

УДК 004.021:004.92

Бородавка Євгеній Володимирович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики

Квасневський Владислав Михайлович

Студент

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

МЕТОДИ СОРТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ЇХ РЕАЛІЗАЦІЯ НА ПРИКЛАДІ ПЛАГІНА АВТОНУМЕРАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ САПР ALLPLAN

Проаналізовано основні методи сортування геометричних об'єктів та визначено їх переваги і недоліки. В якості прикладу реалізації розглянутих методів пропонується плагін автоматичної нумерації об'єктів в САПР Allplan. На прикладі типових будівельних елементів здійснено аналіз роботи плагіна та показано його основні особливості. Детально розглянуто методи та алгоритми, які використовуються в плагіні.

Ключові слова: метод сортування, геометричний об'єкт, атрибут, плагін, автонумерація

Анализируются основные методы сортировки геометрических объектов и определяются их достоинства и недостатки. В качестве примера реализации рассмотренных методов предлагается плагин автоматической нумерации объектов в САПР Allplan. На примере типовых строительных элементов осуществлен анализ работы плагина и показаны его основные особенности. Подробно рассмотрены методы и алгоритмы, используемые в плагине.

Ключевые слова: метод сортировки, геометрический объект, атрибут, плагин, автонумерація

The main sorting methods of geometrical objects are analyzed and their strengths and weaknesses are determined. All approaches and principles of writing applications for CAD Allplan are disclosed. The advantages and disadvantages of a particular approach are revealed. The article gives detailed understanding issues and scope of created application (plugin). Principles of projects construction are described in detail and are examined by all methods of sorting and numbering. Discussed in detail the algorithms are used in the plugin. All methods and algorithms are illustrated with detailed drawings and detailed description. As an example of the methods considered are invited plugin automatic numbering of objects in CAD Allplan. The article reveals the functional stages plugin and its capabilities, as described plugin development to build its capabilities. Plugin is a real development that is embedded in Allplan and is used by users. The typical building elements was used as example for the analyze of the plugin and it main features demonstration.

Keywords: sorting method, geometric object, attribute, plugin, auto numbering

Постановка проблеми

Автоматизація всіх сфер життя давно стала нормою сучасності. Для оптимізації процесів у проектуванні розроблені різноманітні системи автоматизованого проектування (САПР).

Переважає більшість САПР використовує геометричну інтерпретацію об'єктів, особливо якщо мова йде про будівельні САПР (AutoCAD, ArchiCAD, AllPlan та ін.). В якості прикладу надалі будемо розглядати САПР Allplan.

В Allplan проектним документом, на основі якого здійснюється планування того чи іншого об'єкта, є генеральний план (генплан). Під час створення генплану часто виникає потреба пронумерувати ті чи інші об'єкти. У зв'язку з тим, що однотипних об'єктів на плані може бути дуже багато і нумерувати їх вручну недоречно, актуальним є питання створення застосунку для автоматичної нумерації. Але перед тим, як виконувати нумерацію об'єктів, їх необхідно певним чином відсортувати.

Мета статті

Мета статті – проаналізувати основні методи сортування геометричних об'єктів і на їх основі розробити плагін для САПР AllPlan, який буде сортувати їх за певними ознаками, а саме за значеннями атрибутів і геометричним положенням, та автоматично нумерувати однотипні об'єкти на генплані.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У роботі [1] наведені основні принципи моделювання, проектування та експлуатації будівель, розкрита вся проблематика використання САПР Allplan на реальних прикладах. На основі цієї статті можна зробити висновки про необхідність автоматизації всіх сфер проектування з використанням Allplan.

У статті [2] здійснено порівняльний аналіз всіх існуючих швидких методів сортування чисел та зроблено висновок про переваги методу Шелла та методу Хоара (швидке сортування).

Виклад основного матеріалу дослідження

Для дослідження було обрано три методи сортування геометричних об'єктів: сортування на основі алгоритму Хоара, сортування типу Excel та геометричне сортування. Розглянемо ці методи детальніше.

1. Метод Хоара

В якості базового методу чисельного сортування розглянемо метод Хоара, який згідно з дослідженням, проведеним в [2] є найбільш ефективним алгоритмом серед всіх відомих.

Цей алгоритм використовує дуже прості цикли і операції та працює швидше за інші алгоритми, що мають таку ж асимптотичну оцінку складності:

- найгірша швидкодія – $O(n^2)$;
- найкраща швидкодія – $O(n \log n)$;
- середня швидкодія – $O(n \log n)$.

