

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“

Тема: „Методи и алгоритми за обработка на SAR и ISAR изображения“

Автор: Тодор Павлов Костадинов

Изготвил рецензията: полк. инж. доц. д-р Чавдар Николаев Минчев,
Национален военен университет „Васил Левски“, факултет „Артилерия, ПВО и
КИС“, гр. Шумен.

АКТУАЛНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Използването на радиолокационни системи със синтезирана апертура бележи своя разцвет през първото десетилетие на този век и представлява основен компонент от инструментариума за ефективен контрол на въздушното пространство и земната повърхност. Възможностите за изследвания в тази област разширяват своя обхват с всяка изминала година и тяхното приложение в различни области на науката и практиката непрестанно нарастват.

В съвременните условия на нарастваща заплахата от локални военни конфликти и терористични актове нуждата от постоянен мониторинг на обектите във въздушното пространство и върху земната и морска повърхност е безспорен факт. Това се потвърждава от увеличаващия се брой на новите проекти в световен мащаб, свързани с подготовка и провеждане на мероприятия за гарантиране на превенция и защита срещу евентуални заплахы за сигурността и съществуването на хората.

В този смисъл разглежданата в дисертацията проблематика несъмнено е актуална и дори без преувеличение може да се каже – модерна.

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Съдържанието на дисертацията по мой прочит и разбиране е, както следва.

Дисертационният труд е структуриран в увод, четири глави, заключение и едно приложение. Основният текст е изложен на 136 страници и включва 132 математически израза, 175 фигури и 1 таблица, които са последователно номерирани. Наличието за толкова много фигури е оправдано с оглед на темата на дисертацията и предложените резултати от проведените множество симулационни числени експерименти.

Цитирани са 123 информационни източници – литературни и електронни.

В уводната част е обоснована актуалността на разглеждания проблем и са определени целта и произтичащите от нея основни задачи – според мен ясно дефинирани, смислово последователни и в съответствие с темата на дисертацията.

В първа глава, която е с обзорен характер, е отразено съвременното текущо състояние на проблемите, свързани с използването на SAR (Synthetic Aperture Radar), ISAR (Inverse Synthetic Aperture Radar), BISAR (Bistatic Inverse Aperture

Synthetic Radar), BFISAR (Bistatic Forward Inverse Aperture Synthetic Radar) и InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) технологиите.

Проучената литература и други електронни информационни източници са достатъчни за формиране на цялостна и актуална картина на разглежданата проблематика. Приятно впечатление създава сериозното и задълбочено проучване на резултатите, новостите и тенденциите в тази област, извършено от докторанта.

Изводите в края на тази глава всъщност са в основата на формулираните цел и основни задачи в дисертацията.

Втора глава включва:

– аналитично описание на топологиите за радиолокационно наблюдение на обекти, посредством радиолокационни станции, използващи синтезирана апертура – SAR, ISAR, BSAR, BISAR, BFISAR, InSAR;

– геометрични модели за определяне на кинематичните параметри на наблюдавания обект при различните топологии за радиолокационно наблюдение;

– алгоритъм за определяне на модула на векторното разстояние между компонентите на радиолокационната система и наблюдавания обект при различните топологии за радиолокационно наблюдение с използване на радиолокационни станции със синтезирана апертура – SAR, ISAR, BSAR, BISAR, BFISAR, InSAR, както и описание на програмната реализация на този алгоритъм;

– математически модели на сондиращи импулси, осигуряващи необходимата висока разделителна способност по разстояние, реализирана чрез различна форма на вътрешно-импулсна модулация – линейно-честотна модулация, фазова модулация с кодове на Баркер, с кодове от вида GPS C/A и кодове от вида GPS P.

В трета глава са предложени:

– математически модели за формиране на отразените радиолокационни сигнали от обекти със сложна геометрична форма и тяхната суперпозиция в комплексен отразен траекторен сигнал;

– алгоритми за реконструкция на двумерно изображение на наблюдавания обект в зависимост от използваната модулация на сондиращите импулси;

– алгоритъм за фазова корекция на регистрирания дискретен комплексен отразен траекторен сигнал чрез оценка на ентропията на полученото двумерно изображение с цел постигане на оптимална фокусировка на същото;

– програмна реализация на изброените модели и алгоритми.

