

УДК 681.3.06:519.6

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕТОДАМИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Пивовар О.М., Вислоух С.П., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

В роботі розглядається питання використання штучних нейронних мереж для прогнозування вихідних технологічних параметрів процесу різання. Наведено приклади прогнозування шорсткості обробленої поверхні та періоду стійкості різального інструменту за допомогою штучних нейронних мереж модуля Neural Network Toolbox системи MatLab

Вступ

Підвищення ефективності приладобудівного виробництва потребує визначення раціональних або оптимальних умов реалізації технологічних процесів. Тому важливою є задача прогнозування вихідних технологічних параметрів за поточними значеннями даних про умови та режими досліджуваного процесу. На сьогодні це здійснюється шляхом математичного моделювання цих параметрів. Питанням математичного моделювання технологічних параметрів процесів обробки деталей на металорізальних верстатах приділяється багато уваги в роботах Г.К. Горанського, М.В. Капустіна, В.Д. Цветкова, В.О. Остаф'єва та багатьох інших вчених в нашій країні та за кордоном. Для отримання математичних моделей вихідних технологічних параметрів процесів різання та їх прогнозування широко використовують планування експериментів і обробка їх результатів методами регресійного аналізу, а також методи кореляційного, дисперсійного аналізу тощо. Але вказані методи потребують великої кількості експериментальних досліджень. Крім того, через велику вартість конструкційних і інструментальних матеріалів, а також енергоносіїв треба використовувати методи моделювання і, відповідно, прогнозування технологічних параметрів, що ґрунтуються на незначній кількості дослідів. До таких методів можна віднести евристичні методи, що дозволяють при незначній кількості експериментів отримати якісне прогнозування вихідних технологічних параметрів. Особливе місце серед таких методів має використання штучних нейронних мереж (ШНМ).

Метою даної роботи є вивчення можливостей використання ШНМ для прогнозування вихідних параметрів багатопараметричних систем, до числа яких відносять технологічні процеси обробки деталей різанням.

Розв'язання задачі

Ідея нейронних мереж виникла в результаті спроб змоделювати поведінку живих істот, що сприймають дію зовнішнього середовища та навчаються на власному досвіді. Такого роду ідеї на стику різноманітних областей знання є характерними для науки сьогодення [1, 2]. Цей інтерес до використання ШНМ викликано як теоретичними, так і прикладними досягненнями в даному напрямку. При цьому відкрились можливості використання обчислень в сферах, що

відносились раніш лише до області людського інтелекту, можливості створення машин, здатність яких вчитися та запам'ятовувати нагадує процеси мислення людини, та наповнення новим змістом терміну «штучний інтелект» [2-4].

Аналіз обчислювальних систем, що реалізують ШНМ, показав, що значну гнучкість та функціональність має система MatLab. Завдяки достатньо широкому набору архітектур штучних нейронних мереж та видів їх навчання він дозволяє як будувати ШНМ з довільною архітектурою, так і використовувати широкий спектр цих архітектур, що представлені функціями програмного модуля Neural Network Toolbox цієї системи, та встановлювати метод їх навчання, які дають можливість вирішувати широке коло задач. Тут для створення оптимальної ШНМ можна підібрати необхідні характеристики мережі: вид штучної нейронної мережі, алгоритм та функцію навчання, кількість шарів та число нейронів в кожному окремому шарі й функції активації для кожного шару.

Для навчання мереж програмний модуль дозволяє використовувати функції навчання (TRAINB, TRAINC, TRAINR); градієнтні методи навчання (TRAINGD, TRAINGDA, TRAINGDM, TRAINGDX, TRAINRP); алгоритми методу спряжених градієнтів (TRAINCGF, TRAINCGP, TRAINCGB, TRAINSCG); квазіньютонів алгоритми навчання (TRAINBFG, TRAINOSS, TRAINLM, TRAINBR) тощо.

З метою визначення ефективності використання ШНМ для прогнозування технологічних параметрів проведені експериментальні дослідження процесу токарної обробки сталі 40X13 прохідним різцем із титано-кобальтового твердого сплаву T15K6. При проведенні експерименту оброблювались заготовки зі швидкістю V від 52 до 112 м/хв., глибиною різання t , що варіювалась в межах від 0,25 до 0,5 мм та подачею s в межах 45–90 мм/хв. При цьому вимірювали час різання τ та шорсткість обробленої поверхні R_z .

