

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045177**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.31

(51) Int. Cl. **A01K 29/00** (2006.01)
G01G 17/08 (2006.01)

(21) Номер заявки
202290022

(22) Дата подачи заявки
2020.06.26

(54) **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСА ЖИВОТНОГО НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

(31) **19182740.1**

(56) **WO-A1-2014026765**
US-B2-7399220
US-A1-2018042584
US-B2-8787621
WO-A1-2010127023
WO-A1-2019090310

(32) **2019.06.26**

(33) **EP**

(43) **2022.04.08**

(86) **PCT/EP2020/068095**

(87) **WO 2020/260631 2020.12.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ВИКИНГ ГЕНЕТИКС ФМБА (DK)

(72) Изобретатель:
Лассен Ян, Борхерсен Сёрен (DK)

(74) Представитель:
**Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.,
Галухина Д.В., Алексеев В.В. (RU)**

(57) Изобретение относится к определению веса животного, в частности крупного рогатого скота, в хлеву на основе технологии машинного зрения, в частности трехмерного изображения. Первый вариант осуществления относится к способу определения веса животного известной породы, причем способ включает этапы получения по меньшей мере одного трехмерного изображения спины животного, извлечения данных из указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения, относящихся к топологии спины животного, и вычисления веса указанного животного путем сопоставления извлеченных данных с эталонной моделью, содержащей информацию о топологии спины по отношению к весу для породы указанного животного.

045177

B1

045177
B1

Настоящее изобретение относится к определению веса животного, особенно крупного рогатого скота, в сарае на основе технологии машинного зрения, в частности трехмерного изображения.

Уровень техники

При ведении крупного земледелия с большим количеством отдельных животных сложно постоянно быть в курсе благополучия каждого животного. Благополучие животного очень важно как с гуманной точки зрения фермера, несущего ответственность за благополучие этих животных, так и потому, что здоровые, упитанные животные обеспечивают большую продуктивность и имеют большую ценность для фермера. Самочувствие животного сильно зависит от веса животного, особенно от стабильности веса взрослого животного и прибавки в весе у все еще растущего животного. Следовательно, очень важно часто контролировать вес животного.

Процесс взвешивания сельскохозяйственных животных обычно осуществляется путем физического размещения животного на весах и ручного или цифрового измерения веса этого конкретного животного. Часто это трудоемкий и длительный процесс, так как современные фермы содержат большое количество животных, а это означает, что каждого из них нужно будет индивидуально выращивать на весах, одно за другим, чтобы регистрировать индивидуальный вес каждого животного. Кроме того, в процессе необходимо будет идентифицировать животное, чтобы приписать правильный вес правильному животному. Эта идентификация может происходить, например, с помощью идентификационных меток на животном, что еще больше продлевает процесс. Кроме того, если животные живут в сарае или поле, где они могут свободно передвигаться самостоятельно, еще труднее отслеживать, какие животные были взвешены, а какие нет. Из-за сложности процесса взвешивания животного, взвешивание не имеет широкого распространения, а количество данных, доступных для оценки изменения веса каждого животного, ограничено или даже отсутствует.

WO 2014/026765 раскрывает подход, основанный на мобильных 3D-камерах, для определения параметров домашнего скота, таких как вес, вес порции или доля постного мяса. В этом способе записывается трехмерное изображение домашнего скота для создания трехмерной модели, которая анализируется на основе ранее определенных контрольных значений для вывода и/или хранения информации, полученной от проанализированного домашнего скота.

WO 2010/127023 описывает бесконтактную систему и способ оценки объема, массы или веса животного. Предпочтительно, чтобы изображение животного отображалось стереоскопической камерой, и трехмерное представление целевого животного получают из стереоскопических изображений. Программный модуль предназначен для изменения формы виртуальной модели с использованием набора независимо конфигурируемых переменных формы, чтобы приблизительно соответствовать пространственному представлению отдельного животного. Масса или вес животного оценивается как функция переменных формы, характеризующих измененную виртуальную модель.

WO 2015/156833 раскрывает способ оценки веса тела по изображениям животного. Система использует маркеры для характеристики веса, здоровья и других параметров животного. Система настроена на регистрацию этих параметров во временной базе данных.

Нир и др. (Biosystem engineering, 173, p. 4-10 (2018)) раскрывает способ определения веса коровы по данным изображений и оценивает форму животного по эллипсу для приблизительного расчета веса указанного животного.

