УДК 514.18

Ю.В. Сидоренко, к.т.н.,доцент
О.В. Залевська, к. т. н., доцент

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ АЛГОРИТМУ ПОЛІТОЧКОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Методи деформаційного моделювання дозволяють відображати процеси деформації з об'єктами без певного виду функціонального опису завдяки визначенню параметрів динамічної деформації. Деформація застосовується до простору, в якому знаходиться об'єкт, і це викликає адекватну зміну форми об'єкта. Представником даного класу моделей є полікоординатні методи, а саме, політочкові перетворення. Ефективність процесу перетворення суттєво залежить від точності роботи алгоритму зі знаходження координат точок деформованого об'єкта та від обраної функції мінімізації.

Апарат політочкових перетворень дозволяє проводити деформаційні зміни цільового об'єкта. Процес деформації можливо розділити на задану кількість підпроцесів, на виході з яких буде представлено перетворений геометричний об'єкт, тому даний функціонал стає незамінним, наприклад, при швидкій генерації заданої кількості унікальних геометричних об'єктів. Використання політочкових перетворень разом з представленим функціоналом робить процес створення тривимірних сцен ефективним та швидким.

Питання покращення ефективності процесу створення тривимірних об'єктів, є досить актуальним і потребує нових варіантів вирішення. Основним недоліком політочкових перетворень є точність знаходження точок об'єкта у кінцевому базисі. На практиці, виникають такі ситуації, коли контур деформованого об'єкта є неоднорідним, та в деяких точках прообразу спостерігаються різка різниця в координатах точок в порівнянні з іншими точками прообразу. Дану проблему було розв'язано за рахунок модифікації алгоритму розрахунку точок прообразу.

Представлений функціонал дозволяє підвищити ефективність проведення досліджень політочкових перетворень за допомогою збереження проміжних результатів. В свою чергу, дослідники зможуть наочно ознайомитися з самим процесом деформації.

Ключові слова: деформаційне моделювання; полікоординатні відображення, політочкові перетворення; функціонал перетворення; комп'ютерне моделювання.

Постановка проблеми. Політочкові перетворення мають деякі недоліки, які можна мінімізувати певними модифікаціями здійснення перетворень. Одним з недоліків політочкових перетворень є точність знаходження точок кінцевого базису. На практиці виникають такі ситуації, коли контур деформованого об'єкта є неоднорідним, та в деяких точках прообразу спостерігаються різка різниця в координатах точок в порівнянні з іншими точками прообразу. Наявність даної проблеми свідчить про те, що алгоритм знаходження точок прообразу не завжди відпрацьовує коректно. Тому будо вирішено провести дослідження роботи алгоритму.

Ціль статті. Метою дослідження є удосконалення алгоритму політочкових перетворень об'єктів у просторі, за рахунок модифікації алгоритму знаходження координат точок перетвореного об'єкта, що дасть змогу зменшити кількість точок розриву перетвореного об'єкта.

Аналіз основних досліджень і публікацій. У попередніх публікаціях було наведено формули для реалізації політочкових перетворень, описані приклади застосування математичного апарату полікоординатних перетворень для розв'язання задач прикладної геометрії [1]. В роботах [2, 3] наведено різновиди політочкових перетворень та формули функціоналів для їх реалізації. Створення системи аналізу можливостей політочкових перетворень підвищить ефективність процесу створення тривимірних об'єктів.

Основна частина. Дослідження показало, що використаний функціонал не завжди зводиться до мінімуму. Дану проблематику можливо вирішити двома способами:

- дослідити можливість модифікації мінімізуючого функціоналу;
- дослідити можливість модифікації алгоритму розрахунку точок прообразу.

