

УДК [62 : 111. 852] : 001.8 (045)

А. Д. Гегер,

аспірант Національного авіаційного університету, Україна

ДИСКРЕТНІ МЕТОДИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ВІЗУАЛЬНИХ РЕКУРСИВНИХ СИСТЕМ В ОБ'ЄКТАХ ДИЗАЙНУ

Анотація: у статті здійснено спробу формалізації структури візуальних рекурсивних систем (ВРС) в об'єктах дизайну, на основі застосування методів дискретного аналізу. На базі аналізу виявлено типи структури ВРС (лінійна, ієрархічна, циклічна) та, відповідно, зв'язків ВРС (ланцюг, дерево, повний цикл, неповний цикл, неповний цикл з додатковою ланкою). Застосовано графічні, математичні та матричні форми представлення графа.

Ключові слова: візуальна рекурсивна система, дизайн, дискретний 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]. Структура візуальної рекурсивної системи – VRS_{st} є множиною елементів ВРС та зв'язків між ними:

$$VRS_{st} = \{E, L\} \quad (1)$$

де E – множина елементів ВРС, L – множина зв'язків ВРС.

Необхідність представлення структури ВРС у формі, зручній для алгоритмізації та подальшої комп'ютеризації, зумовлює інтерес до дискретних методів формалізації систем. Можна помітити, що визначення (1) за своєю структурою та смисловим значенням компонентів нагадує граф G , представлений у формі кортежу:

$$G = \langle V, E \rangle \quad (2)$$

де $|V| = n$ – кількість вершин $|E| = m$ – кількість ребер.

Граф – це сукупність об'єктів та зв'язків між ними [4]. В контексті даного дослідження пропонується адаптувати твердження (2) щодо ВРС в об'єктах дизайну, тому, нехай:

$$VRS_{st} = G = \langle E, L \rangle \quad (3)$$

де $|E| = e$ – кількість елементів ВРС, $|L| = l$ – кількість зв'язків ВРС.

Інтерпретація визначення поняття граф та його співставлення із поняттям структури ВРС обґрунтовує можливість застосування методів дискретного аналізу для виявлення та математичної формалізації типових структур ВРС в об'єктах дизайну. Доцільність застосування окресленого підходу зумовлена наочністю на повноту представлення інформації, необхідної для подальшої алгоритмізації та комп'ютеризації концептуальної моделі ВРС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рекурсія знаходить застосування у різних галузях знань та групах дисциплін. У галузі системології вчені дійшли висновку, що рекурсія дозволяє визначати алгоритми розв'язання задач [2; 3; 4]. У галузі інженерної та комп'ютерної графіки дослідники вивчають побудову візерунків на основі рекурсивного руху [6]. Поодинокі дослідження піднімають питання рекурсивної структури об'єктів мистецтва та архітектури [5]. Проте варто підкреслити поверхневий рівень опрацювання даної теми з точки зору формалізації проявів ВРС та формування відповідних математичних моделей.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є формалізація структури ВРС в об'єктах дизайну на основі застосування методів дискретного аналізу. Завданнями роботи є: 1) виявити характерні для ВРС в об'єктах дизайну типи структур та зв'язків; 2) здійснити формалізацію виявлених типів структур та зв'язків у графічній, математичній та матричній формах графу.

Викладення основного матеріалу. Розмежовуємо три основні групи структур ВРС в об'єктах дизайну: лінійні, ієрархічні та циклічні. Кожен тип структури характеризується застосуванням визначених, характерних зв'язків щодо елементів системи.

$$L = \{L_n, L_h, L_c\}, \quad (4)$$

де L – множина зв'язків у ВРС, L_n – лінійні зв'язки, L_h – ієрархічні зв'язки, L_c – циклічні зв'язки.