Проблемы при использовании трехмерных изображений для определения веса часто заключаются в том, чтобы выделить каждое животное и обездвижить его на объекте трехмерной визуализации. Часто это делается путем помещения животного в небольшое стойло, в котором боковые стенки или перила ограничивают животное, так что в основном оно не может двигаться. В этом случае использование трехмерного изображения не устраняет необходимости обрабатывать каждое отдельное животное, поскольку животное должно быть индивидуально закрыто в небольшом замкнутом пространстве, и, следовательно, процесс остается длительным, трудоемким и в некоторой степени ручным. Кроме того, настройки часто бывают сложными и дорогостоящими, что делает определение веса дорогостоящим делом.

Вес, и особенно увеличение веса животного, кроме того, является важным показателем физического благополучия животного в целом. Следовательно, это также важный параметр при оценке состояния тела животного. Благополучие животного, кроме того, важно для продуктивных животных в том смысле, что сытое животное может забеременеть с раннего возраста и будет производить большее количество молока и мяса.

Раскрытие сущности изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание системы и способа автоматического или полуавтоматического определения веса животного на основе изображения животного, предпочтительно исключительно на основе изображения животного и предпочтительно трехмерного изображения сверху животного.

Один аспект настоящего изобретения относится к способу определения веса животного, предпочтительно животного известной породы, причем способ включает этап получения по меньшей мере одного изображения, предпочтительно трехмерного изображения животного, предпочтительно спины животного. Ранее было показано, что на спине животного содержится много информации о конкретном живот-

ном. Способ может дополнительно включать этап извлечения данных из указанного по меньшей мере одного изображения, предпочтительно данных, относящихся к топологии и/или топографии спины животного. Предпочтительно, вес животного может быть рассчитан путем сопоставления извлеченных данных с эталонной моделью, содержащей информацию о топологии спины по отношению к весу для породы указанного животного.

Авторами настоящего изобретения было обнаружено, что вес животного коррелирует исключительно с трехмерной формой, то есть топологией и/или топографией спины животного. Т.е. такие параметры, как возраст животного, период лактации, анатомия и т. д., могут быть исключены из оценки. Это позволяет оценить вес животного только на основании трехмерных изображений, полученных сверху, так что топология спины животного может быть извлечена из трехмерного изображения. Это также позволяет установить описываемую здесь систему в хлеву, коровнике, свиарнике и т.п. и получать изображения животных сверху, например, когда животные едят или когда они проходят через шлюз, например, в пути по возвращении с доения. В раскрытом здесь подходе было показано, что все, что для этого требуется, - это эталонная модель для конкретной породы животного, то есть эталонная модель, которая коррелирует топологию спины животного с весом животного. Также было показано, что только очень ограниченное количество предикторов топологии, извлеченных из полученного трехмерного изображения, достаточно для точного определения веса животного. Это избавляет от необходимости выделять каждое животное и вручную помещать его на весы или в ограниченное стойло, чтобы получить информацию о его весе. Кроме того, это позволяет постоянно контролировать массу тела животных изо дня в день и даже несколько раз в день.

В частности, изобретателями было обнаружено, что контурные точки, извлеченные из данных трехмерного изображения спины животного, очень хорошо коррелируют с весом животного, в частности крупного рогатого скота. Следовательно, данные могут быть предпочтительно извлечены в виде дискретного числа контурных точек из указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения. Контурные точки можно, например, выделить относительно линии локальных максимумов вдоль спины животного, обычно определяемой как позвоночник животного, определяющий продольное направление на трехмерном изображении животного. Эксперименты показали, что менее 20 контурных точек достаточно для точного предсказания веса животного, как правило, с учетом эталонной модели, которая также основана на контурных точках. Следовательно, только контурные точки, извлеченные из трехмерного изображения спины животного, напрямую коррелируют с весом животного. Т.е. нет необходимости в сложных трехмерных моделях облаков точек или включении специфических параметров животных.

Настоящее изобретение дополнительно относится к системе для определения веса животного известной породы, содержащей систему визуализации, конфигурированную для получения по меньшей мере одного трехмерного изображения спины животного, и блок обработки, конфигурированный для выполнения раскрытых здесь способов.

