

РЕЦЕНЗИЯ

от проф.дтн. Красимира Петрова Стоилова

Институт по информационни и комуникационни технологии - БАН

на дисертационен труд за присъждане на научната степен '**доктор на науките**'

по научна специалност 01.01.12 „Информатика”

професионално направление 4.6. „Информатика и компютърни науки”

Автор: доц. д-р. инж. Любка Атанасова Дуковска

Тема: ОТКРИВАНЕ И ОЦЕНЯВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ДВИЖЕЩИ СЕ ЦЕЛИ
В УСЛОВИЯТА НА ИНТЕНЗИВНА ШУМОВА СРЕДА

1. Общо описание на представените материали

Със заповед № 168 от 30.11.2016 г. на Директора на ИИКТ-БАН съм определена за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема „Откриване и оценяване на параметрите на движещи се цели в условията на интензивна шумова среда” за придобиване на научна степен „доктор на науките” по научна специалност „Информатика” с автор доц. д-р. Любка Атанасова Дуковска.

Представеният от доцент Дуковска комплект материали е в съответствие с Чл.6 от Правилника за развитие на академичния състав на ИИКТ и включва следните документи:

- копие от диплома за образователната и научна степен „доктор“
- списък на научните публикации по темата на дисертацията – 36
- списък на цитиранията - 87
- списък на научно-изследователски проекти по темата на дисертацията – 15
- дисертационен труд
- автореферат.

2. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Разработването на нови оригинални високоефективни алгоритми за обработка на радиолокационната информация, които да са реализуеми в реално време, е актуален научен проблем. В радиолокацията обикновено се прилага подход, при който откриването на полезен сигнал, отразен от целта, се извършва отделно от откриването на траекторията ѝ посредством решаването на две отделни задачи. Напоследък намират приложение алгоритми за извличане на полезна информация за поведението на наблюдаваните цели чрез математическа трансформация на приетите сигнали, при което се получават оценки на параметрите на движещите се цели с голяма точност при много динамична радиолокационна обстановка.

Цел на дисертационния труд е „да се синтезират и изследват различни подходи, методи и алгоритми за откриване и определяне на параметрите на движещи се цели, осигуряващи постоянна честота на лъжлива тревога в условията на интензивен поток от импулсни смущения, както и да бъде оценена ефективността на новополучените структури”. Тази цел е постигната посредством изследването на 5 задачи, решавани в дисертацията.

3. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд, изложен на 258 страници, се състои от пет глави, библиография, списък на публикации по темата на дисертацията, научно-изследователски проекти по темата

и списък на съкращения. Използвани са 170 литературни източника, от които 15 са от руски автори, 10 – от български и останалите са на английски език. Има 12 Интернет източници.

В **Глава 1** е направен обзор на известните методи и алгоритми за откриване на движещи се цели, осигуряващи поддържане на постоянна честота на лъжлива тревога (ПЧЛТ) в условията на интензивна шумова среда. Посочени са целите на изследването, задачите за решаване и структурата на дисертационния труд. В **Глава 2** се предлага методика за оценка на ефективността на разглежданите сигнални откриватели. Като критерий за ефективност на откривателите е предложен за използване среден праг на откриване. С цел подобряване на откриваемостта на полезния сигнал в условията на случайно появяващи се импулсни смущения с висока интензивност е изследвана чувствителността на различни откриватели – осредняващ едномерен и двумерен откривател, цензуриращ едномерен и двумерен откривател и на адаптивен откривател спрямо промяната на параметрите на Поасонов и биномен поток от случайно появяващи се импулсни смущения. Ефективността на сигналните процесори е оценена чрез средните прагове за откриване като са представени загубите, изразени в отношението „сигнал-шум” за всеки от разглежданите откриватели. В **Глава 3** са изследвани и анализирани вероятностните характеристики на Хох откривател на траектории, работещ в условията на интензивен биномен поток от случайно появяващи се импулсни смущения спрямо промяната на параметрите на смущението при използването на различни видове сигнални процесори - откриватели на постоянна честота на лъжлива тревога (ПЧЛТ) с бинарно натрупване на сигнала (CFAR BI); цензуриращ ПЧЛТ откривател с бинарно натрупване на сигнала (EXC CFAR BI); адаптивен ПЧЛТ откривател с некохерентно натрупване на сигнала (API CFAR). В **Глава 4** е представен нов подход за оценка на скоростта на движеща се цел в условията на интензивно действащи импулсни смущения. Показано е, че прилагането на математическа Хох трансформация на приетия от целта сигнал, подобрява работата на оценителя на скоростта \dot{u} . **Глава 5** е посветена на решаването на една от фундаменталните задачи в радарните и комуникационните системи - задачата за откриване и оценяване на параметрите на сигнала (оценяване на пространствените координати). Тя е решена при различни видове сигнали и смущения.

4. Основни приноси

Научни приноси

- Теоретично обобщено е използването на цензуриращи техники в алгоритмите за откриване на движещи се цели.
- Теоретично обобщено е прилагането на Хох трансформация в процеса на откриване и оценяване на параметрите на движещи се цели.

