

УДК 514.18

КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ФОРМ, ЩО МОДЕЛЮЮТЬСЯ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МЕТОДУ

Холковський Ю.Р., к.т.н.

Національний авіаційний університет (м. Київ)

Тел. (044) 406-72-65

Анотація – наведено геометричне моделювання складних просторових форм та їх класифікація на основі дискретно-інтерполяційного методу.

Ключові слова – геометричне моделювання, поверхня, інтерполяція, однопараметрична множина, вузол інтерполяції, класифікація.

Постановка проблеми. Зростання рівня вимог щодо раціональності та якості кінцевого результату моделювання та проектування складних просторових форм у вигляді різного роду сучасних технічних поверхонь пов'язане з неперервним розвитком відповідних технологій їх проектування. Останні постійно розвиваються та ускладнюються. На сучасному етапі у більшості випадків інженерного проектування йдеться про моделювання складних просторових форм у вигляді певних технічних поверхонь різних деталей або робочих органів окремих машин та механізмів. Згадані складні просторові форми у вигляді поверхонь, як моделей майбутніх технічних об'єктів, практично не піддаються строгому аналітичному опису, тому, і це цілком очевидно, не можливо отримати аналітичні континуальні моделі таких поверхонь. Стає зрозумілим, що для проектування сучасних складних технічних форм виникає задача розробки раціональних алгоритмів побудови геометричних моделей таких об'єктів у вигляді певних криволінійних поверхонь, а також класифікації таких поверхонь з врахуванням методу їх моделювання.

Аналіз останніх досліджень. У літературі існує певна кількість розробок щодо моделювання складних просторових криволінійних форм. У більшості випадків вони торкаються конкретних окремих деталей або ж випадків інженерної практики. Треба визнати, що запропоновані підходи та методи часто досить трудомісткі, не завжди адекватно вирішуються питання точності, суттєво бувають ускладнені формалізація, алгоритмізація та програмування цих методів. А це, в

свою чергу, означає ускладнення питань автоматизації інженерного проектування. Особливо необхідно підкреслити, що питання моделювання складних просторових форм із наперед заданими умовами майже не розглядаються. Отже, питання розробки оптимальних алгоритмів моделювання складних просторових форм у вигляді поверхонь, їх класифікація, врахування деяких наперед заданих умов розглянуті недостатньо.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є розробка ефективних алгоритмів геометричного моделювання складних криволінійних форм (поверхонь) та їх класифікація на основі запропонованого дискретно-інтерполяційного методу.

Основна частина. Як було зазначено вище, досить складно отримати аналітичні континуальні моделі у вигляді поверхонь сучасних складних технічних форм, а у більшості випадків це навіть неможливо. Проте добре відомо, що дискретний спосіб представлення геометричної інформації про об'єкт, що моделюється, є найбільш універсальним, а також і практичним. На підставі цього цілком логічним буде припущення, що математична модель таких поверхонь також повинна бути дискретною. Окрім того, від континуальної моделі практично завжди можна перейти до дискретної, тому будемо вважати дискретний підхід більш загальним та виправданим. Саме такий випадок переходу до дискретної моделі, а конкретніше, до дискретно-інтерполяційної геометричної моделі в роботі й розглядається.

Отже, в роботі розглядається дискретно-інтерполяційний метод щодо геометричного моделювання складних просторових форм у вигляді поверхонь, а також їх класифікація саме на основі методу, що пропонується.

Підхід, що розглядається, є, по-перше, нетрадиційним, щодо моделювання складних технічних криволінійних форм на основі дискретно-інтерполяційного підходу, по-друге, дає можливість отримати дискретні геометричні моделі таких форм із наперед заданими умовами та ефективні алгоритми їх побудови. Відповідно, у рамках методу, що пропонується вводиться своєрідна класифікація поверхонь.

Розробка нетрадиційних та оптимальних методів геометричного моделювання складних криволінійних поверхонь, як моделей складних технічних форм та деталей, і робить дану роботу актуальною.

Геометричні моделі зазначених форм будуються у вигляді певних однопараметричних множин, а для цього використовуються певні інтерполяційні схеми на основі інтерполяційних поліномів Лагранжа. Саме такі схеми й дають можливість отримати дискретні

геометричні моделі різних криволінійних поверхонь із врахуванням наперед заданих умов щодо форми. Доцільність такого підходу та використання поліномів Лагранжа описані у попередніх роботах автора. І актуальним постає питання класифікації поверхонь, що моделюються на основі дискретно-інтерполяційного методу.

