

МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА И ЕГО ИНТЕГРАЦИЯ В ГОТОВУЮ СИСТЕМУ

Сапегин А.А.

Томский политехнический университет, ИШИТР, гр.8ИИМ21, E-mail: aas271@tpu.ru

Введение

Перед представителями инженерной профессии очень часто встает проблема интеграции нового функционала в уже готовую систему. На примере данной работы рассматривается случай, когда для готового проекта на платформе Arduino в виде прототипа лабораторного оборудования по уходу за растениями было необходимо внедрить функцию мультиспектральной съемки с последующим выводом изображения на экран типа HMI.

Подходы к вычислению вегетационного индекса

Вегетационный индекс – показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными каналами и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка [1]. Для вычисления индекса необходимы значения спектральной яркости не только видимого спектра, но и ближнего инфракрасного. Так, например, NDVI вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

где NIR – спектральная яркость в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн, Red – спектральная яркость в красном диапазоне длин волн.

Одна из задач при конструировании модуля состояла в том, чтобы себестоимость самого модуля была как можно ниже, а поэтому использование специальных мультиспектральных камер было нерелевантным. При конструировании модуля было решено опираться на свойство большинства камер улавливать ближний инфракрасный спектр при удалении с объектива специального фильтра. Однако при этом возникала проблема того, что при удалении фильтра камера фиксировала одновременно яркость в обоих диапазонах (видимом и ближнем инфракрасном), что не давало воспользоваться значениями спектральной яркости по отдельности.

Было проанализировано два подхода для решения данной проблемы. Первый заключается в использовании двух камер: обычной и с удаленным фильтром. Для получения значения спектральной яркости в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн необходимо вычесть из значения красного канала пикселей изображения с камеры без модификации (с фильтром) значение красного канала соответствующих пикселей изображения с камеры без фильтра [2]. Главным недостатком данного подхода является тот факт, что даже если камеры расположены достаточно близко, они имеют разные ракурсы и некоторые значения индекса могут быть некорректны. На рисунке 1 представлены результаты с вычисленным NDVI.

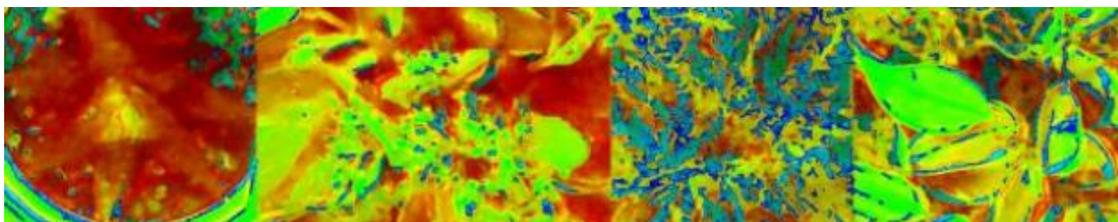


Рис. 1. Результаты для подхода с использованием двух камер

Второй подход заключается в использовании двухдиапазонного фильтра, что пропускает одновременно волны ближнего инфракрасного спектра и видимого синего спектра. Таким образом можно использовать изображение с одной камеры, при этом необходимо адаптировать формулы для вычисления индексов используя в качестве NIR значения красного для канала изображения, а в качестве Red – разность значений синего и красного канала [3]. Данный подход в итоге был использован для создания модуля. На рисунке 2 представлены результаты с вычисленным NDVI.

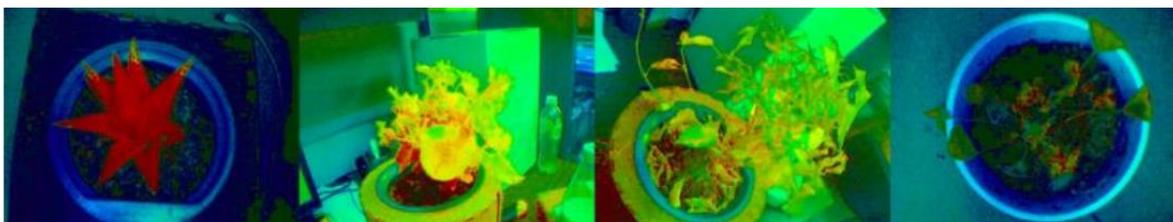


Рис. 2. Результаты для подхода с использованием двухдиапазонного фильтра

Вывод изображения на экран

Особенность дисплея Nextion NX1060P101-011C-I, что использовался в прототипе оборудования заключается необходимости его отдельного программирования. Сам дисплей способен принимать и отправлять команды на микроконтроллер. Такой принцип работы препятствует выводу изображения с камеры, так как дисплей не способен принимать что-либо, кроме определенных команд. При этом в их списке фигурирует команда для отрисовки прямоугольника. С помощью данной команды можно осуществлять попиксельный вывод изображения. Однако при данном подходе изображение выводится весьма медленно.

Для оптимизации данного подхода был использован следующий алгоритм:

1. Изображение делится на четыре равных сектора.
2. Вычисляются средние значения цветов пикселей в каждом из секторов.
3. Через команду сектора отрисовываются в виде прямоугольников.
4. Далее каждый сектор делится еще на четыре подсектора.
5. Выполняется пункт 2 для подсекторов.
6. Пункт 3 выполняется для подсектора лишь в том случае, если разница значений его яркости и яркости сектора более определенного значения (отрисовка идет поверх сектора).
7. Пункты с 4 по 6 выполняются до тех пор, пока размер подсектора не совпадет с размером пикселя.
8. Попиксельный вывод изображения.

Таким образом пользователь сразу будет видеть сначала изображение низкого качества, которое по истечении небольшого промежутка времени становится приемлемым.

Особенности интегрирования модуля

Несмотря на то, что Arduino имеет свой модуль камеры, для дальнейшей работы он не подходил, так как занимал слишком большое количество пинов. За работу с камерой и обработку изображения было решено использовать одноплатный компьютер Raspberry Pi, однако для выполнения задач могут подойти и более упрощенные его аналоги. Микроконтроллер обменивается командами с Raspberry Pi через Serial порт. При выводе изображения, команда для отрисовки прямоугольника формируется на стороне Raspberry Pi, отправляется на Arduino, при этом микроконтроллер при считывании каждого символа отправляет его сразу же на дисплей. Данный подход позволяет более оперативно отправлять команды и не прерывает остальные функции, что были прописаны для прототипа ранее.

Также стоит проблема того, что стандартной длины кабеля может оказаться недостаточно, что и произошло в ходе разработки модуля. При использовании обычных удлинителей сигнал может стать очень слабым и устройство не сможет распознать камеру. Для решения данной ситуации был использован удлинитель из витой пары.

Заключение

По итогу разработки модуля и его интегрирования оборудование было протестировано на работоспособность путем его эксплуатации в течение нескольких суток и на текущий момент находится в опытной эксплуатации.

Список использованных источников

1. Вегетационные индексы NDVI, EVI, GNDVI, CVI, True color [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-truecolor-140>
2. Visible (RGB) and Full Spectrum (RGB+NIR) Imagery – Georeferenced NDVI Generation and Remote Sensing by UAV [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://diydrones.com/profiles/blogs/visible-rgb-andfull-spectrum-rgb-nir-imagery-geo-referenced-ndvi>

3. How to perform vegetation analysis with a single camera [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.lumenera.com/media/wysiwyg/documents/casestudies/Vegetation_Analysis_With_A_SingleCamera.pdf
4. Гонсалес Р. С., Вудс Р. Е. Цифровая обработка изображений. – 3 изд. – Москва: Техносфера, 2012. - 1104 с.