



(51) МПК
G06T 7/00 (2006.01)
A01G 22/25 (2018.01)
G06T 7/136 (2017.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G06T 7/0004 (2021.08); *A01G 22/25* (2021.08); *G06T 7/136* (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021115279, 12.10.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 12.10.2017

Дата регистрации:
 18.04.2022

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 13.10.2016 US 62/407,882;
 14.10.2016 US 62/408,234

Номер и дата приоритета первоначальной заявки,
из которой данная заявка выделена:
 2019113996 13.10.2016

(43) Дата публикации заявки: 08.06.2021 Бюл. № 16

(45) Опубликовано: 18.04.2022 Бюл. № 11

Адрес для переписки:
 129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
 "Юридическая фирма Городисский и
 Партнеры"

(72) Автор(ы):

БЕЛЬ, Ришен (СА),
 РОСС, Уилльям (СА)

(73) Патентообладатель(и):

МАККЕЙН ФУДС ЛИМИТЕД (СА),
 РЕССОН АЭРОСПЕЙС КОРПОРЕЙШН
 (СА)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2014/0343863 A1, 20.11.2014.

ANTHONY G. et al., An image recognition
system for crop disease identification of paddy
fields in Sri Lanka, International Conference on
Industrial and Information Systems (ICIS), 2009,
pp. 403-407. RU 2558225 C2, 27.07.2015. US 2014/
0316614 A1, 23.10.2014. US 2014/0089045 A1,
27.03.2014.

C2
C1
C0
C-1
C-2
C-3
C-4
C-5

R U
2 7 7 0 4 6 5
C 2

**(54) СПОСОБ, НОСИТЕЛЬ И СИСТЕМА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВИРУСА КАРТОФЕЛЯ НА
ИЗОБРАЖЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ**

(57) Реферат:

В настоящем изобретении заявлен способ
обнаружения вируса картофеля на изображении
сельскохозяйственной культуры по критериям
сморщивания листьев, симптоматическим для

сморщивания листьев, вызванного вирусом.
Также раскрыты система и машиночитаемый
носитель. 3 н. и 24 з.п. ф-лы, 1 пр., 15 ил.



(51) Int. Cl.
G06T 7/00 (2006.01)
A01G 22/25 (2018.01)
G06T 7/136 (2017.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
G06T 7/0004 (2021.08); *A01G 22/25* (2021.08); *G06T 7/136* (2021.08)

(21)(22) Application: 2021115279, 12.10.2017

(24) Effective date for property rights:
12.10.2017

Registration date:
18.04.2022

Priority:

(30) Convention priority:
13.10.2016 US 62/407,882;
14.10.2016 US 62/408,234

Number and date of priority of the initial application,
from which the given application is allocated:
2019113996 13.10.2016

(43) Application published: 08.06.2021 Bull. № 16

(45) Date of publication: 18.04.2022 Bull. № 11

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

BEHL, Rishin (CA),
ROSS, William (CA)

(73) Proprietor(s):

McCain Foods Limited (CA),
RESSON AEROSPACE CORPORATION (CA)

C 2
2 7 7 0 4 6 5
R U

R U
2 7 7 0 4 6 5
C 2

(54) METHOD, CARRIER AND SYSTEM FOR DETECTING POTATO VIRUS IN AN IMAGE OF AN AGRICULTURAL CROP

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: present invention claims a method for detecting potato virus in an image of the agricultural crop according to the criteria of leaf shriveling symptomatic of leaf shriveling caused by the virus. The

system and machine-readable media are also disclosed.

EFFECT: expansion of the range of solutions to improve potato quality.

27 cl, 1 ex, 15 dwg

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящая заявка относится к способам, носителям и системам для обнаружения вируса картофеля на изображениях сельскохозяйственных культур.

Введение

- 5 В последние годы вирусы картофеля, такие как вирус Y картофеля, оказали разрушительное воздействие на урожай картофеля в разных частях мира. Сообщалось, что зараженное картофельное поле может в конечном итоге получить потерю урожая на 10-100%. Вирусы картофеля обычно распространяются тлями - переносчиками инфекции, которые получают вирусы от зараженных растений и распространяют вирусы
10 на здоровые растения, которыми они впоследствии питаются. Распространение вируса можно уменьшить путем выпалывания зараженных растений. Однако поиск зараженных растений на больших полях сельскохозяйственных культур может быть сложным и длительным.

Сущность изобретения

- 15 В одном аспекте раскрытие относится к способу обнаружения вируса картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры, показывающем по меньшей мере одно растение картофеля. Способ включает сохранение изображения сельскохозяйственной культуры в памяти; идентификацию с помощью процессора первой области изображения сельскохозяйственной культуры, где первая область показывает листья растения
20 картофеля, причем первая область исключает вторую область изображения сельскохозяйственной культуры, где вторая область показывает изображение без листьев; идентификацию с помощью процессора множества краев в пределах первой области; определение с помощью процессора, удовлетворяет ли сегмент изображения сельскохозяйственной культуры в пределах первой области одному или нескольким
25 критериям сморщивания листьев на основе краев, которые расположены в пределах сегмента изображения, причем критерии сморщивания листьев являются симптоматическими для сморщивания листьев, вызванного вирусом; определение с помощью процессора, удовлетворяет ли сегмент изображения одному или нескольким цветовым критериям, симптоматическим для изменения цвета, вызванного вирусом; и
30 определение с помощью процессора, отображает ли сегмент симптомы вируса картофеля на основе того, удовлетворяет ли сегмент изображения одному или нескольким критериям сморщивания листьев и цветовым критериям.

- В другом аспекте раскрытие относится к машиночитаемому носителю, содержащему команды, выполняемые процессором, причем команды при выполнении настраивают
35 процессор для: сохранения изображения сельскохозяйственной культуры в памяти; идентификации первой области изображения сельскохозяйственной культуры, где первая область показывает листья растения картофеля, причем первая область исключает вторую область изображения сельскохозяйственной культуры, где вторая область показывает изображение без листьев; идентификацию множества краев в
40 пределах первой области; определение, удовлетворяет ли сегмент изображения сельскохозяйственной культуры в пределах первой области одному или нескольким критериям сморщивания листьев на основе краев, которые расположены в пределах сегмента изображения, причем критерии сморщивания листьев являются симптоматическими для сморщивания листьев, вызванного вирусом картофеля;
45 определение, удовлетворяет ли сегмент изображения одному или нескольким цветовым критериям, симптоматическим для изменения цвета, вызванного вирусом; и определение, отображает ли сегмент симптомы вируса картофеля на основе того, удовлетворяет ли сегмент изображения одному или нескольким критериям сморщивания листьев и

цветовым критериям.

В дополнительном аспекте раскрытие относится к системе для обнаружения вируса картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры, содержащем растения картофеля, причем система содержит: память, хранящую машиночитаемые команды, и изображение сельскохозяйственной культуры; и процессор, выполненный с возможностью выполнения машиночитаемых команд, причем машиночитаемые команды настраивают процессор для: сохранения изображения сельскохозяйственной культуры в памяти; идентификации первой области изображения сельскохозяйственной культуры, где первая область показывает листья растений картофеля, причем первая 5 область исключает вторую область изображения сельскохозяйственной культуры, где вторая область показывает изображение без листьев; идентификации множества краев в пределах первой области; определение, удовлетворяет ли сегмент изображения сельскохозяйственной культуры в пределах первой области одному или нескольким критериям сморщивания листьев на основе краев, которые расположены в пределах 10 сегмента изображения, причем критерии сморщивания листьев являются симптоматическими для сморщивания листьев, вызванного вирусом; определение, удовлетворяет ли сегмент изображения одному или нескольким цветовым критериям, симптоматическим для изменения цвета, вызванного вирусом; и определение, отображает ли сегмент симптомы вируса картофеля на основе того, удовлетворяет ли сегмент 15 изображения одному или нескольким критериям сморщивания листьев и цветовым критериям.

Краткое описание чертежей

ФИГ.1 показывает схематическую иллюстрацию системы в соответствии с вариантом осуществления;

25 ФИГ.2 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую способ обнаружения вируса картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры;

ФИГ.3 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую способ идентификации листьев растений картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры;

ФИГ.4 представляет собой пример изображения сельскохозяйственной культуры;

30 ФИГ.5 показывает пурпурный канал изображения сельскохозяйственной культуры ФИГ.4;

ФИГ.6 показывает двоичное изображение на основе пурпурного канала ФИГ.5;

ФИГ.7 показывает двоичное изображение ФИГ.6 после расширения;

35 ФИГ.8 представляет собой маску изображения на основе пурпурного канала на основе расширенного изображения ФИГ.7;

ФИГ.9 представляет собой изображение сельскохозяйственной культуры ФИГ.4 после наложения маски на области без листьев;

ФИГ.10 представляет собой изображение, показывающее края, обнаруженные на изображении сельскохозяйственной культуры ФИГ.4;

40 ФИГ.11 представляет собой изображение, идентифицирующее сегменты изображения, удовлетворяющие критериям краев;

ФИГ.12 представляет собой изображение, идентифицирующее сегменты изображения, удовлетворяющие критериям линий;

45 ФИГ.13 представляет собой изображение, идентифицирующее сегменты изображения, удовлетворяющие критериям контуров;

ФИГ.14 представляет собой изображение, идентифицирующее сегменты изображения, удовлетворяющие цветовым критериям;

ФИГ.15 представляет собой изображение, идентифицирующее сегменты изображения,

удовлетворяющие по меньшей мере одному из критериев краев, линий, контуров и цвета.

