

СТАНОВИЩЕ

относно дисертационния труд на **Тодор Димитров Балабанов** за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по докторска програма „Информатика“, професионално направление 4.6. „Информатика и компютърни науки“, на тема: „*Разпределена система за прогнозиране на времеви редове с еволюционни алгоритми и изкуствени невронни мрежи*“

Изготвил: **доц. д-р Красимира Борисова Генова** – научен ръководител, член на Научното жури, назначено със заповед на Директора на ИИКТ-БАН чл.кор. Св. Маргенов № 145 от 15.09.2017г.

Представеният дисертационен труд е с обем от 137 страници. Списъкът на използваните литературни източници включва 240 заглавия, от които около 75% са от последните 15 години, а останалите са основополагащи или значими в разглежданата област. Допълнително са представени и две Приложения, включващи данни от експериментални изследвания и програмен код.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно-приложно и приложно отношение

Прогнозирането на различни процеси и събития е много силно застъпено както в ежедневието така и в редица икономически области. Много задачи в метеорологията, икономиката, образованието, транспорта, екологията и други области могат да бъдат сведени до обработката и прогнозирането на времеви редове. Особено широко приложими са те във финансовата сфера. Най-често използваните инструментите за прогнозиране на времеви редове са изкуствени невронни мрежи и еволюционни алгоритми. Невронните мрежи са системи, които подлежат на обучение и това определя ефективността на тяхната работа. Ето защо се отделя значително внимание на изследванията на различни алгоритмични подходи за тяхното обучение, както и на възможностите това да се осъществява на повече от една изчислителна машина. Тези факти показват актуалността на поставените в дисертационния труд проблеми, както и необходимостта от доразвиване и усъвършенстване на съществуващите модели, алгоритмични подходи и програмно осигуряване за прогнозиране.

2. Познаване състоянието на проблема от страна на дисертанта

В Глава 1 от дисертационния труд е представен обстоен обзор и критичен анализ на методи и подходи за решаване на задачи за прогнозирането на времеви редове с изкуствени невронни мрежи и еволюционни алгоритми. Разгледани са различните подходи за обучение и оптимизация на топологията на основните видове невронни мрежи – евристични, точни или хибридни- при приложението им в прогнозни задачи. Представени са и популационно базирани алгоритми за прогнозиране без невронни мрежи. Анализирани са приложения на евристични алгоритми и обучение на невронни мрежи в разпределена изчислителна среда.

Подробно са разгледани проблемите, които възникват, при едно от най-честите приложения на прогнозирането с времеви редове, а именно при търговията с финансови инструменти.

Този преглед показва, че дисертантът има задълбочени и точни познания за текущото ниво на развитие на методите, алгоритмичните и системни подходи за решаване на проблемите за прогнозиране на времеви редове.

На основата на направения обзор и анализ са формулиране целите на дисертационния труд: „1. Реализация на модели на пълно-свързани изкуствени невронни мрежи; 2. Реализация на алгоритми за непрекъснато обучение. Обучението да продължава и в процеса на експлоатация на изкуствените невронни мрежи; 3. Реализация на хибридна комбинация от представените в литературата точни и евристични алгоритми за обучение на изкуствени невронни мрежи; 4. Реализация на програмна система. Системата да бъде под формата на клиент-сървър приложение и да работи в среда за разпределени изчисления. „

За изпълнение на тези цели е набелязана последователност от задачи, изпълнението на които е представено в глави 2 и 3.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставените цели и задачи на дисертационния труд

Използваната методика съответства на нивото на съвременната теория и постижения в изследваната област, като дава качествен отговор на посочените в обзора проблеми и дефинираните в дисертационния труд задачи. Изработен е модел за прогнозиране на времеви редове с невронни мрежи, комбинирани са подходи от евристичната глобална оптимизация, статистическия анализ, разпределените изчисления и машинното самообучение за манипулация на тези мрежи, реализирана е софтуерна система, проведени са експерименти, анализ и сравнение на резултатите.

