

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен
доктор

Автор на дисертационния труд: . Христо Стоянов Николов,
докторант свободна докторантура към ЦЛЗВ/ИКИТ-БАН, София

**Тема на дисертационния труд: “Приложение на нелинейни методи от теорията за
разпознаване на образи в дистанционните изследвания на Земята”**

Научни консултанти:

1. доц. д-р Дойно Иванов Петков
2. проф. д-р Бойчо Великов Бойчев

Област на висше образование: 4. “Природни науки, математика и информатика”
Професионално направление: 4.4 “Науки за Земята”
Научна специалност: “Дистанционни изследвания на Земята и планетите”

Рецензент: Доц. д-р Валентин Йонов Атанасов – секция Системи за дистанционни изследвания
– ИКИТ-БАН, София

Представената рецензия е в изпълнение на заповед № 115/09.10.2018 г. на директора на ИКИТ-
БАН и избор на рецензенти от научното жури, проведен на 15.10.2018 г.

Представената дисертация съдържа 114 страници, включително 31 фигури и 24
таблици, оформени в 5 глави. Библиографията обхваща 101 литературни източника, основно на
английски език

Актуалност и практическа насоченост:

В наши дни се наблюдава стремително развитие на системите за Дистанционни
изследвания с космическо и наземно базиране. Това позволява събиране на огромни по обем
данни за наблюдение на Земята в почти реално време. За осигуряване на адекватно количество
и качество на получавана от тях информация е необходимо развитие и усъвършенстване на
методите и техниките на обработка и разпознаване. Темата на дисертационния труд е
ориентирана в тази насока, а именно към приложение на нелинейни методи от теорията за
разпознаване на образи в дистанционните изследвания на Земята, което включва обработка на
големи масиви данни (big data), съвместно използване на данни различни сензори (data fusion) и
сложна машинна обработка (machine learning) на спектрални данни и изображения, като по този
начин се засягат актуални и нови направления в съвременната наука.

Основните цели и задачи на дисертационния труд са:

- създаване на ефективна иновативна методика за подбор и предварителна обработка
на спектрални данни;

- избор и тест на параметри на използваните модели за обработка на спектрални данни;
- разработка на система от критерии за оценяване на резултатите, получени при използване на различни методи за класификация.
- създаване и допълване на гео-база данни за Панагюрски руден район по налични свободно-достъпни векторни и растрени данни;
- създаване на методика за съвместно използване данни за отразителната способност на обекти върху земната повърхност от полеви системи и от апаратурни комплекси с аерокосмическо базиране;
- времеви анализ на промените за отделните класове от гео-база данни с цел отстраняване на нежелани при класификацията вариации в спектралните изображения в рамките на един клас;
- теоретично обосноваване на прилагането на методи от разпознаване на образи (невронни мрежи и метод на опорните вектори) с помощта на обучение на разпознаваща процедура (learning machine) за тематична обработка на данни, получени при експерименти от дистанционни изследвания;
- адаптиране теоретичните постижения от теорията на невронни мрежи и метод на опорните вектори за нуждите на тематичната обектова класификация на данни от дистанционни изследвания;
- включване на допълнителни характеризиращи признаци (напр. цифров модел на терена) в процеса на класификация освен наличната спектрална информация;
- провеждане на паралелни изследвания, включващи класификация със статистически методи, с модели по метод с невронни мрежи и модели по метод на опорните вектори, както и комбинации от тях;
- валидиране на получени формулировки и модели;
- интегриране на получените модели на разпознаващи процедури, като външни модули в съществуващи програмни продукти за тематична обработка на данни за дистанционни изследвания.

Целите и задачите в дисертационния труд са формулирани ясно и точно и са подчинени на основната идея за автоматизирана обработка на големи масиви данни, където на базата на определен брой измерими и статистически различни признаци да се извърши разделяне на обектите от наблюдаваната повърхност, прилагайки нелинейни математически методи, базирани на теорията за разпознаване на образи, за обработка на спектрални данни и изображения.