Результати експериментальних досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень процесу точіння

Вхідні параметри				Вихідна змінна
V , м/хв.	s , мм/хв.	t , мм	τ , хв.	R_z , мкм
112	90	0,5	1,63	40
110	45	0,35	4,93	20
86,4	45	0,25	8,23	10
85,5	70	0,5	10,46	30
67,8	70	0,35	12,69	35
52,4	90	0,5	14,22	80

Оскільки залежність між вхідними та вихідними характеристиками носить явно виражений нелінійний характер, то для навчання була використана штучна нейронна мережа з нелінійними сигмоїдальними функціями активації. Нейронна мережа з прямою передачею сигналу має 2 шари: в першому шарі вико-

ристано 11 нейронів з функцією активації *tansig*, а в другому – 20 нейронів з функцією активації *logsig*.

Навчена таким чином нейронна мережа використана для прогнозування значення вихідного параметра – величини шорсткості обробленої поверхні. Тут в якості вхідних даних взята швидкість різання $V - 110$ м/хв., подача $s - 55$ мм/хв., глибина різання $t - 0,4$ мм та час різання $\tau - 8$ хв. В результаті прогнозування отримано значення шорсткості обробленої поверхні Rz за вказаними режимами різання, що дорівнює $18,3$ мкм. При цьому похибка відхилення прогнозованого значення від реального (експериментального) дорівнювала 19% .

Крім того, здійснено прогнозування за допомогою ШНМ величини стійкості різального інструменту при токарній обробці титанового сплаву ВТ6 твердосплавними пластинками із ВК4. В процесі проведення експериментальних досліджень задавали швидкість різання та подачу при постійній глибині різання t , що дорівнювала 1 мм. В якості критерію зношення пластинок вибрано сумарний знос по задній грані $0,9 - 1$ мм. Початкові дані для навчання нейронної мережі, що моделює процес, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Результати експериментальних досліджень процесу токарної обробки титанового сплаву ВТ6

Режими різання		Вихідна змінна
V , м/хв.	s , мм/об	T , хв.
100	0.4	1.8
90	0.4	4.2
70	0.4	7.5
120	0.3	2.7
80	0.3	8.1
160	0.3	3.0
140	0.2	4.5
100	0.2	10.8
90	0.2	16.2

Для навчання штучної нейронної мережі, що моделює процес токарної обробки, використано градієнтний метод.

Прогнозування періоду стійкості інструменту за допомогою навченої ШНМ здійснено при швидкості різання $V - 100$ м/хв., подачі $s - 0,3$ мм/об та $V - 120$ м/хв., подачі $s - 0,3$ мм/об. При цьому отримано такі значення періоду стійкості інструменту T , відповідно, $5,4$ та $5,5$ хв., які відрізняються від експериментальних значень не більше ніж на 12% .

Висновки

1 Використання штучних нейронних мереж для прогнозування технологіч-

них параметрів дозволяє в умовах незначної кількості початкової інформації отримати з великою точністю значення вихідної величини досліджуваного процесу.

2. Нейромережеве прогнозування потребує кропіткої роботи з вибору типу і параметрів нейронної мережі та алгоритму її навчання. Але витрати на виконання вказаних робіт значно менші витрат часу та засобів на проведення експериментальних досліджень і прогнозування іншими методами.

3. Штучні нейронні мережі доцільно використовувати як інструментарій для отримання математичних моделей вихідних технологічних параметрів, що дозволить в подальшому здійснювати оптимізаційні розрахунки технологічних процесів.

Література

1. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / Амосов Н.М., Байдык Т.Н., Гольцев А.Д. и др.; под ред. Амосова Н.М. – Киев: Наукова думка, 1991. – 272 с.
2. Neural Network Toolbox User Guide / Beale M., Demuth H. – Natick: Mathworks, 1997. – 700 р.
3. Аведьян Э.Д. Алгоритмы настройки многослойных нейронных сетей // Автоматика и телемеханика. – 1995. – № 4. – С. 106–118.
4. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети: теория и практика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.

Пивовар О.Н., Вислоух С.П. Прогнозирование технологических параметров методами искусственных нейронных сетей.

В работе рассматриваются вопросы применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования выходных технологических параметров процесса резания. Приведены примеры прогнозирования шероховатости обработанной поверхности и периода стойкости режущего инструмента с помощью штучных нейронных сетей модуля Neural Network Toolbox системы MatLab.

Pivovar O.N., Vislouh S.P. A prediction of technological parameters by means of artificial neural networks methods.

Problems of artificial neural networks' application for the prediction of output technological parameters in the time of a cutting process are considered in this work. Examples of the prediction of a processed surface's roughness and a cutting instrument's period of durability by the means of artificial neural networks of the Neural Network Toolbox module of the MatLab system are given.

*Надійшла до редакції
14 квітня 2009 року*

УДК 004.75, 004.724.2

ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ КЛАСТЕР ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Порєв Г.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Проаналізовано та обґрунтовано вибір апаратного-програмного забезпечення для побудови