Раскрытые в настоящее время система и способ определения веса могут полностью исключить необходимость индивидуального обращения с каждым животным в процессе определения их веса, что дает возможность частого мониторинга каждого отдельного животного в большом стаде. Например, животное может проходить через клетку/узкий проход, соединяющий зону отдыха хлева с зоной кормления и/или доения. Проход может быть настолько узким, что одновременно может проходить только одно животное. Одно или несколько изображений спины животного затем могут быть получены одной или несколькими камерами, размещенными над проходом. Камера (камеры) может быть любого типа камеры, предоставляющей трехмерную информацию, например, но без ограничения, камерой времени полета (ToF), стереокамерой, камерой структурированного света, камерой светового поля или их комбинацией. Система формирования изображения может содержать двухмерную камеру и датчик глубины. Система формирования изображения может быть конфигурирована для получения топографических изображений.

Возможность того, что животное может идти во время получения изображения, позволяет часто контролировать вес животного, так как это может происходить без вмешательства в повседневную жизнь животных. Этот частый мониторинг веса животного также позволяет фермеру собирать статистические данные о весе животного. Эти данные можно использовать при математическом моделировании веса животного, чтобы дифференцировать вклад веса в краткосрочные колебания и долгосрочные изменения. Кратковременные колебания могут быть связаны с раздуванием и/или содержанием корма в животном и/или отеком у животного. Однако долгосрочные изменения отражают фактические изменения веса тела животного, такие как

- изменения в количестве мышц и жира, и/или
- распространение, и/или
- рост скелета у не полностью выросшего животного, и/или
- рост плода в случае беременных животных, и/или
- события родов в случае беременного животного.

Кратковременное увеличение веса животного, например изменения в течение дня, связано с прошедшим временем с момента последнего кормления и/или доения. Следовательно, в предпочтительном варианте осуществления время этих событий регистрируется. Таким образом можно будет создать мо-

дель краткосрочных колебаний веса животного, зависящих от времени. В этом отношении следует отметить, что суточные колебания веса животного могут быть индикатором здоровья животного, например, большие суточные колебания могут быть индикатором проблемы со здоровьем.

Краткое описание фигур

Ниже изобретение будет описано более подробно со ссылкой на чертежи. Чертежи являются примерными и предназначены для иллюстрации некоторых признаков настоящего способа и системы и не должны рассматриваться как ограничивающие настоящее изобретение.

На фиг. 1 показаны контурные линии спины животного, соответствующие перепадам высоты относительно уровня позвоночника.

На фиг. 2 показан схематический вид варианта осуществления процесса создания контурных участков спины животного.

На фиг. 3 показан схематический вид канального направления животных через клетку/узкий проход от одного помещения хлева к другому.

На фиг. 4 показано доказательство концепции раскрытого здесь подхода. Ось X показывает фактический вес животных (в кг), измеренный с помощью весов. Ось Y показывает вес (в кг), определенный на основе контурных точек, извлеченных из трехмерных изображений животных.

На фиг. 5 показано распределение отклонений между расчетным весом и измеренным весом (в кг). По оси Y отложено количество наблюдений.

На фиг. 6 показаны остатки (ось Y, в кг) расчетного веса относительно измеренного веса (ось X).

На фиг. 7 показаны средние измерения для животного в течение четырехнедельного периода с измеренным весом по оси X и расчетным весом по оси Y.

Фиг. 8 относится к фиг. 7 и иллюстрирует разницу (ось Y, в кг) между средним измеренным (ось X) и средним расчетным весом.

На фиг. 9 показана зависимость между количеством дней после отела (ось X) и весом животных (ось Y, в кг).

Фиг. 10 относится к фиг. 9 и иллюстрирует остатки (ось Y, в кг) между измеренным и рассчитанным весом в зависимости от количества дней после отела (ось X).

На фиг. 11 показаны данные для стада 2, которые соответствуют фиг. 4, где показаны данные того же типа для стада 1. На фиг. 11 показаны все полученные данные для стада 2.

На фиг. 12 показаны данные для стада 2, которые соответствуют фиг. 7, где показаны данные того же типа для стада 1.

На фиг. 13 показан график зависимости среднего наблюдаемого веса от прогнозируемого для одного стада красно-молочного скота.

На фиг. 14 показан график зависимости среднего наблюдаемого веса от предсказываемого для двух стад крупного рогатого скота джерсейской породы.

На фиг. 15 показан график зависимости среднего наблюдаемого веса от прогнозируемого для одного стада голыптейнской породы.