4. Кратка аналитична характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е добре структуриран и логически последователен, съгласно дефинираните задачи за решаване. Глава 1 е обзор и отразява състоянието на разглеждания проблем по литературни данни. В Глава 2 е предложен модел за прогнозиране с времеви редове с изкуствени невронни мрежи и проблемът за обучението им е разгледан като евристичен оптимизационен процес, който е подходящ за реализация в среда с разпределени изчисления. Предложен е подобрен алгоритъм за миграция на индивидите между локалните популации и централизираната популация. Това подобрява избягването на локални екстремуми при процеса на обучение. В Глава 3 е представена разработената софтуерна система за изследване на процесите при непрекъснато обучение на изкуствени невронни мрежи с еволюционни алгоритми, така че да се извършва прогнозиране на финансови времеви редове. Основните предимства на тази система са: „ниска себестойност за опериране на системата, висока надеждност за непрекъсната работа на системата и висока степен на разширяемост“. В Глава 4 са изложени серия експерименти, които манипулират различни компоненти на изградената софтуерната система. Това включва размер на скрития слой, бързодействие между C++ и JavaScript реализация, работа с трислойна и пълно-свързана мрежа, както и определяне на прозорец за размера на входните данни. Направен е сравнителен анализ и графично онагледяване на резултатите от експериментите. Те са докладвани на 2 международни симпозиума и една международна конференция.

5. Научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд

Основните научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд по мое мнение могат да се представят на кратко така:

1. Направен е анализ на актуалното състояние на подходите, методите и системите за прогнозиране на времеви редове. Очертани са предимствата на приложението на изкуствени невронни мрежи с евристични подходи за обучение.
2. Предложен е метод за машинно обучение на пълно-свързани невронни мрежи в разпределена среда с инцидентно включване на възли.
3. Предложен е евристичен метод за машинно обучение на пълно-свързани невронни мрежи в разпределена среда с диференциална еволюция.
4. Разработени са алгоритми за прогнозиране на времеви редове с използване на пълно-свързани невронни мрежи, обучавани с предложените евристични методи с инцидентно включване на възли и с диференциална еволюция. Изследвани са свойствата на предложените методи и е доказано, че се разширяват възможностите за машинно самообучение.

Основен приложен принос на дисертационния труд е:

1. Разработени са софтуерно осигуряване и дизайн на интерактивна програмна система за прогнозиране на времеви редове с данни от валутните пазари, която реализира предложените евристични методи за машинно самообучение. Системата се отличава с удобен и информативен интерфейс, висока надеждност за непрекъсната работа и висока степен на разширяемост.

6. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Докторантът е представил 8 публикации по дисертационния труд. Две от публикациите са самостоятелни, а останалите 6 са в съавторство, като припосът на докторантът в тях е съществен. Две от публикациите са в издание с SJR (Scientific journal ranking), а други две са представени на международни конференции.

Докторантът е посочил и 4 забелязани позовавания/цитирания.

Изпълнени са изискванията на чл. 3.1.1. от Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и заемане на научни длъжности в ИИКТ-БАН.

Авторефератът отразява съдържанието на дисертацията и дава представа за разглежданите проблеми, както и за приносите на дисертационния труд.

7. Мнения, препоръки и бележки

Основната ми забележка към дисертанта е да бъде по-прецизен при изложението на текста, като избягва повторенията и го изчисти от граматически и пунктуационни грешки.

По мое мнение Тодор Балабанов демонстрира задълбочени познания в конкретната област на своите изследвания. Той притежава способности за самостоятелна научноизследователска дейност и за реализация на оригинални идеи. В дисертационния труд са получени резултати, които имат научно-приложен и приложен принос в науката.

Препоръчвам дисертантът да продължи своята работа по разработване и разширяване на софтуерната система с по-ефективни методи и алгоритми за работа в разпределена среда и тя да получи практическа реализация.

8. Заключение

На основание на гореизложеното считам, че дисертационният труд на Тодор Балабанов отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на Правилника за неговото прилагане, както и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН.

Давам положителна оценка на дисертацията и предлагам на уважаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Тодор Димитров Балабанов по докторска програма „Информатика“ в професионално направление 4.6. „Информатика и компютърни науки“.

Дата: 14.11.2017г.
гр. София

