

3. Пількевич, І.А. Дослідження можливості прогнозування динаміки популяцій [Текст] / І.А.Пількевич, В.І.Котков, О.В.Маєвський // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – 2012. – Спеціальний випуск до VI Міжнародної науково-практичної конференції „Сучасні проблеми збалансованого природокористування”, 29-30 листопада 2012. – С. 181-185.
4. Пількевич, І.А. Динаміка популяцій [Текст] / І.А.Пількевич, В.І.Котков, О.В.Маєвський // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – 2010. – Спеціальний випуск до V науково-практичної конференції „Сучасні проблеми збалансованого природокористування”, 25-26 листопада 2010. – С. 15-19.
5. Пількевич, І.А. Обобщенная логистическая модель динамики популяций [Текст] / И.А.Пилькевич, В.И.Котков, А.В.Маевский // Материалы III-го Всеукраинского съезда экологов с международным участием „Экология-2011”. – Винница: ВНТУ, 21-24 сентября 2011. – С. 222-226.
6. Пількевич, І.А. Моделювання і прогнозування динаміки чисельності мисливських тварин: монографія [Текст] / І.А.Пількевич. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2012. – 128 с.
7. Делеган, І.В. Біологія лісових птахів та звірів [Текст] / І.В.Делеган, І.І.Делеган. – Львів: Поділ, 2005. – 600 с.

Abstract

The fauna is one of the components of the environment, the national wealth of Ukraine, the source of spiritual and aesthetic enrichment and education of people, the object of research, as well as an important base for industrial and medicinal stuff, food products and other material values. Population dynamics of different species has the great importance for a person, as many animals and plants are the objects of his economic activity or reason of a loss. Therefore, knowledge of the laws of population dynamics is necessary to predict the possible undesirable events, and to make, if necessary, amendments to the dynamics in order to manage it. Typically, the prediction is a complex and difficult task that requires thorough analysis and complex processing of a specific primary material. The article analyzes the possibility of prediction of the population dynamics of artiodactyles in the hunting areas of Ukraine by means of the generalized logistic (universal) model, derived theoretically on the basis of systemology. A number of methods of identification of the universal mathematical model of population dynamics was suggested, and the quality of prediction of the number of artiodactyles with their use was estimated

Keywords: *universal mathematical model, prediction of population dynamics*

Розглянуто питання, які виникають при проектуванні систем, заснованих на знаннях: представлення даних та знань. Проаналізовано мови представлення знань. Ураховуючи недоліки існуючих мов, розроблено спеціальну мову представлення геометричних моделей у системі для автоматизованого навчання дисциплінам, насиченим інженерною графікою

Ключові слова: *автоматизація процесу навчання, інженерна графіка, системи автоматизованого проектування, представлення даних та знань, мова геометричного моделювання*

Рассмотрены вопросы, которые возникают при проектировании систем, основанных на знаниях: представление данных и знаний. Проанализированы языки представления знаний. Учитывая недостатки существующих языков, разработан специальный язык представления геометрических моделей в системе для автоматизированного обучения дисциплинам, насыщенным инженерной графикой

Ключевые слова: *автоматизация процесса обучения, инженерная графика, системы автоматизированного проектирования, представление данных и знаний, язык геометрического моделирования*

УДК 681.5.015

ЕКВІВАЛЕНТНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

І. В. Хоменко
 Аспірантка
 Інститут проблем математичних машин і систем НАНУ
 пр. Глушкова, 42,
 м. Київ, Україна, 03680
 Контактний тел.: 066-179-62-58
 E-mail: inna_pochta@mail.ru

1. Вступ

Розвиток сучасного високотехнологічного виробництва потребує якісної зміни системи підготовки

кадрів. Висока конкуренція на ринку машинобудування та інженерних технологій спонукає українських розробників впроваджувати більш складні та неординарні рішення. Висока вартість помилки при реаліза-

ції таких рішень на практиці потребує використання комп'ютерного моделювання для внесення оптимізаційних змін за результатами моделювання.

