

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за даване на научна степен
ОИС „Доктор“

Автор на дисертационния труд: капитан лейтенант инж. Йордан Атанасов Сивков
Тема на дисертационния труд: „Цифрови методи за обработката на сигнали от хидроакустични системи“

Рецензент: проф. д-р Андон Димитров Лазаров, професор в БСУ – Бургас

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Степен и мащаб на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията

Съвременният военен и търговски морски флот се отличава с висока технологичност на системите и агрегатите на плавателните съдове. В това отношение важно място заемат хидроакустичните системи за навигация и локация на препятствия – рифове, плитчини, бариери и обекти на морското дъно, във водата и повърхността на водните басейни. Повишават се изискванията към тактико-техническите характеристики на кораби и подводници. За целите на хидролокацията се използват високочувствителни хидроакустични сензори, които от своя страна изискват адекватни хардуерни и софтуерни решения, за реализация на техните технически показатели, което определя актуалността на проблема, решението на който се предлага в дисертационния труд – изследване на цифрови методи за обработка на хидролокационната информация и изграждане на експертна хидроакустична система за разпознаване и класификация на плавателни съдове.

Решението на тези задачи изисква дефиниране на основните разпознавателни характеристики във времевата и честотната област, формулиране на признаково спектрално и корелационно пространство, анализ на методите за определяне на основните параметри, при които протича процесът на разпознаване и класификация, както и оценка на тяхната точност и ефективност. Особено важно да се подчертае значението на симулационния (софтуерен) и натурен експерименти, доказващи възможностите на разработената програмна система, реализираща класификатор на морски цели, базиран на невронна мрежа.

Оттук конкретните задачи, които дисертационният труд решава, така както са формулирани в дисертацията:

Разработване на алгоритми и софтуерни приложения за въвеждане и обработка на сигнали от хидролокационни сензори.

Дефиниране на векторно пространство на признаците, за разпознаване и класифициране на наблюдаваните морски обекти.

Изграждане на структура на изкуствена невронна мрежа (ИНМ), алгоритми и софтуерни приложения за класификация на сигнали от морски обекти в пасивни хидролокационни системи и оценка на изходните данни на ИНМ.

Адаптиране на алгоритмите за разпознаване и класификация за работа във времеви мащаб, близък до реалния времеви мащаб.

Приложение на резултатите от обработката на хидролокационните сигнали, документиране в процеса на наблюдение.

2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал?

Справката за използваната литература, детайлният обзор на основните литературни източници и многоаспектният анализ на съвременното състояние на проблема, методите за неговото решение, свидетелстват за това, че дисертантът познава научната област и актуалните проблеми, чието частно решение предлага в дисертационния труд. Тук следва да се отбележи, че в списъка на използваната литература доминират източници от преди 10-15 и повече години. Отсъства сравнителен анализ на актуални методи и алгоритми, отразени в литературни източници от последните 2-3 години, които се прилагат за решаване на задачата по разпознаване и класификация на обекти.

3. Избраната методика на изследване отговоря на поставената цел и задачи на дисертационния труд

За решаване на задачите от дисертационния труд се прилагат методите на функционалния анализ (корелационната и спектралната интерпретация на сигналите), статистическата теория на разпознаването и вземане на решения, теорията на невронните мрежи, численото моделиране и натурния експеримент. Този арсенал от методи на научни изследвания, компетентно и умело приложени, гарантира коректността на решението на поставените задачи в дисертационния труд.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Дисертационният труд съдържа всички компоненти на добре структуриран изследователски труд, който обхваща три глави и две приложения. Той е илюстриран с таблици, фигури, графични резултати от симулационните и натурни експерименти, и код от програмното осигуряване на невронната мрежа за разпознаване на обекти. В обзорната част авторът разглежда основните характеристики на хидроакустичните сигнали в честотната и времевата област. Анализират се честотните характеристики на хидроакустични сигнали, породени от движението и работата на задвижващите механизми, трансмисионни предавки и двигателите на кораби и подводници, които могат да се интерпретират като шумови или псевдодетерминирани сигнали с тесен спектър и висока степен на корелация или широкоспектрни, породени от кавитацията при движението на витлата, както и фоновите сигнали, породени в морска среда от различни източници – биологични, термални, приливи и отливи, сеизмична активност или взривове, които са с относително широк спектър и ниска степен на автокорелация. В съответствие с поставената в дисертационния труд задача е извършен детайлен анализ на математическите инструменти за разпознаване на хидроакустични сигнали с акцент върху изкуствените невронни мрежи. Направена е сравнителна оценка на различни системи за разпознаване, чрез оператор, евклидова и вероятностна оценка, невронни мрежи.

