

К. : Видавничий центр «ПРОСВІТА», 2003. — 232с. 7. Луцків М. М. Системи автоматичного керування ротаційними машинами / М. М. Луцків. — Львів : Укр. акад. друкарства; Фенікс, 2000. — 152 с. 8. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования. — М. : Машиностроение, 1989. — Кн. — 3. Ч. 1. — 607 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛЕНТОПРОВОДНОГО УЧАСТКА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ

Рассматривается задача построения математической модели натяга ленты при наличии прироста скорости на участке в нестационарном режиме, обусловленного изменением скорости движения ленты в широких пределах, поданно результаты компьютерной симуляции.

MATHEMATICAL MODEL OF STRICHKOPROVIDNOY OF AREA IS AT NON-STATIONARY OFFICE HOURS

The task of construction of mathematical model of natyagou of ribbon is examined at presence of increase of speed on an area in the unstationary mode, motion of ribbon in wide scopes conditioned by the change of speed, given results of computer simulation.

Стаття надійшла 17.03.09

УДК 655.59+881.3

I. В. Піх

Українська академія друкарства

ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЧНОГО ФОРМАТУВАННЯ РЯДКА

Розроблено та оптимізовано графічну ієрархічну модель пріоритетного впливу множини параметрів на процес та якість автоматичного форматування текстових рядків книжкових видань з урахуванням варіантів різної щільності тексту.

Переважає більшість видань художньої літератури при наявності алгоритмів (та відповідних їм програм) автоматичного форматування тексту, з урахуванням за потреби варіантів різної щільності, може бути підготовлена до тиражування за скороченою схемою, яка не передбачає додаткового опрацювання сформованого тексту оператором-верстальником. Такий варіант вимагає чіткішого встановлення множини критеріїв, які вносять у відповідні алгоритми, з одночасним визначенням пріоритетності їх впливу на процес та якість автоматичного форматування рядків книжкових видань з урахуванням варіантів різної щільності тексту.

Математичну модель та відповідний їй алгоритм автоматичного форматування тексту, розглянуто у дослідженні [1], не враховує взаємозв'язків між параметрами та вагових показників їх ранжування у загальній ієрархічній моделі. Водночас у технологічних вимогах та інструкціях звертається увага на величину пробілу між словами, рівномірність його розподілу в сусідніх рядках, наявність коридорів, ступінь перекриття абзацного відступу кінцевим рядком абзацу. Контролюється правильність розділення слів переносами, наявність в суміжних рядках п'яти переносів підряд, закінчення рядка прийменником, який складається з однієї букви, або скороченням, що належить до наступного тексту. Внесено такі характеристики тексту як горизонтальний формат, гарнітура і кегель шрифту, параметри пробілу між словами, абзацні відступи, величина зони форматування.

Пропоноване дослідження стосується удосконалення процесу автоматичного форматування рядка з метою його оптимізації, тому з вищеперерахованих вимог потрібно вибрати саме такі параметри, які мають відношення до алгоритму накопичення текстових рядків. Одночасно потрібно задати та дослідити зв'язки між параметрами, експертним способом оцінити важливість впливу кожного з них на результат форматування тексту.

Наявність множини параметрів, що мають відношення до автоматичного форматування рядків книжкових видань з урахуванням варіантів різної щільності тексту, створює значну кількість можливих зв'язків між ними (максимальне їх число при n критеріях складе n^2-n). У зв'язку з цим суттєвим завданням є одержання мінімальної кількості зв'язків, достатньої для адекватної оцінки якості видання.

Із загальної множини $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ параметрів, що впливають на форматування рядків книжкових видань, вибираємо підмножину $D_i \in D$, в яку вносимо такі параметри:

- d_1 – міжсимвольні пробіли (МП);
- d_2 – кегель шрифту (КШ);
- d_3 – абзацний відступ (АВ);
- d_4 – горизонтальний формат (довжина рядка (ГФ));
- d_5 – пробіли між словами (ПС);
- d_6 – зона форматування рядка (ЗФ).

Вищезазначені параметри та зв'язки між ними задаємо у вигляді орієнтованого графа (рис. 1).

