

ИЗБРАНИ МЕТОДИ ЗА КЛАСИФИКАЦИЯ И СЪВМЕСТЯВАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ДИСТАНЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЪТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Валентина Христова

astronomer@abv.bg

**ВТУ „Т.Каблешков“
ул. „Гео Милев“ №158, 1574 София
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** дистанционно изследване, метод за класификация на изображения, метод за съвместяване на изображения, текстурен куб*

***Резюме:** Дистанционното изследване на пътната инфраструктура използват цифровиматематически методи за обработка на изображения. Тези методи да бъдат разгледани като отделни компоненти, които обединени биха представлявали една самостоятелна система. В настоящата публикация се разглеждат възможности за структуриране на подобна системачрезподбор от съществуващи вече алгоритми за обработка, които да се комбинират така, че нейните качества да превишават резултатите на вече съществуващи системи за обработка на изображения при дистанционно изследване на пътната инфраструктура.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Класификацията е модел, в чиято основа стои математическата логика. Нейната цел е да открие скрити или явни обекти в даден обем от налични данни [1]. Използването на класификаторите се основава на факта, че чрез тях данните могат да бъдат разпределени в различни класове, съответстващи на общи характеристики. При дистанционно изследване на пътната инфраструктура също ще използваме метода на класификацията. Това се прави с цел да се открият характеристиките и особеностите в изображения, които се различават от останалите и могат да бъдат различни видове растителност, артефакти, природни обекти, както и обекти, принадлежащи към пътната инфраструктура.

Класификаторите биват: спектрални, текстурни, геометрични, контекстуални и автоматични. Тук ще бъдат разгледани три класификатора, два от които се основават на спектрална информация, а третия е комбинация от спектрална и текстурна информация.

В публикацията [2] Oddo и др. предлагат класификатор, чиито резултат е груб, но има възможност да се приложи за отделен клас, имащ определени характеристики. Той се изгражда въз основа на два статистически параметъра. Всички непознати класове в дадено изображение се определят, въз основа на положението им върху вероятностната крива на разпределението. Следкласификацията се преминава като резултат към бинарно изображение. В нашия случай изображението ще има два класа

след прилагане на класификацията: първият към който спадат обектите, отговарящи на пътната инфраструктура и вторият – за всички останали обекти. Авторите Mena и Malpica [3] се основават на същите принципи, на които се базира и Oddo и др. [2], но приложеният статистически метод е различен. Първо, за всеки пиксел от изображението се изчисляват статистическите характеристики по три начина. Второ, областите с еднакви характеристики се причисляват към даден клас, въз основа на това причисляване се обособяват различни класове. Във [3] се използва класификация на ниво пиксел.

Методът на съвместяването може да се дефинира като процес, при който се комбинират разнообразни по характеристики обеми от данни, които се основават на измервания с максималната точност, която един източник на данни може да осигури. В работата на Klein [4] се обсъждат различни методи за класификация, част от които са теорията на Dempster-Shafer, изкуствените невронни мрежи, размити невронни мрежи и други. Тези методи могат да бъдат приложени при обработката на изображения на различни етапи, както и да бъдат комбинирани по различни начини.

2. МЕТОДИ ЗА КЛАСИФИКАЦИЯ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ДИСТАНЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЪТНА ИНФРАСТРУКТУРА

Използваните изображения са от Министерството на регионалното развитие – географска информационна система, в частта си „Земно покритие“. Ортофотото заснемането е в периода 2006 – 2007 година. Изображенията са с разделителна способност 300 dpi и са геореферирани. Броят на тестовите изображения, с които сме работили са 100.

2.1. Метод на класификация на Mahalanobis

Този класификатор работи с всеки един пиксел на изображението и използва разстоянието на Mahalanobis като функция за изчисление на степента на обособяване между пиксела-кандидат за класиране в избрано координатно множество в цветовото пространство червено-зелено-синьо (RGB).

С използването на метриката на Mahalanobis се премахва част от ограниченията на Евклидовата метрика. Метриката на Mahalanobis успява да очертае, както линейни, така и криволинейни контури. Евклидовата метрика не осъществява добра корелация между различните линейни характеристики на обектите, които се откриват в изображението. Мащабирането на координатните оси при метриката на Mahalanobis става чрез автоматично изчисление и без намесата на човек-оператор.

$$(1) \quad r^2 = (x - m_x)^T C_x^{-1} (x - m_x),$$

където величината \vec{r} се нарича разстояние на Mahalanobis,

$\vec{x} = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_N)^T$ е вектор на дадена характеристика на обект в изображението,

$\vec{\mu} = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_N)^T$ е средно аритметичния вектор,

а C_x е ковариационната матрица за \vec{x} .