Описание разных вариантов осуществления

Многочисленные варианты осуществления описаны в этой заявке и представлены

5 только в иллюстративных целях. Описанные варианты осуществления не предназначены для того, чтобы быть ограничивающими в каком-либо смысле. Изобретение широко применимо к многочисленным вариантам осуществления, что ясно выражено из раскрытия в данном документе. Специалистам в данной области техники будет понятно, что настоящее изобретение может быть осуществлено на практике с модификациями
10 и изменениями, не отступая от принципов, раскрытых в данном документе. Хотя конкретные признаки настоящего изобретения могут быть описаны со ссылкой на один или несколько конкретных вариантов осуществления или фигур, следует понимать, что такие признаки не ограничены использованием в одном или нескольких конкретных вариантах осуществления или фигурах, со ссылкой на которые они описаны.

15 Термины «вариант осуществления», «варианты осуществления», «данный вариант осуществления», «данные варианты осуществления», «один или несколько вариантов осуществления», «некоторые варианты осуществления» и «один вариант осуществления» означают «один или несколько (но не все) варианты осуществления настоящего (настоящих) изобретения (изобретений)», если прямо не указано иное.

20 Термины «включающий», «содержащий» и их варианты означают «включая, но без ограничения», если прямо не указано иное. Список пунктов не означает, что какой-либо или все пункты являются взаимоисключающими, если прямо не указано иное. Термины, отображаемые неопределенными и определенными артиклями, означают «один или несколько», если прямо не указано иное.

25 Хотя этапы способа могут быть описаны или перечислены в раскрытии и в формуле изобретения в последовательном порядке, такие способы могут быть выполнены с возможностью работы в альтернативных порядках. Другими словами, любая последовательность или порядок этапов, которые могут быть описаны, не обязательно указывают на необходимость того, что данные этапы должны быть выполнены в этом
30 порядке. Этапы способов, описанных в данном документе, могут быть выполнены в любом порядке, который является целесообразным. Кроме того, некоторые этапы могут быть выполнены одновременно, а некоторые этапы могут быть опущены.

Известные способы обнаружения вируса картофеля включают в себя отправку физических образцов растений в лаборатории для испытания. Время для сбора и
35 отправки образцов и ожидания результатов может привести к задержке, которая приведет к дальнейшему распространению вируса. Кроме того, в случае больших полей сельскохозяйственных культур может быть нецелесообразно собирать, отправлять и оплачивать испытание достаточного количества образцов для надежного обнаружения вируса картофеля на всей плантации.

40 Раскрытие в данном документе варианты осуществления относятся к обнаружению вируса картофеля на основе изображений. Это может обеспечить быструю, точную и недорогую альтернативу испытанию в лабораторных условиях урожая картофеля на наличие вируса картофеля. В варианте осуществления раскрытия вирус картофеля представляет собой вирус мозаики картофеля. В различных вариантах осуществления
45 раскрытия вирус картофеля представляет собой вирус X (PVX) картофеля, вирус S (PVS) картофеля, вирус M (PVM) картофеля, вирус Y (PVY) картофеля или вирус A (PVA) картофеля или комбинацию двух или более таких вирусов. Посредством осмотра получают для анализа изображения сельскохозяйственной культуры с поля, занятого

сельскохозяйственной культурой (включая, например, поле сельскохозяйственных культур в теплице), содержащего растения, например, растения картофеля. Например, для получения изображений сельскохозяйственных культур могут быть использованы воздушные беспилотники или камеры, установленные на сельскохозяйственном

- 5 оборудования (например, уборочном комбайне). Компьютерный процессор обрабатывает и анализирует изображения сельскохозяйственной культуры на наличие видимых симптомов вируса картофеля, таких как сморщивание листьев и изменение цвета листьев. На основе серьезности обнаруженных симптомов процессор определяет, содержит ли изображение сельскохозяйственной культуры зараженные растения,
- 10 например, зараженные растения картофеля. С помощью этой информации идентифицированные растения, например, идентифицированные растения картофеля, можно выделить для уменьшения распространения вируса. Вирус картофеля согласно настоящему раскрытию может инфицировать растение, например, растение семейства Solanaceae, такое как растение картофеля. Таким образом, в различных вариантах
- 15 осуществления способа, машиночитаемый носитель и система согласно настоящему раскрытию относятся к обнаружению вируса картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры, показывающем растение, например, растение семейства Solanaceae, такое как растение картофеля. В различных вариантах осуществления растение картофеля согласно настоящему раскрытию представляет собой любое
- 20 растение картофеля (*Solanum tuberosum L.*), например, низкорахмалистый картофель (например, пальчиковый картофель), крахмалистый картофель (например, Russet Burbank), желтый картофель (например, картофель Yukon gold), белый картофель (например, Шеподи), красный картофель, синий картофель или комбинацию двух или более таких растений.

- 25 На ФИГ.1 показан пример схемы системы 100. Обычно система 100 может представлять собой серверный компьютер, настольный компьютер, ноутбук, планшет, КПК, смартфон или другую систему, которая может выполнять способы, описанные в данном документе. По меньшей мере, в одном варианте осуществления система 100 включает в себя соединение с сетью 116, такое как проводное или беспроводное
- 30 соединение с Интернетом или с частной сетью.

- 35 В показанном примере система 100 включает в себя память 102, приложение 104, устройство 106 вывода, устройство 108 отображения, вспомогательное запоминающее устройство 110, процессор 112 и устройство 114 ввода. В некоторых вариантах осуществления системы 100 включает в себя множество из любого одного или нескольких
- 40 из памяти 102, приложения 104, устройства 106 вывода, устройства 108 отображения, вспомогательного запоминающего устройства 110, процессора 111, устройства 114 ввода и сетевых подключений (т.е. подключений к сети 116 или другой сети). В некоторых вариантах осуществления системы 100 не включает в себя одно или несколько из приложений 104, вспомогательных запоминающих устройств 110, сетевых соединений, устройств 114 ввода, устройств 106 вывода и устройств 108 отображения.

- 45 Память 102 может включать в себя оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) или аналогичные типы памяти. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления в памяти 102 хранится одно или несколько приложений 104 для исполнения с помощью процессора 112. Приложение 104 удовлетворяет программным модулям, включающим в себя исполняемые компьютером команды, для выполнения обработки для функций и способов, описанных ниже. Вспомогательное запоминающее устройство 110 может включать в себя дисковод для жестких дисков, дисковод для гибких дисков, дисковод CD, дисковод DVD, дисковод Blu-ray, твердотельный накопитель, флэш-память или

другие типы энергонезависимого хранилища данных.

В некоторых вариантах осуществления системы 100 хранит информацию в удаленном запоминающем устройстве, таком как облачное хранилище, доступное по сети, такой как сеть 116 или другая сеть. В некоторых вариантах осуществления системы 100 хранит 5 информацию, распределенную по нескольким запоминающим устройствам, таким как память 102 и вспомогательное запоминающее устройство 110 (т.е. каждое из нескольких запоминающих устройств хранит часть информации, а в совокупности несколько запоминающих устройств хранят всю информацию). Соответственно, хранение данных на запоминающем устройстве, которое используется в данном документе и в формуле 10 изобретения, означает хранение этих данных в локальном запоминающем устройстве; хранение этих данных в удаленном запоминающем устройстве; или хранение этих данных, распределенных по нескольким запоминающим устройствам, каждое из которых может быть локальным или удаленным.

Обычно процессор 112 может запускать приложения, машиночитаемые команды 15 или программы. Приложения, машиночитаемые команды или программы могут храниться в памяти 102 или во вспомогательном запоминающем устройстве 110 или могут быть получены из удаленного запоминающего устройства, доступного, например, по сети 116. При запуске приложения, машиночитаемые команды или программы могут настраивать процессор 112 (или несколько процессоров 112 в совокупности) для 20 выполнения одного или нескольких действий из способов, описанных, например, в данном документе.

Устройство 114 ввода может включать в себя любое устройство для ввода информации в устройство 100. Например, устройство 114 ввода может быть клавиатурой, вспомогательной клавиатурой, устройством для управления курсором, сенсорным 25 экраном, камерой или микрофоном. Устройство 14 ввода также может включать в себя входные порты и беспроводные радиомодули (например, Bluetooth@ или 802.11x) для создания проводных и беспроводных подключений к внешним устройствам.

Устройство 108 отображения может включать в себя устройство любого типа для 30 представления визуальной информации. Например, устройство 108 отображения может быть монитором компьютера, дисплеем с плоским экраном, проектором или панелью дисплея.

Устройство 106 вывода может включать в себя устройство любого типа для 35 представления печатной копии информации, такое как, например, принтер. Устройство 106 вывода также может включать в себя другие типы устройств вывода, такие как, например, динамики. По меньшей мере, в одном варианте осуществления устройство 106 вывода включает в себя один или несколько выходных портов и беспроводных радиомодулей (например, Bluetooth@ или 802.1 Ix) для создания проводных и беспроводных соединений с внешними устройствами.

