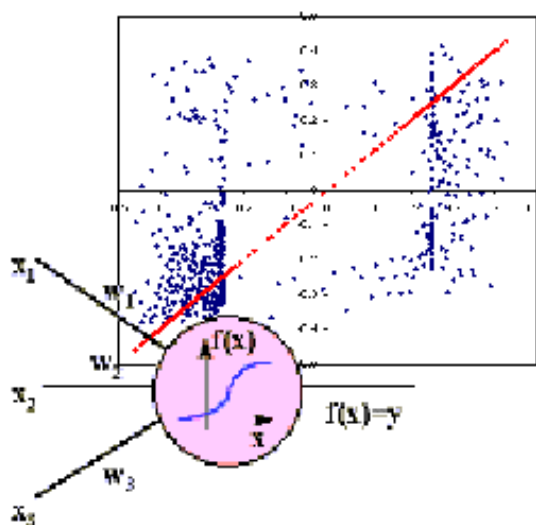


Міністерство освіти і науки України
Національна Академія наук вищої освіти України
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)
Academy of Professional Studies Šumadija – Kragujevac (Serbia)
Факультет інженерної механіки університета Штроссмайера (Хорватія)
Зеленогурський університет (Польща)
"American Jurnal Neural Network and Aplication" (USA)
Міжнародний університет безперервної освіти (Україна)
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна)
ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (Україна)
ПрАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» (Україна)
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)
ГО «Юнацький технопарк» (Україна)



НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТіЗ-2021

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XX Міжнародної наукової конференції

Краматорськ 2021

Міністерство освіти і науки України
Національна Академія наук вищої освіти України
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)
Academy of Professional Studies Šumadija – Kragujevac (Serbia)
Факультет інженерної механіки університета Штроссмайера (Хорватія)
Зеленогурський університет (Польща)
"American Jurnal Neural Network and Aplication" (USA)
Міжнародний університет безперервної освіти (Україна)
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна)
ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (Україна)
ПрАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» (Україна)
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)
ГО «Юнацький технопарк» (Україна)

НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТіЗ-2021

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XX Міжнародної наукової конференції

За загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. С. В. Ковалевського

Краматорськ 2021

УДК 004.032.26+621(061.3)

Н46

Рецензенти:

Рамазанов С.К., докт.техн.наук, докт.екон.наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка;

Суботін С. О., докт. техн. наук, професор, Запорізький національний технічний університет

Рекомендовано

вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії
(протокол № 4 від 25.11.2021)

Програмний комітет конференції

Amir Bagheri	Dr.Sc.,Prof. (Department of Electrical Engineering, Sao Paulo State University, Ilha Solteira, Brazil)
Baiyu Chen	Dr.Sc.,Prof. (University of California Berkeley, Berkeley, USA);
Dasic Predrag	Prof., High Technical Mechanical School (Trstenik, Serbia)
Jenek Mariusz	Dr. inz (Polska, Uniwersitet Zielonogorski);
Marušić Vlatko	Dr.Sc.,Prof. (Head of Department of Materials Engineering J.J.Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod,Croatia)
Sandra Poirier	Doctor of Education, CFCS, LD/N Professor (Middle Tennessee State University, USA);
Yibo Liu	Dr.Sc.,Prof. (Shanghai University of Engineering Science, Shanghai, China);
Ковалевський С.В.	д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);
Марчук В.І.	д.т.н., проф. (ЛНТУ, м.Луцьк, Україна);
Новіков Ф.В.	д.т.н., проф., (ХНЕУ, м.Харків, Україна);
Рамазанов С.К.	д.т.н., проф. (КНУ ім. Шевченко, м.Київ, Україна);
Суботін С.О.	д.т.н., проф. (ЗНУ, м.Заполіжжя, Україна).
Шевченко А.І.	д.т.н., проф. (ІІШІ НАНУ, м.Київ, Україна);
Коржов Є.О.	к.е.н., нач.бюро перспективного розвитку ПрАТ НКМЗ (м.Краматорськ, Україна);
Гігіс В.Б.	к.т.н.,доц., (ДДМА, м.Краматорськ, Україна)
Ковалевська О.С.	к.т.н.,доц., (ДДМА, м.Краматорськ, Україна)

Н46 Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2021: збірник наукових праць XX Міжнародної наукової конференції «Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2021» / за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. С.В.Ковалевського. - Краматорськ: ДДМА, 2021. – 151 с.

