

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский физико-технический институт (государственный университет)»
Физтех-школа аэрокосмических технологий
Кафедра систем, устройств и методов геокосмической физики

Направление подготовки: 03.03.01 Прикладные математика и физика
Направленность (профиль) подготовки: Геокосмические науки и технологии

**Обоснование выбора составных частей
гиперспектрометра для беспилотных летальных
аппаратов**
(бакалаврская работа)

Студент:
Климова Мария Анатольевна

Научный руководитель:
Щербина Глеб Артурович

Москва 2022

1. Оксана

21 февраля 2022 г., 13:23:26

Вставить примеры статей на не гиперспектральные съемки
<https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=larstech>
(MSS)

2. Оксана

21 февраля 2022 г., 13:23:12

<http://www.sevgigurbuz.com/Papers/RAST2013.pdf>

Alchanatis, V., & Cohen, Y. (2010). Spectral and spatial methods of hyperspectral image analysis for estimation of biophysical and biochemical properties of agricultural crops. Ch. 13. In P. S. Thenkabail, J. G. Lyon, & A. Huete (Eds.), Hyperspectral remote sensing of vegetation (pp. 705). Boca Raton, FL: CRC Press

Введение

Большое количество задач в сфере сельского хозяйства и экологии сделали сегодня особенно актуальными методы дистанционного зондирования Земли.

1 Для многих целей (таких как ...) бывает достаточно съемки RGB или мультиспектральной камерой, однако в некоторых случаях требуется более подробная информация о поглощении и отражении излучения на разных длинах волн - то есть целесообразным становится проведение съемки в гиперспектральном формате.

2 Гиперспектральные данные позволяют судить о некоторых особенностях химического состава снимаемых объектов, что делает их источником ценной для сельского хозяйства информации - по ним можно определить, например, этап жизни растения или болезни, которым оно подвержено.

Очевидно, что одним из важнейших параметров любой камеры является ее пространственное разрешение. Добиться его существенного улучшения можно простым способом - уменьшить расстояние до снимаемого объекта, установив гиперспектрометр не на борт космической станции или самолета, а на БПЛА, высота полета которого может быть гораздо ниже.

Такое решение влечет за собой ряд требований к гиперспектрометру. Прибор должен иметь небольшой вес, небольшие размеры и быть устойчивым к перепадам температур. При этом важно, конечно, сохранить приемлемые оптические характеристики (в том числе спектральные).

Целевой спектральный диапазон 400-850 нм выбран исходя из длин волн, на которых характерно поглощение излучение основными пигментами - хлорофиллом а (550-700 нм в красной зоне), хлорофиллом б (530-670 нм в красной зоне), каротиноидами (до 530 нм) и антоцианами (620 - 700 нм).

Данная работа, таким образом, посвящена начальным этапам разработки (выбору и исследованию оптической схемы, изучению оптических и температурных характеристик составных частей прибора, юстировке на стенде и разработке корпуса) гиперспектральной камеры со спектральным диапазоном, удовлетворяющей вышеописанным требованиям.

3. Оксана

22 марта 2022 г., 12:41:34

Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps5
David J. Mulla

4. Оксана

22 марта 2022 г., 18:34:30

Методичка по ГИ

1. Теоретическое введение

Одной из важнейших областей применения технологий дистанционного зондирования Земли на сегодняшний день являются задачи точного земледелия.

- 3 Точное земледелие, **зародившееся в середине 80-х годов**, ставит целью использование современных технологий для повышения эффективности сельскохозяйственного менеджмента путем сбора, анализа информации о локальных особенностях полей и растений, анализа этой информации и применения полученных результатов для оптимизации распределения ресурсов (удобрений, воды и так далее) и улучшения качества и объема урожая.

1.1. Классификация камер по количеству каналов

Для различных подзадач точного земледелия могут быть использованы различные технологии сбора информации. Можно выделить четыре принципиально разных класса камер, применяемых для ДЗЗ.

Панхроматические - то есть производящие съемку в черно-белом формате. Такие камеры чувствительны ко всем длинам волн видимого диапазона и отражают суммарную интенсивность излучения. По съемкам с использованием таких камер можно различать объекты с разными коэффициентами отражения - например, можно увидеть водные объекты, дороги и поля.

RGB (red, green, blue) - производящие съемку в трех каналах, соответствующих красному, зеленому и синему цвету. Такая съемка позволяет видеть снимаемые объекты так, как со спектральной точки зрения видит их человеческий глаз. Съемка в RGB-диапазоне позволяет различать объекты, которые с точки зрения человека имеют разный цвет.

- 4 Мультиспектральные - производящие съемку на нескольких участках спектра. Возможно выбрать каналы мультиспектральной съемки таким образом, чтобы их линейные или нелинейные комбинации (**вегетационные индексы**) были связаны с определенными биофизическими и биохимическими характеристиками растительного покрова. Перечислим и охарактеризуем наиболее распространенные из них.

