

2. Застосування методу поділу зображення на фрейми, що реалізується на застосуванні високошвидкісних ШНМ ГП, не призводить до помітного зростання часових затримок та зменшення коефіцієнта ущільнення, отже, може розглядатися як важливий засіб покращення якості цієї процедури.

Література

1. **Ткаченко Р.О.** Вдосконалення нейромережних методів класифікації в завданнях інтелектуального аналізу даних за допомогою методу імітації відпалу металу / Р.О. Ткаченко, А.В. Дорошенко // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика. – 2007. – № 591. – С. 33-37.
2. **Ткаченко Р.О.** Нова парадигма штучних нейронних мереж прямого поширення / Р.О. Ткаченко // Вісник Державного університету "Львівська політехніка": Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології. – 1999. – № 386. – С. 43-54.
3. **Грицик В.В.** Нові підходи до навчання штучних нейромереж / В.В. Грицик, Р.О. Ткаченко // Доповіді Національної академії наук України. – 2002. – № 11. – С. 59-65.
4. **Сергеенко В.С.** Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах / В.С. Сергеенко, В.В. Баринов // Издательское предприятие РадиоСофт. – М., 2009. – С. 163-173.
5. **Сэломон Д.** Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон // Техносфера. – М., 2004. – 346 с.
6. **Christopher M. Bishop.** Neural Networks for Pattern Recognition / Bishop Christopher M. // Oxford University Press (1999).

Полищук У.В. Нейросетевое сжатие изображений с использованием их разделения на фреймы

Предложен нейросетевой метод сжатия изображений на основе сокращения длины разрядной сетки, что используется для представления ортогональных компонент преобразования и обеспечивает дополнительное повышение коэффициента сжатия с сохранением заданных показателей качества. Также развита и апробирована методика улучшения качества воспроизведенных изображений и показателей сжатия путём дополнительного разделения изображений на фреймы. Данный метод обеспечивает повышение коэффициента качества изображения PSNR в среднем на 5-6 % при дополнительном повышении коэффициента сжатия.

Polishchuk U.V. Neural image compression using division images into frames

Neural image compression method by reducing of a bit map length, which is used to represent orthogonal components of transformation, provides additional increase in compression ratio with preservation of the specified quality indicators is proposed. Also developed and tested methods for improving the quality and compression rates of the reproduced images by additional division images into frames. This method provides enhancing image quality rate PRSN by 5-6 % with increasing the compression ratio.

Keywords: neural colour image compression, division into frames, neurolike Geometrical Transformation Machine structure.

УДК 674.02:621.923 Доц. О.А. Кійко, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ПЕРЕВІРКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ КАЛІБРУВАННЯ ПЛИТНИХ ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЧУТЛИВІСТЬ ДО ЗМІНИ РОЗПОДІЛУ

Вперше у процесі дослідження калібрування-шліфування плитних деревних матеріалів використано принципи імітаційного моделювання та перевірено чутливість таких моделей на зміну закону розподілу вхідної товщини оброблюваного матеріалу.

Стан питання. Стрімко зростаючі потреби споживачів спричиняють постійне нарощування обсягів виготовлення плитних деревних матеріалів. Так, за період з 1996 по 2006 рр. об'єми виготовлення ДСП в Україні зросли на 454 % від 240 до 1329 тис. м³, у Європі приріст за аналогічний період становив 146 %, а у світі – 149 %. Наявні темпи збільшення обсягів виробництва ДСП та інших плитних деревинних матеріалів свідчать про конкурентоспроможність цього виду продукції з огляду на дедалі зростаючу актуальність заміни масивної деревини.

Важливою стадією технологічних процесів виготовлення деревинно-стружкових плит і плитних деревинних матеріалів, які застосовують у деревообробній, меблевій, будівельній та інших галузях промисловості України є калібрування-шліфування.

Постановка задачі. Вперше для дослідження процесу калібрування-шліфування деревинно-стружкових плит жорстким абразивним інструментом запропоновано і реалізовано концепцію об'єктно-статистичного моделювання: статистичну характеристику об'єктів – генерування випадкових величин за допомогою методу Монте-Карло – врахування характеристик об'єктів, що розраховані на основі аналітичних залежностей – імітаційне моделювання з реалізацією в об'єктно-орієнтованому середовищі програмування.