Напрями дуг у графі визначено таким чином, що стрілка вказує на певний вплив параметра, зображеного у кінцевій вершині, на параметр, суть якого відтворена у початковій вершині дуги. Наведений граф є основною

вихідною інформативною базою для подальших досліджень, суть яких полягає у встановленні багаторівневої ієрархічної залежності між параметрами, для виявлення пріоритетності впливу кожного з них на результативність процесу форматування рядків книжкових видань з урахуванням варіантів різної щільності тексту. Така залежність також може бути подана у вигляді графічної ієрархічної моделі.

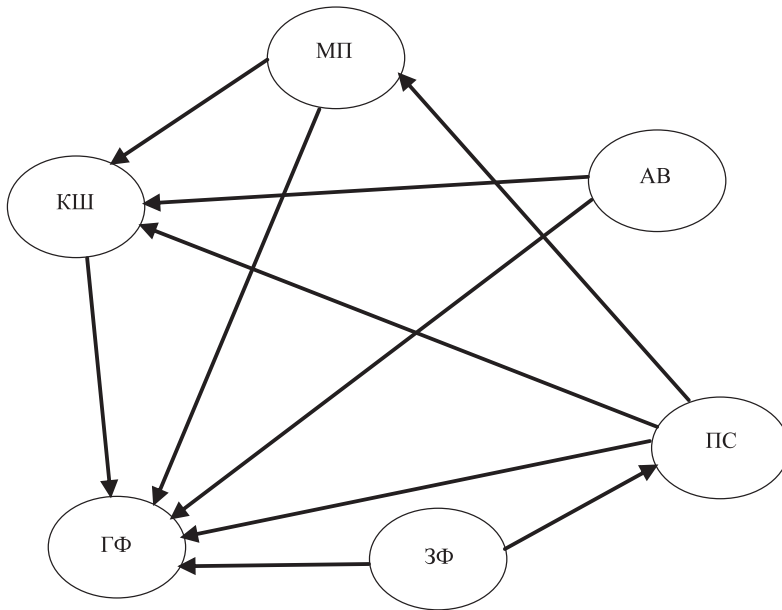


Рис. 1. Граф зв'язків між параметрами форматування рядка

Для цього сукупну множину дуг графа початково запишемо у вигляді квадратної бінарної матриці A за принципом «наявний чи відсутній зв'язок між сусідніми вершинами». Така матриця називається матрицею залежності [6] і для множини вершин D_i будується за таким логічним правилом:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо параметр } i \text{ залежить від параметра } j \\ 0, & \text{якщо параметр } i \text{ не залежить від параметра } j \end{cases}$$

Діагональним елементам матриці, що імітують значення дуг-петель, тобто дуг, які замикаються на одній вершині, присвоюються нульові значення. Матрицю A розмірності 6×6 елементів помістимо в таблицю, додавши до неї інформаційний рядок і стовпець з мнемонічними назвами критеріїв.

		1	2	3	4	5	6
		МП	КШ	АВ	ГФ	ПС	ЗФ
1	МП	0	1	0	1	0	0
2	КШ	0	0	0	1	0	0
3	АВ	0	1	0	1	0	0
4	ГФ	0	0	0	0	0	0
5	ПС	1	1	0	1	0	0
6	ЗФ	0	0	0	1	1	0

З використанням матриці A будувється матриця досяжності B . Якщо в графі (рис. 1) існує шлях, який приводить з вершини d_i до вершини d_j , то вершина d_j називається досягнутою. Позначимо підмножину подібних вершин через $Z(d_i)$. Алгоритм визначення бінарних елементів матриці досяжності можна записати у вигляді такого логічного правила:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо з } i \text{ можна потрапити в } j \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Аналогічно, вершина d_i є попередницею d_j , якщо вона досягається з цієї вершини. У результаті одержимо таку таблицю-матрицю:

		1	2	3	4	5	6
		МП	КШ	АВ	ГФ	ПС	ЗФ
1	МП	1	1	0	1	0	0
2	КШ	0	1	0	1	0	0
3	АВ	0	1	1	1	0	0
4	ГФ	0	0	0	1	0	0
5	ПС	1	1	0	1	1	0
6	ЗФ	1	1	0	1	1	1