Може да бъде показано математически, че повърхности върху които \vec{r} е разстояние с постоянна стойност са елипсоиди, които са центрирани около μ . При специални случаи, в които функциите са несвързани помежду си и вариациите им във всички посоки са еднакви, тези повърхности са сфери, а разстоянието на Mahalanobis става еквивалентно на Евклидовото.

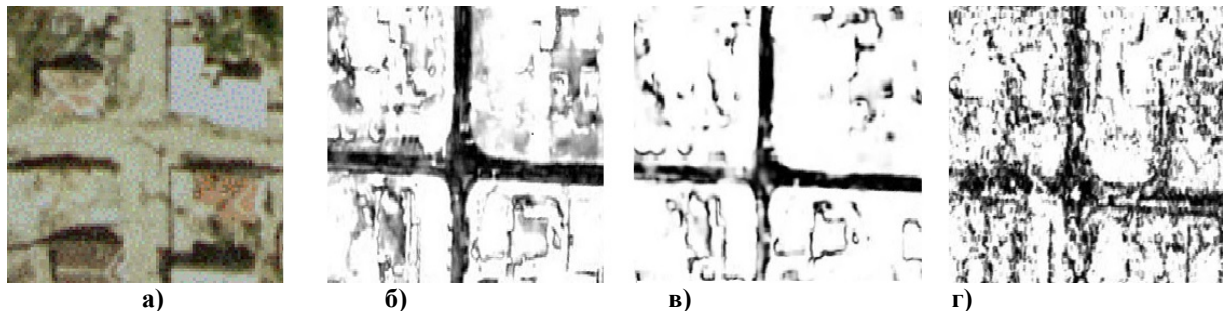
2.2. Метод на класификация на Bhattacharyya

Този класификатор работи с разстоянието на Bhattacharyya, което е доразвитие на разстоянието на Mahalanobis и представлява статистическа функция, която е тясно свързана с коефициента на Bhattacharyya, използван за обработка на данни. Метриката на Bhattacharyya измерва разстоянието между две разпределения, които могат да бъдат дискретни или непрекъснати, докато Mahalanobis измерва разстоянието между точка и разпределение (клас). Това означава, че когато стандартните отклонения на два отделни класа са еднакви методът за класифициране на Bhattacharyya се преобразува в метода за класифициране на Mahalanobis. Следователно, когато два класа имат подобни средни стойности, но различни стандартни отклонения, разстоянието на Mahalanobis ще клони към нула, докато разстоянието на Bhattacharyya ще расте в зависимост от разликата между стандартните отклонения.

2.3. Метод на класификация на “Текстурения куб”

В примерното пространство височината и ширината са представени от куб 3×3 съседни пиксела, ограждащи директно централния пиксел – кандидат, а дълбочината на куба се дефинира от трите слоя RGB на изображението, съответстващи на червено, зелено и синьо. С цел да не се генерира излишък от данни се избират профили, от които да се извлекат спектрални и текстурните характеристики. За спектралните характеристики се прави напречно сечение на дълбочината на куба, а за текстурните – площта на лицето на същото сечение на текстурния куб.

Трите класификатора са представени на фигура 1. Наситеността на черния цвят определя по-висока вероятност в съответното изображение, т.е. по-черна област от изображението съответства на по-висока вероятност.



Фигура 1. а) Оригинално изображение; б) Mahalanobis; в) Bhattacharyya; г) Текстурен куб

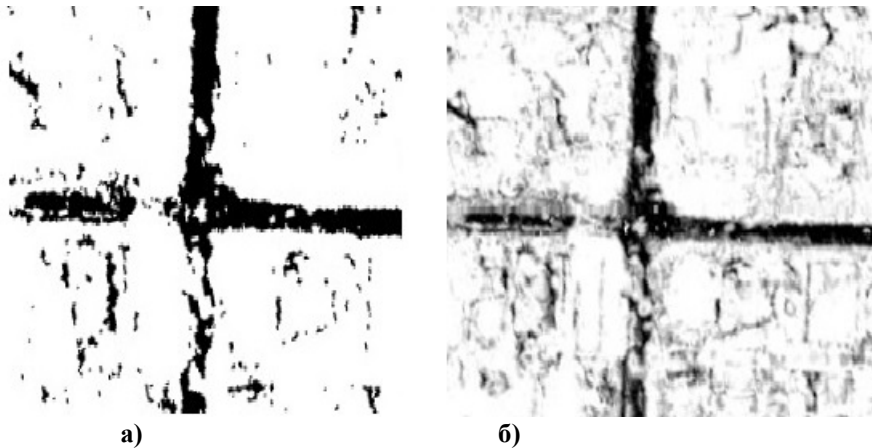
3. МЕТОД НА DEMPSTER-SHAFER ЗА СЪВМЕСТЯВАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ДИСТАНЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЪТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Доказателствената теорията на Dempster-Shafer обобщава комбинация от няколко частни емпирични (конструктивни) доказателства, с цел създаването на точно представяне на реалното разположение на обектите в изображението.

