

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕСТЕТИЧНОГО ІДЕАЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ АЛГОРИТМІВ

Григор'єв В.І.
компанія «СофтСерв»

Проведено аналіз застосування нейромережових алгоритмів при обробці та аналізі візуальних образів. Показана можливість виділення параметру естетичної цінності зображення при використанні нейромережових алгоритмів третього покоління. Розроблена базова модель, що включає у себе організацію машинного аналізу, використання мережових інформаційних ресурсів та наявність експертної оцінки. Продемонстровано, що машинний аналіз критерію естетичної цінностібудується на основі аналітичних та нейромережових алгоритмів. Показано, що нейромережові алгоритми програмного комплексу можуть базуватися на моделях автокодувальника багатоярусного автокодувальника.

Ключові слова: нейромережева модель, багатоярусний автокодувальник, естетична цінність, експертна оцінка, візуальний образ.

Постановка проблеми. Загальний принцип роботи нейромережової моделі (НММ) полягає у виділенні та обробці образів на основі яких може бути проведено адекватний машинний аналіз без участі допоміжного персоналу. Окремим випадком образу НММ може бути об'єкт фотозображення чи відеозапису, або характерні риси даного об'єкту. НММ функцією яких є виділення образів являють собою розповсюджену групу моделей нейромережової архітектури, для яких визначено критерії ефективної роботи та зазначено рекомендації по визначенню оптимальних параметрів структури і формуванню навчальної вибірки. Розробка нейромереж третього покоління дозволяє *поставити завдання* по виділенню таких рис образу, що характеризуються високим рівнем абстракції, як то краса, естетична цінність. Робота над даною проблемою є з одного боку важливою *задачею фундаментальної науки*, вирішення якої призведе до формування нових міждисциплінарних зв'язків на рівні «точні науки – мистецтво», а з іншого – надасть можливість вирішити *актуальні практичні завдання*. Так, наприклад, статистичні дослідження в області сучасного дизайну [1–3] вказують необізнаність потенційного замовника щодо естетичних критеріїв за якими слід обирати товар. Це призводить до шахрайства та монополізації даної сфери.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час роботи над даною темою було проведено аналіз останніх досліджень і публікацій, результати яких можна розглядати як базис для розв'язання даної проблеми. У першу чергу це роботи по розробці нейромережових методів виділення та аналізу візуальних образів фотозображень і відеозаписів, зокрема, значна увага приділена моделям побудованим для визначення привабливості рис людського обличчя [4–6]. Також було проведено аналіз широкого класу алгоритмів, що використовуються у центрах обробки даних [7–9], моделі, побудовані на їх основі характеризуються високою функціональністю та ефективністю і можуть бути використані при виділенні візуальних образів, а також притаманних їм параметрів з високим рівнем абстракції. Робота над поставленою задачею вказала на ефективність застосування НММ автокодувальника, а також нейромережових алгоритмів гли-

бинного навчання, зокрема, функціональність схеми каскадного з'єднання автокодувальників у багатоярусний автокодувальник. З метою розроблення математичної моделі нейромережових алгоритмів даного типу було проведено аналіз матеріалів відповідних публікацій [10–12].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Наявність окремих робіт, результати яких можуть бути використані при визначенні естетичного критерію окремого класу об'єктів, не дає можливість охопити методологічну задачу визначення естетичного ідеалу, що вказує на невирішену частину зазначеної проблеми. Дослідження, що були включені у аналіз присвячені роботі з вузьким класом задач і не вирішують фундаментальне міждисциплінарне завдання.

Мета статті. У рамках даної роботи пропонується розглянути можливість побудови універсального програмного комплексу на основі нейромережових алгоритмів, що зумовлює мету даної статті, яка полягає у розробці інструментарію для машинного визначення параметру естетичності широкого класу трьохвимірних моделей об'єктів мистецтва та промислового дизайну. Дані принципи можуть бути надалі використані при аналізі естетичного фактору для двовимірних об'єктів та розвинені для аналізу естетичності живих об'єктів, а також аналізу їх динаміки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розробка програмного забезпечення, що базується алгоритмах нейромережового аналізу та навчальній вибірці визнаних арт-об'єктів дозволило би вирішити дану проблему. Розглянемо представлену на рис. 1 послідовність вибору замовником дизайну логотипу компанії, що відбувається у відповідності до запропонованої схеми, яка базується на застосуванні НММ.