Окремою не вирішеною до кінця задачею є автоматизація процесу побудови геометричних моделей складної форми. Ця проблема може бути умовно розділена на дві складові: 1) формалізація опису геометричної моделі складного об'єкту; 2) автоматизація побудови її на базі адекватної дискретної моделі.

Методи геометричного моделювання складних тіл можна умовно класифікувати наступним чином:

- використання бібліотек готових геометричних примітивів;
- твердотільне геометричне моделювання;
- параметричний опис геометричних об'єктів.

До першої групи методів можна віднести такі системи, як ANSYS, COSMOS, COSAR та ін. Цей підхід до геометричного моделювання є досить ефективним та зручним для кінцевого користувача, однак, його важко застосовувати для моделювання тіл складної форми, які найчастіше зустрічаються у машинобудуванні.

Другий підхід є найпривабливішим для інженерів, адже дозволяє будувати звичні креслення геометричних проєкцій та отримав розвиток у таких системах як КОМПАС-3D, AutoCAD та ін. Однак при проєктуванні нестандартних рішень не завжди є можливість виокремити геометричні проєкції, використання яких буде повною мірою відображати усі особливості конструкції.

Третій підхід засновано на використанні формальних мов для параметричного представлення геометричних примітивів та булевих операцій над ними. Такий підхід дозволяє описувати складні форми, але трудомісткість опису при цьому також зростає.

Проблема геометричного моделювання деталей для галузі машинобудування є актуальною, тому у системі освіти є актуальними розроблення та впровадження у навчальний процес сучасних підходів та програмно-комп'ютерних систем геометричного моделювання.

2. Аналіз мов представлення знань

У існуючій класифікації мов, які використовуються для представлення та обробки знань, зазвичай виокремлюють традиційні мови програмування, мови штучного інтелекту та спеціалізований інструментарій [1].

До групи традиційних мов програмування входять такі мови програмування як C, C++, Pascal, Basic, Fortran та ін [2], орієнтовані в основному на числові алгоритми. Створення систем штучного інтелекту на основі цих мов потребує великої роботи програмістів. Однак великою перевагою цих мов є велика ефективність, пов'язана з їх близькістю до традиційної машинної архітектури. Крім того, використання традиційних мов програмування дозволяє інтегрувати інтелектуальні підсистеми (наприклад, інтегровані експертні системи) у великі програмні комплекси загального призначення. Серед традиційних мов найзручнішими вважаються об'єктно-орієнтовані (C++). Це пов'язано із тим, що парадигма об'єктно-орієнтованого програмування тісно пов'язана із фреймовою моделлю представлення знань.

Мови штучного інтелекту – це, насамперед, Lisp, Prolog, РЕФАЛ (РЕкурсивних Функцій АЛгоритмічна мова). Також до мов штучного інтелекту відносяться функціональні мови Haskell, ML, SML, OCaml [3]. Універсальність цих мов менше ніж у традиційних мов, але мови штучного інтелекту мають можливості роботи із символічними та логічними даними, що дуже важливо для задач штучного інтелекту. На основі мов штучного інтелекту створюються спеціалізовані комп'ютери, призначені для розв'язання задач штучного інтелекту. Недолік цих мов – незастосовність для створення гібридних експертних систем, інтегрованих із базами даних та розрахунковими програмами, які мають розвинутий користувацький інтерфейс.

Спеціалізований інструментарій – це, як правило, бібліотеки та надбудови над мовою штучного інтелекту Lisp: ПЛЕНЕР, КОННАЙВЕР, КЕЕ (Knowledge Engineering Environment), FRL (Frame Representation Language), ARTS, Julia та ін., які дозволяють користувачам працювати із заготовками експертних систем на більш високому рівні, ніж це можливо у звичайних мовах штучного інтелекту [1].

