

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202391783** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.07.31

(22) Дата подачи заявки
2023.07.14

(51) Int. Cl. *G06T 7/20* (2017.01)
G06V 10/40 (2022.01)
G01S 17/04 (2020.01)
A01K 51/00 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ОТСЛЕЖИВАНИЯ И АНАЛИЗА ТРАЕКТОРИИ ПЧЕЛ
ПОСРЕДСТВОМ ОБУЧЕНИЯ**

(31) 10-2023-0007640

(32) 2023.01.18

(33) KR

(71) Заявитель:
ФАРМКОННЕКТ КО., ЛТД. (KR)

(72) Изобретатель:
Ким Му Хиун, Дзеонг Ин Сеок (KR)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к устройству и способу отслеживания и анализа траекторий пчел. В частности, устройство и способ используют обучающие данные, полученные обучением модели глубокого обучения на морфологической структуре, цвете и других характеристиках пчел для отслеживания и анализа траекторий пчел.

A1

202391783

202391783

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-578634EA/042

УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ОТСЛЕЖИВАНИЯ И АНАЛИЗА ТРАЕКТОРИИ ПЧЕЛ ПОСРЕДСТВОМ ОБУЧЕНИЯ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к устройству и способу для отслеживания и анализа траектории пчел. В частности, оно предусматривает устройство и способ отслеживания и анализа траектории пчел с использованием модели глубокого обучения, натренированной на физической структуре, цвете и других характеристиках пчел.

Уровень техники

Медоносные пчелы являются пчелами, используемыми для хранения и выработки меда, тогда как шмели являются пчелами, используемыми для опыления, в частности с целью сбора пыльцы посредством опыления жужжанием.

Опыление жужжанием относится к поведению вибрации их грудных мышц для сбора пыльцы на их волосатых телах, которые переносят пыльцу на рыльца цветков.

Поэтому шмели широко используются для опыления зерновых, например, томатов, баклажанов, перцев и других растений семейства пасленовых, которые не вырабатывают мед. Они также широко используются для выращивания зерновых, например, персиков, слив, яблок, абрикосов, клубники, мускусных дынь, груш, голубики, малины, манго и т.д.

Например, при выращивании томатов, известно, что при участии шмелей, около 10-20% рабочих пчел собирают пыльцу 5-12 раз в день, посещая 50-220 цветков в течение каждой сборщицеской активности.

Однако избыточное опыление вследствие избытка пчел по сравнению с количеством цветков может приводить к дефектам и недостаточному развитию плодов. Для управления опылительной активностью шмелей, ульи снабжаются отдельными входами и выходами, и их открывание и закрывание регулируются согласно времени суток и активности пчел.

По прошествии времени после установки улья, популяция шмелей истощается, и их движение замедляется, указывая на необходимость в замене улья. Дополнительно, когда температура превышает 30 градусов Цельсия, больше пчел остается внутри улья для поддержания более низкой температуры в целях вентиляции, что снижает их опылительную активность. Когда температура превышает 33 градуса Цельсия, пчелы входят в режим выживания, уничтожая личинок и останавливая опылительную активность. Для контроля таких условий был предложен метод управления шмелями, который позволяет дистанционно контролировать состояние шмелей.

В Южной Корее имеются такие опубликованные патенты, как публикация патента Кореи № 10-2016-0141224, "Bumble Bee Management Device and Management System" от 8 декабря 2016 г., где раскрыта технология, которая использует датчик для регистрации частоты, с которой шмели входят и выходят через вход улья, обеспечивая информацию о расписании замены шмелей. В другом патенте, патенте Кореи № 10-1963648, "Greenhouse

Bumble Bee Management System and Method, Bumble Bee Box", опубликованном 1 апреля 2019 г., раскрыта технология, которая использует множество датчиков для регистрации направления и частоты входа и выхода шмелей в/из ящика для шмелей, что позволяет управлять открыванием и закрыванием входа ящика для шмелей.

Однако вышеупомянутые традиционные технологии требуют установки датчиков в улье для регистрации входа и выхода шмелей, что может негативно сказываться на условиях жизни пчел. Дополнительно, их эффективность ограничивается подсчетом количества пчелиных особей и не обеспечивает информации об изменениях окружающей среды или пригодности опылительной активности пчел путем отслеживания траекторий пчел или анализа движений шмеля. Эти технологии также не позволяют обеспечивать необходимую информацию для управления ульем и оранжереей.

Кроме того, большое количество шмелей используется для продажи ульев целиком, но даже вновь купленные ульи может содержать пчел с ослабленным здоровьем. В подобных случаях, необходимо оценивать здоровье пчел и обеспечивать раннее уведомление для предотвращения пропуска оптимального времени опыления. Однако вышеупомянутые традиционные технологии не идентифицируют такие проблемы или не предлагают для них решения.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Задачи, решаемые изобретением

Для решения вышеупомянутых проблем настоящее изобретение ставит целью обеспечение устройства и способа отслеживания траектории пчел путем сравнения их движений, захваченных вблизи улья, с изучаемыми данными, определения их входа и выхода и подсчета количества пчел.

Кроме того, настоящее изобретение ставит целью обеспечение устройства и способа анализа количества пыльцы, собираемой пчелами, пригодности их опылительных активностей и состояния здоровья пчел с использованием захваченных видеоизображений.

Кроме того, настоящее изобретение ставит целью обеспечение устройства и способа определения пригодности опылительных активностей пчел и принятия решения в отношении расписания замены ульев путем анализа траектории пчел и состояния пыльцы в захваченных видео.

Дополнительно, настоящее изобретение ставит целью обеспечение устройства и способа, которые уведомляют о присутствии аномальных объектов, приближающихся к улью, на основании изученных данных.

Средство для решения задачи

Для решения вышеупомянутых задач, устройство и способ отслеживания и анализа траектории пчел посредством обучения в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения включает в себя: блок камеры, который захватывает движение пчел вблизи входа в улей; блок хранения, где хранятся изученные данные, полученные изучением физических характеристик пчел с использованием модели глубокого обучения;

и блок управления, который отслеживает траекторию пчел с использованием захваченного видео от блока камеры и сохраненных изученных данных.

Кроме того, изученные данные дополнительно включают в себя данные о морфологических характеристиках пыльцы, и блок управления анализирует количество пыльцы с использованием изображений пыльцы, захваченных в видео, и морфологических характеристик пыльцы, включенных в изученные данные.

Дополнительно, блок управления задает множество виртуальных областей разных размеров с центрами вокруг входа в улей и задает прямоугольники пчел вокруг пчел, когда пчелы идентифицируются в захваченном видео.

Кроме того, блок управления идентифицирует вход и выход пчел, регистрируя или отслеживая порядок, в котором прямоугольники пчел перекрываются с виртуальными областями.

Виртуальные области включают в себя область 1, которая занимает некоторую область вокруг входа в улей, и область 2, которая включает в себя область 1 и занимает более обширную область, чем область 1.

Кроме того, блок управления задает прямоугольники пыльцы вокруг идентифицированной пыльцы в захваченном видео.

Прямоугольники пыльцы задаются в прямоугольниках пчел.

Кроме того, блок управления вычисляет относительное изменение расстояния от центральной точки входа до прямоугольника пчелы и частоту появления прямоугольника пчелы в виртуальной области.

Дополнительно, блок управления отличает пчел, входящих в улей, от пчел, выходящих из улья, сравнивая траекторию пчел, захваченную в виртуальных областях, с траекторией пчел, включенной в изученные данные.

Дополнительно, блок управления отличает нормальных пчел от аномальных пчел, сравнивая траектории пчел, захваченные в виртуальных областях, с траекториями пчел, включенными в изученные данные.

Блок управления определяет время замены улья путем вычисления отношения или количества нормальных пчел к количеству аномальных пчел.

Кроме того, блок управления суммирует нарастающим итогом количество пчел, захватываемое в виртуальных областях на кадровой основе.

Блок управления вычисляет траекторию пчел вокруг входа в улей на основании расстояний по оси x и оси y от входа.

Кроме того, блок управления определяет, что пчелы выходят из улья, если перекрытие между прямоугольником пчелы и виртуальными областями происходит от области 1 к области 2 в течение определенного периода, и определяет, что пчелы входят в улей, если перекрытие происходит от области 2 к области 1.

Устройство дополнительно включает в себя блок отображения, и блок управления отсчитывает количество пчел, входящих в улей или выходящих из него на входе, и отображает его на блоке отображения.

Блок управления может отображать количество пыльцы на блоке отображения.

Блок управления может отображать цвет пыльцы на блоке отображения.

Изученные данные дополнительно включают в себя данные о морфологических характеристиках аномальных объектов, и блок управления анализирует присутствие аномальных объектов с использованием захваченного видео аномальных объектов и морфологических характеристик аномальных объектов, включенных в изученные данные.

Блок управления прогнозирует положение пчел с использованием интерполяции в областях захваченного видео, где пчелы не идентифицированы.

Блок управления формирует контуры на границах области распределения пыльцы путем предобработки изображений для нахождения области распределения пыльцы в прямоугольнике пыльцы и вычисляет цвет и концентрацию пыльцы во внутренней области контуров.

Эффекты от изобретения

Согласно настоящему изобретению, предусмотрены устройство и способ, которые отслеживают траекторию пчел, сравнивая движение пчел, захватываемое вблизи улья, с изучаемыми данными, определяют вход и выход пчел и подсчитывают количество пчел.

Кроме того, согласно настоящему изобретению, предусмотрены устройство и способ, которые анализируют количество пыльцы, собираемой пчелами, пригодность их опылительных активностей и состояние здоровья пчел с использованием захваченных видео.

Кроме того, согласно настоящему изобретению, предусмотрены устройство и способ, которые определяют пригодность опылительных активностей пчел и принимают решение в отношении расписания замены ульев путем анализа траектории пчел и состояния пыльцы в захваченных видео.

Дополнительно, согласно настоящему изобретению, предусмотрены устройство и способ, которые уведомляют о присутствии аномальных объектов, приближающихся к улью, на основании изученных данных.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг. 1 - схема, демонстрирующая конфигурацию устройства для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2-15 - снимки экрана, полученные устройством для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 16 - аналитическая диаграмма, демонстрирующая расстояние, пройденное пчелой, и частоту появления пчелы в устройстве для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 17-19 - иллюстративные схемы, демонстрирующие отслеживание траектории с использованием устройства для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 20-23 - иллюстративные схемы, демонстрирующие анализ состояния пчелы с

использованием устройства для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Описание изобретения

Преимущества, признаки и способы их достижения в настоящем изобретении можно легко понять, обратившись к подробному объяснению вариантов осуществления, снабженному прилагаемыми чертежами. Однако следует понимать, что настоящее изобретение не ограничивается раскрытыми здесь вариантами осуществления, поскольку его можно реализовать в различных других формах. Раскрытые варианты осуществления обеспечены для полного раскрытия изобретения специалистам в области техники, к которой относится изобретение, для понимания объема изобретения. Одни и те же ссылочные позиции на протяжении описания изобретения обозначают одни и те же компоненты.

