

УДК 631.3.001.66

Кормановський С. І.**Перфилов О. В.***(Винницький національний технічний університет)***Спірін С.А.***(Винницький національний аграрний університет)*

ЕЛЕМЕНТИ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

В работе рассматриваются способы определения объема и площади боковой поверхности произвольных выпуклых форм и поверхностей вращения для проектирования машин перерабатывающей и пищевой промышленности

The paper describes how to determine the volume and area of the lateral surface of arbitrary convex shapes and surfaces of revolution for the design of machinery processing and food industries

Постановка проблеми

Використання автоматизованих інформаційних систем (АІС) є в даний час необхідною умовою ефективної роботи підприємств переробних та харчових виробництв. Проектування технологічного обладнання – один з найбільш довготривалих і відповідальних етапів технічної підготовки машинобудівного виробництва. Проблема створення АІС, які дозволяють проектувати технологічне обладнання, залишається актуальною. Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв складається у більшості випадків із типових елементів що дає можливість створити інформаційну систему, яка дозволить автоматизувати процес проектування обладнання. В цьому велику роль можуть зіграти оптоелектронні системи аналізу та розпізнавання, які здатні з високою точністю отримувати інформацію про об'ємні тіла довільної форми [1].

дне із завдань при роботі з опуклими об'єктами симетричної та довільної форми, а це більшість деталей машин для переробних та харчових виробництв, - визначення площі бічної поверхні та об'єму тіла. Актуальність цього завдання очевидна, наприклад, при розрахунку витрат матеріалів при нанесенні покриттів на деталі машин.

Аналіз основних досліджень

Сучасні методи обчислення об'єму та площі бічної поверхні реалізовані в спеціалізованих графічних пакетах програм [2], що використовують, в основному, трипроекційні системи і ґрунтуються на відомому описі оброблюваного зображення. Відомі, також, способи обчислення об'єму та площі довільної фігури [3,4], суть яких полягає в тому, що зображення об'єкту проєкціюють на перетворювач світло-сигнал, потім переміщують зображення об'єкту по поверхні перетворювача та визначають площу отриманої довільної замкненої фігури. Недоліками вказаних способів є низька точність обчислювань і відсутність можливості застосування до стаціонарних великих об'єктів.

Визначення об'єму та площі бічної поверхні опуклої фігури

Довільна опукла фігура представляється в двох проєкціях (рис.1). Зображення опуклої фігури центрується так, щоб центр обертання збігався з вершиною O_u цієї проєкції. Після цього обертають фігуру відносно вершини O на кут $\alpha = 360^\circ/N$. Визначають відстань від вершини до нульового рівня (основа фігури), тобто до точок з інтенсивностями I_0 , які мають найменшу інтенсивність і відповідні радіуси R_i і R_{i+1} . Поверхню фігури розбивають на K поверхонь рівня, при цьому кожен рівень розбитий на K дискретних секторів, і визначаються радіуси R_0, R_1, \dots, R_k основ цих секторів.

Кожен такий дискретний сектор опуклої фігури розглядається як сектор урізаного конуса (рис. 2). Об'єм дискретного сектора обчислюється за формулою.

$$V_{i+1\text{сект.}} = \pi h / 3N(R_{i+1}^2 + R_i R_{i+1} + R_i^2). \quad (1)$$

Сумарний об'єм секторів опуклої фігури, обмежених кутом α визначається з такого виразу:

$$V_{\text{сект.}}^\alpha = \pi h / 3N \sum_{i=0}^K (R_i^2 + R_i R_{i+1} + R_{i+1}^2). \quad (2)$$

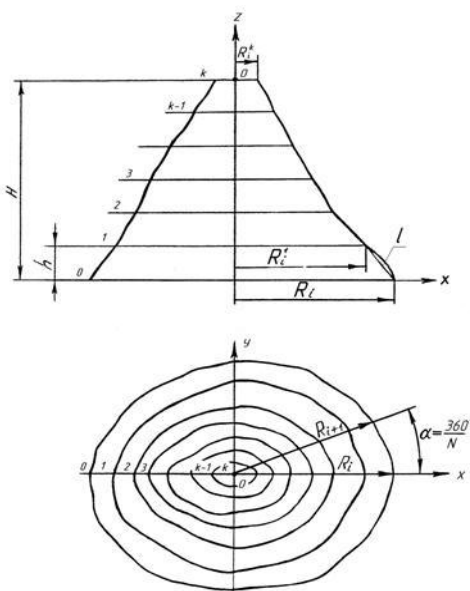


Рис. 1. - Довільна опукла фігура

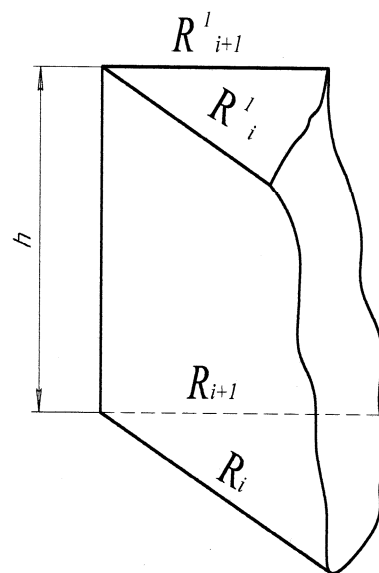


Рис. 2. - Сектор опуклої фігури

Площа бічної кривої поверхні дискретного урізаного конуса обчислюється за формулою, а сумарна площа бічної поверхні сектора опуклої фігури, обмеженої кутом α , описується таким виразом.

