

УДК 514.18

ОБРОБКА ДАНИХ ОТРИМАНИХ НЛС ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ДІЙСНОЇ ПОВЕРХНІ ТОНКОСТІННИХ ОБОЛОНОК ТЕХНІЧНИХ ФОРМ

Крисько О.А.*

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури (Макіївка)
Мелітопольська школа прикладної геометрії*

Тел. (062)322-24-67

Анотація – у роботі запропоновано розрахунковий алгоритм обробки даних отриманих наземним лазерним скануванням (НЛС) для створення геометричної моделі дійсної поверхні тонкостінних оболонок технічних форм за допомогою БН-числення.

Ключові слова – НЛС, тонкостінні оболонки інженерних споруд, недосконалість геометричної форми, БН-числення, поверхня резервуару, алгоритм обробки даних.

Постановка проблеми. При транспортуванні, монтажу та експлуатації на тонкостінні оболонки інженерних споруд впливають об'єктивні і суб'єктивні чинники, змінюючи її первинну геометричну форму. Для моніторингу цих об'єктів, поряд з традиційними інструментами (лазерна або звичайна рулетка, вимірювальне колесо), застосовується технологія наземного лазерного сканування (НЛС), яка дозволяє отримати цифрову модель дійсної поверхні тонкостінної оболонки технічної форми. Данні, що отримані після НЛС містять надлишкову інформацію, яку необхідно проріджувати з метою практичної реалізації у процесі побудови геометричної моделі. Тому розробка алгоритму обробки даних отриманих НЛС для створення геометричної моделі дійсної поверхні тонкостінних оболонок технічних форм є актуальною науковою задачею.

Аналіз останніх досліджень. Найбільш складною задачею в обробці результатів НЛС є зменшення кількості точок хмари, за рахунок тих, що відносяться до шумової або надлишкової складових [1-3]. Методи і алгоритми варіативного дискретного геометричного моделювання (ВДГМ), запропоновані Найдишем В.М. [2], дозволяють використовувати складні геометричні конструкції, які були покладені в основу вирішення задачі сформульованої у роботі [3].

* Науковий керівник: к.т.н., доцент Конопацький Є.В.

Але всі ці дослідження стосуються математичного опису характеристик земельної ділянки, який дозволяє визначити геодезичні характеристики поверхні. Тому для створення геометричної моделі дійсної поверхні тонкостінних оболонок технічних форм потрібно розробити інші засоби обробки результатів НЛС.

Формулювання цілей статті. Розробити розрахунковий алгоритм обробки даних, для видалення надлишкової інформації, отриманих НЛС для подальшого створення геометричної моделі тонкостінної оболонки інженерної споруди з урахуванням недосконалостей геометричної форми методами БН-числення.

Основна частина. Як відомо з [4], наземний лазерний сканер – це зйомочна система (рис. 1,2), що вимірює з високою швидкістю (від декількох тисяч до мільйона точок за секунду) відстань від сканера до точок об'єкта та реєструє відповідні напрямки (вертикальні та горизонтальні кути) з подальшим формуванням тривимірного зображення (скана) у вигляді хмари точок – гіперкількісної дискретної скінченої множини точок.

Результатом сканування є хмара точок, у якій кожна точка визначається просторовими координатами (x, y, z) з точністю до 0,01мм у глобальній геодезичній системі координат та інформацією щодо інтенсивності відбиття лазерного сигналу.

Наземне лазерне сканування виконує знімання з високою точністю, швидкістю проведення робіт та детальністю отриманих даних. Для НЛС суттєвим є три основні етапи виконання робіт, це: 1) збір даних; 2) попередня обробка результатів зйомки; 3) вибір даних для побудови геометричної моделі.

Найбільш складним і трудомістким етапом є обробка даних зйомки тому, що отримані після НЛС вихідні дані містять надлишкову інформацію, яку необхідно проріджувати з метою практичної реалізації у процесі побудови геометричної моделі. Побудова геометричної моделі об'єкта на непрорідженій («сирій») цифровій моделі (хмарі точок) цього об'єкта є досить ресурсомістким процесом. Наприклад, вимірювання одного резервуару невеликого об'єму нафтоналивного судна займає близько 20 хвилин, а отримані дані представляють собою цифрову модель стінок резервуара, що складається з 800 000 точок.

Розглянемо сутність запропонованого алгоритму на прикладі розрідження хмари точок отриманої за допомогою НЛС, після вимірювання резервуару, який певний період знаходиться в експлуатації та має відхилення від первісної ідеальної форми циліндра (рис. 1).

