

ЗАСОБИ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ОПЕРАЦІЯМИ НАД ДВОВИМІРНИМИ І ТРИВИМІРНИМИ МОДЕЛЯМИ

Карабчевський В. В.

Донецький національний технічний університет, каф. ПМІ.

karabch@pmi.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Karabchewski W.W. The tools of relations between operations with 2D and 3D models. The methods of relations between 2D and 3D models are proposed. The creation of tools of generation of 3D models with application of 2D drawing is described.

Постановка проблеми

Комп'ютерна графіка – один із компонентів комп'ютерних технологій, на якому базується геометричне моделювання об'єктів, процесів, явищ, автоматизація конструювання та виготовлення проектно-графічної документації.

Історично першою отримала розвиток так звана 2D-графіка, сутність якої полягає в безпосередньому складанні комплексного креслення об'єкта, що конструюється. Разом з розв'язком задачі 2D-графіки виникла ще одна задача, навіть складніша за розв'язану: “навчити” комп'ютер читати 2D-креслення, синтезувати за окремими двовимірними елементами проектно-графічного документа (виглядами, розрізами, перерізами) тривимірний об'єкт у всіх його конструктивних деталях. Практичне значення цієї задачі впливає з необхідності зв'язати у єдине ціле процеси автоматизації виготовлення конструкторської документації та виготовлення виробу на обладнанні з числовим програмним керуванням.

Так з'явилася і знайшла свій розв'язок ідея 3D-графіки, яка за своєю сутністю змінила роль конструкторського документа, переставивши його із вхідних до вихідних даних у розв'язанні комплексної задачі моделювання тривимірного об'єкта. Первісним етапом концепція 3D-графіки вважає компіляцію тривимірного об'єкта з тривимірних примітивів, спираючись в процесі компіляції на аксонометричне зображення.

Будь-які проекційні зображення мають дві характеристики: метричність та наочність. Комплексне креслення, що складається із окремих ортогональних проекцій, притаманне графічному проектному

документу, більш метричне, але менш наочне у порівнянні з аксонометричною проекцією.

Аналіз останніх досліджень

Оскільки двовимірна модель (креслення на двох або трьох проєкціях), створена за правилами креслення, містить всю необхідну для формування тривимірної моделі інформацію, можна ставити задачу напівавтоматичного або автоматичного синтезу такої моделі. Алгоритм формування каркаса моделі тривимірного об'єкта запропоновано в [1]. Ідея алгоритму базується на аналізі проєкцій та синтезі каркаса на основі властивостей креслення. Досить просто можна вирішити проблему формування тривимірних граней на основі відсіків площин.

Більш складним етапом є аналіз кривих ліній і апроксимація кривих поверхонь полігонами. Результати реалізації такого алгоритма в системі КИТЕЖ описано в [2]. За твердженням авторів система мала можливість аналізувати креслення трьох головних виглядів об'єкта, кожен вигляд складався з відрізків прямих та дуг кіл. З твердження, що результатом синтезу була модель, яка складалась з відсіків площин та відсіків циліндричних, конічних, сферичних та тороїдальних поверхонь обертання з осями, паралельними одній з координатних осей, можна бачити значні обмеження на клас об'єктів. Але в рамках такого класу об'єктів досягався значний виграш часу при будівництві моделі шляхом автоматичного синтезу на основі проєкцій порівняно з побудовами з використанням теоретико-множинних операцій над базовими об'єктами та кінематичних методів.

На можливість використання комплексного креслення для побудови твердотільних тривимірних моделей звернено увагу у [3]. Відповідні програмні засоби реалізовано на мові AutoLISP.

Всі відомі засоби передбачають використання закінченого креслення.

Оскільки конструювання ведеться традиційно на комплексному кресленні, задача комп'ютеризації графічних побудов, що виконуються на ньому, з одночасним і автоматичним відтворенням цих побудов в аксонометрії приваблива можливістю отримання і метричного, і наочного зображення об'єкта, що конструюється.