На ФИГ.1 проиллюстрирована одна примерная аппаратная схема системы 100. В 40 альтернативных вариантах осуществления системы 100 содержит меньшее количество, дополнительные или иные компоненты. Кроме того, хотя аспекты реализации системы 100 описаны как сохраненные в памяти, специалисту в данной области техники должно быть понятно, что эти аспекты также могут храниться или считываться с других типов компьютерных программных продуктов или машиночитаемых носителей, таких как 45 вспомогательные запоминающие устройства, включая жесткие диски, дискеты, CD-диски или DVD-диски; или другие формы ОЗУ или ПЗУ.

В остальной части описания, где бы ни делалась ссылка на систему 100 или ее 50 компоненты, ссылка делается на ФИГ.1.

Блок-схемы на фигурах иллюстрируют архитектуру, функциональные возможности и работу возможных реализаций систем, способов и машиночитаемых носителей в соответствии с различными вариантами осуществления. В связи с этим каждый блок в блок-схемах может представлять модуль, сегмент или часть кода, которая содержит 5 одну или несколько исполняемых команд для реализации указанной логической функции (функций). Следует понимать, что любой один или несколько (или все) блоки блок-схем могут быть реализованы с помощью аппаратных систем специального назначения, которые выполняют указанные функции или действия, или с помощью комбинаций аппаратных средств специального назначения и компьютерных команд.

10 Далее сделана ссылка на ФИГ.2, на которой показана блок-схема, иллюстрирующая способ 200 обнаружения вируса картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры. На этапе 204 изображение сельскохозяйственной культуры сохраняют в памяти 102. На ФИГ.4 показан пример изображения 400 сельскохозяйственной культуры. Как показано, изображение 400 сельскохозяйственной культуры может быть 15 фотографией, сделанной сверху поля сельскохозяйственных культур, обращенной вниз по направлению к растениям 404 картофеля. Воздушная перспектива может обеспечить хорошую видимость листьев 408 растений картофеля, которые отображают симптомы вируса, на которых основан способ их анализа.

10 Изображение 400 сельскохозяйственной культуры может быть получено любым способом с помощью любой камеры или устройства, оснащенного камерой. Например, изображение 400 сельскохозяйственной культуры может быть получено фермером или поставщиком услуг с использованием цифровой камеры (например, «мыльницы», цифровой зеркальной фотокамеры или видеокамеры), смартфона, оснащенного камерой, камеры, установленной на сельскохозяйственном оборудовании (например, уборочном 25 комбайне) или беспилотника, оснащенного камерой. Изображение 400 сельскохозяйственной культуры может включать в себя отдельную фотографию, изображение, соединенное вместе из множества фотографий (например, панораме), или один или несколько кадров видеозаписи, например.

10 Изображение 400 сельскохозяйственной культуры может включать в себя любое количество растений картофеля. Например, изображение 400 сельскохозяйственной культуры может содержать от части одного растения картофеля до целого поля сельскохозяйственных культур растений картофеля. Предпочтительно, изображение 400 сельскохозяйственной культуры включает в себя множество растений картофеля. Это может позволить способу обнаружения выполнять эффективный с точки зрения 35 вычислений общий анализ множества растений картофеля, показанных на изображении сельскохозяйственной культуры. Например, поле сельскохозяйственных культур в несколько сотен акров может быть снято на нескольких сотнях фотографий или меньше (например, 1-700 фотографий), что может обеспечить эффективный анализ с помощью способа 200. Вычислительная эффективность способа 200 может позволить 40 анализировать целое поле сельскохозяйственных культур на регулярной основе (ежедневно, еженедельно или ежемесячно) на наличие вируса картофеля.

Способ 200 определяет, содержит ли изображение сельскохозяйственной культуры вирус картофеля на основе видимых симптомов, которые появляются на листьях изображенных растений картофеля. На этапе 208 процессор 112 идентифицирует первую 45 область изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4), содержащую листья картофеля, которая исключает вторую область изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4), содержащую изображения без листьев, такие как грязь и мусор. В некоторых вариантах осуществления процессор 112 может удалять, закрашивать или

иным образом изменять вторую область, чтобы исключить эту вторую область из последующего анализа. Например, процессор 112 может создавать и применять одну или несколько масок изображения для изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) для того, чтобы удалить изображения без листьев из последующего анализа.

5 ФИГ.3 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую способ 300 идентификации листьев картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры, который включает в себя создание и применение двух цветовых масок изображения к изображению сельскохозяйственной культуры. Этапы 304-316 относятся к созданию маски изображения на основе пурпурной плоскости, а этап 320 относится к созданию цветовой маски на основе RGB. На этапе 324 к изображению 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) применяют две маски. Следует понимать, что хотя хорошие результаты были получены путем создания и применения обеих описанных цветовых масок изображения, удовлетворительные результаты могут быть достигнуты путем создания и применения только одной из двух цветовых масок изображения или одной или нескольких разных 10 цветовых масок изображения. В некоторых вариантах осуществления идентификация листьев картофеля может включать в себя создание и применение одной или обеих описанных цветовых масок изображения, в дополнение к созданию и применению 15 другой цветовой маски изображения.

Большинство камер выполнено с возможностью получения изображений, 20 отображаемых в пространстве RGB. На этапе 304 процессор 112 создает изображение CMYK из изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) и сохраняет изображение в памяти 102. Процессор 112 может преобразовывать изображение сельскохозяйственной культуры (или его копию) в изображение CMYK в соответствии с любым способом, известным в данном уровне техники. Этот этап может быть 25 пропущен, когда полученное изображение 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) уже отображено в цветовом пространстве CMYK.

Авторы изобретения обнаружили, что для выделения изображений без листьев эффективна пурпурная плоскость изображения сельскохозяйственной культуры. На этапе 308 процессор 112 создает двоичное изображение из пурпурной плоскости 30 изображения CMYK. На ФИГ.5 показан пример пурпурной плоскости 500 изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4). На ФИГ.6 показан пример двоичного изображения 600, созданного на основе пурпурной плоскости 500 (ФИГ.5) изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4). В двоичном изображении все пиксели имеют либо первый, либо второй цвет (обычно белый или черный). Для ясности 35 иллюстрации приведенные ниже примеры относятся к двоичным изображениям, как к имеющим белые или черные пиксели. Однако явно предполагается, что в других вариантах осуществления двоичное изображение может быть сформировано любыми двумя цветами.

Пурпурная плоскость 500 может быть преобразована в двоичную форму путем 40 установки каждого пикселя в черном или белом цвете в зависимости от того, удовлетворяет ли пиксель одному или нескольким критериям пурпурного цвета. Критерии пурпурного цвета могут включать в себя пороговое минимальное или максимальное значение пурпурного цвета, один или несколько диапазонов значения пурпурного цвета или их комбинации. Пиксели, имеющие значения пурпурного цвета 45 выше или ниже порогового значения пурпурного цвета и/или имеющие значения пурпурного цвета в пределах или за пределами одного или нескольких диапазонов значений пурпурного цвета, будут все установлены в белом цвете или все будут установлены в черном цвете. Критерии пурпурного цвета могут быть заранее определены

для применения к множеству изображений сельскохозяйственных культур или определены отдельно для каждого изображения сельскохозяйственной культуры. Например, изображение 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) может подвергаться предварительной обработке для коррекции характеристик изображения, таких как баланс белого и условия освещения, чтобы обеспечить достаточную однородность для применения заранее определенных критериев пурпурного цвета. В других вариантах осуществления критерии пурпурного цвета определены для каждого изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) на основе характеристик изображения (например, освещения и баланса белого) конкретного изображения сельскохозяйственной культуры. Двоичное изображение 600 ФИГ.6 было подготовлено с использованием критериев пурпурного цвета, включающих пороговое значение 0 пурпурного цвета по шкале от 0 до 255, где пиксели, имеющие значение пурпурного цвета выше порогового значения пурпурного цвета, были установлены в белом цвете, и где белые пиксели представляют изображение 604 без листьев.

Следует понимать, что существует математическое соотношение для попиксельного преобразования изображения RGB в изображение CMYK, так что может быть разработан алгоритм для создания двоичного изображения 600 на основе пурпурного цвета из изображения сельскохозяйственной культуры в RGB без необходимости создавать или сохранять изображение CMYK.

На этапе 312 процессор 112 морфологически расширяет преобразованное в двоичную форму изображение 600 (ФИГ.6), чтобы создать расширенное преобразованное в двоичную форму изображение 700 (ФИГ.7), имеющее увеличенную область 704 без листьев (например, область белых пикселей). Это может быть полезным для получения дополнительных изображений без листьев из изображения сельскохозяйственной культуры, особенно когда на этапе 308 был применен консервативный пурпурный профиль, чтобы избежать получения изображения листьев растений в области 604 без листьев (ФИГ.6). Например, пурпурный профиль, применяемый на этапе 308, может не всегда отображать части области без листьев, которые граничат с листьями растений, и морфологическое расширение может быть эффективным при расширении области 704 без листьев (ФИГ.7) для захвата этих пограничных частей. В альтернативных вариантах осуществления пурпурный профиль, применяемый на этапе 308, может быть достаточно точным, так что морфологическое расширение на этапе 312 может быть опущено.