Найбільш доцільним та менш затратним у даній ситуації є другий спосіб. Під час дослідження було знайдено досить простий та оригінальний спосіб. Суть способу полягає в тому, щоб підвищити точність знаходження точок прообразу. Підвищення точності було досягнуто за рахунок модифікації алгоритму знаходження точок прообразу та введенням поняття коефіцієнт перерахунку. Після кожної ітерації алгоритму проміжні данні запам'ятовуються і по них проводиться повторний перерахунок отриманих координат точок прообразу. Чим більше значення коефіцієнту перерахунку тим вища точність знаходження точок прообразу, але тим більше часу витрачається на їх знаходження. Ілюстрація роботи модифікованого алгоритму показана на рисунку 1, рисунку 2 та рисунку 3.

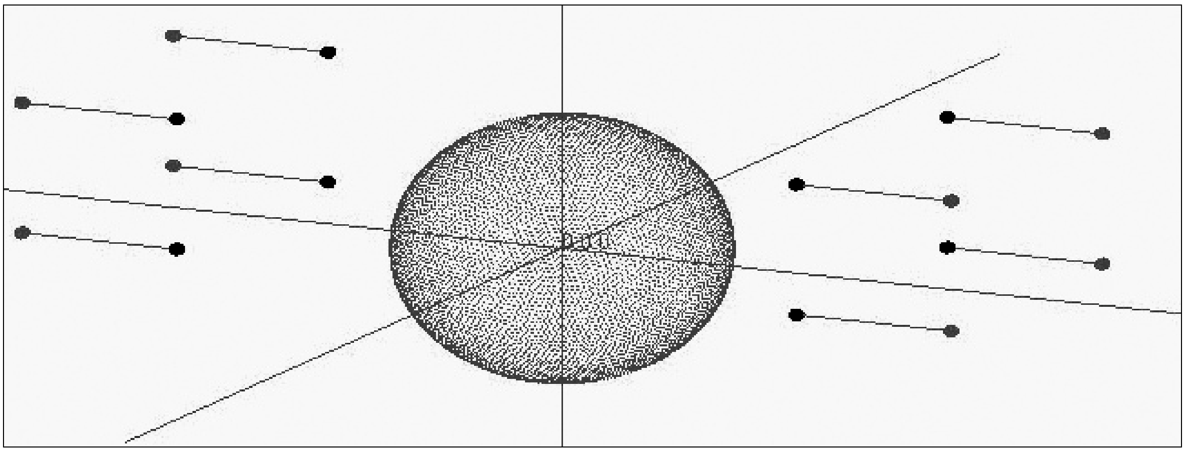

Рис. 1. Цільовий об’єкт до проведення перетворення

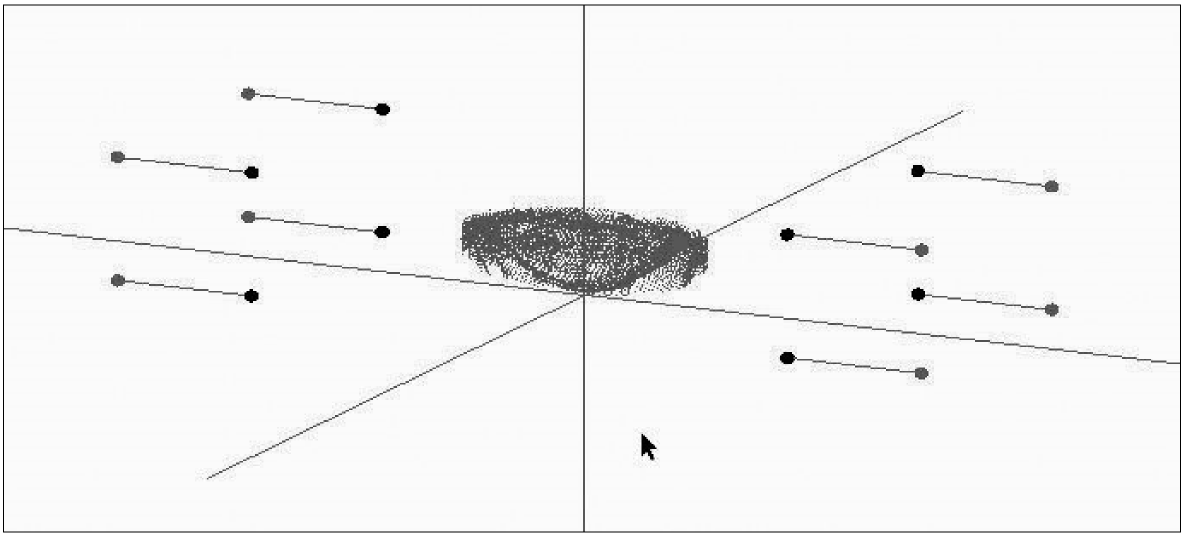

Рис. 2. Значення коефіцієнту перерахунку дорівнює 1

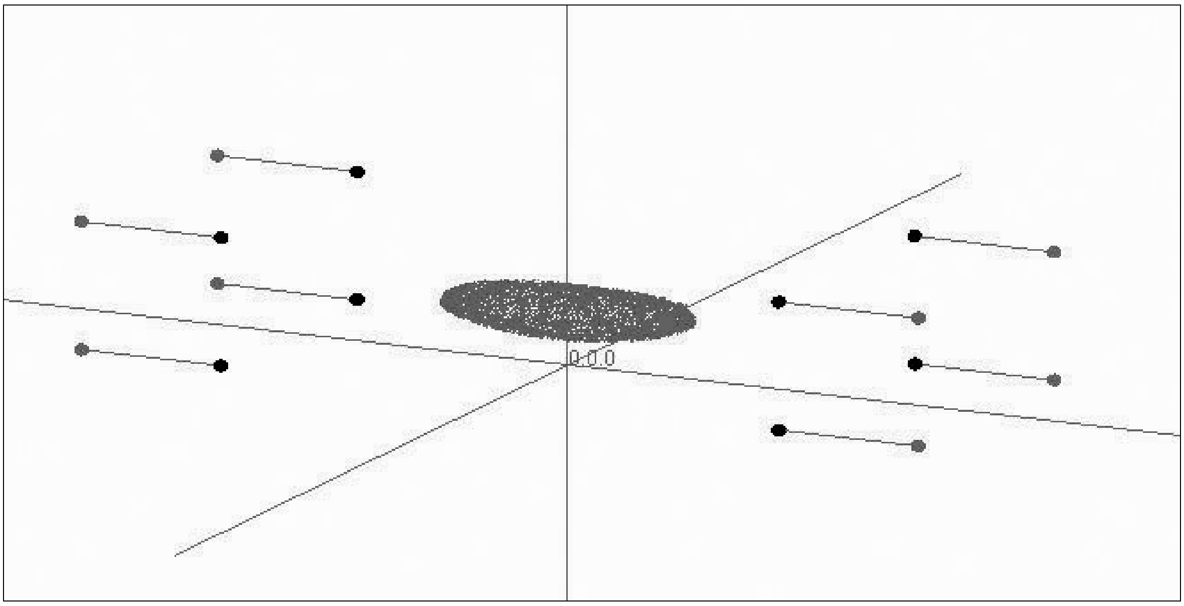

Рис. 3. Значення коефіцієнту перерахунку дорівнює 4

Сутність запропонованої модифікації алгоритму політочкових перетворень полягає у способі отримання політочкових координат. В процесі знаходження полічтокових координат точок на кінцевому етапі кроку алгоритму, тобто коли координати точки прообразу вже відомі, алгоритм проводить перерахунок отриманих координат.