Осуществление изобретения

Обычно термин "топография" означает изучение и описание физических особенностей или формы местности, например, ее холмов, долин или рек, или отображение этих особенностей на картах, т.е. обычно используется в географии. В этом случае топография спины животного, следовательно, понимается как форма спины животного, то есть трехмерная форма с любыми "холмами" и "выступами", которые появляются на спине животного.

Используемый здесь термин "топология" означает анатомию конкретной области, структуры или части тела, в данном случае обычно спины животного. Анатомия животного - это структура его тела, например внешняя форма тела.

В предпочтительном варианте осуществления извлеченные данные, используемые для корреляции с опорной моделью, содержат дискретное количество контурных точек для упрощения вычислений. Предпочтительно менее 50 контурных точек, более предпочтительно менее 25 контурных точек, еще более предпочтительно менее 20 контурных точек, наиболее предпочтительно менее 15 контурных точек, например 12 контурных точек. Было показано, что только 12 правильно выбранных контурных точек, извлеченных из трехмерного изображения спины животного, может быть достаточно для определения веса животного. Т.е. от 10 до 50 контурных точек достаточно для определения веса животного.

Позвоночник животного предпочтительно расположен по меньшей мере на одном трехмерном изображении спины животного. Позвоночник животного может быть определен как сквозная линия локальных максимумов высоты, как показано на фиг. 1. Следовательно, позвоночник животного можно использовать для определения продольного направления на трехмерном изображении животного.

В предпочтительном варианте осуществления данные извлекаются из трехмерного изображения путем нанесения контура на спине животного, тем самым создавая контурные линии относительно позвоночника. Контурная линия может быть основана на относительном падении высоты по отношению к высоте позвоночника в заданном положении вдоль позвоночника, то есть контурная линия соединяет контурные точки с одинаковой высотой. Следовательно, единственная контурная точка контурной линии

может быть определена как заранее заданное уменьшение высоты на спине животного относительно высоты позвоночника, при этом обнаруживается уменьшение высоты относительно точки на позвоночнике животного по линии, перпендикулярной позвоночнику, как показано на фиг. 2.

Как указано выше, изобретателями было обнаружено, что вес животного можно предсказать, используя только очень ограниченное количество точек данных, извлеченных из трехмерного изображения. В одном варианте осуществления извлеченные данные содержат менее 20 контурных точек, например менее 10 контурных точек, например от 1 до 10 контурных точек, например менее 7, 6 или 5 контурных точек, например 4 контурные точки, выбранные из позвоночника и/или менее 20 контурных точек, например менее 10 контурных точек, например менее 7, 6 или 5 контурных точек, например от 1 до 10 контурных точек, например 4 контурные точки, выбранные из каждой из менее 10 контурных линий, например менее 7, 6 или 5 контурных линий, например, от 1 до 10 контурных линий, например 3 контурных линии, относительно позвоночника. Контурные линии предпочтительно генерируются через дискретные интервалы на высоте, меньшей или равной 15 см, предпочтительно, меньшей или равной 10 см, относительно высоты позвоночника. Например, контурные линии на 2,5 см, 5 см и 10 см относительно позвоночника.

Идентификация животного не требуется для определения веса, обычно должна быть известна только порода животного. Однако для дальнейшего анализа данных и мониторинга отдельного животного преимущество заключается в том, чтобы узнать личность конкретного отображаемого животного. Идентификация может быть ручной, например, путем считывания идентификационного номера ушных бирок животного, или с помощью электронных средств идентификации, таких как радиочастотный идентификатор (RFID), путем распознавания образов животного, по известной последовательности приказов животных или любое другое средство идентификации. Животное можно идентифицировать до получения изображения или после получения изображения.

Как показано в WO 2017/001538, можно (однозначно) идентифицировать животных в популяции известных животных на основе изображений спины животного. Следовательно, раскрытый здесь подход может дополнительно включать этап идентификации животного на основе указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения.

Тот факт, что определение веса животного возможно на основе трехмерного изображения спины животного, позволяет получать одно или несколько изображений во время движения животного. Следовательно, в одном варианте осуществления настоящего изобретения животное движется во время получения указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения. Можно получить более одного трехмерного изображения животного. Следовательно, упомянутое по меньшей мере одно трехмерное изображение предпочтительно основано на множестве трехмерных изображений, и они могут быть получены во время движения животного. Следовательно, анализ данных может быть основан на среднем изображении двух или более изображений.