У процесі оброблення експериментальних даних товщини плитних деревинних матеріалів ми для всіх випадків прийняли статистичну гіпотезу про відповідність емпіричного розподілу нормальному (гаусовому) теоретичному закону. Таким чином, випадкову величину H_i у будь-який момент часу ми можемо визначити як:

$$H_i = H + S(H) \cdot (HVB), \quad (1)$$

де: (HVB) – нормально розподілена випадкова величина із середнім значенням $\mu=0$ і середньоквадратичним відхиленням $\sigma=1$, яке вибирається з таблиць чи отримується за допомогою генератора псевдовипадкових чисел.

Завданням досліджень є перевірка чутливості побудованої моделі на зміну нормального закону розподілу.

Виконання досліджень. Чутливість самої імітаційної моделі перевіряли шляхом зміни закону теоретичного розподілу на такі розподіли: Ерланга, рівномірний та Сімпсона.

Для генерування випадкових чисел згідно з розподілом Ерланга, ми використали вираз, отриманий у роботі [1]:

$$H_{ев} = \left\{ \frac{R}{(1-R)^{\frac{1}{K}} K} \right\}^{\frac{1}{\sqrt{\pi K}}} M(H), \quad (2)$$

де: $H_{ев}$ – випадкове значення товщини оброблюваного деревного матеріалу, що підлягає закону розподілу Ерланга, мм; R – рівномірно розподілена в інтервалі (0,1) випадкова величина; K – коефіцієнт стабільності Ерланга ($K=M(H)^2 / S^2(H)$); $M(H)$ – математичне сподівання (середнє значення) товщини оброблюваного матеріалу, мм; $S^2(H)$ – дисперсія товщини плити, мм².

Порівняльні дослідження імітаційного моделювання для випадків використання нормального розподілу та розподілу Ерланга наведено в табл. 1. Для перевірки чутливості імітаційної моделі внаслідок зміни нормального закону на ерлангівський з матриці планування вибрано характерні досліди для різних значень K . Визначали абсолютну і відносну різницю для п'яти основних показників процесу калібрування-шліфування ДСП: довжини процесу оброблення за період стійкості абразивного циліндра L ; величини спрацювання шліфувального інструмента за його період стійкості p ; довжини калібрування-шліфування до повного спрацювання робочого абразивного шару циліндра $L_{\text{п}}$; товщини шару ДСП, який зішліфовується одним абразивним інструментом h ; частки деталей, які не задовольняють вимоги із різнотовщинності B_r .

Якщо $K=6397,2$ (максимально можливе значення), то різниця у величині основних показників для випадків застосування нормального і ерлангівського законів розподілу випадкової величини товщини плити становить 0,13...2,64 %. Якщо $K=3249,0$ (приблизно середнє за величиною значення), то ця різниця незначно збільшується і становить 0,4...3,83 %. У випадку, коли коефіцієнт стабільності Ерланга приймає мінімально можливе для прийнятих умов значення $K=1943,2$, величина відносної різниці ще збільшується і приймає середні значення від 1,48 до 5,04 %.

Для перевірки чутливості імітаційної моделі під час заміни нормального закону на рівномірний розраховували межі **a** і **b** для генератора випадкових чисел, згідно з [2, 3]:

$$a = M(H) - S(H) \sqrt{3}; \quad b = M(H) + S(H) \sqrt{3}. \quad (3)$$

Для порівняльних досліджень у цьому випадку використано ті ж умови, що і при заміні нормального закону на ерлангівський (табл. 2).

Для умов виконання дослідів 2 визначено межі: $a=16,8943$ мм; $b=17,6421$ мм. У випадку фіксування умов дослідів № 47-а $a=16,5804$ мм; $b=17,6196$ мм, а для 31 дослідів границі інтервалу становлять: $a=16,2665$ мм; $b=17,5971$ мм.

Середня величина відносної різниці під час заміни нормального закону розподілу на рівномірний залежить від величини інтервалу $a-b$: для першого випадку ($a-b=0,7478$ мм; дослід № 2) відносна різниця становить 0,1...2,26 %; під час фіксування умов дослідів № 47 ($a-b=1,0392$ мм) ця різниця становить 0,2...3,53 %; для умов дослідів № 31 ($a-b=1,3306$ мм) – 2,08...4,60 %.

