

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

V. Hrusha

ELEMENTS OF INTELLIGENT SERVICE-ORIENTED INFORMATION TECHNOLOGY FOR SENSORS DATA ACQUISITION AND PROSESSING

The paper describes the architecture of service-oriented system for acquisition of chlorophyll fluorescence sensors data acquisition and general algorithm for processing data using neural networks.

Key words: sensors, chlorophyll fluorescence induction, neural networks.

Описана архитектура сервис-ориентированной системы для сбора данных от сенсоров флуоресценции хлорофилла и обобщенный алгоритм обработки данных с использованием нейронных сетей.

Ключевые слова: сенсоры, индукция флуоресценции хлорофилла, нейронные сети.

Описано архитектуру сервис-ориентированной системы для сбора данных из сенсоров флуоресценции хлорофилла та узагальнений алгоритм обробки даних з використання нейронних мереж.

Ключові слова: сенсори, індукція флуоресценції хлорофілу, нейронні мережі.

© В.М. Груша, 2018

УДК 004.9

В.М. ГРУША

ЕЛЕМЕНТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ВІД СЕНСОРІВ

Вступ. Впродовж останніх десятиліть індукція флуоресценції хлорофілу (ІФХ) викликає все більший інтерес як один із способів спостереження за станом рослинних об'єктів, про що свідчить зростання кількості наукових публікацій на дану тематику [1]. Флуоресценція хлорофілу найбільш виражена в червоному спектрі світла в результаті освітлення попередньо адаптованого до темряви листа рослини в синьому спектрі світла. Отримана крива ІФХ znana, також, як крива Каутського. Вимірювання даної кривої здійснюються за допомогою спеціальних приладів флуорометрів, що дозволяють вимірювати флуоресценцію у потрібному спектральному діапазоні переважно 680–720 нм впродовж певного періоду часу, від 10 секунд (досягнення максимального рівня ІФХ) до декількох хвилин (до досягнення стаціонарного рівня). Поширення таких приладів сприяє накопиченню значних сукупностей даних, що дозволяє застосовувати, крім базових статистичних методів, також комплексні методи машинного навчання [2], такі як нейронні мережі (НМ) [3–5], метод опорних векторів [6] тощо.

В даній статті узагальнено досвід отримання та опрацювання даних, вимірних сенсорами, розробленими в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України [3], із застосуванням описової статистики та апарату нейронних мереж, запропоновано архітектуру сервіс-орієнтованої системи для збору і обробки даних ІФХ та узагальнений алгоритм її дослідження із застосуванням нейронних мереж.

Сервіс-орієнтована архітектура. Як показує досвід аналізу даних ІФХ, через природню варіабельність рослин, непрямолінійні залежності від факторів навколишнього середовища [7, 8], вивчення явища ІФХ та впровадження їх в прикладну сферу вимагають набору значних сукупностей даних, автоматизації вимірювань та застосування розподілених систем збору та обробки інформації, що дозволило б накопичувати дані, отримувані від дослідників та бездротових мереж сенсорів, а також збір даних із сторонніх ресурсів, таких як параметри навколишнього середовища в певній географічній ділянці (наприклад, метеодані). Для даних цілей доцільним є застосування веб-сервісної архітектури, що передбачає функціонування системи на основі невеликих, незалежних програм, що обмінюються на основі http-протоколу та дозволяють обробляти запити від різних клієнтів. Запропонована архітектура інтелектуальної сервіс-орієнтованої системи моніторингу стану рослинних об'єктів, яка показана на рис. 1, включає бездротові сенсори ІФХ, розроблені в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та передбачає отримання даних про додаткові параметри навколишнього середовища від сторонніх сервісів. На рис. 2 показано результат тестування RESTful веб-сервісу для отримання і опрацювання файлу в xml форматі з вимірюваннями ІФХ, який виконувався на комп'ютері з процесором Intel Core i5-6200U.