ISBN 978-617-7889-07-5

У збірнику праць представлені перспективні теоретичні та практичні розробки в області нейромережних технологій, виконані в 2021 р. науковими школами України і світу. Розглядається можливість застосування нейронних мереж для управління об'єктами в режимі реального часу і особливості нейронного керування динамічними об'єктами. Наводиться ряд розробок по застосуванню нейронних мереж в різних областях практичної і науково-дослідної діяльності та створенню інтелектуальної системи для підвищення швидкості та зниження трудомісткості технологічної підготовки виготовлення нових виробів.

Для здобувачів освіти, наукових працівників широкого профілю та фахівців.

УДК 004.032.26+621(061.3)

ISBN 978-617-7889-07-5

©ДДМА, 2021

- Ковалевський С.В., Чернокол А.В., Коротченко В.Е.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ МАЛО-ЖОРСТКИХ ДЕТАЛЕЙ. (КОВЗ) 81
- Кравець К.І., Шевченко Н.Ю.** (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАСТРОЮ КОРИСТУВАЧА МОБІЛЬНОГО ТЕЛЕФОНУ. 85
- Лахно В.А., Ахметов Б.С.** (Национальный университет биоресурсов и природопользования, г.Киев, Украина; Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан) АУДИТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ НА БАЗЕ НЕЙРО-НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ. 89
- Лихманюк Я.В., Ковалевський С.В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ПЕРСПЕКТИВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ РОЗУМНОГО ВИРОБНИЦТВА 92
- Мельников О.Ю., Бобрик А.В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ОЦІНОК СТУДЕНТІВ З ОКРЕМОЇ ДИСЦИПЛІНИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО МАТЕРІАЛУ. 94
- Мельников О.Ю., Закабула О.Ю.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ РЕМОНТНИХ РОБІТ ПІД ЧАС ПОШКОДЖЕННЯ ВОДОПРОВОДУ В НЕВЕЛИКОМУ МІСТІ. 99
- Мельников О.Ю., Кадацький М.А.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ І КОНЦЕПЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРАЩОЇ ТЕХНІКИ МЕТАННЯ СПОРТСМЕНА-МЕТАЛЬНИКА ЯДРА. 103
- Олійник С.Ю.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ НЕСТІЙКИХ СТАНІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ В ПРОЦЕСІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ. 110
- Ольховська О.Л., Гудкова К.Ю.** (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ОЦІНЦІ ЕФЕКТИВНОСТІ ІТ-ПРОЕКТІВ 114
- Онищук С.Г., Тулупов В.І.** (Донбаська державна машинобудівна академія, Україна) ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АБРАЗИВНИХ КРУГІВ. 120
- Піца О.Р., Гайдучок О.В.** (Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів) ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ 122
- Решетняк Т.В., Нечволода Л.В., Крикуненко К.М.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОТЕХНОЛОГІЙ 12
- Слюсар В.И.** (Центральный научно-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України) **Слюсарь И.И.** (Полтавський державний аграрний університет) ЛЬВЫ ЗООПАРКА НЕЙРОСЕТЕЙ. 129
- Слюсар В.И.** (Центральный научно-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України) МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ КВАЗИФРАКТАЛЬНЫЕ НЕЙРОСЕТИ. 134

Слюсар В.И. (Центральный научно-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗС України)

МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ КВАЗИФРАКТАЛЬНЫЕ НЕЙРОСЕТИ

Рассмотрены варианты архитектур мультимодальных нейросетей на основе квазифрактального подхода.

Variants of multimodal neural network architectures based on the quasi-fractal approach are considered.

Развитие технологий нейронных сетей предполагает поиск новых, эффективных архитектур. Особенно актуальным при этом является обеспечение возможности одновременного решения нескольких задач в рамках единой иерархической структуры.

Среди нейронных сетей, потенциально пригодных для мультимодальных приложений, следует отметить так называемую “U-Net в квадрате”, представленную в базе готовых архитектур нейросетей в фреймворке Terra AI (рис. 1). По своей сути она являет собой квазифрактал во 2-й итерации, в роли образующего элемента которого используется обычная U-Net [1, 2].