Термины, используемые в этом описании изобретения, используются лишь для описания конкретных вариантов осуществления и не призваны ограничивать изобретение. Если из контекста не следует обратное, выражения в множественном числе охватывают выражения в единственном числе. В этом описании изобретения такие термины, как "включающий в себя" или "имеющий" призваны указывать наличие признаков, чисел, этапов, операций, компонентов или подкомпонентов, перечисленных в этом описании изобретения, но не исключают присутствия или возможности одного или более других признаков, чисел, этапов, операций, компонентов или подкомпонентов, или их комбинации.

В этом описании изобретения, такие термины, как "часть", "модуль", "устройство", "терминал", "сервер" или "система" призваны обозначать оборудование, программное обеспечение или их комбинацию. Например, оборудование может быть устройством обработки данных, включающим в себя CPU или другой процессор. Дополнительно, программное обеспечение, используемое на оборудовании, может означать выполняющиеся процессы, объекты, исполняемые модули, потоки выполнения, программы или аналогичные сущности.

В дальнейшем подробное описание предпочтительного варианта осуществления настоящего изобретения будет снабжено ссылками на прилагаемые чертежи.

На фиг. 1 показана схема, демонстрирующая конфигурацию устройства для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Устройство (100) выполнено с возможностью включать в себя блок (110) управления, который отслеживает траекторию пчел и анализирует количество собираемой пыльцы посредством модуля (120) отслеживания траектории и модуля (130) анализа пыльцы, и блок (150) хранения, где хранятся изучаемые данные, получаемые изучением различной информации о пчелах и пыльце с использованием модели глубокого обучения.

Оно может дополнительно включать в себя блок (140) камеры для захвата движения пчел вблизи улья, блок (160) отображения для отображения захваченных видео

и блок (170) связи для осуществления проводной или беспроводной связи с внешними устройствами.

Если внешняя камера (200) используется вместо встроенного блока (140) камеры, устройство (100) может осуществлять обмен данных с внешней камерой (200) посредством блока (170) связи. Внешнее устройство отображения (не показано) может использоваться вместо встроенного блока (160) отображения устройства (100), или может использоваться совместно со встроенным блоком (160) отображения.

Устройство согласно настоящему изобретению изучает (или обучается) характеристики шмелей, например, распределение цветов или структур тела, с использованием модели глубокого обучения, и сохраняет изученные данные в блоке (150) хранения. Оно сравнивает видеоданные потоковой передачи, принимаемые от блока (140) камеры и затем сохраняемые в блоке (150) хранения, с изученными данными, заранее сохраненными в блоке (150) хранения, на поккадровой основе для регистрации шмелей в видео, отслеживания их путей движения, идентификации пыльцы и анализа количества пыльцы.

На фиг. 2-15 показаны примеры экрана устройства для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Экран дисплея, обеспечиваемый устройством согласно настоящему изобретению, может иметь конфигурацию, показанную на фиг. 2.

В общем случае, распознавание шмелей осуществляется путем вычисления пересечением по объединению (IoU) между множеством виртуальных квадратных прямоугольников (именуемыми "проходами") вблизи входа в улей и квадратными прямоугольниками для пчел (именуемыми "прямоугольниками пчел"), которые рисуются автоматически, когда распознаются пчелы.

На фиг. 2 проходы задаются для различения области 1 (т.е. внутри красного прохода), области 2 (т.е. внутри синего прохода) и области 3 (т.е. снаружи синего прохода), а прямоугольники пчел (т.е. зеленые прямоугольники) задаются вокруг пчел.

Устройство согласно настоящему изобретению регистрирует или отслеживает порядок возникновения пересечений между внутренней областью прохода и прямоугольником пчелы для различения входа и выхода пчелы в улей/из улья.

Например, если движение прямоугольника пчелы (или пересечение между прямоугольником пчелы и проходом) регистрируется в порядке область 1 → область 2 → область 3, это указывает, что пчела вылетает из улья. Если оно регистрируется в порядке область 3 → область 2 → область 1, это указывает, что пчела влетает в улей. Если пчела некоторое время остается в области 1 и затем исчезает, делается вывод, что она вошла в улей.

На фиг. 2 "Улей" указывает количество пчел внутри улья, которое вычисляется путем подсчета количества входов и выходов пчел.

"Опыление" представляет количество пыльцы, собранной пчелами, где "тяжелый" указывает богатый сбор пыльцы и "легкий" указывает относительно недостаточный сбор

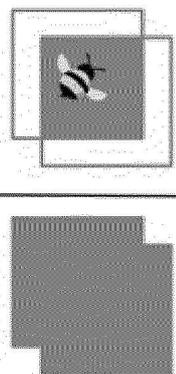
пыльцы.

"LoC" указывает, в какой области находится пчела (или прямоугольник пчелы).

С другой стороны, определение IoU (пересечения по объединению), которое является метрикой, используемой для оценивания точности обнаружения объектов в настоящем изобретении, выражается следующим образом.

$$IoU = \frac{\text{Пересечение области прохода и области прямоугольника пчелы}}{\text{Объединение области прохода и области прямоугольника пчелы}}$$

Пересечение по объединению



Вычисляемые значения пересечения по объединению (IoU), 'rIoU1', 'rIoU2', 'cIoU1' и 'cIoU2', отображаются в верхнем правом углу экрана на фиг 2. Префиксы 'r' и 'c' представляют прошлое и текущее значения, соответственно.

'rIoU1' представляет значение, измеренное в предыдущем кадре для области 1 (т.е. внутри красного прохода), 'rIoU2' представляет значение, измеренное в предыдущем кадре для области 2 (т.е. внутри синего прохода), 'cIoU1' представляет значение, измеренное в текущем кадре для области 1, и 'cIoU2' представляет значение, измеренное в текущем кадре для области 2, соответственно.

Помимо IoU, другие значения, например 'Улей' и 'Опыление', также обновляются для каждого кадра видео.

Распознавание пчел и пыльцы осуществляется путем сравнения захваченного видео с сохраненными изученными данными. Вероятность идентификации объекта в видео, например, пчелы или пыльцы, как пчелы или пыльцы может быть численно представлена вблизи прямоугольника пчелы или прямоугольника пыльцы. Например, если вблизи прямоугольника пчелы отображается величина '0,99', это означает, что объект будет идентифицирован (или спрогнозирован) как 'пчела' с вероятностью 99%.

Прямоугольник пыльцы генерируется в прямоугольнике пчелы, и численное значение, отображаемое вблизи прямоугольника пыльцы, представляет вероятность того, что перекрывающее изображение пыльцы будет спрогнозировано (или идентифицировано) как пыльца.

Для нахождения прогнозируемой зоны пыльцы осуществляется предобработка изображений для прорисовки контуров в соответствующей области. Вычисляются цвет и концентрация (т.е. доля пикселей, занимаемых конкретным цветом) в пределах контура.

При наличии некоторой корреляции между распределением пыльцы на теле пчелы и уровнем сбора пыльцы пчелой, критерий для классификации уровня сбора пыльцы

пчелой можно устанавливать на основании формы и радиуса кривизны контура. Например, в случае эллиптического контура или сравнительно большой области распределения пыльцы, это указывает, что сбор пыльцы пчелой недостаточен или неадекватен, тогда как если область распределения пыльцы мала и близка к кругу, это указывает, что сбор пыльцы пчелой энергичен и активен.

На фиг. 3 показан случай, когда количество пыльцы, собираемой пчелами, численно выражается, когда превышает некоторый критерий и относительно достаточно (или тяжело), и фиг. 4 представляет соответствующее изображение пыльцы в этот момент, отображаемое различимым ярким цветом с четкими границами.

На фиг. 5 представлено количество пыльцы, собранной пчелами, когда оно ниже некоторого критерия и является относительно недостаточным (или легким), и на фиг. 6 представлено соответствующее изображение пыльцы в этот момент, отображаемое относительно тусклым или темным цветом с размытыми границами, разнесенной по множеству зон или распределенной по широкой области.

На фиг. 7-11 показаны снимки экрана видео, отслеживающих траекторию пчел, входящих в улей.

На фиг. 7, с начала регистрации, можно наблюдать, что четыре пчелы вошли в улей (Вход: 4), одна пчела вышла из улья (Выход: 1), и в данный момент три пчелы находятся внутри улья (Улей: 3). Кроме того, из четырех пчел, которые вошли в улей, один случай указывает тяжелое количество сбора пыльцы (Опыление-тяжелое: 1), и три случая указывают легкое количество сбора пыльцы (Опыление-легкое: 3).

Кроме того, в предыдущем и текущем кадрах, движение пчел не регистрируется во всех областях ($rIoU1$, $sIoU1$, $rIoU2$, $sIoU2=0$). Хотя на изображении пчела показана в верхнем левом углу прохода 2, устройство еще не распознало ее как пчелу.

На фиг. 8, по мере того, как значение IoU в области 2 возрастает с $rIoU2$: 0,009 до $sIoU$: 0,014, указывая вход пчелы в область 2, и на фиг. 9, когда пчела входит в область 1, значение IoU , указывающее пересечение с прямоугольником пчелы в области 1, изменяется от $rIoU1$: 0,048 до $sIoU$: 0,036. На фиг. 10, когда пчела входит во вход, оба значения $IoU1$ и $IoU2$ уменьшаются. На фиг. 11, пчела полностью входит в улей, исчезая из кадра ($IoU1=IoU2=0$), и значение 'Улей' возрастает до '4', указывая присутствие пчелы внутри улья, и значение 'Опыление-легкое' возрастает до '4' на основании количества пыльцы, собранной пчелой.

Кроме того, фиг. 12-15 захватывают траекторию пчел, покидающих улей. На фиг. 12 показан более поздний временной кадр, где показано состояние после того, как две пчелы вошли в улей и одна пчела вышла, по сравнению с кадром на фиг. 11. Пыльцевой груз одной пчелы классифицируется как 'тяжелый', тогда как другая пчела классифицируется как 'легкая'.

На фиг. 13 выход пчелы из улья захватывается, приводя к увеличению значений IoU в области 1 и области 2. На фиг. 14, по мере перемещения пчелы из области 2 в область 3, значение IoU в области 1 не изменяется, но значение IoU в области 2

уменьшается от $pIoU$: 0,018 до $sIoU$: 0,0. Это рассматривается как выход пчелы из улья, приводящий к уменьшению значения 'Улей' до '4' и увеличению значения 'Выход' до '3'.

Наконец, на фиг. 15, где пчела полностью исчезает из кадра, все значения IoU остаются '0', и другие значения не демонстрируют никакого изменения.

Однако использование только расчета пересечения IoU для определения траектории пчел может быть проблематичным в случаях, когда распознавание объекта ограничено вследствие недостатка обучающих данных или когда объект внезапно исчезает из кадра.

Для решения этой проблемы, после использования алгоритма для нахождения начальной траектории путем перекрестного анализа пересечений ($pIoU1$, $pIoU2$) предыдущих кадров с пересечениями ($sIoU1$, $sIoU2$) текущих кадров, необходимо интерполировать пройденное расстояние, используя методы интерполяции. Другими словами, при недостатке обучающих данных для объекта или низком качестве обучающих изображений (например, для обучения используются размытые изображения), применяется способ прогнозирования положения пчелы с использованием интерполяции для учета ситуаций, когда присутствие пчелы не гарантировано.

