

і швидкість виконання алгоритмічних операцій для перевірки кодових комбінацій практично не залежать від режиму декодування повідомлень.

Застосування кільцевого монолітного коду, побудованого на базі ІКВ, є актуальним і перспективним. Він може знайти застосування в системах забезпечення надійного зв'язку при космічних польотах, в радіоастрономії та супутниковій геодезії, а також в задачах стандартизації кодових сигналів в інформаційних і комп'ютерних технологіях та вимірвальній техніці.

Перспективним слід вважати дослідження проблеми інформаційної, метричної та структурної надмірності систем на основі властивостей ІКВ, включаючи оптимізацію і вдосконалення нормативної бази виробництва з метою забезпечення якості кодування даних, їх перетворення та опрацювання для поліпшення техніко-економічних показників виробництва.

1. Цымбал В.П. Теория информации и кодирование. – К.: Вища школа, 1982. – 304 с.
2. Різник В.В. Комбінаторні моделі і методи оптимізації в задачах інформатики: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1991. – 72 с.
3. Кісь Я.П. Моделювання та синтез завадостійких кодів за допомогою ідеальних кільцевих в язанок. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Львів, ДУ "Львівська політехніка". – 1998.
4. Луис Д. Справочник C и C++. – М.: Бином, 1997.

О. Білас, О. Томашевський

Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 681.3:612.822

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ТА НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ РОЗПІЗНАВАННЯ СТАНІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

© Томашевський О., Білас О., 2003

Розглядаються технології штучного інтелекту в системах управління. Наведено схеми застосування нейромереж у системах керування. Інтелектуальне

управління набуває все більш широкого використання, а отримані результати застосування нейромереж у системах керування показують ефективність і перспективність впровадження цих технологій.

The artificial intelligence technologies in control systems are considered. The schemes of application of neural networks in control systems are presented. Usage of intelligence control is more and more popular and obtained results of neural network utilisation in control systems show efficiency and availability of such technology application.

Вступ

Проектування, побудова та функціонування сучасних систем управління базується на сукупності методів теорії управління, що дозволяють обґрунтовувати рішення, які приймаються для досягнення попередньо поставленої мети в умовах певної ситуації [1]. Основною задачею теорії управління є цілеспрямована зміна технічних, фізичних, хімічних, природних, соціально-економічних та інших процесів. При цьому одночасно з прогнозуванням поведінки процесу в майбутньому, необхідно враховувати значну розмірність множини альтернатив можливих керуючих впливів [2]. Для цього в теорії управління застосовуються методи функціонального аналізу, які дозволяють визначити, як теперішній вплив на стан системи відобразиться на її майбутніх станах.

Математичні методи розв'язання задач, зокрема і задач теорії управління, потребують їх повної формалізації, що створює бар'єр між засобами розв'язання та реальними процесами, яким, природно, не притаманна формалізація. Тому методи теорії управління реальними процесами повинні знаходитись на межі між строгими формальними математичними методами і областю нових наукових досягнень. Новітні відкриття в галузях кібернетики, інформатики та штучного інтелекту (ШІ) призвели до появи нових засобів моделювання, управління і оптимізації складних нелінійних систем та сприяли виникненню нової області наукових досліджень і розробок на перетині сучасної теорії управління та ШІ – інтелектуального управління.

Інтерес до використання нейромереж для розв'язання задач управління спостерігається в різних галузях: у робототехніці, керуванні технологічними процесами (зокрема в хімічній промисловості), телекомунікаціях, системах штучного зору (при обробці зображень) тощо. Відбувається розширення області практичних застосувань нейронних мереж: від простих електромеханічних систем до складних процесів, що погано формалізуються; зокрема управління маніпуляторами, скоординоване управління групою роботів, автоматичне планування дій і автономна навігація.