1. Перший етап спрощення (рис. 2). Розбиваємо хмару точок по вертикалі на шари, кількість яких залежить від об'єму резервуару та заданої точності розрахунку.

2. У межах шарів висота точок приймається однаковою $(x, y - \text{рі-}$

зні, z - однакові):

$$\Delta z = H / m,$$

(1)

де H – висота резервуару, m – кількість шарів.

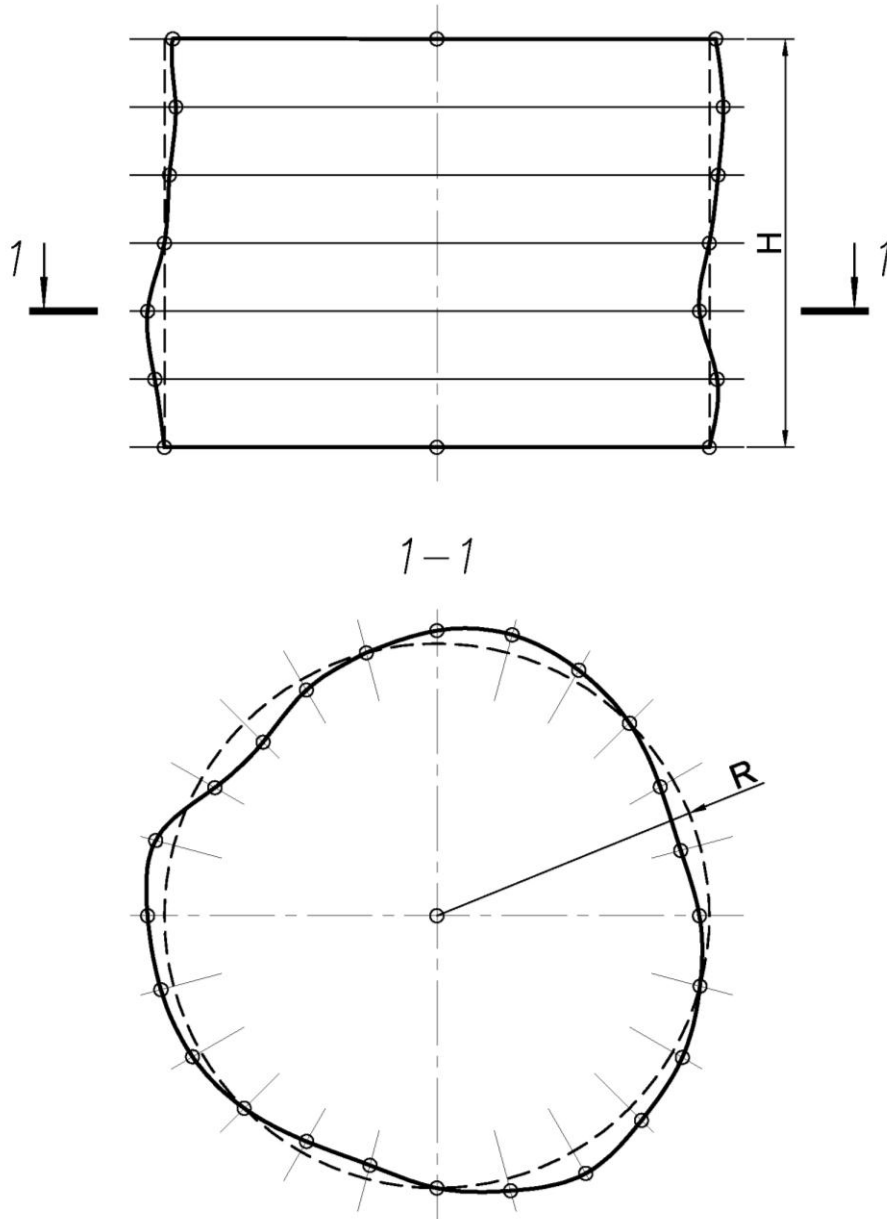


Рис. 1. Загальна схема резервуару з недосконаlostями геометричної форми.

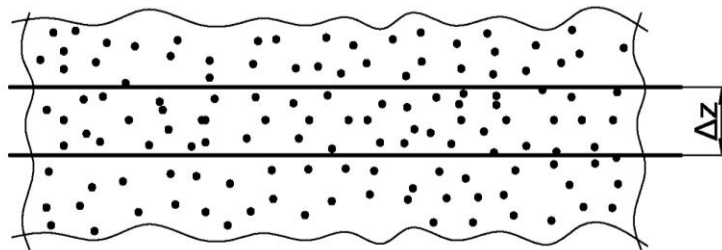


Рис. 2. Перший етап спрощення – розшарування хмари точок.

