

Схема проведення досліджень

Висновок. Теоретико-економічне прогнозування та створення інформаційних систем, банків даних є шляхом профілактики ризику аварійності на повітряному транспорті, що буде мати значний економічний ефект.

Список літератури

1. Михайлик Н.Ф., Малишевский А.В., Лейченко С.Д. Новые подходы к предупреждению авиационных происшествий по человеческому фактору // Тр. об-ва независимых исследователей авиационных происшествий. – М.: ОРАП, 2001. – Вып. 12а. – С. 186–187.
2. Козлов В.В. Современные концепции анализа ошибочных действий летного состава // Вестн. Междунар. академии человека в аэрокосмических системах. – М., 1999. – №1. – С. 33–39.
3. Пономаренко В.А. Авиация, человек, дух. – М.: Магистр – пресс, 2000. – 103 с.
4. Горшков С.И., Золина З.М., Мойкин Ю.В. Методики исследования физиологии труда. – М.: Медицина, 1974. – С. 162–163.
5. Путилин Н.И., Березовский В.А. Измерение теплового излучения головы собаки // Теплообразование в организме: Материалы науч. конф. по проблеме «Биоэнергетика». – К.: Наук. думка, 1964. – С. 177–178.
6. Небылицин В.Ю. Основные свойства нервной системы человека. – М.: Просвещение, 1966. – С. 163–165.

Стаття надійшла до редакції 15.10.02.

Ж 30-16 661 + 813
УДК 539.375

моделирование интеллекта искусственного
моделирование материала
материал с заданными свойствами

Т.І. Матченко, канд. техн. наук
(Національний авіаційний університет)

МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЗАДАЧАХ МЕХАНІКИ ТВЕРДОГО ТІЛА

Проведено класифікацію основних принципів розвитку штучного інтелекту. Перелічено вхідні параметри інтелектуальної системи для моделювання матеріалів із заданими властивостями. Запропоновано механізм моделювання цілеспрямованості розвитку штучного інтелекту та механізм синтезу алгоритму для розв'язання прикладної задачі штучним інтелектом. Розроблено форму технічного завдання на створення матеріалу з заданими властивостями.

Основні напрями створення штучного інтелекту для моделювання матеріалів із заданими властивостями, блок-схеми формування мети дослідження цих матеріалів, побудови критеріїв зміни якісного стану матеріалу, структурної моделі пошкодженності матеріалу і моделювання технологічного процесу створення нового матеріалу з заданими властивостями запропоновано в роботі [1].

Поняття активності у випадку штучного інтелекту пов'язується звичайно з поняттями мети, доцільності і цілеспрямованості аналогічно тому, як це відбувається на рівні біологічних структур. За М.А. Бернштейном "мета" як закодована модель потреб організму зумовлює процеси, які слід об'єднати в поняття цілеспрямованості – мотивації боротьби організму за досягнення мети і розвитку та закріплення доцільних механізмів її реалізації. А вся динаміка цілеспрямованої боротьби безпосередньо доцільних механізмів є комплекс, який правильніше за все об'єднати під терміном "активність" [2]. Тобто для створення штучного інтелекту необхідно створити:

- модель майбутнього штучного інтелекту;
- процеси, які призводять до матеріалізації моделі майбутнього;
- механізми, які забезпечують процеси.

Штучний інтелект повинен знаходити шляхи до розв'язання прикладних задач, вирішувати ці задачі і володіти такими здібностями:

- самонавчання за принципом еволюційного моделювання;
- самоорганізація за оптимальним та ієрархічним принципами і принципом причинності;
- стійкість кібернетичної системи;
- надійність кібернетичної системи;
- самовиробництво окремих блоків кібернетичної системи.

Отже, одною із цілей штучного інтелекту є саморозвиток системи.

Для забезпечення цілеспрямованості розвитку системи передбачається присвоєння очків системі за кожну дію, яка веде до її розвитку. Тобто з'являється можливість оцінювати кількість дій, які різняться за функціональним призначенням, і вирішувати задачі оптимізації системи за критерієм максимальної кількості очків.