У випадку, коли потрібно відсортувати масив не просто чисел, а складних структурованих даних за значеннями одночасно двох або більше атрибутів, використовується хеш-функція.

Хеш-функція – функція, що перетворює вхідні дані будь-якого (як правило, великого) розміру в дані фіксованого розміру. Хешування (іноді гешування, англ. hashing) – перетворення вхідного масиву даних довільної довжини у вихідний бітовий рядок фіксованої довжини. Такі перетворення також називаються хеш-функціями або функціями згортки, а їх результати називають хешем, хеш-кодом або дайджестом повідомлення (англ. message digest).

У випадку сортування геометричних об'єктів, хеш-функція повертає унікальний рядок для кожної комбінації значень заданих атрибутів. Саме за цими значеннями у подальшому і сортується масив об'єктів.

2. Сортування типу Excel

Це сортування реалізує принцип сортування, який використаний в програмі Excel. Цей метод сортування використовує подання масиву у вигляді матриці. Суть сортування полягає в тому, що спочатку сортується перший стовпчик матриці, під час якого переставляються відповідні рядки. Після сортування першого стовпчика отримується певна кількість груп того чи іншого значення. Далі операція сортування повторюється за допомогою рекурсії для кожної окремої групи. В кінцевому результаті отримується відсортований масив даних. Наведемо псевдокод для вказаного методу:

```

For i ∈ [left, right]
  For j ∈ [left, right + left - i]
    if (mas[j] > mas[j+1])
      temp = mas[j]
      mas[j] = mas[j+1]
      mas[j+1] = temp
  //пошук підгруп
  i = left + 1;
  tempGroupSize = 1;
  tempLeft = left;
  while (i <= right)
    if (mas[i][numbStr] != mas[i-1][numbStr])
      if (tempGroupSize > 1 && numbStr <
mas[i].size() - 1)
SortExcel(v, tempLeft, i - 1, numbStr +
1, upDown, numberOrStr)
tempLeft = i;
tempGroupSize = 1;
else
tempGroupSize++;
i++;
if (tempGroupSize > 1 && numbStr < mas[i -
1].size() - 1)
SortExcel(v, tempLeft, i - 1, numbStr + 1,
upDown, numberOrStr);
SortExcel – це і є функція сортування, що описана
вище.

```

3. Геометричне сортування

Цей тип сортування застосовується лише до геометричних об'єктів і залежить від їх розташування в просторі (у нашому випадку розглядаємо двовимірний простір). Це сортування необхідне у випадку, коли потрібно відсортувати об'єкти зліва направо чи зверху вниз.

Кожен геометричний об'єкт складної форми може бути описаний обмежувальним паралелепіпедом (в Allplan це властивість об'єкта BoundingBox). Для випадку двовимірного простору паралелепіпед вироджується в прямокутник (рис. 1).

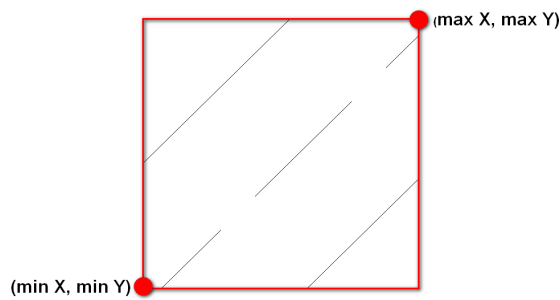


Рис.1. Обмежувальний прямокутник

З обмежувального прямокутника можемо отримати координати максимальної і мінімальної точок.

Розробка плагіну для САПР AllPlan

Існує три підходи до написання прикладних програм для САПР Allplan: технологія SmartPart, AllCOM – через COM-інтерфейс тільки на зчитування, API.

Прикладний програмний інтерфейс (англ. Application Programming Interface, API) – набір визначень взаємодії різнотипного програмного забезпечення. API – це, як правило, метод абстракції між низькорівневим та високорівневим програмним забезпеченням. API для САПР Allplan надає набір бібліотек з готовими функціями, класами, які дають змогу управляти процесами САПР.

У нашому випадку використовуємо прикладний програмний інтерфейс API. Для API Allplan відіграє роль графічної бази даних.

