

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБОТІВ НА НЕЙРОННИХ МЕРЕЖАХ

Запропоновано новий функціональний принцип вимірювального робота з використанням штучних нейронних мереж, що реалізуються у формі самонавчання комп'ютерних програм, які дозволяють з високою точністю та швидкістю здійснювати вимірювання геометричних розмірів об'єктів і обхід перешкод вимірювальним наконечником по оптимальній траєкторії.

Вступ

Розвиток комп'ютерних технологій та поступова інтелектуалізація інформаційно-вимірювальних і керувальних систем дозволяють використовувати нетрадиційні методи аналізу й обробки нестационарних сигналів.

Метод контролю сукупності параметрів (за відсутності вимірювання частоти) об'єкта оснований на теорії опису динамічної системи у формі рівнянь для змінних простору станів, адаптованих для використання нейромережевого алгоритму.

Існуючі в цей час схеми усунення невизначеності можуть бути зведені до задач адаптивного керування. Чутливість методів оптимального керування до невизначеності математичної моделі об'єкта дає можливість створити різноманітні структури регуляторів для одного і того ж об'єкта в залежності від повноти апріорної інформації. Виходом із цієї ситуації можна вважати використання в якості регулятора багатоповільної нейронної мережі (НМ) як майже універсальний пристрій формування керувальних функцій. Задача синтезу регулятора в даному випадку трансформується в задачу вибору алгоритму навчання мережі та відповідної інформації для її навчання.

У зв'язку з цим використання НМ для керування динамічними об'єктами стає придатним з практичної точки зору, коли маємо справу із об'єктами зі складною динамікою, в тому числі з неповно заданою математичною моделлю. Але воно пов'язано з необхідністю синтезу алгоритмів навчання НМ, дослідженням стійкості, якості, грубості алгоритмів навчання мережі в складі НМ динамічної системи [1—4].

Сучасні НМ технології використовуються в інформатиці, обчислювальній техніці, метрології. Можливість паралельної обробки інформації, здатність до навчання і узагальнення, адаптивність, асоціативність, надійність та інші властивості НМ дозволяють використовувати їх у побудові систем адаптивного керування в умовах апріорної невизначеності та змінних характеристик об'єкта керування під впливом зовнішнього середовища.

Постановка задачі

Розробити структурну схему керування рухами самокерованої головки вимірювального робота при обході просторових об'єктів в процесі вимірювання з високою точністю та використанням нейронних мереж.

Розв'язання задачі

Побудова оптимального керування потребує повної апріорної інформації про властивості системи, що привноситься на етапі розрахунку адекватної математичної моделі об'єкта. Подальше використання прийнятої моделі повністю визначає форму і вид оптимальних в задачі синтезу керувальних сигналів.

Вибір структури і методу навчання НМ орієнтовані на обробку динамічної інформації, а можливість стежити за статичними змінами нестационарних процесів НМ здійснюється за рахунок організації алгоритму контролю, та її залежності від часу. Основне значення для більшості додатків має неявне представлення, що перетворює статичну НМ в динамічну мережу шляхом деякого структурного доповнення.

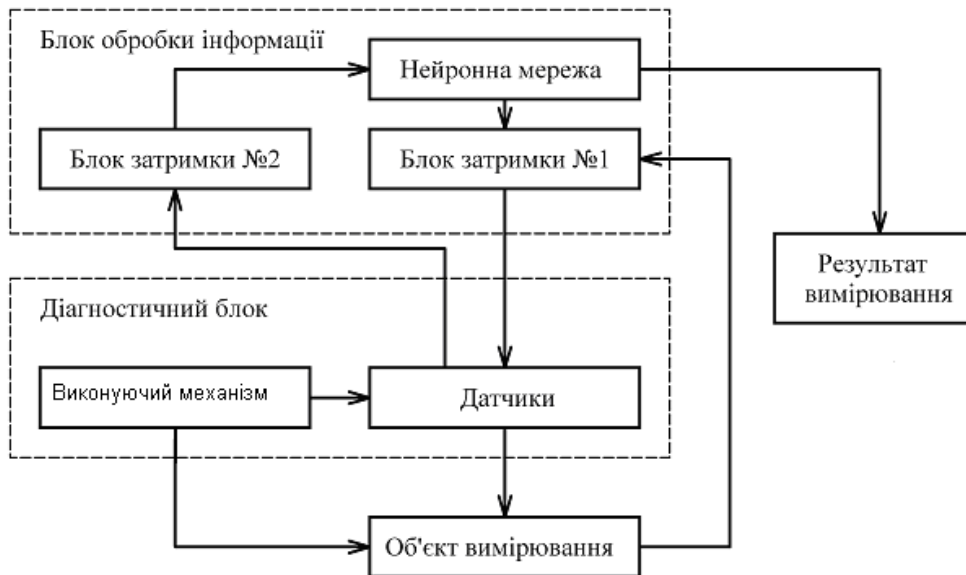
НМ має динамічну властивість за наявності у ній пам'яті, що трактується як довготривала та забезпечується, зокрема, при навчанні мережі «з вчителем». У цьому випадку інформація, що міс-

