

Секция «Искусственный интеллект и анализ данных в космических исследованиях»

Спектральная гармонизация данных БПЛА и данных спутниковой съемки

Научный руководитель – Гладилин Сергей Александрович

Нурмухаметов Альмир Линарович

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет
космических исследований, Москва, Россия

E-mail: nurm.almir@gmail.com

В последнее время в сельском хозяйстве получила широкое распространение аэрофотосъемка, осуществляемая в том числе с легких БПЛА. Преимуществами такой съемки являются переход контроля от дорогостоящих государственных или корпоративных проектов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) непосредственно в руки фермера, также низкая высота полета, позволяющая вести съемку под облаками. Обратной стороной этих преимуществ являются большое разнообразие сенсоров и различия их свойств. Важным свойством сенсора является спектральная чувствительность (СЧ). Различия СЧ приводят к существенному расхождению продуктов исходных каналов, представляющих большой практический интерес, например нормализованный вегетационный индекс (NDVI) [5]. Задача предсказания по отклику одного мультиспектрального сенсора, отклика на то же излучение другого сенсора с известной СЧ называется спектральной гармонизацией.

Среди методов спектральной гармонизации выделяют поканальные (distributed scheme) и смешанные (lumped scheme) [2]. В рамках смешанных методов оценивается не отдельные каналы, а сразу индекс, как правило NDVI (intersensor NDVI calibration) [2, 3]. Поканальная схема обладает важным преимуществом перед смешанным, а именно возможностью использовать разные методы для разных каналов, в зависимости от того, какая оказалась точнее [6]. Методы этого класса в свою очередь можно разделить на эмпирические и физические.

В данной работе предлагается расширить круг эмпирических моделей, рассмотрев полиномиальную (РС) и корень-полиномиальную модели (RPC), предложенные для аналогичной задачи в трехканальном случае [4]. Также в классе физических методов предлагается новый метод, основанный на использовании спектральной модели излучений (model-based spectral harmonization, MBSH). Этот метод опирается на построение линейной спектральной модели излучений [1]. Для излучений, абсолютно точно соответствующих спектральной модели, данный метод позволит решить задачу гармонизации с нулевой ошибкой. Метод состоит из двух этапов: сначала линейным преобразованием перейти из пространства откликов исходного сенсора в пространство параметров линейной модели, затем аналогичным образом перейти из пространства параметров модели в пространство откликов целевого сенсора. MBSH основан на моделировании спектров излучений и может быть применен для гармонизации сенсоров с любыми СЧ без дополнительного обучения.

Итоговый замер качества предложенных методов проводился на основе синтетических гиперспектральных данных. Поскольку задача гармонизации особенно актуальна для сенсоров, устанавливаемых на БПЛА, в экспериментальной части работы была проведена гармонизация известного спутникового сенсора Sentinel-2A (Multispectral instrument) [8] и БПЛА-сенсора Parrot Sequoia+ [7]. Предложенные модели сравнивались с известными методами гармонизации и в отдельно выделенных каналах смогли показать наилучшее качество.

Источники и литература

- 1) Николаев Д.П., Коноваленко И.А., Николаев П.П. Мультипликативно замкнутые спектральные модели в задачах цветового анализа // Сенсорные системы, 2022. Т. 36. № 2, С. 153-182.
- 2) D'Odorico P., Gonsamo A., Damm A., Schaepman M.E. Experimental evaluation of Sentinel-2 spectral response functions for NDVI time-series continuity // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2013, vol. 51, no. 3, pp. 1336-1348.
- 3) Fan X., Liu Y. A comparison of NDVI intercalibration methods // International Journal of Remote Sensing vol, 2017, vol. 38, no. 19, pp. 5273-5290.
- 4) Finlayson G.D., Mackiewicz M., Hurlbert A. Color correction using root-polynomial regression // IEEE Transactions on Image Processing, 2015, vol. 24, no. 5, pp. 1460-1470.
- 5) Franke J., Heinzl V., Menz G. Assessment of NDVI-differences caused by sensor specific relative spectral response functions // IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing, 2006, pp. 1138-1141.
- 6) Villaescusa-Nadal J., Franch B., Roger J.-C., Vermote E., Skakun S., Justice C. Spectral Adjustment Model's Analysis and Application to Remote Sensing Data // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2019, vol. 12, no. 3, pp. 1-12.
- 7) Parrot Sequoia+: <https://www.mapping-solutions.co.uk/downloads/data/pdf/m2.pdf>
- 8) Sentinel2A: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2