

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ І АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ ЗАМКНУТОГО ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджується проблема поєднання технологій комп'ютерного зору і 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 покращити адаптивність системи в нестійких умовах та умовах невизначеності.

Ключові слова: обробка зображень, комп'ютерний зір, нечітка логіка, лінгвістична змінна, аквакультура.

Вступ

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. Мета досліджень, що фокусуються на водних середовищах, є моніторинг і регулювання основних параметрів останнього, таких як ступінь освітленості, насиченість киснем, забруднення води тощо [1].

Для моніторингу частини параметрів водного середовища, таких як чистота води, інтенсивність освітлення, існує необхідність роботи із оптикою, що представлена датчиками, камерами. Можливість адекватного реагування на неочікувані зміни в оптичних даних може забезпечити стабільнішу роботу системи і здоровіше середовище для вирощування живих організмів.

Для ідентифікації проблем, пов'язаних із оптичними даними стану акваріуму, застосовується система датчиків, проте не в усіх ситуаціях датчики без додаткового аналізу здатні адекватно повідомляти про порушення стану водного середовища. Вирішити проблему аналізу візуальної інформації стану акваріуму та подальшої її обробки може допомогти поєднання технологій комп'ютерного зору і апарату нечіткої логіки для перетворення аналітичних даних комп'ютерного зору у більш подібні до сприйняття і обробки людиною лінгвістичні змінні [2, 3].

Виклад основного матеріалу

Технології комп'ютерного зору дозволяють доступними методами оцінювати стан води у акваріумі згідно із необхідними для управління показниками. Зокрема, за допомогою камер можна визначати ступінь прозорості води, що може слугувати індикатором її чистоти; виявляти наявність водоростей чи відходів життєдіяльності; оцінювати інтенсивність освітлення в акваріумі.

Аналіз зображень може базуватись на простих статистичних показниках, таких як яскравість, контраст, а також на глибших методах, як глибоке навчання, коли система навчається розпізнавати «чисту» і «забруднену» воду на прикладах та специфіці конкретного випадку.

З вищенаведеного вже випливає необхідність роботи із нечіткими, не строго формалізованими даними і поняттям, як «чиста» і «забруднена» вода. Крім того, аналіз ситуації у конкретний момент часу не є індикатором динаміки зміни стану водного середовища і не дозволяє в достатній мірі адекватно реагувати на подібні зміни.

Технології комп'ютерного зору дозволяють працювати із потоком візуальної інформації для отримання послідовності дискретних оцінок стану водного середовища. Отримання такої послідовності у свою чергу надає змогу оцінити динаміку зміни відхилень від норми на додачу до звичайних емпіричних даних. Подібний підхід визначається як контролер, що керується похибкою [4].

Для роботи із отриманими оціночними даними і моделювання прийняття рішень у ситуаціях, коли

параметри неможливо точно виміряти, має сенс застосувати апарат нечіткої логіки. Нечітка логіка дозволяє створювати предикатні правила вигляду «якщо – то», що у свою чергу є представленням інформації природною мовою для експерта в галузі аквакультури. Таким чином, можна досягнути ефективного управління параметрами водного середовища без побудови складної математичної моделі системи і без її перерахунку для кожного конкретного випадку. В умовах специфіки конкретних середовищ є достатнім доповнення існуючої бази правил апарату нечіткого логічного виведення новими правилами чи модифікацією існуючих.

Крім того, наведене поєднання технологій не вимагає додаткових апаратних засобів – для моніторингу достатнім буде використання відеокамер, під'єднаних до мікроконтролерів, таких як Raspberry Pi [5] з використанням відкритих бібліотек комп'ютерного зору та модулів нечіткої логіки. Простота апаратної архітектури потенційно здатна зменшити енергозатрати в ході експлуатації системи контролю, проте питання вимагає подальшого дослідження і оцінки.

Висновки

Проблемами використання традиційних контролерів параметрів замкнутого водного середовища є неповнота вхідних візуальних даних про стан системи та відсутність механізму оцінки стану середовища в динаміці. Вирішити дані проблеми може допомогти поєднання підходів технології комп'ютерного зору та апарату нечіткої логіки для виокремлення візуальних характеристик водного середовища, перетворення чітких вхідних даних у більш подібні до сприйняття людиною лінгвістичні змінні та можливості прийняття рішень на основі послідовності змін значень відхилення параметрів від норми. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку інтелектуальних моделей адаптивного управління в реальному часі із використанням машинного навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Muslim, M. A., & Julianto, Y. R. (2019). Design and Implementation of Filter Pump Control in a Freshwater Fish Aquarium based on Fuzzy Logic, 1 – 3. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1201/1/012020>
2. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing (4th ed.). Pearson.
3. Buckley, J. J., & Hayashi, Y. (1994). Fuzzy neural networks: A survey. Fuzzy Sets and Systems, 66(1), 1–13. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(94\)90297-6](https://doi.org/10.1016/0165-0114(94)90297-6)
4. Instrumart (n.d.) Temperature Controller Basics Handbook [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.instrumart.com/pages/283/temperature-controller-basics-handbook>
5. B. H. Weng (2019), Arduino & Raspberry Pi in IoT Projects – Practical Internet of Things.

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.

APPLICATION OF COMPUTER VISION TECHNOLOGIES AND FUZZY LOGIC DEVICE TO CONTROL PARAMETERS OF A CLOSED AQUATIC ENVIRONMENT

Abstract

The paper investigates the problem of combining computer vision technologies and fuzzy logic apparatus for controlling parameters of a closed aquatic environment. The proposed approach solves the problem of the traditional approach to creating controllers, namely, reducing the number of calculations and improving the adaptability of the system in unstable conditions and conditions of uncertainty.

Keywords: image processing, computer vision, fuzzy logic, linguistic variable, aquaculture.

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

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