Для забезпечення цілеспрямованості розв'язання прикладної задачі людина задає блок цілей з різноманітним пріоритетом, які спрямовані на розв'язання задачі. Проте для достатньої надійності структурно-інформаційних відносин під час розв'язання прикладної задачі інтелектуальна система повинна функціонувати безвідмовно, дотримуючись принципу достовірності інформації в процесах її приймання, переробки, передачі і накопичення, що, в свою чергу, є необхідною умовою ефективного розв'язання поставленої перед системою задачі. Отже, інтелектуальна система повинна мати моделі, які забезпечують:

- аналіз достовірності зовнішньої інформації при її занесенні в базу даних;
- аналіз точності і достовірності інформації після роботи з нею функціональних модулів, що використовують числові методи, наближені методи, методи апроксимації і екстраполяції;
- передачу інформації в кодових одиницях, що дозволяє уникнути втрати точності;
- збереження інформації в різних базах даних, які розподілені по зонах якісної постійності в просторі умов існування матерії і інформації.

Якщо задачею штучного інтелекту є моделювання матеріалами з заданими властивостями, то для цього повинні бути визначені межі якісних змін у просторі основних умов існування матеріалу. Також необхідно мати перелік параметрів на каналах входу в інтелектуальну систему і технічне завдання на новий матеріал, розроблений людиною і заданий штучному інтелекту. Технічне завдання на створення матеріалу з заданими властивостями повинне включати в себе такі оптимальні значення:

- щільність нового матеріалу ρ ;
- магнітна проникність μ_0 ;
- коефіцієнт термічного розширення α ;
- температура запалення $T_{\text{зап}}$;
- опір відшарування R_s ;
- електричний опір R ;
- коефіцієнт температуропровідності K ;
- питома теплоємність C ;

- температура плавлення за кельвіном $T_{пл}$;
- температура кипіння за кельвіном T_k ;
- поверхня залежності деформування на одновісний розтяг від температури і деформації $\sigma_{розр}(\varepsilon, t)$;
- поверхня залежності деформування на одновісний стиск від температури і деформації $\sigma_c(\varepsilon, t)$;
- поверхня залежності перерізуючих напруг під час дослідження на чистий зсув від кута повороту і температури $\tau(\gamma, t)$;
- функція залежності межі міцності на стискання від температури досліджень $S_c(t)$;
- функція залежності межі міцності на розтяг від температури досліджень $S_{розр}(t)$;
- функція залежності межі міцності на чистий зсув від температури дослідження $S_s(t)$;
- межа міцності при однорідному тривісному розтягу S_v ;
- коефіцієнт в'язкості μ ;
- тимчасова межа міцності при розтягненні σ_b ;
- межа текучості при розтягненні σ_y ;
- межа пропорційного деформування при розтягненні $\sigma_{пр}$;
- коефіцієнт Пуассона ν ;
- модуль Юнга E ;
- критичний коефіцієнт інтенсивності напруг, який пов'язаний із нестабільним ростом тріщини в умовах плосконапруженого стану K_c ;
- критичний коефіцієнт інтенсивності напруг, пов'язаний із початком нестабільного росту тріщини в умовах плоскої деформації K_{1c} ;
- критична температура крихкості, яка відповідає роботі руйнування при дослідженнях за Шарпі, $KTX_{2(1,4)}$;
- критична температура крихкості, яка відповідає певній частці максимально поглинюваній енергії руйнування зразка при невеликій дослідній температурі, КТЕ;
- температура нульової пластичності під час дослідження падаючим вантажем T_{nn} ;
- критична температура, нижче якої руйнування виникає тільки по пружнодеформованих зонах зразка K_{my} ;
- критична температура, яка відповідає пластичній області, тобто температура, вище якої не може виникати крихке руйнування K_{mi} ;
- порогове значення коефіцієнта інтенсивності напруг для корозії під напругою K_{Isc} .

