

АПСАННЕ ВЫЯВЫ СЕГМЕНТАЦЫІ

А. І. Міцюхін, В. А. Віхляеў

*Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыяэлектронікі,
Інстытут інфармацыйных тэхналогій, Мінск, Беларусь
mityuhin@bsuir.by*

Надзейная і правільная эксплуатацыя складанай і параўнальна дарагой сельгаспадарчай тэхнікі прад'яўляе асаблівыя патрабаванні да кваліфікацыі аператара, падвышанай увагі і асцярожнасці пры кіраванні, напрыклад, збожжаўборачным камбайнам. Акрамя непасрэднага кіравання рухам камбайна, камбайнер адсочвае дакладнасць выканання такіх функцыянальных дзеянняў як напаўненне бункера збожжам, пагрузку зерня, і пр. Для павышэння надзейнасці кіравання камбайнам камбайнёру надаецца памочнік.

Сучасная сельгаспадарчая тэхніка, як правіла, абсталявана тэлеметрычнай сістэмай аддаленага маніторынгу і кантролю, элементамі тэхналогіі 4.0. Дадатак да існуючай тэлеметрыі сістэмай, пабудаванай па метадалогіі аналізу і пазнавання вобразаў, дазваляе вырашаць задачы, звязаныя з паўаўтаматычным (аўтаматычным) кіраваннем такой тэхнікай. Відавочным вынікам гэтага з'яўляецца павышэнне надзейнасці і дакладнасці кіравання, а таксама аптымізацыя колькасці абслуговага персаналу.

Аперацыі пазнавання на выявах ізаляваных аб'ектаў такіх як перашкоды руху, папярэднічае этап сегментацыі або выбар прыкмет, якія б адлюстроўвалі дакладна інфармацыю аб аб'екце. Пажадана мець дэскрыптары сегментацыі зручныя для наступнага эфектыўнага лічбавага працэсу пазнавання. У артыкуле разглядаецца матэматычны падыход эфектыўнага пераўтварэння дадзеных сегментацыі пры ўмове рэальнага абмежавання апаратнай прадукцыйнасці інфармацыйнай сістэмы, якая усталявана на борце сельгаспадарчай машыны. Выкананне дадзенай умовы патрабуе скарачэння памернасці дадзеных, атрыманых на этапе сегментацыі.

Няхай у якасці перашкод разглядаюцца асобныя аб'екты некаторай формы. У выніку сегментацыі перашкоды $f(x, y)$, атрыманай відэакамерамі бартавой інфасістэмы, выяўлен малюнак $g(x, y)$:

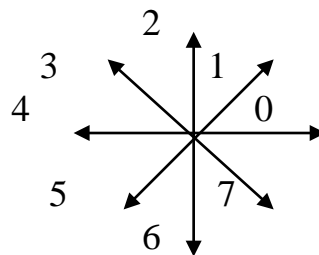
$$g(x, y) = T[f(x, y)] = \{(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\},$$

дзе T — аператар сегментацыі па f , $\{(x_i, y_i)\}$ — прасторавыя зменныя. Роўнасць $(x_0, y_0) = (x_n, y_n)$ азначае замкнёную мяжу; пікселі (x_i, y_i) , (x_{i-1}, y_{i-1}) , адказваюць ўласцівасці m -смежнасці пры $1 \leq i \leq n$. Ўлічваюцца толькі знешнія сегменты выявы перашкоды. Дадзеныя сегментацыі звычайна запісваюцца спісам значэнняў пікселяў $g(x, y)$. Вядома, што пэўнай эфектыўнасці апісання можна дасягнуць, выкарыстоўваючы ланцужнавы код Фрымана (Gonzales, Woods & Eddins, 2002). Як правіла, такое кадаванне