Пример построения контурных отметок показан на фиг. 1, на которой каждая линия указывает контурную отметку спины коровы. Средняя продольная линия образована локальными максимумами высоты на изображении и определяет позвоночник животного. В одном варианте осуществления контурные отметки представляют собой линии и/или точки вдоль спины животного, все соответствующие определенной величине падения высоты относительно позвоночника в этой конкретной области. Предпочтительно внешние контуры животного, отражающие периметр животного, означающие физическую протяженность животного, например, насколько широкая спина животного, не включаются в расчет веса. Следовательно, в предпочтительном варианте осуществления вес основан исключительно на топологии и/или топографии спины, а не на периметре и/или ширине животного. Таким образом, вес полностью зависит от топографии и/или топологии спины.

Одна из возможных стратегий построения такой контурной отметки проиллюстрирована на фиг. 2, на которой тело животного представлено эллипсом 20. Позвоночник находится вдоль спины животного как самая высокая часть центральной области спины, то есть локальные максимумы высоты, когда они проходят по центральной линии, соединяющей шею с хвостом. Положение позвоночника, оси позвоночника, показано пунктирной линией 21 на фиг. 2. Вдоль оси 21 позвоночника выбирается заданное количество точек интереса. На фиг. 2 были выбраны четыре точки, обозначенные как 22a-d и отмеченные крестиком вдоль позвоночника. Из выбранной точки позвоночника, скажем, 22a, проводится линия, перпендикулярная оси позвоночника, эта перпендикулярная ось обозначена как 23a на фиг. 2. От интересующей точки 22a на позвоночнике перпендикулярная линия 23 а следует в одном направлении к краю животного, например, вправо от животного. Когда достигается падение высоты на X см относительно высоты позвоночника в 22a, эта точка отмечается в базе данных. X относится к действительному числу. Затем этот процесс повторяется по мере продвижения по 23 а к противоположной стороне животного, которая, следовательно, может быть слева от животного, и такой же уровень падения высоты X см отмечается на этой противоположной стороне позвоночника. Этот процесс повторяется для всех представляющих интерес точек 22b-d вдоль позвоночника 21 и вдоль соответственно перпендикулярных линий 23b-d. После того, как все точки, представляющие заданное падение высоты на X см относительно интересующих точек 22a-d вдоль оси 21 позвоночника, были расположены, подбирается линия для наилуч-

шего описания положения указанных точек. Эти подогнанные линии теперь представляют контур относительного падения высоты на X см относительно отдельных точек вдоль позвоночника. Если требуется больше контурных линий для разных значений перепада высоты, процесс можно повторить для других значений относительного перепада высоты относительно высоты каждой точки вдоль позвоночника. В качестве альтернативы, все соответствующие контурные точки вдоль данной перпендикулярной линии могут быть найдены до перехода к линии, перпендикулярной следующей интересующей точке вдоль позвоночника. Эти соответствующие контурные отметки могут, например, быть X см, Y см, Z см и T см, где X , Y , Z и T относятся к действительным числам. На фиг. 1, например, значения X , Y , Z и T равны 3, 5, 10 и 15 см, соответственно, каждое дает их соответствующую контурную линию.

Иллюстрация на фиг. 2 представляет собой упрощенную иллюстрацию с целью иллюстрации описанной стратегии построения контурного графика наиболее простым из возможных способов. Следовательно, животное изображено в виде эллипса только для простоты иллюстрации. Другими словами, форма тела животного не считается эллипсом в стратегии построения контурного графика. В реальном процессе обработки данных, как показано на фиг. 1, позвоночник не обязательно представляет собой идеальную прямую линию, поскольку животное имеет неправильную форму, а не эллипс. Следовательно, перпендикулярная линия данной точки вдоль позвоночника может быть оценена на основе количества соседних точек на позвоночнике к интересующей точке. Эти точки могут, например, соответствовать прямой линии, и перпендикулярная линия определяется на основе этой подобранной линии. Следовательно, наилучшая оценка перпендикулярной линии для данной точки неправильной линии выполняется в случае обработки истинных данных.