Для ефективної роботи штучного інтелекту для моделювання матеріалів із заданими властивостями необхідна попередня розробка баз даних спектрів моделей конструкційних матеріалів, які володіють властивостями для кожного з параметрів, наведених у технічному завданні.

Для функціонування штучного інтелекту необхідно розробити дерево знань функціональних залежностей властивостей матеріалів.

Власна концепція розвитку штучного інтелекту полягає в тому, що на підставі набору глобальних задач, які стоять перед матеріалознавством і сформульовані в роботі [1], до отримання конкретного технічного завдання від людини штучний інтелект повинен наповнювати власну базу даних законами, конструктивними розв'язками і алгоритмами моделювання властивостей матеріалів.

Моделювання самоорганізації. У роботі [3] Л.А. Петрусенко запитує, де потрібно шукати таємницю доцільної поведінки системи, її складної саморегуляції, її можливостей і перспектив розвитку, її саморух: у способі організації чи в структурі самого відношення входу і виходу – цього магістрального причинного зв'язку будь-якої системи.

Для забезпечення самоорганізації штучного інтелекту (системи) кожний функціональний елемент структури повинен мати свій набір каналів входу і виходу зі строго фіксованим набором параметрів (ключових слів) на кожному каналі. Тоді з окремих елементів можна формувати структуру. Каналом будемо називати набір вхідних (вихідних) параметрів, однакових за своєю природою. Для однозначного визначення каналів розглянемо області допустимих і визначених значень зони якісної постійності в просторі умов існування матерії і в просторі існування інформації.

З'єднання функціональних елементів у самоорганізаційні структури виникає, якщо перелік вхідних параметрів одного каналу одного елемента відповідає переліку вихідних параметрів каналу другого елемента. В іншому випадку з'єднання елементів у структуру неможливо (рис. 1).

Крім каналів входу (виходу) необхідний аналізатор, який аналізує кожний функціональний елемент у базі даних елементів і визначає можливість збору структури, тобто необхідна база даних елементів штучного інтелекту.

Збільшувач модулів забезпечує жорсткий зв'язок у структурі переміщених із бази даних копій простих елементів, відібраних аналізатором (рис. 2).

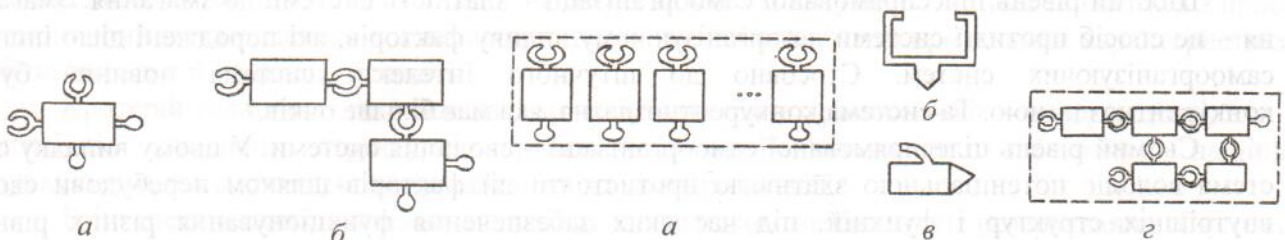


Рис. 1. Функціональний елемент (а) і структура елементів (б):
1, 2 – канал входу; 3, 4 – канал виходу

Рис. 2. Модель механізму самоорганізації:
а – база даних елементів; б – збільшувач структури;
в – аналізатор елементів; з – структура (синтезовний блок)

Аналізатор як блок простих елементів містить:

- елемент, який забезпечує рух по базі даних;
- запам'ятовуючий блок, який зберігає інформацію про вхідні або вихідні канали синтезованого блока;
- елементи, які забезпечують аналіз вихідних або вхідних каналів і їх параметрів в елементах, що знаходяться в базі даних;
- критерій або елемент, який забезпечує порівняння інформації, що знаходиться в запам'ятовуючому блоці аналізатора, і інформації в елементі, який забезпечує аналіз каналів;
- елемент, який передає інформацію (адресу: куди і звідки) збільшувачу модулів, якщо спрацював критерій збігу параметрів.