Теорията на Dempster-Shafer позволява да се комбинират данни от различни източници и да се достигне достепен на доверителност (представено чрез доверителна функция), която взема предвид всички налични доказателства. Теорията е разработена за първи път от Arthur P. Dempster [5] и Glenn Shafer [6], [7]. Използвайки методите на класификация при изображенията и на доказателствената теория на Dempster-Shafer се достига до уравнения за доверителност и правдоподобност.

На фигура 2 се представя обобщението на класификатора на изображенията Mahalanobis и метода на съвместяването на Dempster-Shafer. Чрез избор на прагови стойности за функцията на правдоподобност (лявото изображение на фигура 2), пикселите, които притежават значима вероятност да принадлежат на клас,

съответстващ на обект от пътна инфраструктура, могат да бъдат определени (дясното изображение на фигура 2).



Фигура 2. Метод на сливането на Dempster-Shafer. а) Стойности на функцията за правдоподобност; б) Резултат след прилагане на прагова стойност върху изображението получено с класификатора на Mahalanobis

4. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Прилагането на метод за класификация може да става по различни начини и приложението им не се ограничава само с обработката на изображения при дистанционно изследване на пътната инфраструктура. Използваните методи за класификация (спектрални и текстурни) са изградени върху алгоритми, които не са толкова сложни, колкото при останалите методи за класификация. Те не се използват на различни нива при обработката на изображението, а само на началното ниво при процеса на обработка.

Изборът на метод на съвместяване зависи силно от обема и типа данните, които трябва да се обработят. Методът на съвместяване е полезен инструмент за обработка на изображения при дистанционно изследване на пътната инфраструктура. Получените характеристики могат да бъдат извлечени от различни източници на изображения на даден обект и след това подложени на тематична интерпретация.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. K. Jain, R. P. Duin, and J. Mao. Statistical pattern recognition: A review. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22:4-37, 2000.
- [2] L. A. Oddo, P. Doucette, and P. Agouris. Automated road extraction via the hybridization of self-organization and model based techniques. In *Proceedings of the 29th Applied Imagery Pattern Recognition Workshop*, 2000.
- [3] J. B. Mena and J. A. Malpica. An automatic method for road extraction in rural and semi-urban areas starting from high resolution satellite imagery. *Pattern Recognition Letters*, 26:1201-20, 2005.
- [4] L. A. Klein. *Sensor and Data Fusion Concepts and Applications*. The International Society for Optical Engineering press, 1993.
- [5] Shafer, Glenn; *A Mathematical Theory of Evidence*, Princeton University Press, 1976.
- [6] Dempster, A. P. (1967). "Upper and lower probabilities induced by a multivalued mapping". *The Annals of Mathematical Statistics* 38 (2): 325-339.
- [7] Fine, Terrence L. (1977). "Review: Glenn Shafer, *A mathematical theory of evidence*". *Bull. Amer. Math. Soc.* 83 (4): 667-672.

SELECTED METHODS FOR CLASSIFICATION AND FUSION OF REMOTE SENSING IMAGES OF THE ROAD INFRASTRUCTURE

Valentina Hristova
astronomer@abv.bg

*Todor Kableshkov Transport University
158, Geo Milev str., 1574 Sofia
BULGARIA*

Key words: *remote sensing, image classification, image fusion, texture cube*

Abstract: *The remote sensing of the road infrastructure is using mathematical methods for digital image processing. These methods can be considered as separate components that united would constitute a self-contained system. In this publication under consideration are taken some abilities for structuring such a system by selecting processing algorithms from existing ones in terms to combine them so the system properties could exceed the performance of existing systems for image processing in remote sensing of road infrastructure.*