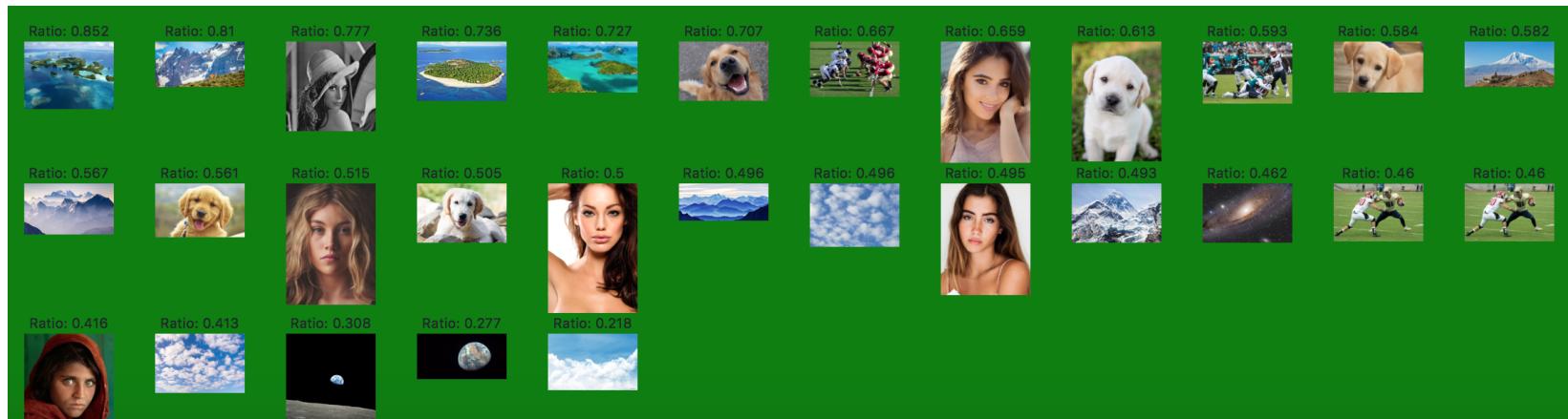
Obrázek 2.8: Výsledky pro Brattacharyya koeficient



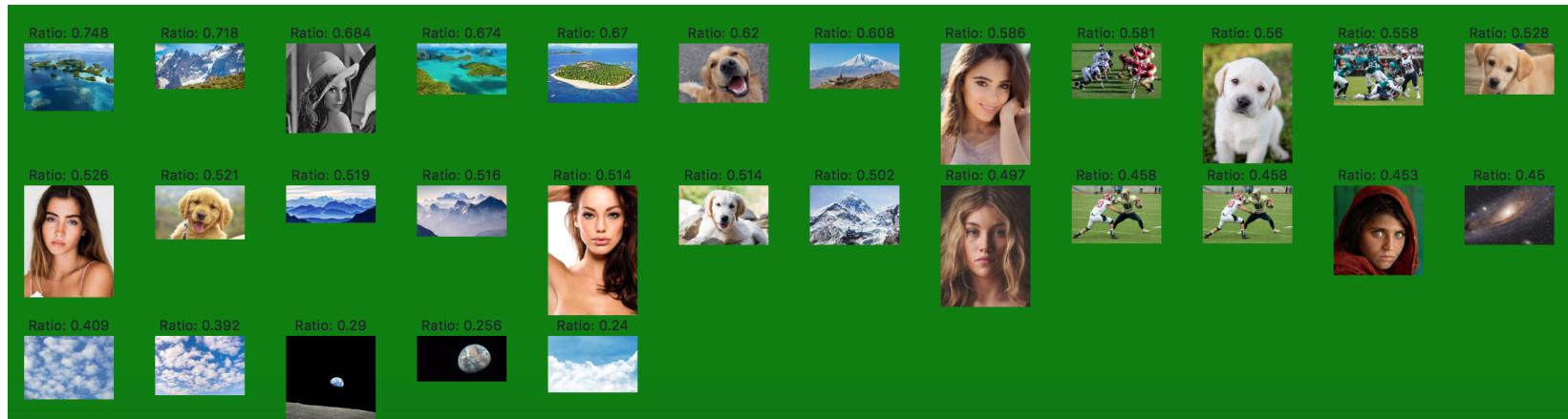
Obrázek 2.9: Výsledky pro Manhattanovu vzdálenost



Obrázek 2.10: Výsledky pro Euklidovskou vzdálenost



Obrázek 2.11: Výsledky pro Kosinovu vzdálenost



Obrázek 2.12: Výsledky pro metodu intersekce histogramů

# Diskuze a závěr

Aplikace byla úspěšně naprogramována o otestována, zároveň byly pro několik podobnostních metrik ukázány výhody a nevýhody porovnávání obrázků na základě porovnání jejich histogramů. Původně jsem plánoval, že obrázků bude mnohem více a snažil jsem se kvůli tomu nastavit serverou část tak, aby porovnávání s velkým počtem obrázkům netrvalo neúsnosně dlouho. Proto je využit i binning u histogramů, ačkoliv to v takovém počtu obrázků není nutné, zároveň takto zpracované histogramy jsou ukládané(cachované) do databáze. Lze se domnívat, že pro velmi rozsáhlou databázi obrázků by výsledky podobných obrázků byly mnohem relevantnější.