3. Другий етап спрощення. Виявимо дублюючі точки, отримані під час попередньої операції. Оскільки нами була прийнята однакова висота точок в межах шару, для виявлення і усунення подвійної інформації потрібно порівняти координати x та y для кожної точки шару. Якщо координати точок збігаються, залишаємо лише одну точку, а інші видаляємо.

4. Таким чином ми отримуємо m – кількість множин точок, кожна з яких має свою висоту Δz_i (рис. 3).

$$\Delta z_i = \Delta z(m-1) + \Delta z / 2, \quad \Delta z_i = \Delta z(m-1) + \Delta z / 2, \quad i = \overline{1; m}. \quad (2)$$

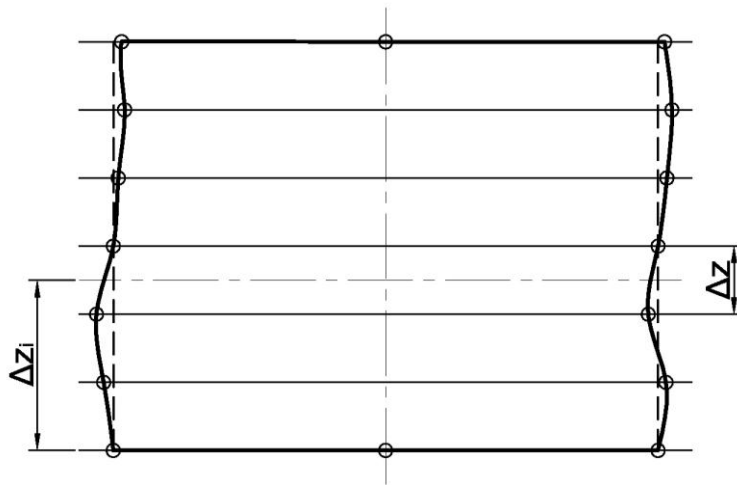


Рис. 3. Визначення висот кожного шару хмари точок.

5. За точку відліку для кожного шару приймаємо точку O_i , яка належить проєктній осі та має висоту Δz_i (рис. 4).

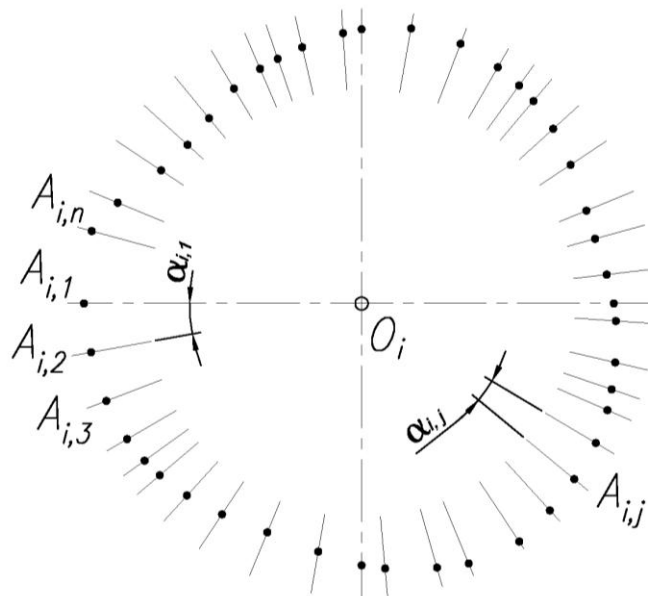


Рис. 4. Виявлення зайвих точок у кожному шарі хмари точок.

6. Центральний кут між сусідніми точками – $\alpha_{i,j}$, де j змінюється

ся від 1 до n . Наприклад кут $\angle A_{i,1}O_iA_{i,2} = \alpha_{i,1}$. В залежності від об'єму резервуару і заданої точності розрахунку приймаємо максимальний центральний кут між точками φ , який буде надалі включений у розрахунок.

7. Для точки $A_{i,1}$ визначаємо відстань $A_{i,1}O_i$.

8. Далі для точки $A_{i,2}$ визначаємо відстань $A_{i,2}O_i$ та кут $\alpha_{i,1}$.

9. Формуємо масиви, які складається з точок, що мають максимальні або мінімальні відхилення. Для виявлення таких точок порівнюємо $A_{i,1}O_i$ та $A_{i,2}O_i$. Якщо $A_{i,1}O_i \leq A_{i,2}O_i$, то ми вважаємо $A_{i,2}$ максимальною ($A_{i,2} = \max$), а якщо $A_{i,1}O_i \geq A_{i,2}O_i$ – мінімальною ($A_{i,2} = \min$). Якщо кут $\alpha_{i,1} \leq \varphi$ – точка $A_{i,2}$ залишається в розрахунку.