Збільшувач модулів як блок простих елементів складається із елементів, які забезпечують:

- копіювання функціонального елемента із бази даних;
- переміщення інформації в синтезуючий блок за адресою потрібного каналу;
- жорсткий зв'язок переміщеного функціонального елемента і синтезуючого блока;
- копіювання нового (збільшеного) блока;
- занесення старого блока в базу даних;
- приймання сигналу від аналізатора.

Рівні самоорганізації штучного інтелекту. Розглядаючи процеси самоорганізації під кутом їх ієрархічної будови В.І. Черниш виділяє сім рівнів самоорганізації [4; 5].

Перший рівень цілеспрямованої самоорганізації – стабілізація системи. На цьому рівні система здійснює часткове або повне відновлення своєї внутрішньої структури і функцій при дії малопотужних факторів пошкодження. Ця умова виконується за рахунок збереження копій системи в базі даних.

Другий рівень цілеспрямованої самоорганізації – адаптація системи. При адаптації система виявляє протидію руйнівного впливу тривалих або постійних дій шляхом перебудови структури і функцій системи, при якій дезорганізуюча дія зовнішніх збурень послаблюється.

При повторі однотипових збурень, які руйнують структуру штучного інтелекту, спеціальні функціональні елементи тимчасово перекривають канали входу на ділянках пошкодження синтезованої системи. Назвемо ці функціональні елементи імунітетами, які зберігаються в базі даних для всіх можливих видів вхідних каналів.

Третій рівень цілеспрямованої самоорганізації – самовідновлення функцій різноманітних внутрішніх елементів, захист системи від вірусів. У штучному інтелекті це забезпечується копіюванням і зберіганням всього ланцюга попередніх версій синтезуючої системи в різних файлах і базах даних.

Четвертий рівень цілеспрямованої самоорганізації – саморозмноження системи. Такий спосіб протидії системи впливу факторів руйнування, який здатний повністю її зруйнувати. У цьому випадку за рахунок розмноження підвищується вірогідність збереження версії системи.

П'ятий рівень цілеспрямованої самоорганізації – розвиток системи керування, що забезпечує об'єднання і реалізацію в одній системі чотирьох попередніх рівнів самоорганізації і тим самим підвищує здатність даної системи протистояти руйнуванню широкого діапазону факторів.

Шостий рівень цілеспрямованої самоорганізації – здатність системи до змагання. Змагання – це спосіб протидії системи дезорганізуючому впливу факторів, які породжені дією інших самоорганізуючих систем. Стосовно до штучного інтелекту система повинна бути конкурентноздатною. Та система конкурентноздатна, яка має більше очків.

Сьомий рівень цілеспрямованої самоорганізації – еволюція системи. У цьому випадку система володіє потенціальною здатністю протистояти дії факторів шляхом перебудови своїх внутрішніх структур і функцій, під час яких забезпечення функціонування різних рівнів самоорганізації стає можливим за рахунок переключення на використання нових видів інформації і каналів зв'язку. Час, який необхідний для того, щоб у результаті еволюції з простих елементів виникли складні форми, залежить від кількості і розподілення стійких форм синтезованих раніше систем з різноманітним функціональним призначенням.

Ієрархічна будова інтелектуальних систем володіє перевагою, яка забезпечує високу швидкість пошуку інформації, і меншим обсягом пам'яті для збереження ієрархічної системи. Ієрархічну систему можна побудувати так, щоб повільно працюючі функціональні елементи виявилися підпорядкованими меншій кількості команд і обмежень.

Про перехід від одного рівня регулювання до іншого рішення приймається за оцінкою кількості очків (балів) того або іншого рівня регулювання. Ця оцінка реалізується в системі алгоритмів різноманітних рівнів керування і регулювання за принципом: чим менше витрати часу на прийняття рішення, тим більше балів отримає та чи інша ієрархічна структура. Над системою алгоритмів низького ступеню розташована друга система алгоритмів, яка є системою метаалгоритмів, тобто алгоритмів, які не стосуються методів керування, а відносяться до конструкції алгоритмів керування. Через таку ієрархію алгоритмів стає можливим оптимальне співвідношення центрального та ієрархічного регулювання, яке притаманне набагато стійкішим і понадстійкішим системам.

