

УДК [62 : 111. 852] : 001.8 (045)

Гегер Анна Дмитрівна¹, аспірант,
Національний авіаційний університет,
E-mail: annageger@gmail.com

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ВІЗУАЛЬНИХ РЕКУРСИВНИХ СИСТЕМ В ОБ'ЄКТАХ ДИЗАЙНУ

Анотація: У статті здійснено спробу формування концептуальної моделі візуальних рекурсивних систем (ВРС) на прикладі об'єктів дизайну. На основі застосування методів дискретного аналізу запропоновано підхід до виявлення типів ВРС (зовнішні площинні, внутрішні площинні, зовнішні поверхневі, внутрішні поверхневі, зовнішні об'ємно-просторові, внутрішні об'ємно-просторові, зовнішні комбіновані, внутрішні комбіновані). На основі застосування методів комбінаторного аналізу визначено множини проектних варіантів ВРС для дизайн проектування залежно від типу ВРС.

Ключові слова: концептуальна модель, візуальна рекурсивна система, дизайн, дискретний аналіз, комбінаторний аналіз.

Постановка проблеми. Візуальна рекурсивна система (ВРС) – це множина композиційних елементів – E та рекурсивних зв'язків між ними – L , упорядкованих у відповідності з множиною правил – R , що зумовлюють появу рекурсивності в об'єкті дизайну [1]:

$$VRS = \{E, R, L\}. \quad (1)$$

В контексті дослідження ВРС важливим є питання визначення всіх можливих комбінацій компонентів множин елементів, правил та зв'язків таким чином, щоб в комбінації був присутній лише один елемент з однієї множини. Специфіка даної проблеми зумовлена тим, що деякі комбінації компонентів ВРС не можуть бути реалізованими. Деякі елементи множин E , R , L є взаємовиключними в тому чи іншому випадку. Це зумовлює необхідність визначення допустимих комбінацій компонентів ВРС для об'єктів дизайну, залежно від типу ВРС.

¹ © Гегер А.Д.

Множина таких комбінацій сформує множину проектних варіантів ВРС для дизайн-проекування. Визначення співвідношень компонентів та ВРС доцільно здійснити на основі застосування комбінаторних методів таким чином, щоб:

$$E \times R \times L = \{(e, r, l) \mid e \in E, r \in R, l \in L. \quad (2)$$

Представлення компонентів ВРС у вигляді множин обґрунтовує можливість застосування методів дискретного аналізу для виявлення та математичної формалізації моделі ВРС для дизайн-проекування. Доцільність застосування окресленого підходу зумовлена наочністю, повнотою представлення інформації, компактністю, можливістю автоматизованого обчислення в ряді програмних компонентів та можливістю подальшої комп'ютеризації концептуальної моделі ВРС.

Аналіз останніх досліджень. Рекурсія знаходить застосування у різних галузях знань та групах дисциплін. У галузі системології вчені дійшли висновку, що рекурсія дозволяє визначити алгоритми розв'язання задач [3, 5]. У галузі інженерної та комп'ютерної графіки дослідники вивчають побудову візерунків на основі рекурсивного руху [10]. Поодинокі дослідження піднімають питання рекурсивної структури об'єктів мистецтва та архітектури [2, 4, 7]. Питання моделювання сприйняття об'єктів дизайну та геометричного моделювання здійснено в роботах [8, 9]. Застосування системного підходу в дизайні обґрунтовано в дослідженні [6]. Проте варто підкреслити поверхневий рівень опрацювання даної теми з точки зору формалізації ВРС та формування відповідних моделей.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є створення концептуальної моделі ВРС в об'єктах дизайну на основі застосування методів дискретного аналізу. Завданнями роботи є: 1) На базі застосування методів дискретного аналізу виявити типи ВРС залежно від характеру просторової організації та характеру взаємодії з середовищем. Визначити особливості співвідношення компонентів для кожного типу ВРС; 2) На базі застосування методів комбінаторного аналізу виявити кількісні характеристики множини можливих концептуальних варіантів ВРС залежно від типу ВРС.

Основна частина. Множина проектних варіантів формується як множина допустимих комбінацій елементів, правил та зв'язків ВРС.