Предложена е структура на система за формиране на признаковото пространство чрез предварителна обработка на входните данни във времевата и честотната област, с последващо разпознаване на морски обекти и документиране на резултатите. В съответствие със структурата на системата за разпознаване се дефинира признаково пространство на сигналите, регистрирани с пасивни хидролокационни сензори във времевата и честотната област. Чрез прилагане на високо-информативен корелационен анализ се постига откриване на силно подтиснати от шум сигнали, носители на разпознавателни признаци.

Спектралната структура на сигналите, в която се открояват силно изразени специфични характеристики, типични за плавателните съдове, се разкрива чрез използване на БФП, като броят на разпознавателните признаци би могъл да се приема съизмерим с размерността на времевия запис. Приведен е алгоритъм за извличане на признаци в честотната област. Във времевата област разпознавателните признаци се интерпретират чрез специфичните вероятностни закони на разпределение и статистически характеристики на сигналите, генерирани от различни типове плавателни обекти. Разгледан е алгоритъм за проверка на стационарност и ергодичност на случайните хидроакустични сигнали, генерирани от плавателните обекти. При дефинирането на пространство от признаци се използва пространството на специфични спектрални компоненти – амплитуди на синусоидални трептения от състава на хидроакустичния сигнал.

В този смисъл особен интерес представлява таблица от сонарни образи, в която са представени спектралните характеристики на три групи, съставени от три, пет и десет типа (класа) плавателни съдове на пет различни честоти. Данните от таблицата се използват при реализация на алгоритъма за структуриране на входните вектори, обучение и тестване на класификатор на морски обекти със зададена дисперсия на признака. Приложната значимост на дисертационния труд се постига с това, че при изграждане на системата за предварителна обработка на хидроакустичните сигнали се използват два алгоритъма, LOFAR (Low Frequency Analysis and Recording) и DEMON (Detection Envelope Modulation On Noise) от хидролокационна система ASO-94-2, предназначена за борба с подводни лодки, както и данни от Тактически симулационен комплекс Dangerous Waters.

Обоснован е изборът и е разработена експертна система за класификация на морски цели, базирана на изкуствена невронна мрежа – многослоен перцептрон (Feed-forward neural network /FFNN), обучен чрез алгоритъм с обратно разпространение на грешката /MLP with BPA/, който представлява обучение с учител. Приложен е итерационен алгоритъм за обучение на класификатор върху новосъздадена невронна мрежа, не обучавана с признакови вектори, изведени са вероятностни числени и графични характеристики. Обучението се извършва на персонален компютър с 64-битова операционна система Windows 10 с инсталирани актуализации и драйвери на хардуерните компоненти. Симулационният експеримент е проведен в среда Matlab R2013a (v.8.1.0.604) 64-битов, с активирани инструменти: Neural Network Toolbox, Parallel Computing Toolbox, Signal Processing Toolbox и Statistics Toolbox.

Направен многофакторен анализ на точността на класификатора в зависимост от неговата структура и признаковото пространство. Изследвана е чувствителността на алгоритъма за разпознаване към грешки в измерването на някой от параметрите или при смущаване случайно или преднамерено на някой от тях. Оценено е влиянието на точността на спектралните отчети, получени чрез БПФ, върху работата на класификатора.

Представени са блоковата схема на експерименталния комплекс, методиката и инструментите за запис и възпроизвеждане на хидроакустични сигнали, както и експериментални резултати от компютърните симулации и практическата реализация на софтуерни приложения за обработване и разпознаване на хидроакустична сигнали.

5. Научни и научно-приложните приноси на дисертационния труд

Научни приноси

1. Направена е класификация на методите за разпознаване на сигналите, излъчени от морски обекти и регистрирани в пасивни хидролокационните системи. Обоснована и предложена е структура на класификатор на морски плавателни съдове на базата на пет-компонентен признаков вектор, дефиниран чрез спектралните коефициенти на

хидроакустичните сигнали, излъчени от разпознаваемите обекти.

