

ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ ЗАМКНУТОГО ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджується проблема використання апарату нечіткої логіки для контролю параметрів замкнутого водного середовища. Запропонований підхід дозволить вирішити проблеми традиційного підходу до створення контролерів, а саме зменшити кількість розрахунків та стабілізувати посилення похибки.

Ключові слова: нечітка логіка, PID-контролер, лінгвістична змінна, аквакультура.

Abstract

The problem of using a fuzzy logic device to control the parameters of a closed water environment is investigated. The proposed approach solves the problem of the traditional approach to creating controllers, namely, reducing the number of calculations and stabilizing the error amplification.

Keywords: fuzzy logic, PID controller, linguistic variable, aquaculture.

Вступ

Одним із напрямків сільського господарства є аквакультура – вирощування водних організмів з метою отримання товарної продукції та її реалізації, штучного розведення чи відтворення водних біоресурсів, надання рекреаційних послуг тощо. Також аквакультура включає теоретичні знання і наукові дослідження цієї галузі. Розповсюдженим підходом в аквакультурі є використання акваріумів. Проектування та реалізація ефективних систем керування для акваріумів є надзвичайно важливим для забезпечення здорового та стабільного середовища для водних організмів. Основною задачею досліджень, що стосуються акваріумів, є моніторинг, контроль і регулювання їх основних параметрів, таких як якість, температура води, ступінь освітленості, кислотність та відсоткова частка кисню, що забезпечують найкращі умови для вирощування водних організмів [1].

Серед проблем, які мають вирішувати системи управління акваріумом, існує проблема спроможності системи адаптуватись під нетипові зміни основних параметрів замкнутого водного середовища під дією технічних несправностей чи під дією зовнішніх чинників, таких як зміна температурного режиму приміщення, потрапляння у воду надлишкової кількості корму чи відходів. Крім того, різні водні організми потребують власного режиму роботи замкнутого водного середовища та відповідної реакції системи на відхилення показників від норми. Традиційні системи працюють із чіткими даними датчиків на основі наперед розрахованих математичних моделей, які можуть не враховувати змінні умови середовища та неповноту вхідної інформації. Якщо ж подібні похибки і неточності враховуються, то кількість математичних обчислень і час відгуку системи значно збільшуються.

Вирішити проблему невизначеності і неповноти вхідних даних про зовнішні чинники та спростити кількість обчислень може допомогти використання нечіткої логіки для перетворення чітких вхідних даних у більш подібні до сприйняття людиною лінгвістичні змінні [2].

Постановка задачі

Контролери параметрами необхідні у будь-якій ситуації, яка вимагає збереження стабільного значення вказаного параметра, до прикладу, температури. Це може бути ситуація, в якій об'єкт

необхідно нагріти, охолодити або і те, й інше одночасно для збереження заданого значення, в незалежності від зміни навколишнього середовища. Існує два основних види контролерів – «відкритого» та «закритого» типу. Відкритий тип контролера виконує функцію нагріву не враховуючи реальний вивід температури. Контролери ж закритого типу постійно вимірюють вихідну температуру і підлаштовують зміни задля збереження встановленої температури. Ключовим елементом контролера є алгоритм чи пристрій, що вирішує, яким чином продовжувати свою роботу та яку потужність для нагріву/охолодження видавати на виході. Існує декілька механізмів контролю – варто зазначити оснований на вмиканні/вимиканні та пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор (PID-регулятор). Другий оснований на сумі трьох доданків, що складається з різниці вхідного сигналу і сигналу зворотнього зв'язку, інтегралу сигналу неузгодженості та похідної сигналу неузгодженості. PID-регулятор забезпечує вищу точність розрахунків та дозволяє напряму контролювати вихідний сигнал. Основними недоліками даного регулятора є збільшення кількості розрахунків, підвищене посилення високочастотних складових сигналу помилки, а також можливість виникнення сигналів більшої амплітуди [3].

Вищезазначені проблеми можна частково вирішити за допомогою механізму нечіткої логіки, що дозволяє замінити суто формальний опис конкретних значень температури та значення помилки на лінгвістичні змінні, тим самим отримавши можливість об'єднати останні у предикатні правила для формування висновку про оптимальну поведінку систему у наступний дискретний момент часу.

Метою дослідження є розробка архітектури нечіткого модуля контролю параметрів замкнутого водного середовища.

Об'єктом дослідження є процеси управління параметрами замкнутого водного середовища.

Предметом дослідження є алгоритми та методи, що реалізують процес управління параметрами замкнутого водного середовища.

Результати дослідження

Розглянемо структуру PID-контролера, представленого на рисунку 1.

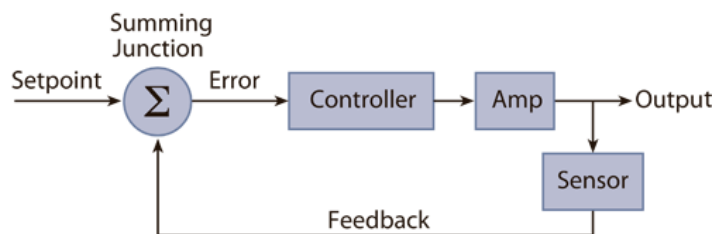


Рисунок 1 – загальна структура PID-контролера

На вхід контролера подається бажана температура(Setpoint). Це температура, яку контролер повинен підтримувати у процесі своєї роботи. На сумуючому з'єднанні продукується значення помилки, яке, як правило, отримується як різниця бажаної температури та вихідного сигналу. Помилка подається на контролер, який, на основі її значення, приймає рішення про свою подальшу роботу.