Устройство согласно настоящему изобретению может анализировать вышеупомянутые кадры видео и генерировать график траекторий движений пчелы, как показано на фиг. 16.

На фиг. 16 показана аналитическая диаграмма, демонстрирующая расстояние, пройденное пчелой, и частоту появления пчелы в устройстве для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 16 показан график траекторий, демонстрирующий расстояние, пройденное пчелой, и частоту появления пчелы. График позволяет понять движения и состояние пчел путем объединения линии траектории (синей), представляющей пройденное расстояние от входа в улей до прямоугольника пчелы, и линии частоты появления (красной), представляющей частоту появления прямоугольника пчелы.

На фиг. 17-19 показаны иллюстративные схемы, демонстрирующие отслеживание траектории с использованием устройства для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Например, фиг. 17 представляет траекторию нормальной пчелы, входящей в улей, а фиг. 18 представляет траекторию нормальной пчелы, выходящей из улья. Напротив, на фиг. 19 изображена пчела, которая заканчивает свое движение вблизи входа в улей, что соответствует случаю, когда пчела падает и погибает.

На фиг. 20-23 показаны иллюстративные схемы, демонстрирующие анализ состояния пчелы с использованием устройства для отслеживания и анализа траектории пчел согласно некоторому варианту осуществления настоящего изобретения.

Устройство согласно настоящему изобретению может обеспечивать различные формы анализа состояния пчелы. Например, пример, показанный на фиг. 20, включает в себя график, изображающий траекторию полета пчелы в системе координат X-Y

("траектория полета пчелы"), и график, указывающий совокупную частоту появления пчелы на видео ("наблюдение пребывания пчелы"). Аналогично, примеры, приведенные на фиг. 21-23, состоят из графиков, демонстрирующих расстояние, пройденное пчелой от точки отсчета ("расстояние, пройденное пчелой"), и графика состояния появления пчелы.

Фиг. 20 обеспечивает прогнозы движения нормальной пчелы, выходящей из улья через вход в улей. Фиг. 21-23 демонстрируют движение аномальной пчелы, которая блуждает вокруг в окрестности улья и в конце концов падает и погибает.

На фиг. 21 и 22 изображены траектории, согласно которым пчелы непрерывно кружат вокруг входа без увеличения или уменьшения расстояния от точки отсчета. Это показывает то, что пройденное расстояние имеет плоский характер на протяжении некоторого периода. С другой стороны, такие движения также могут происходить при наблюдении здоровых пчел с вновь установленными ульями, поскольку пчелам требуется время для адаптации к новым условиям. В подобных случаях считается, что они находятся в "нормальном" состоянии.

На основании наблюдений, заметим, что нормальные пчелы обычно входят в улей приблизительно за одну секунду и тратят еще меньше времени на выход. Однако, по прошествии времени после начальной установки улья, время входа/выхода постепенно возрастает, указывая на уменьшение активности вследствие старения и энергопотребления пчел.

При захвате видеоизображений с частотой кадров 30 кадров в секунду, считается нормальным, если траектория входа пчелы отслеживается за 100 этапов (Примечание: пороговое число этапов может произвольно устанавливаться и обучаться посредством программы инициализации). Если оно превышает 200 этапов, это считается проблематичным, и если оно превышает 300 этапов, это указывает на необходимость замены улья.

Кроме того, устройство согласно настоящему изобретению может использовать предварительно изученные данные для регистрации приближения аномальных объектов. Например, изучением характеристик (размера, характера, движения) нарушителей (например, ос или клещей), которые вредят шмелям, устройство может автоматически обнаруживать их присутствие посредством анализа видео и предупреждать о нем.

Кроме того, устройство согласно настоящему изобретению может обучаться (или тренироваться) и анализировать данные, например, форму и цвет пыльцы, нормальные и аномальные движения пчелы и т.д. Таким образом, оно может различать цвет пыльцы в захваченных видеоизображениях для определения, посещают ли пчелы нужные типы растений или другие типы растений. Это также может оценивать, являются ли движения пчелы нормальными или аномальными. Эта информация позволяет прогнозировать изменения окружающей среды, способность пчелы к действиям по сбору пищи, или помогает в управлении ульем и оранжереей.

Варианты осуществления и вышеописанные конкретные детали обеспечены для облегчения более глубокого понимания настоящего изобретения. Однако настоящее

изобретение не ограничивается этими вариантами осуществления и допускает различные модификации и вариации специалистами в данной области техники на основании их обычных познаний в области техники, к которой данное изобретение относится.

Поэтому объем настоящего изобретения не подлежит ограничению описанными вариантами осуществления, но призван охватывать все модификации и вариации в объеме принципов, раскрытых в этом описании изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для отслеживания и анализа траектории пчел посредством обучения, содержащее:

блок камеры, который захватывает движение пчел вблизи входа в улей;

блок хранения, где хранятся изученные данные, полученные изучением физических характеристик пчел с использованием модели глубокого обучения; и

блок управления, который отслеживает траекторию пчел с использованием захваченного видео от блока камеры и сохраненных изученных данных.

2. Устройство по п. 1,

в котором изученные данные дополнительно включают в себя данные о морфологических характеристиках пыльцы, и блок управления анализирует количество пыльцы с использованием изображений пыльцы, захваченных в видео, и морфологических характеристик пыльцы, включенных в изученные данные.

3. Устройство по п. 1 или 2,

в котором блок управления задает множество виртуальных областей разных размеров с центрами вокруг входа в улей и задает прямоугольники пчел вокруг пчел, когда пчелы идентифицируются в захваченном видео.

4. Устройство по п. 3,

в котором блок управления различает вход и выход пчел, регистрируя или отслеживая порядок, в котором прямоугольники пчел перекрываются с виртуальными областями.

5. Устройство по п. 4,

в котором виртуальные области включают в себя область 1, которая занимает некоторую область вокруг входа в улей, и область 2, которая включает в себя область 1 и занимает более обширную область, чем область 1.

6. Устройство по п. 3,

в котором блок управления задает прямоугольники пыльцы вокруг идентифицированной пыльцы в захваченном видео.

7. Устройство по п. 3,

в котором блок управления вычисляет относительное изменение расстояния от центральной точки входа в улей до прямоугольника пчелы и частоту появления прямоугольника пчелы в виртуальной области.

8. Устройство по п. 3,

в котором блок управления отличает нормальных пчел от аномальных пчел, сравнивая траекторию пчел, захваченную в виртуальных областях, с данными траектории пчел, включенными в изученные данные.

9. Устройство по п. 8,

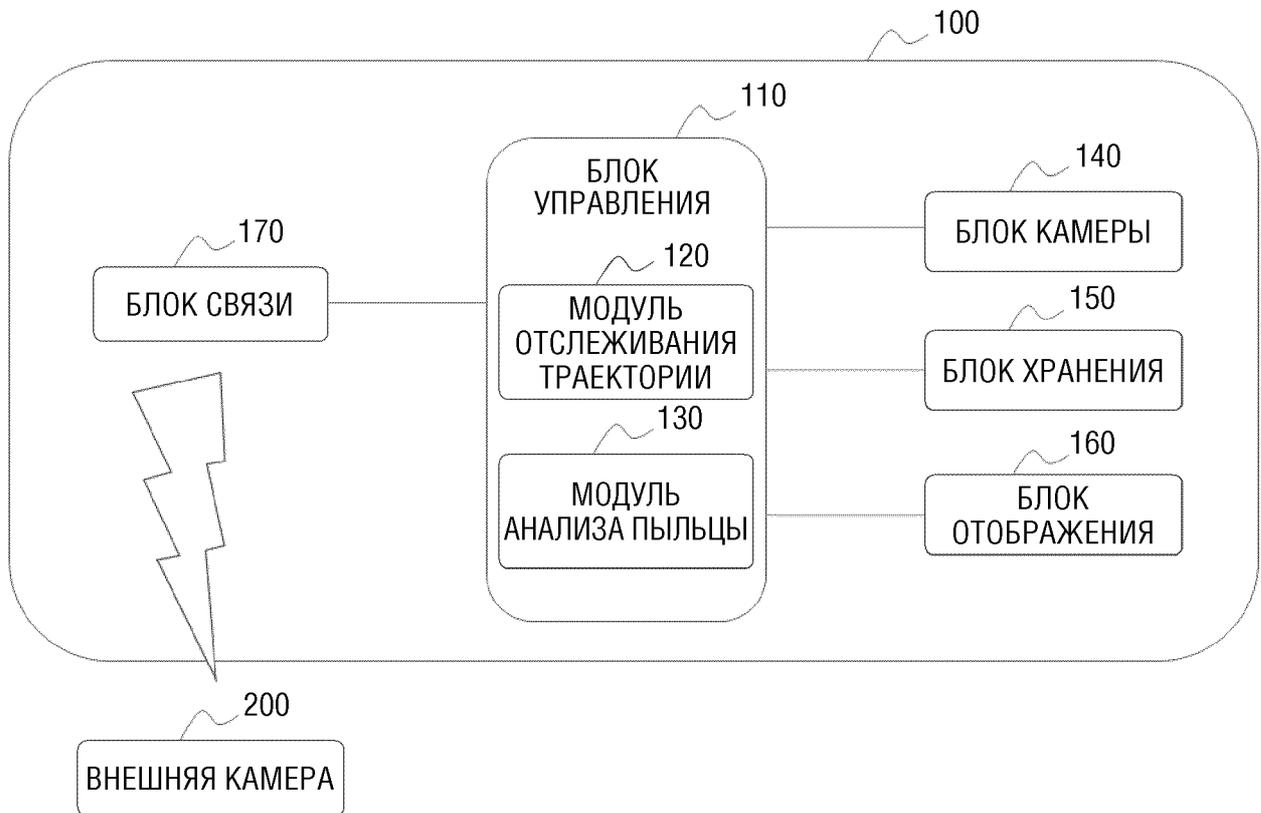
в котором блок управления определяет время замены улья путем вычисления отношения или количества нормальных пчел и аномальных пчел.

10. Устройство по п. 3,

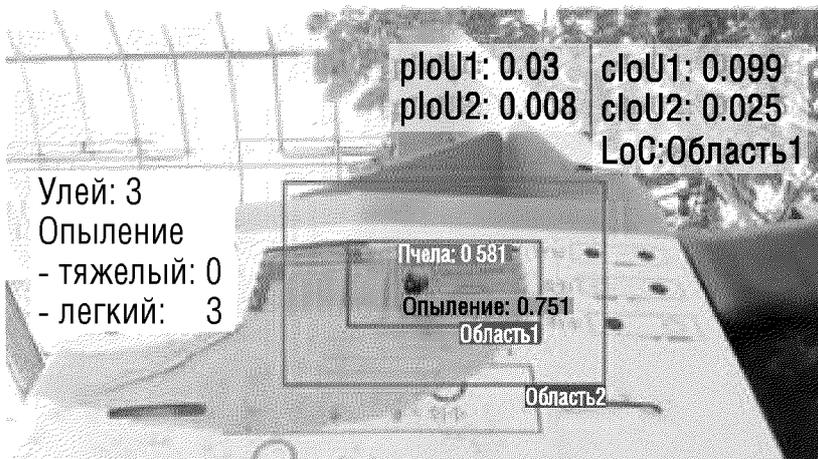
в котором блок управления прогнозирует положение пчел с использованием интерполяции в областях захваченного видео, где пчелы не идентифицированы.