Нехай сукупність вершин попередниць утворює підмножину $P(d_i)$. Остаточно перетин вершин досягнутих та попередниць, тобто підмножина

$$R(d_i) = Z(d_i) \cap P(d_i), \quad (1)$$

вершини якої не досягаються з будь-якої з вершин множини S_I , що залишилися, визначає певний рівень ієрархії пріоритетності дії критеріїв. Додатковою умовою при цьому є рівність

$$P(d_i) = R(d_i). \quad (2)$$

Після реалізації наведених дій одержуємо початковий, тобто найнижчий рівень ієрархії параметрів. Для визначення вказаного рівня на основі попередньої матриці та з використанням залежностей (1) і (2) будуємо табл. 1. У таблиці другий стовпець — це номери одиничних елементів відповідних рядків матриці досяжності, третій стовпець — номери одиничних елементів стовпців цієї матриці. Рівність (2) або збіжність номерів параметрів у третьому і четвертому стовпцях таблиці, виконується для критеріїв з номерами 3 і 6, які ідентифікують відповідно абзацний відступ та зону форматування рядка. Вони, як вищезазначено, становитимуть найнижчий рівень ієрархії.

Таблиця 1

d_i	$Z(d_i)$	$P(d_i)$	$Z(d_i) \cap P(d_i)$
1	1,2,4	1,5,6	1
2	2,4	1,2,3,5,6	2
3	2,3,4	3	3
4	4	1,2,3,4,5,6	4
5	1,2,4,5	5,6	5
6	1,2,4,5,6	6	6

Відповідно до алгоритму побудови ієрархій [5], видаляємо з табл. 1 рядки з номерами 3 і 6, а в другому і третьому стовпцях цієї таблиці викреслюємо аналогічні цифри. Одержуємо табл. 2, яка є основою для обчислення другої ітерації, що визначить наступний (передостанній або другий знизу) рівень ієрархії.

Таблиця 2

d_i	$Z(d_i)$	$P(d_i)$	$Z(d_i) \cap P(d_i)$
1	1,2,4	1,5	1
2	2,4	1,2,5	2
4	4	1,2,4,5,	4
5	1,2,4,5	5	5

Рівність (2) виконується для параметра з номером 5, який характеризує пробіли між словами. Він визначить черговий рівень ієрархії. Аналогічно з попереднім, викидаємо з табл. 2 рядок з номером 5, а в другому і третьому стовпцях викреслюємо цифру 5. Одержуємо таку таблицю:

Таблиця 3

d_i	$Z(d_i)$	$P(d_i)$	$Z(d_i) \cap P(d_i)$
1	1,2,4	1	1
2	2,4	1,2	2
4	4	1,2,4	4

Рівність (2) виконується для параметра з номером 1, який характеризує міжсимвольні пробіли. Він визначить черговий рівень ієрархії. Аналогічно з попереднім, викидаємо з табл. 2 рядок з номером 1, а в другому і третьому стовпцях викреслюємо цифру 1 та одержуємо:

Таблиця 4

d_i	$Z(d_i)$	$P(d_i)$	$Z(d_i) \cap P(d_i)$
2	2,4	2	2
4	4	2,4	4

З аналізу цієї таблиці випливає, що рівність (2) виконуватиметься послідовно для параметрів з номерами 2 і 4, які характеризують кегель шрифту та горизонтальний формат і визначають наступні (в цьому разі вищі) рівні ієрархії.

Результатом виконання дій над взаємозв'язаними за допомогою графа (рис. 1) параметрами форматування рядків буде ієрархічно структурована графічна модель (рис. 2), за допомогою якої встановлюємо пріоритетність впливу вибраних параметрів на якість формування публікації.

Одержана модель забезпечує чітку ієрархію впливу множини критеріїв на процес та якість автоматичного форматування текстових рядків книжкових видань. Віднесення вибраних параметрів до відповідного ієрархічного рівня є об'єктивним процесом, вірогідність якого теоретично обґрунтована відомими в системному аналізі методами [3, 5, 7]. У той же час поява конкретного критерію на певному рівні суттєво залежить від встановлених зв'язків між ними, заданих у вихідному графі (рис. 1).

