Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0510U000045

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-01-2010

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попов Сергій Віталійович
2. Popov Sergiy Vitaliyovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 05.13.23

Назва наукової спеціальності: Системи та засоби штучного інтелекту

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 28-12-2009

Спеціальність за освітою: 7.080402

Місце роботи здобувача: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: 61166, м. Харків, пр. Науки, 14

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 64.052.01

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, 14, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61166, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: 61166, м. Харків, пр. Науки, 14

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 28.23.

Тема дисертації:

1. Штучні нейронні мережі зі спеціалізованими архітектурами в задачах обробки часових рядів

2. Artificial neural networks with specialized architectures in time series processing tasks

Реферат/анотація:

1. Об'єкт дослідження - процеси різної фізичної природи, що описуються часовими рядами. Мета дослідження - синтез спеціалізованих архітектур штучних нейронних мереж (ШНМ) для розв'язання задач обробки часових рядів, що дозволяють враховувати апріорну інформацію про властивості сигналів, що моделюються, і факторів, які впливають на них, а також дозволяють здобувати з даних нову інформацію про ці властивості. Методи дослідження - теорія штучних нейронних мереж, що дозволила синтезувати нові типи нейронів і архітектури ШНМ; теорія оптимізації та лінійна алгебра, що дозволили удосконалити методи навчання ШНМ; теорія нечіткої логіки, що дозволила врахувати вплив факторів, заданих у порядковій і номінальній шкалах вимірювання; математичний аналіз, що дозволив виявити властивості аналізованих функцій; імітаційне моделювання, що підтвердило вірогідність отриманих теоретичних результатів; математична статистика, що дозволила дослідити результати експериментів. Теоретичні і практичні результати - розроблено загальний підхід до проблеми урахування апріорної інформації про властивості оброблюваного часового ряду та факторів, що впливають на нього, при синтезі спеціалізованих архітектур