По достоверности

ФИГ.1



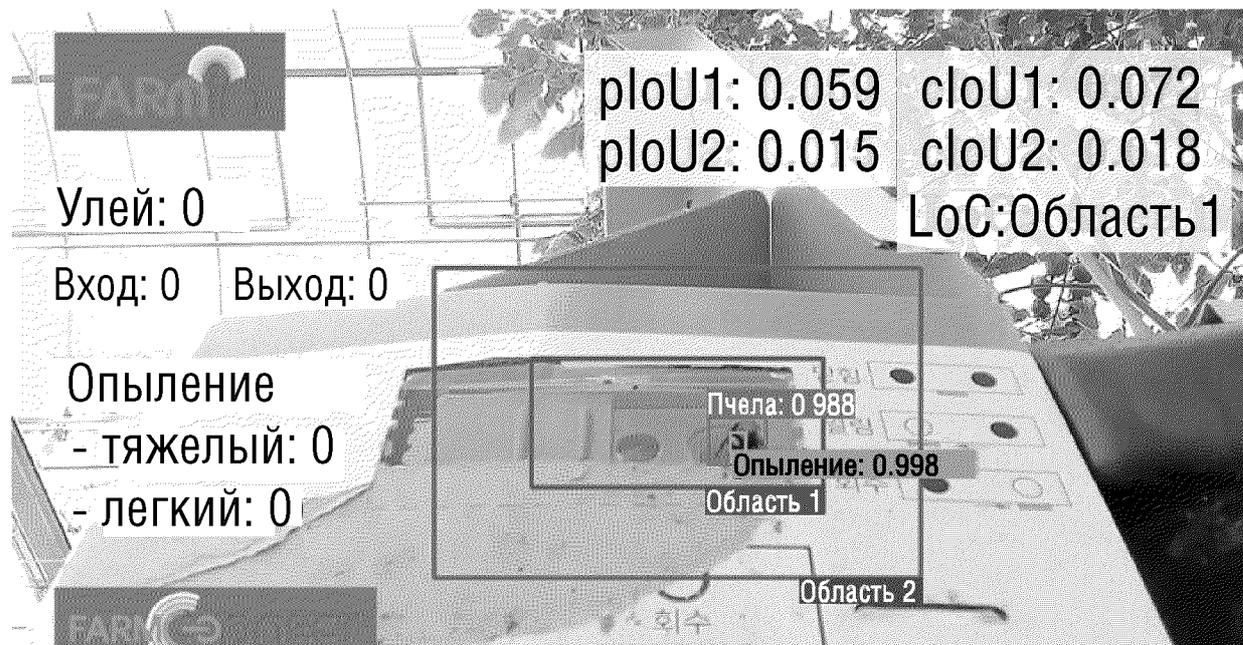
ФИГ.2



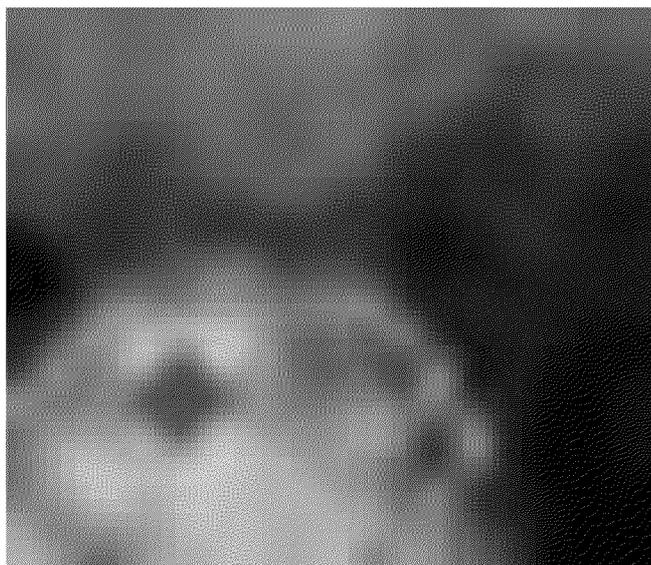
ploU: прошлое IoU
 cloU: текущее IoU
 LoC: положение пчелы