Елементи ВРС (E) – це найпростіші складові частини системи, що розглядаються як неподільні. Елементами ВРС можуть слугувати об'єкти гомогенної або гетерогенної природи. У першому випадку це, наприклад, множина площинних елементів, множина об'ємно-просторових елементів та ін. У другому випадку елементами можуть бути площинне зображення та поверхня (об'ємно-просторова), на якій його зображено; площинне зображення та природне середовище.

$$E = \{E_{\text{hom}}, E_{\text{het}}\}, \quad (3)$$

де E_{hom} – елементи гомогенної природи,

де E_{het} – елементи гетерогенної природи.

В свою чергу, об'єкти гетерогенної природи розмежуємо за походженням на однорідні та різнорідні:

$$E_{\text{het}} = \{E_{\text{het|sn}}, E_{\text{het|on}}\}, \quad (4)$$

де $E_{\text{het|sn}}$ – однорідні елементи гетерогенної природи.

$E_{\text{het|on}}$ – різнорідні елементи гетерогенної природи.

Таким чином підставивши (4) → (3), отримуємо:

$$E = \{E_{\text{hom}}, E_{\text{het|sn}}, E_{\text{het|on}}\}. \quad (5)$$

Отже, множина елементів ВРС містить три елементи.

Під правилами ВРС (R) розуміємо інваріантну в часі фіксацію ієрархії елементів системи. Правила визначають особливості взаємодії елементів ВРС. До них відносимо глибину рекурсії, тип з'єднання елементів та ступінь з'єднання елементів:

$$R = \{R_d, R_k, R_t\}. \quad (6)$$

Глибина рекурсії (R_d) – це кількість вкладених рівнів (викликів) системи. За показником глибини ВРС розмежуємо на неглибокі, глибокі та нескінченні:

$$R_d = \{R_{d1}, R_{d2}, R_{d3}\}, \quad (7)$$

де R_{d1} – неглибока ВРС, R_{d2} – глибока ВРС, R_{d3} – нескінченна ВРС.

Ступінь з'єднання елементів (R_k) характеризує ступінь їх зв'язку між собою. Розмежуємо два типи з'єднання елементів

ВРС: контактне та безконтактне:

$$R_k = \{R_{k1}, R_{k2}\}, \quad (8)$$

де R_{k1} – контактне з'єднання елементів ВРС,

R_{k2} – безконтактне з'єднання елементів ВРС.

За типом з'єднання елементів ВРС (R_i) виділяємо монотипи (сталі системи) та політипи (трансформаційні системи двох типів).

$$R_t = \{R_{t1}, R_{t2}, R_{t3}\}, \quad (9)$$

де R_{t1} – монотип / нерухоме з'єднання елементів ВРС,

R_{t2} – політип / рухоме з'єднання елементів зі збереженням ВРС до трансформації,

R_{t3} – політип / рухоме з'єднання елементів зі збереженням ВРС до і після трансформації.

Підставивши (7), (8), (9) → (6) отримаємо:

$$R = \{\{R_{d1}, R_{d2}, R_{d3}\}, \{R_{k1}, R_{k2}\}, \{R_{t1}, R_{t2}, R_{t3}\}\}. \quad (10)$$

Таким чином, виявлено, що множина правил ВРС для об'єктів дизайну містить три групи. Загалом – вісім компонентів. Дані групи не є взаємовиключними, тому не можуть зводитись до однієї множини.

Структурні зв'язки у ВРС (L) – це співвідношення елементів системи, на основі взаємозалежності та взаємообумовленості. Зв'язки характеризують чинники виникнення, збереження цілісності та властивостей системи, шляхом визначення особливості взаємодії системних копій між собою. Розмежуємо три основні групи структурних зв'язків: лінійні, ієрархічні та циклічні:

$$L = \{L_l, L_h, L_c\}, \quad (11)$$

L_l – лінійні зв'язки, тип – ланцюг;

L_h – ієрархічні зв'язки, тип – дерево;

L_c – циклічні зв'язки,

Циклічні зв'язки в свою чергу також можна розмежувати на три типи:

$$L_c = \{L_{c1}, L_{c2}, L_{c3}\}, \quad (12)$$

Де, L_{c1} – зв'язок повний цикл,

L_{c2} – зв'язок неповний цикл,

L_{c3} – зв'язок неповний цикл з додатковою ланкою.

