

СТРУКТУРНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ АВТОНОМНИХ ІНТЕРВАЛЬНИХ ДИСКРЕТНИХ ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Порплиця Н.П.¹⁾, Ковалець А.С.²⁾, Возний О.А.³⁾

Тернопільський національний економічний університет

^{1)к.т.н., старший викладач, ^{2,3)} студент}

I. Актуальність задачі

Під час вивчення та дослідження складних процесів та явищ основним інструментом математичного моделювання є саме математична модель. Для її побудови потрібно провести дослідження та отримати експериментальні дані. Водночас, потреба врахування похибок різних типів, наприклад вимірювань, у результатах спостережень призводить до необхідності застосування методів інтервального аналізу[1]. У такому випадку, для синтезу математичної моделі доцільно використовувати методи індуктивного моделювання. Зокрема, у працях [2,3], розглянуто метод структурної ідентифікації інтервальных дискретних динамічних моделей (ІДДМ), який побудовано по аналогії із алгоритмами харчової поведінки колонії медоносних бджіл.

Цей метод структурної ідентифікації є потужним інструментом для знаходження ІДДМ із гарантованою точністю. Водночас, у праці [3] розглянуто програмний продукт для автоматизації зазначеного методу. Однак, результати аналізу показали, що існуюча програмна реалізація не забезпечує можливості побудови саме автономних моделей, а також не надає досліднику інструментарію для оперування вже побудованою, адекватною моделлю.

Тому актуальним є завдання програмної реалізації зазначеного методу для автоматизації процесу пошуку структури автономних інтервальных дискретних динамічних моделей (АІДДМ) із розширеним функціоналом.

II. Постановка задачі

У загальному випадку АІДДМ можна записати у такому вигляді:

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

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

де $\bar{f}^T(\bullet)$ - невідомий вектор 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 $k = 1, \dots, K$; \bar{g} - невідомий вектор значень параметрів моделі.

Зауважимо, що оскільки в межах цієї праці будемо розглядати лише АІДДМ, тому у виразі (1) не враховуємо значення вхідних змінних, тобто управлінь. Позначимо поточну структуру АІДДМ - λ_s , де під структурою розуміємо загальний вигляд АІДДМ.

Тоді структуру АІДДМ (1) будемо шукати у такий спосіб, щоб забезпечити виконання умов узгодження експериментальних даних із результатом моделювання[1-3]:

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

Оцінюватимемо «якість» структури АІДДМ, тобто її наближеність до адекватної моделі (такої, що задовольняє умови (2)), на основі значення функції мети $\delta(\lambda_s)$, обчисленого для неї [1,3].

Чим менше значення функції мети $\delta(\lambda_s)$, обчислене для поточної структури $\delta(\lambda_s)$ тим вона «якісніша»[2]. Якщо $\delta(\lambda_s) = 0$, то поточна структура АІДДМ дає можливість побудувати адекватну модель.

III. Аналіз вимог до програмного продукту

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для автоматизації процесу пошуку структури АІДДМ. Для цього буде використано відомий метод структурної ідентифікації математичних моделей, побудований на основі поведінкових моделей бджолиної колонії[2,3].

Зазначений метод імітує харчову поведінку медоносних бджіл під час пошуку їжі для знаходження адекватної структури λ_s АІДДМ.

У праці [3] розглянуто програмний продукт для автоматизації вищеприказаного методу структурної ідентифікації. Зазначений програмний продукт надає користувачу наступний функціонал: введення експериментальних даних та початкових параметрів реалізації методу; автоматизоване формування набору структурних елементів, пошук структури моделі; збереження результатів усіх ітерацій реалізації методу у текстовий файл.

Зауважимо, що розглянути програмний продукт не забезпечує побудови автономної моделі у вигляді (1). Адже для цього потрібно модифікувати функцію автоматизованого формування набору структурних елементів, а саме забезпечити можливість генерування набору структурних елементів без врахування вхідних змінних (управлінь). Ще одним недоліком зазначеного продукту є відсутність можливості подальшого оперування знайденою моделлю. Також доцільно було б передбачити можливість графічного представлення коридору інтервальних моделей на основі знайденої адекватної структури чи у процесі її побудови. Із одного боку, це допоможе представляти результати моделювання на основі відомої адекватної структури моделі, а з іншого – безперерійно відслідковувати точність наближення експериментальних даних поточною структурою моделі. Зауважимо, що до множини поточних структур відносимо усі структури АІДДМ, які було згенеровано за допомогою відомого методу структурної ідентифікації.

Тепер можемо побудувати модель варіантів використання програмного продукту для автоматизації процесу структурної ідентифікації АІДДМ.



Рисунок 1 – Модель варіантів використання програмного продукту

Як видно з рисунку 1, розроблюваний програмний продукт буде реалізовувати розширений набір функцій. У ньому також буде імплементовано модифіковану функцію для автоматизованого генерування набору структурних елементів для побудови АІДДМ.

Висновок

У праці розглянуто метод структурної ідентифікації АІДДМ. Показано, що для розв'язування цієї задачі можна використати метод структурної ідентифікації побудований на основі поведінкових моделей бджолоїної колонії. Проведено аналіз існуючого програмного продукту для реалізації зазначеного методу під час якого було виявлено ряд недоліків. Розроблено модель варіантів використання програмного продукту із розширеним функціоналом для побудови саме АІДДМ, для подальшої її програмної реалізації.

Список використаних джерел

1. Очеретнюк Н. П. Структурна ідентифікація інтервальної моделі процесу сушіння гіпсокартону / Н. П. Очеретнюк, М. П. Дивак // Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : Міжнар. наук.-техн. журнал. – 2013. – № 2. – С. 211-217.
2. Порплиця Н. П. Синтез структури інтервального різницевого оператора з використанням алгоритму бджолоїної колонії / Н. П. Порплиця, М. П. Дивак // Індуктивне моделювання складних систем. – 2013. – Вип. 5. – С. 256-269.
3. Порплиця Н. П. Реалізація методу структурної ідентифікації інтервальних різницевих операторів на основі алгоритму поведінки бджолоїної колонії / Н. П. Порплиця, М. П. Дивак // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2015. – Вип. 4(93). – С. 34-40.