※ IoU: пересечение по объединению

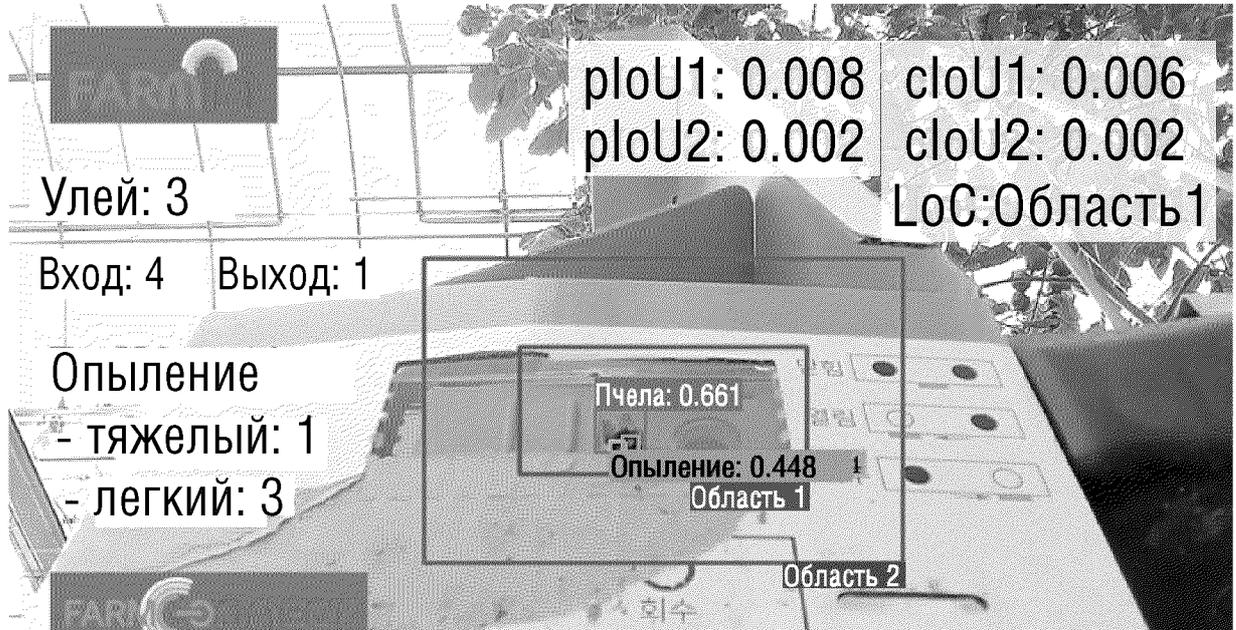
ФИГ.3



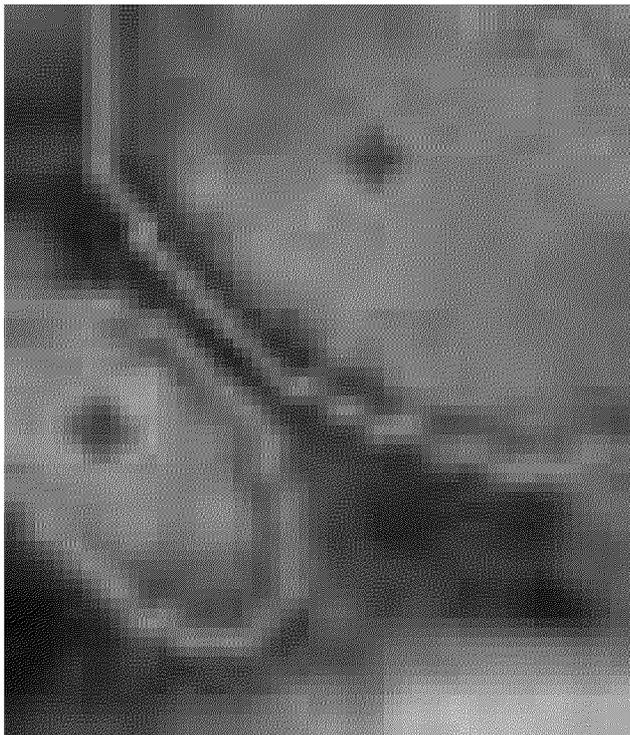
ФИГ.4



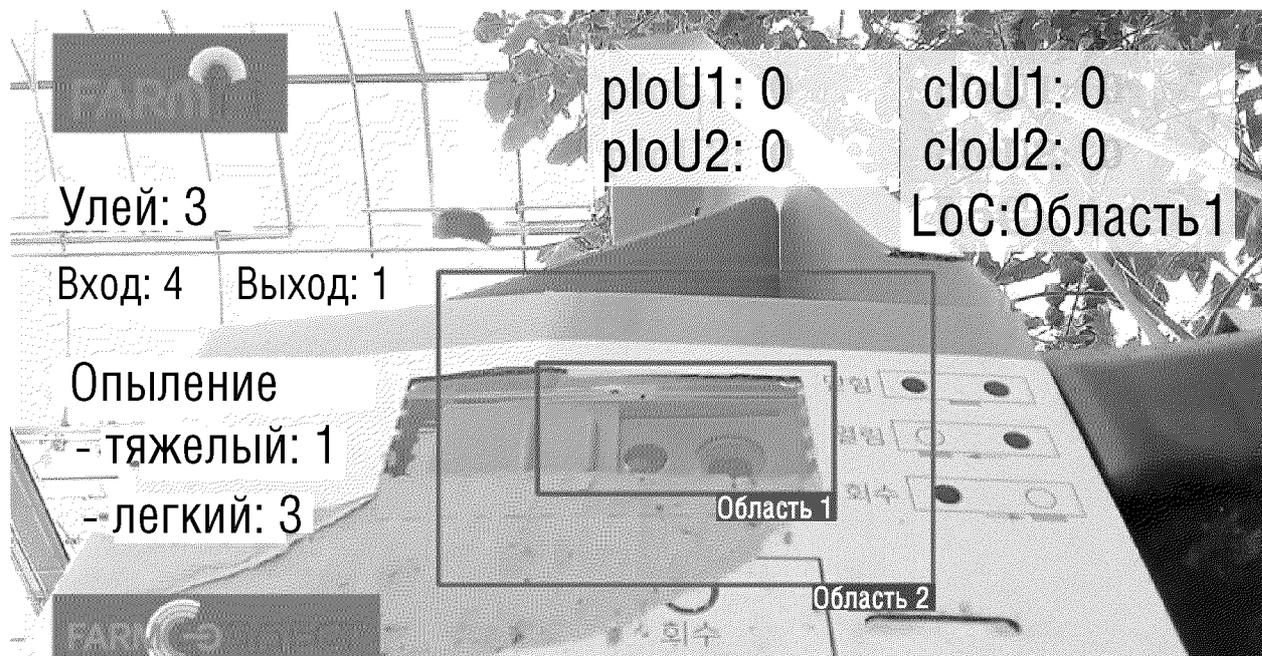
ФИГ.5



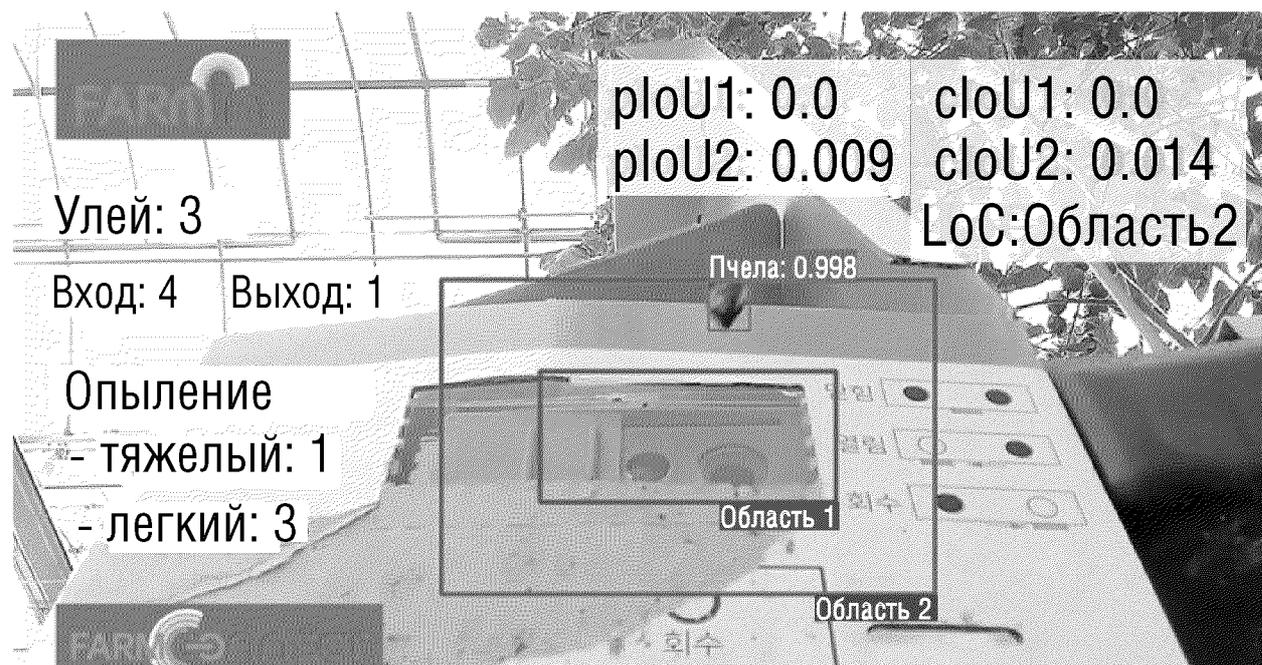
ФИГ.6



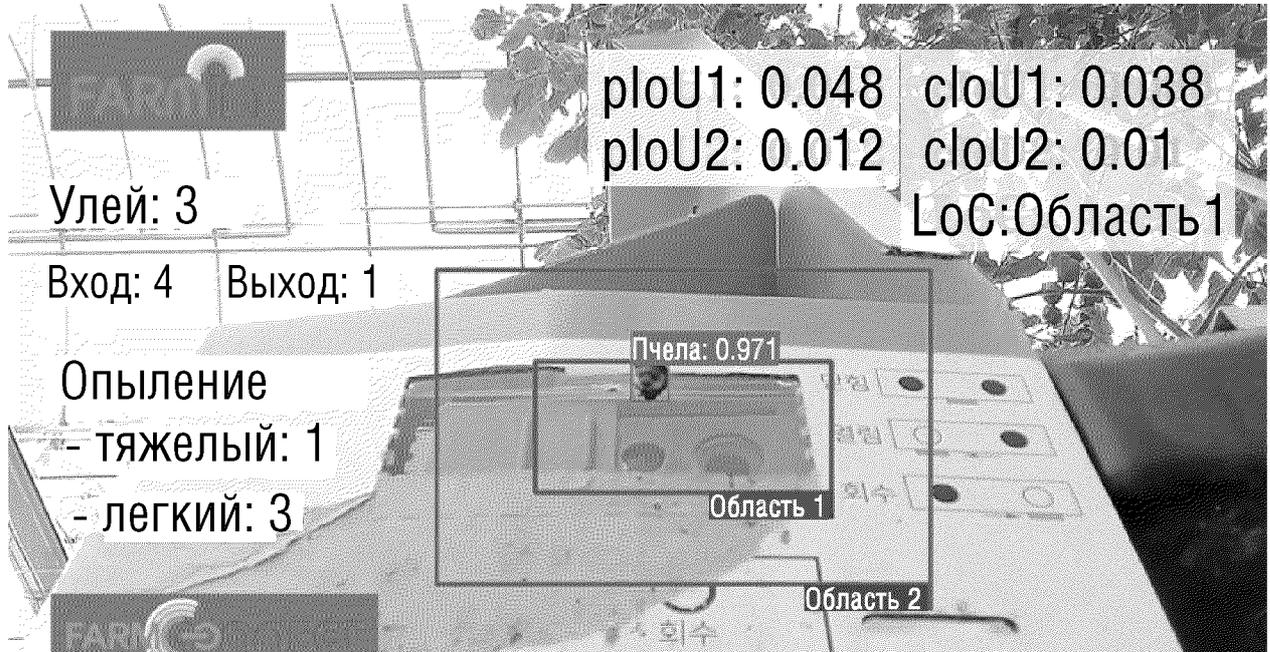
ФИГ.7



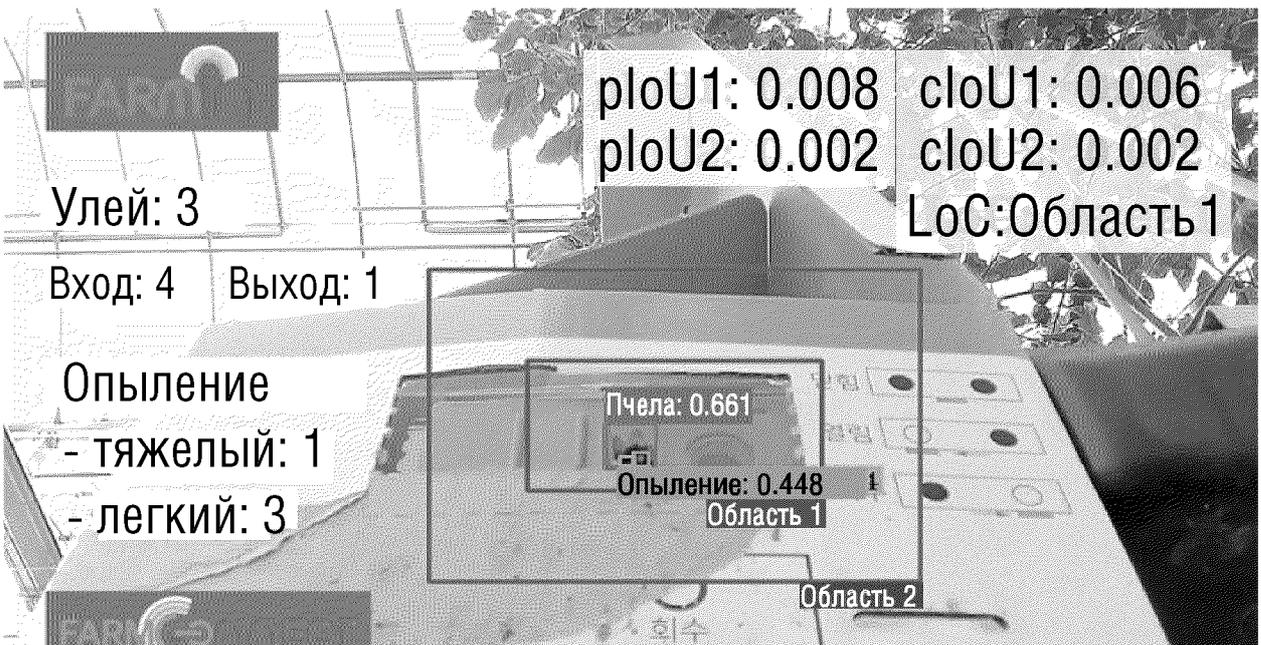
ФИГ.8



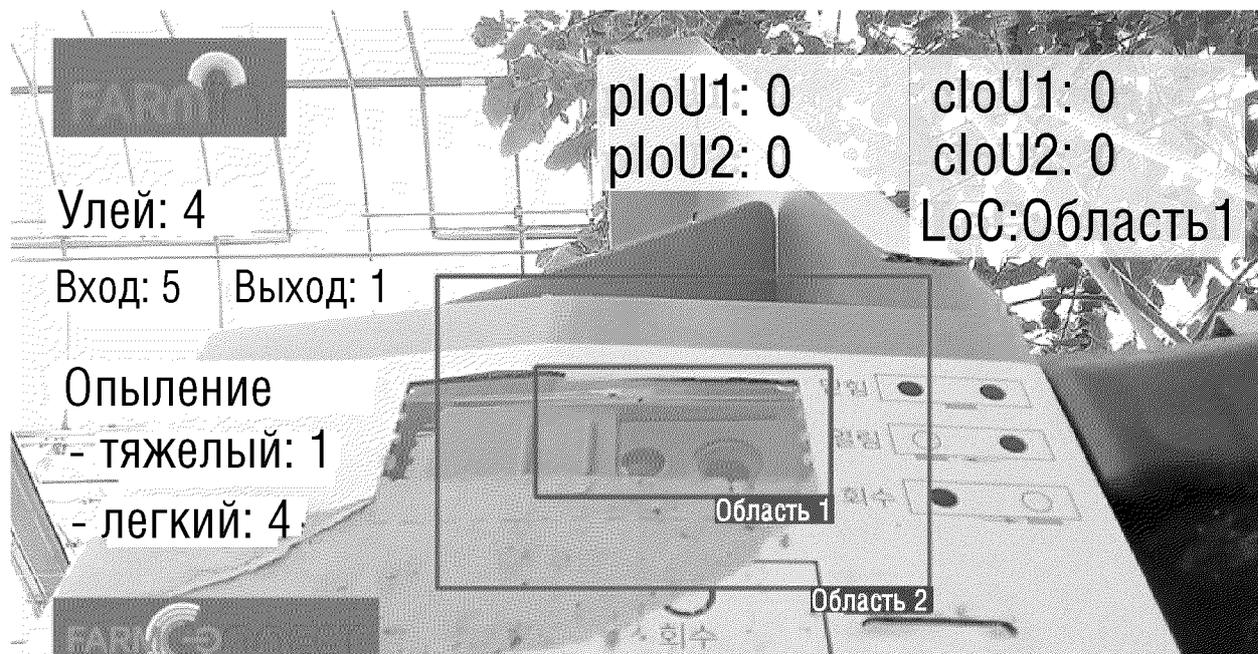
ФИГ.9



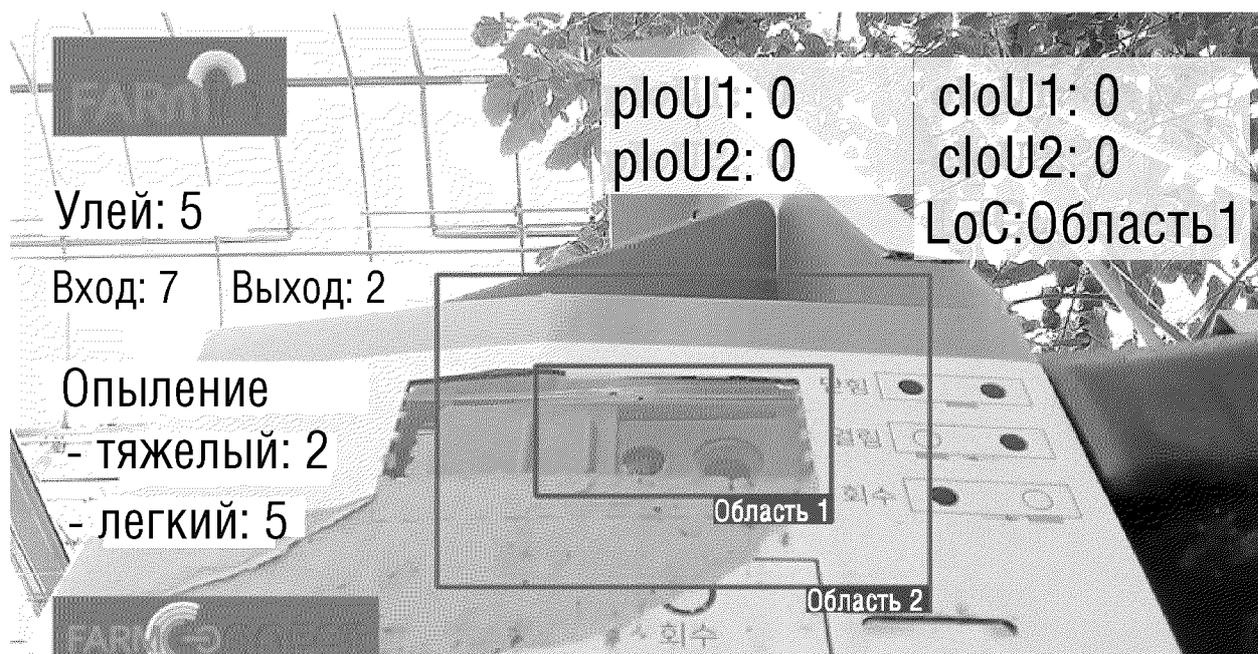
ФИГ.10



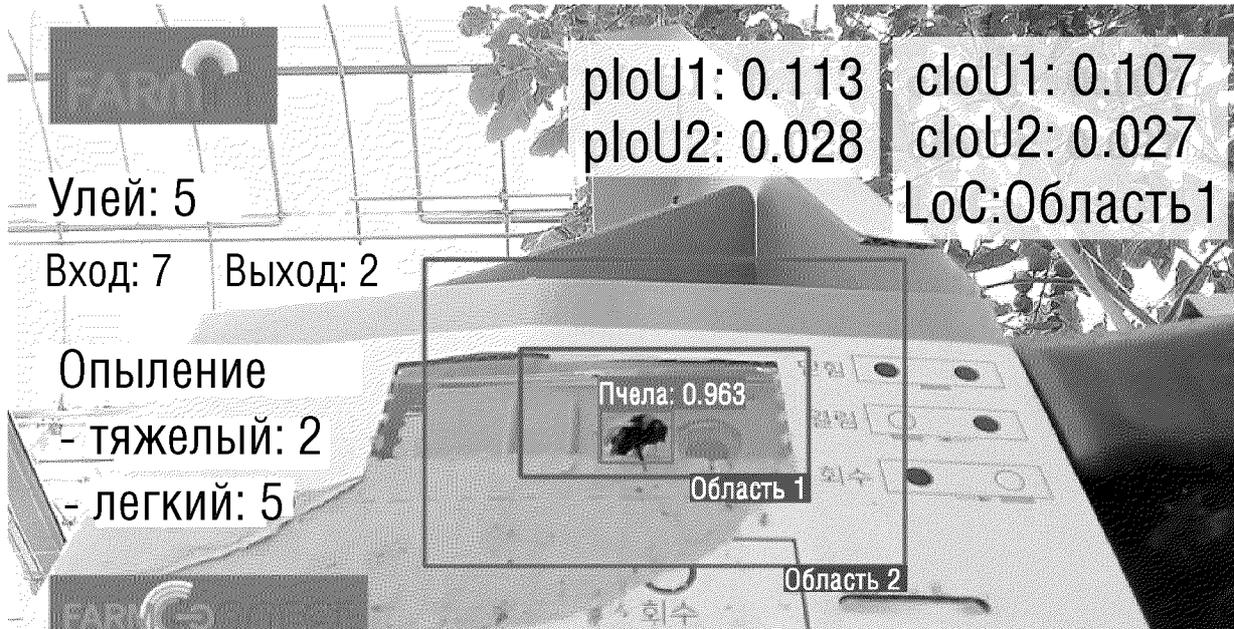
ФИГ.11



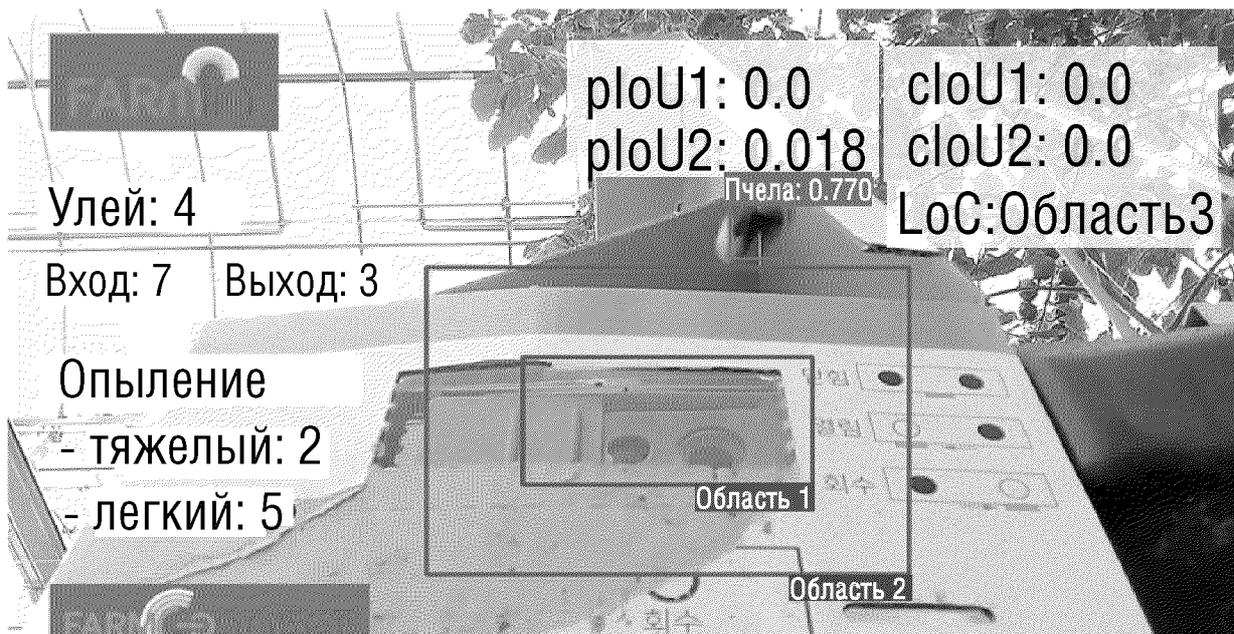
ФИГ.12



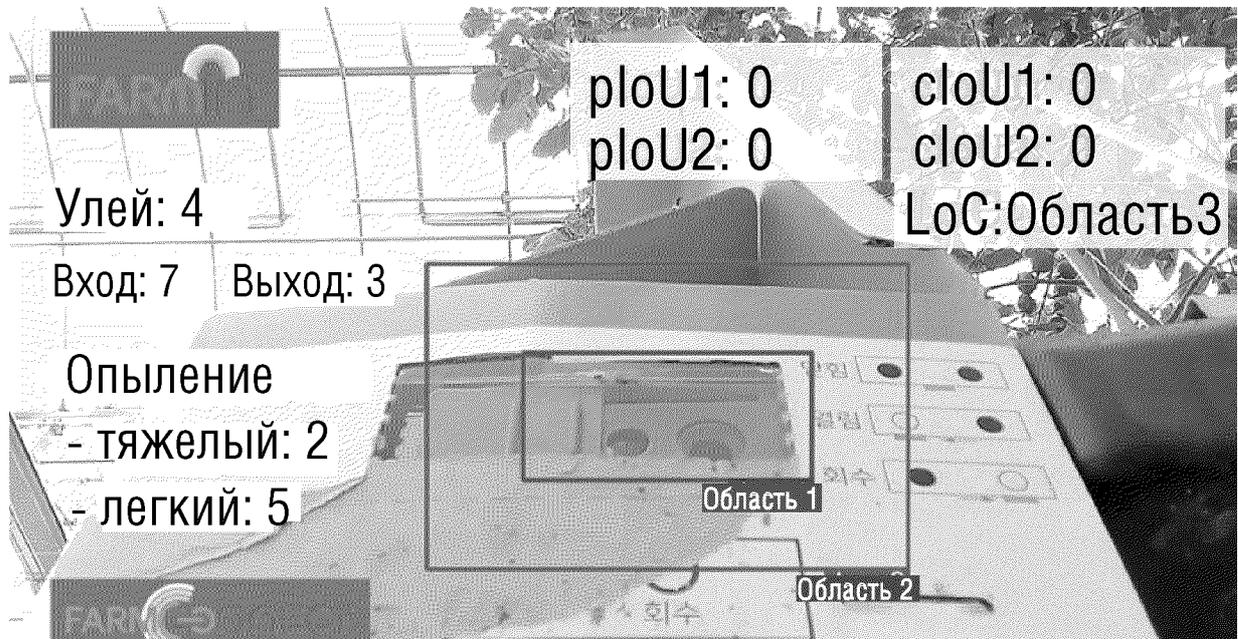
ФИГ.13