1. Інтелектуальне управління як перетин теорії управління та штучного інтелекту

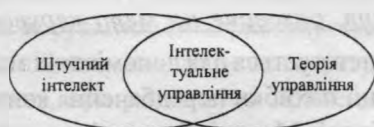
Постановка та розв'язання задач управління, як правило, базуються на традиційній математичній моделі у формі рівнянь динаміки керованого процесу (диференціальних, кінцево-різницевих та інших). Відповідно, результат моделювання може містити неточності внаслідок апріорних припущень щодо відсутніх даних для врахування динаміки тих процесів, що не підлягають моделюванню. Нейронні мережі (НМ), методи автоматичного прогнозування і навчання, а також інші технології ШІ дозволяють успішно

компенсувати неповноту вихідної інформації [3]. Складні задачі управління, у яких використовуються експертні судження і знання людини, можуть разом з кількісними методами застосовувати логічний і лінгвістичний підходи, відповідно до яких як значення змінних допускаються не тільки числа, але слова або пропозиції штучної чи природної мови [1]. При логічних обчисленнях існує можливість вибору із множини альтернатив, що робить процес розв'язання більш гнучким. Перехід до логічних обчислень та логічних моделей динаміки і управління сприяє використанню аналітичних обчислень та технологій разом з числовими методами механіки, фізики, математики.

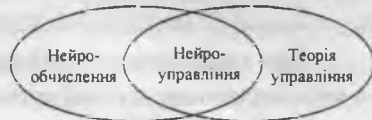
Використання інтелектуальних компонент, а також інших засобів ШІ в системах управління призводить до появи нових технологій, що розширюють потенціал проектування і управління динамічними системами шляхом розв'язання задач з невідомими чи невідповідними з певного моменту рівняннями динаміки, або задач, в яких моделі у формі рівнянь динаміки можуть поступатись за ефективністю використанню моделям ШІ. Взаємопроникнення методів теорії управління і ШІ здійснюється у спільній області цих дисциплін, яка

називається інтелектуальним управлінням (рис. 1,а) (Intelligent Control).

На перетині теорії управління (у пер-



а) перетин теорії управління та ШІ



б) нейроуправління

Рис. 1. Інтелектуальне управління

шу чергу, адаптивного управління) і НМ виникло нейроуправління (рис.1,б), що є підрозділом інтелектуального управління [1].

Відповідно до задач побудови і функціонування систем управління можна виділити загальні цілі інтелектуального управління:

- ефективного використання доступних знань про об'єкт і середовище для забезпечення надійного управління за визначеним критерієм;
- управління інтелектуальним чином з прогнозуванням зміни в об'єкті і середовищі з можливими змінами або корегуванням мети і критеріїв якості управління;
- покращення з часом здатності керувати об'єктом шляхом акумулювання експериментальних знань, тобто шляхом навчання на досвіді.

2. Нейромережеві схеми керування

Технологія НМ усе ширше застосовується для діагностики відмов, реконфігурацій систем управління, ідентифікації нелінійної динаміки та адаптивного управління. НМ мають здатність до розпаралелення операцій, і, як наслідок, володіють підвищеною швидкістю, що є особливо важливим в задачах управління в реальному часі, коли ідентифікація або формування закону управління здійснюються в межах тривалості процесу [4].

Швидкі паралельні обчислення і використання загальних функціональних форм для комплексного нелінійного відображення умотивовують зростання кількості систем керування на основі нейромереж. Кожна схема переважно має певні незалежні функціональні характеристики. Розглянемо системи керування із застосуванням нейромереж

у якості: допоміжного засобу, засобу для допоміжного моделювання базованого на меті керування, засобу для допоміжного виконання правила керування.

2.1. Нейромережі як допоміжний засіб

Як ефективний засіб для апроксимації нелінійних функцій класифікації образів і оптимізації нейромережі використовуються в комплексній діагностиці, складному моделюванні і налаштуванні чи при значних обсягах обчислень у традиційних схемах керування [5].