Відповідно цій класифікації мов представлення знань, виокремлюються наступні напрями при розробці систем штучного інтелекту:

- розроблення інтелектуальних систем шляхом використання мов програмування загального призначення (традиційних мов);
- розширення базисних мов штучного інтелекту до систем представлення знань за рахунок спеціалізованих бібліотек та пакетів;
- створення мов представлення знань, спеціально орієнтованих на підтримку певних формалізмів, та реалізація відповідних трансляторів з цих мов.

Враховуючи переваги та недоліки традиційних мов та мов штучного інтелекту, запропоновано реалізувати спеціалізовану мову, яка використовуватиме принципи декларативної мови штучного інтелекту та реалізованої на об'єктно-орієнтованих мовах. Розроблена мова враховує специфіку представлення графічних моделей.

3. Мова створення графічних моделей

Мова створення моделей призначена для створення баз знань інтелектуальних навчаючих систем із дисциплін, насичених інженерною графікою, зокрема курсів у галузі машинобудування. Автором реалізовано моделювання засобами мови створення моделей у формі інтерпретованого розширення.

Основною операцією даної мови є еквівалентне перетворення моделей. Розглянемо більш детально алгоритми еквівалентного перетворення моделей із метою побудови відповідних еквівалентних перетворень на деревах моделей та спеціалізованої мови.

4. Поняття еквівалентного перетворення

Еквівалентні перетворення досить часто використовуються в експертно-навчаючих системах при обробці символічної інформації. Найбільш доцільним вважається застосування мов із еквівалентним пере-

творенням у програмах, які ведуть діалог природною мовою, лінгвістичних програмах (перекладачах), програмах перекладу однієї мови програмування на іншу (програми-транслятори). До навчаючих систем із дисциплін, насичених інженерною графікою, також застосовні алгоритми еквівалентного перетворення.

У неформалізованому вигляді еквівалентне перетворення має місце, наприклад, у записі закону комутативності при об'єднанні у вигляді $a + b = b + a$. Ця рівність, яка містить змінні a та b , називається зразком та відображає нескінченну множину рівностей, якщо замість a та b підставити певні об'єкти):

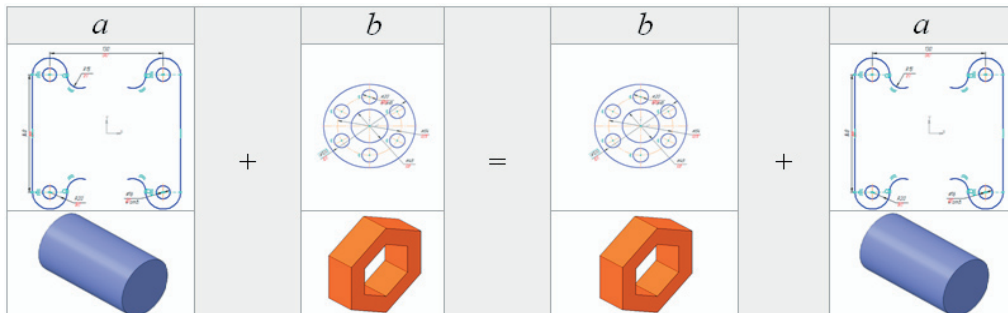


Рис. 1. Множина рівностей $a + b = b + a$ при об'єднанні

Задача еквівалентного перетворення зворотна: не конкретизувати змінні у певному зразку, а розпізнати релевантність об'єктної рівності до цього зразка. Така процедура пошуку за зразком найкраще підходить для класифікації моделей при знаходженні можливих перетворень геометричних сукупностей та при класифікації помилок користувача.

Однією із мов, у яких застосовуються алгоритми еквівалентного перетворення, є сентенціальна (декларативна) мова нормальних алгорифмів А. А. Маркова (НАМ), яка використовується для перетворення рядків. Програма на мові НАМ являє собою послідовність формул підстановки (перетворень) $\alpha \Rightarrow \beta$, де α та β – певні рядки. При цьому застосування того чи іншого правила виконується за умови успішного еквівалентного перетворення лівої частини формули підстановки (α) та початкового виразу для перетворення.

Тепер розглянемо відповідне до еквівалентного перетворення співставлення із зразком на деревах моделей.

