

Є. В. Шкурников

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ДЖІЛСА — АТТЕРТОНА ТА МОДЕЛІ ДЖОНА — ЧАНА

У статті розглянуті методи визначення параметрів моделі Джілса — Аттертона та моделі Джона — Чана. Розглянутий метод рою часток. Розглянуто використання генетичного алгоритму для оцінки параметрів.

Ключові слова: модель Джілса — Аттертона, метод рою часток, генетичний алгоритм, модель Джона — Чан.

Вступ

Модель Джілса — Аттертона та модель Джона — Чана частіше з усіх використовуються у системах автоматичного проектування.

Параметри моделей

Таблиця 1

Параметри моделі Джілса — Аттертона

Позначення	Параметр	Розмірність
MS	Намагніченість насичення	А/м
A	Параметр форми безгістерезисної кривої намагнічення	А/м
C	Постійна пружного зсуву доменних кордонів	
K	Постійна необоротній деформації доменних стінок	А/м
ALPHA	Параметр ефективності поля	—

Таблиця 2

Параметри моделі Джона — Чана

Позначення	Параметр	Розмірність
H_c	Коерцитивна сила	А/м
B_r	Залишкова індукція	Тл
B_s	Індукція насичення	Тл

Метод рою часток для визначення параметрів моделі Джілса — Аттертона

У 1995 році Джеймс Кенеді (James Kennedy) та Рассел Еберхарт (Russel Eberhart) запропонували метод для оптимізації безперервних нелінійних функцій, названий ними алгоритмом рою часток [1].

На кожній ітерації алгоритму напрям і довжина вектора швидкості кожною з часток змінюються у відповідність з відомостями про знайдений оптимум:

$$v_i = v_i + a_1 \cdot \text{rnd}() \cdot (pbest_i - x_i) + a_2 \cdot \text{rnd}() \cdot (gbest_i - x_i),$$

де v — вектор швидкості часток (v_i — його i -я компонента), a_1 , a_2 — постійні прискорення, $pbest$ — краща знайдена часткою точка, $gbest$ — краща точка з пройдених всіма частками системи, x — поточне положення частки, $\text{rnd}()$ — повертає випадкове число від 0 до 1 включно.

Після обчислення спрямованості вектора v , частка переміщується у точку $x = x + v$. У разі потреби, оновлюються значення кращих точок для кожної частки і для всіх часток в цілому. Після цього цикл повторюється [2].

Деяка частка i у рої є потенційним вирішенням проблеми ідентифікації параметрів в п'ятимірному просторі. Ця частка i асоційована з позицією $x_i = (\alpha_i, a_i, c_i, k_i, Ms_i)$ і має свою швидкість.

Функцією придатності для частки i є квадрат помилки між вимірним значенням статичної петлі гістерезису і расчитаним значенням моделі Джілса — Аттертона (на певній позиції).

$$\text{fitness} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{B_{\text{exp}}(i) - B_{\text{sim}}(i)}{\max(B_{\text{exp}})} \right)^2},$$

де N — кількість вимірів, B_{exp} — вимірне значення, B_{sim} — розраховане за допомогою моделі Джілса — Аттертона значення. Позиція x_i з найменшим значенням функції придатності на певній ітерації буде прирівняна до кращої точки пройденої всіма частками ($gbest$). Кожна частка i так само зберігає кращі значення $pbest$ [3].

Використання генетичного алгоритму для визначення параметрів моделі Джілса — Аттертона

Спочатку ГА-функція генерує певну кількість можливих рішень, а потім обчислює для кожного «рівень виживаності» (fitness) — близькість

до істини. Ці рішення дають потомство. Ті що «сильніші», тобто більше личать, має більший шанс до відтворення, а «слабкіші» поступово відмирають. Йде еволюція.

Структура популяцій для параметрів моделі Джілса — Аттертона приведена нижче:

$$pop = \begin{bmatrix} \frac{a_1}{n} & \frac{\alpha_1}{n} & \frac{c_1}{n} & \frac{Ms_1}{n} & \frac{k_1}{n} & \frac{fitness_1}{n} \\ \frac{a_n}{n} & \frac{\alpha_n}{n} & \frac{c_n}{n} & \frac{Ms_n}{n} & \frac{k_n}{n} & \frac{fitness_n}{n} \end{bmatrix},$$

де n — число індивідуальних включень в популяцію.