Раціональність вибору інтерполяційних поліномів Лагранжа обумовлена, по-перше, відносною простотою у використанні, по-друге, необов'язковою, що дуже важливо, рівномірністю розташуванням вузлів інтерполяції, по-третє, можливістю представлення по кожній змінній своєї кількості вузлів інтерполяції, що також є суттєвим.

Підкреслимо, що нетрадиційність підходу, що розглядається, полягає у саме тому, що під вузлами інтерполяції розуміються не точки, а більш складні об'єкти, наприклад, лінії та поверхні, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей та параметрів. Схему розташування саме таких її вузлів ми й називаємо схемою інтерполяції (рис. 1).

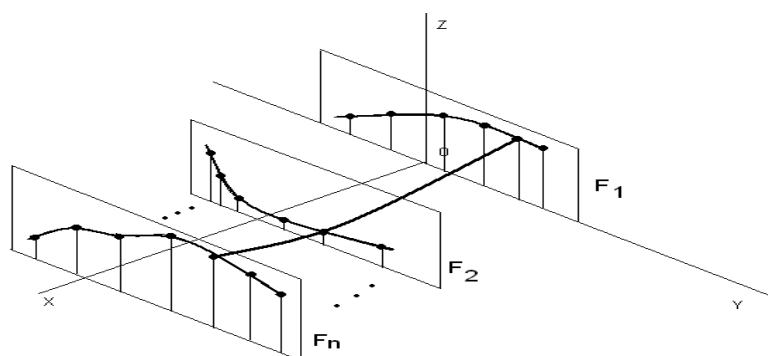


Рис. 1. Схема інтерполяції.

Інтерполювання зазначених вище об'єктів, наприклад, вузлових ліній, що приведені на рис. 2, зводиться до розміщення у вузлах інтерполяції певних базових вузлових функцій – дискретних масивів.

Це дає можливість отримати деякий функціонал $\Phi(\mathbf{p}_{i,j})$, з вектором параметрів, що включає в себе інтерполяційний параметр, координатні змінні, параметри, що характеризують форму та положення об'єктів, певні параметричні характеристики процесів тощо. Отримані таким чином однопараметричні множини є дискретними математичними моделями деяких багатопараметричних об'єктів і навіть процесів, а функціонал $\Phi(\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3, \dots, \mathbf{p}_k, \dots, \mathbf{p}_m)$ є елементом таких множин. Для створення геометричних моделей та розробки алгоритмів їх побудови у нашому випадку використовувалися різні лінії. Саме ці лінії й виступали у ролі базових вузлових функцій. На рис. 2 приведені приклади вузлових функцій, що фактично являють собою певні плоскі перерізи різних

криволінійних поверхонь.