5. Співставлення із зразком на деревах моделей

Майже всі мови, які виникли із НАМ (Comit, SNOBOL), призначені для оброблення рядків, тобто лінійних структур. При оптимізації алгоритмів співставлення рядки набули явно виражену синтаксичну структуру. Це спричинило появу таких мов як АМВІТ та РЕФАЛ, де оброблювані вирази можна представляти деревом.

При еквівалентному перетворенні або співставленні із зразком пропонується використовувати об'єкти та зразки, представлені деревами арифметичних виразів, а не деревами загального виду, де структуру задають дужки.

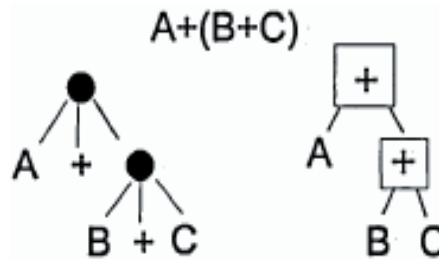


Рис. 2. Дерево загального виду та дерево арифметичного виразу

Фактично запропоновано новий спосіб ототожнення – ототожнення моделей, який представляє собою ототожнення їх дерев. У логіці першого порядку для співставлення із зразком або уніфікації в наш час також використовуються різні представлення термів. Найвідомішими є алгоритми

співставлення, запропоновані Робінсоном, Мартеллі та Монтанарі, Юе, Корбіном та Бідуа.

Класичний алгоритм Робінсона потребує експоненційних витрат часу [4]. Ним було показано, що для створення більш ефективних структур уніфікації необхідно використовувати спеціальні структури для представлення термів. Юе та Корбін використовують графове представлення термів, їх часова складність складає $O(n^2)$. Алгоритм Мартеллі та Монтанарі використовує табличне представлення. Його складність становить $O(n + \log m)$, де n – кількість термів, m – кількість різних змінних у термах [5]. Представлення зразка та об'єкта у вигляді спеціальних структур, яке пропонується автором, також дає досить ефективний алгоритм співставлення для моделей.

Враховуючи процес побудови моделей, дерево моделі являє собою бінарне дерево, яке відповідає певній параметричній моделі та побудоване за наступними законами:

- 1) вузлами дерева є тіла;
- 2) операції – елементи арності 1 (оболонка, скрутлення, фаска і т.п.) або 2 (операції \cup , \cap , $-$), які відповідають унарним та бінарним операціям в математиці.
- 3) операнди – дочірні дерева.

Представлення об'єкта та зразка для співставлення у вигляді дерев арифметичних виразів дозволяє не лише оптимізувати алгоритм співставлення, але й враховувати специфіку предметної області – комп'ютерне моделювання об'єктів машинобудування.

Використовуючи таке представлення, при співставленні із зразком можна розглядати декілька об'єктних виразів, отриманих із заданого за допомогою закону комутативності та асоціативності.

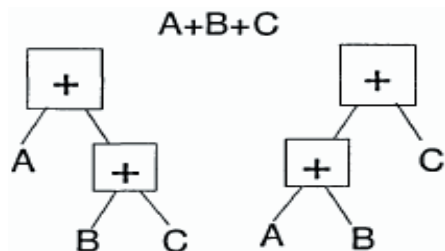


Рис. 3. Варіантність об'єктних виразів

Таке співставлення на деревах успішно виконується для моделей із різним представленням та відповідає еквівалентності дерев, яка визначається наступними правилами:

1) листя (тіла) еквівалентні, якщо вони співпадають;

2) дерева $f(u_1, \dots, u_n)$ та $g(v_1, \dots, v_n)$, де f, g – формотворчі операції; u_i, v_i – операнди, еквівалентні, якщо f та g співпадають та:

а) якщо f – некомутативна операція, u_i та v_i еквівалентні для кожного i ;

б) якщо f – комутативна операція u_1, \dots, u_n та v_1, \dots, v_n еквівалентні як мультимножини.

