УДК 004.048

МЕТОД АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ І СОРТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ 3D-ГЕОМЕТРІЇ СТОСОВНО ЗАДАЧ CAD З ЗАСТОСУВАННЯМ ЗАСОБІВ ML/AI

Волік Д.А.[1]; Суслов С.В., к.т.н.[2]
[1,2] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
[1,2] Україна, Миколаїв
[1] dmitry.volik@gmail.com; [2] sergiy.suslov@nuos.edu.ua

Анотація. *Запропоновано метод розв'язання задачі розпізнавання типу об'єктів 3D-геометрії у CAD-системах з використанням засобів машинного навчання. Результати дослідження передбачено використати для автоматизації інженерних процесів, зокрема у суднобудівній галузі.*
Ключові слова: *розпізнавання об'єктів; машинне навчання; CAD-системи.*

Вступ. Сучасний ринок програмного забезпечення для інженерних компаній пропонує чимало CAD-систем як загального (SolidWorks, Inventor, NX, Creo [1]), так і спеціального призначення (Cadmatic, Aveva Marine, NAPA Steel [2]). Майже у всіх випадках інженерні компанії мусять утримувати набір із декількох CAD-систем для того, щоб мати можливість вирішувати повний спектр задач або використовувати лише системи загального призначення заради уніфікації всередині компанії та економії коштів. В деяких випадках потрібен обмін між програмними комплексами для вирішення певних задач (наприклад, поверхня корпусу судна майже завжди створюється за допомогою Rhinoceros 3D, а потім експортується до інших систем як основа для подальшої роботи). Дуже часто системи загального призначення є більш зручними для геометричного моделювання, але не можуть вирішувати деякі вузькоспеціалізовані задачі так, як спеціалізовані системи. Приклад із суднобудування: для корпусу судна, створеному за допомогою Aveva або Cadmatic, у цих же комплексах можна майже автоматично отримати:

- комплект робочої документації для виробництва деталей корпусу, що включає контури листових деталей, ескізи профільних деталей, шаблони для гнуття (у системах загального призначення це робиться вручну для кожної деталі);
- масу зварювальних матеріалів;
- об'єм фарби для покриття та інші дані.

Відсутність таких автоматизованих процесів є проблемою для компаній, що користуються виключно системами загального призначення, яка вирішується за допомогою скриптів/модулів, що працюють через API та автоматизують певні задачі.

Для обох цих випадків (експорт/імпорт між системами та автоматизації/параметризації частин робочого процесу) характерна відсутність контексту у моделі. У прикладі із імпортом/експортом це виражається у наступному: модель, яка в системі спеціального призначення була створена як корпус судна із визначеними типами деталей та параметризованими прив'язками одне до одної, імпортується в іншу систему як набір знеособлених об'єктів.

У прикладі з автоматизацією це виражається у наступному: модель, створена у системі загального призначення може бути параметризованою, об'єднаною у збірки, але не мати визначеного типу (листова деталь, профільна деталь, тощо) та необхідних властивостей (типи сторін, теоретична площина, товщина, отвори, механічна обробка тощо) для побудови

автоматичного алгоритму подальшої обробки - наприклад, алгоритму генерації робочої документації (адже робоча документація для різних типів деталей, наприклад, для листових, профільних, литих буде різною по суті).

Метою роботи є створення програмних засобів для автоматизованого визначення типу і сортування деталей при експорті/імпорті між CAD системами.

Базовим (але не єдиним) етапом у вирішенні таких задач є визначення типу геометричного об’єкту, для чого можливо використати сучасні ML/AI засоби (адже класичні алгоритми будуть занадто складними та з високою вірогідністю недієві).

Доволі поширеною є практика застосування методів комп'ютерного зору (computer vision, CV), які працюють із двомірними фото- та відеоданими і слугують здебільшого для приблизного розпізнавання об’єктів для задач автономного водіння, розпізнавання обличь та інших. Але задача розпізнавання об’єкту у механічному інжинірингу дещо відрізняється від вищевказаних, адже дає змогу працювати безпосередньо із 3D-об’єктами та їх властивостями і має на меті точне розпізнавання як самих об’єктів, так і їх технологічних властивостей (розміри деталей, отвори та їх технологічне розташування відносно інших елементів деталі, обробка кромок, закруглення, механічна обробка, розташування різьби та багато іншого) і їх значення у контексті збірки/конструкції (наприклад, певна пластина є елементом обшивки корпусу судна, або певна труба є пілерсом у корпусі).

Вирішення задачі визначення типу геометричного об’єкта заплановано у три етапи:

- відібрати з множини властивостей, що існують у 3D-об’єктів CAD-систем, базового набору таких, що можуть бути значимими для класифікації об’єктів;
- провести експерименти з кластеризації об’єктів за властивостями з цього набору для визначення їх ефективності;
- експериментально обрати оптимальний метод класифікації та, використовуючи обрані на попередньому етапі властивості, побудувати алгоритм методу, що буде визначати тип об’єкту.

У базовий набір властивостей об’єкту входять: об’єм, площа поверхні, відцентровий момент інерції, габаритні розміри, кількість поверхонь, кількість плоских поверхонь, кількість криволінійних поверхонь. За необхідності буде додано відносні властивості (наприклад, відношення об’єму до площі поверхні та ін.).

На цей час триває процес розроблення алгоритмів для добування цих властивостей зі структур даних 3D-об’єктів CAD-систем.

У наступному етапі буде проведено експерименти з кластеризації об’єктів при різних наборах властивостей за обраними у бібліотеці Scikit-Learn [3] методами. Наприкінці цього етапу має бути визначено оптимальний набір властивостей, які мають суттєвий вплив на коректну кластеризацію тестових об’єктів.

Після визначення оптимального набору властивостей, за якими можна розпізнавати тип об’єктів, буде обрано метод класифікації (серед наявних у бібліотеці Scikit-Learn) та створено класифікаційну модель.

Висновки. Розв’язання задачі розпізнавання типу об’єктів 3D-геометрії, що постає при експорті/імпорті проектних моделей між CAD-системами, запропоновано виконувати шляхом визначення релевантних для класифікації властивостей цих об’єктів з використанням засобів машинного навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] PTC (n.d.). *PTC Creo CAD/CAM/PLM system*. Retrieved October 21, 2023, from https://www.ptc.com/en/products/creo
[2] NAPA (n.d.). *NAPA Steel*. Retrieved October 21, 2023, from https://www.napa.fi/software-and-services/ship-design
[3] Scikit-Learn (n.d.). *Scikit-Learn (open source machine learning library)*. Retrieved October 21, 2023, from https://scikit-learn.org/stable/index.html

Volik D.A., Suslov S.V.

A method for type determination and sorting of the 3D geometry objects in relation to CAD with applying ML/AI tools

Abstract. *This work considers a high-level approach to solving the problem of recognizing the type of 3D geometry objects in CAD systems using machine learning tools. The results of the research can be implemented in the automation of engineering processes, in particular in the shipbuilding industry.*

Keywords: *Object detection; machine learning; CAD system.*