Ієрархічна система у загальному випадку володіє властивістю квазірозкладності, згідно якому внутрішньоелементні зв'язки є сильніше міжелементних зв'язків.

У деяких випадках оптимальною була б така структура, коли декілька синтезованих систем першого рангу в сполученні утворюють синтезовану систему другого рангу, декількох систем другого рангу, в свою чергу, утворюють систему третього рангу та ін. При цьому кожна система самостійно вирішує свої локальні задачі, а разом з іншими системами того ж рангу вирішує лише більш загальні задачі, властиві керуванню системою більш високого рангу. Ще більш широке об'єднання функціональних систем вирішує ще більш вузьке коло ще більш загальних задач та ін.

У порівнянні з іншими системами ієрархічні системи мають такі переваги:

– в ієрархічно організованій системі зводиться до мінімуму кількість зв'язків між верхніми і нижніми рівнями;

– ієрархічні системи розвиваються набагато швидше, ніж ієрархічні системи порівняльних розмірів.

Для забезпечення ефективної самоорганізації штучного інтелекту крім системи очків необхідна система критеріїв:

- якості під час розв'язання прикладної задачі;
- активності;
- складності самоорганізації.

У роботі інтелектуальних систем є поєднання поставленої мети людини зі стихійним емпіричним шляхом до її досягнення, з постановкою "підмети" або ланцюга мети з меншим пріоритетом.

Вибір мети з меншим пріоритетом людина задає штучному інтелекту в тому випадку, якщо знає або інтуїтивно передбачає шлях до розв'язання задачі.

Критерієм активності системи може служити операція вибору системою характеру її поведінки. Вибір поведінки здійснюється шляхом багатоступеневих процесів прийняття рішення (метод динамічного програмування). У багатьох важливих ситуаціях система стикається з проблемою прийняття рішення, яка немає при цьому повної інформації про основні характеристики обчислювальної прикладної задачі.

Критерій складності регулює надлишковість на різних рівнях задач – інформаційні, алгоритмічні, каналні, структурні, функціональні. Надлишковість забезпечує надійне функціонування системи, а також здатність до самоорганізації.

В інтелектуальних системах складність є наслідком необхідності резервування. Системи що самі розвиваються – це системи з надлишковістю. Це особливо актуально для систем зі змінною структурою.

Критерій складності структури повинен враховувати хоча б три фактори:

- концентрацію функціональних елементів в одній синтезовній структурі;
- організацію структури в належному порядку (за критерієм максимальних очків);
- функціональну тотожність ряду елементів.

Для визначення величини структурної надлишковості необхідно знайти структуру мінімальної складності, яка може виконати функціональну задачу системи. Принцип побудови системи з надлишковістю зводиться до такого:

- система розбивається на функціональні блоки;
- надлишковість розподіляється між блоками;
- кожний блок будується за мажоритарним принципом – у вигляді нечіткого числа паралельних гілок, виходи яких попадають на вирішальний блок (критерій), що приймає рішення за більшістю очків.

Отже, для моделювання основних принципів штучного інтелекту необхідні функціональні елементи, які обслуговують систему:

- аналізатор елементів;
- збільшувач структури;
- лічильник очків (балів);
- блок прийняття рішення за більшістю очків;
- елементи, які перекривають вхідні канали.

Ознаками інтелекту є здатність аналізувати завдання, поставлене людиною, і доповнювати завдання, поставлене людиною, відповідно до внутрішніх (системних) принципів побудови цілостного зразка завдання.