Отже, підставивши (12) \rightarrow (11), отримаємо:

$$L = \{L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3}\}. \quad (13)$$

Множина зв'язків містить п'ять взаємовиключних компонентів.

За характером просторової організації ВРС в об'єктах дизайну розмежуємо на площинні VRS_p , поверхневі VRS_s , об'ємно-просторові VRS_{td} та комбіновані VRS_c .

За характером взаємодії з середовищем розмежуємо ВРС в об'єктах дизайну, на зовнішні VRS^e та внутрішні VRS^i . Зовнішні системи не наділені об'єктивною цілісністю, вони представлені у вигляді компонентів, пов'язаних на основі просторово-часових обставин та певного смислового зв'язку. Внутрішні системи характерні цілісністю та незалежність від середовища. Відповідно, можна виділити вісім груп ВРС: зовнішні площинні VRS_p^e , внутрішні площинні VRS_{th}^e , зовнішні поверхневі VRS_s^e , внутрішні поверхневі VRS_c^e , зовнішні об'ємно-просторові VRS_{td}^e , внутрішні об'ємно-просторові VRS_{td}^i , зовнішні комбіновані VRS_c^e , внутрішні комбіновані VRS_c^i .

Таким чином, концептуальна модель ВРС ($MVRS$) може бути представлена у наступному вигляді:

$$MVRS = \{VRS_p^e, VRS_s^e, VRS_{td}^e, VRS_c^e, VRS_{td}^i, VRS_s^i, VRS_{th}^i, VRS_c^i\}. \quad (14)$$

Кожна з груп ВРС характеризується специфічними закономірностями та особливостями впорядкування елементів правил та зв'язків. Кількісно множина проектних варіантів є добутком кількості елементів кожної з множин компонентів ВРС:

$$VRS_n^x = E(n) \times R(m) \times L(k) = n \times m \times k. \quad (15)$$

Особливості співвідношення компонентів ВРС зумовлюють ряд закономірностей та виключень. Ці виключення характеризуються неможливістю утворення певних зв'язків між елементами, що впорядковані за деякими комбінаціями правил. Серед них можна виділити ряд систем та сукупностей систем і, на основі застосування формули (15), визначити числові характеристики множин проектних варіантів.

Площинні ВРС характеризуються рядом наступних співвідношень компонентів:

$$VRS_p^i = \{\emptyset\}, \quad (16)$$

$$VRS_p^e = \begin{cases} \{(E_{hom}), (R_{d1}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3})\}, \\ \{(E_{hom}), (R_{d2}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3})\}, \\ \{(E_{hom}), (R_{d3}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h)\}, \\ \{(E_{het|sn}), (R_{d1}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3})\}, \\ \{(E_{het|sn}), (R_{d2}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3})\}, \\ \{(E_{het|sn}), (R_{d3}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h)\} \end{cases} \quad (17)$$

Множина проектних варіантів площинних ВРС містить $VRS_p = VRS_p^e + VRS_p^i = (0) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 5) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 5) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 3) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 5) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 5) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 3) = 52$. Отже, існує 52 концептуальні варіанти площинних ВРС.

Для поверхневих ВРС виявлено наступні співвідношення:

$$VRS_s^i = \{\emptyset\}, \quad (18)$$

$$VRS_s^e = \begin{cases} \{(E_{hom}), (R_{d1}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3})\}, \\ \{(E_{hom}), (R_{d2}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3})\}, \\ \{(E_{hom}), (R_{d3}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h)\}, \\ \{(E_{het|sn}), (R_{d1}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3})\}, \\ \{(E_{het|sn}), (R_{d2}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h, L_{c1}, L_{c2}, L_{c3})\}, \\ \{(E_{het|sn}), (R_{d3}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_h)\}. \end{cases} \quad (19)$$

Множина проектних варіантів поверхневих ВРС $VRS_s = VRS_s^e + VRS_s^i = (0) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 5) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 5) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 3) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 5) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 5) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 3) = 52$.

Як бачимо, на основі комбінаторних обчислень визначено можливість генерування 52-х візуально відмінних поверхневих ВРС.