На этапе 316 процессор 112 создает первую маску из расширенного двоичного изображения 700 (ФИГ.7). Ссылаясь на ФИГ.8, процессор 112 может инвертировать двоичное изображение 700 (ФИГ.7) для создания маски 800 изображения. В проиллюстрированном примере это позволяет представить область 804 без листьев с помощью черных пикселей, и представить листовую область 808 с помощью белых пикселей. Это удовлетворяет отраслевым стандартам, в которых черные пиксели в маске изображения удаляют (или закрашивают) из изображения, в котором их применяют. Например, когда маску 800 изображения применяют к изображению 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4), черная область 804 без листьев маски 800 изображения будет закрашивать соответствующую часть изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) черным, а белая листовая область 808 маски 800 изображения оставит соответствующую часть изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) без изменений.

В альтернативных вариантах осуществления преобразованное в двоичную форму изображение 600 (ФИГ.6), созданное на этапе 308, или расширенное преобразованное

в двоичную форму изображение 700 (ФИГ.7), созданное на этапе 312, может быть использовано непосредственно в качестве маски без инверсии цвета, путем конфигурирования операции по наложению маски для обработки белых и черных пикселей в противоположность стандартному соглашению.

- 5 На этапе 320 процессор 112 создает вторую маску на основе создания порога цветового канала (например, создания порога RGB). Например, процессор 112 может создать маску изображения путем преобразования в двоичную форму изображения 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) на основе критериев цветового канала (например, критериев RGB). Критерии цветового канала могут включать в себя одно
- 10 или несколько заранее определенных пороговых значений цветового канала (например, значений RGB), один или несколько заранее определенных диапазонов значений цветового канала (например, диапазоны значений RGB) или их комбинации. Например, пиксели, у которых значения RGB выше или ниже пороговых значений RGB или которые имеют значения RGB в пределах или за пределами одного или нескольких диапазонов
- 15 значений RGB, все будут установлены в белом цвете или все будут установлены в черном цвете. В одном примере критерии RGB включают в себя в себя диапазон значений RGB от (17, 54, 17) до (174, 211, 153), где каждый из красного, зеленого и синего каналов отображен в пределах диапазона от 0 до 255, где пиксели в пределах диапазона значений RGB установлены в черном цвете для представления области без листьев, и где остальные
- 20 пиксели установлены в белом для представления листовой области.

- На этапе 324 процессор 112 применяет созданную цветовую маску (маски) к изображению 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4), чтобы создать сделанное через маску изображение сельскохозяйственной культуры. На ФИГ.9 показано иллюстративное сделанное через маску изображение 900 сельскохозяйственной
- 25 культуры, созданное посредством наложения маски на изображение 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) с помощью маски на основе пурпурной плоскости, созданной на этапе 316 и дополнительное сделанное через маску с помощью маски на основе RGB, созданной на этапе 320. Как показано, закрашенная вторая область 904 содержит мало или не содержит листья растений, а оставшаяся первая
- 30 область 908 содержит преимущественно листья растений с небольшим количеством изображений без листьев или не содержит их. Например, первая область 908 включает в себя по меньшей мере 80% листьев растений, изображенных на изображении 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4), а вторая область 904 включает по меньшей мере 80% изображений без листьев, изображенных на изображении 400
- 35 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4). Во время последующей обработки сморщивание листьев и изменение цвета листьев оценивают на основе оставшейся первой области 908.

- Далее ссылка сделана на ФИГ.2. После идентификации первой области 908 (ФИГ.9), содержащей листья 408 растений картофеля, изображения 400 сельскохозяйственной
- 40 культуры (ФИГ.4), способ приступает к оценке первой области 908 (ФИГ.9) на предмет наличия симптомов вируса картофеля и взвешиванию этих симптомов для определения, заражены ли растения картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры вирусом картофеля (ФИГ.9).

- На этапе 212 процессор 112 сегментирует изображение 400 сельскохозяйственной
- 45 культуры (ФИГ.4) на сегменты изображения. Например, процессор 112 может условно разделить изображение 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) или по меньшей мере первую область 908 (ФИГ.9) на массив отдельных сегментов изображения. Каждый сегмент изображения может представлять отдельный аналитический блок. Процессор

112 может отдельно оценивать каждый сегмент изображения на наличие симптомов вируса. Например, процессор 112 может повторять каждый из этапов с 216 по 236 для каждого сегмента изображения. Процессор 112 может затем определить, заражены ли какие-либо растения картофеля на изображении 400 сельскохозяйственной культуры 5 (ФИГ.4) вирусом картофеля на основе количества и группировки сегментов изображения, отображающих симптомы вируса.

Процессор 112 может сегментировать изображение 400 сельскохозяйственной культуры на любое количество сегментов изображения (например, больше, чем 10 сегментов, например, как 10-10000 сегментов). Количество сегментов изображения 10 может зависеть от разрешения и поля обзора изображения 400 сельскохозяйственной культуры. Например, когда поле обзора изображения 400 сельскохозяйственной культуры является небольшим (например, изображение 400 сельскохозяйственной культуры захватывает очень мало растений или только часть растения), тогда процессор 112 может сегментировать изображение 400 сельскохозяйственной культуры на 15 относительно малое количество сегментов изображения (например, 10-50 сегментов), так что отдельные сегменты изображения содержат достаточную часть растения картофеля, с помощью которой можно провести анализ на наличие симптомов вируса. В отличие от этого, когда поле обзора изображения 400 сельскохозяйственной культуры является большим (например, изображение 400 сельскохозяйственной культуры 20 захватывает много растений), тогда процессор 112 может сегментировать изображение 400 сельскохозяйственной культуры на множество сегментов изображения (например, 51-10000 сегментов), так чтобы каждое растение или лист на изображении 400 сельскохозяйственной культуры было разделено между несколькими сегментами изображения для анализа. Сегмент изображения может иметь любой размер и форму. 25 На ФИГ.11-15 показаны примеры, включающие в себя сегменты 1104, 1204, 1304, 1404 и 1505 изображения, которые имеют прямоугольную форму и одинаковый размер. Это может упростить деление изображения на сегменты изображения. В других вариантах осуществления процессор 112 может сегментировать изображение 400 сельскохозяйственной культуры на сегменты изображения, которые являются 30 непрямоугольными, такими как круглые или треугольные сегменты, или сегменты других правильных или неправильных форм. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления процессор 112 может сегментировать изображение 400 сельскохозяйственной культуры на сегменты изображения не одинаковой формы и/или размера. Например, сегменты могут включать в себя сегменты множества разных форм 35 и/или множества разных размеров.

Одним из симптомов некоторых вирусов картофеля, таких как вирус Y картофеля, является сморщивание листьев. На этапе 216 процессор 112 идентифицирует сморщивание листа в пределах первой области 908 (ФИГ.9). Процессор 112 может применять любой процесс или алгоритм, эффективный для идентификации сморщивания 40 листа. При сравнении с традиционными способами анализа текстуры (например, анализ текстуры GLCM) авторы изобретения обнаружили, что сморщивание листа может быть более быстро и с точки зрения вычислений эффективно идентифицировано посредством использования одного или нескольких (или всех) способов обнаружения краев, линий и контуров. В целом, большее количество краев и линий и меньшее количество 45 контурных областей в пределах сегмента первой области 908 (ФИГ.9) могут быть симптоматическими для вируса картофеля.

На этапе 220 процессор 112 обнаруживает края в пределах сегментов изображения первой области 908 (ФИГ.9) и сравнивает обнаруженные края с критериями краев,

симптоматическими для сморщивания листьев из-за вируса картофеля. Процессор 112 может использовать любой способ обнаружения краев, подходящий для обнаружения краев в листьях растений, такой как, например, обнаружение краев Канни. В способе обнаружения краев Канни используют двойные (верхние и нижние) пороговые значения градиентов пикселей, чтобы отличать обнаруженные края от шума или естественного изменения цвета. Например, верхнее и нижнее пороговые значения для обнаружения краев Канни могут быть предоставлены следующим образом:

$$\text{верхнее пороговое значение} = \left(\frac{1 + \text{сигма}}{\text{среднее значение}} \right)$$

$$\text{нижнее пороговое значение} = \left(\frac{1 - \text{сигма}}{\text{среднее значение}} \right)$$

При работе, если значение градиента пикселя больше, чем верхнее пороговое значение, пиксель принимают за край; если значение градиента пикселя ниже нижнего порогового значения, то его отклоняют; и если значение градиента пикселя находится между двумя пороговыми значениями, то оно будет принято как край, только если оно связано с пикселием, который находится выше верхнего порогового значения. В этом примере верхнее пороговое значение составляет одно стандартное отклонение выше среднего градиента в сегменте изображения, а нижнее пороговое значение составляет одно стандартное отклонение ниже среднего градиента в сегменте изображения.

