

УДК 686.1.03

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

КОМП'ЮТЕРНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ГРАФІЧНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПРОСТОРІВ ВИЩИХ РОЗМІРНОСТЕЙ

© Г. М. Гумен, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Для усовершенствования систем отображения разработаны эпюры многомерных пространств, содержащие все плоскости проекций.

In order to improve mapping systems drawings of many-dimensional spaces with all image planes have been created.

Постановка проблеми

На даному етапі розвитку поліграфічне виробництво не може обійтися без сучасних засобів та комп'ютеризованих технологій для відображення моделей об'єктів, процесів та явищ. Апаратне й програмне забезпечення процесів підготовки зображень, сучасні технології у поліграфічній справі перебувають у фокусі пильної уваги фахівців.

Відтворення класичними і модерновими комп'ютеризованими технологіями систем інформації для візуалізації графічних залежностей за сучасного стану технологій поліграфічного виробництва є надзвичайно актуальним.

Нині використовується значна кількість розгорток двовимірних площин проєкцій n -вимірного простору для відображення моделей об'єктів, процесів та явищ. Зазначимо обмежену в порівнянні з дво- і тривимірними просторами кількість координатних систем утворених числами різної розмірності просторів. Завдяки зручності користування та наочності в основу комплексних креслень n -просторів покла-

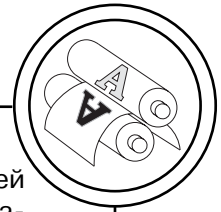
дена декартова система координат. Дослідження епюрів використовується з урахуванням можливостей комп'ютерної візуалізації.

Аналіз останніх досліджень

Сучасні технології поліграфічного виробництва, використовуючи багатопараметричні залежності фізичних параметрів [1], характеризуються розвитком застосування комп'ютерних систем обробки і відображення графічної інформації [2].

Багато практичних задач аналізу багатопараметричних об'єктів, процесів та явищ потребують використання зручних та ефективних засобів їх графічного відображення. Для цього розроблена пристосована до розв'язання тих чи інших задач значна кількість комплексних креслень. Вони побудовані з використанням ортогональних [3] чи косокутних [3, 4] координатних систем. Поля узагальнених на багатовимірний евклідовий простір епюрів з ортогональними системами координат можуть бути обмежені не тільки двома, але й

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



трьома чи чотирма осями координат, що спричинює накладання проєкційних зображень при різних розмірах полів площин проєкцій, що може спричинити певні незручності при комп'ютерній візуалізації.

Більшість відомих епюрів з розширеними площинами проєкцій містять обмежену кількість таких площин. При побудові епюрів просторів вищих розмірностей можна конструювати площинні комплексні креслення з окремих частин [4]. Зазначимо нарешті, що епюри поділяють на такі, які одержані обертанням навколо осей координат [3] чи об'єднанням площин проєкцій. Крім розглянутих для аналізу багатовидів загального положення охоплюючих n -просторів використовуються інші, наприклад, зважені координатні системи.

Мета роботи

Для вдосконалення систем відображення графічної інформації розроблені епюри багатовимірних просторів, які містять усі площини проєкцій.

Результати проведених досліджень

При дослідженні графічних залежностей тривимірного і

просторів вищих розмірностей зручно користуватися площинами проєкцій, обмеженими двома осями координат. Прикладом слугує декартова система координат, в якій можуть бути відображені декілька функціональних залежностей фізичних параметрів.

Для епюра чотиривимірного евклідового простору приймемо в якості задаючої вісь Ox_1 (рис. 1).

Взаємно ортогональні вектори Ox_1, Ox_2, Ox_3, Ox_4 формують епюр цього простору, що містить чотири з шести координатних двовимірних площин. Легко бачити, що дві координатних площини Ox_1x_4 та Ox_2x_3 подані на епюрі відповідними слідами. Обидві площини, взаємно ортогональні, одночасно ортогональні до площини епюра. Для відображення полів зазначених координатних площин достатньо поміняти місцями позначення двох з чотирьох осей, наприклад, Ox_3 та Ox_4 . Такий епюр, що поєднує два епюри Схоуте, містить усі шість координатних двовимірних площин. Зазначимо наявність площин Ox_1x_2 та Ox_3x_4 на обох частинах епюра, що являє узагальнення епюра Монжа, в якому вісь Oy повторена двічі [1].

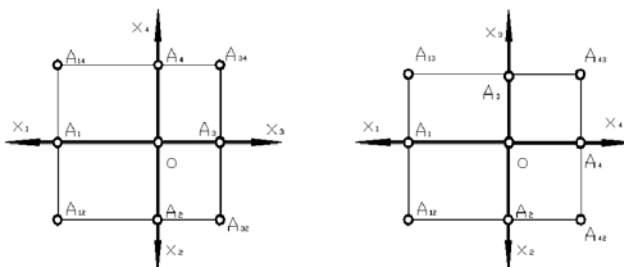
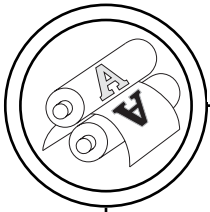