$$S_{i+1\text{сект.}} = \pi / N(R_i + R_{i+1})l_{i+1}, \quad (3)$$

де $l_{i+1} = \sqrt{h^2 + (R_{i+1} - R_i)^2}$,

$$S_{\text{сект.}}^\alpha = \pi / N \sum_{i=0}^k (R_i + R_{i+1})l_{i+1}. \quad (4)$$

Після кожного обертання зображення на кут α , повторюють алгоритм обчислення об'єму і площі бічної поверхні чергового сектора опуклої фігури. Повороти здійснюють до тих пір, поки зображення не буде повернуте на 360° . Підсумовуючи об'єми і площі бічних поверхонь секторів, визначають повні об'єм і площу опуклої фігури. Цей метод за своєю суттю схожий на метод [4] тим, що в ньому також дискретизується все зображення по секторах для спрощення обчислення їх геометричних параметрів. Це дає можливість підвищити швидкодію обчислень, а також зменшити кількість проєкцій зображення фігури до однієї для подальшої обробки її в оптоелектронних однорідних обчислювальних середовищах.

Визначення об'єму і площі бічної поверхні довільної фігури обертання

Серед усієї різноманітності тривимірних фігур існує цілий клас фігур, що побудовані шляхом обертання твірної лінії навколо визначеної осі обертання. Зображення таких фігур зручні для обробки, оскільки для них достатньо однієї проєкції, щоб отримати повну

інформацію щодо визначення їх геометричних параметрів. Існує велика кількість методів визначення об'єму та площі бічної поверхні фігур обертання – поширеного класу об'єктів розпізнавання. Однак загальними їх недоліками є мала швидкодія обчислень, неточність та обмеженість області застосування. Залучення оптоелектронних обчислювальних середовищ дає можливість спростити методику визначення геометричних ознак і дозволяє визначити площу та об'єм лише за однією проекцією.

Запропонований метод визначення об'єму та площі бічної поверхні фігури обертання виконується таким чином:

1. Зображення об'єкта проєктують на перетворювач світло-сигнал (ПСС) таким чином, щоб вісь обертання фігури була паралельна площині ПСС (рис. 3).
2. Зображення зсувають до суміщення його основи з нижнім рядком ПСС і визначають відстань від лівого нижнього кута ПСС до осі обертання x .
3. Вісь обертання об'єкта суміщають з крайнім лівим стовпчиком. Зображення розбивають на дискретні конусні зрізи з кроком дискретизації h і кількістю рядків ПСС N .
4. Зсуваючи зображення донизу на кожну дискретну висоту, визначають відстань R_i від лівого нижнього кута ПСС до контуру об'єкта і ту ж відстань r_i на висоті h_i .

Визначають елементарний об'єм i -го зрізаного конуса

$$V_i = \frac{\pi}{3} h_i (R_i^2 + r_i^2 + R_i r_i). \quad (5)$$

Тоді повний об'єм фігури обертання визначають за формулою

$$V_\phi = \sum_{i=1}^N V_i. \quad (6)$$

Аналогічно можна визначити і площу бічної поверхні фігури обертання

$$S_i = \pi \sqrt{h_i^2 + (R_i - r_i)^2} (R_i + r_i), \quad (7)$$

$$S_\phi = \sum_{i=1}^N S_i. \quad (8)$$

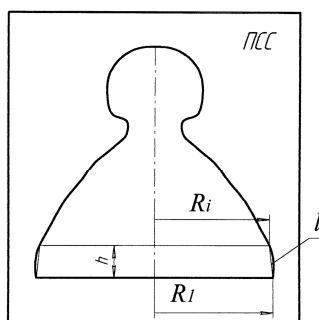


Рис. 3. - Фігура обертання

Експериментальні дослідження визначення геометричних ознак фігур обертання.

Для аналізу зображень фігур обертання створена програма, яка обчислює об'єм та площу бічної поверхні. Програма моделює однопроєкційний спосіб обробки зображень. Об'єм фігури визначається за формулою (6), площа бічної поверхні обчислюється за формулою (8). На порівняльних графіках показано значення похибки обчислення об'єму (рис.4) і площі бічної поверхні (рис.5) еталонної фігури обертання за формулами конуса і циліндра.