Сформований сигнал передається на передавальну функцію(Transfer function), яка описує залежність виходів деякої динамічної системи та її входів. Дана функція перетворює значення, отримане на контролері, на вихідне значення(температуру). Дане вихідне значення зворотно подається на вхід для визначення нового значення помилки [4].

Таким чином, можна визначити такі вхідні параметри системи, як бажане значення температури(Setpoint) та значення помилки(Error). Крім цих параметрів, варто також враховувати значення зміни помилки(dError), що дозволить точніше коригувати вихідний сигнал контролера. Вихідним показником є зусилля обов'язок контролера на зміну температури(Duty).

Для розв'язання задачі обрано алгоритм Мамдані - алгоритм нечіткого логічного виводу по базі знань (базі правил).

Метод Мамдані є нечіткою системою виведення (НСВ). НСВ являє собою систему, що

використовує теорію нечітких множин для відображення входів (функцій в разі нечіткої класифікації) до виходів (класів в разі нечіткої класифікації). Кожен етап виконується послідовно, до того ж кожен наступний етап отримує на вхід значення, що були отримані в результаті роботи попереднього.

Для вхідних значень метод Мамдані використовує певну базу правил.

Метод складається з наступних етапів:

- формування бази правил;
- фазифікація;
- агрегування підумов;
- активізація підвисновків;
- акумулювання висновків;
- дефазифікація [5].

На рисунку 3 наведено загальну структурну схему нечіткого модуля контролю температури згідно із загальною моделлю PID-контролера. Визначено основні структурні компоненти модуля:

- Субтрактор бажаної температури і вихідного сигналу.
- Мультиплексор вхідних сигналів контролера.
- Нечіткий контролер температури – формує відсоток потужності на основі значень помилки і похідної помилки.
- Модуль передавальної функції – трансформує вихідний сигнал контролера в реальне збільшення температури.
- Мультиплексор вихідного сигналу.
- Оглядач сигналів – модуль для візуалізації сигналів бажаної та вихідної температури.

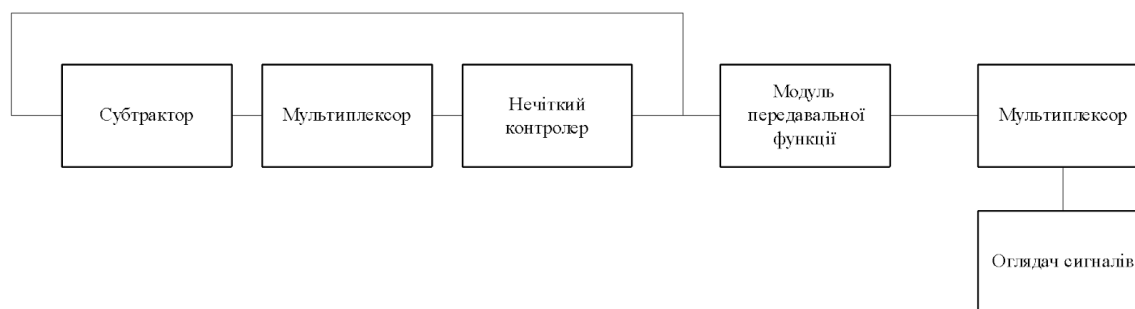


Рисунок 3 – загальна структурна схема нечіткого модуля контролю температури в замкнутому водному середовищі

Дана архітектура дозволяє замінити суто формальний опис конкретних значень параметрів та значення помилки на лінгвістичні змінні, тим самим отримавши можливість об'єднати останні у предикатні правила для формування висновку про оптимальну поведінку систему у наступний дискретний момент часу.

Висновки

Проблемами використання традиційних контролерів параметрів замкнутого водного середовища є збільшення кількості розрахунків, підвищене посилення високочастотних складових сигналу помилки, неповнота вхідних даних про стан системи. Вирішити дані проблеми може допомогти використання апарату нечіткої логіки для перетворення чітких вхідних даних у більш подібні до сприйняття людиною лінгвістичні змінні. Використання алгоритму Мамдані дозволяє об'єднати нечіткі лінгвістичні змінні у предикатні правила для формування висновку про оптимальну поведінку системи у наступний дискретний момент часу. Наступним етапом дослідження є програмна реалізація запропонованої моделі та перевірка результатів розробленого рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Muhammad Aziz Muslim and Yogi Raditya Julianto, Design and Implementation of Filter Pump Control in a Freshwater Fish Aquarium based on Fuzzy Logic, 1 – 3
2. Buckley, J. J. and Hayashi, Y., Fuzzy neural networks: A survey, Fuzzy Sets and Systems 66, pp. 1-13.
3. Temperature Controller Basics Handbook [Електронний ресурс] – режим доступу:
<https://www.instrumart.com/pages/283/temperature-controller-basics-handbook>
4. W. Ross Ashby (1957). "Chapter 12: The error-controlled regulator".
5. Басюк Н.В. «Алгоритми аналізу стану комп'ютерної системи на основі нечіткої логіки».

Шинкаренко Олег Олександрович – аспірант кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: oshynkarenko1503@gmail.com.

Сілагін Олексій Віталійович – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: avsilagin@vntu.edu.ua.

Shynkarenko Oleh Oleksandrovysh – postgraduate student of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oshynkarenko1503@gmail.com.

Silagin Olesiy Vitalyevich – Cand Sc. (Eng.), Associate Professor of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: avsilagin@vntu.edu.ua.