АЛГЕБРИЧНА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ГЕНЕРАТОРА ТРИКУТНОЇ НОРМИ

Воробель Р.А.*, Боцян В.В.*, Степанюк С.І.**

*Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України,
**Волинський національний університет імені Лесі Українки

Побудовано алгебричну параметричну модель для обробки зображень, яка базується на трикутній нормі Міцумото. Встановлено аналітичні вирази для обчислення арифметичних операцій. Наведено приклади експериментів.

Algebraic parametric model for image processing based on Mitsumoto triangular norm is proposed. Analitical expressions for computation of arithmetic operations are defined. Examples of experimental study are shown.

Одним з складових елементів попереднього опрацювання зображень, який є важливим етапом аналізу з метою прийняття рішень, є їх покращання. При цьому намагаються моделювати зорову систему людини, бо вона характеризується добрими властивостями розпізнавання об'єктів на заданому фоні та високими можливостями розрізнення деталей зображення. Однак людині для такого аналізу необхідно багато часу. Це зумовлює потребу автоматичного покращання зображень. Такий підхід розвинуто у роботах [1, 2]. Він базується на конструюванні алгебричних моделей логарифмічного типу. Проте фактичні можливості стосовно покращання якості зображень можна суттєво підвищити, якщо зробити модель параметричною. Тому метою роботи є побудова алгебричної моделі опрацювання збражень параметричного типу.

Для конструювання саме алгебричної моделі опрацювання зображень було обрано технологію побудови алгебричних моделей логарифмічного типу, описану у роботах [1, 2]. Для того, щоб модель була параметричною для її синтезу застосовано генератор трикутної норми Міцумото [3]. Така функція-генератор $s_a(x)$ адитивної трикутної S–норми описується виразом

$$s_a(x) = e^{(1-x)^{-\alpha}} - e\,, \tag{1}$$

де $x \in [0,1]$, $\alpha > 0$.

Виходячи з функції (1) побудовано алгебричну параметричну модель логарифмічного типу, для якої встановлено такі аналітичні вирази арифметичних операцій.

Додавання: $\forall x, y \in E$, $E = (-1,1)$, $\alpha > 0$

$$x\langle+\rangle y \overset{def}{=} \operatorname{sign}(x+y)[(1-k)S(x,y)+kC(x,y)],$$

де

$$S(x,y)=1-\{\ln[e^{(1-|x|)^{-\alpha}}+e^{(1-|y|)^{-\alpha}}-e]\}^{-1/\alpha},$$

$$C(x,y)=1-\{\ln[|e^{(1-|x|)^{-\alpha}}-e^{(1-|y|)^{-\alpha}}|+e]\}^{-1/\alpha},$$

$$k=0{,}5\operatorname{sign}(xy)|\operatorname{sign}(x)-\operatorname{sign}(y)|.$$

Множення на скаляр: $\forall x\in E$ і $p\in R$

$$p\langle\times\rangle x \overset{def}{=} \operatorname{sign}(px)\{1-[\ln(|p|e^{(1-|x|)^{-\alpha}}-|p|e+e)]^{-1/\alpha}\}.$$

Дведено, що множина елементів (векторів) E над полем скалярів R утворює дійсний векторний простір.

При опрацюванні зображень потрібною є також функція віднімання. Вона описується так: $\forall x,\ y\in E$, $E=(-1,1)$.

$$x\langle-\rangle y=\begin{cases}\operatorname{sign}(x-y)C(x,y),\ \text{при } x,y\in[0,1),\\ -S(x,y),\ \text{при } x\in(-1,0],\ y\in[0,1),\\ \operatorname{sign}(x-y)C(x,y),\ \text{при } x,y\in(-1,0],\\ S(x,y),\ \text{при } x\in[0,1),\ y\in(-1,0].\end{cases}$$

Побудованій векторній структурі властивий ізоморфізм $\varphi: E\to R$:

$$\varphi(x)=\operatorname{sign}(x)[e^{(1-|x|)^{-\alpha}}-e].$$

Скалярний добуток двох рівнів сірого $(\cdot|\cdot)_E$: $E\times E\to R$, $\forall x,\ y\in E$:

$$(x|y)_E=\varphi(x)\cdot\varphi(y).$$

Так означений скалярний добуток $(\cdot|\cdot)_E$ на просторі рівнів сірого задає евклідів простір. Норма $\|\cdot\|_E : E\to R^+$ визначається через скалярний добуток:

$$\forall x\in E \qquad \|x\|_E=\sqrt{(x|y)_E}=|\varphi(x)|.$$

В доповіді подано результати експериментів.

1. *Воробель Р.А. Логарифмічна обробка зображень. – К.: Наукова думка. – 2012 (в друці).*
2. *Воробель Р.А. Логарифмічна обробка зображень. Частина 1: Базова модель // Відбір і обробка інформації. – 2009. – Вип. 31(107). – С. 26–35.*
3. *Klement E.P., Mesiar R., Pap E*. Triangular Norms. – Dordrecht: – Kluwer Acad. Publ. - 2000. – 384 p.