

Адаптивный биннинг цветового пространства для задачи сегментации изображений

Екатерина Лобачева

28 ноября 2014

Что такое биннинг?

Классическое решение задачи сегментации:

$$E_{MRF} = - \sum_p \log Pr(I_p | \theta^{S_p}) + \lambda \| \partial S \|_w \rightarrow \min_S$$

Модель цвета θ :

- строгое деление цветов на классы \rightarrow биннинг + гистограммы на нем,
- нестрогое деление цветов на классы \rightarrow н-р, смеси нормальных распределений.

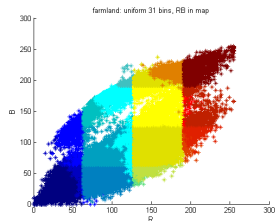
Важность правильного биннинга

Если два цвета

- попали в один бин \rightarrow они неразличимы при сегментации,
- попали в разные бины \rightarrow они разные, но не понятно на сколько: информация о расстоянии между цветами теряется.

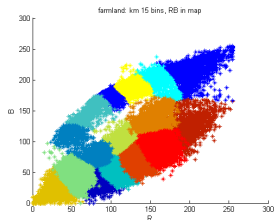
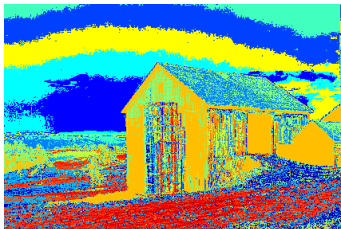
Стандартный подход: равномерный биннинг

Цветовой куб делится на цвета равномерной сеткой с k ячейками по каждому измерению



Стандартный подход: k-means

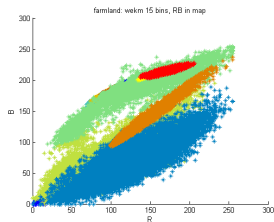
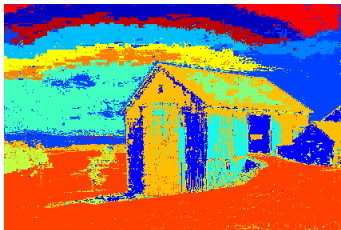
k шаров одинакового радиуса: $\sum_p \|I_p - c^{b_p}\|^2$



Вариации k-means: weighted elliptic k-means

k эллипсоидов произвольного размера:

$$-\sum_p \log w^{b_p} N(I_p | \mu^{b_p}, \Sigma^{b_p})$$



Энергия биннинга: аналогия с lossless compression

$$|\Omega|H(B) + |\Omega|H(I|B) + \gamma\|B\|_0$$

- 1 binning entropy
- 2 bin consistency
- 3 binning sparsity

Оптимизация

$$|\Omega|H(B) + |\Omega|H(I|B) + \gamma\|B\|_0$$

- будем использовать weighted elliptic k-means
- причем: $|\Omega|H(I|B) \rightarrow$ elliptic, $|\Omega|H(B)$ weighted
- merge heuristic для binning sparsity

Мотивация

Стандартный подход: биннинг → сегментация

Однако сегментация и биннинг очевидно взаимосвязаны:



Энергия биннинга + сегментации: аналогия с lossless compression

Биннинг:

$$|\Omega|H(B) + |\Omega|H(I|B) + \gamma\|B\|_0$$

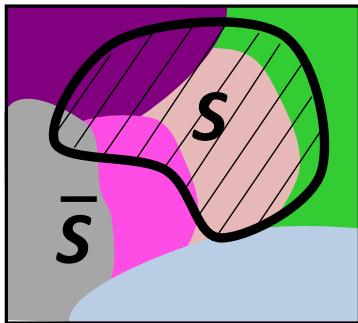
+ сегментация:

$$\begin{aligned} & |\Omega|H(B|S) + |\Omega|H(I|B) + \gamma\|B\|_0 + \lambda\|\partial S\|_w = \\ & = |\Omega|H(B) + |\Omega|H(I|B) + \gamma\|B\|_0 - |\Omega|MI(S, B) + \lambda\|\partial S\|_w \end{aligned}$$

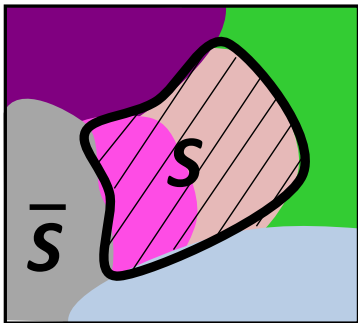
$$MI(S, B) = H(S) - H(S|B) = H(B) - H(B|S)$$

Энергия биннинга + сегментации: аналогия с lossless compression

low mutual information



high mutual information



Оптимизация

Fixed segmentation \rightarrow swap k-means + merge heuristic:

$$|\Omega|H(B) + |\Omega|H(I|B) + \gamma\|B\|_0 - |\Omega|MI(S, B) \rightarrow \min_B$$

Fixed binning \rightarrow стандартная сегментация:

$$\begin{aligned} & |\Omega|H(B) - |\Omega|MI(S, B) + \lambda\|\partial S\|_w = \\ & = - \sum_p \log Pr(I_p | \theta^{S_p}) + \lambda\|\partial S\|_w \rightarrow \min_S \end{aligned}$$

Проблемы в оптимизации