Формулювання цілей статті

З метою розширення можливостей автоматизованого виконання конструкторських робіт розглянути методи комп'ютерної підтримки супроводження графічних побудов, що виконуються на комплексному кресленні, відповідним тривимірним представленням.

Описати розробку відповідних програмних засобів, навести приклади їх використання.

Принципи зв'язку між двовимірними і тривимірними моделями

Під генеруванням тривимірного представлення з використанням проєкційних зображень на комплексному кресленні будемо розуміти створення тривимірного об'єкта згідно з його проєкційними зображеннями, поданими у вигляді двовимірних об'єктів, у момент, коли за бажанням користувача або виходячи з перебігу побудов така операція стає можливою і доцільною. Розглянемо алгоритм такого генерування на рівні, незалежному від засобів реалізації.

На першому етапі потрібно вибрати проєкції об'єкта, які до того часу існували як незалежні двовимірні об'єкти. Можливі два основні підходи до цієї операції:

- вказувати об'єкти з використанням засобів графічного діалогу або з використанням їх імен;
- здійснювати вибір шляхом порівняння імен двовимірних об'єктів, тобто наявність об'єктів з іменами e_1 та e_2 , де 1 та 2 – індекси площин, дозволяє розглядати їх як горизонтальну і фронтальну проєкції **тривимірного об'єкта**.

В першому випадку потрібно з'ясувати належність вибраних об'єктів до різних проєкцій. Доцільно, щоби до властивостей об'єкта входила ознака проєкції, у якій його створено. У другому випадку такою ознакою може бути цифровий індекс площини у складі імені.

На другому етапі потрібно встановити тип тривимірного об'єкта у відповідності до типів двовимірних об'єктів. Наприклад, якщо вибрані два відрізки, результатом може бути тривимірний відрізок.

На третьому етапі потрібно перевірити проєкційну відповідність вибраних об'єктів або можливість її досягнення. Наприклад, коли вибрано дві точки з різними абсцисами, генерування тривимірного представлення не є можливим. У випадку вибору відрізків, можливим є досягнення проєкційної відповідності шляхом подовження або вкорочення однієї або обох проєкцій.

На четвертому етапі потрібно здійснити розрахунок геометричних характеристик тривимірного об'єкта та його побудову.

Розробка і використання відповідних програмних засобів

Відповідна програмна система повинна мати графічну базу даних, що містить опис геометричних фігур, апарат візуалізації, що налаштовується, засоби, що дозволяють обрати стиль відображення сцени.

Для створення засобів автоматичного розв'язання задач систему слід спорядити командною мовою керування і інструментами запису і виконання наборів команд [4].

Реалізація запропонованих принципів зв'язку між двовимірними і тривимірними моделями у середовищі AutoCAD дозволяє використовувати всю міць цієї системи під час розв'язання практичних та навчальних задач [5,6].

Використання AutoCAD для розробки породжує також і проблеми. Деякі службові об'єкти повинні бути видні в одних вікнах і невидні в інших, тексти завжди повинні лежати в площині, що є паралельною площині екрану. При вдосконаленні системи потрібно буде вжити заходи щодо недопущення несанкціонованих дій користувача: заборонити редагування креслення з безпосереднім застосуванням команд AutoCAD і тривимірні виглядові операції у вікнах, що відображують комплексне креслення; ряд об'єктів (осі координат и т.п.) взагалі не підлягають редагуванню. Ці та інші проблеми можуть бути розв'язані засобами AutoCAD, такими як блокування деяких команд, прямий доступ до бази даних, безпосереднє керування екраном, створення спеціальних меню і діалогових вікон, що надавали б користувачеві тільки ті інструменти редагування і видових операцій, котрі доцільно використовувати при розв'язанні задачі і т. ін. Однак прийняття вказаних заходів підвищує трудомісткість розробки і може погіршити характеристики системи [4].

