

Д.І. Конотоп, к.т.н.
(Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського")

Інформаційна система об'єднання моделей складних технічних об'єктів

Дана робота пропонує вирішення проблем: забезпечення тотожності інформації між різними етапами проєктування та виробництва; зв'язку різноманітних моделей складних технічних об'єктів за рахунок використання засобів штучного інтелекту.

Геометричні моделі (ГМ) описують відношення між параметрами складних технічних об'єктів (СТО) та характеристиками їхньої форми та розмірів. [1] Дані цієї моделі використовуються для вагових, аеродинамічних розрахунків та розрахунків на міцність, компоновання СТО, розробки технологічного оснащення та програм для станків з числовим програмним керуванням. Зв'язок ГМ з моделями СТО описано на рис. 1, де показано, що ГМ пов'язані з ваговими моделями через масу ГМ; з аеродинамічними – через аеродинамічні характеристики частин СТО; компоновання та центрування – через центр мас ГМ СТО і т. д. Наразі відсутній автоматизований зв'язок поєднання даних між етапами проєктування та виробництва, навіть використовуючи інформаційну систему (ІС) PLM.

У зв'язку з вищеперахованими проблемами, постає задача дослідження: після проведеного системного аналізу створення моделей СТО, дослідити та сформулювати модель об'єднання, яка дозволить вирішити задачу зв'язку моделей різних стадій життєвого циклу СТО. На рис. 1 представлено приклад об'єднання моделей СТО, за рахунок використання моделі технологічності і поєднання її з моделями СТО, отриманих з різних ІС.

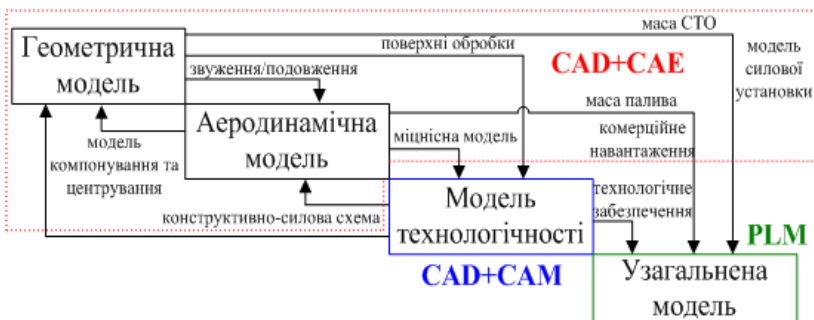


Рисунок 1 – Приклад моделі об'єднання СТО

Моделі етапів створення СТО, для яких основним є співвідношення "частина-ціле", представимо операцією об'єднання [2]:

$$M_i = \bigcup_{i=1}^N m_i,$$

де: m_i – компоненти моделей СТО етапу створення СТО, N – їхня кількість.

При багаторазовому вкладенні операцій об'єднання M_i зобразимо графом: $M_i = (A, U, P)$, де множини вершин A і ребер $U, U \cap M = \emptyset$ відбивають структуру об'єднання, а інцидентор P визначає упорядкування $x, y, u: x, y \in A, u \in U$. Поділ описів за ступенем деталізації відображуваних властивостей об'єкта лежить в основі блочно-ієрархічного підходу і призводить до появи ієрархічних рівнів в уявленнях про об'єкт. На рівні 0 A розглядається як система з n взаємно пов'язаних елементів і A_i на рівні 1. (рис. 2) Елементами системи A_i є об'єкти $A_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, m_i$, де m_i – кількість елементів в описі системи A_i . Виділення елементів A_{ij} проходить по функціональній ознаці. Розбиття триває до отримання на деякому рівні елементів, описи яких подальшому поділу не підлягають. [3]