На першому етапі на основі машинного аналізу здійснюється вибір прототипу серед тих, що надаються однією або декількома студіями у рамках експрес-дизайну. Вибір на основі НММ має корелювати з вибором замовника, що покладається на машинний алгоритм як на стороннього експерта. Далі обрана студія працює з обраним прототипом і представляє кілька варіантів, що проходять аналогічний відбір, який базується на кореляції оцінки замовника та нейромережового аналізу. Після прийняття цього рішення студія

готує продукцію з відповідним логотипом. На сьогоднішній день подібні алгоритми не розроблені, тому у області дизайну існує висока ймовірність конфліктних ситуацій та багаторазових переробок проекту.

Наявність окремих робіт результати яких можуть бути використані при визначенні естетичного критерію окремого класу об'єктів не вирішує методологічної задачі визначення естетичного ідеалу. У рамках даної роботи пропонується розглянути можливість побудови універсального програмного комплексу на основі нейромережових алгоритмів, що має визначати естетичність широкого класу трьохвимірних моделей об'єктів мистецтва та промислового дизайну. Дані принципи можуть бути надалі використані при аналізі естетичного фактору для двовимірних об'єктів та розвинені для аналізу естетичності живих об'єктів, а також аналізу їх динаміки.

Базова модель роботи алгоритму, що визначає естетичний ідеал та його критерії складається з наступних функціональних елементів (рис. 2):

- машинний аналіз, що включає аналітичні та нейромережові алгоритми, критерії оцінки яких мають співвідноситися між собою;
 - мережеві ресурси інформаційних систем (МРІС), що складають основу для побудови навчальної вибірки НММ;
 - експертна оцінка допоміжного персоналу, на основі якої проводиться підготовка та аналіз навчальної вибірки, корегування структури НММ, на визначення критеріїв роботи аналітичних алгоритмів машинного аналізу.
- Таким чином, навіть підготовка бази для побудови універсального нейромережового алгоритму по визначенню естетичних критеріїв є комплексною задачею, що включає у себе ряд процедур, які мають бути пов'язані між собою:
- створення на основі експертної оцінки початкової навчальної вибірки вузького класу візуальних об'єктів для тренування НММ;
 - обробка об'єктів навчальної вибірки з метою виділення фону, дефектів зображення та додаткових елементів (рис. 3);
 - кластеризація об'єктів навчальної вибірки, що включає у себе створення груп однакових моделей, представлених у різних ракурсах, при різному освітленні, з різним забарвленням, тощо (рис. 3);
 - визначення фактору естетичності для кожної моделі об'єкта на основі експертної оцінки;
 - навчання НММ на основі навчальної вибірки з метою виділення фону, дефектів зображення та додаткових елементів;
 - навчання НММ на основі навчальної вибірки з метою кластеризації об'єктів навчальної вибірки;