Оценка на анализа на състоянието на изследвания проблем в работата и получените резултати

В глава първа, след кратко въведение в проблематиката на дисертационния труд, авторът определя целите и задачите, чието решаване позволява постигане на тези цели. Самите цели и задачи са дискутирани по горе в рецензията. Посочен е предмета на изследването - нелинейни методи и модели, реализиращи класификация с обучение при използване на спектрални данни и изображения, получени от дистанционни изследвания на Земята от години 1999 и 2006, приложени при изучаване антропогенното влияние в Панагюрски руден район. Като критерии за оценка на качеството на моделите са използвани: точност при тематична класификация, възможност на модела за обобщаване, тип и структура на модела, влияние на размера на данните за обучаващата извадка, необходим изчислителен ресурс и сложност на програмна реализация. От тук следва, че за оценка на постигнатите резултати в работата авторът подбира измерими и точни математически критерии, които му позволяват да направи в процеса на изследването обективни изводи.

Глава втора е посветена на въведение в проблематиката на дистанционните изследвания. Посочени са областите на приложение и решаваните задачи, описан е експеримент при дистанционните изследвания. Дадено е кратко описание на физическите

основи на дистанционните изследвания. Посочени са методите и апаратурата за измерване на отразеното от изследваните обекти лъчение във видимата и инфрачервената области на електромагнитния спектър. Описанието на всичко това помага да се стъпи на стабилен фундамент върху който дисертантът да гради изследователската дейност по труда.

В глава трета се разглежда техниката на получаване на спектрални изображения при дистанционните изследвания. Описани са методи и апаратури, използвани за тези цели. Обърнато е внимание на особеностите на получените спектрални изображения в дистанционните изследвания. Тези особености налагат една предварителна обработка на самите изображения, включваща пространствена, спектрална и радиометрична корекция, както и атмосферна корекция. Описанието на технологията на получаване и предварителна обработка на спектрални данни и изображения позволява да се навлезе в дълбочина на характерните особености на синтезираните изображения, което се явява необходимо условие за правилен избор на методите за разпознаване.

В тази част на дисертационния труд са засегнати и въпроси за съвместно използване на данни от различни сензори, посочено е мястото на спектрометричните in-situ измервания, които осигуряват създаване на еталонни обекти в пространството на характеризиращите признаци. Направено е въведение и кратък анализ на методите за класификация, описана е методика на приложението им.

Главата представлява важна задължителна част от цялостното изложение по темата на дисертацията, тъй като особеностите на получаване на спектрални изображения оказват влияние върху основни характеристики на самите изображения, които от своя страна имат пряко отношение при избора на методите за обработка и разпознаване.

Глава 4 е посветена на приложение на методологията за разпознаване на образи за класификация на данни от дистанционни изследвания. Разгледани са теоретичните основи на два метода за създаване на модели за разпознаване на образи с предварително обучение на разпознаващата процедура от налични данни (learning machine approach), при които се използва способността на обработваните данни да се групират в по-големи или по-малки области от пространството на характеристиките на признаците. На базата на анализа в предходните параграфи авторът стига до извода за избор на нелинейни методи за разпознаване на образи за решаване на поставените в дисертационния труд задачи.

Приложени са две техни конкретни реализации – с невронни мрежи (НМ), използващи метода на обратно разпространение на грешката при обучение и метод на опорните вектори (МОВ). За получаване на модели по двата метода авторът правилно следва последователността – етап „създаване на модел“, включващ „обучение на модел“ и „валидация на модел“, и етап „тематична класификация“. Целта на автора и при двата случая е да създаде модел за класификация на спектрални изображения, който предоставя висока точност след прилагането му върху голям обем данни. Общото при тях е, че за създаване на модела, описващ данните се минимизира грешката между получавания от модела резултат след неговото обучение с извадка от набора спектрални данни и еталонни данни, а разликата се изразява в прилаганите стратегии при нейната минимизация.

Авторът извежда още една положителна страна на използваните модели, а именно че независимо от приложената стратегия за достигане до оптимален модел за класификация с НМ и по МОВ, основно предимство се предоставя на способността на изградения модел за обобщаване, а не фокусира изключително върху точното възпроизвеждане на данните от обучаващата извадка.