Для генерування випадкових чисел, згідно з розподілом Сімпсона, ми використали такий вираз [4]:

$$H_{\text{вв}} = R_1 + R_2, \quad (4)$$

де: $H_{\text{вв}}$ – випадкове значення товщини оброблюваного деревного матеріалу, що підлягає закону розподілу Сімпсона, мм; R_1, R_2 – рівномірно розподілені в інтервалі (a, b) випадкова величина;

Табл. 1. Порівняльні значення основних параметрів процесу калібрування-шліфування ДСП одним агрегатом
($H=17,2682$ мм; $S(H)=0,2159$ мм; $K=6397,2$)

№ з/п	Вид теорет. розподілу	Пара-метр	Значення													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	сер.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Норм.	L	5449,8	5133,6	5324,0	5294,1	5131,6	5278,3	5289,9	5268,6	5177,3	5096,2	5244,3			
	Ерланга	L	5273,5	5252,8	5145,7	5207,7	5295,5	5146,2	5081,8	5161,1	5142,9	5270,9	5197,8			
	Абсол. різниця, п.м.		176,3	119,2	178,3	86,4	164,0	132,1	208,1	107,5	34,4	174,7	138,1			
	Відносн. різниця, %		3,23	2,32	3,35	1,63	3,19	2,50	3,93	2,04	0,66	3,43	2,6			
2	Норм.	p	0,2118	0,2119	0,2115	0,2115	0,2118	0,2114	0,2120	0,2116	0,2120	0,2116	0,2117			
	Ерланга	p	0,2115	0,2117	0,2119	0,212	0,2116	0,2117	0,2116	0,2119	0,2121	0,2117	0,2118			
	Абсол. різниця, мм		0,0003	0,0002	0,0004	0,0005	0,0002	0,0003	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0003			
	Відносн. різниця, %		0,14	0,09	0,19	0,24	0,09	0,14	0,19	0,14	0,05	0,05	0,132			
3	Норм.	Lп	162652,9	153175,2	158903,8	158022,4	153126,4	157572,3	157832,4	157229,9	154474,2	152086,1	156507,6			
	Ерланга	Lп	157401,3	156764,6	153531,7	155398,2	158047,8	153584,9	151685,1	154002,8	153454,2	157305,7	155117,6			
	Абсол. різниця, п.м		5251,6	3589,5	5372,1	2624,2	4921,4	3987,4	6147,3	3227,1	1020,0	5219,6	4136,0			
	Відносн. різниця, %		3,23	2,34	3,38	1,66	3,21	2,53	3,89	2,05	0,66	3,43	2,64			
4	Норм.	h	0,6179	0,6458	0,6304	0,6304	0,6458	0,6345	0,6322	0,6346	0,6409	0,6497	0,6362			
	Ерланга	h	0,6359	0,6363	0,6466	0,6403	0,6339	0,6455	0,6504	0,6438	0,6445	0,6337	0,6411			
	Абсол. різниця, мм		0,0180	0,0095	0,0162	0,0099	0,0119	0,0110	0,0182	0,0092	0,0036	0,0160	0,0124			
	Відносн. різниця, %		2,91	1,47	2,57	1,57	1,84	1,73	2,88	1,45	0,56	2,46	1,945			
5	Норм.	Бр	97,0	99,0	97,0	96,0	98,0	97,0	99,0	98,0	99,0	98,0	97,8			
	Ерланга	Бр	97,0	97,0	99,0	98,0	96,0	97,0	97,0	98,0	98,0	97,0	97,4			
	Абсол. різниця, %		0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00	0,00	1,00	1,00	1,200			
	Відносн. різниця, %		0,00	2,02	2,06	2,08	2,04	0,00	2,02	0,00	1,01	1,02	1,226			

Табл. 2. Порівняльні значення основних параметрів процесу калібрування-шліфування ДСП одним агрегатом
($a=16,8943$ мм; $b=17,6421$ мм)