Об'ємно-просторові ВРС можуть проектуватись, виходячи з наступних множин співвідношень компонентів:

$$VRS_{td}^e = \begin{cases} \{(E_{hom}), (R_{d1}, R_{d2}), (R_{k1}), (R_{t1}, R_{t2}, R_{t3}), (L_1, L_h)\}, \\ \{(E_{hom}), (R_{d1}, R_{d2}), (R_{k2}), (R_{t3}), (L_1, L_h)\}, \\ \{(E_{hom}), (R_{d3}), (R_{k1}), (R_{t1}), (L_1, L_h)\}, \\ \{(E_{het|sn}), (R_{d1}, R_{d2}), (R_{k1}), (R_{t1}, R_{t2}, R_{t3}), (L_1, L_h)\}, \\ \{(E_{het|sn}), (R_{d1}, R_{d2}), (R_{k2}), (R_{t3}), (L_1, L_h)\}. \end{cases} \quad (20)$$

$$VRS_{td}^i = \begin{cases} \{(E_{hom}), (R_{d1}, R_{d2}), (R_{k1}), (R_{t1}, R_{t2}, R_{t3}), (L_1, L_h)\}, \\ \{(E_{hom}), (R_{d1}, R_{d2}), (R_{k2}), (R_{t3}), (L_1, L_h)\}, \\ \{(E_{hom}), (R_{d3}), (R_{k1}), (R_{t1}), (L_1, L_h)\}. \end{cases} \quad (21)$$

Загалом, множина проектних варіантів об'ємно-просторових ВРС містить $VRS_{td} = VRS_{td}^e + VRS_{td}^i = ((1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 2) + (1 \times 2 \times 1 \times 1 \times 2) + (1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2) + (1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 2) + (1 \times 2 \times 1 \times 1 \times 2)) + ((1 \times 2 \times 1 \times 3 \times 2) + (1 \times 2 \times 1 \times 1 \times 2) + (1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2)) = 52$. Отже, виявлено можливість генерування 48-и варіантів об'ємно-просторових ВРС в об'єктах дизайну.

Для комбінованих ВРС характерними можна вважати наступні закономірності співвідношення компонентів:

$$VRS_c^i = \begin{cases} \{(E_{het|on}), (R_{d1}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_{c1})\}, \\ \{(E_{het|on}), (R_{d2}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1)\}, \\ \{(E_{het|on}), (R_{d3}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1)\}. \end{cases} \quad (22)$$

$$VRS_c^e = \begin{cases} \{(E_{het|on}), (R_{d1}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1, L_{c1})\}, \\ \{(E_{het|on}), (R_{d2}), (R_{k1}, R_{k2}), (R_{t1}), (L_1)\}. \end{cases} \quad (23)$$

Загалом, множина проектних варіантів комбінованих ВРС містить $VRS_c = VRS_c^i + VRS_c^e = ((1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 2) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 1) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 1)) + ((1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 2) + (1 \times 1 \times 2 \times 1 \times 1)) = 56$. Як бачимо, існує можливість створення 56-и різновидів комбінованих ВРС в об'єктах дизайну.

Таким чином, на основі інтерпретації формули (14), можна підсумувати, що множина проектних варіантів концептуальної моделі ВРС для об'єктів дизайну містить:

$$MVRS = 52 + 52 + 52 + 56 = 212$$

У відповідності з цим, можна стверджувати, що множина проектних варіантів концептуальної моделі ВРС для об'єктів дизайну містить, загалом, 212 проектних варіантів.

Висновки. Елементами запропонованої концептуальної моделі є ВРС восьми типів (зовнішні площинні VRS_p^e , внутрішні площинні VRS_p^i , зовнішні поверхневі VRS_s^e , внутрішні поверхневі VRS_s^i , зовнішні об'ємно-просторові VRS_{td}^e , внутрішні об'ємно-просторові VRS_{td}^i , зовнішні комбіновані VRS_c^e , внутрішні комбіновані VRS_c^i).

Множина проектних варіантів концептуальної моделі ВРС для дизайн проектування, сформована на базі співвідношення компонентів (елементів, правил, зв'язків) ВРС кожного типу, містить 212 елементів. З них 52 елементи є підмножиною площинних VRS_p ; 52 елементи – це підмножина поверхневих VRS_s ; 52 елементи – підмножина об'ємно-просторових VRS_{td} ; 56 елементів – підмножина комбінованих VRS_c).