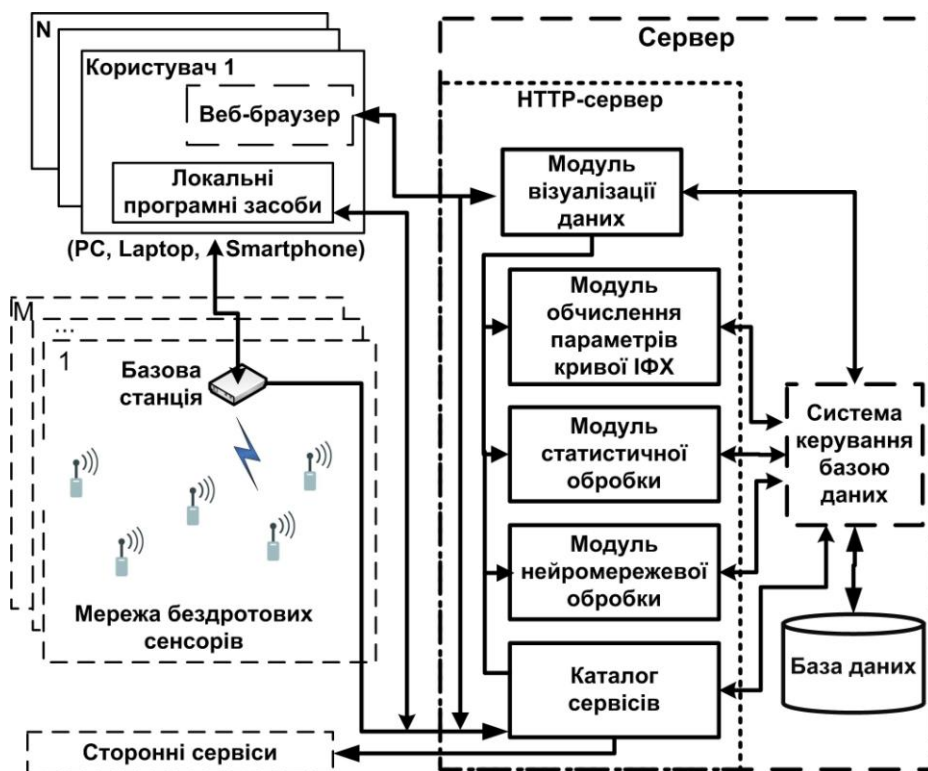


РИС. 1. Архітектура сервіс-орієнтованої системи збору та обробки даних ІФХ

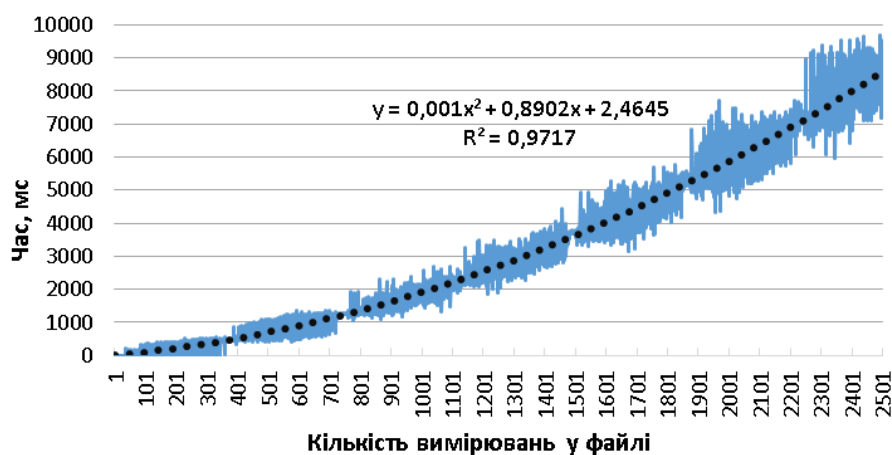


РИС. 2. Час опрацювання запиту веб-сервісом в залежності від кількості вимірювань у файлі

Узагальнений алгоритм проведення дослідження ІФХ із застосуванням нейронних мереж. Подальшою задачею після збору даних є обробка отриманих результатів, що включає графічний та статистичний аналіз даних, що дозволяє виявити аномальні дані, закономірності у даних, висунути певні гіпотези та перевірити їх. Отримані результати враховуються при застосуванні нейронних мереж. Зокрема, результати попереднього статистичного аналізу враховуються при формуванні вхідних векторів НМ. Питання попередньої обробки даних, таких як нормалізація даних та формування вхідного вектора НМ було висвітлено у [9]. Блок-схему узагальненого алгоритму проведення дослідження ІФХ із застосуванням нейронних мереж показано на рис. 3.

