



Рисунок 2 - Згладжений інформаційний сигнал (реакція на подразнення ЗГН) з вікном усереднення: а) 0; б) 10; в) 50; г) 100; д) 150

Висновки

Розглянута задача виявлення інформативних характеристик при ідентифікації зворотного гортанного нерва на хірургічній рані в процесі хірургічної операції на щитоподібній залозі за електрофізіологічним способом на основі аналізу звукового інформаційного сигналу. На основі проведеного аналізу інформаційних сигналів у певної групи пацієнтів підтверджено гіпотезу, що при подразненні ЗГН в згладженому методом середнього ковзного інформаційному сигналі з вікном шириною від 100 до 200 часових відліків відчутно спостерігаються певні спектральні складові, які мають велику амплітуду, а при подразненні м'язової тканини – спектр не має явно виражених переважаючих спектральних складових.

Список використаних джерел

1. M. Dyvak, «Device for identification the laryngeal nerves», Proc. (forum catalogue) of the 3th International Forum on Innovative Technologies for Medicine, Bialystok, Poland, p.34, December 1-3, 2009.
2. Дивак М.П., Козак О.Л., Шідловський В.О., «Спосіб ідентифікації гортанного нерва з інших тканин хірургічної рани при проведенні хірургічних операцій на щитовидній залозі», Патент України на корисну модель №511174. Реєстр. 12.07.2010. Публ. 12.07.2010, Бюл. "Промислова власність" №13.
3. M. Dyvak, N. Kasatkina, A. Pukas, N. Padletska, "Spectral analysis the information signal in the task of identification the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery", //PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 89 NR 6/2013 pp.275-277.

УДК 519.876.5

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕНЕТИЧНОГО ТА «БДЖОЛИНОГО» АЛГОРИТМІВ У ЗАДАЧІ СТРУКТУРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНОГО РІЗНИЦЕВОГО ОПЕРАТОРА

Порплиця Н.П.¹⁾, Моканюк Ю.Я.²⁾

Тернопільський національний економічний університет
¹⁾ аспірант; ²⁾ магістрант

І. Актуальність задачі

Розв'язуванню задачі структурної ідентифікації математичної моделі у вигляді різницевого оператора (РО) на основі інтервальних даних присвячено ряд публікацій [1, 2]. Однак наведені авторами цих статей підходи ґрунтуються на генетичних алгоритмах, які, як відомо, є евристичними та вимагають налаштування цілого ряду параметрів, але малоефективні, коли недостатньо вивчена фізика процесу. Крім того, іншим недоліком зазначених алгоритмів є необхідність використання нестандартних операторів схрещування (кросоверів) та операторів мутації.

Останнім часом для розв'язування задач дискретної оптимізації все ширше використовуються методи та алгоритми, які ґрунтуються на основі роевого інтелекту, такі як, наприклад, алгоритми бджолоїної колонії (АБК). Тому метою праці є порівняльний аналіз методів структурної ідентифікації інтервального різницевого оператора із застосуванням принципів роевого інтелекту та відомих методів на основі генетичних алгоритмів.

II. Постановка задачі

У задачі структурної ідентифікації інтервальний різницевий оператор представляють у такому загальному вигляді:

$$v_{i,j,h,k} = \vec{f}^T (v_{0,0,0,0}, \dots, v_{0,0,h-1,0}, v_{i-1,0,0,0}, \dots, v_{0,j-1,0,0}, \dots, v_{i-1,j-1,h-1,k-1}, \vec{u}_{i,j,h,0}, \dots, \vec{u}_{i,j,h,k}) \cdot \vec{g},$$

$$i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J, \quad h = 1, \dots, H, \quad k = 1, \dots, K, \quad (1)$$

де $\vec{f}^T(\bullet)$ - вектор невідомих базисних функцій; $v_{i,j,h,k}$ - модельована характеристика у точці із заданими просторовими координатами $i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J, \quad h = 1, \dots, H$ та на часовій дискреті $k = 1, \dots, K$; $\vec{u}_{i,j,h,0}, \dots, \vec{u}_{i,j,h,k}$ - вектори вхідних змінних у відповідних точках; \vec{g} - невідомий вектор параметрів різницевого оператора.