нейро-фаззі мереж, заснованого на фаззіфікації вхідних змінних за допомогою функцій належності різних типів, що дозволило обробляти дані, задані в різних шкалах вимірювання (кількісній, порядковій, номінальній) і враховувати інформацію про форму впливу різних факторів; розроблено низхідний підхід до розв'язання задачі нелінійної декомпозиції дійсних функцій, що не потребує апріорної інформації про властивості функції, яка аналізується, що дозволяє виявляти нову інформацію про властивості сигналів, які моделюються, і факторів, що впливають на них; удосконалено методи об'єднання ансамблів нейронних мереж та навчання нейронних мереж, що враховують особливості задач обробки часових рядів. Наукова новизна - вперше запропоновано спеціалізовану архітектуру нейро-фаззі мережі з прямою передачею інформації та спеціалізовані архітектури рекурентних нейро-фаззі мереж, що є модифікаціями рекурентних мереж Елмана й Мадхавана та рекурентної луна-мережі, які відрізняються наявністю першого прихованого шару блоків затримки та фаззіфікації з функціями належності різних типів, що дає можливість враховувати апріорну інформацію про властивості оброблюваного часового ряду та факторів, що впливають на нього; вперше запропоновано архітектуру нейро-фаззі елемента, який відрізняється від відомого нео-фаззі нейрона наявністю додаткової нелінійності у вигляді "стискальної" активаційної функції, що дозволило обмежити діапазон змінення його вихідного сигналу; вперше запропоновано спеціалізовану нейро-фаззі мережу на базі нейро-фаззі елементів і динамічних нейронів із скінченною імпульсною характеристикою, яка відрізняється гібридною неповнозв'язною архітектурою, що дозволило збільшити гнучкість спеціалізації нейро-фаззі мережі й скоротити кількість параметрів, що настроюються; вперше запропоновано архітектуру гібридного нейроподібного елемента, який відрізняється можливістю одночасного використання лінійних та нелінійних синапсів, а також синапсів-фільтрів із скінченною й нескінченною імпульсними характеристиками, що дає можливість будувати спеціалізовані архітектури нейро-фаззі мереж із заданими властивостями; вперше запропоновано архітектуру спеціалізованої нейро-фаззі мережі на основі гібридних нейроподібних елементів, яка відрізняється від відомих архітектур можливістю незалежного вибору типу й параметрів окремих синапсів мережі відповідно до наявної апріорної інформації про властивості вхідних змінних і прогнозованого часового ряду, що дозволило скоротити число параметрів, що настроюються, і поліпшити узагальнюючі властивості мережі; вперше запропоновано спеціалізовану архітектуру ШНМ для нелінійної декомпозиції дійсних функцій, яка відрізняється наявністю декількох підмереж, які апроксимують незалежні впливи окремих вхідних сигналів, що дає можливість виявляти нову інформацію про властивості оброблюваних часових рядів і факторів, що впливають на них; удосконалено метод навчання нейро-фаззі елемента, який відрізняється застосуванням робастного критерію навчання, що дозволило зменшити похибки при обробці даних, які містять аномальні спостереження; удосконалено метод об'єднання ансамблю ШНМ, що обробляють багатовимірні дані, який відрізняється обмеженням на невід'ємність вагових коефіцієнтів, що дає можливість оцінити "внесок" кожної з мереж, що входять в ансамбль, до об'єднаної оцінки; удосконалено метод навчання ШНМ, який відрізняється урахуванням симетрії простору їхніх параметрів, пов'язаної з можливістю перестановки обчислювальних елементів у прихованих шарах і одночасної зміни знаків груп параметрів, що дозволило значно скоротити об'єм області пошуку розв'язку оптимізаційної задачі; удосконалено метод навчання ШНМ, який, на відміну від відомих, не потребує передобробки пропущених значень, що дає можливість безпосередньо працювати з неповними вибірками і отримувати оцінки пропущених значень на основі представлення вибірки в просторі зниженої розмірності. Ступінь упровадження - результати досліджень впроваджено в ТОВ "Хартеп", м. Харків, що підтверджено актом від 30.07.2009 р., та у НЕК "Укренерго", м. Київ, що підтверджено актом від 03.09.2009 р.; наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертації, було використано при підготовці курсів "Нейромережеві методи обчислювального інтелекту" та "Інтелектуальні системи керування та діагностики", які читаються студентам спеціальності "Інтелектуальні системи прийняття рішень" Харківського національного університету радіоелектроніки, що підтверджено актом від 10.09.2009 р., а також у науково-дослідних роботах Харківського національного університету радіоелектроніки, що підтверджено актом від 14.09.2009 р. Сфера використання - в організаціях, що займаються аналогічними проблемами розробки інтелектуальних систем та методів обробки часових рядів; у галузях інформаційних технологій, фінансів,

медицини, біології, екології, енергетики, транспорту; у навчальному процесі при підготовці фахівців у галузях систем інтелектуальної обробки інформації.