Модифікований алгоритм буде мати наступний вигляд:

1. Установити початкові значення: x'=x, y'=y
2. Прирівняти крок пошуку до значення допустимої похибки, ax=ε, ay=ε
3. Якщо S(x'+ax, y') < S(x', y') ∩ S(x'-ax, y') < S(x', y') ∩ S(x', y'+ay) < S(x', y') ∩ S(x', y'-ay) < S(x', y'), то x', y' вважається локальним мінімумом, провести перерахунок перейшовши до кроку 13.
4. i=i+1
5. Якщо i>N, перейти до кроку 13
4. Якщо S(x'-ax, y') < S(x', y'), то ax=-ax
5. Якщо S(x', y'-ay) < S(x', y'), то ay=-ay
6. Якщо S(x'+ax, y') < S(x', y'), перейти до кроку 9
7. x'=x'+ax
8. ax=ax*k, де k – заданий множник кроку більше одиниці
9. Якщо S(x', y'+ay) < S(x', y'), перейти до кроку 2
10. y'=y'+ay
11. ay=ay*k
12. Перейти до кроку 6
13. Якщо j>l, вихід з алгоритму
14 j=j+1, i=0
15. Перейти до кроку 1.

Коефіцієнт k у алгоритмі – множник кроку пошуку. Чим більше цей множник, тим скоріше алгоритм знаходить точку виходу з кожної ітерації, але, якщо розмір кроку буде надто великий, то будуть потрібні численні додаткові ітерації для уточнення розв'язку. Таким чином, чим більше k, тим менше розрахункова вартість кожної ітерації, і тим більше їх число. Експериментальним шляхом було з'ясовано, що для приведеної задачі оптимальним є число k=2..3. До того ж, множення на два розрахунково простіше за множення на довільне неціле число, якщо розмір кроку – ціле число, або число із фіксованою комою, тому перевага віддається k=2.

Значення допустимої похибки в разі приведеної задачі не перевищує 1 пікселя, але навіть один піксель може бути достатньою похибкою для перетворень досить малих об'єктів. У даній роботі пропонується використовувати a=0.1 у екранних координатах.

Цільова функція S(x,y) не завжди має локальний мінімум у області дослідження, тому важливо додати у алгоритм можливість зупинки після деякого числа ітерацій, бо якщо цільова функція не має локального мінімуму в області дослідження, то алгоритм буде ітераційно наближатися до нескінченності, або мінус нескінченності по одній, або двох координатах. Це може призвести до небажаного збою у роботі системи, тому доцільно зупиняти алгоритм після деякого наперед заданого числа ітерацій, або при виході x', y' за межі дослідження. При цьому, алгоритм може виходити за межі дослідження і при нормальній роботі, завдяки способу множення значення кроку, тому першому способу у цій роботі віддана перевага.

Рекомендоване максимальне значення ітерацій, виявлене експериментальним шляхом, N=1000.

Якщо цільова функція не має локального мінімуму, і кількість ітераційних кроків вже дорівнює заданій кількості ітерацій, то необхідно провести перерахунок отриманих координат точки прообразу. На кроці 13 відбувається перевірка значення змінної j зі значенням коефіцієнту перерахунку l. Якщо значення змінної j менше значення l, то відбувається перерахунок координати кінцевої точки, інакше - вихід з алгоритму. Перерахунок політочкових координат дає змогу підвищити точність находження локального мінімуму.

Висновки та перспективи. Значимість отриманих результатів роботи полягає у реалізації модифікованої версії алгоритму політочкових перетворень у програмному коді, що дозволяє зменшити кількість точок розриву у перетвореному об'єкті; у підтримці збереження проміжних результатів роботи алгоритму; у розробці системи автоматизованого наукового дослідження політочкових і модифікованих політочкових перетворень, що спрощує роботу спеціалістів, які займаються дослідженням моделей та методів деформаційного моделювання.