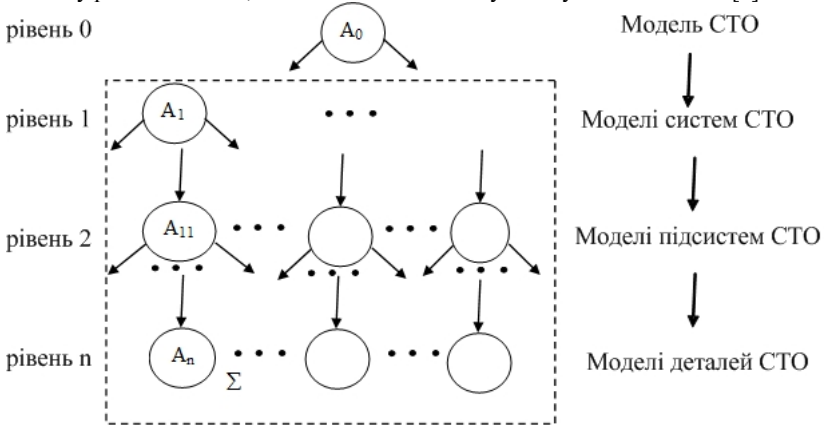


Рисунок 2 – Схема декомпозиції моделей СТО

Задача об'єднання моделей зводиться до вибору таких значень параметрів, при яких СТО буде відповідати технічним вимогам та різним етапам створення. При цьому параметри моделей СТО мають відповідати обмеженням: $p_i^{min} \leq p_i \leq p_i^{max}$. Модель об'єднання компонента СТО можна представити наступним чином: $m_\Sigma = f^i(p_i, i = 1 \dots n)$.

Модель об'єднання дозволяє налагодити зв'язок між моделями різних стадій життєвого циклу СТО та представляє вирішення k параметричних завдань $T_{i=1}^k$. Алгоритми розв'язку $T_{i=1}^k$ побудовано, як алгоритм мінімізації $P_{j=1}^n$ в умовах проєктних обмежень: $\min(T) = \sum_{i=1}^k \min\{\sum_{j=1}^n \cup_j P_{ij}\}$.

На основі даного опису формується база правил, яка реалізується за допомогою бази даних (БД), бази знань (БЗ) та програмних модулів. Введемо обмеження на складові БД "Параметри моделей СТО", які зберігатимуться у БЗ. Обмеження включають в себе правила, які регламентують принципи

проектування та виробництва СТО. База знань може розширюватися та доповнюватися обмеженнями і правилами на моделі та їхні параметри, і може називатися “Класифікатор обмежень на моделі”.

Обмеження на параметри моделі об’єднання впливають із технічних вимог (ТВ) на СТО, а також виходячи із взаємного розташування компонентів СТО. Множина розташування ГМ компонентів СТО обмежена евклідовим простором $R^{(3)}$ та замкнена. Простір, в якому буде проводитися створення ГМ представимо у вигляді деякої області:

$$O = \bigcup_{t=1}^q (R^{(3)} \setminus K_t) \cup O^*$$

де K_t ($t = 1, 2, \dots, q$; q – кількість областей заборони) – області заборони для розміщення об’єктів в O , O^* – область, геометрична форма та розміри котрої залежать від результату вирішення задачі.

Фактичне вирішення задачі накладення обмежень на ГМ, яке представляє конструкцію та, в подальшому, компоувальну схему, неможливе без визначення вектору параметрів розміщення компонентів ГМ $m_U \in M_U$. Відповідно, система виразів, через які позначалися відстані, є обмеженнями для $m_U \in M_U$: $E_k(m_U)$.

Оператор $E_i(m_U)$ ($i=1..k$) розуміється в широкому сенсі. Це може бути рівність чи нерівність, їхня система, а для деяких специфічних обмежень – диференційний або інтегральний оператор. Припустимі рівні $E_i(m_U)$ оговорені рядом нормативних документів, вимогами до створення СТО, ТВ і т. д. В цілому система обмежень виглядає:

$$\begin{cases} E_1(m_U)_{\min} \leq E_1(m_U) \leq E_1(m_U)_{\max}; \\ E_2(m_U)_{\min} \leq E_2(m_U) \leq E_2(m_U)_{\max}; \\ \dots \dots \dots \\ E_k(m_U)_{\min} \leq E_k(m_U) \leq E_k(m_U)_{\max}. \end{cases}$$

Узагальнена схема бази знання знання-орієнтованої побудови моделі об’єднання СТО реалізована за допомогою OWL і Java, що складає основу БЗ і системи прийняття рішень знання-орієнтованої побудови моделей.

Список літератури

1. Стоян Ю. Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю. Г. Стоян, С. В. Яковлев. – Киев: Наукова думка, 1986. – 259 с.
2. Тимченко А. А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об’єктів. / А. А. Тимченко; [За ред. проф. В. І. Бикова]. 2-ге видання. – К. : Либідь, 2003. – 272 с.
3. Абрамов Ю.В. Структура дерева сложного технического объекта как компонент технологии параллельного проектирования в среде CAD/CAM/CAE/PDM. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ» – 2003. – № 17 – С. 17–30.