Целью работы является развитие указанного квазифрактального подхода применительно к синтезу мультимодальных нейронных сетей.

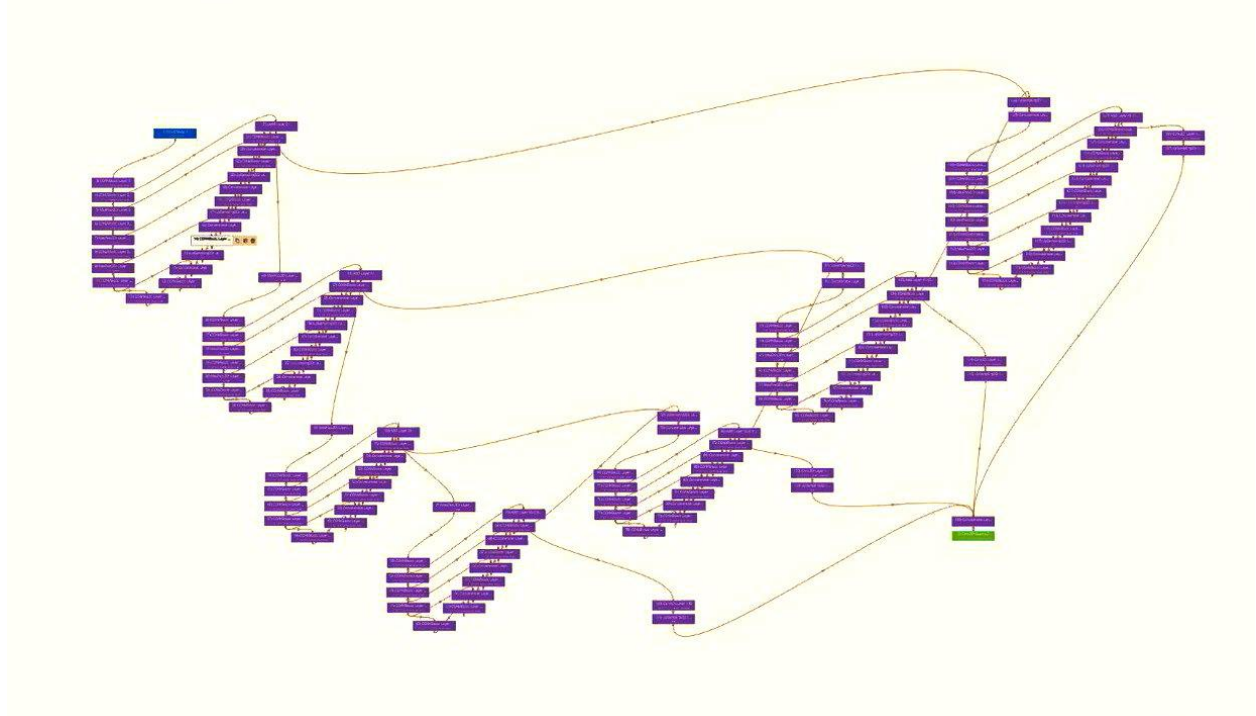


Рис. 1. Нейросеть “U-Net в квадрате” (фреймворк Terra AI).

В качестве простейшего варианта обобщения квазифрактальной архитектуры, приведенной на рис. 1, следует рассматривать её последующие итерации в виде “U-Net в кубе”, в 4-й, в 5-й степени и т.д., представляющие

собой фрактальные конструкции более высокого порядка. При этом, например, в третьей итерации, структура на рис. 1 “нанизывается” на аналогичный U-подобный каркас, повторяясь в его пределах несколько раз в разных вариациях с дополнительными взаимными связями. Подобным образом могут формироваться не только плоские, но и объёмные структуры, с множеством входов и выходов.

По такой же схеме возможно синтезировать генеративно-состязательную нейронную сеть (GAN), состоящую из двух или нескольких соревнующихся каналов с фрактальными U-Net (рис. 2) в каждом из них.