Следовательно, контурные графики могут быть основаны на дискретном количестве точек и наилучшим образом соответствовать этим точкам. Таким образом, контурные графики отражают падение высоты по отношению к позвоночнику в каждой позиции вдоль спины животного, а не контурные графики с фиксированной одинаковой привязкой для всех точек контурного графика. Следовательно, в данном варианте осуществления одна контурная точка контурной линии отражает конкретное уменьшение высоты на спине относительно высоты позвоночника вдоль линии, перпендикулярной позвоночнику животного, проходящей через указанную контурную точку, так что основание контурного графика не является конечной высотой относительно заданной фиксированной точки, но каждая контурная точка рассчитывается относительно каждой отдельной точки отсчета вдоль позвоночника животного. Это также означает, что построение контурного графика спины животного может происходить по длине спины животного, то есть, другими словами, вдоль позвоночника животного. В предпочтительном варианте осуществления линии, соединяющие отдельные точки топографии спины, выполнены так, чтобы они наилучшим образом соответствовали точкам, представляющим заданный перепад высоты, и, следовательно, подогнанные линии лучше всего подходят для контурной линии.

В одном варианте осуществления животное идет во время получения изображения. Следовательно, трехмерное изображение может быть получено во время движения животного, например, идущего по прямой линии. Возможность получения информации о весе движущегося животного является большим преимуществом, поскольку она позволяет определять вес большого количества животных в ряду и, следовательно, устраняет необходимость индивидуального обращения с отдельным животным. Когда животные идут из хлева для отдыха в зону кормления и/или доения или в противоположном направлении, животные могут проходить через узкий проход, тем самым позволяя проходить только одному животному за раз. Благодаря системе формирования изображений над этим узким проходом, животные будут проходить мимо области под камерой, которая затем может захватывать изображение каждого отдельного животного, когда они проходят через проход. Большим преимуществом этого является то, что животные не будут перекрывать друг друга, если смотреть с 3D-камеры сверху. Следовательно, животные проходят узкий проход и проходят через область кадра 3D-камеры, когда их направляют, например, из зоны отдыха в зону кормления и/или доения или в противоположном направлении. Еще одним преимуществом узкого прохода является то, что можно получить хороший контроль над потоком животных.

Пример того, как провести животное через узкий проход, показан на фиг. 3. Здесь толстыми линиями 1 показаны границы областей, по которым животные могут перемещаться. Границы могут быть забором, стеной или аналогичным механизмом ограждения. Каждое животное для упрощения показано эллипсом на фиг. 3. Стрелка, прикрепленная к каждому животному (эллипс на чертеже), показывает направление, в котором движется животное. Животные 2 слева - это животные, которые уже прошли узкий проход, животное 3, стоящее сразу под 3D-камерой 4, - это животное, находящееся в узком проходе и в настоящее время отображаемое 3D-камерой 4. Животное 5 позади только что вошло в узкий проход и будет отображено, когда оно вскоре пройдет через область сразу под 3D-камерой 4, следовательно, когда животное 5 достигнет текущего положения животного 3. Все животные справа 6 представляют животных, все еще ожидающих входа в узкий проход, чтобы в конечном итоге войти в зону слева от прохода.

В варианте осуществления настоящего изобретения получают более одного изображения спины животного. Это может быть множество изображений животного, идущего под камерой, или множество изображений неподвижного животного. Если животное движется, изображения могут потребоваться до тех пор, пока у животного есть какая-либо часть тела внутри кадра изображения камеры. В качестве аль-

тернативы, изображения могут быть получены только в течение периода времени, в течение которого все тело животного находится внутри кадра изображения камеры. Еще одна альтернатива заключается в том, что камера может получать изображения только в течение заданного, предварительно установленного периода времени, или камере может потребоваться предварительно заданное количество изображений.

В предпочтительном варианте осуществления анализ данных основан на среднем изображении двух или более изображений. Следовательно, все или некоторые из полученных изображений должны быть объединены для получения среднего значения формы спины животного. Термин "среднее изображение" относится к усредненному изображению, полученному как усредненное значение информации о топографии и/или анатомии спины животного на всех собранных изображениях. Одним из преимуществ использования такого среднего изображения является то, что движение спины животного, которое идет во время получения изображения, может быть сглажено на среднем или усредненном изображении, так что изменения топографии, вызванные ходьбой, могут быть устранены.

Одно из больших преимуществ использования визуализации вместо того, чтобы животное ходило по весам, заключается в том, что животные, идущие по весам, могут иметь только некоторые, а не все ступни на весах, когда вес регистрируется. Кроме того, в такой установке животные, как правило, будут ходить очень близко друг к другу, и возможно, что несколько животных будут частично или полностью стоять на весах одновременно, что приведет к неверному показанию весов при попытке установить вес отдельных животных.