ФИГ.10 представляет собой изображение 1000, включающее в себя края 1004, обнаруженные с помощью процессора 112 в пределах первой области 908 (ФИГ.9), представленные белыми пикселями. Процессор 112 может сравнивать обнаруженные края 1004 (ФИГ.10) с критериями краев, симптоматическими для сморщивания листьев из-за вируса картофеля. Критерии краев могут включать в себя пороговое минимальное количество краев, такое как пороговое минимальное количество краевых пикселей (например, белых пикселей), в качестве абсолютного количества или в качестве доли количества пикселей в пределах сегмента (например, больше чем 10% краевых пикселей). ФИГ.11 показывает иллюстративное изображение 1100, показывающее сегменты 1104, идентифицированные процессором 112 как имеющие более чем 13,8% краевых пикселей, в качестве являющихся симптоматическими для вируса картофеля.

На этапе 224 процессор 112 обнаруживает дискретные линии в пределах первой области 908 (ФИГ.9), ограниченной краями 1004 (ФИГ.10), обнаруженными на этапе 220, и сравнивает обнаруженные линии с критериями линий, симптоматическими для вируса картофеля. Процессор 112 может использовать любой способ обнаружения линий, подходящий для обнаружения линий в пределах краев, обнаруженных на этапе 220, такой как, например, обнаружение линий Хафа. Критерии линий могут включать в себя минимальное пороговое количество линий, такое как минимальное пороговое количество линий, имеющих минимальную пороговую длину. Пороговое количество линий может быть выражено как абсолютное количество или плотность реальной области, изображенной сегментом (например, количество линий на квадратный сантиметр). Пороговая длина может быть выражена, например, как абсолютное количество пикселей, измерение в реальных условиях (например, в сантиметрах) или как доля размера сегмента (например, процент от ширины сегмента). ФИГ.12 показывает иллюстративное изображение 1200, показывающее сегменты 1204 изображения, идентифицированные процессором 112, как имеющие по меньшей мере 50 линий длиной по меньшей мере в 50 пикселей (например, по меньшей мере 30% от ширины сегмента).

На этапе 228 процессор 112 обнаруживает контуры в пределах первой области 908

(ФИГ.9), ограниченной краями 1004 (ФИГ.10), обнаруженными на этапе 220, и сравнивает обнаруженные контуры с критериями контура, симптоматическими для сморщивания листьев из-за вируса картофеля. Контур представляет собой замкнутую форму, образованную с помощью краев 1004 (ФИГ.10), обнаруженных на этапе 220 (например, область, полностью окруженную краевыми пикселями). Авторы изобретения обнаружили, что, если ни один контур в пределах сегмента не имеет области, превышающей конкретную пороговую область (например, 1500 пикселей), то такой сегмент с большей вероятностью будет проявлять признаки сморщивания, симптоматические для вируса картофеля. Критерии контура могут включать в себя пороговую максимальную площадь контура, которая может быть выражена как абсолютное количество пикселей, измерение в реальных условиях (например, в квадратных сантиметрах) или как пропорция площади сегмента (например, процент от площади сегмента). ФИГ.13 показывает иллюстративное изображение 1300, показывающее сегменты 1304 изображения, идентифицированные процессором 112, которые соответствуют критерию контуров, который является отсутствием контуров, имеющих индивидуальную область контура, превышающую 1500 пикселей (например, 8,5% от площади сегмента).

Другим симптомом некоторых вирусов картофеля, таких как вирус Y картофеля, является изменение цвета листьев. На этапе 232 процессор 112 сравнивает цветовой профиль каждого сегмента изображения в пределах первой области 908 (ФИГ.9) с цветовыми критериями. Цветовой профиль сегмента изображения может включать в себя любое одно или несколько значений любого свойства цвета этого сегмента, которое может включать в себя любое одно или несколько свойств гистограммы (например, среднее значение, режим, сигма, полная ширина при половине максимума, среднеквадратичное значение, процентиль, минимум и максимум) для любого канала или каналов любого одного или нескольких цветовых пространств (например, без ограничений, RGB, CMYK, HSV и HSL). Аналогичным образом, цветовые критерии могут включать в себя любое одно или несколько значений и/или диапазонов значений любого такого свойства цвета, где эти значения или диапазоны значений могут быть симптоматическими для изменения цвета листьев из-за вируса картофеля.

В одном варианте осуществления цветовой профиль сегмента включает евклидово расстояние в цветовом конусе между двумя средними значениями цветового канала в этом сегменте. Например, цветовой профиль может включать в себя евклидово расстояние в цветовом конусе между средними значениями зеленого и красного цветов, и между средними значениями зеленого и синего цветов в сегменте. На ФИГ.14 проиллюстрировано примерное изображение 1400, показывающее сегменты 1404 изображения, которые процессор 112 идентифицировал как удовлетворяющие следующим цветовым критериям: евклидово расстояние между средним зеленого и красного меньше чем 3 или больше чем 45,5, и евклидово расстояние между средним зеленого и синего меньше чем 10 или больше чем 113. Сегменты 1404 являются симптоматическими для изменения цвета из-за вируса картофеля.

На этапе 236 процессор 112 определяет, отображает ли каждый сегмент симптомы вируса картофеля на основе критериев сморщивания листьев, оцененных на этапах 216-228, и цветовых критериев, оцененных на этапе 232. В некоторых вариантах осуществления процессор 112 может задавать взвешенное значение для результата каждого сморщивания листа и сравнение цвета, и определять, что сегмент отображает признаки вируса картофеля, где сумма этих взвешенных значений превышает заранее определенный порог. Например, процессор 112 может задавать значение 20% для

удовлетворения критериям краев на этапе 220, значение 20% для удовлетворения критериям линий на этапе 224, значение 20% для удовлетворения критериям контуров на этапе 228 и значение 40% для удовлетворения цветовых критериев на этапе 232, а затем определить, что сегмент отображает симптомы вируса картофеля, где сумма

- 5 превышает 50%. Этот пример позволяет идентифицировать сегмент как отображающий симптомы вируса картофеля, где все критерии сморщивания листьев удовлетворены, или когда цветовые критерии и по меньшей мере один критерий сморщивания листьев удовлетворены. На ФИГ.15 проиллюстрировано примерное изображение 1500, показывающее сегменты 1504 изображения, которые процессор 112 идентифицировал
- 10 как удовлетворяющие по меньшей мере одному критерию (край, линия, контур или цвет). Процессор 1112 определил взвешенное значение для каждого сегмента 1504. Сегменты 1504, имеющие взвешенное значение, превышающее заранее определенный порог (например, 50%), идентифицируются процессором 112 как отображающие симптомы вируса картофеля.

- 15 На этапе 240 процессор 112 определяет, содержит ли изображение 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4) вирус картофеля на основе того, удовлетворяют ли критерии количества сегменты 1504 (ФИГ.15), идентифицированные как отображающие симптомы вируса картофеля на этапе 236. В некоторых вариантах осуществления критерии количества могут включать в себя минимальное пороговое
- 20 количество сегментов 1504 (ФИГ.15), которое может быть выражено как абсолютное количество (например, 5 сегментов) или пропорция от общего количества сегментов на изображении 400 сельскохозяйственной культуры (ФИГ.4), сформированная на этапе 212 (например, 0,5% от общего количества сегментов изображения сельскохозяйственной культуры). Фермер может использовать изображения
- 25 сельскохозяйственной культуры, идентифицированные на этапе 240, чтобы найти зараженные вирусом растения на своей ферме (например, используя геотег или другую информацию о местонахождении, связанную с изображением сельскохозяйственных культур) и выпалывать эти растения, чтобы предотвратить дальнейшее распространение вируса. Это может уменьшить потерю урожая сельскохозяйственных культур из-за
- 30 вируса картофеля.

- Хотя вышеупомянутое описание предоставляет примеры вариантов осуществления, следует понимать, что некоторые признаки и/или функции описанных вариантов осуществления могут допускать изменения без отклонения от сущности и принципов работы описанных вариантов осуществления. Соответственно, то, что было описано
- 35 выше, предназначено для иллюстрации изобретения и не ограничивает его, и специалистам в данной области техники должно быть понятно, что могут быть сделаны другие варианты и модификации, не выходя за пределы объема изобретения, как определено в формуле изобретения, приложенной к данному документу. Объем формулы изобретения не должен быть ограничен предпочтительными вариантами осуществления
- 40 и примерами, но должен иметь самую широкую интерпретацию, согласующуюся с описанием в целом.

(57) Формула изобретения

1. Способ обнаружения вируса картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры, показывающем по меньшей мере одно растение картофеля, причем способ
- 45 содержит:
 - сохранение изображения сельскохозяйственной культуры в памяти;
 - идентификацию с помощью процессора первой области изображения

сельскохозяйственной культуры, причем первая область показывает листья растений картофеля, причем первая область исключает вторую область изображения сельскохозяйственной культуры, причем вторая область показывает изображение без листьев;

- 5 идентификацию с помощью процессора множества краев в пределах первой области; определение с помощью процессора, удовлетворяет ли сегмент изображения сельскохозяйственной культуры в пределах первой области одному или нескольким критериям сморщивания листьев на основе краев, которые расположены в пределах сегмента изображения, причем критерии сморщивания листьев являются

- 10 симптоматическими для сморщивания листьев, вызванного вирусом; и определение с помощью процессора, отображает ли сегмент симптомы вируса картофеля по меньшей мере частично на основе того, удовлетворяет ли сегмент изображения упомянутому одному или нескольким критериям сморщивания листьев.