№ з/п	Вид теорет. розподілу	Пара-метр	Значення										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	сер.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Норм.	L	5449,8	5133,6	5324,0	5294,1	5131,6	5278,3	5289,9	5268,6	5177,3	5096,2	5244,3
	Рівном.	L	5290,2	5260,8	5212,9	5217,1	5316,5	5145,7	5249,7	5251,4	5233,8	5272,3	5245,0
	Абсол. різниця, п.м.		159,6	127,2	111,1	77,0	185,0	132,6	40,2	17,2	56,5	176,1	108,2
	Відносн. різниця, %		2,93	2,48	2,09	1,45	3,60	2,51	0,76	0,33	1,09	3,46	2,070
	Норм.	p	0,2118	0,2119	0,2115	0,2115	0,2118	0,2114	0,2120	0,2116	0,2120	0,2116	0,2117
	Рівном.	p	0,2116	0,2119	0,2117	0,2119	0,2117	0,2117	0,2119	0,2121	0,2118	0,2115	0,2118
2	Абсол. різниця, мм		0,0002	0,0000	0,0002	0,0004	0,0001	0,0003	0,0001	0,0005	0,0002	0,0001	0,0002
	Відносн. різниця, %		0,09	0,00	0,09	0,19	0,05	0,14	0,05	0,24	0,09	0,05	0,099
	Норм.	Lп	162652,9	153175,2	158903,8	158022,4	153126,4	157572,3	157832,4	157229,9	154474,2	152086,1	156507,6
	Рівном.	Lп	157860,3	156965,2	155551,1	155660,9	158637,6	153538,6	156637,6	156672,2	156170,2	157336,5	156503,0
	Абсол. різниця, п.м		4792,6	3790,1	3352,7	2361,5	5511,2	4033,7	1194,8	557,7	1696,0	5250,4	3254,1
	Відносн. різниця, %		2,95	2,47	2,11	1,49	3,60	2,56	0,76	0,35	1,10	3,45	2,085
	Норм.	h	0,6179	0,6458	0,6304	0,6304	0,6458	0,6345	0,6322	0,6346	0,6409	0,6497	0,6362
	Рівном.	h	0,6338	0,6348	0,6405	0,6385	0,6312	0,6457	0,636	0,6352	0,6379	0,6355	0,6369
	Абсол. різниця, мм		0,0159	0,0110	0,0101	0,0081	0,0146	0,0112	0,0038	0,0006	0,0030	0,0142	0,0093
	Відносн. різниця, %		2,57	1,70	1,60	1,28	2,26	1,77	0,60	0,09	0,47	2,19	1,454
	Норм.	Бр	97,0	99,0	97,0	96,0	98,0	97,0	99,0	98,0	99,0	98,0	97,8
	Рівном.	Бр	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,0
5	Абсол. різниця, %		3,00	1,00	3,00	4,00	2,00	3,00	1,00	2,00	1,00	2,00	2,200
	Відносн. різниця, %		3,09	1,01	3,09	4,17	2,04	3,09	1,01	2,04	1,01	2,04	2,260

Табл. 3. Порівняльні значення основних параметрів процесу калібрування-шліфування ДСП одним агрегатом
($a=8,3696$ мм; $b=8,89852$ мм)

№ з/п	Вид теорет. розподілу	Параметр	Значення													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	сер.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Норм.	L	5449,8	5133,6	5324,0	5294,1	5131,6	5278,3	5289,9	5268,6	5177,3	5096,2	5244,3			
	Сімпсона	L	5385,1	5253,6	5227,1	5038,8	4990,4	5371,9	5186,6	5319,0	5130,4	5168,4	5207,1			
	Абсол. різниця, п.м.		64,7	120,0	96,9	255,3	141,2	93,6	103,3	50,3	46,9	72,2	104,4			
	Відносн. різниця, %		1,19	2,34	1,82	4,82	2,75	1,77	1,95	0,96	0,91	1,42	1,99			
2	Норм.	p	0,2118	0,2119	0,2115	0,2115	0,2118	0,2114	0,2120	0,2116	0,2120	0,2116	0,2117			
	Сімпсона	p	0,2115	0,2111	0,2122	0,2119	0,2116	0,2117	0,2119	0,2116	0,2119	0,2120	0,2117			
	Абсол. різниця, мм		0,0003	0,0008	0,0007	0,0004	0,0002	0,0003	0,0001	0,0000	0,0001	0,0004	0,0003			
	Відносн. різниця, %		0,14	0,38	0,33	0,19	0,09	0,14	0,05	0,00	0,05	0,19	0,16			
3	Норм.	Lп	162652,9	153175,2	158903,8	158022,4	153126,4	157572,3	157832,4	157229,9	154474,2	152086,1	156507,6			
	Сімпсона	Lп	160717,3	156821,7	155943,6	150346,0	148924,8	160312,9	154763,4	158729,0	153068,6	154206,2	155383,3			
	Абсол. різниця, п.м		1935,6	3646,6	2960,2	7676,4	4201,6	2740,6	3069,0	1499,1	1405,7	2120,1	3125,5			
	Відносн. різниця, %		1,19	2,38	1,86	4,86	2,74	1,74	1,94	0,95	0,91	1,39	2,00			
4	Норм.	h	0,6179	0,6458	0,6304	0,6304	0,6458	0,6345	0,6322	0,6346	0,6409	0,6497	0,6362			
	Сімпсона	h	0,6258	0,6387	0,6365	0,6537	0,6596	0,6258	0,6407	0,631	0,6462	0,642	0,6400			
	Абсол. різниця, мм		0,0079	0,0071	0,0061	0,0233	0,0138	0,0087	0,0085	0,0036	0,0053	0,0077	0,0092			
	Відносн. різниця, %		1,28	1,10	0,97	3,70	2,14	1,37	1,34	0,57	0,83	1,19	1,45			
5	Норм.	Бр	97,0	99,0	97,0	96,0	98,0	97,0	99,0	98,0	99,0	98,0	97,8			
	Сімпсона	Бр	97,0	99,0	99,0	99,0	97,0	98,0	99,0	98,0	100,0	100,0	98,6			
	Абсол. різниця, %		0,00	0,00	2,00	3,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	1,00			
	Відносн. різниця, %		0,00	0,00	2,06	3,13	1,02	1,03	0,00	0,00	1,01	2,04	1,03			