У результаті проведеного дослідження розроблено узагальнену графічну ієрархічну модель пріоритетного впливу множини критеріїв на процес та якість автоматичного форматування текстових рядків книжкових видань, з

урахуванням варіантів різної щільності тексту із застосуванням сучасних методів системного аналізу, апарата теорії графів та матричного аналізу.

Наступний етап дослідження полягає в експертному визначенні числового значення величини впливу критеріїв нижчого рівня на критерії сусіднього вищого. Результат таких дій називається кардинальною погодженістю за рівнем пріоритетності [6]. Остаточню визначається оцінка адекватності зв'язків між критеріями, заданими у вихідному графі (рис. 1). Для цього встановлюємо для упорядкованих за рівнями ієрархії критеріїв числові ваги: АВ – 20; ЗФ – 30; ПС – 40; МП – 60; КШ – 80; ГФ – 100. Мінімальне та максимальне значення вибираються довільно, як і крок між значеннями ваг критеріїв сусідніх рівнів.

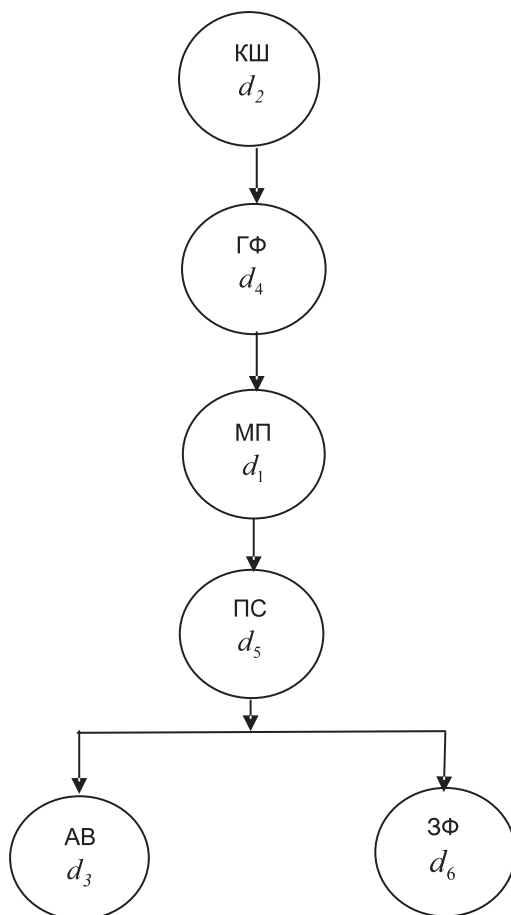


Рис. 2. Ієрархічно структурована графічна модель

При наявності на одному рівні декількох параметрів їхні ваги встановлюються, відповідно до функціонального наповнення. Така умова може бути реалізована, відповідно до вихідного графа (рис. 1). Аналізуємо кількість

вхідних дуг, приєднаних до таких вершин. Для вершини з переважаючою кількістю впливів на сусідні вершини встановлюється більша вага параметра. При рівній кількості приєднаних дуг більшу вагу має параметр з меншою кількістю дуг, що виходять від нього. Остаточні вагові значення впливу таких параметрів на процес автоматичного форматування рядків встановлюються на кінцевому етапі дослідження після оптимізації значень елементів матриці попарних порівнянь.

У разі порівняння двох довільних елементів d_i і d_j , що належать до деякої множини D , використовуємо методику розподілу належності елементів системи згідно з їхніми рангами (табл. 5) [6]. Тут ототожнюватимемо вектор рангів з вектором кожного з елементів множини D .