Рис. 1. Комплексне креслення простору E^4



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

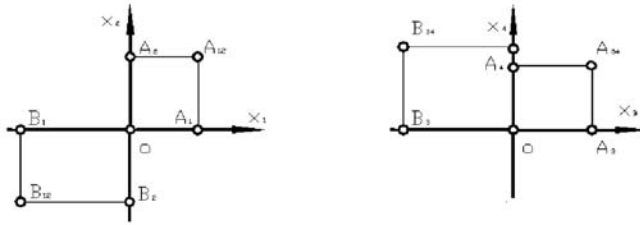


Рис. 2. Комплексне креслення простору E^4 для різних знаків параметрів x_i при комп'ютерній візуалізації

Аналіз епюрів багатовимірних просторів вказує на можливість накладання окремих проєкцій багатовидів при різних знаках параметрів системи, що моделюється. Це створює певні незручності при комп'ютерній візуалізації, зокрема при використанні математичного пакета Matlab. Усунути їх можна, прийнявши за основу запропоновані епюри чотири- і п'ятивимірних евклідових просторів. З урахуванням різних знаків параметрів, точки A і B простору E^4 , відповідний епюр при найменшій кількості координатних площин має наступний вигляд (рис. 2).

Розглянемо приклад побудови епюра функції комплексної змінної:

$$\begin{aligned}\omega &= u + iv = \omega(z) = \omega(x + iy) = \\ &= z^2 + i = x^2 - y^2 + i(2xy + 1),\end{aligned}$$

яка є узагальненням функції дійсної змінної двовимірного евклідового простору, оскільки складова $u = x^2 - y^2$ відображується у тривимірному евклідовому підпросторі. В якості прообразу прийемо залежність $x = \cos(\varphi)$, $y = \sin(\varphi)$. Для візуалізації графічної залежності використані команди для виведення на екран графічного вікна, а також

subplot для відображення декількох графіків в одному графічному вікні.

Фрагмент програми виведення графічної інформації в одне з вікон (третє) за допомогою команди figure створення графічного вікна Matlab, розбиття його на чотири вікна і виведення графічної залежності прообразу за допомогою команди plot має наступний вигляд:

```
figure (1);
i=sqrt(-1);
y=sin(fi);
x=cos(fi);
subplot(2,2,3);
plot(x,y);
axis on;
ylabel('i*y');
xlabel('x');
title ('x*x+y*y=1').
```

Приклад компютерної візуалізації комплексного креслення функції комплексної змінної з усіма площинами проєкцій приведений на рис. 3.

Висновки

Розглянутий метод дозволяє формувати проєкції моделей із залученням усіх двовимірних координатних площин. Досліджений спосіб подачі моделі забезпечує зручність побудови і

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

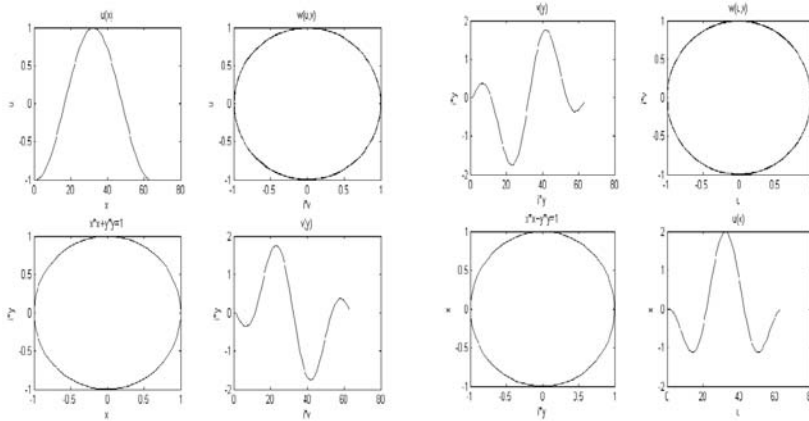
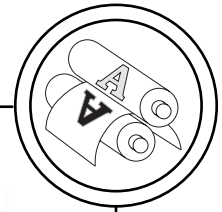


Рис. 3. Проекції функції комплексної змінної

наочність представлених зображень, що перспективно при візуалізації багатовимірних об'єктів, систем і процесів поліграфічного виробництва. Пропонований епюр доречний при

комп'ютерному моделюванні багатопараметричних залежностей за рахунок дистанціювання його складових частин при великих значеннях окремих параметрів.

1. Дурняк Б. В. Математичне моделювання і реалізація систем керування стрічкопровідними системами / Б. В. Дурняк, О. В. Тимченко. — К. : Видавничий центр «Просвіта», 2003. — 232 с. — ISBN 966-7551-67-9. 2. Ефимов М. В. Теоретические основы переработки информации в полиграфии: Учебник для студ. полиграф. вузов, обучающихся по спец. «Управление и информатика в технических системах», «Автоматизированные системы обработки информации и управления» / М. В. Ефимов. — М. : МГУП, 2001. — 340 с. 3. Прикладна геометрія та інженерна графіка / [Ковальов С. М., Гумен М. С., Пустульга С. І. та ін.]; — К. — Луцьк : ЛДТУ, 2006. — 58—89 с. 4. Чередниченко Л. С. Геометрическое моделирование некоторых многопараметрических систем химической технологии / Л. С. Чередниченко, Н. С. Гумен, В. С. Гумен. — К.: Вища школа, 1977. — 108 с.

Рецензент — О. П. Коханівський, к.ф.-м.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 25.05.09