

ТЕМАТИЧНИ СПЕКТРАЛНИ ДАННИ ОТ СИСТЕМИ ЗА ДИСТАНЦИОННИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Деница Борисова, Маргарита Горанова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: dborisova@stil.bas.bg*

Ключови думи: системи за дистанционни изследвания, тематични спектрални данни, спектрални библиотеки

Резюме: При наблюденията на Земята системите за дистанционните изследвания имат широко приложение. Получаваните данни съдържат различна информация, която се интерпретира тематично. За повишаване на точността при интерпретация на данните от дистанционните изследвания на изучаваните обекти се изисква провеждането на наземни измервания за получаване на еталонни спектрални данни. За целта се провеждат лабораторни дистанционни спектрометрични измервания, които осигуряват значителна част от тематичните спектрални данни за интерпретиране на изображения с различна пространствена разделителна способност. В тази връзка се разработват бази от данни, наречани спектрални библиотеки. Включването на данни от различни експерименти в достъпна референтна спектрална библиотека гарантира тяхната продължителна експлоатация, осигурява основа за тяхната качествена оценка и позволява получените данни да се обменят между специалисти от различни научни и приложни области.

THEMATIC SPECTRAL DATA THROUGH REMOTE SENSING SYSTEMS

Denitsa Borisova, Margarita Goranova

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: dborisova@stil.bas.bg*

Keywords: remote sensing systems, thematic spectral data, spectral libraries

Abstract: In Earth observations remote sensing systems are regularly used. Increasing the interpretation accuracy of remotely sensed data of the studied subjects requires performing measurements of reference spectral data. Laboratory remote sensing spectrometric measurements provide a significant part of the spectral data for interpreting spectral images with different spatial resolution. The obtained data are used for creating spectral libraries. Including data from different experiments in an accessible reference spectral library promises their continued exploitation, provides a basis for their qualitative assessment and allows the data to be exchanged between specialists from different scientific and applied areas.

Спектрометрични системи за дистанционни изследвания

Спектрометричните измервания за получаване на тематични спектрални данни се провеждат в лабораторни и теренни условия със спектрометрични системи за дистанционни изследвания (спектрометри). Авторите използват спектрометри, които работят в дължини на вълните, обхващащи спектралните диапазони от видимата /VIS/ до късовълната инфрачервена /SWIR/. В планираните тематични измервания ще се използват две различни спектрометрични системи за измерване на спектрите и получаване на тематични спектрални данни, които да бъдат включени в база от данни или т.нар. спектрална библиотека. Това са: (1) тематично ориентиран многоканален спектрометър (TOMS), с работен спектрален диапазон от 0,4 до 0,9 μm и (2) спектрометър NIRQuest с висока разделителна способност, с работен диапазон от 0,9 до 2,5 μm . Спектрометричните измервания на образци от минерали, скали, почви, растителност, води могат да се извършват в лабораторни условия и, при които е възможно, в

теренни условия. В някои случаи пробите могат да бъдат допълнително пречистени, така че уникалните спектрални данни и характеристики на изследваните обекти да могат да бъдат свързани с тяхната типична структура или характерни параметри.



Фиг. 1. Спектрометрични системи за дистанционни изследвания: (а) TOMS; (б) NIRQuest

Спектрометричната система TOMS (Фиг. 1а) е проектиран и асемблиран в секция “Системи за дистанционни изследвания” в Института за космически изследвания и технологии - БАН в сътрудничество с Алабамския държавен университет - САЩ [1]. В състава на спектрометричната система за тематично ориентирани лабораторни, теренни и самолетни спектрометрични измервания TOMS влизат:

- VIS-NIR многоканален спектрометър;
- фиброоптика и оптични лещи;
- дигитална фотографска камера;
- бордова система за контрол на данните – контрол на спектрометъра, външна памет и GPS (за наземни измервания);
- бордова храняваща система – сменяема литиева батерия;
- елементи за закрепване на спектрометричната система на борда;
- модул за предварителна обработка на спектрометричните данни;
- система за предаване на данните.

Технически характеристики на спектрометричната система:

Спектрален обхват - (400–900) nm

Брой спектрални канали - 128–64

Спектрална разделителна способност - (3–10) nm

Пространствена разделителна способност - (1–25) m².

Спектрометърът NIRQuest е съвременна иновационна разработка, която допринася за повишаване на квалификацията на специалистите в областта на Дистанционните изследвания на Земята и планетите чрез проекта „Информационен комплекс за аерокосмически мониторинг на околната среда”. Високопроизводителната оптична пейка, електрониката с нисък шум и различните опции за решетка правят NIRQuest Spectrometers най-добрият избор за модулно NIR-спектрометриране. Както при повечето разработки на фирмата, NIRQuest може да бъде персонализиран за специфично приложение с различни опции за решетка, процеп и огледало. NIRQuest е идеален за приложения, вариращи от анализиране на съдържанието на влага в храни и напитки до анализирането на следи от метали в отпадни води и характеризиране на лазери. NIRQuest с висока разделителна способност (Фиг. 1б) се използва при лабораторни спектрометрични измервания [2].

