

СТРУКТУРА ТА АЛГОРИТМ РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КУЛЬТУРНИХ ЦІННОСТЕЙ

Анотація. У статті розглядається алгоритм роботи інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень ідентифікації культурних цінностей і користувача з нею, питання визначення основних сценаріїв роботи і обмежень. Автором наводиться доцільність поділу програмної реалізації системи на окремі модулі, що дозволить зробити процес масштабування системи менш трудомістким і більш ефективним. Наводиться набір інструментарію для вирішення поставленого завдання. При чому для ідентифікації та аналізу різних типів об'єктів культурних цінностей можуть бути передбачені різні типи нейронних мереж. Також відзначається складність і комплексність підходу вирішення поставленого завдання, визначені перспективи та шляхи подальшого дослідження даної предметної області.

Ключові слова: алгоритм, система підтримки прийняття рішень, нейронна мережа, інтелектуальний аналіз даних, ідентифікація культурних цінностей.

Вступ. Питання дослідження та розробки інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) ідентифікації культурних цінностей (КЦ) є актуальним та з урахуванням наявності сучасних методів та засобів може бути вирішено. Велика кількість типів та різновидів об'єктів КЦ може значно ускладнити розробку моделей та алгоритмів, які б враховували би всі ці особливості, тому авторами на початковому етапі, для апробації результатів, та для доцільності подальшого розвитку системи, робиться акцент на таких об'єктах як картини (оригінальні художні твори живопису), як одного з типів об'єктів КЦ, авторами було розглянуто це питання в роботі [1]. З технічної точки зору, представляє інтерес саме об'єкти матеріальної культури, що мають художнє, історичне, етнографічне та наукове значення і підлягають збереженню, відтворенню та охороні відповідно до законодавства України.

Постановка проблеми. При ідентифікації об'єктів КЦ на початковому етапі користувачам та експертам доводиться покладатися виключно на свій до-

свід та наявність в них довідкових матеріалів (каталогів чи інформаційних систем з предметної області). Як зазначають експерти, рішення про детальну експертизу в спеціалізованих лабораторіях доводиться приймати, в більшості випадків, виключно в результаті візуального огляду об'єкта та його певних ознак чи характеристик, відповідно до типу КЦ. На сьогодні не існує універсальної інформаційно-довідкової та/або інтелектуальної СППР для ідентифікації КЦ.

Впровадження та використання сучасних математичних та програмно-апаратних засобів, підходів та інструментів при створенні систем подібного типу та використання системного підходу, на думку автора, є більш ефективним.

Мета дослідження. В результаті аналізу предметної галузі, розробки моделі та методів ідентифікації КЦ, створити та надати користувачу дієвий інструмент для вирішення поставленої задачі. Підвищення якості та ефективності ідентифікації КЦ за рахунок впровадження та використання зазначеної інтелектуальної СППР.

Викладення основного матеріалу дослідження. Запропонована автором система має великі перспективи використання та велику потенційну аудиторію користувачів. Але, як зазначалося автором в своїх роботах раніше, користувачам буде надано різні права та права доступу. Таким чином система, що розробляється, має працювати за відповідними режимами[1, 4].

Отже автором пропонується в системі розробити два принципово різні режими її роботи:

– Інформаційно-довідковий режим. В першу чергу призначений для користувачів, які будуть використовувати систему для пошуку довідкової інформації за певними ознаками, наприклад, назва, автор, розмір і т.п. Даний режим може бути цікавим, наприклад: для експертів в області культурних цінностей та предметів мистецтва для вивчення та вдосконалення своїх знань; навчальним закладам; організаціям для створення та наповнення каталогів культурних цінностей та предметів мистецтва; пересічним користувачам системи (гостям ресурсу); історикам; аукціонам з продажів культурних цінностей та предметів мистецтва; тощо.

– Режим інтелектуальної СППР. В першу чергу призначений для користувачів, які будуть використовувати систему для аналізу об'єкта для формування довідки при прийнятті рішень щодо подальших дій з об'єктом. Окрім пошука співпадінь зображення об'єкта з зображеннями бази даних системи, та фор-

мування додаткових довідкових відомостей, у функціонал інтелектуальної СППР закладається й функція аналізу цього об'єкту. Під аналізом, автором розуміється результат роботи нейронної мережі для встановлення оригінальності об'єкту, його відповідності еталону зображенню, що знаходиться в базі даних, а також співвідношення його основних ознак.