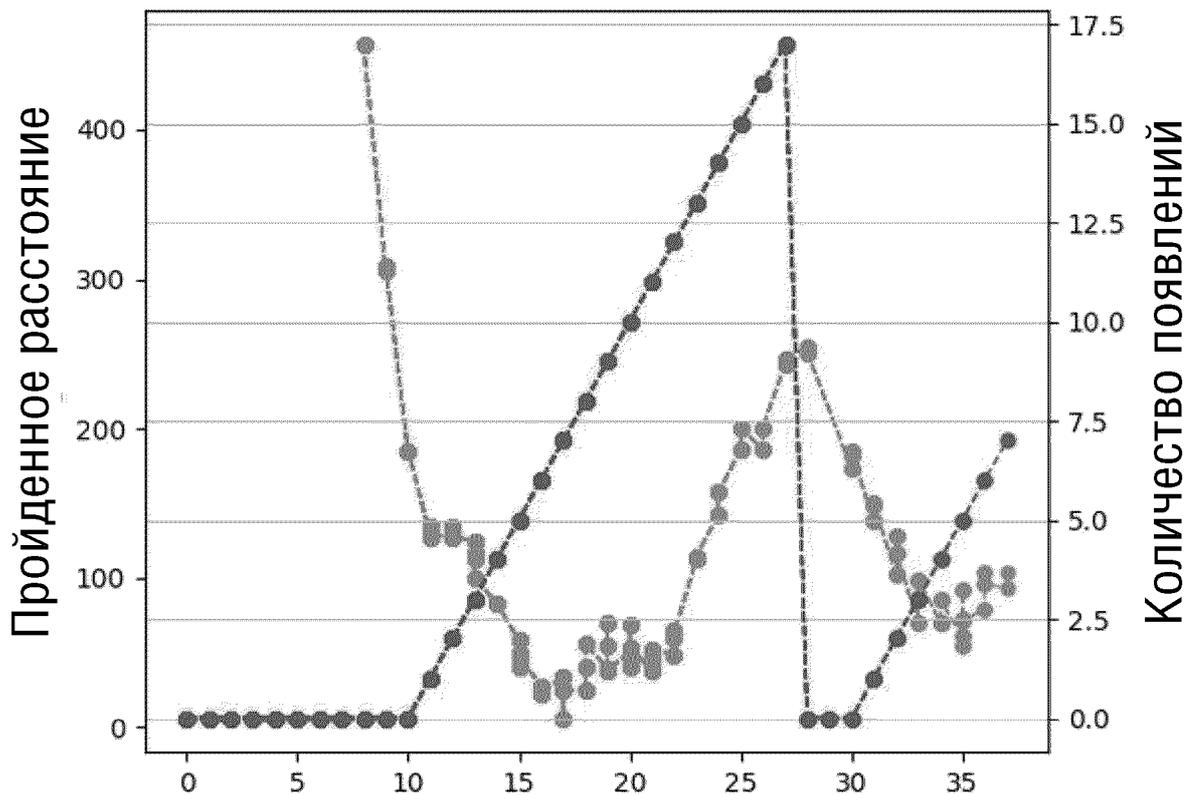
ФИГ.14



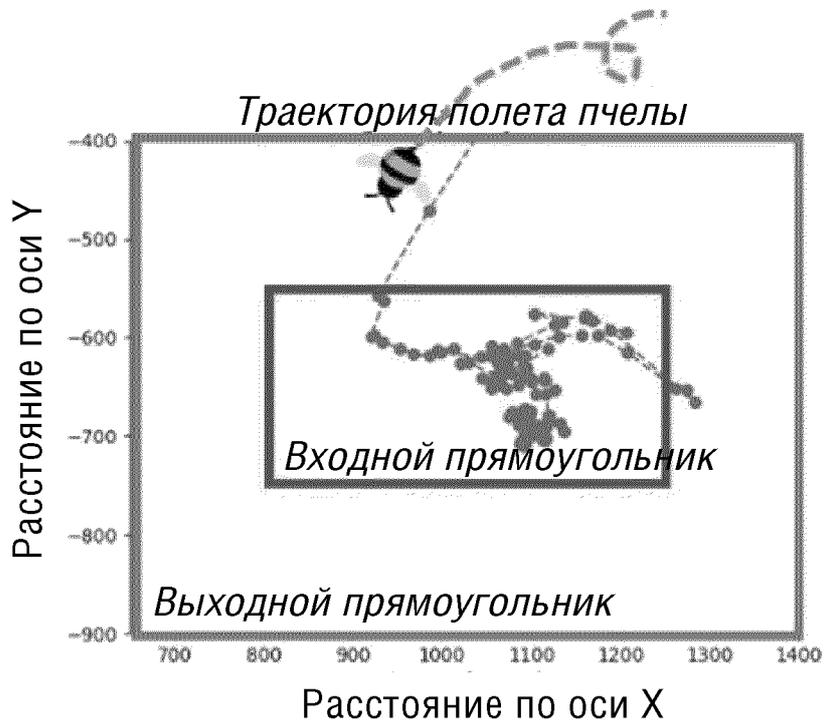
ФИГ.15



ФИГ.16

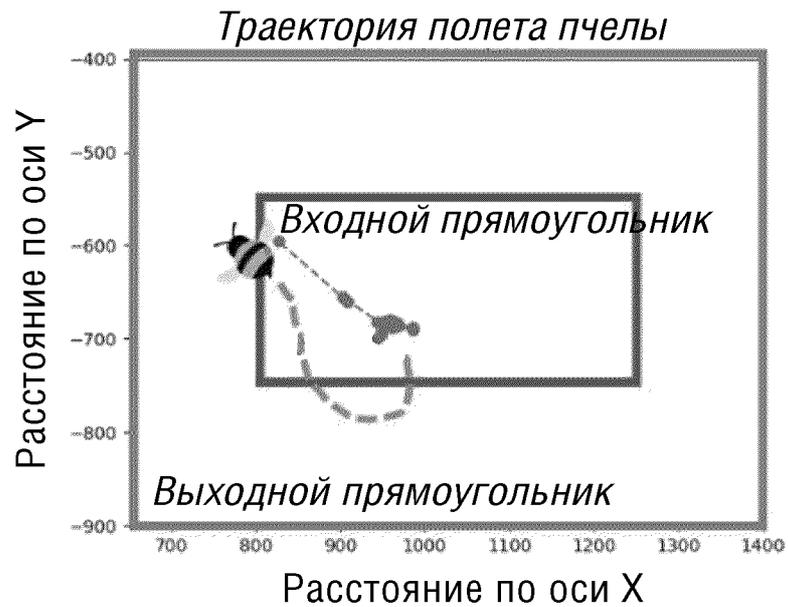


ФИГ.17



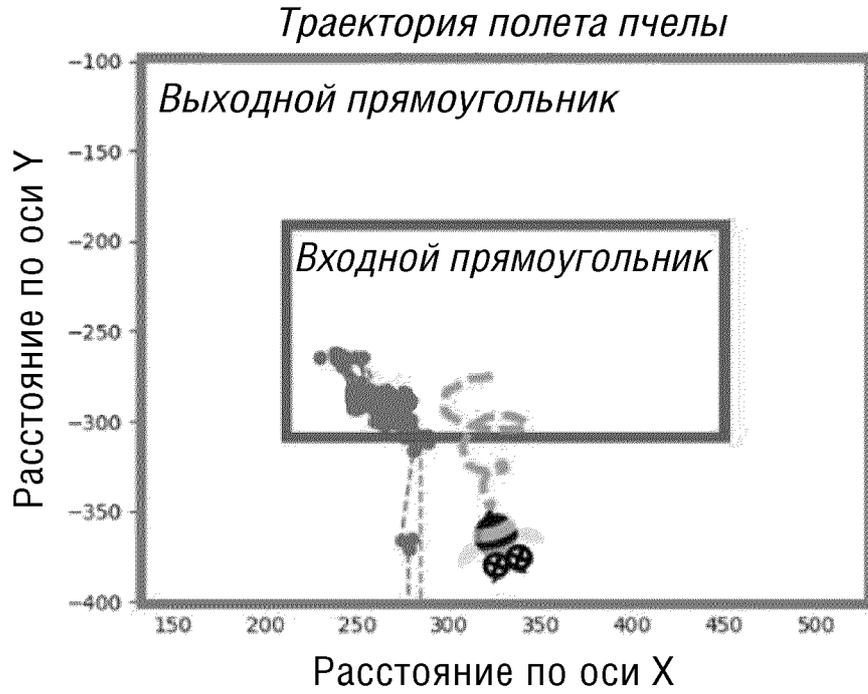
(Нормальный случай)
Вход в улей

ФИГ.18



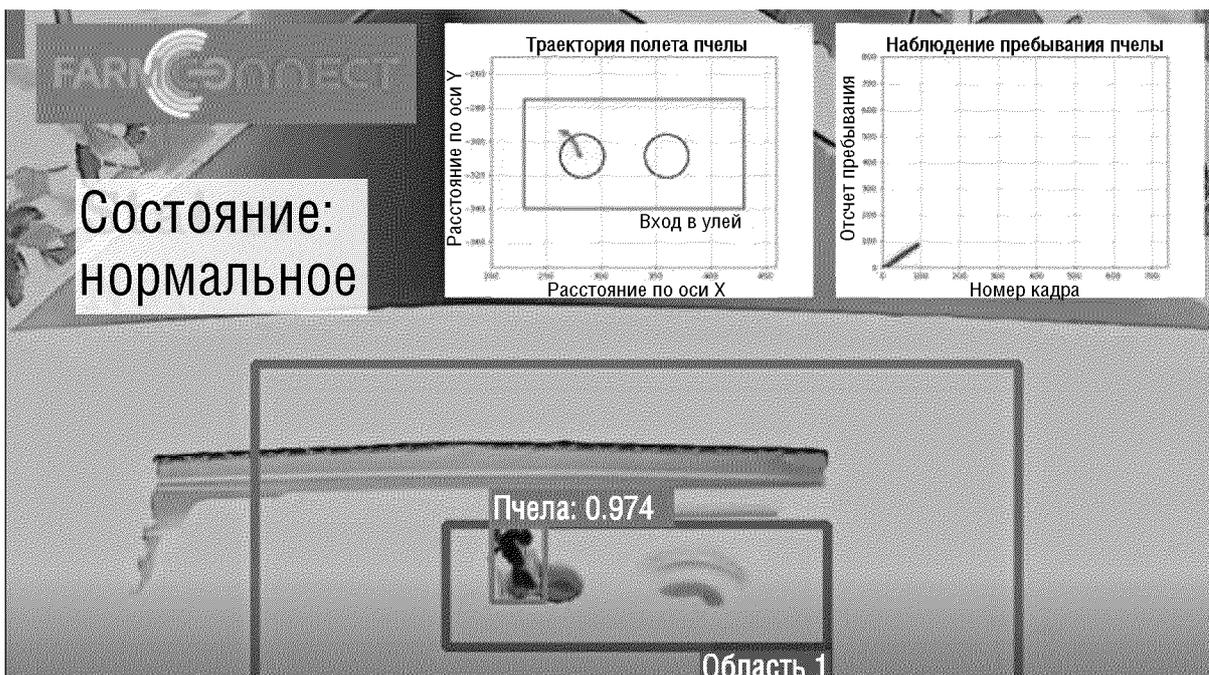
(Нормальный случай)
Выход из улья

ФИГ.19

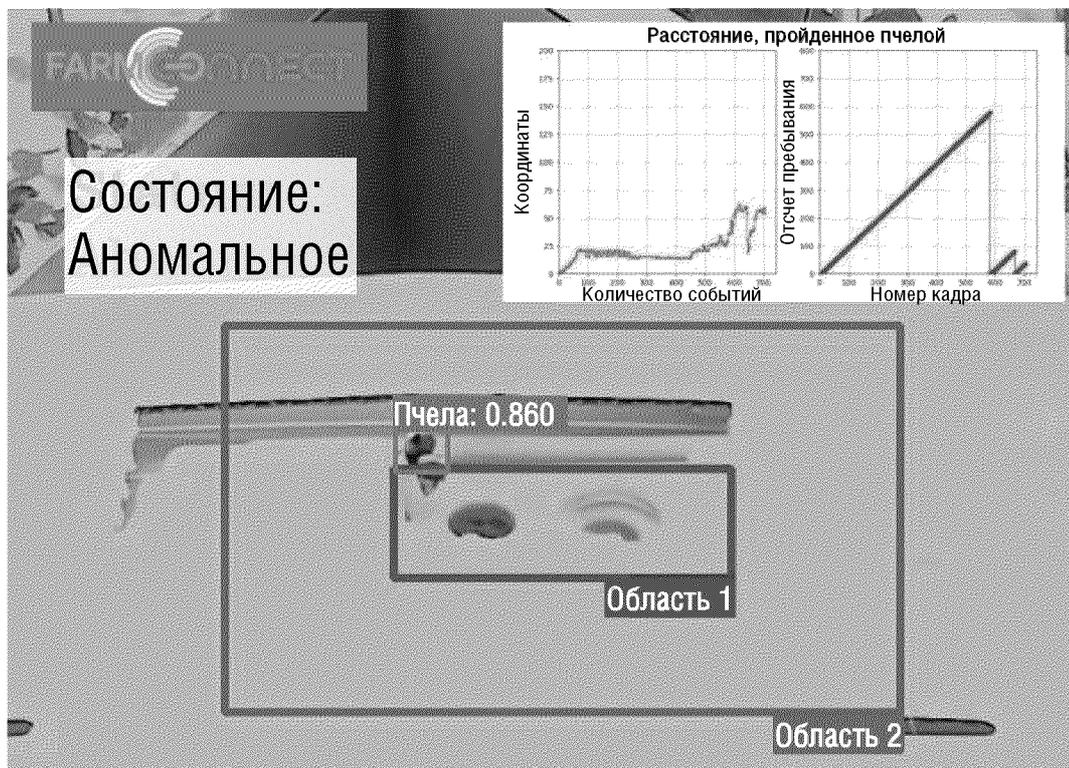


(Аномальный случай)
Гибель

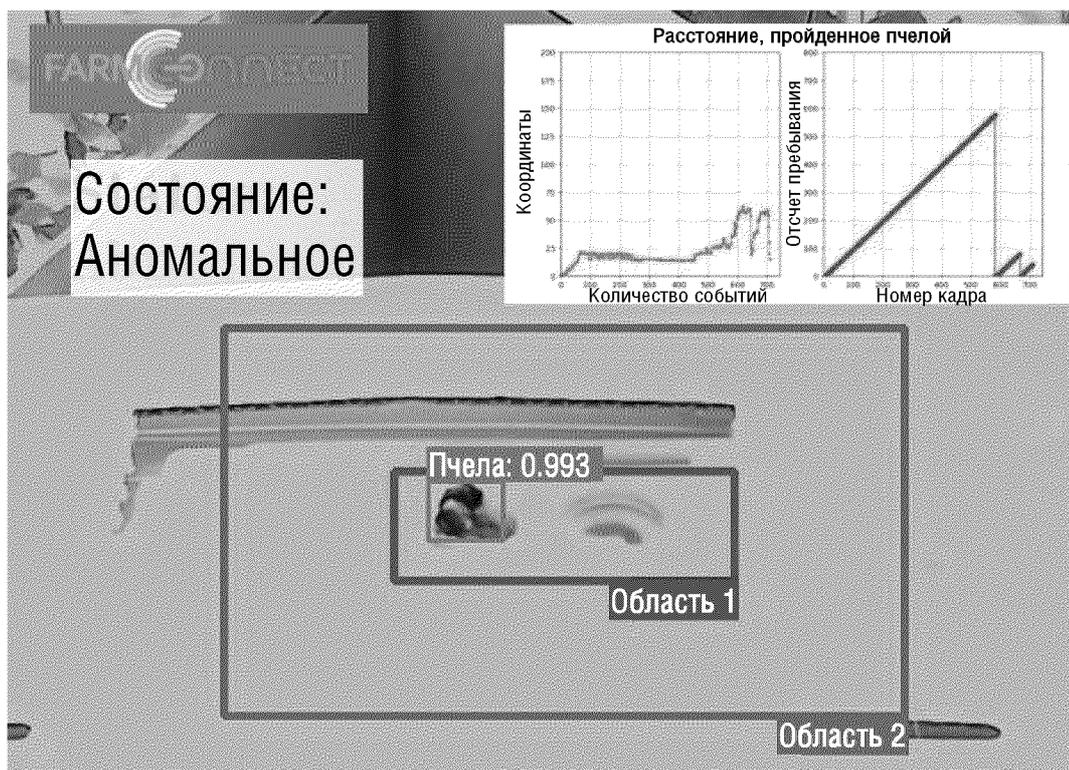
ФИГ.20



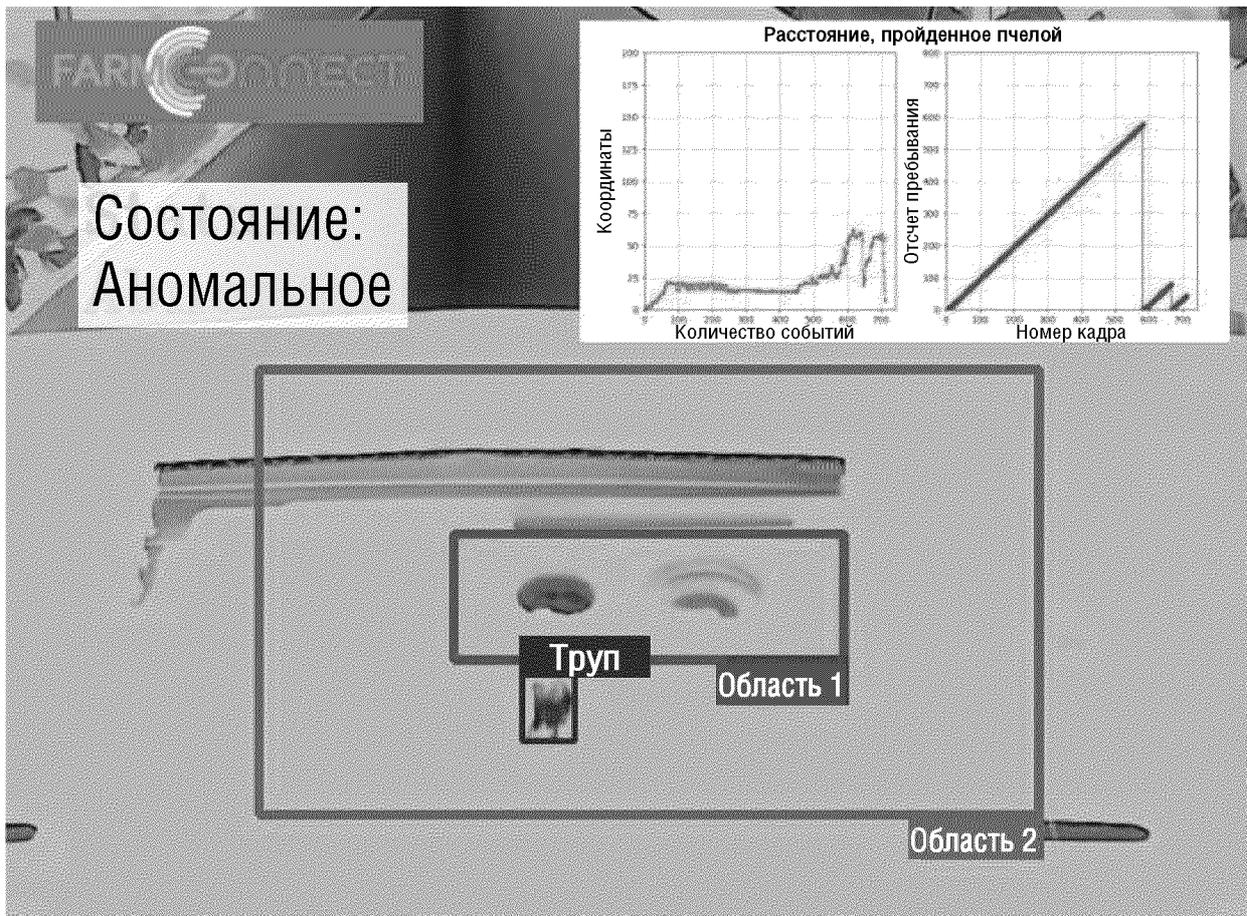
ФИГ.21



ФИГ.22



ФИГ.23



ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202391783**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

