УДК 621.39

МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОСМОТРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ЗОН

Г.В. Худов

Рассматривается методика просмотра выделенных на изображении информационных зон. Полученная при этом стратегия поиска относится к классу равномерно - оптимальных стратегий

При решении задач обработки изображений возникает противоречие между объемом обрабатываемой и временем на обработку изображения. Для решения этого противоречия предлагается использовать выделение на изображении информационных зон.

Выделение информационных зон осуществляется с использованием имеющейся у оператора априорной информации. После выделения информационных зон оператор в диалоговом режиме вводит априорные вероятности наличия объектов в информационных зонах. Априорные вероятности могут быть также пропорциональны степени привилегии, той или иной информационной зоны для просмотра. После этого оператор вводит количество просмотров выбранного изображения, которое пропорционально времени обработки этого изображения.

Затем в автоматическом режиме определяется оптимальный порядок просмотра информационных зон с учетом априорных вероятностей нахождения искомых объектов в той или иной информационной зоне и общего времени, отводимого на обработку данного изображения.

Задача определения порядка просмотра информационных зон сформулирована и решена как задача поиска. Задача дискретного поиска формулируется в виде оптимизационной задачи

$$\begin{gathered}\sum_{j=1}^{k} \mathbf{P_j} \sum_{l=1}^{nj} \mathbf{Д_{lj}} \prod_{j=1}^{l=1} \mathbf{q_{ij}} \to \mathbf{max}, \\ \sum_{j=1}^{k} \mathbf{n_j S_j} \le \mathbf{C}, \qquad \mathbf{j} = \overline{\mathbf{1,k}}, \end{gathered} \tag{1}$$

где $\mathbf{P_j}$ - априорная вероятность наличия объекта в j -ой зоне;

Д $_{lj}$ - условная вероятность правильного обнаружения в j-ой зоне при **l** просмотре;

$q = 1 - Д$;

n_j - оптимальное число просмотров -ой зоны;

k - число информационных зон;

S_j - площадь j-ой зоны;

C - общее количество поискового потенциала.

Условная вероятность правильного обнаружения рассчитывается

$$Д = F^{1/(1+1/2 * q)},$$

где **q** - отношение сигнал/шум;

F - условная вероятность ложной тревоги.

Задача состоит в отыскании оптимального количества просмотров каждой информационной зоны - n_j. Оптимизационную задачу (1) необходимо решать с использованием теории динамического программирования Беллмана.

Пусть энергетического ресурса хватает на **X**=**C** число просмотров. Перед началом каждого просмотра система характеризуется состоянием

X_1 - состояние системы перед началом просмотра;

X_2 - состояние системы перед началом просмотра 2 зоны;

. . . .

X_i - состояние системы перед началом просмотра **i** зоны;

. . . .

X_n - состояние системы перед началом просмотра **n** зоны;

На каждом шаге применяется управляющее воздействие - U_i, имеющее смысл количества просмотров **i** -ой зоны.

$U_1 \in [0; X_1]$ - может быть выбрано из общего числа просмотров;

$U_2 \in [0; X_2]; X_2 = X_1 - U_1;$

. . . .

$U_i \in [0; X_i]; X_i = X_{i-1} - U_{i-1};$

. . . .

$U_n \in [0; X_n]; X_n = X_{n-1} - U_{n-1};$

В результате применения управляющего воздействия система получает выигрыш.

$$\sigma_1 = \left(1 - p^{-U_1}\right) \int_{\alpha_1} U(x)dx$$ - выигрыш, полученный системой после окончания всех просмотров 1 зоны:

. . . .

$$\sigma_i = \left(1 - p^{-U_i}\right) \int_{\alpha_i} U(x)dx$$ - выигрыш, полученный системой после всех просмотров i-ой зоны;

. . . .

$$\sigma_n = \left(1 - p^{-U_n}\right) \int_{\alpha_n} U(x)dx$$ - выигрыш, полученный системой после всех просмотров n-ой зоны.

В результате всех просмотров система получает выигрыш

$$\sigma = \sum_{i=1}^{n} \sigma_i ,$$

где n - число зон.

В результате решения оптимизационной задачи необходимо максимизировать σ. Для этого составим функциональные уравнения Беллмана. Первое уравнение имеет вид

$$f_n(x_n) = \sigma_n = \left(1 - p^{-U_n}\right) \int_{\alpha_n} U(x)dx \to \max.$$

Для максимизации $f_n(x_n)$ необходимо выбрать

$$U_n^{opt} = X_n.$$

Тогда

$$f_n(x_n) = \left(1 - p^{-X_n}\right) \int_{\alpha_n} U(x)dx.$$

Второе функциональное уравнение

$$f_{n-1}(x_{n-1}) = f_n(x_n) + \sigma_{n-1} \to \max. \tag{2}$$

Подставляем выражение для $f_n(x_n)$ и σ_{n-1} в (2) имеем

$$f_{n-1}(x_{n-1}) = \int_{\alpha_n} U(x)dx\left(1 - p^{-X_{n-1}} p^{--U_{n-1}}\right) - \int_{\alpha_{n-1}} U(x)dx\left(1 - p^{--U_{n-1}}\right) \to \max. \tag{3}$$