тяться в навчаючих даних зберігається і накопичується в синоптичних вагах. Використання часових затримок здійснюється на рівні синоптичних зв'язків або на рівні вхідного шару НМ. Включенням короткочасної пам'яті в структуру НМ можна зробити вихід статичного перцептронну динамічним, статична мережа відображає не лінійність, а пам'ять відображає фактор часу.

В проектуванні вимірювальних роботів, що працюють в умовах неповної інформації за відсутності повної інформації і знань процесу вимірювання об'єкта, неефективно використовувати велику кількість датчиків у системі вимірювання.

Для вимірювання складних просторових об'єктів принципово є здатність НМ апроксимувати нелінійні відображення різної складності і наявність у деяких структур НМ властивості адаптуватися до часових змін вхідної інформації. Можливість слідкувати за динамікою вхідної інформації пов'язана із включенням фактора часу в алгоритм функціонування НМ. Для більшості додатків переважними є структури з неявною формою представлення часу в алгоритмі НМ, що використовують елементи часової затримки і пряме розповсюдження сигналу. Для даного випадку елементи динаміки інформації, що містяться в навчаючих даних накопичуються в синоптичних вагах НМ для якої характерна структура побудована на принципах зворотних зв'язків. Зворотні зв'язки мережі можуть зв'язувати як окремі шари мережі, так і переходити із виходу на частину вхідних вузлів рекурентної НМ.

Розробка вимірювального робота для вимірювання складних об'єктів (рис.) включає в себе ідентифікацію об'єкта вимірювання, розробку датчиків для вимірювання компонент вектора виходу системи та розробку обчислювального блока, що дозволяє на основі отриманої від датчиків інформації обчислювати характеристики виходу системи.



Структурна схема вимірювання об'єктів з використанням багатозарової нейронної мережі

Використання рекурентної НМ дозволяє виконувати вимірювання в умовах недостатньої інформації про об'єкт вимірювання і неможливості отримати адекватну модель об'єкта.

Рекурентна НМ відрізняється від мережі прямого розповсюдження наявністю зворотних зв'язків. Наявність зворотних зв'язків має безпосередній вплив на здатність таких мереж до навчання і на їх продуктивність та передбачає використання елементів одиничної затримки, що приводить до нелінійної динамічної поведінки. Виділяють чотири загальних правила представлення знань в НМ: вхідні сигнали подібних класів повинні формувати єдине представлення в НМ та класифікуватися як такі, що належать до однієї категорії; елементи, віднесені до різних класів повинні мати в мережі найбільш відмінні представлення; у випадку, коли деяка властивість має важливе значення, то для його представлення в мережі необхідно використовувати більшу кількість нейронів; в структуру НМ повинні бути вбудовані апріорна інформація і інваріанти, що спрощують архітектуру мережі і процес її навчання.

Проблема виникнення аварійних ситуацій при русі вимірювального наконечника робота безпосередньо пов'язана з проблемою стійкості. Недостатній запас стійкості рухів вимірювального наконечника призведе до збільшення похибки вимірювання та можливих аварійних ситуацій.

Одним із компонентів системи керування рухом вимірювального наконечника є база знань, що дозволяє накопичувати інформацію про невивпадкові зв'язки між подіями в системі [6]. В поточний момент часу нейрони вхідного шару блока формування та розпізнавання отримують інформацію з блока датчиків, на виході якого формуються одиничні сигнали. В базу знань для її навчання (донавчання) надходить вектор перетвореної інформації V . Знання, що накопичуються в базі знань в процесі навчання, використовуються системою керування.