Умови узгодження експериментальних даних із результатом моделювання формують наступним чином:

$$[\vec{v}_{i,j,h,k}^-, \vec{v}_{i,j,h,k}^+] \subset [z_{i,j,h,k}^-, z_{i,j,h,k}^+], \quad \forall i = 1, \dots, I, \quad \forall j = 1, \dots, J, \quad \forall h = 1, \dots, H, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (2)$$

З урахуванням умов (2) для знаходження векторів \vec{g} та $\vec{f}^T(\bullet)$ потрібно розв'язати інтервальну систему нелінійних алгебричних рівнянь (ІСНАР) [3]. Для знаходження розв'язку отриманої ІСНАР необхідно буде реалізувати два етапи ідентифікації: структурну – для знаходження $\vec{f}^T(\bullet)$, та параметричну – для знаходження вектора \vec{g} .

Для початку введемо ряд позначень, які необхідні для розкриття суті формальної постановки задачі. Позначимо за λ_s поточну структуру IPO, яка задається наступним чином:

$$\lambda_s = \{f_1^s(\bullet) \cdot \vec{g}_1^s; f_2^s(\bullet) \cdot \vec{g}_2^s; \dots; f_{I_s}^s(\bullet) \cdot \vec{g}_{I_s}^s\} \subset \Lambda \quad (3)$$

де F – множина усіх структурних елементів, $F = \{f_1(\vec{v}_{i,j,h,k}, \vec{u}_{i,j,h,k}); \dots; f_i(\vec{v}_{i,j,h,k}, \vec{u}_{i,j,h,k}); \dots; f_L(\vec{v}_{i,j,h,k}, \vec{u}_{i,j,h,k})\}$, де $|F| = L$ (потужність множини F); $\{f_1^s(\bullet); f_2^s(\bullet); \dots; f_{I_s}^s(\bullet)\} \subset F$ набір структурних елементів, що задає поточну s -ту структуру IPO; $I_s \in [I_{\min}; I_{\max}]$ – кількість елементів у поточній структурі λ_s ; \vec{g}_s – вектор відомих значень параметрів, оцінений для поточної структури IPO на основі методів параметричної ідентифікації, які ґрунтуються на процедурах випадкового пошуку [3]; Λ – множина усіх можливих структур IPO.

Тепер задачу структурної ідентифікації IPO запишемо формально у вигляді задачі знаходження мінімуму цільової функції $\delta(\lambda_s)$, де значення $\delta(\lambda_s)$ для поточної структури λ_s кількісно визначає наближеність поточної структури до задовільної в сенсі забезпечення умов (2). Отже, формально задача структурної ідентифікації має такий вигляд:

$$\delta(\lambda_s) \xrightarrow{\vec{g}_s, \vec{f}^s(\bullet)} \min, \quad I_s \in [I_{\min}; I_{\max}], \quad \vec{f}^s(\bullet) \in F \quad (4)$$

Чим менше значення $\delta(\lambda_s)$, тим «краща» поточна структура IPO. Якщо $\delta(\lambda_s) = 0$, то поточна структура IPO дає можливість побудувати адекватну модель.

III. Методи структурної ідентифікації IPO

Для реалізації методу структурної ідентифікації на основі алгоритму бджолоїної колонії потрібно виконати наступні кроки: Крок 1. Ініціалізація. Крок 2. Фаза активності робочих бджіл. Крок 3. Фаза активності бджіл-дослідників. Крок 4. Фаза активності бджіл-розвідників. Крок 5. Запам'ятовування кращого джерела нектару. Повернення на крок 2 поки не буде досягнуто критерію зупинки.

Вхідні параметри алгоритму: MCN (максимальна кількість ітерацій), LIMIT («критерій вичерпності»), S (де 2S – розмір популяції), $[I_{\min}; I_{\max}]$ та множина F .

