



Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»

Фізико-математичний факультет
(Кафедра нарисної геометрії, інженерної та
комп'ютерної графіки)

Українська асоціація з прикладної геометрії
Академія наук вищої освіти України
Universitas Melitensis
University of Georgia



ЗБІРНИК ДОПОВІДЕЙ

ХІІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА ОБ'ЄКТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»

м. Київ, Україна
12 червня 2024

DOI:
10.20535/ngikg2024.XIII

Відповідальний за випуск – д-р. техн. наук, проф., Ванін В.В.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Співорганізатори конференції:
Українська асоціація з прикладної геометрії,
Академія наук вищої освіти України
Universitas Melitensis
University of Georgia

Збірник доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності» – Випуск 13. – 154 с. з іл.

В авторській редакції

Укладач: канд.техн.наук, доцент Колосова О.П.

Адреса редколегії: 03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37, ФМФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Тел. (044) 204-94-46. E-mail: geometry@kpi.ua, conferencengkg@gmail.com

© *Автори доповідей, 2024*

© КПІ імені Ігоря Сікорського

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРИВИХ БЕЗЬЄ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБВОДІВ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Бідніченко О.Г., к.т.н., доцент,

helenbidnichenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0548-3481

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(Україна, м. Миколаїв)

Анотація – Розглянуто особливості кривих Безьє, які дають можливість використовувати їх при геометричному моделюванні обводів кривих ліній технічних об'єктів, зокрема турбомашин. Отримано вирази для першої та другої похідних кривої, які використовуються для аналізу якості змодельованих профілів.

Ключові слова – крива Безьє; геометричне моделювання; похідна; криві обводів турбомашин.

Постановка проблеми. Розглянути властивості кривих Безьє, які дають можливість використовувати такі криві для геометричного моделювання кривих ліній обводів елементів проточних частин складних технічних об'єктів. м

Аналіз останніх досліджень. Для побудови кривих складної форми часто використовуються поліноми Бернштейна, які складають математичну основу методу Безьє. В роботі [1] приведено анімацію та математичний опис кривої Безьє. Потрібно відзначити, що для можливості проведення геометричного моделювання кривих високої точності було б доцільно геометричне дослідження кривих з використанням першої та другої похідних для отримання гладкої кривої.

Деякі властивості кривих Безьє сприяли їх використанню у автоматизованих графічних системах для геометричного моделювання кривих ліній зокрема профілів елементів проточних частин турбомашин [2,3]. Тому з метою вдосконалення профілів обводів проточних частин при їх геометричному моделюванні необхідно використання математичного апарату з похідними для отримання гладкої кривої без зламів та перегинів.

Формулювання цілей. Проаналізувати властивості кривих Безьє, отримати вираз для r -ої похідної кривої, визначити значення першої та другої похідних в початковій та кінцевій точках кривої.

Основна частина. Крива Безьє визначається вершинами деякої ламаної лінії, яка в першому наближенні апроксимує криву, що проектується. Зміненням положення вершин ламаної лінії впливають на

криву і, таким чином, отримують потрібну форму кривої, що моделюється. Якщо ламану лінію задано, то вона однозначно визначає криву Безьє.

До найбільш важливих властивостей кривих Безьє відносимо:

1. Степінь n поліноміальної кривої визначається $(n+1)$ вершинами ламаної лінії.

2. У початковій і кінцевій точках криволінійного сегмента багаточлен Бернштейна приймає значення $\Phi_{0,n}(0) = \frac{n! \cdot t^0 (1-0)^{n-0}}{0! \cdot n!} = 1$ при $t=0$;

$\Phi_{n,n}(1) = \frac{n! \cdot t^n (1-1)^{n-n}}{n! \cdot 0!} = 1$ при $t=1$. Записані вирази показують, що вершини P_0 і P_n дійсно є початковою й кінцевою точками криволінійного сегмента.

3. Для r -ої похідної у початковій і кінцевій точках справедливі вирази:

$$B^r(\bar{P}, 0) = \frac{n!}{(n-r)!} \sum_{k=0}^r (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \bar{P}_k \quad \text{при } t=0;$$

$$B^r(\bar{P}, 1) = \frac{n!}{(n-r)!} \sum_{k=0}^r (-1)^k \binom{r}{k} \bar{P}_k \quad \text{при } t=1.$$

Використовуючи перші похідні, обчислені по наведених виразах, одержимо: $B'(\bar{P}, 0) = n \cdot (\bar{P}_1 - \bar{P}_0)$; $B'(\bar{P}, 1) = n \cdot (\bar{P}_n - \bar{P}_{n-1})$.

Як впливає із цих виразів, перші похідні кривої Безьє в початковій і кінцевій точках дорівнюють тангенсам кутів нахилу початкового й кінцевого сегментів ламаної лінії.