$$a = \frac{M(H)}{2} - \sqrt{6} \cdot \frac{S(H)}{2}, \quad (5)$$

$$a = \frac{M(H)}{2} + \sqrt{6} \cdot \frac{S(H)}{2}, \quad (6)$$

де: $M(H)$ – математичне сподівання (середнє значення) товщини оброблюваного матеріалу, мм; $S(H)$ – середньоквадратичне відхилення товщини плити, мм.

Для порівняльних досліджень у цьому випадку (табл. 3) використали ті ж умови, що і під час перевірки чутливості імітаційної моделі у процесі зміни нормального закону розподілу випадкової величини товщини оброблюваного матеріалу на ерлангівський чи рівномірний.

Висновки. Перевірка імітаційних моделей на чутливість до зміни закону розподілу засвідчила про наявність неістотної різниці у визначенні величини основних показників процесу оброблення у випадку зміни нормального закону розподілу на ерлангівський, Сімпсона і рівномірний, що дало змогу використати в імітаційних моделях для генерування псевдовипадкових чисел нормальний розподіл, який з достатньою достовірністю описує товщину плитних деревинних матеріалів.

Література

1. Мисик М.М. Спосіб генерування псевдовипадкових чисел, що підлягають закону розподілу Ерланга / М.М. Мисик // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2002. – Вип. 12.5. – С. 54-58.
2. Вентцель Е.С. Прикладные задачи теории вероятностей / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М. : Изд-во "Радио и связь", 1983. – 416 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М. : Изд-во "Наука", 1973. – 368 с.
4. Айвазян С.А. Основы моделирования и первичная обработка данных / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М. : Изд-во "Финансы и статистика", 1983. – 417 с.

Кийко О.А. Проверка имитационной модели калибрования плитных древесных материалов на чувствительность к изменению распределения

Впервые в процессе исследования калибрования-шлифования плитных древесных материалов использованы принципы имитационного моделирования и проверена чувствительность таких моделей на смену закона распределения входной толщины обрабатываемого материала.

Kiyko O.A. Checking of simulation model of calibration of wooden board materials for sensitiveness to change of division

At first in the process of research of calibration-polishing of wooden board materials principles of imitation design are used and the sensitiveness of such models is tested on changing of law of division of entrance thickness of the processed material.

УДК 674.093.26 Асист. Г.Є. Ортинська; проф. П.А. Бехта, д-р техн. наук; ст. викл. А.В. Бакалець, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ФАНЕРИ ІЗ ШПОНУ ПІДВИЩЕНОЇ ВОЛОГОСТІ

Розроблено математичну модель тепломасоперенесення під час склеювання шпону підвищеної вологості (15-25 %). Методом скінченних різниць отримано чисельні розв'язки задачі у випадку сталих коефіцієнтів.

Ключові слова: фанера, шпон підвищеної вологості, математична модель.