Для реалізації іншого методу структурної ідентифікації на основі генетичного алгоритму потрібно виконати наступні кроки: Крок 1. Випадкове генерування хромосом. Крок 2. Селекція кращих особин популяції. Крок 3. Схрещування відібраних особин популяції, що здійснюється випадковим чином із застосуванням оператора схрещування, побудованого за принципом «розіграшу лотереї». Повернення на крок 2 поки не буде знайдено «субоптимальну» структуру IPO.

Вхідні параметри алгоритму: S (де $2S$ – розмір популяції), $[I_{\min}; I_{\max}]$ та множина F .

Із праці [2] видно, що найскладнішою процедурою в алгоритмі структурної ідентифікації є процедура обчислення показника якості структури $\delta(\lambda_s)$. Тому, ефективність алгоритмів структурної ідентифікації будемо визначити на основі кількості обчислень значень показника $\delta(\lambda_s)$, який визначає цільову функцію у задачі структурної ідентифікації у виразі (5).

Порівняльний аналіз вищезазначених методів на задачі структурної ідентифікації макромоделі розподілу вологості на поверхні листа гіпсокартону показав, що метод структурної ідентифікації на основі АБК з точки зору часової складності є більш простішим. У наслідок того, що у методі структурної ідентифікації на основі ГА, генерування нових моделей-претендентів відбувається на основі принципу «розіграшу лотереї», що передбачає генерування двох моделей-претендентів для двох відібраних випадковим чином структур із популяції не залежно від значень показника $\delta(\lambda_s)$. На противагу цьому у методі структурної ідентифікації на основі АБК генерування моделей-претендентів відбувається шляхом розподілу їх загальної кількості між уже існуючими структурами IPO прямо пропорційно до значення показника $\delta(\lambda_s)$. Що фактично означає, що на основі кожної з «кращих» структур з точки зору значення показника $\delta(\lambda_s)$ буде згенеровано більше однієї моделі-претендента, а на основі найгіршої — жодної. Крім того, метод структурної ідентифікації на основі АБК забезпечує більше покриття області розв'язків.

Висновки

Розглянуто задачу структурної ідентифікації інтервального різницевого оператора. Проведено порівняльний аналіз ефективності існуючих методів структурної ідентифікації IPO. У результаті проведеного аналізу вперше встановлено, що значення показника часової складності алгоритму структурної ідентифікації IPO на основі АБК на 20% менше, ніж на основі ГА і при цьому порівняльна ефективність алгоритму бджолоїної колонії зростає при збільшенні розмірності задачі.

Список використаних джерел

1. Войтюк І. Ф., Метод та генетичний алгоритм структурної ідентифікації інтервальних різницевих операторів в задачах екологічного моніторингу / І. Ф. Войтюк, М. П. Дивак, В. М. Неміш // Збірник наукових праць Донецького національного технічного університету серії „Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка“. – 2011. - Вип. 14 (188). - С. 8-17.
2. Войтюк І. Ф. Особливості оптимізації структури інтервального різницевого оператора / Войтюк І. Ф., Манжула В. І., Дивак Т. М. // Прогресивні інформаційні технології в науці, освіті та економіці. Збірка наукових праць учасників міжнародної науково-практичної конференції „Трансформаційні реформи та антикризовий потенціал економіки в постсоціалістичних країнах“. – Вінниця, 2009. – С. 146-154.
3. Дивак М. П. Кількісні характеристики оцінки якості структури моделі у вигляді інтервального різницевого оператора / М. П. Дивак, Т. М. Дивак, І. Ф. Войтюк // Відбір і обробка інформації : міжвід. зб. наук. пр. – Вип. 34 (110). – 2011. – С. 86-94.

УДК 004

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ЗАСОБАМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ERLANG

Проць І.В.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, аспірант

І. Постановка проблеми

При моделюванні штучної нейронної мережі засобами мови програмування Erlang виникає багато питань щодо реалізації моделі: склад та розподіл функцій між елементами, синхронізація окремих складових моделі тощо.