4. Другі похідні в початковій та кінцевій точках кривої залежать від значень координат трьох вершин ламаної відповідно на початку та у кінці лінії. Вони визначаються по виразам:

$$B''(\bar{P}, 0) = n \cdot (n-1) (\bar{P}_0 - 2\bar{P}_1 + \bar{P}_2); \quad B''(\bar{P}, 1) = n \cdot (n-1) \cdot (\bar{P}_n - 2\bar{P}_{n-1} + \bar{P}_{n-2}).$$

Слід зазначити, що використання параметричних рівнянь для опису обводів робочого колеса турбомашин дає ряд додаткових переваг і, зокрема, спрощує :

1) математичний опис кривих складної форми; 2) операції переносу, обертання, зміщення системи координат зі збереженням аналітичного виразу при переході до іншої системи координат; 3) аналітичний апарат для рішення різних геометричних задач.

Висновки. Отримані властивості кривих Безьє дають можливість використовувати їх при геометричному моделюванні будь-яких технічних об'єктів, особливо при моделюванні елементів проточних частин турбомашин.

Бібліографічний список

1. Сучасний підручник з Java Script <https://uk.javascript.info/bezier-curve>
2. Бідніченко О.Г. Геометричні особливості конструювання проточних частин відцентрових компресорів/ О.Г. Бідніченко // Наукові нотатки: міжвузівський збірник, вип. 48. – Луцьк: ЛНТУ, 2015. – С. 23-28.
3. Бідніченко О.Г. Геометричне моделювання як засіб удосконалення проточних частин турбомашин / О.Г. Бідніченко // Міжнародне наукове видання РИНЦ Science index: Збірник наукових праць SWorld, Том 9 технічні науки – вип. 4 (37), 2014. - С. 6-9.

ЗМІСТ

КОМП'ЮТЕРНЕ ВАРІАНТНЕ ФОРМОУТВОРЕННЯ СТІЛЧАСТИХ ЛАП .4	
Вірченко Г.А., Волоха М.П., Яблонський П.М., Воробйов О. М., Лазарчук-Воробйова Ю.В.	
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОСПРЯЖЕНИХ ПРОФІЛІВ ОДНОГВИНТОВИХ НАСОСІВ МУАНО 8	
Куценко Л. М. Калиновський А. Я., Поліванов О. Г., Сухарькова О. І.	
ОБЧИСЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ ТРАДИЦІЙНОЇ ПЕРШОЇ ПОХІДНОЇ СЕГМЕНТУ ТОЧКОВОГО ПОЛІНОМУ ЧЕТВЕРТОГО СТЕПЕНЯ У ПОЧАТКОВІЙ ТОЧЦІ.....17	
Лисенко К.Ю., Верещага І.В.,Кривенко О.В., Гончар Т.О.,	
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ НА ОСНОВІ ВАРІАТИВНОГО ФОРМУВАННЯ РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ЗГУЩЕННЯ НАПЕРЕД ЗАДАНОЇ ФОРМИ КРИВОЇ.....21	
Шликов С.Ю., Геращенко А.Ю., Спирінцев Д.В.,	
STUDY OF THE GEOMETRIC STRUCTURE OF PHASE PORTRAITS OF A NONLINEAR SYSTEM IN A PLANE25	
Hnitska Tetiana., Hnitska Halyna., Danyliuk Artem,	
КОНСТРУЮВАННЯ ГВИНТОПОДІБНИХ НОЖІВ ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО БАРАБАНА ІЗ РОЗГОРТНОЇ І НЕРОЗГОРТНОЇ ПОВЕРХОНЬ30	
Пилипака С.Ф., Кресан Т.А., Хропост В.І.,	
ДО ПИТАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ35	
Баскова Г.В., Колосова О.П., Перепечай С.І.,	
АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРИВИХ БЕЗЬЄ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБВОДІВ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ41	
Бідніченко О.Г.	
ІНТЕРАКТИВНІ МОДЕЛІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ НА ПРИКЛАДІ ВИКОРИСТАННЯ ТРИГРАННИКІВ ФРЕНЕ ТА ДАРБУ44	
Несвідомін А.В., Верещага В.М., Адоньєв Є.О., Муртазієв Е.Г., Верещага І.В.	
ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНЦЕНТРАТОРІВ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ53	
Мартинов В.Л. д.т.н., Поляк Ю.Ю., Мартинюк О.Л.	
РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ СВІТЛОПОРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ГРАНЯХ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ В ПЕРШОМУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ АРХІТЕКТУРНО-КЛІМАТИЧНОМУ РАЙОНІ УКРАЇНИ.....58	
Мартинов В.Л., Стаднійчук Д.М., Банний Т.А,Волков А.В.	
ANALYSIS OF DESIGN AND TECHNOLOGICAL SCHEMES OF DISK AND ANCHOR COULTERS FOR DIRECT SOWING OF GRAIN.....62	
Lazarchuk M.V., Loginov P.I., Volokha M.P.,	