грунтуецца на адрэзках з 4- або 8-сумежнасці (напрамкамі). Пры значным аб'ёме мноства адлікаў $g(x,y)$ і выканання патрабавання дакладнай сегментацыі, кадаванне з дапамогай ланцужнага кода можа стаць недапушчальным па прычыне параўнальна вялікіх вылічальных выдаткаў. Кодавае слова g ланцужнага кода ўяўляе сабой выпадковую паслядоўнасць знакаў дыскрэтнай крыніцы $G = \{g_1, g_2, \dots, g_J\}$, $J = 2^n$, інфармацыі без памяці, дзе n — даўжыня двайковага кода. Выхадам крыніцы з'яўляецца паслядоўнасць адзіночных статыстычна незалежных знакаў. Кожны i -й сімвал з'яўляецца на выхадзе крыніцы з верагоднасцю p_i . Напрыклад, у выпадку кадавання 8-сумежным кодам алфавіт крыніцы G гэта мноства цэлых лікаў $\{0, 1, \dots, 7\}$. Статыстычныя характарыстыкі $p(g_i) = \{p_1, p_2, \dots, p_J\}$ крыніцы вызначаюцца з улікам апрыёрнага аналізу магчымых формаў мадэляў перашкод або вымераных гістаграм.

У працы разглядаецца метады поўнай ліквідацыі лішкавасці дадзеных сегментацыі, атрыманых на аснове кадавання кодам Фрымана і пераўтварэння выявы ў каардынатнае прастору, восьмі якога служаць ўласныя вектары каварыяцыйнай матрыцы дадзеных сегментацыі.

Прыклад. Эфектыўнае апісанне выявы перашкоды. Кадаванне ланцужным кодам рэалізуецца пры дапамозе выкарыстання крыніцы, паказанай на мал. 1.



Мал. 1. Нумарацыя адрэзкаў злучэння сумежных пікселяў знешніх сегментаў перашкоды

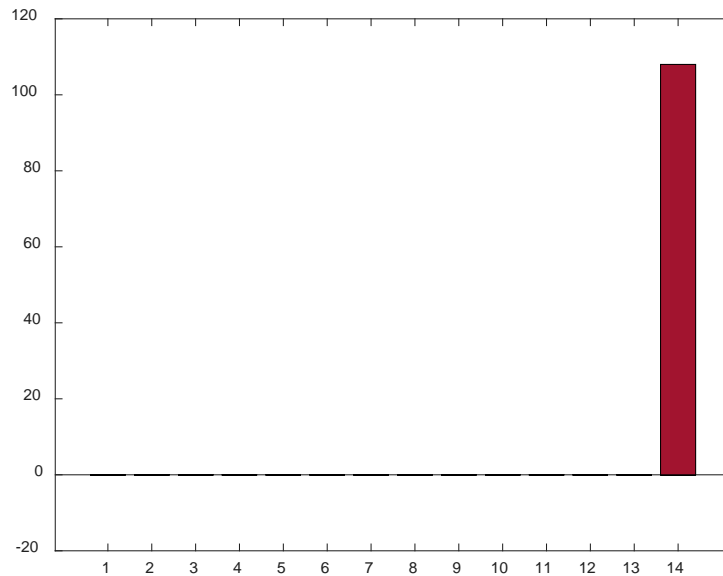
Аб'екту адпавядае наступнае кодавае слова ланцужнага кода:

$$\varphi = (4, 4, 4, 4, 4, 4, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 0, 6, 6, 6, 0, 6, 0, 6, 0, 6, 0, 6).$$

Пры вектарным апісанні выявы сярэдня колькасць інфармацыі ў ім роўна энтрапіі крыніцы. Так як энтрапія не залежыць ад таго ў якім парадку бяруцца элементы выявы, вектар φ запішам у выглядзе дзвюхмерных вектараў матрыцы

$$\Phi = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 & 2 & 2 & 2 & 2 & 0 & 0 & 6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 4 & 4 & 2 & 2 & 2 & 2 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \end{pmatrix}^T. \quad (1)$$

Вылічаныя значэння ўласных лікаў $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{14}\}$ каварыяцыйнай матрыцы \mathbf{C} выявы (1) кажуць аб магчымасці кампактнага апісання выявы перашкоды (Mitsiukhin, 2017).