Тематични спектрални данни

Тематичните референтни спектрални данни са много важни при наблюденията на Земята и при планирането на бъдещите спътникови мисии. Дистанционните спектрометрични измервания в контролирани условия предоставят полезна информация за изследователски проучвания и анализи на данни от системи, разположени на аеро- и спътникови платформи. Анализът на получените лабораторни и теренни спектрални данни, както и от различни други платформи, изисква база, която се състои от спектрални данни за отделни добре описани

обекти на изследване. В тази връзка се разработват и създават бази от данни или спектрални библиотеки. В спектралните библиотеки всяка спектрална характеристика има описание, наречено също метаданни, асоциирано с получените спектри. Метаданните описват какво е измерено и могат да включват подробности за направените измервания и друга съпътстваща информация за естеството и състава на изследваните обекти. Въвежда се и допълнителна информация за проведените спектрометрични измервания.

В спектралната библиотека на Геоложката служба на САЩ /USGS/ е описана структурата на библиотеката, съдържаща основна информация за описание и картографиране на материали и се представят важни стандарти за оформление [3]. Спектралната библиотека USGS е най-голямата. Тя е свързана и с тематичните наблюдения на Земята и с планирането на спътниковите мисии. Като част от спектралната библиотека USGS и в същото време като независими тематични спектрални библиотеки са: Jet Propulsion Laboratory /JPL/ [4], Университета Джон Хопкинс (JHU) [5], Щатският университет на Аризона (ASU) [6, 7], проектите ASTER / ECOSTRESS [8], събират спектрални данни от лабораторни и полеви спектрометрични измервания. Библиотеките JPL и JHU съдържат отражателни спектри, библиотеката ASU съдържа излъчвателни спектри и библиотеката ASTER съдържа и двете. Друга спектрална библиотека за съхранение на спектрални данни и свързаните с това метаданни е базата със спектрални данни SPECCHIO [9].

Спектралната библиотека USGS съдържа информация във вид на тематични спектрални данни на минерали, скали, почви, растителност, води, материали и други. Въз основа на спецификата на изследвания обект е започнало създаването на тематично ориентирани спектрални библиотеки [10]. В областта на почвознанието са създадени и са в непрекъснато динамично развитие тематични спектрални библиотеки, включващи спектрални характеристики на почвите във връзка с техния компонентен и химически състав [11–15]. За изучаване на растителността се провеждат изследвания, използващи спектрални измервания и допълнителна специфична информация за растителния тип, фенологията, съдържанието на хлорофил и т.н., които се включват в тематични спектрални библиотеки с постоянно активно развитие [16, 17]. При изследването на водите също се създават и използват тематични спектрални библиотеки [18, 19].

Тематичните спектрални библиотеки имат значително приложение при комбинирането на получените наземни спектрални данни, специфичните свойства на изследваните обекти и спектралните данни от дистанционните изследвания [20]. Използването на спектралните библиотеки при различните методи за обработка и интерпретация на спектрални данни се прилага по-често [12, 13, 16, 17, 19, 21].

Заклучение

Авторите на това изследване целят да проучат възможностите на тематичните спектрални данни от различни системи за дистанционни изследвания за по-добро интерпретиране на изображения с различна пространствена разделителна способност от територията на България. Също така планират да съберат в спектрална библиотека спектрални данни като се базират на опита от предишни експерименти [22–25] и като проведат нови спектрометрични измервания и дистанционни изследвания за създаване на тематична спектрална библиотека.

Включването на данни от различни експерименти в достъпна спектрална библиотека ще гарантира тяхната продължителна експлоатация, което осигурява база за тяхната качествена оценка и им позволява да бъдат обменяни между специалисти от различни научни и приложни науки. Затова е необходимо допълването на спектралните библиотеки за кратки периоди в зависимост от предмета на изследването.

Литература:

1. Petkov, D., Nikolov, H., Georgiev, G., 2005, "Thematically Oriented Multichannel Spectrometer (TOMS)," *Aerospace Research in Bulgaria*, vol. 20, pp. 51–54.
2. <https://oceanoptics.com/wp-content/uploads/OEM-Data-Sheet-NIRQuest.pdf>, (accessed 1 October 2018).
3. Kokaly, R., Clark, R., Swayze, G., Livo, K., Hoefen, T., Pearson, N., Wise, R., Benzel, W., Lowers, H., Driscoll, R., and Klein, A., 2017, "USGS Spectral Library Version 7: U.S. Geological Survey Data Series 1035", 61.
4. JPL, https://speclib.jpl.nasa.gov/documents/jpl_desc, (accessed 1 October 2018).
5. JHU, https://speclib.jpl.nasa.gov/documents/jhu_desc, (accessed 1 October 2018).
6. ASU-TES, <http://tes.asu.edu/spectral/library/index.html>, (accessed 1 October 2018).
7. ASU, <http://speclib.asu.edu/>, (accessed 1 October 2018).
8. ASTER, <https://speclib.jpl.nasa.gov/>, (accessed 1 October 2018).