В варианте осуществления животное неподвижно стоит во время сбора данных. Предпочтительно, чтобы способ был совместим как с движущимися животными, так и с неподвижными животными. Предпочтительно система формирования изображения конфигурирована для получения изображения во время ходьбы животного. В одном варианте осуществления система формирования изображения конфигурирована для получения изображения, когда животное стоит на месте. Наиболее предпочтительно, чтобы система визуализации была способна получать данные для надежного расчета веса независимо от того, движется животное или нет.

Удивительно, но топография и/или топология спины животного оказались настолько сильно связаны с весом животного, что другие, очевидно важные особенности, такие как высота живота животного над полом или ширина бедер и/или плеч животных являются ненужными параметрами для оценки веса животного с использованием раскрытых здесь системы и/или способа. Следовательно, авторами настоящего изобретения неожиданно было обнаружено, что форма спины животного достаточна для определения веса животного с высокой точностью.

В предпочтительном варианте осуществления получение по меньшей мере одного изображения спины животного проводят по меньшей мере один раз, предпочтительно несколько раз в день, чтобы зафиксировать изменение веса в зависимости от времени и состояния. Изменения, связанные с конкретным состоянием, могут относиться к изменениям веса, которые зависят, например, от того, что животное

только что поело,
только что подоено,
недавно родило,
беременно,
не полностью выросло,

наряду с другими параметрами, которые влияют на вес животного и которые могут изменяться в течение определенного периода времени, который может быть длинным или коротким. Зависящие от времени вариации могут быть, например, веса утром по сравнению с весом вечером. Таким образом, возникает вариация, поскольку утром животное уже давно не ело, а вечером животное накапливает содержимое своей пищеварительной системы в течение всего дня или по меньшей мере его части.

Предпочтительно, все полученные данные сохраняются в базе данных. Затем к данным можно будет получить доступ позже, и, кроме того, можно построить график изменения веса, зависящий от времени, что может помочь в процессе поиска нездоровых животных. Следовательно, этот способ можно комбинировать со способами распознавания образов и/или машинного обучения, чтобы проводить раннюю диагностику состояния животных, у которых наблюдается тревожное увеличение веса. В одном варианте осуществления процесс мониторинга и моделирования изменений веса животного основан на большом количестве измерений, полученных в течение длительного периода, такого как несколько дней, предпочтительно несколько недель и более предпочтительно несколько месяцев. Предпочтительно, эти данные также содержат множество точек данных в день для каждого дня в течение времени сбора данных, и в предпочтительном варианте осуществления эти данные поддерживаются графиком кормления и/или доения животного. Поскольку процесс надувания, а также потребление корма сильно зависят от времени, прошедшего с момента последнего кормления, эти данные существенно поддерживают моделирование краткосрочных колебаний, если данные о весе сопровождаются данными о количестве времени, прошедшем с момента последнего кормления и/или доения.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения время последних событий кормления/доения сохраняется вместе с полученными данными, относящимися к весу животного. Эта информация может быть включена в алгоритм расчета веса.

При оценке развития веса может быть интересно оценить краткосрочные вариации и долгосрочные

вариации по отдельности. Предпочтительно, история данных используется для создания модели для разделения вычисленного измерения веса на вклады, по меньшей мере, долгосрочных изменений и краткосрочных колебаний. Более предпочтительно, рассчитанные измерения веса используются для математического моделирования краткосрочных колебаний и долгосрочных изменений при определении веса. Следовательно, модель может подразделить вариации в измерениях веса на краткосрочные колебания и долгосрочные изменения. В варианте осуществления настоящего изобретения краткосрочные колебания измерения веса представляют собой изменения в течение дня или на повседневной основе. Эти краткосрочные колебания в определении веса можно приписать надуванию и/или содержанию корма в кишечной системе и/или отеку животного. Долгосрочные изменения в определении веса можно рассматривать как постепенные изменения в течение периода по меньшей мере нескольких дней, предпочтительно, в течение нескольких недель, более предпочтительно, в течение нескольких месяцев. Эти долгосрочные изменения веса животного могут быть приписаны росту/деградации тела небеременного животного, тогда как долгосрочные изменения могут быть приписаны росту/деградации тела, мышц, жира и/или скелета.

В общем, раскрытый здесь подход может определять вес животного независимо от возраста животного, количества лактаций и от того, беременно ли животное или больно. Например, с точки зрения беременности, в течение определенного периода времени произойдет значительное увеличение веса, но поскольку увеличение веса из-за беременности приведет к увеличению топографии/топологии спины, увеличение веса будет обнаружено в раскрытом здесь подходе. Следовательно, раскрытый здесь подход может использоваться для обнаружения беременности и/или наблюдения за беременностью в течение периода беременности.