Інформаційно-аналітична система, що розробляється в межах даного наукового дослідження має бути універсальна та охоплювати всі аспекти ідентифікації всіх типів КЦ, тобто, при проектуванні структури системи, закладаються можливості подальшого масштабування та вдосконалення системи.

Було прийнято рішення умовно розділити розробку системи на три окремі складові, що значно спрощує як етап проектування так і розробки:

- «База даних КЦ»;
- «Аналітичний модуль СППР»;
- «Користувацький інтерфейс».

В дослідженні акцент робиться на ідентифікації культурних цінностей та їх різноманітності, що в свою чергу формує різні умови і обмеження для завдання прийняття рішення та формування довідки. Врахування різних категорій ознак різних типів об'єктів КЦ, та поєднання в одній БД та СППР відрізняється від типового рішення задачі прийняття рішення. Окрім процесу ідентифікації об'єкта, за певними характерними рисами та показниками, система матиме змогу надавати аналітичну довідку про оригінальність, приналежності руки автора, епохи або часового діапазону. Саме в такій різниці від існуючих СППР й буде оригінальність підходу рішення задачі та наукова новизна роботи.

Оскільки на початковій стадії розробки для апробації роботи системи акцент робиться на картинах, то для зазначеної категорії в першу чергу необхідно визначити список ознак/критеріїв, важливість та актуальність цього розглянуто в роботі [2]. Було проаналізовано предметну область та визначено наступний типовий список ознак/характеристик що стосуються картин:

- Тип (картина, ікона, фото, чеканка, вирізана (панно), вишивка);
- Назва (мова оригіналу, англійська та українська мови);
- Автор (якщо встановлено, або країна та місце походження);
- Дата створення (якщо чітко встановлено, або приблизний);
- Габаритні розміри (довжина, висота, ширина (мм));
- Маса (г);

- Матеріал основи (дерево, метал, пластик, полотно, бумага, якщо можна визначити конкретно, наприклад: дерево – бук, дуб, сосна, береза, тощо; метал – золото, срібло, мідь, тощо);
- Матеріал (для картин фарба: акварель, гуаш, акрил, масло, і т.п.);
- Наявність рамки(багета) (так/ні);
- Матеріал рамки (дерево, метал, пластик, бумага, якщо можна визначити: дерево – бук, дуб, сосна, тощо; метал – золото, срібло, тощо);
- Власник (фізична, юридична особа, держава);
- Фото (з визначеною якістю та бажано якісне та кольорове);
- Довідка (опис про можливі особливі прикмети: подряпина, пляма, за-світи, тощо).

В таблиці 1 наведено типовий перелік характеристик для отаблиці з бази даних, що відповідатиме саме за картини.

Таблиця 1

Список характеристик таблиці з картинами для бази даних КЦ

ID, унікальний ідентифікатор		
Тип (картина, ікона, фото, чеканка, вирізана (панно), вишита)		
Назва (мова оригіналу, англ. та укр.)		
Автор (якщо можна встановити, або країна та місце походження)		
Дата створення (якщо можна чітко встановити, або приблизний)		
Габаритні розміри (Зол)		Маса (г)
довжина, (мм)	ширина, (мм)	
висота(товщина), (мм)		
Матеріал основи(дерево, метал, пластик, полотно, бумага, або: дерево – бук, дуб, сосна, береза...; метал – золото, срібло, мідь...)		
Матеріал фарби(акварель, гуаш, акрил, масло, і т.п.; для вишивки – бісер, нитки і т.п.)		
Рамка ((багет) так/ні)		
Матеріал рамки(дерево, метал, пластик, полотно, бумага, або: дерево – бук, дуб, сосна, береза...; метал – золото, срібло, мідь...)		
Власник (фізична, юридична особа, держава)		
Фото (бажано якісне та кольорове)		
Довідка (опис про можливі особливі прикмети)		
Посилання на джерело		
Коефіцієнт довіри до джерела		

Додатково, на думку автора, доцільно ввести такі характеристики як: джерело надходження інформації до БД, та ступінь довіри до нього.

На рисунку 1 наведено типовий алгоритм роботи інтелектуальної СППР ідентифікації КЦ. В роботі [1] авторами в запропонованій концептуальній моделі даної системи було розглянуто питання можливої роботи з системою за різними ролями та категоріями користувачів: саме користувач, експерт, адміністратор СППР, системний адміністратор програмно-апаратного комплексу та розробник системи.