У рисунках, поданих в статті, здійснено опис представлених ВРС у графічній, математичній та матричній формах графу. Кожному графічному зображенню графа, що відображає тип зв'язків ВРС, подано у відповідність матриці суміжності та інцидентності. Матриця суміжності A_s , $A_s = e$, $e = |E|$ – це одна з форм представлення структури ВРС, стовпці і рядки якої відображають елементи ВРС, а числа у комірках – їх зв'язки між собою. Так, "0" у комірці вказує на відсутність зв'язку між елементами. Матриця інцидентності A_i , $A_i = e \times 1$, $e = |E|$, $1 = |L|$ – це форма представлення структури ВРС, що формалізує зв'язки між елементами ВРС. Стовпці матриці відповідають зв'язкам, рядки – елементам. Комірка матриці може набувати трьох значень: "–1" – якщо зв'язок виходить з елемента, "1" – якщо зв'язок входить в елемент, "0" – якщо зв'язок між елементами відсутній.

ВРС лінійної структури L_n характеризуються викликом однієї копії на одному рівні (рис. 1). Характерним для таких структур є тип зв'язку ланцюг. Ланцюг – шлях послідовних викликів зі зв'язками між суміжними елементами ВРС. Для таких ВРС $VRS_{st(L_n)} = \langle E, L \rangle$ дійсною є закономірність $e = l - 1$.


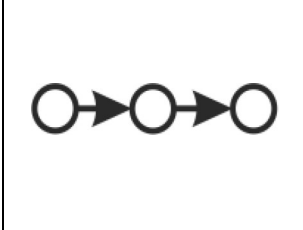
		$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
ВРС	$VRS_{st}(l_n) = (3, 2)$	Матриця $A_s = 3$	Матриця $A_i = 3 \times 2$

Рис. 1. ВРС лінійної структури, зв'язок – ланцюг

ВРС ієрархічної структури виникають в результаті застосування зв'язків, що зумовлюють появу елементів системи більше одного разу на одному рівні. Прикладом таких зв'язків є дерево (рис. 2). Дерево - скінченна множина, що складається із одного або більше вузлів, що містять базову систему – корінь; інші вузли – це підсистеми, що попарно не перетинаються, і також є деревом.


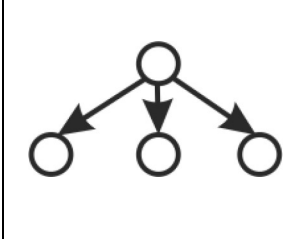
		$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
ВРС	$VRS_{st}(l_h) = (4, 3)$	Матриця $A_s = 4$	Матриця $A_i = 4 \times 3$

Рис. 2. ВРС ієрархічної структури, зв'язок – дерево

Циклічна структура ВРС базується на явищі зворотного зв'язку. Для циклічного графу дійсною є закономірність $e = 1$. Можна розмежувати три основні типи зв'язків, характерні для таких структур, : повний цикл, неповний цикл та неповний цикл з додатковою ланкою. Тому, множину циклічних зв'язків L_c можна задати у вигляді:

$$L_c = \{l_{c1}, l_{c2}, l_{c3}\}, \tag{5}$$

де l_{c1} – зв'язок повний цикл, l_{c2} – зв'язок неповний цикл, l_{c3} – зв'язок неповний цикл з додатковою ланкою

Зв'язок повний цикл характеризується тим, що ВРС містить елемент, який повністю відображає вихідний сигнал (дублює систему) (рис. 3).

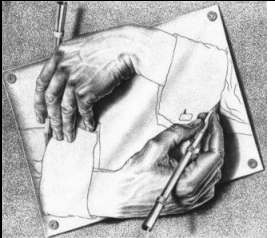
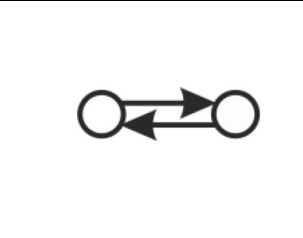
		$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
ВРС	$VRS_{st}(l_{c1}) = (2, 2)$	Матриця $A_s = 2$	Матриця $A_i = 2 \times 2$

Рис. 3. ВРС циклічної структури, зв'язок – повний цикл

Так, у ВРС зі зв'язком повний цикл елементи різних рівнів можна отримати “один з одного”.