Таблиця 5

Шкала відносної важливості об'єктів за Сааті

Ступінь важливості	Визначення	Пояснення і рекомендації щодо використання
1	Об'єкти рівноцінні	Обидва об'єкти рівноцінні між собою. Відсутність переваги d_j над d_i
3	Один об'єкт дещо переважає інший	Є певні підстави вважати перший об'єкт дещо ліпшим за інший. Слабка перевага d_j над d_i
5	Один об'єкт кращий за інший	Існують підстави вважати один об'єкт ліпшим за інший. Суттєва перевага d_j над d_i
7	Один об'єкт значно кращий за інший	Існують вагомі підстави вважати перший об'єкт ліпшим за інший. Очевидна перевага d_j над d_i
9	Один об'єкт є абсолютно кращим за інший	Перевага одного об'єкта порівняно з іншим не викликає жодних сумнівів. Абсолютна перевага d_j над d_i
2, 4, 6, 8	Значення, що відображають проміжні судження	Використовуються у випадках, якщо набір між двома сусідніми непарними числами призводить до ускладнення. Допоміжні порівняльні оцінки

На основі ваг параметрів будемо квадратну обернено-симетричну матрицю, порядок якої визначається кількістю аналізованих параметрів. Подаємо її у вигляді таблиці, додавши інформаційний рядок та стовпець з мнемонічними назвами параметрів. При цьому порівнюємо ваги кожного з параметрів першого стовпця мнемонічних назв з вагами параметрів верхнього рядка.

	МП	КШ	АВ	ГФ	ПС	ЗФ
МП	1	1/3	7	1/3	3	5
КШ	3	1	9	1/3	5	7
АВ	1/7	1/9	1	1/9	1/3	1/4
ГФ	3	3	9	1	7	9
ПС	1/3	1/5	3	1/7	1	4
ЗФ	1/5	1/7	4	1/9	1/4	1

Нехай $r = (r_1, \dots, r_n)$ — набір відносних цінностей (у нашому випадку вагових значень параметрів) кожного з елементів множини D . Якщо відповіді експерта цілком узгоджуватимуться між собою, то можна очікувати такого співвідношення між вагами параметрів [8]

$$d_{ij} = \frac{r_i}{r_j} \quad \forall i, j = \overline{1, n} . \quad (3)$$

На задекларованих засадах, матриці притаманні такі властивості:

а) вона діагональна, тобто $d_{ii} = 1, \quad i = \overline{1, n}$;

б) симетрична відносно головної діагоналі, тобто $d_{ij} = 1/d_{ji}$;

в) вона транзитивна, тобто $d_{ik} \cdot d_{kj} = d_{ij}$, оскільки $\frac{r_i}{r_k} \cdot \frac{r_k}{r_j} = \frac{r_i}{r_j}$.

У цьому разі для заповнення матриці попарних порівнянь достатньо було б визначити лише один її рядок (або лише один стовпець).

На практиці варіанти а) і б) легко узгодити, а в) — ні. Отож матриця може містити похибки. У цьому разі після побудови матриці результатів попарних порівнянь відносні важливості параметрів знаходять як компоненти такого її власного вектора r , що відповідає найбільшому власному числу λ_{max} цієї матриці. Що ближче λ_{max} до n , то краще узгодженими є відповіді експерта щодо пріоритетності вибраних параметрів.

Отже, складність запропонованого методу зумовлена необхідністю визначення власного вектора матриці попарних порівнянь. Для полегшення цієї процедури вводять індекс узгодженості:

$$I = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} . \quad (4)$$

Якщо значення цього індексу становить до 10% щодо еталонного значення показника узгодженості (табл. 6), то оцінки експерта вважають задовільними, інакше він повинен їх уточнити.

Таблиця 6

**Еталонні значення показника узгодженості
залежно від кількості об'єктів, що порівнюються**

Кількість об'єктів	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Еталонне значення індексу	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54

Один зі способів наближеного обчислення показників відносної цінності об'єктів полягає у використанні середнього геометричного елементів кожного з рядків матриці попарних порівнянь [8]:

$$r_i = \frac{\sqrt[n]{d_{i1} \dots d_{in}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{d_{i1} \dots d_{in}}}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Згідно з формулою (5) одержуємо такі значення: $r_1 = 1,5059$; $r_2 = 2,6084$; $r_3 = 0,2297$; $r_4 = 4,1492$; $r_5 = 0,6966$; $r_6 = 0,3833$.