- 15 2. Способ по п.1, дополнительно содержащий определение с помощью процессора, содержит ли изображение сельскохозяйственной культуры вирус картофеля на основе количества сегментов изображения в пределах изображения сельскохозяйственной культуры, которые идентифицированы как отображающие симптомы вируса картофеля.

- 20 3. Способ по п.1, в котором один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя пороговое минимальное количество краев в пределах сегмента изображения.

- 25 4. Способ по п.1, в котором один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя один или несколько критериев линий, а определение, удовлетворяет ли сегмент изображения критериям линий, содержит идентификацию линий в пределах сегмента, ограниченного краями.

- 30 5. Способ по п.4, в котором один или несколько критериев линий включают в себя пороговое минимальное количество линий.

- 35 6. Способ по п.1, в котором один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя один или несколько критериев контуров, а определение, удовлетворяет ли сегмент изображения критериям контуров, содержит идентификацию контуров в пределах сегмента изображения, ограниченного краями.

- 40 7. Способ по п.6, в котором один или несколько критериев контуров включают в себя, имеет ли каждый контур в пределах сегмента площадь, не превышающую пороговую максимальную площадь.

- 45 8. Способ по п.1, в котором идентификация первой области содержит создание первой маски на основе пурпурного канала изображения сельскохозяйственной культуры или изображения, созданного из изображения сельскохозяйственной культуры.

- 50 9. Способ по п.8, в котором идентификация первой области дополнительно содержит создание второй маски на основе одного или нескольких заранее определенных пороговых диапазонов значений цветового канала.

- 55 10. Машиночитаемый носитель, содержащий команды, выполняемые процессором, причем команды при выполнении настраивают процессор для:

- сохранения изображения сельскохозяйственной культуры в памяти;
- идентификации первой области изображения сельскохозяйственной культуры, причем первая область показывает листья растений картофеля, причем первая область исключает вторую область изображения сельскохозяйственной культуры, причем вторая область показывает изображение без листьев;

- идентификации множества краев в пределах первой области;
- определения, удовлетворяет ли сегмент изображения сельскохозяйственной культуры

в пределах первой области одному или нескольким критериям сморщивания листьев на основе краев, которые расположены в пределах сегмента изображения, причем критерии сморщивания листьев являются симптоматическими для сморщивания листьев, вызванного вирусом картофеля;

- 5 определения, отображает ли сегмент симптомы вируса картофеля по меньшей мере частично на основе того, удовлетворяет ли сегмент изображения упомянутому одному или нескольким критериям сморщивания листьев.

- 10 11. Машиночитаемый носитель по п.10, в котором команды при выполнении дополнительно настраивают процессор для определения того, содержит ли изображение сельскохозяйственной культуры вирус картофеля на основе количества сегментов изображения в пределах изображения сельскохозяйственной культуры, которые идентифицированы как отображающие симптомы вируса картофеля.

- 15 12. Машиночитаемый носитель по п.10, в котором один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя пороговое минимальное количество краев в пределах сегмента изображения.

- 13. Машиночитаемый носитель по п.10, в котором один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя один или несколько критериев линий, а определение, удовлетворяет ли сегмент изображения критериям линий, содержит идентификацию линий в пределах сегмента, ограниченного краями.

- 20 14. Машиночитаемый носитель по п.13, в котором один или несколько критериев линий включают в себя пороговое минимальное количество линий.

- 15. Машиночитаемый носитель по п.10, в котором один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя один или несколько критериев контуров, а определение, удовлетворяет ли сегмент изображения критериям контуров, содержит идентификацию контуров в пределах сегмента изображения, ограниченного краями.

- 25 16. Машиночитаемый носитель по п.15, в котором один или несколько критериев контуров включают в себя то, имеет ли каждый контур в пределах сегмента площадь, не превышающую пороговую максимальную площадь.

- 17. Машиночитаемый носитель по п.10, в котором идентификация первой области включает в себя создание первой маски на основе пурпурного канала изображения сельскохозяйственной культуры или изображения, созданного из изображения сельскохозяйственной культуры.

- 30 18. Машиночитаемый носитель по п.17, в котором идентификация первой области дополнительно содержит создание второй маски на основе одного или нескольких заранее определенных пороговых диапазонов значений цветового канала.

- 35 19. Система обнаружения вируса картофеля на изображении сельскохозяйственной культуры, содержащем растения картофеля, причем система содержит:

память, хранящую машиночитаемые команды и изображение сельскохозяйственной культуры; и

- 40 40 процессор, выполненный с возможностью выполнения машиночитаемых команд, причем машиночитаемые команды настраивают процессор для:

- идентификации первой области изображения сельскохозяйственной культуры, причем первая область показывает листья растений картофеля, причем первая область исключает вторую область изображения сельскохозяйственной культуры, причем 45 вторая область показывает изображение без листьев;

идентификации множества краев в пределах первой области;

определения, удовлетворяет ли сегмент изображения сельскохозяйственной культуры в пределах первой области одному или нескольким критериям сморщивания листьев

на основе краев, которые расположены в пределах сегмента изображения, причем критерии сморщивания листьев являются симптоматическими для сморщивания листьев, вызванного вирусом; и

определения, отображает ли сегмент симптомы вируса картофеля по меньшей мере

- 5 частично на основе того, удовлетворяет ли сегмент изображения упомянутому одному или нескольким критериям сморщивания листьев.

20. Система по п.19, в которой машиночитаемые команды дополнительно

настраивают процессор для определения того, содержит ли изображение сельскохозяйственной культуры вирус картофеля на основе количества сегментов

- 10 изображения в пределах изображения сельскохозяйственной культуры, которые идентифицированы как отображающие симптомы вируса картофеля.

21. Система по п.19, в которой один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя пороговое минимальное количество краев в пределах сегмента изображения.

- 15 22. Система по п.19, в которой один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя один или несколько критериев линий, а определение, удовлетворяет ли сегмент изображения критериям линий, содержит идентификацию линий в пределах сегмента, ограниченного краями.

23. Система по п.22, в которой один или несколько критериев линий включают в

- 20 себя пороговое минимальное количество линий.

24. Система по п.19, в которой один или несколько критериев сморщивания листьев включают в себя один или несколько критериев контуров, а определение, удовлетворяет ли сегмент изображения критериям контуров, содержит идентификацию контуров в пределах сегмента изображения, ограниченного краями.

- 25 25. Система по п.24, в которой один или несколько критериев контуров включают в себя то, имеет ли каждый контур в пределах сегмента площадь, не превышающую пороговую максимальную площадь.

26. Система по п.19, в которой идентификация первой области включает в себя создание первой маски на основе пурпурного канала изображения сельскохозяйственной

- 30 культуры или изображения, созданного из изображения сельскохозяйственной культуры.

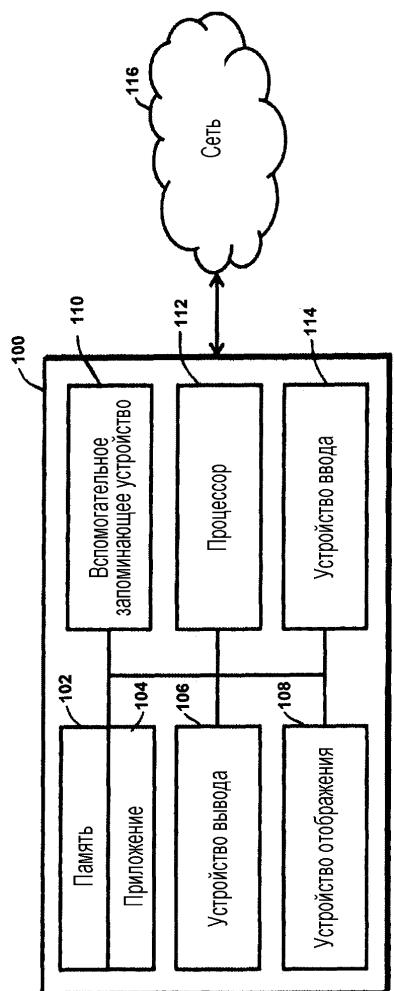
27. Система по п.26, в которой идентификация первой области дополнительно включает в себя создание второй маски на основе одного или нескольких заранее определенных пороговых диапазонов значений цветового канала.