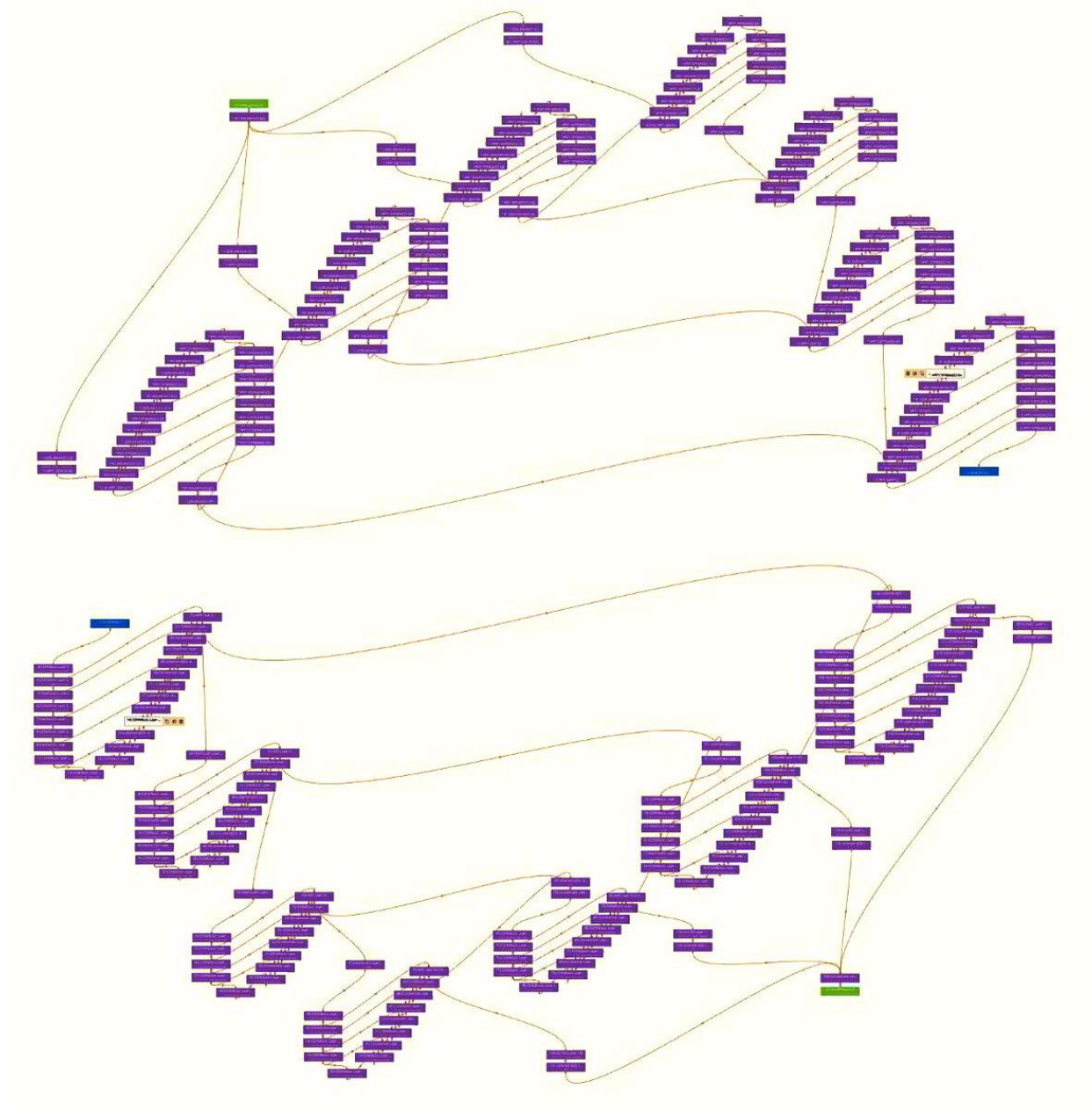


Рис. 2. Концепция структуры GAN на основе “U-Net в квадрате”.

Предложенные фрактальные архитектуры являются перспективными решениями для реализации мультимодальных нейронных сетей, позволяющих совмещать в себе несколько разнородных функций. Каждая из этих функций реализуется отдельно взятыми U-Net меньшего порядка, тогда как их

интеграцию осуществляет более крупная U-Net, являющаяся опорой для последующей итерации квазифрактальной нейросети. В другом варианте на U-подобный каркас могут размещаться однотипные или различные предобученные нейросети в периодической комбинации.

