

ЭФЕКТЫЎНАЕ КАДАВАННЕ МЯЖЫ АБ'ЕКТА

А. І. Міцюхін

Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыяэлектронікі, Інстытут
інфармацыйных тэхналогій, Мінск, Беларусь

mityuhin@bsuir.by

Эфектыўны развязак задачы ідэнтыфікацыі і апісання прасторавых аб'ектаў ва ўмовах, калі трэба здзейсніць сталы кантроль змен у поле выяў, патрабуе выкарыстання вылічальных алгарытмаў, што прыводзяць да зніжэння аб'ёмаў апрацоўкі і аналізавання відэаграфічнай інфармацыі. У працы разглядаецца вылічальны алгарытм, што дазваляе эфектыўна апісваць вонкавыя межы (форму) прасторавага аб'екта. Мяжа з'яўляецца поўным і кампактным уяўленнем геаметрыі аб'екта. У дадатак да вышэйзгаданых абласцей ужывання, паданне дадзеных апісання мяжы, трэба для кампутарнай апрацоўкі і захоўвання медычных выяў, у вайсковых і грамадзянскіх дадатках. Прыкладам, для аэракасмічнага назірання зонаў затаплення і забягненасці, квітнення вады і інш. Адным з прыёмаў зніжэння аб'ёмаў перадачы, захоўвання дадзеных з'яўляецца знішчэнне іх прасторавай лішкавасці.

Апісанне мяжы. Як вядома, сярод усіх лінейных пераўтварэнняў карэляваных дадзеных аптымальным у адносінах да крытэру найменшага значэння сярэднеквадратчнай памылкі пры няпоўнай памернасці (недакладным заданні каардынат) з'яўляецца пераўтварэнне для дэкарэлявання, у якасці ядра якога выкарыстоўваецца матрыца W , складзеная з уласных вектараў каварыяцыйнай матрыцы $\text{cov}(G)$ лічбавай выявы G (Гонсалес, Вудс, 2008). Прапануецца падыход больш эфектыўнага апісання мяжы шляхам пераходу ад 1-D арганізацыі дадзеных да 2-D прасторавага іх уяўлення і апрацоўкі.

Будзем лічыць, што зроблена замена паўтонавай выявы G мяжы аб'екта бінарным. Дыскрэтную мяжу g можна ўявіць у выглядзе двухвымернай функцыі

$$g_{x_n, y_n}, n \in \{0, 1, \dots, i, \dots, j, \dots, N - 1\},$$

дзе (x_i, y_j) — гэта цэлаалікавыя пары дэкартава здабытка \mathbb{Z}^2 , N — лік кропак (даўжыня) межы. Кожнай кропцы мяжы адназначна адпавядае пара каардынат g_{x_i, y_j} . Уся мяжа ўяўляецца N — кропкавай паслядоўнасцю

$$g_{x_i, y_j} = \{(x_0, y_0), \dots, (x_i, y_j), \dots, (x_{N-1}, y_{N-1})\}.$$

Дыскрэтную мяжу g можна ўявіць лексікаграфічным запісам пар (x_i, y_j) дэкартава здабытка \mathbb{Z}^2 у выглядзе матрыцы A памерам $M \times L$. Пераўтварэнне выточнага i -га вектары $\mathbf{a}_i = (a_1 \dots a_M)^T$ у вектар $\hat{\mathbf{a}}_i = (\hat{a}_1 \dots \hat{a}_M)^T$ выконваецца як

$$\hat{\mathbf{a}}_i = W \mathbf{a}_i. \quad (1)$$

Аднаўленне вектара \mathbf{a}_i вырабляецца з дапамогай выразу

$$\tilde{\mathbf{a}}_i = \mathbf{W}^T \hat{\mathbf{a}}_{i\lambda}, \quad (2)$$

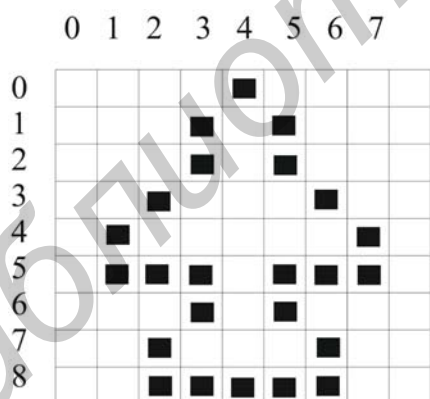
дзе вектар $\hat{\mathbf{a}}_{i\lambda}$ атрыманы ссячэннем (сціскання) часткі каардынат пасля працэсу декарэляцыі (1). Ступень сціскання залежыць ад узроўня декарэляцыі уваходных дадзеных, які вызначаецца функцыяй размеркавання 2D дысперсій σ^2 каэфіцыентаў пераўтварэння (дэскрыптарай) (Mitsiukhin, Karcheuski, 2008) выгляду,

$$\text{diag}[\sigma^2] = \text{diag}[\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_c) \otimes \text{diag}[\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_r)], \quad (3)$$