10. Далі для точки $A_{i,3}$ визначаємо відстань $A_{i,3}O_i$ та кут $\alpha_{i,2}$.

11. Порівнюємо $A_{i,2}O_i$ та $A_{i,3}O_i$. Якщо $A_{i,2}O_i \leq A_{i,3}O_i$, то $A_{i,3} = \max$, а якщо $A_{i,2}O_i \geq A_{i,3}O_i$, то $A_{i,3} = \min$. Якщо кут $\alpha_{i,2} \leq \varphi$ – точка $A_{i,3}$ залишається в розрахунку.

12. Далі порівняння розбивається на чотири варіанти:

а) $A_{i,2} = \max$ та $A_{i,3} = \max$. Приймаємо $A_{i,3} = \max$.

Якщо кут $(\alpha_{i,1} + \alpha_{i,2}) \leq \varphi$ – точка $A_{i,2}$ з розрахунку випадає, а $A_{i,3}$ залишаються. Точці $A_{i,3}$ присвоюється номер $A_{i,2} = \max$.

Якщо кут $(\alpha_{i,1} + \alpha_{i,2}) > \varphi$ – точки $A_{i,2}$ та $A_{i,3}$ залишаються в розрахунку.

б) $A_{i,2} = \max$ та $A_{i,3} = \min$. Приймаємо $A_{i,3} = \min$. Точка $A_{i,3}$ залишається в розрахунку.

в) $A_{i,2} = \min$ та $A_{i,3} = \max$. Приймаємо $A_{i,3} = \max$.

г) $A_{i,2} = \min$ та $A_{i,3} = \min$. Приймаємо $A_{i,3} = \min$.

Якщо кут $(\alpha_{i,1} + \alpha_{i,2}) \leq \varphi$ – точка $A_{i,2}$ з розрахунку випадає, а $A_{i,3}$ залишаються. Точці $A_{i,3}$ присвоюється номер $A_{i,2} = \min$.

Якщо кут $(\alpha_{i,1} + \alpha_{i,2}) > \varphi$ – точки $A_{i,2}$ та $A_{i,3}$ залишаються в розрахунку.

13. Надалі послідовно порівнюємо всі точки та центральні кути між ними. У випадку коли максимум чи мінімум зростає протягом порівняння двох або більшої кількості точок, порівняння кутів продовжується до виключення всіх точок які знаходяться всередині центра-

льного кута $\sum_{j=1}^n \alpha_{i,j} \leq \varphi$.

14. Повторюємо виявлення зайвих точок для кожного шару.

Висновки. В роботі запропоновано розрахунковий алгоритм обробки даних, що дозволяє видалити надлишкову інформацію із гіперкількісної множини точок, отриману НЛС для подальшого створення геометричної моделі тонкостінної оболонки інженерної споруди з урахуванням недосконалостей геометричної форми за допомогою БН-числення.

Література

1. *Велижев А.Б.* Автоматическая сегментация облаков точек на основе элементов поверхности / А.Б. Велижев, Р. Шаповалов, Д. Потапов, Е. Третьяк, А. Конушин. – М.: GraphiCon. - 2009. – С. 241-245.
2. *Найдиш В.М.* Дискретна інтерполяція [для студентів вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації] / В.М. Найдиш. – Мелітополь: ВДП «Люкс», 2008. – 250 с.
3. *Кучеренко В.В.* Формалізовані геометричні моделі нерегулярної поверхні для гіперкількісної дискретної скінченої множини точок: дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / Кучеренко Вадим Володимирович – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – 234 с.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПОЛУЧЕННЫХ НЛС ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕК ТЕХНИЧЕСКИХ ФОРМ

А.А. Крысько

Аннотация – в работе предложен расчетный алгоритм обработки данных полученных наземным лазерным сканированием (НЛС) для создания геометрической модели действительной поверхности тонкостенных оболочек технических форм при помощи БН-исчисления

PROCESSING OF DATA GOT A SURFACE LASER SCAN-OUT FOR CREATION OF GEOMETRICAL MODEL ACTUAL SURFACE OF THE THIN-WALLED SHELLS TECHNICAL FORMS

A. Krysko

Summary

In work proposed calculation algorithm processing of data got a surface laser scan-out for creation of geometrical model actual surface of the thin-walled shells technical forms.