Можливе застосування нейромереж як допоміжного засобу у трьох ролях. Перша – мережа є допоміжною чи замінює звичайну модель, що базована на похідній мети, зокрема мінімізація похибки передбачення контрольованої змінної чи безпосередньо на меті керування, зокрема мінімізація показника затрат. Друга – мережа спрощує виконання правила керування, зберігаючи параметри контролера чи розв'язуючи правило керування. Третя – мережа здійснює діагностику і рекомендує керуючі дії для системи керування нижчого рівня.

2.2. Допоміжне моделювання, базоване на меті керування

При такій стратегії НМ використовується для допоміжних моделей, що базуються на меті керування, а не на мінімізації похибки передбачення контрольованої змінної.

- Модель контрольованої змінної. Моделі, базовані на меті керування, є добре розробленими, адже їх якість визначена виключно здійсненням керування. У такій схемі мережа ідентифікує параметри чи функції у базовій моделі чи безпосередньо передбачає контрольовану змінну і налаштовується, орієнтуючись на мету керування (рис. 2).
- Модель коефіцієнта продуктивності. У такій схемі нейро-мережева модель

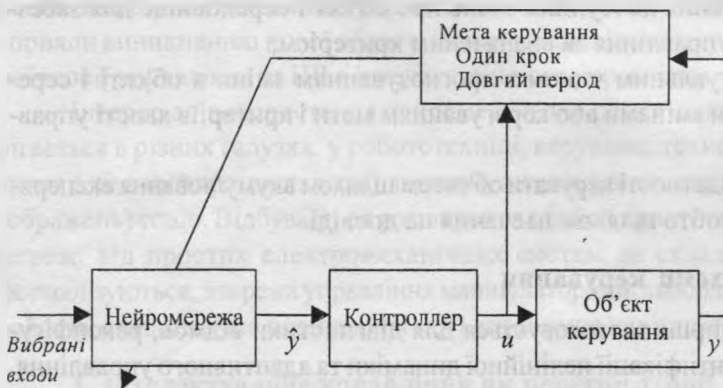


Рис. 2. Схема нейрокерування типу: модель контрольованих змінних, базована на меті керування

відображає вхід u безпосередньо у коефіцієнт продуктивності керування j , використовуючи для визначення оптимальної керуючої дії ітеративну оптимізацію. Дані, що визначають значення коефіцієнта продуктивності, отримуються з актуального об'єкта керування чи з вихідної моделі через опи-

сані змінні чи інші пов'язані змінні, що використовуються для навчання мережі. У випадку параметризованого контролера мережа відображає контрольовані параметри у коефіцієнт продуктивності й ітеративна оптимізація дає оптимальне налаштування цих параметрів.

2.3. Допоміжне виконання правила керування

Зберігання даних, здатність до інтерполяції й оптимізації нейромереж дають змогу впроваджувати звичні правила керування кількома способами [6].

Відображення невідомих в контролері. Як звичайний інтерполяційний засіб, нейромережі пристосовані зберігати відомі значення параметрів налаштування, початкові значення і внутрішні параметри та нелінійності, що містяться в правилі керування. Визначення, наприклад: часу перемикання при оптимальному керуванні, параметрів налаштування чи параметрів моделі і нелінійності при модель-базованому керуванні є необхідним лише для надання "відомих" значень для навчання і заміщаються нейромережевою інтерполяцією у подальшому застосуванні [7].

Розв'язування складного правила керування. Роль НМ як оптимізаторів використовується для ефективного розв'язання складних правил керування, що вимагають значних обчислювальних затрат. Задане правило керування розглядається як нейромережа, вхід якої u (замість u) налаштовується аналітично-градієнтною оптимізацією довільної активуючої функції, яка сформульована так, що її оптимум збігається з розв'язком правила керування. Використовується для алгебраїчних рівнянь Рікатті для неперервного лінійного квадратичного регулятора, для розв'язання часткових диференціальних рівнянь, при розв'язанні скінченних нелінійних задач оптимального контролю з обмеженнями нерівностями.