В даній роботі розглядається саме робота користувача та його дії при ідентифікації об'єкта.

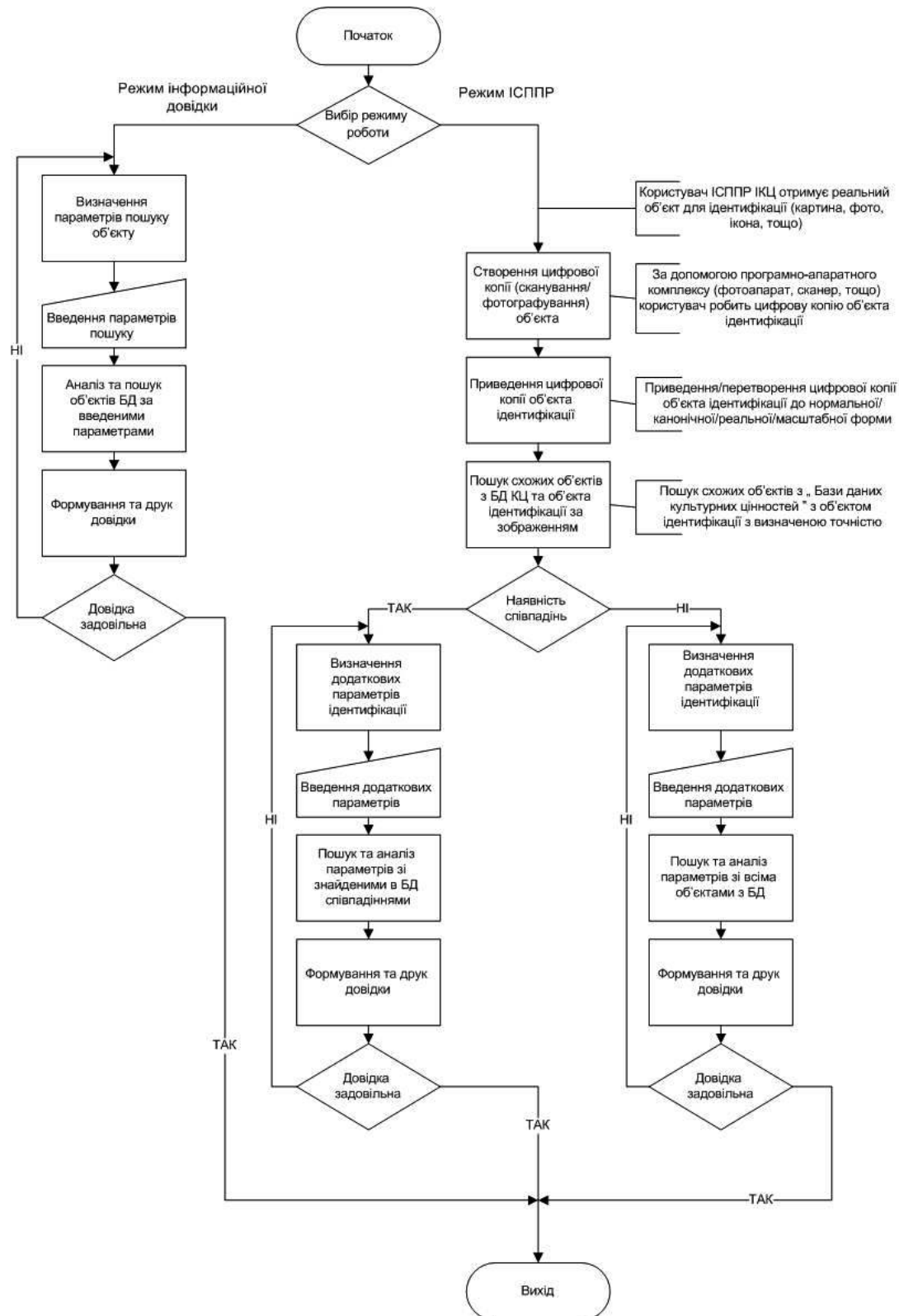


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритму роботи користувача з інтелектуальною СППР ідентифікації ІКЦ

Якщо розглянути наведену блок-схему алгоритму роботи системи та користувача, то можна зазначити, що робота з ситемою відбувається за такими ключовими етапами:

1-й етап. Вибір режиму роботи, на якому користувач визначається з функціоналом для використання: «Інформаційно-довідковий» чи «Режим інтелектуальної СППР».