35

40

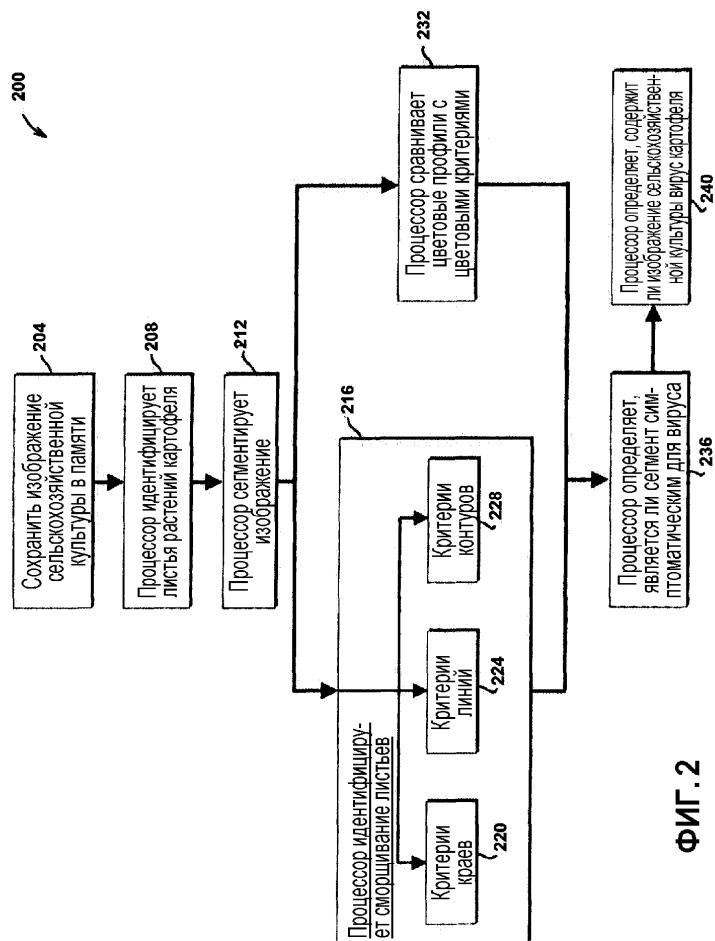
45

1/15

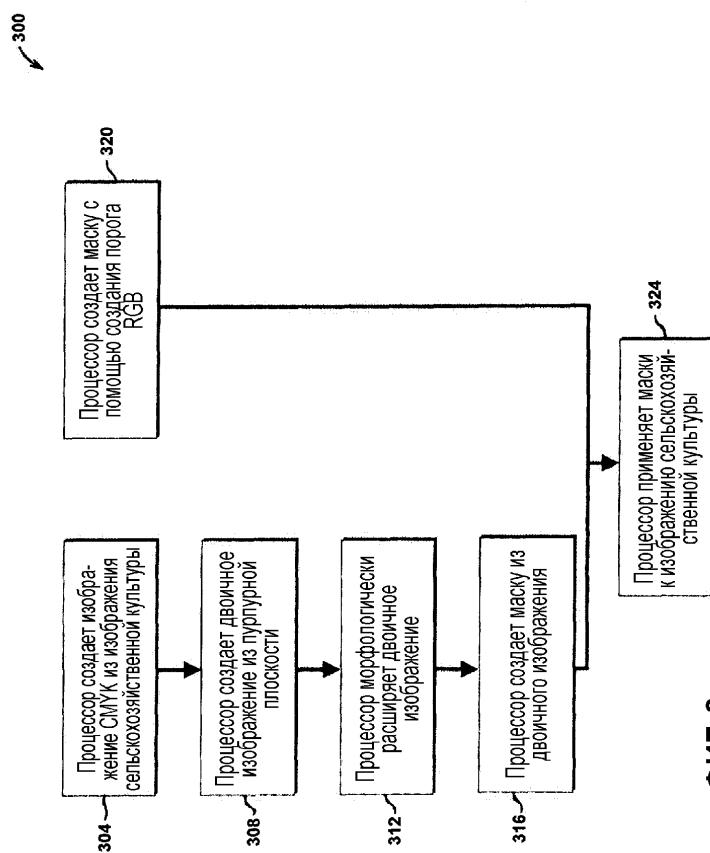


ФИГ. 1

2/15

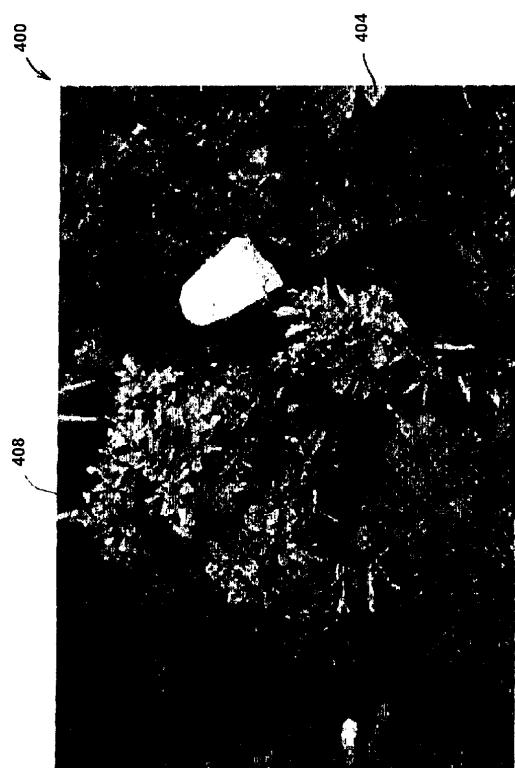


3/15



ФИГ. 3

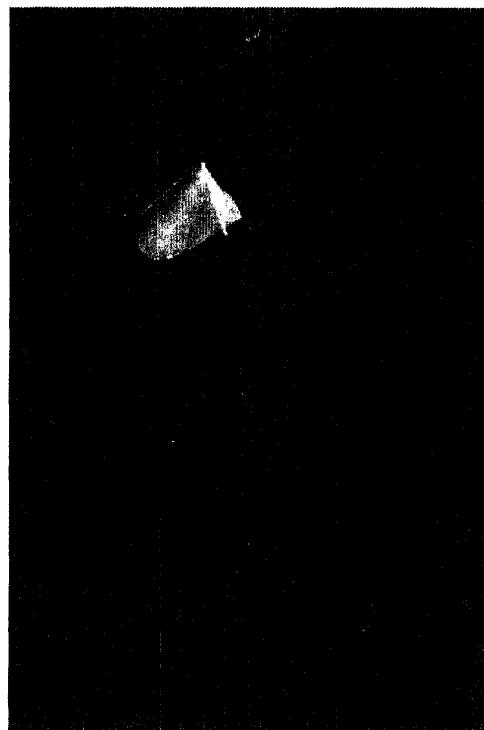
4/15



ФИГ. 4

5/15

500
→



ФИГ. 5

6/15



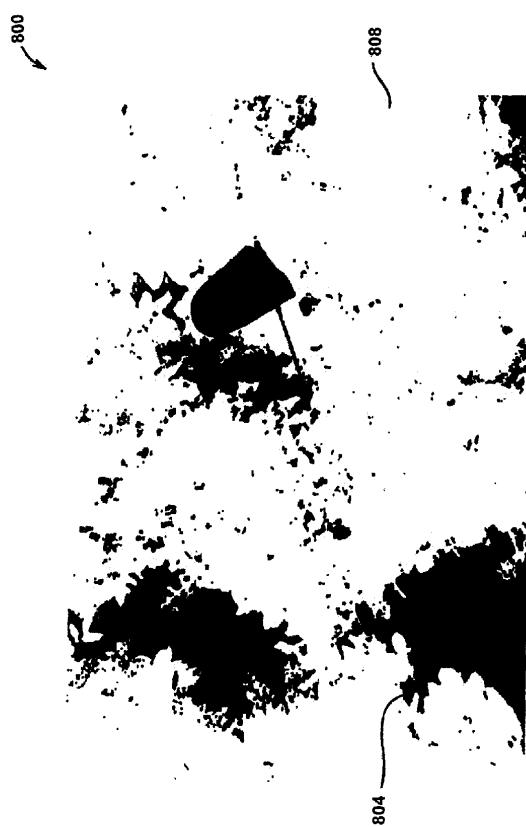
ФИГ. 6

7/15



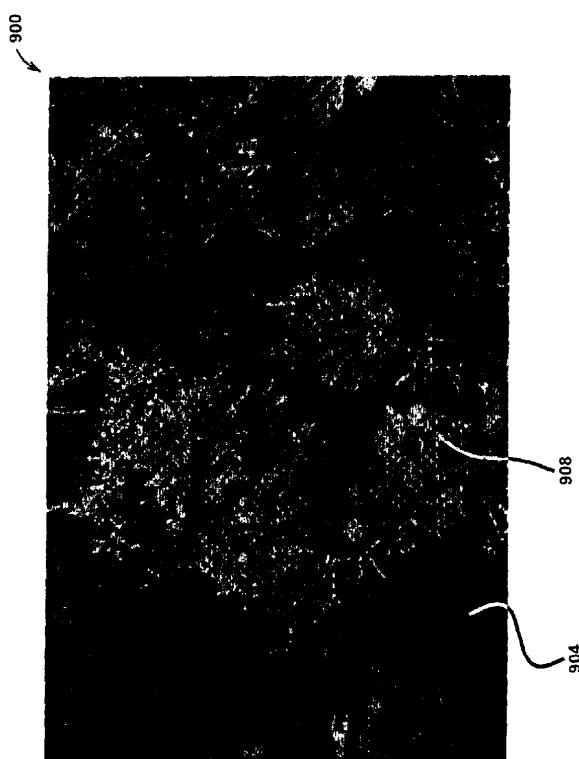
ФИГ. 7