Нейромеревий підхід дозволяє виявити чи можна застосувати ІФХ для певної конкретної прикладної задачі (наприклад, можливості прийняття рішення про необхідність поливу, виявлення інфекцій на ранніх стадіях, результативність обробки рослин гербіцидами, добривами, реєстрування впливу стресових факторів), а також виявляти додаткові закономірності та залежності у даних. Застосування нейронних мереж з прямим поширенням сигналів (feed forward network) для задачі класифікації видів рослин показало, що крива ІФХ тривалістю 5 хв. підходить краще для розпізнавання виду рослин, ніж тривалістю 10 с. [10]. Нейронні мережі ефективні при прийнятті рішень про необхідність поливу на основі параметрів ІФХ та температури повітря [9].

В залежності від виду дослідження та поставленої задачі вибирають архітектуру нейронної мережі. Зокрема, задача класифікації виникає за необхідності встановити наявність певного стресового фактору, визначення виду рослини. Кластеризацію застосовують при дослідженні у вигляді спостереження, коли не до кінця відомі впливаючі фактори, тож необхідно встановити певні кластери, виходячи з яких необхідно проводити подальше дослідження даних або ж назначити додаткові фізико-хімічні та мікробіологічні аналізи рослинних об'єктів, зразків ґрунту, повітря тощо.