9. Hueni, A., Malthus, T., Kneubuehler, M., and Schaepman, M., 2011, "Data exchange between distributed spectral databases", *Computers & Geosciences*, vol. 37(7), pp. 861–873.
10. Ruby, J., and Fischer, R., 2002, "Spectral signatures database for remote sensing applications", *Proc. SPIE* 4816, pp. 156–63.
11. Shepherd, K.D. and Walsh, M.G., 2002, "Development of reflectance spectral libraries for characterization of soil properties", *Soil Science Society of America Journal*, vol. 66(3), pp. 988–998.
12. Rivard, B., Feng, J., Gallie, A. and Sanchez-Azofeifa, A., 2008, "Continuous wavelets for the improved use of spectral libraries and hyperspectral data", *Remote Sensing of Environment*, vol. 112(6), pp. 2850-2862.
13. Terra, F.S., Demattê, J.A.M. and Viscarra Rossel, R.A., 2015, "Spectral libraries for quantitative analyses of tropical Brazilian soils: Comparing vis–NIR and mid-IR reflectance data", *Geoderma*, vol. 255–256, pp. 81–93.
14. Viscarra Rossel, R.A., Behrens, T., Ben-Dor, E., Brown, D.J., Demattê, J.A.M., Shepherd K.D., Shi, Z., Stenberg, B., Stevens, A., Adamchuk, V., Aïchi, H., Barthès, B.G., Bartholomeus, H.M., Bayer, A.D., Bernoux, M., Böttcher, K., Brodský, L., Du, C.W., Chappell, A., Fouad, Y., Genot, V., Gomez, C., Grunwald, S., Gubler, A., Guerrero, C., Hedley, C.B., Knadel, M., Morras, H.J.M., Nocita, M., Ramirez-Lopez, L., Roudier, P., Rufasto Campos, E.M., Sanborn, P., Sellitto, V.M., Sudduth, K.A., Rawlins, B.G., Walter, C., Winowiecki, L.A., Hong, S.Y. and Ji, W., 2016, "A global spectral library to characterize the world's soil", *Earth-Science Reviews*, 155, pp. 198–230.
15. ICRAF-ISRIC, http://www.worldagroforestry.org/sites/default/files/Description_ICRAF-ISRIC%20Soil%20VNIR%20Spectral%20Library.pdf, (accessed 1 October 2018).
16. Clark, M.L., 2017, "Comparison of simulated hyperspectral HypsIRI and multispectral Landsat 8 and Sentinel-2 imagery for multi-seasonal, regional land-cover mapping", *Remote Sensing of Environment*, 200, pp. 311–325.
17. Dudley, K., Dennison, P., Roth, K., Roberts, D., and Coates, A., 2015, "A multi-temporal spectral library approach for mapping vegetation species across spatial and temporal phenological gradients", *Remote Sensing of Environment*, vol. 167, pp. 121–134.
18. Fang, L., Chen, S., Zhou, X., Liao, S., and Chen, L., 2009, "A web-based spectrum library for remote sensing applications of Poyang lake wetland" *Geographic Information Sciences*, vol. 13(1–2), pp. 3-9.
19. Jay, S., Guillaume, M., Minghelli, A., Deville, Y., Chami, M., Lafrance, B., and Serfaty, V., 2017, "Hyperspectral remote sensing of shallow waters: Considering environmental noise and bottom intra-class variability for modeling and inversion of water reflectance", *Remote Sensing of Environment*, vol. 200, pp. 352–367.
20. Tits, L., Somers, B., Stuckens, J., Farifteh, J., and Coppin, P., 2013, "Integration of in situ measured soil status and remotely sensed hyperspectral data to improve plant production system monitoring: Concept, perspectives and limitations", *Remote Sensing of Environment*, vol. 128, pp. 197–211.
21. Xu, X., Li, J., Wu, C., and Plaza, A., 2018, "Regional clustering-based spatial preprocessing for hyperspectral unmixing", *Remote Sensing of Environment*, vol. 204, pp. 333–346.
22. Kancheva, R., 1999, "State assessment of the soil-vegetation system using spectrometric data", PhD thesis, p. 142.
23. Stoimenov, A., Koleva, R., Dimitrov, V., Tepeliev, Y., Lubenov, T., and Kroumova, J., 2014, "Satellite mapping of Bulgarian land cover – CORINE 2012 project", *Forestry ideas*, vol. 20(2), pp. 189–196.
24. Borisova, D., Petkov, D., 2014, "Analysis of spectrometric optical data from different devices", *Proc. SPIE* 9245, pp. 92450B-1-92450B-7.
25. Borisova, D., 2015, Study of spectral reflectance characteristics of rocks PhD thesis, p. 105.