3. Нейромережеве розпізнавання та прогнозування станів системи керування

Пропонований підхід полягає у здійсненні класифікації станів системи засобами нейромережевих технологій [4]. Оскільки стани системи є невідомими, то їх визначення проведено на основі навчальної множини, що містить значення виходу та відповідного стану системи.

На основі змодельованих значень показників функціонування системи керування проведено прогнозування та класифікацію параметрів системи у просторі станів. Спочатку здійснено передбачення оцінених значень виходу системи (табл. 1)

У даному випадку розмір часового вікна становить 5. Налаштована нейромережа окрім передбачення виходу системи ставить йому у відповідність значення стану системи, яке не можна знайти аналітичним методом.

Проведений аналіз продемонстрував доцільність такого підходу до визначення та передбачення стану системи.

Значення виходів системи

1.9400	2.0634	2.7202	2.3054	2.2089
1.9083	0.8165	0.9947	0.5477	0.3239
0.6699	0.9402	1.7801	2.5940	2.8310
2.4420	1.9914	2.0924	0.9339	0.7090
0.2014	0.4500	0.5146	0.8214	1.2425
1.8465	2.0047	2.4479	2.9048	2.0230
2.2040	1.3971	0.3762	0.4026	0.3673
1.0416	0.8086	1.5493	2.1625	2.7419
2.9429	2.3494	2.3802	1.7838	1.1208
0.4918	0.8132	0.6406	1.1777	1.3473
1.4995	2.1589	2.9181	2.7610	1.8651
1.3700	0.8772	0.7231	0.7476	0.8497
0.5408	0.9728	1.1524	1.5889	2.0275
2.1912	2.7608	1.9306	1.0878	1.1659
0.4146	0.0621	0.2145	0.7698	0.8095
2.2003	1.8070	1.9763	2.0382	2.5237
1.9251	1.1184	0.4626	0.7136	0.8486
0.7327	1.5189	1.9486	1.5630	2.4090
2.6115	2.8393	1.7410	1.2868	0.7729
0.4057	0.4176	0.5760	0.7946	1.1719

Висновок

Нейромережеві технології вирішують задачі розпізнавання образів та класифікації ситуацій, зокрема у системах керування, проте якість вирішення залежить від архітектури та алгоритму навчання. Запропонований підхід дозволяє класифікувати стани системи керування на основі оцінкових значень виходів системи.

Нейромережа забезпечує достатньо точне передбачення значень виходів системи керування та ставить їм у відповідність значення стану системи.

1. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунев Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. – М.: Физматлит, 2000. – 352с.
2. Иващенко А.Г. Самонастраивающиеся системы с положительными обратными связями. – К.: Изд-во АН УССР, 1963. – 392с.
3. Widrow B., Lehr M. A 30 years of adaptive neural networks: perceptron, madaline, and backpropagation // Proceedings of IEEE. – 1990. – vol. 78, № 9. – P.1415 – 1442.
4. Білас О.Є., Томашевський О.М. Нейромережева класифікація станів та зашумлених даних у системах керування // Вісник Технологічного університету Поділля. – Т.1 (41). – 2002. – №3. – С.185 – 189.
5. Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1982. – № 79. – P.2554 – 2558.
6. Hinton G.E. Now Neural Network from experience // Scientific American. – September, 1992. – vol. 267, № 3. – P.185 – 234.
7. Agarwal M. A systematic classification of Neural-Network-Based control // Control Systems, 1997. – vol. 17, №2. – P.75 – 93.

не треба
С. Рендзіняк, Б. Крупський, І. Мурин
Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 621.372.061

ЗАСТОСУВАННЯ ПРЯМОГО ДІАКОПТИЧНОГО МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ НА ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СТРУКТУРАХ

© Рендзіняк С., Крупський Б., Мурин І., 2003

Запропоновано алгоритм паралельного прямого діакоптичного методу розрахунку динамічних режимів складних електричних кіл, реалізований в локальній комп'ютерній мережі.

The algorithm of parallel general diacoptic method of time-domain simulation of large-scale electric circuits with a local computer network is proposed.