Для максимизации (3) возьмём производную от $\mathbf{f_{n-1}\,(x_{n-1})}$ по $\mathbf{U_{n-1}}$, приравняем её к нулю и найдём оптимальное значение $\mathbf{U_{n-1}}$

$$\mathbf{U_{n-1}^{opt}} = \frac{\mathbf{X_{n-1}}}{2} + \frac{\ln\left(\int\limits_{\alpha_n} U(x)dx\right) - \ln\left(\int\limits_{\alpha_{n-1}} U(x)dx\right)}{2\ln\left(\bar{p}\right)}. \tag{4}$$

Обозначим в выражении (4)

$$\mathbf{C_{n-1}} = \frac{\ln\left(\int\limits_{\alpha_n} U(x)dx\right) - \ln\left(\int\limits_{\alpha_{n-1}} U(x)dx\right)}{2\ln\left(\bar{p}\right)}. \tag{5}$$

Третье функциональное уравнение записывается

$$\mathbf{f_{n-2}\,(x_{n-2})} = \int\limits_{\alpha_n} U(x)dx\left(1 - \bar{p}^{-\frac{X_{n-2}}{2}}\,\bar{p}^{-\frac{U_{n-2}}{2}}\,\bar{p}^{-C_{n-1}}\right) +$$

$$+ \int\limits_{\alpha_{n-1}} U(x)dx\left(1 - \bar{p}^{-\frac{X_{n-2}}{2}}\,\bar{p}^{-\frac{U_{n-2}}{2}}\,\bar{p}^{-C_{n-1}}\right) + \int\limits_{\alpha_{n-2}} U(x)dx\left(1 - \bar{p}^{-U_{n-2}}\right). \tag{6}$$

Возьмём производную в выражении (6) по $\mathbf{U_{n-2}}$ приравняем её к нулю и найдём оптимальное значение $\mathbf{U_{n-2}}$. В итоге имеем

$$U_{n-2}^{opt} = \frac{X_{n-2}}{3} + \frac{\ln\left(0{,}5\cdot\bar{p}^{-C_{n-1}}\int\limits_{\alpha_n} U(x)dx + 0{,}5\cdot\bar{p}^{-C_{n-1}}\int\limits_{\alpha_{n-1}} U(x)dx\right) - \ln\left(\int\limits_{\alpha_{n-2}} U(x)dx\right)}{1{,}5\ln\left(\bar{p}\right)}. \tag{7}$$

Обозначим

$$C_{n-2} = \frac{\ln\left(0{,}5\cdot\bar{p}^{-C_{n-1}}\int\limits_{\alpha_n} U(x)dx + 0{,}5\cdot\bar{p}^{-C_{n-1}}\int\limits_{\alpha_{n-1}} U(x)dx\right) - \ln\left(\int\limits_{\alpha_{n-2}} U(x)dx\right)}{1{,}5\ln\left(\bar{p}\right)}. \tag{8}$$

Из анализа (4), (5), (6) и (8) виден принцип получения оптимального количества зондирования областей зоны обзора. Запишем для примера ещё несколько выражений для расчёта числа просмотров областей информационного кадра

$$U_{n-3}^{opt} = \frac{X_{n-3}}{4} + C_{n-3},$$

где

$$C_{n-3} = \frac{\ln \frac{1}{3}\bar{p}^{-C_{n-2}/2-C_{n-1}} \int\limits_{\alpha_n} U(x)dx + \frac{1}{3}\bar{p}^{-C_{n-2}/2+C_{n-1}} \int\limits_{\alpha_{n-1}} U(x)dx}{4/3 \cdot \bar{p}} +$$

$$+ \frac{\frac{1}{3}\bar{p}^{-C_{n-2}} \int\limits_{\alpha_{n-2}} U(x)dx - \int\limits_{\alpha_{n-3}} U(x)dx}{4/3 \cdot \bar{p}}.$$

$$U_{n-4}^{opt} = \frac{X_{n-4}}{5} + C_{n-4},$$

где

$$C_{n-4} = \frac{\ln \frac{1}{4}\bar{p}^{-C_{n-3}/3-C_{n-2}/2-C_{n-1}} \int\limits_{\alpha_n} U(x)dx +}{5/4 \cdot \bar{p}} +$$

$$+ \frac{\frac{1}{4}\bar{p}^{-C_{n-2}/3+C_{n-2}/2+C_{n-1}} \int\limits_{\alpha_{n-1}} U(x)dx + \frac{1}{4}\bar{p}^{-C_{n-3}/3+C_{n-2}} \int\limits_{\alpha_{n-2}} U(x)dx +}{5/4 \cdot \bar{p}} +$$

$$\frac{\frac{1}{4}\bar{p}^{-C_{n-3}} \int\limits_{\alpha_{n-3}} U(x)dx - \ln\left(\int\limits_{\alpha_{n-4}} U(x)dx \right)}{5/4 \cdot \bar{p}}.$$

После нахождения оптимального числа просмотров каждой зоны определим порядок просмотра этих зон. Для этого, необходимо упорядочить отношения Блекуэла-Блэка-Кадана

$$P_j \cdot Д_j \cdot \frac{q^{l-1}}{S}$$

и осмотр зон проводить в порядке их расположения.