https://doi.org/10.48368/bgs-2021.1.N12

Long-term use of remotely sensed spectral measurements data

Denitsa Borisova, Doyno Petkov, Ventzeslav Dimitrov

Space Research and Technology Institute-Bulgarian Academy of Sciences /SRTI-BAS/
Sofia, 1113, Acad. G. Bonchev str. bl. 1, dborisova@stil.bas.bg

Key words: remote sensing, spectrometric measurements, spectral data, spectral library

Abstract
The long-term use of data from remote spectral measurements, as well as their sharing, is a fundamental scientific task. This report presents the study on the structure and design of spectral libraries. Spectral libraries or libraries from remote spectral measurement databases are an important tool for storing, managing and using spectral datasets. This information is one of the main in the application of remote sensing of the Earth and the planets. The authors are preparing the study in relation to a project funded by Contract № KP-06-M27/2 with the Bulgarian National Scientific Fund /BNSF/.

Дългосрочно ползване на данни от дистанционни спектрални измервания

Деница Борисова, Дойно Петков, Венцеслав Димитров

Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките /ИКИТ-БАН/
София, 1113, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 1; dborisova@stil.bas.bg

Ключови думи: дистанционни изследвания, спектрометрични измервания, спектрални данни, спектрална библиотека

Резюме
Дългосрочното ползване на данни от дистанционни спектрални измервания, както и тяхното споделяне, е фундаметнална научна задача. В настоящия доклад е представено проучването относно структурата и дизайна на спектралните библиотеки. Спектралните библиотеки или библиотеки от бази данни от дистанционни спектрални измервания са важен инструмент за съхранение, управление и използване на масиви от спектрални данни. Тази информация е една от основните при прилагане на дистанционните изследвания на Земята и планетите. Авторите подготвят проучването във връзка с проект, финансиран по Договор № КП-06-М27/2 с Фонд “Научни изследвания” /ФНИ/.

Съхранение на данни

Дългосрочното ползване на данни от дистанционни спектрални измервания и тяхното споделяне е фундаментална научна задача. Спектралните библиотеки или библиотеки от бази данни са важен инструмент за съхранение и управление на масиви от спектрални данни и са в основата на дистанционните изследвания на Земята и планетите. Спектралните библиотеки, съдържащи спектрални характеристики на различни обекти, са важен източник на информация за начина на обработка на данните от дистанционните изследвания. Те се използват за подобряване на анализа, дешифрирането и интерпретацията на спътниковите изображения и за подпомагане при идентифицирането на изследваните обекти от земната повърхност. Незаменими при дешифрирането и интерпретацията на изображения, чрез които се извлича информация за фини спектрални разлики на изследваните обекти, допълват методите за изучаване на фини структури, напр. в Христова, 2016.
Към настоящия момент спектралните данни се съхраняват в различни бази данни, някои от тях обединени в спектрални библиотеки, по целия свят. По-голямата част от базите с данни не са общодостъпни. Затова създаването на спектрални библиотеки, които стъпват на регулярни наземни спектрометрични измервания и тяхното организиране и структуриране в бази данни със свободен достъп, е актуална задача за повишаване на достоверността на интерпретацията на спътниковите изображения и дългосрочното използване на данни от дистанционни спектрални измервания.

Най-голямата спектрална библиотека към момента е тази на Американската геоложка служба US Geological Survey /USGS/, която е свързана както с наблюденията на Земята, така и с планирането на мисиите на космическите полети и предоставя възможност за свободен достъп до данни от предишни експерименти (Kokaly et al., 2017). Други спектрални библиотеки са ECOSTRESS Spectral Library (Meerdink et al., 2019) и библиотеката на Arizona State University /ASU/ (ASU, 2021), където са събрани и продължават да се събират спектрални данни от лабораторни и полеви спектрометрични измервания. В Московский государственный университет /МГУ/ е създаден геоинформационен комплекс "Геопортал МГУ", където се предвижда допълването на съществуващата информация със спектрална библиотека (Касимов и др., 2015). Друга спектрална библиотека за съхранение на данни от спектрометрични измервания и свързаните с тях метаданни е SPECCHIO (Hueni et al., 2011). В лабораторията Keck/NASA RELAB (Reflecttance Experiment LABoratory), поддържана от Националната администрация за аеронавтика и космически изследвания на САЩ (National Aeronautics and Space Administration), се провеждат спектрометрични измервания на образци от планетарни мисии, като получените спектрални данни се използват за попълване на спектралната база данни RELAB (RELAB, 2021).