2-й етап. За допомогою системи технічних (програмно-апаратних засобів) користувач робить скан або фото копію об'єкта для ідентифікації, доцільність її використання зазначалася авторами в роботах [3, 4]. Далі відбувається процес приведення/перетворення цифрової копії об'єкта ідентифікації до визначеної масштабної форми для подальшої роботи з пошуку відповідностей цифрової копії об'єкта з об'єктами, що містяться в базі даних (БД), системі необхідно привести її до встановлених розмірів. В даному випадку, можна використовувати один з відомих алгоритмів масштабування.

Після приведення цифрової копії об'єкта до зазначених (визначених) значень, він подається на вхід нейронної мережі (НМ), в даному випадку проводиться експеримент на базі рекурентної нейронної мережі (РНМ) типу LSTM (Long short-term memory, НМ з довгою короткочасною пам'яттю).[6] На даному етапі система обробляє БД лише за зображенням об'єкта і визначає співпадіння з визначеною/зазначеною точністю/ймовірністю та проводить його певний аналіз. Питання використання НМ, в якості інструментарію побудови системи, було розглянуто автором в роботі [5].

3-й етап. Після опрацювання НМ цифрової копії об'єкта, що було подано на її вхід, система вподальшому матиме два можливі сценарії роботи:

- якщо знайдено в БД КЦ співпадіння, то користувачу надається можливість визначитися з додатковими ознаками та серед знайдених в БД об'єктів (від одного до декілька об'єктів), подати ці ознаки на вхідний шар іншої додаткової НМ і додатково провести пошук і аналіз об'єкта КЦ для збільшення точності ідентифікації;
- якщо співпадінь за зображенням з зазначеною точністю в БД КЦ не знайдено, то користувачу також надається можливість визначитися з ознаками об'єкта та серед всіх об'єктів в БД (яких може бути сотні тисяч різних типів) і подати ці ознаки на вхідний шар НМ та додатково провести пошук і аналіз об'єкта КЦ для збільшення точності ідентифікації, але це може значно збільшити час обробки.

4-й етап. Формування та друк довідки СППР, де у випадку якщо довідку буде прийнято користувачем задовільною, то він завершує роботу з системою. В разі, якщо під час ознайомлення з довідкою у користувача виникнуть додаткові питання та ідеї щодо додаткової перевірки, то він матиме можливість повернутися на попередні етапи та додатково уточнити ознаки/параметри ідентифікації та отримати нову уточнену довідку від системи.

Висновки. Використання зазначеної в статті системи побудованої на базі нейронних мереж та сучасних програмно-апаратних засобах дозволить користувачу, в умовах невизначеності та в умовах обмеження часу, отримати додаткову допомогу при прийнятті рішення при ідентифікації КЦ, використання системи подібного типу є актуальним та перспективним.

Запропонований автором підхід до створення зазначеної системи є зручний та ефективний, має потужний потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення системи. Поєднання в одній системі баз даних та знань разом з потужним математичним і аналітичним апаратом дозволить вийти на більш високий рівень в порівнянні лише зі звичайними базами даних та каталогами.

Також при аналізі предметної галузі автору прийшлося стикнутися з такими питаннями, які є завданням на подальше вдосконалення системи:

- особливості різних категорій КЦ та відмінності в підходах до їх ідентифікації;
- часові обмеження ідентифікації;
- необхідні інструменти, обладнання, лабораторії та тести;
- довідкові джерела інформації, за допомогою яких експерти обґрунтовують і підкріплюють свої висновки;
- юридична правомірність тих чи інших видів досліджень по ідентифікації та юридичні наслідки прийнятих рішень по ідентифікації КЦ.

ЛИТЕРАТУРА / ЛІТЕРАТУРА

1. Martynenko A., Moroz B., Hulina I., & Syrotkina O. (2020). Conceptual model of an intelligent decision support system to identify cultural values. COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION, (40), P. 51-57. URL: <http://cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/156>
2. Калашникова О. Л. Порівняльний аналіз міжнародної та української систем реєстрації та ідентифікації культурних цінностей / О. Л. Калашникова // Митна безпека. - 2013. - № 2. - С. 70-75. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mb_2013_2_12.