2. Research object - processes of different physical nature, described by time series. Research target is the synthesis of specialized architectures of artificial neural networks to solve the problems of time series processing, taking into account a priori information about the properties of the modeled signals and the influencing factors, and allow extracting new information on these properties from the data. Methods of research - the theory of artificial neural networks (ANN), which allowed the synthesis of new types of neurons and ANN architectures, theories of optimization and linear algebra lead to better methods of ANN training, theory of fuzzy logic that allowed taking into account the influence of factors given in ordinal and nominal scales of measurement, mathematical analysis, which allowed to identify the properties of the analyzed functions, simulation confirmed the validity of the theoretical results, mathematical statistics, which allowed to analyze the results of experiments. Theoretical and practical results - a general approach to the problem of taking into account a priori information about the properties of the processed time series and influencing factors in the synthesis of specialized architectures of neuro-fuzzy network is developed based on fuzzification of input variables using membership functions of different types, which allowed to process the data given in different scales of measurement (quantitative, ordinal, nominal) and include information on the form of influence of different factors; top-down approach to solving the problem of nonlinear decomposition of real functions is developed that do not require a priori information about the properties of the function that allows identifying new information about the properties of the modeled signals and the influencing factors; methods of combining of neural networks ensembles and neural networks learning are improved, which take into account the particular problems of time series processing. Scientific novelty - a specialized architecture of feedforward neuro-fuzzy network and specialized architectures of recurrent neuro-fuzzy networks, which are modifications of recurrent Elman and Madhavan networks and recurrent echo-state network, are proposed for the first time, characterized by the presence of the first hidden layer of delay and fuzzification blocks with membership functions of different types, which makes it possible to take into account a priori information about the properties of the processed time series and the influencing factors; architecture of the neuro-fuzzy unit is proposed for the first time, which differs from the well-known neo-fuzzy neuron by the presence of an additional nonlinearity in the form of "squashing" activation function, thereby limiting the range of variation of its output signal; specialized neuro-fuzzy network based neuro-fuzzy units and dynamic finite impulse response neurons is proposed for the first time, which differs by not-fully-connected hybrid architecture, which increased the flexibility of the specialized neuro-fuzzy network and reduce the number of adjustable parameters; a hybrid neuron-like unit architecture, distinguished by its ability to use linear and nonlinear synapses and synapse-filters with finite and infinite impulse responses is proposed for the first time, which makes it possible to build specialized architectures of the neuro-fuzzy networks with desired properties; a specialized neuro-fuzzy network architecture based on neuron-like units is proposed for the first time that differs from well-known architectures by the independent choice of the type and parameters of individual synapses in accordance with the available a priori information about the properties of input variables and the predicted time series, which reduced the number of adjustable parameters and improved the generalizing properties of the network; specialized architecture of the neural network for nonlinear decomposition of real functions is proposed for the first time, characterized by the presence of several subnetworks that approximate the independent influence of individual input signals, which makes it possible to identify new information about the properties of the processed time series and influencing factors; learning methods of neuro-fuzzy unit is improved by the use of robust learning criteria thereby reducing errors while processing data containing outliers; method for combining an ensemble of neural networks that process multi-dimensional data is improved, which is characterized by nonnegative weights limitation, which makes it possible to assess "the contribution" of each network within the ensemble in a combined estimate; neural networks learning method is improved, distinguished by taking into account the symmetry of the parameters space related to the possibility of interchanging processing elements in hidden layers and a simultaneous change of signs of groups of parameters, thus significantly reducing the volume of the optimization problem search space; neural networks learning method is improved, which unlike

well-known methods does not require missing values preprocessing, which makes it possible to directly process incomplete data sets and obtain estimates of missing values based on the representation of data sets in the reduced dimension space. Degree of implementation - the research results are used in Khartep, ltd., Kharkiv, which is confirmed by the act of 30.07.2009 and NEC "Ukrenergo", Kiev, which is confirmed by the act of 03.09.2009; scientific results, conclusions and recommendations contained in the thesis are used in the preparation of courses "Neural network methods of computational intelligence" and "Intelligent control systems and diagnostics", which are taught to students of the specialty "Intelligent Decision Support Systems" of Kharkiv National University of Radio Electronics, which is confirmed by the act of 10.09.2009, and in research projects of Kharkiv National University of Radio Electronics, which is confirmed by the act of 14.09.2009. The scope of use - in organizations that deal with similar problems of developing intelligent systems and methods for time series processing, in the areas of information technology, finance, medicine, biology, ecology, energy, transportation, and in the educational process in the preparation of specialists in the areas of intellectual information processing.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бодянський Євгеній Володимирович
2. Bodyanskiy Yevgeniy Volodymyrovych

Кваліфікація: д.т.н., 05.13.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Каргін Анатолій Олексійович

2. Каргін Анатолій Олексійович

Кваліфікація: д.т.н., 05.13.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кондратенко Юрій Пантелійович

2. Кондратенко Юрій Пантелійович

Кваліфікація: д.т.н., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сіроджа Ігор Борисович

2. Сіроджа Ігор Борисович

Кваліфікація: д.т.н., 05.13.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Алексієв Олег Павлович

2. Алексієв Олег Павлович

Кваліфікація: д.т.н., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради — Бондаренко Михайло Федорович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні — Бондаренко Михайло Федорович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності — Юрченко Т.А.