Все още спектралните библиотеки се разработват с помощта на скъпи софтуерни инструменти. За по-широк достъп до спектралните данни, които са необходими за по-добра интерпретация на спътниковите изображения, се налага създаването и структурирането на спектрални библиотеки, използващи софтуер с безплатен и отворен код на достъп (Arumugam et al., 2014).

Данните от дистанционните спектрални измервания, които се включват в спектралните бази данни, респективно в спектралните библиотеки, се получават при in-situ /теренни, полеви, в атмосферата, на водната повърхност/ и лабораторни условия със спектрометри с различна радиометрична, пространствена и спектрална разделителна способност и в различни диапазони от слънчевия електромагнитен спектър. Авторите са установили относно данните и базите от тях, че засега липсва уеднаквен стандарт и терминология и не във всички библиотеки са представени параметрите на самите измервания. Една спектрална библиотека съдържа множество бази данни, в които е описано съответното измерване. След като се проведат спектрометричните измервания в теренни или лабораторни условия, получените спектрални характеристики на изследваните обекти, свързани с метаданните, се въвеждат в базата данни.

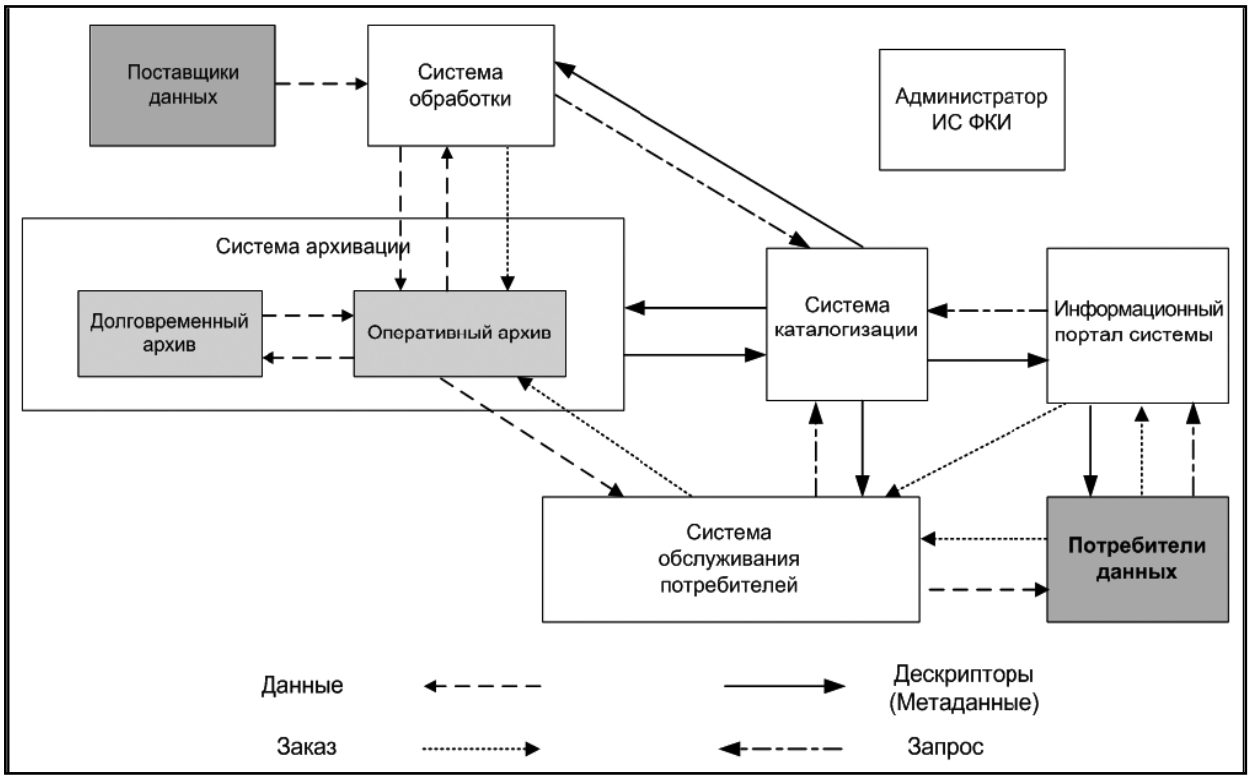
Времето и усилията, които изразходват изследователите за провеждане на дистанционни спектрометрични измервания, предварителна обработка и организиране на получените спектрални данни, осигуряват натрупването на статистически достоверни набори от данни и гарантират доброто качество на спектралните данни. Липсващите метаданни или допълнителна информация би довела до загуба на ценни данни. Също така базите с данни се използват за съхраняване на спектралните данни в подходяща форма. Един пример за такъв вид база данни, структурирана в спектрална информационна система която съдържа спектрални данни, подредени с метаданни като местоположение, информация за сензори, модели на използваните инструменти, земеползване, географско положение на изследваната площ, описание на обекта на изследване и др., е SPECCHIO (Bojinski et al., 2003). Данните са в таблици, които са свързани в обща система. В базата данни може да се заяви да се покаже спектралната информация заедно с дата, час, местоположение, тип инструмент, спектрални канали на инструментите и други от собствени експерименти. Спектралните данни, изискани от изследователите, могат впоследствие да бъдат изтеглени на техните работни станции. Подходът на централизираната база данни на описаната система улеснява споделянето на данни от теренните измервания при различни изследвания и гарантира пълнотата на данните.