2. Предложена е структура на алгоритъм за формиране на признаковото пространство чрез предварителна обработка на входните данни във времевата и честотната област, с последващо разпознаване на морските обекти и документиране на резултатите. В съответствие със структурата на системата за разпознаване се дефинира признаково пространство на сигналите, регистрирани с пасивни хидролокационни сензори във времевата и честотната области. Разработен и реализиран е алгоритъм за създаване на признакови вектори на обекти с използване на базов образ, за обучение и тестване на класификатори при различни сценарии.

Научно-приложни приноси

1. Обоснован е изборът и е разработена експертна система за класификация на морски цели, базирана на изкуствена невронна мрежа – многослоен перцептрон, обучен чрез алгоритъм с обратно разпространение на грешката, който представлява обучение с учител.

2. Предложен е итерационен алгоритъм за обучение на класификатор върху новосъздадена невронна мрежа, не обучавана с признакови вектори, изведени са вероятностни характеристики, числено и графично интерпретирани.

Приносите в дисертационния труд могат да се интерпретират, като научни обобщения, класификация на методи и алгоритми, структури и техники, използвани в системите за разпознаване на морски обекти, получаване на нови факти, експериментални резултати, които потвърждават възможностите на известни технологии за разпознаване и класификация на морски съдове.

Дисертационният труд показва, че разработените алгоритми за формиране на вектори от признаци за типове плавателни съдове, обобщаващата методика и система за разпознаване и класификация, базирана на невронни мрежи, са реализирани в проектната дейност и използвани в курсовете за обучение на военноморски кадри. В това, конкретно, се заключава значимостта на научните и научно-приложни приноси за науката и практиката.

6. В каква степен дисертационният труд и приносите представляват лично дело на дисертанта

Без съмнение дисертационният труд и научните и приложни приноси в него са лично дело на дисертанта. Потвърждение за това са стилът и методът на изложение, специфичните синтактични и морфологични структури на изреченията, както и публикационната дейност, изразена с пет броя научни статии и доклади при апробацията на резултатите от него.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Дисертантът представя списък с пет публикации, от които една публикация на международна конференция, на английски език, три в научно списание „Морски форум”, и една публикация на конференция по акустика. На рецензента не е известно цитиране на публикациите от дисертационния труд.

8. Приложимост на резултатите от дисертационния труд в научната практика.

От дисертационния труд следва, че резултатите, изложени в него, като методи, алгоритми, структури на сигнали и пр. са намерили приложение в системите за обучени и професионална подготовка на морски специалисти.

9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси

Дисертационният труд разкрива опитът на автора да анализира реални данни, да ги преобразува във вид, подходящ за работа на цифровата система за разпознаване, базирана на невронна мрежа, прилагането на получените резултати в изграждане на система за разпознаване на класове плавателни съдове. От тази гледна точка, би могло да се препоръча разработването на програмно-техническа система за разпознаване, която да бъде внедрена в тренировъчни и бойни комплекси за откриване, разпознаване и класифициране на морски цели.

10. Автореферат

Авторефератът е направен съгласно изискванията и правилно отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд.

11. Критични бележки и препоръки

Дисертационният труд представя научни изследвания и резултати с висока приложна стойност в областта на морското дело. Извършена е значима по обем работа по проучване и изграждане на системи за разпознаване, базирани на невронни режи. Но, този труд не е лишен от пропуски, за които могат да бъдат отправени бележки и препоръки. На първо място може да се отбележи сравнително тежкият стил на изложение, който затруднява читателят да се акцентира върху същественото, главното и определящо в текста, в който могат да се посочат както семантични, така и стилни грешки, повторения на думи, излишни (многократни) предлози, понятия като семпли (за назоваване на дискрети). Ето някои словосъчетания, които са неподходящи „дискретът на спектъра, голяма стойност на дискретност” и др. Пълно пренебрегване на правилата за използване на пълния и непълния член, правилата за използване на препинателни знаци (запетаи) и т.н. Направените бележки не могат да повлияят на положителната оценка за дисертационния труд.

12. Заключение

Дисертационният труд по структура и съдържание, цели и решени задачи, научни и научно-приложни приноси отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника за неговото прилагане. Това дава основание убедено да предложи да се присъди на капитан лейтенант инж. Йордан Атанасов Сивков научната степен „Доктор” в област на висшето образование „Технически науки” и професионално направление „Транспорт, корабоплаване и авиация”, Докторска програма „Радиолокация и радионавигация”.

Дата: 17. 04. 2017 г.

Рецензент:

(подпис)