Розробка того чи іншого програмного застосунку (плагіна в даному випадку) завжди розбивається на декілька етапів. До першого етапу розробки цього плагіна можна віднести забезпечення автоматичної нумерації якогось одного типу об'єктів. Для початку був обраний такий будівельний тип об'єкта, як колона. У САПР Allplan кожен архітектурний об'єкт має певний набір атрибутів. Всі атрибути містяться в загальній таблиці атрибутів, де кожен атрибут в свою чергу має певний унікальний номер. Атрибути колони та їх тип наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Атрибути колон		
Назва	Номер	Тип
Матеріал	508	текстовий
Довжина	220	дійсне
Товщина	221	дійсне
Висота	222	дійсне
Об'єм	223	дійсне
Периметр	228	дійсне
Ідентифікатор	12	текстовий
Ім'я	498	текстовий

Наприклад, потрібно пронумерувати колони, тобто розбити їх на групи залежно від значення атрибуту «матеріал» у кожній колоні. У такому випадку маємо відсортувати всі колони за значенням атрибуту «матеріал», а потім вже відсортований масив колон пронумерувати та записати результат в обраний користувачем атрибут (результуючий атрибут). Для наочності наведемо схему алгоритму (рис. 2).

В плагіні реалізовано всі три типи сортування, що досліджувалися вище: сортування на основі алгоритму Хоара, сортування типу Excel, геометричне сортування.

Перший тип сортування використовується тоді, коли неважливий порядок розташування атрибутів, за якими буде сортуватися масив, і використовується хеш-функція.

Другий тип сортування використовується тоді, коли порядок є важливим і сортування відбувається окремо за кожним значенням того чи іншого атрибуту.

Третій тип сортування сортує об'єкти залежно від їх геометричного положення.



Рис. 2. Схема алгоритму сортування колон

Розглянемо детальніше, як працює сортування за третім методом, тобто геометричне сортування.

На даному етапі розробки для цього методу реалізована можливість сортування відносно чотирьох кутів. Наведемо приклад: на плані є 9 колон, які потрібно пронумерувати (рис. 3).

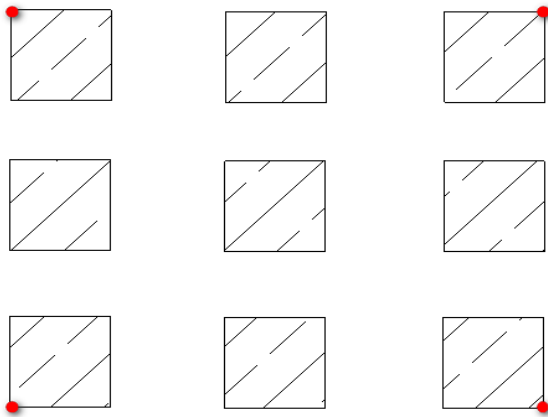


Рис. 3. Колони, які необхідно пронумерувати

Плагін може пронумерувати даний масив колон відносно відстані кожної колони до однієї з чотирьох точок, які показані на рис. 3.

Знаючи обраний користувачем кут, маємо знайти колону, яка найближче розташовується до обраного кута. У випадку, коли користувач обирає лівий нижній кут, ми повинні знайти колону з найменшою відстанню від точки $(-9999999, -9999999)$ до точки $(\min X, \min Y)$, умови для інших випадків наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Відстані залежно від кутів	
Кут	Відстань
Лівий верхній	$(-9999999, 9999999)$ до $(\min X, \max Y)$
Лівий нижній	$(-9999999, -9999999)$ до $(\min X, \min Y)$
Правий верхній	$(9999999, 9999999)$ до $(\max X, \max Y)$
Правий нижній	$(9999999, -9999999)$ до $(\max X, \min Y)$

Знайшовши потрібну колону, знаходимо відстань від кожної колони до обраної і сортуємо масив згідно знайдених відстаней (рис. 4).

На сьогодні плагін вміє працювати з такими типами об'єктів:

1. Колона
2. Перемичка
3. Віконний отвір
4. Дверний отвір
5. Макрос
6. Приміщення
7. Покрівля
8. Вікно у кривлі
9. Група перемичок
10. Стіна
11. Балка
12. Отвір в перекритті

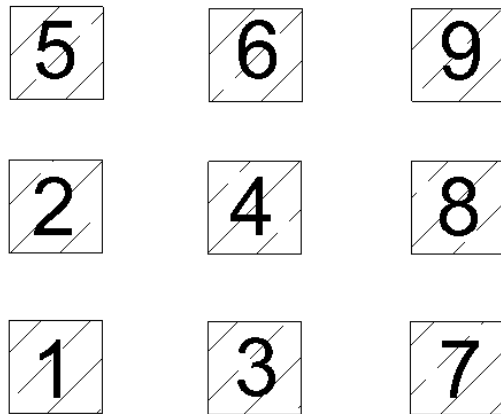


Рис. 4. Результат роботи методу

Під час сортування кожного типу об'єктів потрібно враховувати їх особливості. У випадку зі стіною потрібно врахувати, що стіна може бути багат шаровою, при цьому для кожного шару буде свій набір атрибутів плюс загальний набір для всієї стіни. Тобто у двошарової стіни буде три набори атрибутів. У плагіні можна вибирати з яким із наборів працювати.