Дългосрочното използване на данните от проведени дистанционни изследвания е свързано със структуриране на данните в спектрални библиотеки, което се различава от структурата на една база с данни. Спектралните библиотеки включват най-малко една база данни. Една възможна схема на спектрална база данни е представена на Фигура 1.



Фигура 1. Схема на структура на база данни

Също така създаването на специализирана информационна система, каквато е една спектрална библиотека, е необходима част от фундаменталните космически дистанционни изследвания. Съществуват мощни системи, които поддържат архиви от данни от космически изследвания. В сравнение с тях спектралната библиотека изисква по-малък информационен ресурс, но също така трябва да се осигури надеждно и дългосрочно съхраняване на данните, достъп през цялото време на съхранение, възможност на крайния потребител да използва спектралните данни в архива. На Фигура 2 е представена схема на информационна система (Саворский и др., 2011).



Фигура 2. Базова архитектура и схема на връзките в информационна система /ИС/ за фундаментални космически изследвания /ФКИ/

Има различни концепции за структурата на спектралните бази данни и на спектралните библиотеки. В областта на дистанционните спектрометрични измервания една база със спектрални данни би трябвало да има следните характеристики, описани в (Hueni et al., 2009).

- Логически отношения и последователност: За да се установи връзка между спектралните данни и спектралната информация, е необходимо да се предвиди в структурата на базата от данни да се съдържат по подразбиране общите атрибути на отделните спектрални характеристики. Всеки набор от спектри, съхраняван в спектралната база от данни, трябва да е ясно описан със съответните стандарти за улеснен достъп до информация чрез уеб интерфейс. Това се прави, за да се запази качеството на данните и да се оптимизира изобилието в базата данни.
- Интуитивен интерфейс: Основна задача при планирането и създаването на структура на база данни със свободен достъп е улесняването на получаването на спектралната

информация. Новото въвеждане на данни в базата данни може да изисква допълнителни инструкции, които да се предоставят чрез интернет-странницата на базата със спектрални данни или на спектралната библиотека.