Научно-приложни приноси

- Предложена е методика за оценка на ефективността на сигнални откриватели на база на използването на критерия за ефективност на откривателите, осигуряващи поддържане на ПЧЛТ (постоянна честота на лъжлива тревога) - среден праг на откриване.
- Оценена е ефективността на 3 типа сигнални откриватели в условията на интензивна шумова среда на база на използването на критерия за ефективност на откривателите, поддържащи постоянна честота на лъжлива тревога (ПЧЛТ) - среден праг на откриване. Изследваните 3 типа сигнални откриватели са ПЧЛТ откривател с бинарно натрупване на сигнала (CFAR BI); цензуриращ ПЧЛТ откривател едномерен и двумерен с бинарно натрупване на сигнала (EXC CFAR BI); адаптивен двумерен ПЧЛТ откривател с некохерентно натрупване на сигнала (API CFAR). За всеки от тях е изследвана чувствителността от случайно появяващи се импулсни смущения и са определени загубите посредством средния праг на откриване.

- Направено е сравнение на трите типа откриватели и е оценена ефективността им посредством вероятностните им характеристики спрямо отношението „сигнал/шум“ и среден праг на откриване. Определени са оптимални прагове за откриване в условията на Поасонов и биномен поток от случайно появяващи се импулсни смущения. Използването на цензуриращи и адаптивни откриватели води до значително намаляване на загубите, изразени в отношението „сигнал/шум“.

- Синтезирани са различни нови структури на Хох откриватели съвместно работещи с едномерни и двумерни сигнални процесори, осигуряващи поддържане на постоянна вероятност за лъжлива тревога в условията на интензивни импулсни смущения. Посредством метода за числено експериментиране са изследвани вероятностните характеристики на получените структури в условията на случайно появяващи се импулсни смущения с Поасонов и биномен закон за поява и Релеевска флукутация на амплитудите.

- Изследвана е чувствителността на вероятностните характеристики на Хох откривател на траектории, работещ в условията на интензивен биномен поток от случайно появяващи се импулсни смущения, спрямо промяната на параметрите на смущението, при използването на

А) осредняващ ПЧЛТ процесор с последващо бинарно натрупване в тествания прозорец

В) с цензурираща процедура в обучаващия прозорец

С) с двумерен адаптивен ПЧЛТ процесор с некохерентно натрупване, извършващ цензуриране на обучаващия и на тествания прозорец.

Показано е, че и за трите вида откриватели се повишава съществено качеството на откриване. От направеното сравнение на трите типа откриватели следва, че използването на цензуриращи техники е подходящо при интензивен биномен поток от случайно появяващи се импулсни смущения докато при Поасонов поток от случайно появяващи се импулсни смущения е ефективен двумерен адаптивен ПЧЛТ процесор с некохерентно натрупване.

- Създаден е подход и алгоритъм за едновременно откриване на движеща се цел и определяне на скоростта ѝ при интензивни импулсни смущения. На първия етап целта се открива с помощта на Хох откривател посредством дискретизация на параметричното пространство. На втория етап се определя радиалната скорост на целта в Хох параметричното пространство посредством прецизна дискретизация. Ефективността на предложения подход се определя от два показателя – вероятност за правилно откриване и точност на определяне на скоростта на целта. Качествените показатели на алгоритъма за откриване са изчислени чрез прилагане на Монте Карло симулационен анализ. Получените резултати показват подобряване на показателите за точност на предложения подход.

- Предложен е нов алгоритъм за откриване в Хох параметричното пространство, който повишава вероятността за правилно откриване когато координатите на целта са определени с грешки (прието е, че грешките са с нормално разпределение). Алгоритъмът формира пълзящ прозорец в Хох параметричното пространство с цел осредняване и бинарно натрупване на данни в него. Траекторията на целта се открива когато бъде надхвърлен зададен праг на откриване. Алгоритъмът подобрява действието на Хох откривателя и повишава вероятността за правилно откриване.

- Създаден е подход за децентрализирана многосензорна обработка на сигнали в съвременните комуникационни и радарни мрежи, използващи полярна Хох трансформация. Обединяването на данните се извършва от различни радари, измерващи параметрите на наблюдаваната цел с различна точност в полярно Хох параметрично пространство. Изследвано е влиянието на броя на радарите и прага на Хох пространството спрямо вероятността за лъжлива тревога. Така се увеличава работоспособността на сензорните (комуникационни или радарни) мрежи, което може да намери приложение в градски условия при липса на пряк сигнал и интензивни отражения на полезния сигнал.