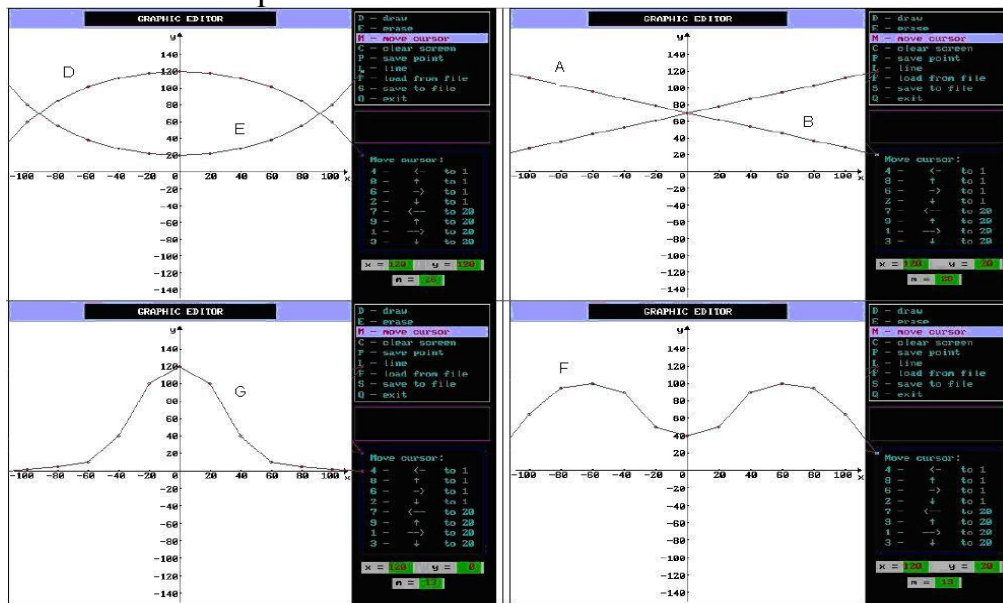


Рис. 2. Моделювання вузлових функцій.

Використовуючи інтерполяційний поліном Лагранжа, розглядаючи $\Phi(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m) = M[i, j]$ у якості певного вузла інтерполяції на випадок одновимірної інтерполяції отримаємо

$$M_n[i, j] = \sum_{i=0}^{n-1} M_i(i, j) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j},$$

де n - кількість вузлів інтерполяції, u - параметр $M_i[i, j]$, відповідний проміжному перерізу поверхні, що моделюється.

Програмне забезпечення, розроблене автором, дало можливість сформувати вузлові функції. Тобто, фактично були отримані дискретні чисельні моделі цих функцій. Ці лінії моделюються певної визначеної форми, досить легко можуть бути сформовані, що саме й дозволяє врахувати вимоги щодо наперед заданих умов локальних форм. Тоді поверхня, що моделюється, може бути представлена дискретним лінійчатим каркасом ліній, що являють собою її умовні перерізи.

Кількість вузлів базових функцій може бути різною, що обумовлено суто практичними питаннями проектування. Наразі у програмному забезпеченні передбачена й така можливість у вигляді розробленого алгоритму методу вирівнювання кількості вузлових точок на вузлових функціях.

Введемо таку класифікацію поверхонь, що моделюються дискретно-інтерполяційним методом: - двовузлові, тривузлові, ... n -вузлові поверхні, використовуючи у якості основної ознаки кількість

вузлів інтерполяції. Також зазначимо, що поверхня може бути утворена навіть однією лінією при різній кількості вузлів інтерполяції.

Тому, позначивши вузлові функції, як **A, B, C, D, E, ...**, введемо такі умовні позначення поверхонь: **A-A, A-B, B-A, A-A-A, A-B-A, A-B-B, A-A-B, A-B-C, B-A-C, A-B-A-B, A-B-C-D, D-A-C-D, ...** тощо.

За допомогою моделюючого блоку, розробленого автором програмного забезпечення, можна отримати геометричні моделі поверхонь з різними класифікаційними формулами, приклади побудови яких наведені на рис. 3.