Кожен рядок є однією індивідуальною хромосомою, стовпець складений з параметрів моделі Джілса — Аттертона називається геномом. Останній стовпець є оцінкою придатності. У нашому випадку функція придатності відображує собою різницю між вимірним значеннями індукції і порохованими в моделі Джілса — Аттертона.

$$fitness = -abs \sum_{i=1}^m (Bm_i - Bc_i),$$

де Bm — вимірне значення індукції, Bc — розрахункове значення за допомогою моделі Джілса — Аттертона, m — кількість вимірів.

Генетичний алгоритм шукає найбільш краще рішення в області можливих вирішень визначеної параметрами моделі Джілса — Аттертона. Область можливих рішень обмежена зверху і знизу обмеженнями параметрів моделі [3].

Визначення параметрів моделі Джона — Чана

Для визначення параметрів моделі Джона — Чана не потрібно складних алгоритмів. З масиву даних можна вивести три параметри. Коерцитивна сила H_c визначається при $B = 0$ (максимальне і мінімальне значення H). Залишкова індукція B_r визначається при $H = 0$ (максимальне і мінімальне значення B). Індукція насичення B_s визначається при максимальному H (максимальне значення B).

Література

1. Kennedy J., Eberhart R. C. Particle swarm optimization // In Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, 1995, с. 1942–1948.
2. Алгоритм роя частиц [Электронный ресурс] : Хабрахабр. — Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/105639/>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.
3. Identification of Jiles — Atherton Model Parameters Using Particle Swarm Optimization / Marion R., Scorretti R., Siauve N., Raulet M.-A., Krahenbühl L. // Magnetics, IEEE Transactions on. — 2008. — Vol. 44. — pp. 894–897.
4. Введение в ГА и Генетическое программирование [Электронный ресурс] : Algolist.manual.ru. — Режим доступа: <http://algolist.manual.ru/ai/ga/intro.php>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.

5. Ларин В. Ю. Новые методики исследования и разработки приборов и систем [Текст] : монография / В. Ю. Ларин. — Донецк : Вебер, 2010. — 316 с.
6. Ларин В. Ю. Имитационная модель ферромагнитного преобразователя сил [Текст] / В. Ю. Ларин, В. П. Квасников, Е. Ю. Купцова // Вісник Інженерної академії України. — 2011. — № 3–4. — С. 83–88.
7. Ларин В. Ю. Аналіз математичних моделей магнітного осердя, що застосовуються в ЕДА [Текст] / В. Ю. Ларин, Є. Є. Шкурніков // Вісник НАУ. — 2010. — № 4. — С. 47–51.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ДЖИЛСА — АТТЕРТОНА И МОДЕЛИ ДЖОНА — ЧАНА

Е. В. Шкурников

Рассмотрены методы определения параметров модели Джилса — Аттертона и модели Джона — Чана. Рассмотрен метод роя частиц. Рассмотрено использование генетического алгоритма для оценки параметров модели.

Ключевые слова: модель Джилса — Аттертона, метод роя частиц, генетический алгоритм, модель Джона — Чана.

Евгений Викторович Шкурников, программист ООО «Генстар», г. Киев, Криничная, 2, тел.: +38 (099) 931-93-42, e-mail: nikshev@i.ua.

DETERMINATION OF MODEL PARAMETERS JILES — ATHERTON AND MODELS OF JOHN — CHAN

E. Shkurnikov

In article it is considered methods determination parameters of model Jiles—Atherton and model John Chan. Particle swarm optimization is consider. Use of genetic algorithm for an assessment of parameters is considered.

Keywords: Jiles — Atherton model, particle swarm optimization, genetic algorithm, John — Chan model.

Eugene Shkurnikov, programmer LTD «Genstar», Kyiv, Krynichaya, 2, tel.: +38 (099) 931-93-42, e-mail: nikshev@i.ua.