

УДК 681.513:519.713

Т. М. Басюк

АНАЛІЗ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

Серед багатьох галузей виробництва поліграфія є, мабуть, чи не однією з перших, де широко почала використовуватись комп'ютерна техніка й графіка. При побудові систем автоматизованого проектування технологічних ліній випуску друкованої продукції та окремих складових елементів доцільно застосовувати методи візуалізації зображення для відтворення елементів технологічних ліній і зв'язків між ними.

У залежності від поставленої задачі зображення можна аналізувати різними способами. Так, для отримання загального уявлення про наявний у зображенні об'єкт його розглядають в цілому. І навпаки, для одержання повнішої інформації про окремі деталі увагу слід зосередити саме на них [4].

Поставлена задача зводиться до того, що, оскільки поліграфічна система складається з великої кількості елементів з певними усталеними зв'язками, котрі змінюються лише при заміні виготовлюваної продукції [1], то виникає потреба в розробленні методів, за допомогою яких можна було б здійснювати процес візуалізації.

Для опису такої ситуації можна застосувати структуру даних – граф [2], що складається із сукупності вершин і зв'язків між ними. З погляду теорії графів немає значення, який зміст вкладається у вершини і ребра. У поліграфічній системі верши-

нам графа відповідатимуть певні елементи устаткування, а ребрам – порядок проходження операцій.

У комп'ютері цю структуру зручно подавати у вигляді матриць. Особливість такої подачі полягає в тому, що зберігається тільки структура зв'язків, а дані про взаємне розміщення елементів системи відсутні, що є недоліком. Адже якщо розташувати вузли, які відображають елементи системи, абсолютно довільно і з'єднати їх прямими лініями, то можна домогтися ще меншої наочності, ніж при математичному поданні. З огляду на те актуальною є задача розробки методів візуалізації у вигляді графів топологій поліграфічних систем, поданих матрицями [3].

Мета нашого дослідження – сформулювати критерії оцінки, проаналізувати і класифікувати методи візуалізації, зробити висновки про можливість їх використання для вирішення поставленої задачі.

Щодо методів візуалізації, то їх перелік надзвичайно великий і постійно зростає. Вони використовуються в різних галузях: медицині, семантиці, екології, повітроплаванні, анімації, сейсмології, машинній графіці, електроніці. Кожен з них має свої переваги й недоліки. Тому перед аналізом потрібно визначити критерії оцінки, за якими можна відібрати найбільш придатні методи візуалізації. Пропонуються наступні критерії оцінки:

Простір відображення (А) – залежно від визначеного методу може бути дво- або тривимірним. При двовимірному просторі процес візуалізації відзначається простотою використання і реалізації як у програмному, так і в апаратному плані. Даної графіки достатньо для відображення різноманітних графіків, діаграм, гістограм, принципових схем тощо. Щодо тривимірного простору, то тут візуалізація розвивається паралельно із суміжними розділами машинної графіки – геометричним моделюванням, анімацією і віртуальною реальністю.

Поліграфічна система розглядається на площині у вигляді графа, тобто у двовимірному просторі. Отже, при аналізуванні можна відкидати методи, що стосуються візуалізації тривимірної графіки.

Наявність руху (В) – цей критерій визначає „спосіб поведінки” нарисованого об'єкта. Якщо зображення змінюється в часі, то метод, за допомогою якого воно сформоване, відноситься до динамічного, і навпаки, коли зображення не змінюється, – до статичного. У поліграфії для опису об'єктів використовуються як

статичні, так і динамічні критерії. Статичні відображають схеми друкарського процесу, а динамічні застосовуються для опису залежності в часі, наприклад, зміни оптичної щільності.

Обхід перепон (С) – визначає можливість „обходу” перешкод, які стоять на шляху рисування, тобто можливість перетину окремих ліній. Даний критерій в прямому значенні не використовується, оскільки він призначений для структурного опису системи.

Спосіб формування зображення (D) – визначає метод створення зображення. Якщо зображення формується за допомогою прямих відрізків, то застосовується метод векторний, а коли з множини пікселів-растрів – растровий. Змішаний метод виникає у разі поєднання цих двох методів. У поліграфії використовуються, в основному, векторні методи формування зображення – для рисування різного виду діаграм і залежностей.

Сітковість рисування (E) – аналізує можливість рисування зображень під будь-яким кутом. Дозволяє оптимізувати зображення й надати рисунку кращі зображувальні характеристики.

Методи візуалізації та відповідні їм критерії оцінки, а також галузі їх застосування наведені в таблиці.

У медицині, приміром, найбільше поширені методи візуалізації внутрішніх структур людини на основі даних томографічних досліджень [9, 11]. Усі вони в тій чи іншій мірі ґрунтуються на відтворенні людських органів у тривимірному просторі. Зображення створюється в основному під впливом різного роду хвиль, яким піддається людський організм. Тут присутні такі ефекти, як сегментація, інтерпретація та рендиринг, що необхідні для відображення у 3D просторі. Тому ці методи не можна застосувати для візуалізації топологій.

У семантиці для візуалізації мережі використовуються методи 2D графіки [7]. Тут об'єкти зображаються певними фігурами (прямокутниками – вузлами діаграми), а зв'язки між ними – у вигляді ламаних ліній (дуг діаграми), що з'єднують відповідні прямокутники. Над ними можна здійснювати ряд операцій: змінювати взаємне розташування елементів, додавати нові об'єкти, видаляти об'єкти, виконувати фільтрацію зв'язків і т.д. Однак цим методам не властиві такі важливі ознаки, необхідні для вирішення поставленої задачі, як врахування неможливості перетинань

вузлів, трасування з'єднань зв'язків, перевірка можливості проведення іншого шляху для з'єднання двох вершин.