Оцінюємо значення власного числа, яке відповідає обчисленому вектору відносних цінностей r_i . Для цього обчислюємо добуток матриці попарних порівнянь на вектор вищеперахованих компонент:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 7 & 1/3 & 3 & 5 \\ 3 & 1 & 9 & 1/3 & 5 & 7 \\ 1/7 & 1/9 & 1 & 1/9 & 1/3 & 1/4 \\ 3 & 3 & 9 & 1 & 7 & 9 \\ 1/3 & 1/5 & 3 & 1/7 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/7 & 4 & 1/9 & 1/4 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1,51 \\ 2,61 \\ 0,23 \\ 4,15 \\ 0,69 \\ 0,38 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,16 \\ 0,27 \\ 0,02 \\ 0,43 \\ 0,07 \\ 0,04 \end{pmatrix}.$$

Для одержання покомпонентних значень власного вектора, поділимо складові добутку на складові вектора рангів r .

Одержуємо вектор (0,9790; 1,7489; 0,1591; 2,8084; 0,4737; 0,2727). За наближене значення виберемо середнє арифметичне компонент цього вектора: $\lambda_{max} = 6,5131$. Тепер обчислюємо індекс узгодженості:

$$I = \frac{6,5131 - 6}{6 - 1} = 0,083. \quad (6)$$

Якщо значення цього індексу становить до 10% щодо еталонного значення показника узгодженості (табл. 6), то результати опитування експертів вважають задовільними.

Еталонне значення показника узгодженості (ПУ) для матриці шостого порядку дорівнює 1,24. У цьому разі індекс погодженості становить 6,7%. Отже, результат є задовільним.

Таким чином, у результаті дослідження розроблено ієрархічну модель пріоритетного впливу визначених параметрів на якість форматування рядка. Встановлено експертні ваги параметрів, на основі яких розроблено обернено-симетричну матрицю попарних порівнянь, власний вектор якої визначає рівень погодженості взаємодії параметрів та їхнього впливу на результат та якість автоматичного форматування текстових рядків.

Модель оптимізовано за критерієм максимального значення вектора пріоритетів та допустимого значення вектора погодженості.

Результати досліджень можуть бути використані при розробленні автоматизованих систем проектування книжкових видань.

1. Андріїв І. В. Оптимізація процесу верстання сторінок книжкових видань з використанням графів / І. В. Андріїв, І. В. Піх, В. М. Сеньківський // Наукові записки. — 2003. — Вип. 6. — С. 79–84.
2. Дурняк Б. В. Системний аналіз та оптимізація параметрів книжкових видань: моногр. / Б. В. Дурняк, І. В. Піх, В. М. Сеньківський — Львів : Укр. акад. друкарства, 2006.
3. Куликовський Н. Ф. Теоретические основы информационных процессов / Н. Ф. Куликовський, В. В. Мотов — М. : Высш. шк., 1987.
4. Лямець В. І. Системний аналіз: вступний курс / В. І. Лямець, А. Д. Тевяшев — 2-е вид., переробл. та доповн. — Х. : ХНУРЕ, 2004.
5. Піх І. В. Оптимізація зв'язків між інгредієнтами форматів даних для шпальт книжкових видань / І. В. Піх, І. В. Андріїв, І. В. Шаблій // Квалілогія книги: зб. наук. пр. — 2002. — Вип. 5. — С. 176–184.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 278 с.
7. Сеньківський В. М. Методологія проектування систем комп'ютерного підготовки видань: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.05.01 / В. М. Сеньківський. — Львів : Укр. акад. друкарства, 1996. — 45 с.
8. Сявавко М. С. Інтелектуалізована інформаційна система «Нечіткий експерт» / М. С. Сявавко. — Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Ів. Франка, 2007. — 320 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМАТИРОВАНИЯ СТРОКИ

Разработана и оптимизирована графическая иерархическая модель пріоритетного влияния множества параметров на процесс и качество автоматического форматирования текстовых строк книжных изданий с учетом вариантов разной плотности текста.

OPTIMIZATION OF MODEL OF PARAMETERS AUTOMATIC FORMATTING OF LINE

Developed and optimized graphic hierarchical model of priority influence of great number of parameters on a process and quality of the automatic formatting of text strings of book editions taking into account the variants of different closeness of text.

Стаття надійшла 23.03.09