ДО ПИТАННЯ ВАРІАНТНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДВЕРЕЙ ТА ВІКОН ПРАВОСЛАВНИХ ХРАМІВ	67
Терещук М.О.	
ADJUSTABLE DRIP IRRIGATION SYSTEM.....	78
Oksana Budnyk, Olga Golova, Sergey Zalevsky, Petro Yablonskyi, Oleksii Vorobiov.	
A SUSTAINABLE APPROACH WITH 3D PRINTING AND SOLIDWORKS	81
Pavlo Mamontov, Olga Golova, Hanna Shepel,	
ГЕОМЕТРИЧНО-НЕЛІНІЙНІ БАЛКИ В ЗАДАЧАХ ПОБУДОВИ СПЛАЙНІВ ОПТИМАЛЬНОЇ ФОРМИ	85
Мазурик Р.В. ,Кольцов Д.Р. ,Ориняк І.В.	
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ РОБІТ У SOLIDWORKS.....	92
Шейн В.В., Залевський С.В.	
ДИСКРЕТНА МОДЕЛЬ АРКИ, ФОРМА ЯКОЇ НАБЛИЖЕНА ДО ЛАНЦЮГОВОЇ ЛІНІЇ	100
Колган А.В	
THE ISSUE OF CHOOSING A RATIONAL METHOD FOR SOLVING POSITIONAL PROBLEMS DEPENDING ON INITIAL CONDITIONS	105
Monchenko Taras, Savchuk Valentyna, Hanna Shepel	
DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE CATALOG FOR TILLAGE TOOLS USING DELPHI AND SQL.....	112
Hrubych M.V., Pavlo Mamontov	
І ВРУЧНУ З ВИКОРИСТАННЯМ КРЕСЛЯРСЬКИХ ІНСТРУМЕНТІВ І ЗАСОБАМИ AUTOCAD	115
Міхлевська Н.В., Баскова Г.В., Сайко В.С.	
ДЕЯКІ ПИТАННЯ СПРИЙНЯТТЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФОРМ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН	122
Надкернична Т. М., Лебедева О.О., Овсієнко Л.Г., Амінов Ю.Р., Романенко А. І.	
ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСИЧНИХ МЕТОДІВ БІОНІКИ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ГРАФІЦІ.....	127
Шаблій М.Г., Вірченко Г.А., Надкернична Т.М., Лебедева О.О.	
РІЗНІ ВАРІАНТИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПІДВИЩЕНОЇ СКЛАДНОСТІ З КУРСУ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ	132
Мерещенко Д.Д., Овсієнко Л.Г., Мирошніченко Д. О	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ХАРАКТЕРНОЇ ПЛОЩІ ПРОЄКЦІЙ ЕЛІПСОЇДНИХ ПОВЕРХОНЬ У ЗАДАЧАХ ЗОВНІШНЬОЇ БАЛІСТИКИ	137
Котляр Д.В.	
ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА ОСНОВИ САПР: ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ І ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ.....	145.
Дорошенко Ю.О.	

Алфавітний покажчик

Адоньєв Є.О.....	46	Надкернична Т.М.....	127
Амінов Ю.Р.	122	Несвідомін А.В.	44
Банний Т.А.....	58	Овсієнко Л.Г.....	122, 132
Баскова Г.В.	35, 115	Ориняк І.В.....	85
Бідніченко О.Г.	41	Перепечай С.І.	35
Верещага В.М.....	46	Пилипака С.Ф.	30
Верещага І.В.	17, 46	Поліванов О. Г.	8
Вірченко Г.А.....	4, 127	Поляк Ю.Ю.	53
Волков А.В.	58	Пугачов Є. В.	71
Волоха М.П.	4	Романенко А. І.....	122
Воробйов О. М.	4	Сайко В.С.	115
Герашенко А.Ю.	21	Спірінцев Д.В.....	21
Гончар Т.О.	17	Стаднійчук Д.М.	58
Дорошенко Ю.О.	145	Сухарькова, О. І.....	8
Залевський С.В.	92	Терещук М.О.	67
Зданевич В. А.	71	Хропост В.І.	30
Калиновський А. Я.,	8	Шаблій М.Г.	127
Колган А.В.....	100	Шейн В.В.	92
Колосова О.П.....	35	Шликов С.Ю.....	21
Кольцов Д.Р.....	85	Яблонський П.М.....	4
Котляр Д.В.	137	Danyliuk Artem.....	25
Кресан Т.А.	30	Hanna Shepel81, 105	
Кривенко О.В.....	17	Hnitetska Halyna	25
Кундрат Т. М.	71	Hnitetska Tetiana	25
Куценко Л. М.....	8	Hrubbych M.V.	112
Лазарчук-Воробйова Ю.В.....	4	Lazarchuk M.V.	62
Лебедева О.О.....	127	Loginov P.I.	62
Лебедева О.О.	122	Monchenko Taras.....	105
Лисенко К.Ю.....	17	Oksana Budnyk.....	78
Літніцький С. І.....	71	Oleksii Vorobiov	78
Мазурик Р.В.....	85	Olga Golova78, 81	
Мартинов В.Л.	53, 58	Pavlo Mamontov81, 112	
Мартинюк О.Л.....	53	Petro Yablonskyi.....	78
Мерещенко Д.Д.	132	Savchuk Valentyna,	105
Мирошніченко Д. О.	132	Sergey Zalevsky	78
Міхлевська Н.В.....	115	Volokha M.P.	62
Надкернична Т. М.....	122		