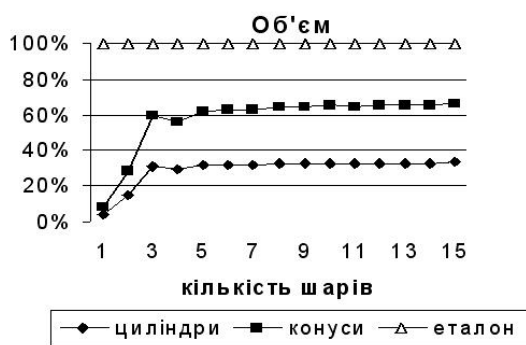


Рис. 4. - Графік значень похибки обчислення об'єму

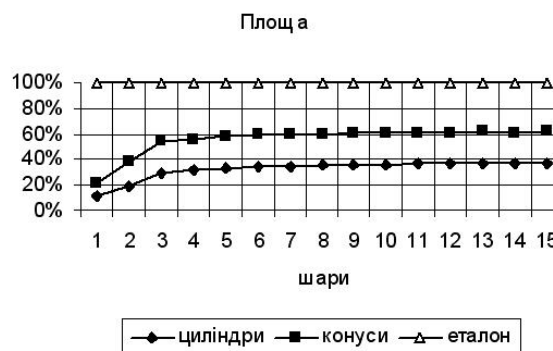


Рис. 5. - Графік значень похибки обчислення площі

З обох графіків видно, що похибка обчислення за формулою конуса, менша ніж за формулою циліндра.

Проведено експериментальні дослідження 300 довільних фігур обертання. На рис. 6 показано графік середнього значення похибки обчислення об'єму, на рис. 7 – графік обчислення площі бічної поверхні фігур обертання з розбиттям висоти фігури від 1 до 15 шарів. Графіки показують, що точність обчислень за формулою конуса вища ніж за формулою циліндра. При розбитті висоти фігури на 15 шарів, середнє значення похибки обчислення об'єму фігури обертання $\xi=0,0129\%$, середнє значення похибки обчислення площі бічної поверхні складає $\xi=0,0150\%$. При розбитті висоти фігури більше ніж на 15 шарів, похибка збільшується.

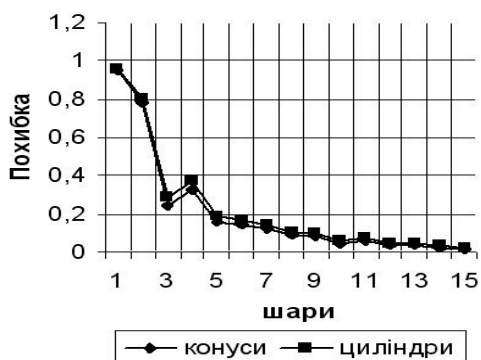


Рис. 6. - Середнє значення похибки обчислення об'єму фігур обертання

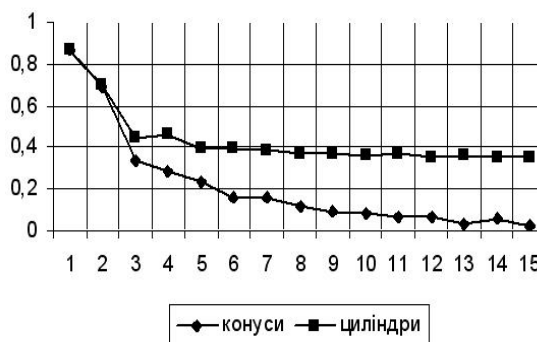


Рис. 7. - Середнє значення похибки обчислення площі бічної поверхні фігур обертання

Висновки

Розроблено спосіб і алгоритми обчислення об'єму та площі бічної поверхні тривимірних опуклих фігур і фігур обертання, які базуються на принципі посекторної і пошарової дискретизації. Такий підхід дозволяє виконувати однопроекційну обробку зображень, що підвищує швидкість процесу обчислення геометричних ознак в 2,5 рази.

Література

1. Кожемяко В.П. Оптоэлектронные логико-временные информационно-вычислительные среды. – Тбилиси: Мецниереба, 1984. – 358 с.
2. Кожемяко В.П., Холковский Ю.Р., Кормановский С.И. Базовый пакет в курсе инженерной графики // Труды 2-й Всесоюзной научно-технической конференции по оптоэлектронным методам и средствам обработки изображений. – Винница, 1987. – С. 111.
3. Способ записи изображений: А.с. СССР 1527670, МКИ 4 G 11 C 11/42 / В.П. Кожемяко, В.А. Подорожнюк, С.Н. Белан, С.И. Кормановский. – № 4383864; Заявлено 29.02.88; Опубл. 07.12.89, Бюл. № 45. – 3 с.
4. Способ определения площадей произвольных замкнутых фигур: А.с. СССР 1826142, МКИ Н 04 N 7/18 / В.П. Кожемяко, В.А. Л.И. Тимченко, К.В. Кожемяко, С.И. Кормановский. – № 4916622; Заявлено 04.03.91; Опубл. 07.07.93, Бюл. № 25. – 3 с.