**N. Корректировка карт состояния сельскохозяйственной растительности**

Для корректировки карт состояния растительности требуется разработка алгоритмов обработки аэрофотоснимков. Требования к разрабатываемым алгоритмам определяются ограничения, налагаемыми используемым оборудованием:

1) Низкая производительность системы обработки данных – используемые в БПЛА не позволяют реализовывать вычислительно сложные алгоритмы обработки изображений.

2) Отсутствие возможности хранения большой базы данных с информацией, полученной в результате предыдущих съемок.

3) Отсутствие стабильной связи с базовой станцией, которая могла бы обеспечить получение ранее полученной информации.

Данные ограничения позволяют сформулировать требования к алгоритмам:

1) Низкая вычислительная сложность.

2) Использование только информации, поступающей в настоящий момент.

В связи с этими требованиями возможна разработка только алгоритмов предварительной обработки, направленных на быструю оценку состояния растительности.

Предварительная оценка состояния растительности может быть произведена на основе обработки цветовой информации, при этом для снижения влияния условий освещения следует использовать цветовое пространство HSV вместо RGB.

Значение оттенка *Hue* вычисляется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1) |

а насыщенности *Sat* – по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2) |

Оттенок *Hue* может принимать значения от −π/2 до π/2, а насыщенность *Sat* – от 0 до 255. В таблице 2.1 приведенные значения *Hue* и *Sat* для различных типов сегментов (данные о значениях оттенка и насыщенности получены экспертом на основании анализа цветовых характеристик изображений отдельных растений и аэроснимков поля картофеля [135, 136]).

Таблица 2.1 – Значения диапазонов цвета

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тип сегмента** | **Диапазон оттенка Hue** | **Диапазон насыщенности Sat** |
| Здоровый (зеленый) | [0.1; π/2] | [110; 255] |
| Больной (желтый) | [1.0; π/2] | [170; 255] |
| Больной (буро-зеленый) | [1.0; π/2] | [128; 175] |

В рамках задачи мониторинга состояния растительности данные, приведенные в этой таблице, можно отнести к имеющим нормальный цвет (здоровая растительность) либо искомый цвет (пораженная растительность, как желтого, так и буро-зеленого цветов; изменение цвета растительности происходит в связи с разрушением хлорофила в зеленых частях растений под воздействием развивающегося заболевания). Эти данные получены экспертом в результате анализа исходных данных как отдельных растений, так и участков растительности. Для нормального и для искомого цветов может существовать группа пар интервалов. Примером таких данных являются сведения, приведенные в таблице 2.1. Сама сегментация осуществляется алгоритмом Alg.2.1 на базе ряда критериев сегментации (наборы диапазонов значений оттенка и насыщенности):

**Шаг 1**. Установить наборы диапазонов значений оттенка *Hue* и насыщенности *Sat* для нормального и искомого цвета: для нормального цвета – *Huei*1*Norm* < *hue* < *Huei*2*Norm* и *Sati*1*Norm* < *sat* < *Sati*2*Norm*, для искомого цвета – *Huej*1*Abnorm* < *hue* < *Huej*2*Abnorm* и *Satj*1*Abnorm* < *sat* < *Satj*1*Abnorm*, при *i*1, *i*2 = 1, ..., *NNorm* и *j*1, *j*2 = 1, ..., *NAbnorm*, где *NNorm* – количество диапазонов нормального цвета; где *NAbnorm* – количество диапазонов искомого цвета. Таким образом, для нормального и для искомого цветов может существовать группа пар интервалов. Примером таких данных являются сведения, приведенные в таблице 2.1.

**Шаг 2**. Для каждого пикселя исходного изображения согласно выражениям (2.1) и (2.2) вычисляются значения оттенка *Hue* и насыщенности *Sat*.

**Шаг 3**. Полученные значения *Hue* и *Sat* проверяются на попадания в пары диапазонов, соответствующие нормальным и искомым цветам. Пара значений *Hue* и *Sat* считается попавшей в пару диапазонов, тогда и только тогда, когда значение *Hue* и значение *Sat* попадают в соответствующие им диапазоны пары диапазонов. Если хотя бы одно значение не попадает в соответствующий ему диапазон, то пара *Hue* и *Sat* считается не попавшей в пару диапазонов.

**Шаг 4**. В соответствии с группой пар диапазонов, к которой был отнесен проверяемый пиксель задается цвет пикселя конечного изображения с соответствующих координатах. В случае, если пиксель не попал в какую-либо группу пар диапазонов, то соответствующий ему пиксель конечного изображения окрашивается в черный цвет.

**Шаг 5**. Полученные значения пикселей формируют изображение с разрешением равным разрешению исходного снимка.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| а) | б) |
| Рисунок 2.1 – Исходное изображение (а) и результат его многокритериальной пороговой сегментации (б) | |

К недостаткам этого алгоритма можно отнести:

- Высокая чувствительность к качеству исходных данных (наличие посторонних предметов и условия освещений могут создавать искажения).

- Необходимость экспертной подготовки для каждого типа исходных данных.

- Неоднозначная классификация в случаях, когда диапазоны цвета объектов разных классов частично пересекаются.

Пример результата выполнения алгоритма Alg.2.1 приведен на рисунке 2.1. На рисунке 2.1а приведено изображения участка поля, содержащего участки пораженной заболеванием растительности (наличие заболевания отмечено экспертом). На рисунке 2.1б зеленым цветом обозначены участки нормального цвета (здоровая растительность), желтым – искомого (пораженная растительность как желтого, так и буро-зеленого цветов), черным – участки, не отнесенные ни к нормальным, ни к искомым.

Многокритериальный пороговый алгоритм сегментации изображений является наиболее простым как с математической, так и с вычислительной точки зрения. Однако использование этого алгоритма ограниченно его высокой чувствительностью к наличию в кадре солнечных бликов. Поэтому этот алгоритм можно использовать для подготовки только грубых карт заболеваемости растительности, в случае, если требуется приблизительная оценка уровня заболеваемости. Использование этого алгоритма ограничено также необходимостью подстройки значений порогов, при использовании различного съемочного оборудования и различных условий освещения.

Данный алгоритм выделяет сегменты, соответствующие заданным критериям. Кроме того, в силу своей простоты, он обладает большей производительностью, чем рассмотренный выше алгоритм.

135. Zastosowanie technik analizy obrazu do wczesnego wykrywania patogeno`w ziemniaka. Praca nie publicowana / B. Sobkowiak [et al.]. – Poznan`: PIMR, 2006.

136. Zastosowanie technik analizy obrazu do wczesnego wykrywania zarazy ziemnechanej w warynkach polowych. Praca nie publicowana / B. Sobkowiak [et al.]. – Poznan`: PIMR, 2007.