Задача системи керування полягає в здійсненні пошуку найоптимальнішого способу досягнення цілі та задання команди максимально наближеної до неї. У випадку, коли пошук на множині A вивчених дій не приведе до отримання необхідного результату, систему донавчають на цій множині дій.

При обході перешкод, розташованих на шляху вимірювального наконечника робота, системою безпеки руху приймається рішення, що приведе, у випадку необхідності, до зміни шляху руху вимірювального наконечника. Множина станів A системи керування робота, що формується на етапі проектування системи інтелектуального керування при обході перешкод [2, 3]

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_N\},$$

де a_i — стан простору системи в i -й момент часу, $i = \overline{1, N}$, N — кількість можливих станів.

Стан $a_k \in A$ в свою чергу є множиною значень такого виду:

$$a_k = \{a_{k_1}, a_{k_2}, \dots, a_{k_m}\},$$

де a_{k_i} — значення i -го датчика.

На змінний стан зовнішнього середовища формується множина реакцій системи безпеки руху, тобто виконується визначений набір команд керування рухом вимірювального наконечника робота, результатом якого буде зміна траєкторії руху.

Одному стану простору системи може відповідати необмежена кількість реакцій системи безпеки руху; різні стани можуть приводити до одного рішення і, відповідно, до наступної реакції; одному стану також може відповідати одна реакція із множини A і множини реакцій G системи безпеки руху

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_M\},$$

де g_i — реакція системи на ситуацію, що виникла, для M можливих ситуацій; $i = \overline{1, M}$.

Реакцією системи попередження катастроф є виконання визначеного набору дій для керування рухом вимірювального наконечника і зміна при цьому траєкторії руху.

У випадку, коли система безпеки руху не буде враховувати попередні стани і реакції, то можливе повторне виконання дій чи неможливість виходу із тупикового положення.

Структуру бази знань можна представити у вигляді двовимірної матриці, де номери рядків і стовпців представляють собою номери образів, що розпізнаються і номери вхідних впливів відповідно, але для більш повного представлення кількісної інформації в [5] запропоновано доповнити її кубом асоціативних нейронів, здатних за заданою інформацією і заданою дією знаходити кінцевий стан в наступний момент часу, та зазначено доцільність використання тришарової бази знань для систем керування.

Проектування систем керування рухом робота здійснюється в напрямку забезпечення необхідного запасу стійкості шляхом вибору структури і параметрів НМ регулятора, що дозволяють враховувати велику кількість можливих режимів руху вимірювального наконечника робота.

Рух вимірювального наконечника в загальному випадку здійснюється під впливом зовнішніх збурень, що призводять до втрати стійкості і суттєво підвищують складність вирішуваної задачі. Алгоритм керування для розв'язання цієї задачі базується на ідеях НМ керування і передбачає поєднання аналітичного розрахунку законів керування рухом вимірювального наконечника робота з НМ реалізацією такого закону.

Висновок

Розроблена структурна схема керування рухом вимірювального наконечника робота при обході просторових деталей дає можливість значно підвищити точність вимірювання. Показано, що автоматизовані засоби забезпечення керування потребують максимального представлення про геометричну форму об'єктів та про функціональні і апаратні властивості систем керування рухом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Малыхина Г. Ф., Меркушева А. В. Метод контроля состояния подсистемы (объекта) при неполной измерительной информации о совокупности параметров, определяющих ее динамику. III. Рекурсии уравнений динамики объекта и измерение его параметров с использованием нейронных сетей. // Научное приборостроение. — 2004. — Т. 14, № 4. — С. 70—77.
2. Филаретов Г. Ф., Житков А. Н., Кабанов В. А. Применение искусственных нейронных сетей в системах управления // Приборы и системы управления. — 1999. — № 4. — С. 3—6.
3. Жернаков С. В. Диагностика параметров авиационного ГТД на основе нейронных сетей // Авиакосмическое приборостроение. — 2003. — № 12. — С. 50—59.
4. Терехов В. А., Ефимов Д. В., Тюкин И. Ю. Нейросетевые системы управления. Кн. 8. — М.: ИПРЖР, 2002. — 480 с.
5. Крыжановский М. В., Магомедов Б. М. Организация нейросетевой базы знаний в интеллектуальных управляющих системах // Искусственный интеллект. — 2003. — № 3. — С. 497—503.

Кочеткова Оксана Валеріївна — аспірантка.

Кафедра інформаційних технологій, Національний авіаційний університет