Глава пета представлява същността на дисертацията. В нея са описани проведените от докторанта експерименти за създаване на модели, прилагащи нелинейни функции за тематична класификация на спектрални данни. За да бъдат проведени планираните експерименти за тематична класификация на обекти от земната повърхност посредством на нелинейни методи, авторът разработва методика за извличане на единични спектри от спектралните изображения. Чрез нея се реализира предварителна подготовка на данни в два формата – растерен и векторен. Следва серия от проведени експерименти за създаване на модели за разпознаване по методите с

невронни мрежи и на опорните вектори за изследвани обекти, обхващащи Панагюрския руден район. Апробиране на методика за съвместно прилагане на статистически подход и класифицираща процедура, използваща невронни мрежи. Оптимизация на разработените модели за разпознаване, реализиращи двата нелинейни метода за класификация, с невронни мрежи и на опорните вектори, по определени от дисертанта критерии. Апробиране на създадените модели за разпознаване, анализ на получените резултати от класификация на обектите за тестовия полигон и оценка на създадените модели по комплексни критерии, включващи: възможности за: повишаване на точността на класификация, предоставяне достатъчно възможности за тяхното прецизиране, предоставяне по-добри възможности за причисляване към даден информационен клас на спектрални данни извън обучаващата извадка, постигане на по-добра обобщаваща способност на обучаващия се модел, оценка на грешките при класификация.

В заключение се присъединявам към направените от автора на дисертационния труд обосновани изводи от изследванията, че нелинейните модели, прилагащи методите с невронни мрежи и на опорните вектори, предоставят добри алтернативи в процеса на тематична класификация на спектрални изображения от ДИ и че тяхното прилагане води до получаване на тематични изображения с параметри за точността им съпоставими, а в много случаи и по-добри, от получаваните с традиционно използвани методи при обработка на данни от дистанционни изследвания.

Приноси на дисертационния труд

В представения дисертационен труд докторантът е посочил 5 основни приноса, които намирам за правилно формулирани и обосновани. Основно приносите имат научно-приложен и приложен характер и се отнасят до: разработване на методика за извличане на единични спектри от спектрални изображения в ГИС среда, създаване на модели, реализиращи нелинейни методи за разпознаване на образи – този с невронни мрежи и метод на опорните вектори, оптимизация на създадените модели по комплексни критерии за оценка, предложен и реализиран метод за съвместно използване на статистически и нелинейни процедури за класификация посредством използване на синтезирани и валидирани данни, оценки точността на класификация на използваните модели.

Публикации по темата

Голяма част от основните резултати от дисертационния труд са представени в 5 публикации на английски език в сборници от конференции, международни и национални с международно участие, 3 от които докторантът е разработил самостоятелно и 2 в съавторство, като на всичките е първи автор. Това ми дава основание да направя заключение, че получените резултати в дисертационния труд са лично дело на докторанта.

Автореферат

Авторефератът отразява правилно съдържанието на дисертацията и дава представа за основните моменти в нея.

Съвместни публикации

Нямам съвместни публикации с докторанта.

Бележки и препоръки

Нямам сериозни забележки към съществената част от дисертацията. Забележките ми по-скоро засягат някои особености от стилистиката и терминологията, често срещани в описанието, като например използването на термините многоканални спектрометрични данни и многоканални спектрометрични системи, тъй като прибавянето на „многоканални“ пред спектрални не носи допълнителна информация, а само отежнява описанието. Още повече в съвременните спектрометрични системи елементът канал физически не съществува, става въпрос за отделни честотни ленти от електромагнитния спектър. Друга особеност е едновременното използване на българския термин за лъчение и английския термин радиация за един и същи физически обект. Разбира се забележките имат не съществен характер и подлежат на уточнение и следователно не омаловажават работата на дисертанта.

Заклучение

Дисертационният труд е актуален, засяга значими за съвременната наука и практика проблеми, които авторът правилно поставя, и демонстрира умение за анализ и умело боравене със съвременните методи за обработка на големи масиви данни, и моделиране, адаптиране и използване на модерен технически инструментариум за решаване на поставените задачи. Това му позволява да извършва успешен анализ на получените резултати, както и да ги прилага за валидиране на използваните модели.

Въз основа на гореизложеното правя заключение, че представения дисертационен труд на тема: “Приложение на нелинейни методи от теорията за разпознаване на образи в дистанционните изследвания на Земята” с автор Христо Стоянов Николов напълно отговаря на ЗРАСРБ и на Правилниците за неговото прилагане за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“ и следователно давам **положителна** оценка на дисертационния труд.

Ето защо предлагам и на уважаемото Научно жури да оцени **положително** труда и да **присъди** на Христо Стоянов Николов образователната и научна степен „Доктор“ в област на висше образование: 4. “Природни науки, математика и информатика”, професионално направление: 4.4 “Науки за Земята”, научна специалност: “Дистанционни изследвания на Земята и планетите”.

Дата: 26.11.2018
София

Рецензент:.....
/доц. Валентин Атанасов/

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

Атанасов