Принципами, що дозволяють всебічно описати прикладну задачу на етапі її постановки з найкращою якістю за всіма критеріями, є доцільність технічного завдання для тієї мети, для якої буде застосовуватися матеріал, високий коефіцієнт екологічної безпеки рішення, високий коефіцієнт оптимальності рішення, пошук рішення в загальному вигляді так, щоб завдання, яке поставлене людиною, було окремим випадком рішення, знайденого системою.

Список літератури

1. *Матченко Т.І.* Штучний інтелект для моделювання матеріалів із заданими властивостями // Вісн. НАУ. – 2002. – №4. – С. 166–174.
2. *Бернштейн Н.А.* На пути к биологической активности // Вопр. философии. – 1965. – №10. – С. 68.
3. *Петрусенко Л.А.* Принцип обратной связи. – М.: Мысль, 1967. – С. 130.
4. *Пушкин В.Г.* Кибернетические принципы самоорганизации. – Л., 1974. – 182 с.
5. *Украинцев Б.С.* Самоуправляющие системы и причинность. – М.: Мысль, 1972. – 254 с.

Стаття надійшла до редакції 31.10.02.

K441.211

УДК 621.891

соединение болтовое, резьбовое

соединение деталей машин
стабильность затягивания соединенных

Т.П. Бивойно, асп.

(Чернігівський державний технологічний університет)

В.Ф. Лабунець, канд. техн. наук, проф.

(Національний авіаційний університет)

І.Б. Дерек, асп.

(Національний авіаційний університет)

ЗБЕРЕЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ЗАТЯГУВАННЯ БОЛТОВИХ З'ЄДНАНЬ У ПРИСУТНОСТІ ОРГАНІЧНИХ ПЛІВОК

Розглянуто напругу попереднього затягування нарізних з'єднань. Запропоновано практичні рекомендації для запобігання зниження моменту відгвинчування нарізних з'єднань без застосування стопорних елементів.

Проблеми поверхневої міцності і зносостійкості є центральними в забезпеченні надійності в машинобудуванні і, зокрема, у нарізних з'єднаннях.

Нарізні з'єднання використовують у багатьох машинах усіх типів. Поломка нарізних з'єднань (шпильок і болтів кріплення кришок атомних реакторів, великих хімічних посудин, авіаційних двигунів і т.д.) може призводити до тяжких наслідків. Тому головними критеріями розрахунку нарізних з'єднань при проектуванні машин є міцність, довговічність і надійність [1].

Джерело підвищення довговічності нарізних з'єднань – це стабільність затягування. Основними факторами, що регламентують зусилля затягування, є тертя в різі. Через недостатнє затягування можливі два випадки:

- порушення експлуатаційних властивостей сполучення (щільність стику, твердість та ін.);
- самовідгвинчування під час впливу вібрацій і змінних навантажень.

У випадку надмірного затягування відбувається заїдання в різі чи руйнування з'єднання [2].

Як основні матеріали для виготовлення деталей (болтів, гайок, гвинтів, шпильок) використовують вуглецеві і леговані сталі [3]. Для роботи нарізних з'єднань в екстремальних умовах, а саме при підвищених температурах, агресивних середовищах, деталі виготовляють зі спеціальних сталей і кольорових сплавів [2].

У машинобудуванні для забезпечення згвинчування та відгвинчування нарізних з'єднань, особливо для нарізних з'єднань, що працюють в умовах ударних чи вібраційних навантажень, широко застосовують мастила [4]. В умовах високих тисків, що з'являються між опорними поверхнями різі, головними матеріалами, які забезпечують мастильну здатність (зниження тертя і запобігання від задирки), є порошкоподібний графіт і луската мідь та кадмієві, цинкові, срібні покриття [5].

Утомні руйнування нарізних з'єднань зустрічаються досить часто і є результатом дії змінних навантажень. Величина і характер розподілу залишкових напруг визначаються геометричними параметрами різі, матеріалом, технологією виготовлення, умовами монтажу та експлуатації [6].

Для кількісної оцінки стійкості сполучення болт-гайка необхідно знання коефіцієнтів тертя, які залежать від матеріалу сполучення, технології виготовлення різі, виду покриття, змащення й умов роботи [7].