8/15



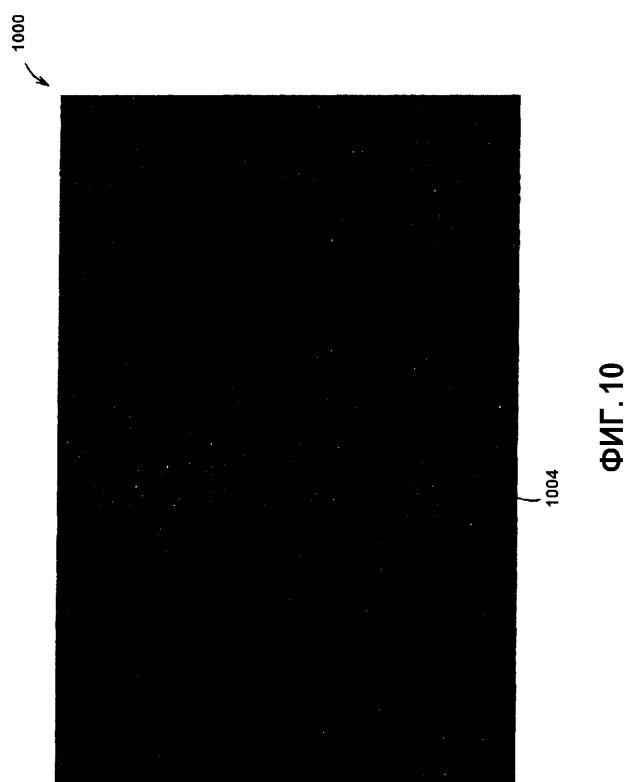
ФИГ. 8

9/15

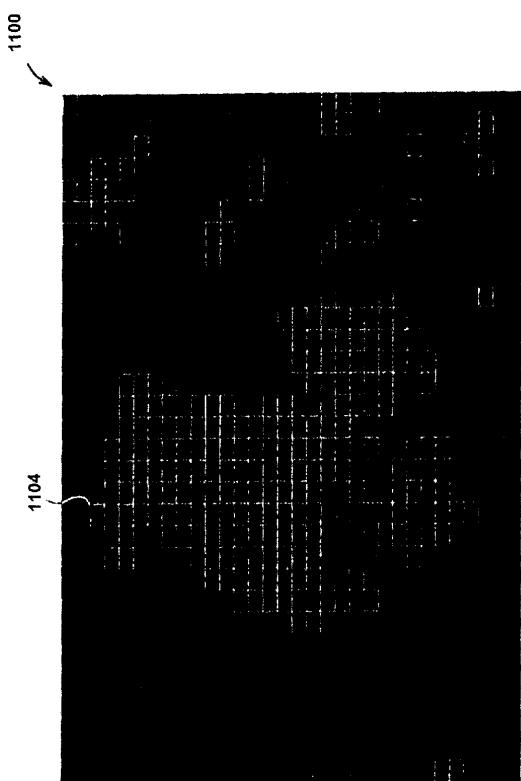


ФИГ. 9

10/15

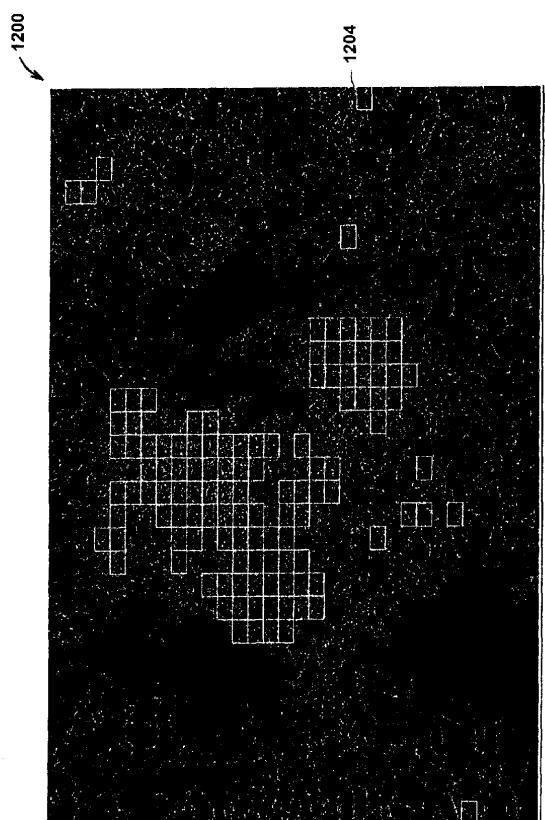


11/15



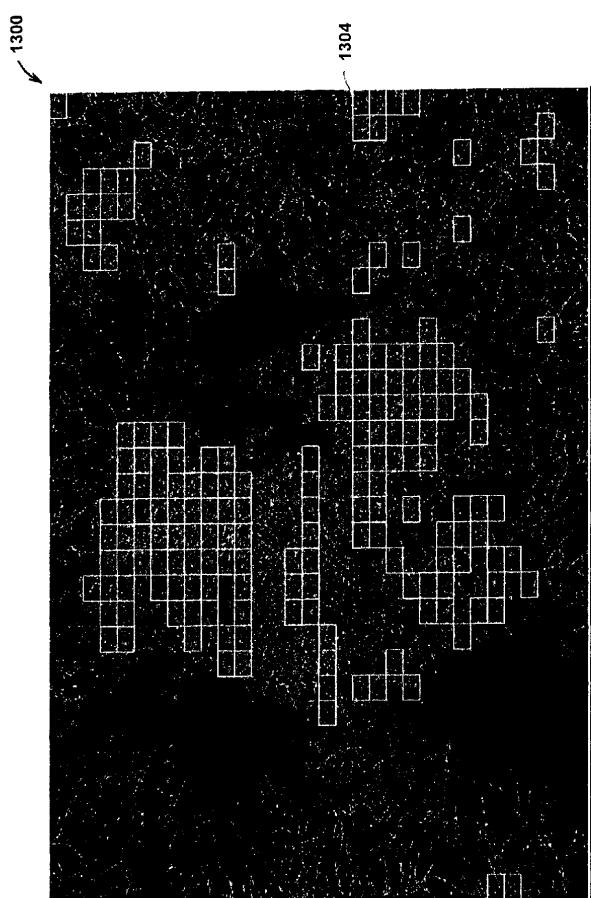
ФИГ. 11

12/15



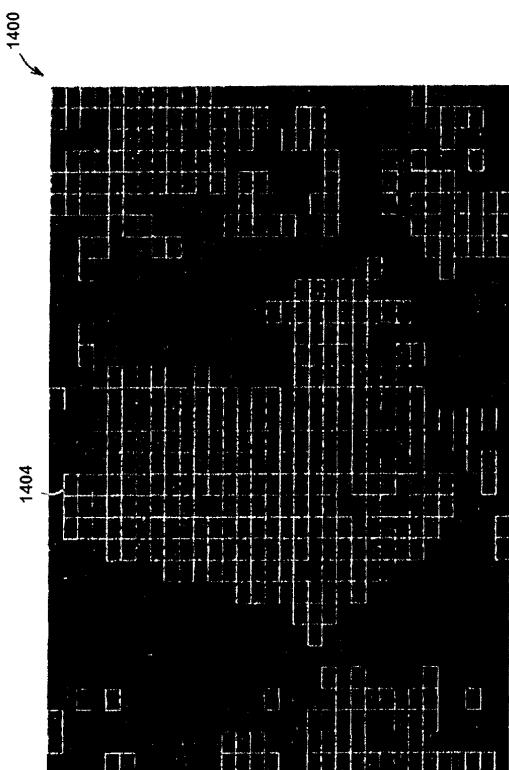
ФИГ. 12

13/15



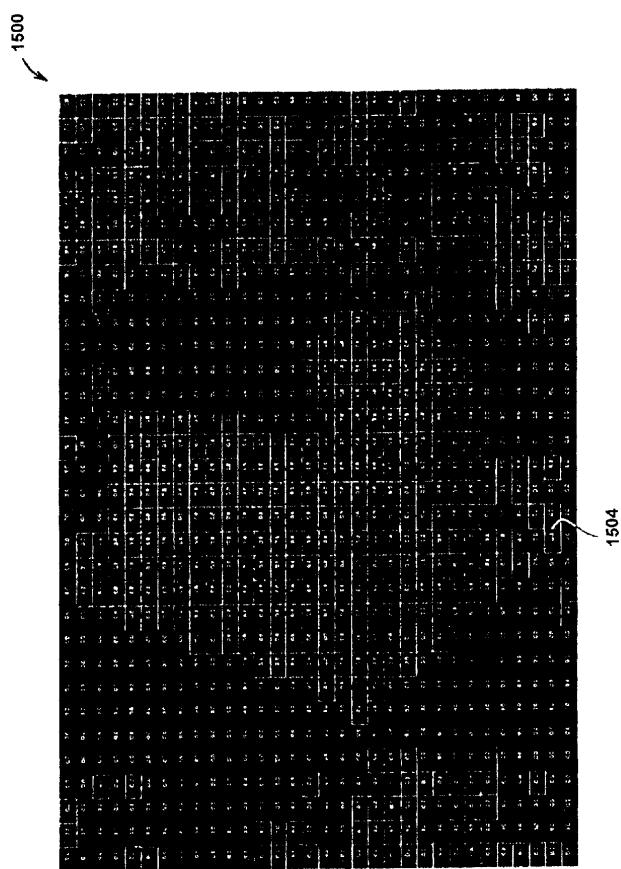
ФИГ. 13

14/15



ФИГ. 14

15/15



ФИГ. 15