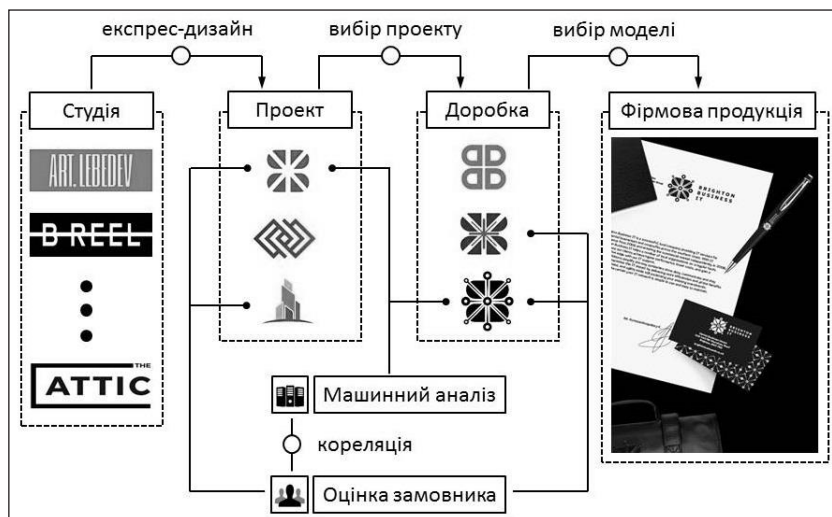


Рис. 1. Схема вибору дизайну логотипу на основі нейромережового алгоритму

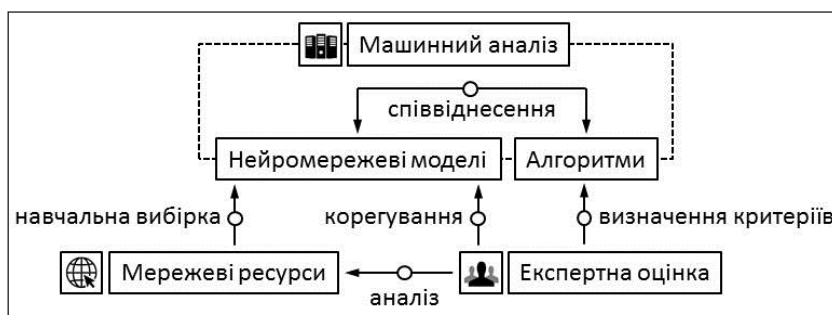


Рис. 2. Базова модель роботи алгоритму по визначенню естетичних критеріїв

- навчання НММ на основі навчальної вибірки з метою визначення фактору естетичності;
- Виконання зазначених етапів дозволяє визначити базові засади для автоматичного формування навчальної вибірки на основі машинних алгоритмів, що працюють з широким класом об'єктів. Стандартний підхід полягає у аналізі об'єктів, що характеризуються найвищим рівнем посилань у рамках МРІС, але до цього переліку можуть потрапити об'єкти, що мають історичну, а не естетичну цінність, або навіть популярні приклади антиестетичних об'єктів. Також порівняння експертної оцінки, роботи нейромережових алгоритмів та правил створення арт-об'єктів надає змогу побудувати та уточнити аналітичні алгоритми визначення естетичного ідеалу (рис. 4).

Розглянемо це на прикладі аналізу об'єктів міської забудови на предмет формування естетичного враження. МРІС глобальної мережі у автоматичному режимі скануються на архітектурні об'єкти, що характеризуються високою популярністю і можуть доповнити навчальну вибірку НММ для тренування у режимі «навчання без вчителя». Наступним етапом відбувається фільтрація: з одного боку НММ вилучає об'єкти, що не відповідають естетичному критерію сформованому на основі початкової навчальної вибірки; а з іншого – алгоритми аналізують відповідність опису об'єктів як не естетичних (наприклад, у відповідності до опису об'єктів, що є прикладами невдалого архітектурного дизайну, розташованих на розважальних або реклам-



Рис. 3. Процедура обробки і кластеризації навчальної вибірки для НММ

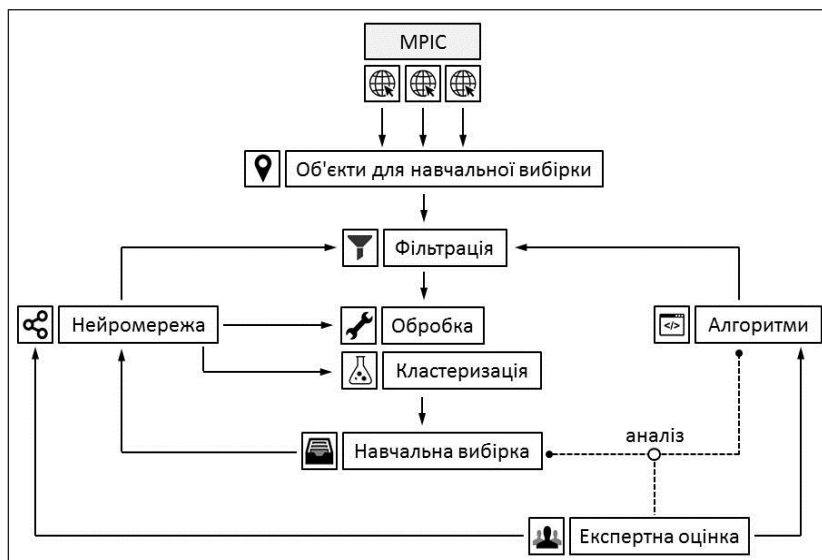


Рис. 4. Схема взаємодії аналітичних та нейромережових алгоритмів

них сайтах тощо). Надалі НММ здійснює обробку і кластеризацію об'єктів, після чого формується навчальна вибірка. Вибірка аналізується алгоритмами на відповідність до сучасного естетичного ідеалу в області архітектури міської забудови, визначається візуальна складність забудови (як то кількість точок перегину, висотні перепади, їх кількість та послідовність), візуальний контраст, складність простору, тощо. Результати аналізу мають бути співставлені і отримати експертну оцінку, на основі якої можна внести зміни як до структури НММ, так і до архітектурних правил визначення естетичного ідеалу.