Література

1. *Бадаєв Ю.І.* Визначення коефіцієнтів перетвореної прямої при політочкових перетвореннях/ Бадаєв Ю.І. Сидоренко Ю.В. // *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. К:КДТУБА, 2001. - Вип.68- С.45-47.
2. *Бадаєв Ю.І.* Політканинні перетворення в точковому визначенні/ Бадаєв Ю.І., СидоренкоЮ.В. // *Прикладная геометрия и инженерная графика*. Труды/ Таврическая государственная агротехническая академия, - вып.4.-т.8-Мелитополь, ТГАТА, 1998-С.21-23.
3. *Бадаєв Ю.І.* Деформаційне конструювання об'єктів водного транспорту за допомогою політочкових перетворень/ Бадаєв Ю.І., Сидоренко Ю.В. // *Водний транспорт*: Збірник наукових праць, -К.:-КДАВТ, 2000, С.140-143.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ АЛГОРИТМА ПОЛИТОЧЕЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Ю.В. Сидоренко, О.В. Залевская
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Методы деформационного моделирования позволяют отображать процессы деформации с объектами без определенного вида функционального описания благодаря определению параметров динамической деформации. Деформация применяется к пространству, в котором находится объект, и это вызывает адекватное изменение формы объекта. Представителем данного класса моделей является поликоординатные методы, а именно, политочечные преобразования. Эффективность процесса преобразования существенно зависит от точности работы алгоритма по нахождению координат точек деформированного объекта и от выбранной функции минимизации.

Аппарат политочечных преобразований позволяет проводить деформационные изменения целевого объекта. Процесс деформации можно разделить на заданное количество подпроцессов, на выходе из которых будет представлен преобразованный геометрический объект, поэтому данный функционал становится незаменимым, например, при быстрой генерации заданного количества уникальных геометрических объектов. Использование политочечных преобразований вместе с представленным функционалом делает процесс создания трехмерных сцен эффективным и быстрым.

Вопрос повышения эффективности процесса создания трехмерных объектов, является весьма актуальным и требует новых вариантов решения. Основным недостатком политочечных преобразований является точность нахождения точек объекта в конечном базисе. На практике возникают такие ситуации, когда контур деформированного объекта неоднороден, и в некоторых точках прообраза наблюдаются резкая разница в координатах точек по сравнению с другими точками прообраза. Данная проблема была решена за счет модификации алгоритма расчета точек прообраза.

Рассмотренный функционал позволяет повысить эффективность проведения исследований политочечных преобразований посредством сохранения промежуточных результатов. В свою очередь, исследователи смогут наглядно ознакомиться с самим процессом деформации.

Ключевые слова: деформационное моделирование; поликоординатные отображения; политочечные преобразования; функционал преобразования; компьютерное моделирование.

POLYPOINT TRANSFORMATIONS ALGORITHM ACCURACY INCREASE

Iu. Sydorenko, O.Zalevska
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Deformation simulation methods allow to show the deformation processes of the objects without certain kind of functional description by defining dynamic deformation parameters. Deformation is applied to the space where object exists, and allows to retrieve the accurate changes of an object. The one of such models class is policoordinate methods, namely, polypoint transformations. The efficiency of the process essentially depends on the accuracy of the algorithm for finding the coordinates of the deformed object’s points and the selected minimization function.

Polypoint transformations allow to process the deformation changes of the object. The processing of the deformation changes may be divided into predetermined number of subprocesses. The output of each subprocess is presented as the transformed geometrical object, so this functionality becomes an indispensable, e.g. to quick generation of the predetermined number of the unique objects. Using of the polypoint transformations along with the present functionality makes the process of creating three-dimensional scenes efficient and fast.

Improving the efficiency of the process of creating three-dimensional objects, is highly relevant and require new solutions. The primary drawback of the polypoint transformations is the accuracy of the object’s points’ coordinates in a final basis. In practice there are situations where the contour of the deformed object is heterogeneous, and at certain points of the inverse image are observed a difference in coordinates of points as compared with other points prototype. This problem was solved by modifying the algorithm for calculating the inverse image points.

Considered functionality allows to improve the efficiency of polypoint transformations’ research by storing intermediate results. The researchers will be able to familiarize with the deformation process.

Key words: deformation modeling, polycoordinate maps, polypoint transformations, conversion functionality, computer modeling.