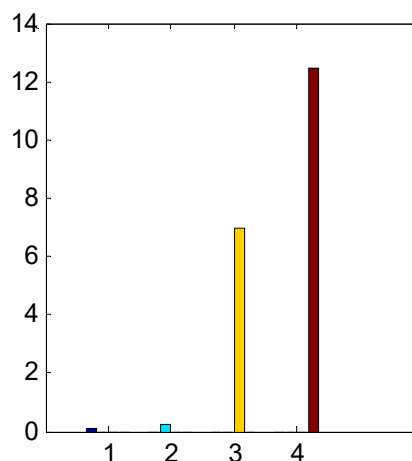
дзе $\text{diag}[\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_c)]$ і $\text{diag}[\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_r)]$ — дыяганальныя каварыяцыйныя матрыцы адпаведна слупкоў і радкоў матрыцы каэфіцыентаў ператварэння \hat{g}_{x_i, y_j} . Функцыя (3) дазваляе прагназаваць чаканую эфектыўнасць спіску апісання мяжы і вызначаць лік дэскрыптарай, якія захоўваюцца. Пры гэтым сярэднеквадратичная памылка (страта за кошт сціскання) вызначаецца сумай дыяганальных элементаў λ_i якія адпавядаюць адкіданым каардынатам вектара $\hat{\mathbf{a}}_i$, (Міцюхін, Майсеня, 2013) г. зн.

$$\epsilon = \sum_i \lambda_i. \quad (4)$$

Прыклад. На мал. 1 і 2 паказаны выява \mathbf{G} мяжы даўжынёй $N = 24$ і графік размеркавання дысперсій каварыяцыйнай матрыцы \mathbf{A} па слупках.



Мал. 1. Выява мяжы



Мал. 2. Размеркаванне дысперсій $\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_c)$

Мяжы адпавядае матрыца \mathbf{A} памерам $M \times L = 4 \times 12$, элементамі якой з'яўляюцца каардынаты выявы, мал. 1 разгорткай па слупках. Вылічэнне марыцы \mathbf{W}^T зваротнага пераўтварэння і дыяганальнай матрыцы размеркавання дысперсій (уласных значэнняў λ_i) прыводзіць адпаведна да выразу:

$$W^T = \begin{pmatrix} 0.110 & -0.663 & -0.341 & 0.657 \\ 0.715 & 0.148 & -0.618 & -0.291 \\ 0.688 & -0.102 & 0.703 & 0.146 \\ 0.052 & 0.726 & -0.086 & -0.086 \end{pmatrix};$$

$$\text{diag}[\sigma^2] = \begin{pmatrix} 0.128 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.259 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 6.936 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 12.434 \end{pmatrix}$$

Ацэнкі вектараў выточных дадзеных атрымваюцца з выразу (2). Аналіз графіка, мал. 2 і структуры матрыцы $\text{diag}[\sigma^2]$ паказвае, што практычна ўся энергія сігналу засяроджана ў двух каэфіцыентах кожнага слупка. У гэтым выпадку гарантуецца практычна поўнае аднаўленне дадзеных пра выяву мяжы па двух значэннях каэфіцыентаў пераўтварэння \tilde{a}_i . У выніку атрымліваецца эканомія часовых, частотных і іншых рэсурсаў. Значэнне сярэднеквадратычнай памылкі роўна

$$\epsilon = \sum_{i=1}^2 \lambda_i = 0,387.$$

Выдаткі на перадачу, захоўванне дадзеных са сцісканнем роўныя $2L$. Эфектыўнасць кадавання склала велічыню

$$K = \frac{2N - 2L}{2N} = 0,5 \text{ или } 50\%.$$

З прыклада бачна, што разгледжаны алгарытм кадавання дадзеных дазваляе паскорыць працэс іх перадачы, апрацоўкі і аналізу, зменшыць аб'ём памяці для захоўвання дадзеных і час звароту да памяці на палову.

Заканчэнне. Прапанаваны вылічальны метада можа быць скарыстаны пры праектаванні працэсара, прызначанага для апрацоўкі дадзеных значнага аб'ёму, прыкладам, дадзеных мяжы, калі даўжыня вектара ўваходу вялікая. Пераход да двухвымерных ператварэнняў у гэтым выпадку дае выйгрыш у апрацоўцы, спрашчэнні аналізу выявы, дэшыфрацыі яе асноўных характарыстык і інфармацыйных прыкмет.

Спіс літаратуры

- Mitsiukhin, A., & Karcheuski, A. (2008). Filtration of Videographic Data by Means of Hartley Discrete Transform. In *Proceedings 53 IWK «Prospects in Mechanical Engineering»* (pp. 365–366). IImenau: TU IImenau
- Гонсалес, Р., Вудс, Р. М. (2005). *Цифровая обработка изображений*. Москва: Техносфера.
- Міцюхін, А. І., Майсеня, Л. І. (2013). Выкарыстанне пераўтварэння Хатэлінга для біяметрычнай ідэнтыфікацыі. У кн. *Матэрыялы III Міжнародной навукова-практычнай конференцыі «Математика в сучасному тэхнічным універсітэце»* (с. 72—74). Кіў: НТУУ «КПІ».