Потрібно також ураховувати, що згідно з законом України „Про авторське право і суміжні права” комп'ютерні програми є інтелектуальною власністю і їх використання з комерційною метою без згоди автора заборонено. Через велику вартість такий програмний продукт, як AutoCAD, стає недоступним для легального використання широким колом користувачів.

Ці обставини обумовлюють доцільність реалізації запропонованих методів зв'язку між побудовами на комплексному кресленні та тривимірними моделями у вигляді системи, автономної по відношенню до будь-якого з розповсюджених засобів геометричного моделювання. Звісно, що силами одного розробника така система не може бути доведена до рівня засобів, розроблених з використанням графічних ядер середньої ваги (t-flex, AutoCAD, Компас) – за даними розробників трудомісткість створення графічного ядра системи Компас становить 100 людино-років. Але розробка системи, яка проілюструє корисність запропонованих методів для розв'язання обмеженого кола задач і може стати основою для подальшого розвитку, є задачею цілком реальною.

Розроблено систему, яка має мінімально необхідний для розв'язання практичних та навчальних задач склад двовимірних і тривимірних об'єктів (точка, відрізок, коло, еліпс, сплайн), режимів побудови (крокова прив'язка, об'єктні прив'язки, ортогональні побудови) та операцій над

об'єктами (поворот, зміна довжини відрізка, перенесення, копіювання, вилучення), запропоновано відповідну організацію бази даних.

Для генерування сплайна використано інтерполяційну сплайнову криву Catmull-Rom:

$$R(t) = \frac{1}{2}(-t(1-t)^2 * p_0 + (2-5t^2+3t^3)p_1 + t(1+4t-3t^2)p_2 + t^2(1-t)p_3),$$

де p_0, p_1, p_2, p_3 – координати вузлових точок (x або y), t – параметр інтерполяції, який змінюється від 0 до 1. Ця крива проходить точно через вузлові точки, є геометрично неперервною, не існує можливості регулювати її форму.

Це обмежує можливості моделювання з її використанням, з іншого боку, неможливість регулювання форми полегшує досягнення проекційної відповідності під час генерування тривимірного представлення. Побудовані з використанням цієї кривої сплайни зовнішньо відповідають лекальним кривим, які будують вручну під час розв'язання задач нарисної геометрії.

Робоче вікно системи розподілено на дві графічні зони:

- зону комплексного креслення, на яке може бути нанесена сітка;
- зону відображення аксонометричного представлення з осями координат.

Таку систему доцільно застосовувати для розв'язання задач з використанням класичних методів роботи на комплексному кресленні у випадках, коли наочність побудов набуває підвищеної ваги (рис. 1).