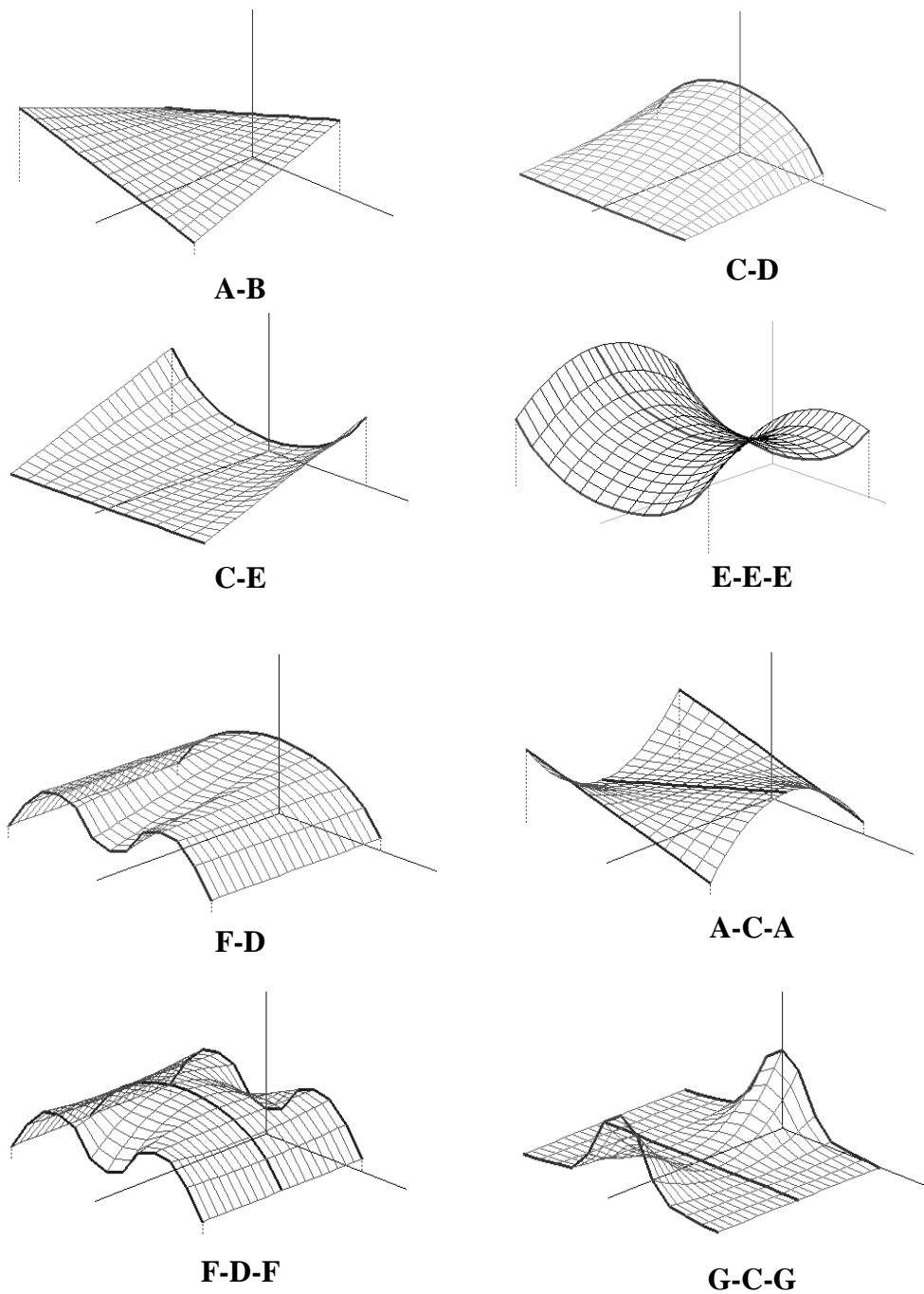


Рис. 3. Класифікаційні приклади поверхонь.

При моделюванні вузлових функцій можна врахувати специфічні умови щодо геометричної форми поверхні. Досить непростим моментом є визначення схеми інтерполяції, тобто кількості її вузлів та їх розташування, що пов'язано з питаннями проектування та технологічними умовами.

Вузлові функції можуть змінювати своє положення у просторі у відповідних носіях-площинах, які, в свою чергу, також можуть змінювати своє положення, впливаючи таким чином безпосередньо на схему інтерполяції і, відповідно, на кінцевий результат моделювання.

У перспективі зазначимо, що застосування такого підходу щодо моделювання різних об'єктів, явищ і середовищ, що характеризуються великою кількістю різноякісних параметрів, є раціональним.

Висновки. Використовуючи запропонований дискретно-інтерполяційний метод, отримані геометричні моделі складних просторових форм у вигляді поверхонь та запропоновано відповідну їх класифікацію. Метод має великі можливості варіантності і є оптимальним з точки зору алгоритмізації процесу формування.

Література

1. Ю.Р. Холковський. Моделювання складних просторових форм із використанням дискретно-інтерполяційного підходу / Ю.Р. Холковський // Современные проблемы геометрического моделирования: труды 14-й Международной научно-практической конференции. – Мелитополь: ТГАТУ, 2012. – С 51-57.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФОРМ, МОДЕЛИРУЕМЫХ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНО-ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МЕТОДА

Ю.Р. Холковский

Аннотация – рассмотрено геометрическое моделирование сложных пространственных форм и их классификация на основе дискретно-интерполяционного метода.

CLASSIFICATION OF SPATIAL FORMS, MODELED AFTER THE DISCRETE-INTERPOLATION METHOD

Yu. Kholkovsky

Summary

Considered geometric modeling of complex spatial forms and their classification on the basis of discrete-interpolation method.