- 1) SR (Simple ratio) - простое отношение отражение в ближнем инфракрасном диапазоне к отражению в красной области спектра.

$$SR = R_{NIR}/R_{red}$$

Самый примитивный из индексов, предложен в 1969 году

2) NDVI (normalized difference vegetation index) - нормализованный дифференциальный вегетационный индекс.

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{red}}{R_{NIR} + R_{red}}$$

5

Индекс, используемый для количественной оценки фотосинтетически активной биомассы. В настоящее время **NDVI - карты** местности используют для оценки развития культур (что позволяет, например, определить оптимальный порядок сбора урожая), засоренности полей, качества посевных работ. Кроме того, мониторинг изменений NDVI позволяет в некоторых случаях заметить зарождение очагов инфекций или появление вредителей.

NDVI хорошо работает в случаях, когда количество биомассы не слишком велико и не слишком мало - в противном случае более эффективны индексы EVI и SAVI.

3) EVI (enhanced vegetation index) - усиленный вегетационный индекс.

$$EVI = \frac{2.5(R_{NIR} - R_{red})}{R_{NIR} + 6R_{red} - 7.5R_{blue} + 1}$$

Модификация NDVI, применяемая в случаях, когда биомассы много.

4) SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index) - индекс растительности с коррекцией по почве

$$SAVI = \frac{R_{NIR} - R_{red}}{R_{NIR} + R_{red} + L} (1 + L), 0 < L < 1$$

Модификация NDVI, применяемая в случаях, когда биомассы мало и существенный вклад в яркость пикселя вносит почва.

Использование вегетационных индексов, получаемых из мультиспектральных данных, позволяет получить существенное количество полезной для сельского хозяйства информации. Тем не менее, они не позволяют, например, судить о химических и пигментных особенностях наблюдаемых растений - для этого необходимо использование гиперспектральных данных.

Гиперспектральные камеры - производящие съемку сразу в большом количестве узких каналов, в результате чего получается практически непрерывная зависимость интенсивности излучения от длины волны в каждом пикселе.

Гиперспектральные данные позволяют рассчитывать индексы, некоторые из которых мы также перечислим ниже.

1)ARI (anthocynian reflectance index), BGI (biomass growth index), BRI (browning reflection index) - индексы для определения пигментного состава. Позволяют оценить уровень содержания основных пигментов вегетирующей растительной клетки -антоцианов, каротиноидов и хлорофиллов.

$$ARI = \frac{1}{R_{550}} - \frac{1}{R_{700}}$$

$$BGI = \frac{R_{450}}{R_{550}}$$

$$BRI = \frac{R_{450}}{R_{690}}$$

2)PSRI (Plant Senescence Reflectance Index) - индекс для определения стрессового состояния растительности

$$PSRI = \frac{R_{680} - R_{500}}{R_{750}}$$

1.2. Классификация носителей

Кроме классификации по количеству каналов, возможна классификация камер по типу носителя. Принципиально типов носителей можно выделить четыре.

- 1) Космические носители
- 2) Авиационные носители
- 3) Наземные носители
- 4) Беспилотные летательные аппараты

Носители первых двух типов позволяют охватывать большие территории, но при этом ограничивают пространственное разрешение, так как съемка ведется с большого расстояния. Кроме того, существенной помехой для таких систем может стать облачность.

Наземные носители не зависимы от облачности и имеют возможность проводить съемку с небольшого расстояния, однако возможность их применения ограничена тем, что далеко не к каждой точке есть возможность подъехать по земле (особенно учитывая необходимость не повредить растения).

БПЛА же имеют возможность проводить съемку с достаточно близкого расстояния не нанося при этом вреда сельскохозяйственным территориям и при этом также не чувствительны к облачности (так как высота их полета обычно ниже, чем высота облаков). Конечно, охват территории у таких

6. Оксана

10 марта 2022 г., 17:14:44

В этом разделе надо будет расписать принцип работы словами и сравнить две схемы (с призмой и с решеткой)

носителей небольшой, однако его может быть вполне достаточно для исследования конкретных полей и их участков.

Кроме того, дешевизна и простота запуска БПЛА позволяют чаще снимать интересные участки местности, что может дать более подробную информацию о динамике процессов.

Учитывая все вышеперечисленные факторы, целесообразным является создание гиперспектрометра, носителем которого будет БПЛА. Такой выбор имеет ряд преимуществ, однако накладывает и некоторые ограничения на размер и массу самого прибора.

1.3. Передача и хранение данных

//ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН РАСЧЕТА

Передавать или хранить на дроне?

1) Хранение

1) Сколько нужно памяти ?

Длительность полета*количество кадров в секунду*объем одного кадра

2) Есть ли возможность хранить столько на флешке

2) Передача

1) Пропускная способность разных каналов

2) Дальность

1.4. Обработка данных

1.5. Перспективы

1.6. Требования к прибору

6 2. Оптическая схема

Вариант 1.