- Гъвкавост към промените в научния контекст: Метаданните и допълнителните данни представляват информация относно проведените спектрометрични измервания и получените спектралните данни. Наборът от тези атрибути в спектралната база данни може да осигури необходимата на потребителите тематична информация за спектралните данни.
- Независимост на файловия формат: Честата промяна на форматите на спектрални данни и разнообразието от инструменти изисква максимална гъвкавост на въвеждане и извеждане на спектралните данни в спектралната база данни или спектралната библиотека.
- Мащабируемост: Съхранението и управлението на спектралните данни в спектралната библиотека е ограничено само от размера на диска. Достъпът до информацията е ограничен от мрежовата среда.

Заключение

Направеното проучване относно дългосрочното ползване на данни от дистанционни спектрални измервания и тяхното споделяне, досегашният опит на авторите, проведените дистанционни спектрометрични измервания, получените спектрални данни, възможностите на наличните информационни системи в секция "Системи за дистанционни изследвания" от Института за космически изследвания и технологии към Българска академия на науките, насочват към планирането на създаване на тематична спектрална библиотека като база от данни със свободен достъп след регистрация. За лесен достъп до спектралните данни се налага използването на софтуер с отворен код, прости текстови версии на спектралните данни и техните визуализации, текстови файлове във формат HyperText Markup Language (HTML).

Благодарности

Проучването е проведено във връзка с проект, финансиран по Договор № КП-06-М27/2 с Фонд "Научни изследвания" /ФНИ/.

Литература

Arumugam, R. A. Developing Web-Enabled Spectral Library Architecture Using Free and Open Source Software (FOSS). Master Thesis. Forestry and Ecology Department, Indian Institute of Remote Sensing, ISRO, Dept. of Space, Govt. of India Dehradun, pp.53, (2014).

ASU - Spectral Library, http://speclib.asu.edu/, юни 2021, (2021).

Bojinski, S., Schaepman, M., Schlaepfer, D. and Itten, K. SPECCHIO: a spectrum database for remote sensing applications. Computers & Geosciences, 29, pp.27-38, (2003).

Hueni, A., Malthus, T., Kneubuehler, M., and Schaepman, M. Data exchange between distributed spectral databases. Computers & Geosciences, 37(7), pp.861-873, (2011).

Kokaly, R., Clark, R., Swayze, G., Livo, K., Hoefen, T., Pearson, N.., Wise, R., Benzel, W., Lowers, H., Driscoll, R., and Klein, A. USGS Spectral Library Version 7: U.S. Geological Survey Data Series 1035. USGS, pp.61, (2017).

Meerdink, S. K., Hook, S. J., Roberts, D. A., & Abbott, E. A. The ECOSTRESS spectral library version 1.0. Remote Sensing of Environment, 230 (111196), pp.1–8, (2019).

RELAB Spectral Database, http://www.planetary.brown.edu/relab/, юни 2021, (2021).

Касимов, Н.С., Голубева, Е.И., Лурье, И.К., Зимин, М.В., Самсонов, Т.Е., Тутубалина, О.В., Рис, У.Г., Михеева, А.И., Аляутдинов, А.Р. Библиотека спектральных характеристик географических объектов в структуре геопортала МГУ имени М.В. Ломоносова. Вестн. Моск. ун-та, сер. 5, География, № 5, стр.3-8, (2015).

Саворский, В.П., Аквилонова, А.Б., Кибардина, И.Н., Лупян, Е.А., Назиров, Р.Р., Панова, О.Ю., Петрукович, А.А., Смирнов, М.Т. Проект ЕИС ФКИ. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, Том 8, № 3, стр.147-154, (2011).

Христова, В. Извличане на информация за пътните структури и съоръжения от самоорганизираща се мрежа. Механика, транспорт, комуникации“, том 14, брой 3/2, статия № 1375, стр. IX-18:IX-21, (2016).