Перспективи подальшого дослідження. Подальші дослідження планується спрямувати на формування методики та рекомендацій щодо роботи з множиною проектних варіантів ВРС для практики дизайн-проекування.

Література

1. Гегер А. Д. Базис математичної моделі візуальних рекурсивних систем для об'єктів дизайну / А. Д. Гегер // Теорія та практика дизайну (технічна естетика) : зб. наук. праць. — К. : «Дія», 2015. — Вип. 8. — С. 54–58.
2. Гегер А. Д. Візуальна рекурсія у дизайн-проекуванні: формування концепції рекурсивності / А. Д. Гегер, Н. В. Скляренко // Теорія та практика дизайну (технічна естетика) : зб. наук. праць. — К. : «Дія», 2014. — Вип. 6. — С. 28–35.
3. Коцик В. А. Этюды по теории искусства / В. А. Коцик, В. П. Рыжов, В. М. Петров. — М. : ОГИ, 2004. — 368 с.
4. Скляренко Н. В. Рекурсивні системи у мистецтві та дизайні: питання класифікації / Н. В. Скляренко, А. Д. Гегер // Теорія та практика дизайну : зб. наук. праць. — К. : «Комп'ютерпрес», 2012. — Вип. 1. — С. 172–178.
5. Флейшман Б. С. Основы системологии / Б. С. Флейшман. — М. : Радио и связь, 1982. — 368 с.
6. Цой М. П. Систематизація та конструювання орнаментальних структур (на прикладі корейських національних орнаментів): Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.01.03 / М. П. Цой; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. — К., 2002. — 21 с.
7. Gelernter, David. Recursive Structure / David Gelernter //

[Electronic resource] / Режим доступу : <https://edge.org/response-detail/10574> — Назва з екрану.

8. *Kuznetsova, Irina*. Objective Analysis of Design, Decorative, Applied and Graphic art Objects / Irina Kuznetsova // The 13-th International Conference on Geometry and Graphics, August 4-8, 2008, Dresden, Germany. — Dresden, 2008. — P. 142–143.

9. *Kuznetsova, Irina*. Use of Geometry at Creation or the Analysis of Design and Art Objects / Irina Kuznetsova // The 16–th International Conference on Geometry and Graphics, August 4–8, 2014, Innsbruck, Austria. — Innsbruck, 2014. — P. 1295–1297.

10. *Liao, Guan-Ze*. Geometric patterns design with recursive pursuit relative motions [Electronic resource] / Guan-Ze Liao, Chun-Wang Sun – Режим доступу: <http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/liao/index.html>. — Назва з екрану.

Анотація

Гегер А. Д. Концептуальна модель візуальних рекурсивних систем в об'єктах дизайну. В статті предпринята попытка создания концептуальной модели візуальних рекурсивних систем (ВРС) на примере об'єктів дизайну. На основе применения методов дискретного анализа предложено підхід к выявлению типів ВРС (внешние плоскостные, внутренние плоскостные, внешние поверхностные, внутренние поверхностные, внешние объемно-пространственные, внутренние объемно-пространственные, внешние комбинированные, внутренние комбинированные). На основе применения методов комбинаторного анализа определены множества проектных вариантов ВРС для дизайн-проектирование в зависимости от типа ВРС.

Ключевые слова: концептуальная модель, візуальна рекурсивная система, дизайн, дискретный анализ, комбинаторный анализ.

Abstract

Heher Anna. Conceptual model of visual recursive systems in the objects of art design. The paper provides forming of a conceptual model of visual recursive systems (VRS) for the objects of art design. Approach to identifying types of VRS, based on the discrete analysis (planar external, internal planar, outer surface, inner, outer space, space, internal three-dimensional, external combined domestic combined) are defined. Based on the application of combinatorial analysis and depending on the type of VRS, set of design options for VRS in the objects of art design are defined.

Key words: conceptual model, visual recursive system, design, discrete analysis, combinatorial analysis.

Стаття надійшла в редакцію 28.02.2016