Еквівалентність дерев, пов'язана лише із законом асоціативності виключає пункт 2б) та відповідає рівності символічного представлення моделей. Назвемо таку еквівалентність дерев Т-еквівалентністю (tree-еквівалентність) та в подальшому будемо позначати \sim^T .

Твердження 1. Відношення Т-еквівалентності є відношенням еквівалентності на множині дерев моделей.

Доведення. Позначимо множину дерев моделей M_t . Відношення еквівалентності повинно мати наступні властивості:

рефлексивності: $a_t \sim a_t \forall a \in M_t$;

симетричності: якщо $a_t \sim b_t$ то $b_t \sim a_t$;

транзитивності: якщо $a_t \sim b_t$ і $b_t \sim c_t$, то $a_t \sim c_t$.

Доведемо ці властивості для відношення \sim^T :

Зрозуміло, що дерево моделі Т-еквівалентно до самого себе, тому відношення \sim^T рефлексивне.

Властивість симетричності: якщо дерево моделі $a_t \sim^T b_t$, то відповідну до дерева b_t модель b можна отримати із моделі a , яка відповідає дереву a_t застосуванням законів асоціативності. Як наслідок, а також можна отримати із моделі b , застосовуючи закони асоціативності, що означає $a_t \sim^T b_t$.

Якщо дерево математичної моделі $a_t \sim^T b_t$ та $b_t \sim^T c_t$, то модель c можна отримати із моделі a застосуванням законів асоціативності.

Як наслідок, $a_t \sim^T c_t$, тобто відношення \sim^T транзитивне.

Із наведеного ствердження виходить, що відношення Т-еквівалентності розбиває множину моделей на класи еквівалентності, які не перетинаються.

6. Висновки

Перетворення на деревах моделей, включаючи поняття Т-еквівалентності, взято за основу у реалізованій автором високорівневій мові для роботи із моделями, представленими у вигляді дерев. Дана мова також використовується для представлення знань у системі автоматизованого навчання дисциплінам, насиченим інженерною графікою.

Розроблена система дозволяє автоматизувати процес генерації та перевірки графічних завдань для студентів, заснований на синтезі моделей із підготовлених зразків із використанням параметризації. При цьому досягнуто можливість створення великої кількості різних але рівноцінних варіантів із рівнем складності, який обирає викладач.

Література

1. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
2. Атанов, Г. А. Обучение и искусственный интеллект или основы современной дидактики высшей школы [Текст] / Г. А. Атанов, И. Н. Пустынникова – Донецк: Изд-во ДООУ, 2002. – 504 с.
3. Hughes, J. Why Functional Programming Matters [Текст] / J. Hughes – The Computer Journal, 1989, Vol. 32, № 2, pp. 98–107.
4. Хоггер, К. Введение в логическое программирование: Пер. с англ. [Текст] / К. Хоггер – М.: Мир, 1988. – 348 с.
5. Аверин, А. И. Алгоритмы параллельной унификации [Текст] А. И. Аверин, В.Н. Вагин // Тр. международных науч.-техн. конф. "Интеллектуальные системы (IEEE AIS' 03)" и "Интеллектуальные САПР" (CAD-2003) – М.: Физматлит, 2003, Т. 1. – С. 153-159.

Abstract

The use of information technology is one of the few technologically and economically profitable ways of improvement of the production efficiency. The main tool of automation of design and technological units are computer-aided design systems. However, the CAD is not only the software, but also qualified personnel, procedures, etc. Most analysts agree on the opinion that the main problem of the introduction of computer systems in production is a personnel problem. That is why, the problems of development and implementation of effective information technologies in education acquire more importance. The article considers the questions that arise in the design of systems based on knowledge: data presentation and knowledge. The languages of knowledge representation were analyzed. Taking into account the drawbacks of the existing languages, a special language of representation of geometric models was developed in the system for automated training of disciplines, rich in engineering graphics

Keywords: automation of the learning process, engineering graphics, computer-aided design, data presentation and knowledge, geometric simulation language