МПК:

G06T 7/20 (2017.01)
G06V 10/40 (2022.01)
G01S 17/04 (2020.01)
A01K 51/00 (2006.01)

СПК:

G06T 7/20
G06V 10/40
G01S 17/04
A01K 51/00

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
 A01M 1/22, A01K 51/00, G01S 17/04, G06V 10/40, G06T 7/00, 7/20

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, используемые поисковые термины)
 Espacenet, EAPATIS, Google, Reaxys

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	WARIO F. et al. Automatic detection and decoding of honey bee waggle dances. PLoS ONE 12(12), 13 декабря 2017, с. 1-13 [онлайн] [2023-08-31]. Найдено в <doi:10.1371/journal.pone.0188626>	1
Y		2-3
A		4-10
Y	US 2021/0073528 A1 (BEESCANNING GLOBAL AB) 11.03.2021, [0001], [0010]-[0023], [0036], [0048], фиг. 1, 3	2-3
A	US 2016/0015007 A1 (George Sinanis) 21.01.2016	1-10
A	US 2015/0049919 A1 (Priit Humal) 19.02.2015	1-10
A	US 10372967 B1 (MSD IT GLOBAL INNOVATION CENTER S.R.O. et al) 06.08.2019	1-10

 последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

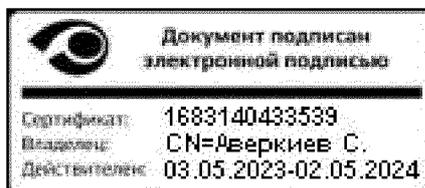
«У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: 31 октября 2023 (31.10.2023)

Уполномоченное лицо:
 Начальник Управления экспертизы



С.Е. Аверкиев