Системи на основі зв'язку неповний цикл виникають, якщо елемент відображає (дублює) лише частину вхідного сигналу. Наприклад, при використанні в якості елемента дзеркала (рис. 4). Тому, у ВРС із таким типом зв'язку відбувається втрата певної частини інформації про базовий елемент. Елемент на другому ітераційному рівні можна отримати з елемента першого рівню, але не навпаки.



		$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$
ВРС	$VRS_{st}(l_{c2}) = (2, 2)$	Матриця $A_s = 2$	Матриця $A_i = 2 \times 2$

Рис. 4. ВРС циклічної структури, зв'язок – неповний цикл

Особливість циклічних ВРС зі зв'язком неповний цикл з додатковою ланкою полягає в суміщенні в одному об'єкті двох типів зв'язку (рис.5).



		$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
ВРС	$VRS_{st}(l_{c3}) = (3, 3)$	Матриця $A_s = 3$	Матриця $A_i = 3 \times 3$

Рис. 5. ВРС циклічної структури, зв'язок – неповний цикл з додатковою ланкою

Тобто, в системі з трьох елементів $\{a, b, c\}$ між елементами А–В існує зв'язок неповний цикл, між елементами А–С – зв'язок ланцюг.

Висновки. Структура ВРС в об'єктах дизайну – це сукупність множини елементів ВРС та зв'язків ВРС. Застосування методів дискретного аналізу щодо матеріальних відтворюваних об'єктів дизайну дозволило виявити типи структур та зв'язків ВРС: лінійну, ієрархічну, циклічну.

Лінійній структурі відповідає зв'язок ланцюг. Ієрархічна структура базується на зв'язку дерево. ВРС циклічної структури можуть бути представлені трьома типами зв'язку: повний цикл, неповний цикл, неповний цикл з додатковою ланкою. Типи зв'язку визначають ступінь та напрям передачі інформації з елементів одного рівню ВРС на наступний.

Представлення структури ВРС у формі матриць суміжності на інцидентності лягає в основу формування та комп'ютеризації концептуальної моделі ВРС.

Перспективи подальшого дослідження: формування та опис концептуальної моделі ВРС в об'єктах дизайну.

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. *Коцик В. А.* Этюды по теории искусства / *В. А. Коцик, В. П. Рыжов, В. М. Петров.* М. : ОГИ, 2004. – 368 с.
3. *Флейшман Б. С.* Основы системологии / *Б. С. Флейшман.* – М. : Радио и связь, 1982. – 368 с.
4. *Diestel, Reinhard.* Graph Theory / *Reinhard Diestel.* – New York : Springer-Verlag, Heidelberg, 2010. – 451 p.
5. *Gelernter, David.* Recursive Structure / *David Gelernter* // [Electronic resource] / Режим доступу: <https://edge.org/response-detail/10574> – Назва з екрану.
6. *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.

Аннотация

В статье предпринята попытка формализации структуры визуальных рекурсивных систем (ВРС) в объектах дизайна, на основе использования методов дискретного анализа. На базе анализа, определены типы структур ВРС (линейная, иерархическая, циклическая) и, соответственно, типы связей ВРС (цепь, дерево, полный цикл, неполный цикл, неполный цикл с дополнительным звеном). Применены графические, математические и матричные формы графа для формализации структуры и связей ВРС в объектах дизайна.

Ключевые слова: визуальная рекурсивная система, дизайн, дискретный анализ.

Abstract

The article provides a discrete analysis of visual recursive systems (VRS) in art-design objects. Types of VRSs structures (linear, hierarchical, cyclic) are defined and described. Features of VRSs links (chain, tree, full cycle, part cycle, part cycle with the additional element) are found. The graphic, mathematical and matrix forms of graph representation for VRSs structures formalization are used.

Key words: visual recursive system, design, discrete analysis.