Четвърта глава на дисертацията съдържа описание и резултати от проведени числени симулационни експерименти, реализирани в средата и с инструментариума на развойната програмна среда Matlab, чиято цел е да се потвърди коректността на предложените математически модели и алгоритми. Резултатите са илюстрирани чрез множество фигури.

Заклучителната част на дисертацията включва обобщена изводна част, описание на публикациите, чиито автор е докторанта, апробация на постигнатите резултати на научни форуми в страната и чужбина, както и списък с научните, научно-приложните и приложни приноси според мнението на дисертанта.

В приложението са представени програмните сорс-кодове за реализиране на проведените числени симулационни експерименти.

ОБЩА ОЦЕНКА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Като цяло дисертационният труд е поднесен в стегнат и научно-издържан стил. Използвана е правилна научна терминология без излишна детайлност по отношение на общоизвестни факти и идеи.

Представеният математически апарат е правилен и разбираем, благодарение на пълните и точни пояснения на участващите величини и техните дименсии.

Фигурите и таблиците са коректни и илюстрират по подходящ начин анализирания данни и получените резултати.

Цитираните информационни източници са достатъчно представителни, съществена част от тях датират от последните 5 години, изнесени са на сериозни международни форуми от наши и чужди автори и имат отношение към тематиката на дисертацията. Референциите към тях, включени в основния текст, са уместно подбрани и правилно посочени.

ОЦЕНКА НА ПРИНОСИТЕ

По мое мнение приносите на дисертанта от научен, научно-приложен и приложен характер в съответствие със съдържанието на дисертацията могат да се сведат до следното.

Научни приноси

1. Изведени са аналитични изрази за определяне на геометричните характеристики на различни топологии за радиолокационно наблюдение на обекти, посредством радиолокационни станции, използващи синтезирана апертура – SAR, ISAR, BSAR, BISAR, BFISAR, InSAR.
2. Предложени са дву- и три-измерни аналитико-геометрични и кинематични модели на SAR на ISAR сценарии и алгоритми за формиране на комплексни траекторни сигнали с използване на линейно-честотна и фазова модулация, отразени от обекти със сложна форма, при различни топологии за радиолокационно SAR и ISAR наблюдение.
3. Предложен е алгоритъм за фокусировка на възстановените двумерни изображения чрез фазова корекция на регистрирания отразен дискретен комплексен траекторен сигнал, като за критерии за качество е използвана оценка на ентропията на полученото изображение.

Научно-приложни приноси

1. Доразвити са алгоритмите за реконструкция на двумерно изображение на наблюдавания обект, в зависимост от вида на сондиращия сигнал и конкретната топологии за радиолокационно наблюдение.
2. Реализиран е програмно математически модел на процеса за формиране на отразен комплексен траекторен сигнал, адаптивен към кинематичните параметри и геометрията на наблюдавания обект.

3. Осъществени са програмно алгоритми за възстановяване на двумерно изображение на наблюдавания обект в зависимост от използваната модулация на сондиращата импулсна последователност.
4. Реализиран е програмно алгоритъм за автоматична фокусировка на полученото изображение чрез фазова корекция на траекторния сигнал с оценка на ентропията на изображението.

Приложни приноси

1. Проведени са множество числени симулационни експерименти в развойната програмна среда Matlab с цел проверка и потвърждение на предложените математически модели и алгоритми.

ОЦЕНКА НА ПУБЛИКАЦИИТЕ И АПРОБАЦИЯТА

Представените публикации на автора, свързани с дисертационния труд, са общо 7 на брой, 6 от тях са на английски език, 5 са публикувани в чужбина.

Считам, че техният брой е достатъчен и високото ниво на представения материал напълно удовлетворява изискванията за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в съответствие с нормативните документи.

Добро впечатление създава обстоятелството, че дисертантът е участвал лично в редица международни научни форуми, което определено е спомогнало за неговите сериозни международни контакти с чужди специалисти и научни работници в изследваната област.

КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ

Имам следните критични бележки по дисертацията от общ и редакционен характер.

1. Често пъти в текста обектът на радиолокационно наблюдение е наричан „цел“ (стр. 23, 129 и др.), което създава усещането, че разискваните технологии се използват само и единствено за нуждите на военната противовъздушна отбрана.
2. При описанията на числените експерименти в текста на няколко места е използван терминът „доказва“ (стр. 119, 137). Следва да се отбележи, че числените симулационни експерименти не могат да „докажат“, а само да „онагледят“ и „потвърдят“ използваните математически модели.
3. В съдържанието на дисертацията, както и в основния текст, е допуснато буквално дублиране на наименованията на точка 3.5.А (стр. 84) и съответно 3.5.Б (стр. 85).
4. На стр. 48 обясненията за параметъра $b(t)$ насочват към 13-ти ред на фиг.2.10, но на посочения ред в тази фигура подобно обяснение липсва.
5. Изводи 8 и 11 към четвърта глава всъщност казват едно и също.

Следващите бележки касаят текста на дисертацията по същество.

1. Никъде в текста не се коментира параметъра „дължина на синтезираната апертура“ в зависимост от траекторните параметри на наблюдавания обект, който е критичен по отношение на коректното реализиране на желаната азимутална разделителна способност. Следва да се отбележи, че неточен избор на този параметър би могъл да компрометира целия процес по реконструкция на SAR и ISAR изображенията.
2. На стр. 127 при формиране на модела на сондиращия импулс с линейна честотна модулация за честотна девиация е предложена стойност $\Delta F = 2 \cdot 10^8$ [Hz]. Тази стойност всъщност осигурява разделителна способност по разстояние различна от размера на указания в текста разделителен елемент $\Delta X = \Delta Y = \Delta Z = 0.5$ [m]. Липсата на подобен синхрон затруднява в голяма степен обработката на възстановеното изображение, особено при използване на дискретен модел на наблюдавания обект.
3. На стр. 137 са представени възстановени изображения на летящ обект – хеликоптер. Смущаващо е, че на тези изображения се наблюдават и перките на хеликоптера, а това би било възможно само, ако перките са били в неподвижно положение по време на синтезирането на апертурата, т.е. по време на полета.

ЛИЧНИ ВПЕЧАТЛЕНИЯ ОТ АВТОРА

Личните ми впечатления са, че докторантът Тодор Павлов Костадинов е отлично подготвен специалист, спокоен, упорит, целенасочен и трудолюбив. Умее да работи в екип, успява да сподели своите идеи и да оцени положителните резултати, постигнати от неговите колеги.

Имайки предвид интердисциплинарния характер на дисертацията, следва да се отбележи задълбочеността на познанията на докторанта в различните области от науката, които се съчетават в неговата изследователска работа.

ЗАКЛЮЧИТЕЛНА КОМПЛЕКСНА ОЦЕНКА

Считам, че посочените от мен слабости в дисертационния труд не намаляват цялостното положителното впечатление от предложената разработка.

Авторът умело е приложил класически и съвременни подходи, известни от теорията и практиката при SAR и ISAR технологиите за радиолокационно наблюдение.

Предложените анализи, алгоритми и изградени модели са логични, обосновани и полезни, като допълват и доразвиват научните постижения в избраната предметна област.

Реализацията на избраните програмни решения в програмната развойна среда Matlab показва познаване на материята и разкрива възможностите на докторанта за творческо използване на потенциала на съвременните модерни информационни технологии.

В заключение цялостната ми оценка е, че дисертационния труд се характеризира със задълбочени аналитични, научни и приложни резултати и е плод на положен сериозен самостоятелен труд от страна на докторанта.

Този факт, както и моите впечатления от качествата на докторанта, ми дават основание да предложа на уважаемото научно жури да присъди на докторанта Тодор Павлов Костадинов образователна и научна степен „доктор“, която, по мое мнение, той напълно заслужава.

31.10.2013 г.
гр. Шумен

ИЗГОТВИЛ РЕЦЕНЗИЯТА:

полк. инж.

Чавдар Минчев