Що стосується макросів, то вони в Allplan зберігаються в чотирьох можливих каталогах: стандарт, бюро, особисте і проект. Тому в плагін додана можливість вибирати потрібний каталог, або всі каталоги одночасно.

Висновки

У статті були досліджені основні методи сортування геометричних об'єктів, які були використані під час розробки програмного застосунку для САПР Allplan. Плагін автоматичної нумерації елементів розроблений з метою полегшення роботи з великою кількістю однотипних об'єктів на плані. Він дає можливість групувати більшість найрозповсюдженіших елементів, які використовуються під час розробки сучасних будівельних проектів.

Список літератури

1. Вильдермут Г. Индивидуальная архитектура – индустриально! / Г. Вильдермут, В. Шкатов // Жилищное строительство. – 2011. – №3. – С. 32-35.
2. Аналіз методів сортування масиву чисел / [Мельничук А.С., Луценко С.П., Громовий Д.С. Трофимова К.В.]. – Технологический аудит и резервы производства. – 2013. – №1. – С. 37-39.
3. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: підр. для вузів. – 4-е вид., перероб. і доп. – М.: Вид-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 430 с. – ISBN 978-5-7038-3275-2.
4. Малюх В. Н. Вступ в сучасні САПР: Курс лекцій. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с. – ISBN 978-5-94074-551-8.
5. Айвор Хортон. Visual C++ 2010: повний курс. – М.: Діалектика, 2010. – С. 1216. – ISBN 978-5-8459-1698-3.
6. Страуструп Б.. Дизайн і еволюція C++ – СПб.: Пітер, 2007. – 445 с. – ISBN 5-469-01217-4.
7. Іан Грехем. Об'єктно-орієнтовані методи. Принципи та практика / Пер. з англ. - 3-е вид. - М.: Вільямс, 2004. - 880 с.
8. Малюх В. Н. Введення в сучасні САПР: Курс лекцій. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 192 с. - ISBN 978-5-94074-551-8
9. Брюс Шнайер "Прикладна криптографія. Протоколи, алгоритми, вихідні тексти на мові Сі". - М.: Триумф, 2002. - ISBN 5-89392-055-4.
10. Ніклаус Вірт "Алгоритми та структури даних". - М.: Світ, 1989. - ISBN 5-03-001045-9.

References

1. Wildermuth H. Individual architecture - industrial! / G. Wildermuth, B. Shkatov // Homebuilding. - 2011. - № 3. - S. 32-35.
2. Analysis methods for sorting an array of numbers / [Melnychuk AS, Lutsenko S., Thunder DS Trofimov KV]. - Tehnologicheskyy audit reserves and production. -2013. - № 1. - P. 37-39.
3. Norenkov I. P. Fundamentals of computer-aided design: a textbook for high schools. - 4th ed., Revised. and add. - Moscow: Izd MSTU. H. E. Bauman, 2009. - 430 p. - ISBN 978-5-7038-3275-2.
4. Malyuh VN Introduction to Modern CAD: Lectures. - Moscow: MQM Press, 2010. - 192 p. - ISBN 978-5-94074-551-8.
5. Ivor Horton's. Beginning Visual C + + 2010. - Moscow: Dialectics, 2010. - S. 1216. - ISBN 978-5-8459-1698-3.
6. B. Stroustrup. The Design and Evolution of C + +. - St. Petersburg.: Peter, 2007. - 445 p. - ISBN 5-469-01217-4.
7. Ian Graham. Object-oriented methods. Principles and Practice / Per. from English. - 3rd ed. - M. Williams, 2004. - 880.
8. Malukh V. Introduction to Modern CAD: Lectures. - M.: DМК Press, 2010. - 192. - ISBN 978-5-94074-551-8.
9. Bruce Schneier, "Applied Cryptography. Protocols, algorithms, source code in C language." - Moscow: Triumph 2002. - ISBN 5-89392-055-4.
10. Niklaus Wirth, "Algorithms and Data Structures." - New York: Wiley, 1989. - ISBN 5-03-001045-9.

Стаття надійшла до редколегії 17.03.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Цюцюра, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.