- Създаден е алгоритъм за обединение на данните в мрежа от радари, ползващи полярна Хох трансформация. Предложеният алгоритъм е приложен в Multiple Input Multiple Output (MIMO) радарна система. Изследванията са проведени в условията на интензивна шумова среда от поток на случайно появяващи се импулсни смущения, като координатите на целта (разстояние и азимут) са определени със и без грешки. Предимството на предлагания алгоритъм е в обединяването на данните в мрежа от асинхронно работещи радари с различни характеристики за точност, като всеки от радарите има различно време за сканиране на целта. Получената информация, която може да има различни характеристики за точност, се обединява в предложената децентрализирана радарна система. Наличието на грешка на измерване на координатите на целта и увеличаването на стойността на бинарния праг в Хох пространството води до намаляване на вероятността за правилно откриване в триканалната радарна структура с обединяване на данните в Хох параметричното пространство.

Приложни приноси

- Сравнени са два конвенционални многосензорни подхода за определяне на височината на движеща се цел. Първият подход използва класически тримерен метод, описан от Caspers. При него височината се определя с помощта на три независими измервания на височината на целта. Вторият подход е интерферентен на многолъчево разпространение, описан от Chen. И при двата метода получените резултати показват близки стойности на грешките в измерване на височината на движеща се цел с леко предимство в методиката на Caspers, дължащо се на независимостта на грешката от размера на радарните бази.

- Създаден е пакет от програми за числено експериментиране в средата на MATLAB за аналитично определяне на вероятностните характеристики и средния праг на откриване в условия на интензивна шумова среда.

- Разработен е пакет от програми за числено експериментиране в средата на MATLAB за многосензорна обработка на сигнали и данни с помощта на подходите за математическо моделиране.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд и цитиранията

Доц. д-р. Л.Дуковска е представила 36 публикации с резултати по дисертацията. (Съгласно чл.3 т.2.1 от Правилника на ИИКТ са необходими поне 25 научни публикации, с което се изпълнява критерия.) От тях една е в глава от книга, издадена от престижното издателство Springer, 16 са в списания с импакт фактор или в специализирани международни издания с SJR (съгласно чл.3 т.2.1 от Правилника на ИИКТ са необходими поне 15 такива публикации, с което се изпълнява изискването), 2 са в списание, а останалите 17 са в международни конференции. От публикациите 15 са самостоятелни, а в 7 тя е на първо място.

Представен е списък на 87 цитирания по дисертационния труд. Списъкът включва и публикации (6, 7, 15, 20), които са извън представения списък на публикациите и съгласно изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности на ИИКТ не ги отчитам (17 цитирания). В резултат се получават 70 цитирания, от които 20 са в списания с импакт фактор, което надвишава изискванията на Правилника на ИИКТ - 15 такива цитирания. Сумарният импакт фактор е 17.649.

Представена е справка от SCOPUS, откъдето се вижда, че доц. д-р.Л.Дуковска има h-индекс 4, има 78 цитирания на 57 публикации. Представена е справка и от Google Scholar, където има h-индекс - 9, i-10 индекс - 8, има 276 цитирания, от които 147 от 2011 г.

В допълнение на оценяването на резултатите ѝ от международната научна общност може да се добави и активното ѝ участие в 15 международни и национални проекти по темата на дисертацията.

Тази информация, както и запознаването ми с трудовете ми дават основание да твърдя, че приносите са лично дело на кандидата или са получени при нейното активно участие. Те съответстват напълно на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИИКТ за научната степен „доктор на науките”.

6. Автореферат

Съдържанието на автореферата отразява основните резултати, постигнати в дисертацията.

7. Критични забележки и препоръки

По рецензирания дисертационен труд може да се направят следните най-общи бележки и препоръки:

- В блок-схемите на ПЧЛТ откриватели не са означени изходите на отделните блокове, съответстващи на формализацията (фигури 1.6, 2.1, 2.4, 2.9, 2.12 и т.н.), което затруднява логиката на изложението.

- На фиг.3.20 при сравнението на трите типа Хох откриватели с двумерни ПЧЛТ процесори и с фиксиран праг би трябвало да се ползва само една оптимална стойност на прага $T_{Мopt}/N_S = 7 / 20$ или $T_{Мopt}/N_S = 13 / 20$ както е направено на фиг.3.19 .

- Допуснати са технически пропуски на места в изложението. Например на стр. 101 за адаптивния откривател скаларния фактор се получава от (2.96) вместо записаното (2.52); на стр.153 адаптивни вместо цензуриращи техники; на стр. 165 броят на симулационни цикли е q вместо p .

В списъка на цитиранията публикациите би трябвало да съответстват на списъка на публикациите по темата на дисертацията.

Гореизложеното не омаловажава постигнатите резултати от изследванията на кандидата и не променя положителната ми оценка за работата ѝ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд съдържа теоретични обобщения и решения на големи научни или научноприложни проблеми, които съответстват на съвременните постижения и представляват значителен и оригинален принос в науката. Те отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и Правилника за развитие на академичния състав на ИИКТ-БАН. Поради гореизложеното, убедено давам своята **положителна оценка** за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси и предлагам на почитаемото научно жури да **присъди научната степен „доктор на науките”** на доц. д-р. **Любка Атанасова Дуковска** по научна специалност „Информатика”, професионално направление 4.6. „Информатика и компютърни науки”.

27 февруари 2017 г.