Альтернативный вариант построения фрактальных нейросетей состоит в том, что в качестве фрактала первой итерации рассматривается любая предобученная нейросеть, в том числе трансформер. На следующей итерации эта нейросеть используется в качестве одиночного слоя более мощной гиперсети [3 - 5]. Именно такой каскадный подход уже реализован в фреймворке Terra AI. Следующим шагом итерации может быть использование блока в виде совокупности нескольких нейросетей в качестве одного сверточного слоя. Возможно также применение подобной иерархической нейросети в виде слоя гиперсети [3 - 5] следующей итерации.

Для описания отклика квазифрактальных нейросетей целесообразно применять тензорно-матричный аппарат, развитый автором на основе проникающего торцевого произведения матриц и его обобщения в виде проникающего кронекеровского произведения [6 - 11].

ВЫВОДЫ

Квазифрактальный подход следует рассматривать в качестве ключевого метода построения нового поколения нейронных сетей, сочетающих в себе реализацию нескольких различных функций. Вместе с тем, основной проблемой внедрения квазифрактальных нейронных гиперсетей является необходимость использования больших вычислительных ресурсов, доступных в настоящее время преимущественно на основе суперкомпьютеров и облачно-туманных технологий. Тем не менее, квазифрактальные технологии в том или ином виде являются перспективной основой эффективной интеграции множества однотипных нейросетей в устройства конечных пользователей в распределенную гиперсеть искусственного интеллекта на уровне Fog Computing.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T. (2015). *U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015*, 234–241. <https://arxiv.org/pdf/1505.04597v1.pdf>.
2. Jwaid, W. M., Al-Husseini, Z. S. M., & Sabry, A. H. . (2021). *Development of brain tumor segmentation of magnetic resonance imaging (MRI) using U-Net deep learning. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(9(112)), 23–31. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238957
3. Sylwester Klocek, Łukasz Maziarka, Maciej Wolczyk, Jacek Tabor, Jakub Nowak, and Marek Śmieja. *Hypernetwork functional image representation. International Conference on Artificial Neural Networks*, pp. 496–510. Springer, 2019.
4. Zhao, Dominic; von Oswald, Johannes; Kobayashi, Seijin; Sacramento, João; Grewe, Benjamin F (2020). *Meta-Learning via Hypernetworks. In: 4th Workshop on Meta-Learning at NeurIPS 2020 (MetaLearn 2020), Virtual Conference, 11 December 2020. - DOI: 10.5167/uzh-200298.*

5. Tomer Galanti, Lior Wolf. *On the Modularity of Hypernetworks*. 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), Vancouver, Canada. – 11 p.
6. Слюсар В.И. Семейство торцевых произведений матриц и его свойства// *Кибернетика и системный анализ*. – 1999.- Том 35; № 3.- С. 379-384.- DOI: 10.1007/BF02733426
7. Слюсар В.И. Обобщенные торцевые произведения матриц в моделях цифровых антенных решеток с неидентичными каналами.//*Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника*.- 2003. - Том 46, № 10. - С. 15 - 26.
8. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения. Том. 2. Синтез средств информационного обеспечения вооружения и военной техники. / А.И. Миночкин, В.И. Рудаков, В.И. Слюсар. – Киев: «Гранма», 2012. – С. 7 – 98; 354 – 521.
9. Слюсар В.И. Тензорно-матричная версия LeNet5.// *IV Міжнародна науково-практична конференція «Інтеграція інформаційних систем і інтелектуальних технологій в умовах трансформації інформаційного суспільства», що присвячена 50-ій річниці кафедри інформаційних систем та технологій, 21-22 жовтня 2021 р., Полтава: Полтавський державний аграрний університет*. - С. 114 - 119. DOI: 10.32782/978-966-289-562-9.
10. Слюсар В.И. Модели нейросетей на основе тензорно-матричной теории. //«Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем» (МЭС-2021). – N2, 2021. – С. 23 - 28. DOI: 10.31114/2078-7707-2021-2-23-28.
11. Vadym Slyusar, Mykhailo Protsenko, Anton Chernukha, Pavlo Kovalov, Pavlo Borodych, Serhii Shevchenko, Oleksandr Chernikov, Serhii Vazhynskyi, Oleg Bogatov, Kirill Khrustalev. *Improvement of the object recognition model on aerophotos using deep conventional neural network*.// *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. - 2021, Vol. 5, No. 2 (113). Pp. 6 – 21. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.243094.