Для роботи з візуальними образами використовується широкий клас НММ [4–9]. Специфікою даного завдання є необхідність використовувати нейромережові алгоритми глибокого навчання для виділення абстрактних характеристик об-

разу, а також потреба у обробці зображення з метою виключення дефектів та фону. У рамках даної роботи пропонується застосувати модель автокодувальника та НММ третього покоління на її основі – багаторушного автокодувальника [10–12]. Таким чином за виконання усіх нейромережових алгоритмів відповідатиме одна НММ.

Стандартна схема роботи автокодувальника полягає у кодуванні та декодуванні вхідних даних, що реалізується шляхом відповідної структури прихованих шарів [10]. Автокодувальник навчається методом зворотного поширення помилки, помилка аналізується як різниця між входом і виходом, тобто реалізується схема «навчання без вчителя». Приховані шари автокодувальника можна поділити на блок кодування, у межах якого кількість нейронів кожного наступного шару зменшується, і вхідний образ стискається, та блок декодування у межах якого кількість нейронів кожного наступного шару збільшується розмірності вхідного образу. При цьому на етапі стиснення при належній побудові структури НММ видаляються дефекти зображення та подавляються шуми (рис. 5).

Формування структури багаторушного автокодувальника полягає у шлейфовому підключенні стандартних автокодувальників. При цьому вихід кожного автокодувальника слугує входом наступного або являє собою вихідний шар багаторушного автокодувальника. Розглянемо алгоритм роботи по визначенню естетичного критерію на основі даного типу НММ глибокого навчання. Нехай багаторушний автокодувальник має з $n=n_h$ прихованих шарів. Перший шар ($n=1$) отримує вхідні дані навчальної вибірки і, кожен автокодувальник навчається за схемою зворотного поширення помилки. Другий шар ($n=2$) використовує вибірку, що сформована на виході першого шару і т.д. Таким чином, очевидно, що вихід останнього прихованого шару у рамках даної схеми є виходом всієї структури багаторушного автокодувальника (рис. 6).

При аналізі візуальних образів безпосереднє застосування методу зворотного поширення помилки для навчання багаторушного автокодувальника на практиці може показувати низький рівень ефективності. Тому для розробки універсального алгоритму можна запропонувати використати у рамках моделі механізм попереднього навчання кожного з прихованих шарів на навчальній вибірці. При такому підході процес попереднього навчання на базі вибірки візуальних образів, що підготовлена за допомогою екс-

пертої оцінки, починається з нижніх шарів, після цього відбувається налаштування параметрів НММ у відповідності до схеми зворотного поширення помилки, починаючи з верхніх шарів. Даний підхід дозволяє побудувати ефективну НММ, що навчається за схемою «без вчителя» і здатна розпізнавати характеристики зображення високого рівня абстракції.

Висновки. Аналіз застосування нейромережових алгоритмів при обробці та аналізі візуальних образів вказує на практичну можливість виділення такого абстрактного параметру зображення як естетична цінність. Побудова універсального алгоритму по визначенню естетичної цінності об'єктів є важливою задачею фундаментальної науки та актуальним практичним завданням. Базова модель роботи даного алгоритму, має включати у себе такі функціональні елементи як організація машинного аналізу, використання мережових інформаційних ресурсів та наявність експертної оцінки. Машинний аналіз складається з аналітичних алгоритмів, що розробляються на основі критеріїв естетичного ідеалу та нейромережових алгоритмів, що можуть базуватися на моделях автокодувальника та багатоярусного автокодувальника.