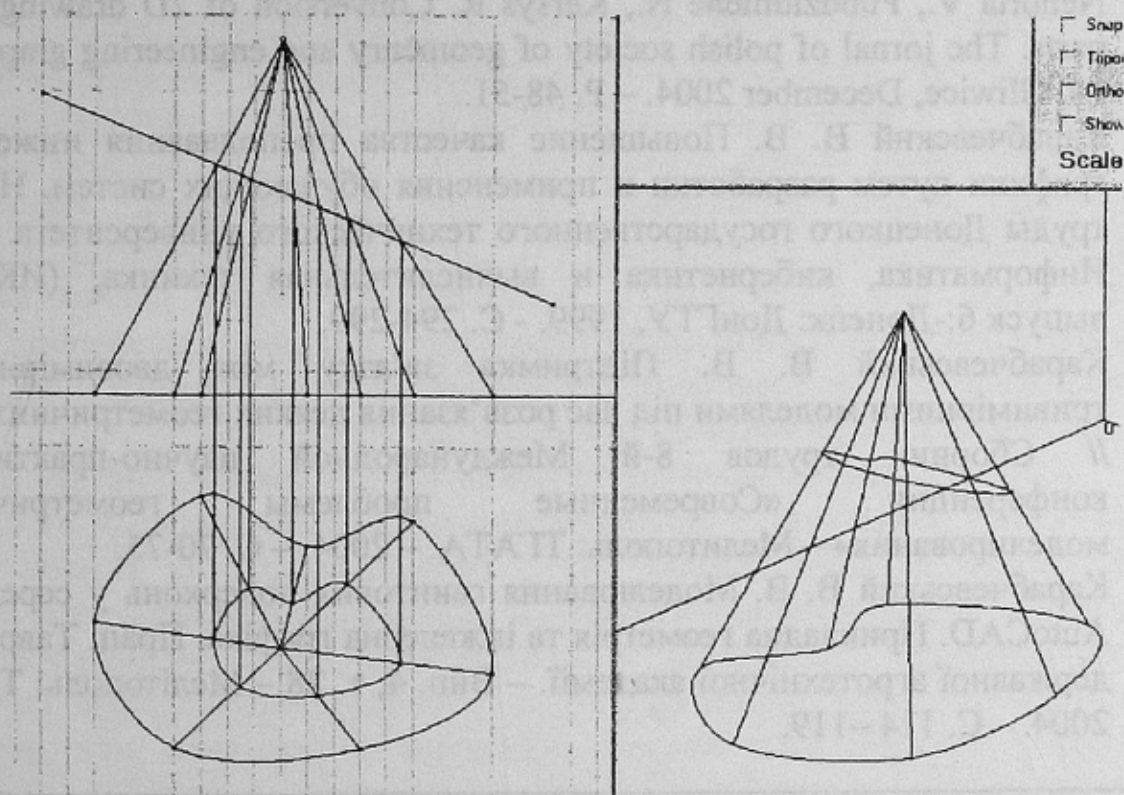


Рисунок 1 – Переріз конічної поверхні

Систему побудовано з урахуванням можливості її подальшого розвитку з метою поширення складу об'єктів, операцій та режимів побудови, вдосконалення засобів візуалізації тривимірних моделей.

Висновки

Засоби, які забезпечують супроводження побудов на комплексному кресленні відповідним тривимірним представленням, підвищують ефективність автоматизованого конструювання у випадках, коли наочність побудов набуває підвищеної ваги. Розроблену автором автономну від середовища AutoCAD графічну систему можна у перспективі розглядати в якості альтернативи ліцензійним програмним засобам великої вартості за умови її подальшого розвитку.

Література

1. Котов И. И., Полозов В. С., Широкова Л. В. Алгоритмы машинной графики. – М.: Машиностроение, 1977. – 200 с.
2. Зудин А. А., Ротков С. И. Моделирование пространственных объектов с криволинейными поверхностями методом чтения чертежа // Тез. Докл. Всесоюзной школы – семинара молодых ученых “Машинная графика и автоматизация проектирования в радиоэлектронике”. – Челябинск, 1990. – С. 3-4.
3. Nenorta V., Puodziuniene N., Kersys R. Conversion of 2D drawings to 3D parts. The journal of polish society of geomenry and engineering graphics, V. 14, Gliwice, December 2004. – P. 48-51.
4. Карабчевский В. В. Повышение качества преподавания инженерной графики путем разработки и применения обучающих систем. Научные труды Донецкого государственного технического университета. Серия: Информатика, кибернетика и вычислительная техника, (ИКВТ-99) выпуск 6:-Донецк: ДонГТУ, 1999. - С. 294-299.
5. Карабчевський В. В. Підтримка зв'язку між двовимірними і тривимірними моделями під час розв'язання деяких геометричних задач. // Сборник трудов 8-й Международной научно-практической конференции «Современные проблемы геометрического моделирования» – Мелитополь: ТГАТА. – 2004. – С. 70-75.
6. Карабчевський В. В. Моделювання гвинтових поверхонь у середовищі AutoCAD. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Вип. 4, т. 28 – Мелітополь: ТДАТА, 2004. – С. 114 –119.