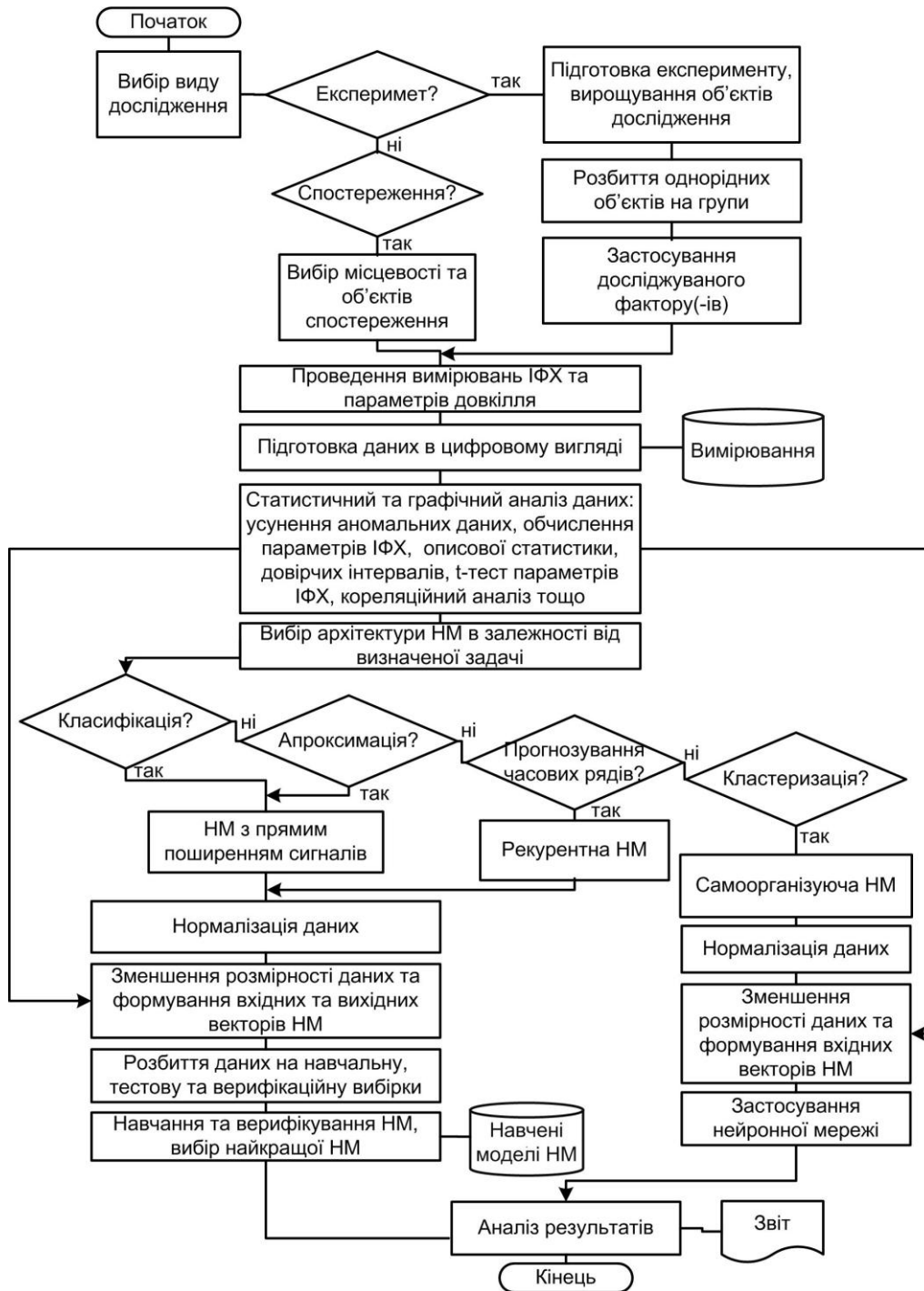


РИС. 3. Узагальнений алгоритм проведення досліджень ІФХ із застосуванням НМ

Моделювання взаємозалежностей параметрів навколишнього середовища та ІФХ за допомогою множинних поліномних регресійних моделей показало перевагу нейронних мереж над такими моделями.

Висновки. З метою збору даних з розподілених мереж сенсорів доцільно використовувати сервіс-орієнтовану архітектуру при розробці систем збору даних із бездротових мереж сенсорів ІФХ. Досвід аналізу експериментальних даних пов'язаних з ІФХ, вказує, що нейронні мережі дозволяють застосовувати ІФХ до ряду прикладних задач і показують кращі результати, ніж лінійні регресійні моделі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Zulfugarov I.S et al. Practical guide to measure chlorophyll fluorescence in plants and calculate main chlorophyll fluorescence parameters. Вестник СВФУ. 2018. № 2 (64). С. 35 – 44.
2. Kalaji H.M., Schansker G., Brestic M. et al. Frequently asked question about chlorophyll fluorescence, the sequel. Photosynthesis Research. Vol. 132, Issue 1, Springer, 2017. P. 13 – 66.
3. Palagin O., Romanov V., Galelyuka I., Hrusha V., Voronenko O. Wireless smart biosensor for sensor networks in ecological monitoring. Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications 21-23 September, 2017. Bucharest, Romania.
4. Xanthoula Eirini Pantazi, Dimitrios Moshou, Dimitrios Kasampalis and Pavlos Tsouvaltzis. Automatic Assessment of Phenotypes in lettuce plants by using Chlorophyll Fluorescence Kinetics and Machine Learning. Proceedings International Conference of Agricultural Engineering. AgEng 2014 Zurich 6–10.07.2014. P. 167 –176.
5. Goltsev V. et al. Drought-induced modification of photosynthetic electron transport in intact leaves: Analysis and use of neural network as a tool for a rapid non-invasive estimation. Biochimica et Biophysica Acta 1817. 2012. P. 1490–1498.
6. Yang J. et al. Accurate identification of nitrogen fertilizer application of paddy rice using laser-induced fluorescence combined with support vector machine. Plant Soil Environment. Vol. 61, 2015, No. 11: 501–506.
7. Груша В.М. Обробка результатів експериментальних досліджень, проведених з використанням портативного флуорометра "Флоратест". *Комп'ютерні засоби, мережі та системи*. 2015. № 14. С. 109 – 116.
8. Guo Y., Tan J. Recent Advances in the Application of Chlorophyll a Fluorescence from PhotosystemII. Photochemistry and Photobiology. 2015. 91. P. 1 – 14.
9. Груша В.М. Нормалізація та зменшення розмірності даних хлорофіл-флуорометрів. *Комп'ютерні засоби, мережі та системи*. 2017. № 16. С. 76 – 86.
10. Palagin O., Grusha V., Antonova H., Kovyrova O., Lavrentyev V. Application of biosensors for plants monitoring. International Journal "Information theories & applications". 2017. Vol. 24, N. 2. P. 115 – 126.

Одержано 15.11.2018