Мал. 2. Графічнае апісанне ўласных лікаў $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{14}\}$.

Пазначым \mathbf{A} матрыцу ўласных вектараў матрыцы \mathbf{C} . Вылічэнне матрыцы каэфіцыентаў Хатэлінга памерам $N \times 2$ мае выгляд

$$\mathbf{Y} = \mathbf{A}^T \mathbf{F} = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 4 & 2 & 2 & 2 & 2 & 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 4 & 2 & 2 & 2 & 2 & 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 0 & 14.6969 \end{pmatrix}^T.$$

Для скарачэння памернасці матрыца \mathbf{Y} ўяўляецца паменшанай колькасцю $M < N$ каэфіцыентаў. Адсутныя $(N - M)$ замяняюцца сярэднім значэннем па кожнаму радку матрыцы \mathbf{Y} . З мал. 2 вынікае, што $M=1$ і можна адкінуць $N - M = 14 - 1 = 13$ каэфіцыентаў ў кожным слупку матрыцы \mathbf{Y} . Зваротнае пераўтварэнне вылічаецца як $\Phi = \mathbf{A}\mathbf{Y}$. Дакладнае аднаўленне (захоўванне) выявы сегментацыі запатрабуе выкарыстання вектара с каардынатамі $\mathbf{y}_{14} = (0 \quad 14.6969)$ і вектара матэматычнага чакання

$$\mathbf{m} = (0 \quad 4 \quad 4 \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad 0 \quad 6 \quad 0 \quad 0 \quad 4 \quad 0).$$

Калі загадзя вылічыць \mathbf{m} , дакладнае апісанне дадзеных забяспечваецца толькі двума значэннямі каардынат вектара \mathbf{y}_{14} .

Выкажам здагадку, што вектар φ ланцужнага кода задаваны з дапамогай $n = 3$ на элемент выявы. Пераўтвораная выява $\mathbf{y} = (0 \quad 14.6969)$ кадуецца с дапамогай $k=8$ біт на піксель. Сярэдні лік біт на элемент адноўленай выявы роўны

$$(2 \cdot 8) / 28 \cong 0,57 \text{ біт.}$$

Параўнальна невялікі выйгрыш у сціску з выкарыстаннем кода Фрымана, можна атрымаць, калі да яго прымяніць энтропійнае кадаванне. Вылічэнні энтрапіі H паказалі, што для большасці разгледжаных імавернасных мадэляў крыніц G , значэння энтрапіі знаходзяцца ў дыяпазоне

$$H = \sum_{i=1}^{2^n} - p_i \log p_i = 2,4 - 2,81 \text{ бит на символ.}$$

У гэтым выпадку сярэдняя даўжыня L_n атрыманага двайковага кода можа набліжацца толькі да

$$(2,4 - 2,81) + 1 \geq L_n \geq H.$$

Але гэта значна вышэй за колькасць біт на элемент адноўленай выявы:

$$(2,4 - 2,8) + 1 \gg 0,57 \text{ бит на пиксель.}$$

Выснова. Інтэграваны падыход на грунце кадавання Фрымана і артаганальнага пераўтварэння ў базісе дыскрэтных уласных функцый дазваляе ажыццявіць эфектыўны сціск дадзеных сегментацыі без страт.

Гэтая праца выкана ў рамках навукова-тэхнічных даследаванняў з канструктарскім бюро ААТ «Навукова-тэхнічны цэнтр камбайнабудавання», г. Гомель.

Спіс літаратуры

- Gonzales, R. C., Woods, R. E., & Eddins, S. L. (2002). *Digital image processing*. New Jersey: Prentice Hall.
- Mitsiukhin, A. (2017). Efficient description of the boundary of the object under observation. In *Engineering for a Changing World: Proceedings; 59th IWK, Ilmenau Scientific Colloquium, Technische Universität Ilmenau, September 11–15, 2017* (Vol. 59, No. 2.2. 02). Retrieved from db-thuringen.de/rsc/viewer/dbt_derivate_00039296/ilm1-2017iwk-018.pdf?page=6.