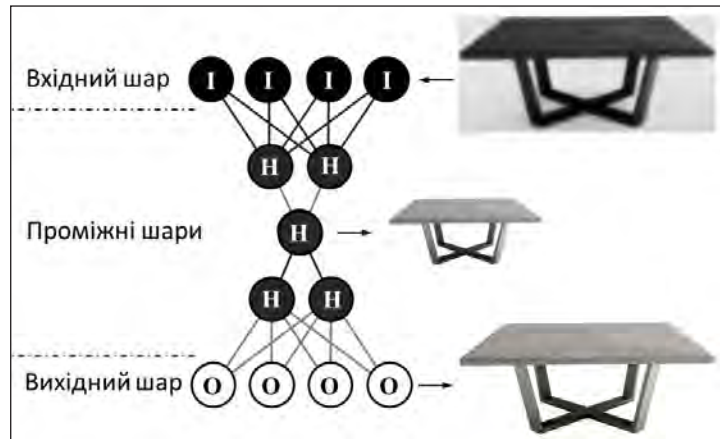


Рис. 5. Обробка зображення, що базується на основі автокодувальника

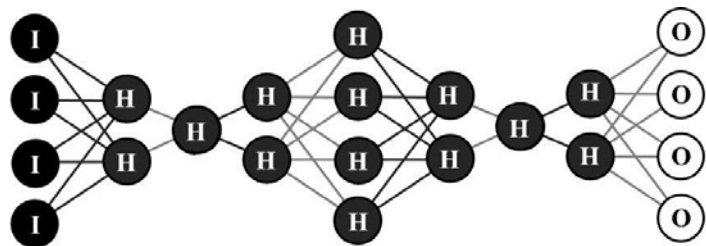


Рис. 6. Базова структура багатоярусного автокодувальника

Список літератури:

1. Vehicular Engine Design 2015. (2015). Vienna: Springer Verlag GmbH.
2. Redström, J. (2017). Making design theory. Cambridge, MA: The MIT Press.
3. Norman, D. (2013). The design of everyday things. New York: Basic Books.
4. Gan J., Li L., Zhai Y. Deep self-taught learning for facial beauty prediction // Neurocomputing. DOI: 10.1016/j.neucom.2014.05.028.
5. Gray D., Yu K., Xu W., Gong Y. Predicting Facial Beauty without Landmarks // Computer Vision – ECCV 2010, Lecture Notes in Computer Science, 2010, V. 6316/2010. P. 434–447.
6. Eishental Y., Dror G., Ruppim E. Facial Attractiveness: Beauty and the Machine // Neural Computation, 2006. V. 18. № 1. P. 119–142.
7. Gordon D.G. (2016). Legal Aspects of Cloud Computing. Encyclopedia of Cloud Computing, 462–475. DOI:10.1002/9781118821930.ch38.
8. Appendix A: Example Of Microsoft Azure Cloud Service: Filemanager. (2016). Trustworthy Cloud Computing, 299-308. DOI:10.1002/9781119114215.app1.
9. Security in the Cloud. (2017). CCSP® (ISC)2® Certified Cloud Security Professional Official Study Guide, 87–113. DOI:10.1002/9781119419372.ch5.
10. Suzuki Y. & Ozaki T. (2017). Stacked Denoising Autoencoder-Based Deep Collaborative Filtering Using the Change of Similarity. 2017 31st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA). DOI:10.1109/waina.2017.72.
11. Budiman A., Fanany M.I. & Basaruddin C. (2014). Stacked Denoising Autoencoder for feature representation learning in pose-based action recognition. 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE). DOI:10.1109/gcce.2014.7031302.
12. Liang J. & Liu R. (2015). Stacked denoising autoencoder and dropout together to prevent overfitting in deep neural network. 2015 8th International Congress on Image and Signal Processing (CISP). DOI:10.1109/cisp.2015.7407967.

Григорьев В.И.
компания «СофтСерв»

МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ИДЕАЛА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ

Аннотация

Проведен анализ применения нейросетевых алгоритмов при обработке и анализе визуальных образов. Показана возможность выделения параметра эстетической ценности изображения при использовании нейросетевых алгоритмов третьего поколения. Разработана базовая модель, которая включает в себя организацию машинного анализа, использование сетевых информационных ресурсов и наличие экспертной оценки. Продемонстрировано, что машинный анализ критерия эстетической ценности строится на основе аналитических и нейросетевых алгоритмах. Показано, что нейросетевые алгоритмы программного комплекса могут базироваться на моделях автокодировщика и многоярусного автокодировщика.

Ключевые слова: нейросетевая модель, многоярусный автокодировщик, эстетическая ценность, экспертная оценка, визуальный образ.

Grygoryev V.I.
SoftServe, Inc.

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE AESTHETIC IDEAL USING NEURAL NETWORK ALGORITHMS

Summary

The analysis of application of neural network algorithms in processing and analysis of visual images is carried out. The possibility of extracting a parameter of aesthetic value of an image by means of neural network algorithms of the third generation is shown. A basic model which includes the organization of computer analysis, the use of network information resources and the availability of expert judgment is developed. It is demonstrated that the machine analysis of the criterion of aesthetic value is built on the basis of analytical and neural network algorithms. It is shown that the neural network algorithms of the software complex can be based on models of the autoencoder and stacked autoencoder.

Keywords: neural network model, stacked autoencoder, aesthetic value, expert evaluation, visual image.