3. А.А. Мартиненко, Б.І. Мороз, І.Г. Гуліна СХОВИЩА ДАНИХ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КУЛЬТУРНИХ ЦІННОСТЕЙ XIV міжнародна конференція: проблеми використання інформаційних технологій в освіті, науці та промисловості. м. Дніпро, 28-29 листопада 2019, С. 35-39.
4. Martynenko A., Moroz V., & Hulina I. (2020). An intelligent decision support system for cultural property identification. COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION, (39), P. 78-82.
URL: <http://cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/126>
5. Martynenko A., Moroz, B., & Hulina I. (2020). Building tools of an intelligent decision support system to identify cultural values. COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION, (41), P. 71-75. URL: <http://cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/189>
6. Understanding LSTM Networks URL: <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>

REFERENCES

1. Martynenko A., Moroz B., Hulina I., & Syrotkina O. (2020). Conceptual model of an intelligent decision support system to identify cultural values. COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION, (40), P. 51-57. URL: <http://cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/156>
2. Kalashnikova O.L. Comparative analysis of international and Ukrainian systems of registration and identification of cultural values / O.L. Kalashnikova // Customs security. - 2013. - № 2. - P. 70-75. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mb_2013_2_12.
3. A.A. Martynenko, B.I. Moroz, I.G. Gulina DATA STORAGE SYSTEMS FOR DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEMS IDENTIFICATION OF CULTURAL VALUES. XIV International Conference: Problems of Information Technology in Education, Science and Industry. Dnipro, November 28-29, 2019, P. 35-39.
4. Martynenko A., Moroz V., & Hulina I. (2020). An intelligent decision support system for cultural property identification. COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION, (39), P. 78-82.
URL: <http://cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/126>
5. Martynenko A., Moroz, B., & Hulina I. (2020). Building tools of an intelligent decision support system to identify cultural values . COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION, (41), P. 71-75. URL: <http://cit-journal.com.ua/index.php/cit/article/view/189>

6. Understanding LSTM Networks URL: <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>

Received 16.09.2021.

Accepted 21.09.2021.

***Структура и алгоритм работы интеллектуальной системы
поддержки принятия решений для идентификации культурных ценностей***

В статье рассматривается алгоритм работы интеллектуальной системы поддержки принятия решений идентификации культурных ценностей и пользователя с ней, вопросы определения основных сценариев работы и ограничений.

Автором приводится целесообразность разделения программной реализации системы на отдельные модули, что позволит сделать процесс масштабирования системы менее трудозатратным и более эффективным.

Приводится набор инструментария для решения поставленной задачи. При чем для идентификации и анализа разных типов объектов культурных ценностей могут быть предусмотрены разные типы нейронных сетей.

Также отмечается сложность и комплексность подхода решения поставленной задачи, определенные перспективы и пути дальнейшего исследования данной предметной области.

***The structure and algorithm of the intelligent decision support system
for the identification of cultural values***

The article discusses the algorithm of the work of an intelligent decision support system for identifying cultural values and the user with it, the issues of determining the main scenarios of work and restrictions.

The author provides the expediency of dividing the software implementation of the system into separate modules, which will make the process of scaling the system less labor-intensive and more efficient.

A set of tools for solving the problem is presented, where a decision is made as such. Moreover, for the identification and analysis of different types of cultural property objects, different types of neural networks can be provided.

It also notes the complexity and complexity of the approach to solving the problem, certain prospects and ways of further research of this subject area.

The use of the system specified in the article, built on the basis of neural networks and modern software and hardware, will allow the user, in conditions of uncertainty and in conditions of limited time, to receive additional help in making decisions in identification and CC, the use of a system of this type is relevant and promising.

The approach proposed by the author to the creation of this system is convenient and effective, has a powerful potential for further development and improvement of the system. The combination of databases and knowledge in one system, together with a powerful mathematical and analytical apparatus, will allow reaching a higher level of identification and analysis of objects of cultural property in comparison with conventional databases and catalogs.

The conclusions set tasks for solving organizational, legal and technical issues related to the implementation and operation of the system.

Мартиненко Андрій Анатолійович – старший викладач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Мартыненко Андрей Анатольевич – старший преподаватель кафедры программного обеспечения компьютерных систем Национального технического университета «Днепропетровская политехника».

Martynenko Andrii – Senior Lecturer of the Department of Software Engineering of the National Technical University "Dnipro Polytechnic".