Класифікація методів візуалізації

Галузі застосування	Методи	Критерії										
		А		В		С		D		Е		
		2D	3D	статичні	динамічні	так	ні	векторні	растрові	змішані	так	ні
Медицина	Томографії	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Семантика	Семантичної мережі	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-
Екологія	Побудови ізоліній	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+
	Стрілкових діаграм	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+
	Текстурні	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+
Повітроплавання	Фарбованих струмків	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+
	Трасуючих часток	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+
	Каолінового покриття	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Анімація	Лінійних кадрів	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+
	Сплایнових кадрів	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+
Сейсмологія	Ехолокації	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+
	Голографії	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Машинна графіка	Каркасні	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+
	Трасування променів	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
Електроніка	Хвильові	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-
	Ортогональні	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
	Евристичні	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-

Стосовно методів візуалізації, що використовуються для відображення водних середовищ у природних системах, то більшість їх призначена для створення векторних полів і течій. Тобто,

за допомогою методів побудови ліній і стрілкових діаграм здійснюється двовимірне відображення течій водних структур. У цій галузі застосовуються і текстурні методи, однак вони призначені для візуалізації тривимірних векторних полів і показу швидкості течій. Візуалізуються головним чином водні течії (напрямок руху), але не відображаються елементи та зв'язки, що їх з'єднують.

Використовуються методи візуалізації і в повітроплаванні. Тут візуалізуються повітряні потоки, які „обдувають” те чи інше фізичне тіло, що знаходиться вище лінії горизонту. Ці методи візуалізації, як і методи, що використовуються для відображення течій у водних середовищах, призначені, головним чином, для візуалізації повітряної течії. Отже, використати їх для розв'язання поставленої задачі не можна, оскільки завдання візуалізації топологій полягає в коректному розміщенні елементів на робочому полі і проведенні зв'язків між ними. З цієї причини тут не можна використати і методи, застосовувані в анімації, оскільки їх головною особливістю є присутність руху [8], а у випадку візуалізації графів руху як такого не буде.

Зовсім інша група методів візуалізації застосовується при дослідженні земної кори. Суть їх полягає в тому, що при використанні голографічних методів можна отримати картину внутрішньої структури земної поверхні, а це, в свою чергу, є важливим для аналізу покладів корисних копалин [10, 12]. Однак така візуалізація корисна лише геологам, а для розв'язання поставленої задачі цей метод не придатний.

Дуже близькі до вирішення даної задачі методи, використовувані в машинній графіці, оскільки за допомогою цих алгоритмів формуються графічні примітиви, що використовуються для відображення [6]. З іншого боку, в її арсеналі наявні методи тривимірного відображення, що не підходять для візуалізації топологій, тому що призначені для створення повноколірних і каркасних зображень.

Електроніка, на відміну від інших галузей виробництва, де застосовуються ті чи інші методи візуалізації, з самого початку використовувала особливі методи, що базувалися на рисуванні зв'язків (контактів) між елементами схеми [5]. З необхідністю вирішення таких задач було створено ряд алгоритмів і методів, які певною мірою вирішували поставлені задачі. Ці методи забезпечують обхід контактів, але не дозволяють повністю реалізувати

поставлене завдання, оскільки за допомогою їх можливе рисування зв'язків лише при неперетинанні граней, а в теорії графів таке перетинання можливе [2].

Таким чином, відомі методи не в повній мірі підходять для застосування в процесі візуалізації і не відповідають сформованим критеріям. На нашу думку, з наявних методів можна використати методи машинної графіки, що призначені для рисування графічних примітивів, і методи трасування з'єднань електронних схем для обходу вершин графа. Отже, виникає потреба у створенні нових або модифікації існуючих методів, що дозволить отримати необхідний апарат для візуалізації поліграфічних систем, зображених графами.

1. Дунець Р., Рак Ю. Концептуальний підхід до аналізу та синтезу систем оперативної поліграфії // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. праць. 2002. №9. С. 50–55.
2. Дунець Р.Б., Басюк Т.М. Основні задачі візуалізації графів, що описують топології поліграфічних систем // Наукові записки / УАД. 2002. Вип. 5. С. 93–96.
3. Дунець Р.Б., Басюк Т.М. Структура програми перетворення графів у ярусно-паралельну форму // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. праць. 2002. №7. С. 97–102.
4. Мартинес Ф. Синтез изображений. Принципы, аппаратное и программное обеспечение: Пер. с франц. М., 1990.
5. Мельник Р.А. Алгоритми ісрархічного моделювання площинної та просторової топології НВІС. Львів, 1999.
6. Михайленко В.Е., Кислоокий В.Н., Ляшенко А.А. и др. Геометрическое моделирование и машинная графика в САПР: Учебник. К., 1991.
7. Селезнев К., Борисов В. Визуализация семантической сети // Открытые системы. 2001. №11. С. 94–99.
8. Фоли Дж., Вэн Дэм А. Основы интерактивной машинной графики: В 2 т. М., 1985.
9. Drebin R., Carpenter L., Hanrahan P. Volume rendering // Computer Graphics. 1992. Vol. 22, №4. P. 65–74.
10. Introduction to acoustical holography / Metherell A.F., Al-Sum H.M., Dreher J.J., Larmore I.M., Acoust.Soc.Am., 1987. P. 733.
11. Laur D., Hanrahan P. Hierarchical splatting: A progressive refinement algorithm for volume rendering // Computer Graphics. 1991. Vol. 25, №4. P. 285–288.
12. Mueller R.K., Sheridon N.V. Sound holograms and optical reconstruction. Appl.Phys.Lett., 1986. P. 328.