В другом варианте осуществления беременность включена в модель определения веса. Т.е. как только становится известно, что конкретное животное беременно, это может быть учтено в модели, то есть для повышения точности определения веса с целью более тщательного наблюдения за беременным животным. Следовательно, беременность может быть компенсирована и/или включена, и/или иным образом включена в моделирование веса, чтобы процесс роста плода не путался с набором веса самого животного, и чтобы влияние беременности на контур спины животного можно было правильно включить в модель. В дополнительном варианте осуществления долгосрочные изменения беременного животного приписывают росту/деградации тела и росту плода беременного животного. Предпочтительно, беременность включена в алгоритм определения массы тела животного на основе данных, полученных с оптического датчика. Возможная беременность животного может быть зарегистрирована в системе вручную для этого конкретного животного. В течение периода беременности изменение веса животного может регистрироваться с той оговоркой, что у животного растет плод. Также при беременности могут измениться параметры алгоритма расчета веса, чтобы рассчитанный вес лучше подходил для беременного животного.

Событие родов может быть зарегистрировано в данных и компенсировано в математической модели или иным образом отмечено в базе данных, чтобы не путать это событие с внезапной резкой деградацией организма сельскохозяйственных животных. Кроме того, потеря веса, приписываемая событию родов, в варианте осуществления настоящего изобретения используется для оценки доли увеличения веса во время беременности, которая может быть приписана росту плода. Следовательно, этот вклад в увеличение веса может быть ретроспективно введен в математическую модель. Соответственно, в варианте осуществления настоящего изобретения событие родов регистрируется в данных и включается в математическую модель для обеспечения правильного расчета текущего веса животного, а также, возможно, для других целей. Один из подходов к регистрации события рождения заключается в том, что после того, как животное родило, событие рождения регистрируется в блоке обработки. Регистрация может происходить вручную или автоматически. Падение веса после родов может быть использовано для расчета прибавки веса животного за период беременности, которая произошла из-за увеличения веса, связанного с беременностью. Увеличение веса, связанное с беременностью, может быть связано с такими элементами, как рост одного или более плодов и одной или более плацент, увеличение объема крови и дополнительные жировые отложения среди других параметров. В описываемом здесь подходе сравнивают вес до и во время беременности с весом после родов.

Система формирования изображения обычно включает в себя по меньшей мере оптическое устройство, например камеру, и для того, чтобы поддерживать в чистоте по меньшей мере одно оптическое устройство, устройство, возможно, придется в конечном итоге очистить и/или, возможно, защитить от грязи в помещении. Одно из возможных решений - использовать защитную крышку, защищающую оптическое устройство от грязи. В предпочтительном варианте осуществления по меньшей мере одно оптическое устройство защищено защитным кожухом, чтобы грязь не покрывала непосредственно функционирующие части оптического устройства. В дополнительном варианте осуществления крышка по меньшей мере одного оптического детектора очищается с использованием автоматизированной системы очистки, такой как автоматический стеклоочиститель. Следовательно, если крышка оптического устройства становится слишком грязной для захвата желаемых данных, крышку можно очистить автоматически, запустив систему очистки, такую как автоматический стеклоочиститель.

Другой подход к поддержанию чистоты по меньшей мере одного оптического детектора состоит,

например, в том, что по меньшей мере один оптический детектор защищен воротами или затвором, открывающимся только на короткий период времени после сбора данных. Следовательно, детектор будет открыт только в течение очень короткого промежутка времени после сбора данных по меньшей мере одним оптическим детектором. Таким образом, в одном варианте осуществления по меньшей мере один оптический детектор защищен воротами или затвором, открывающимся только на короткий период времени после сбора данных. Следовательно, ворота или затвор ненадолго откроется для получения изображения, а затем снова закроется, чтобы избежать загрязнения оптического устройства. В последнем случае оптическое устройство будет содержать как защитную крышку, так и ворота/затвор, следовательно, ворота/затвор предотвращает слишком быстрое загрязнение крышки оптического устройства. Чтобы оптимизировать время, в течение которого оптический детектор подвергается воздействию для сбора данных, следовательно, для оптимизации времени затвора, чтобы открыть ворота или затвор, система может включать другую систему обратной связи, чтобы определить, когда животное стоит в надлежащем положении для получения данных. Эта система обратной связи может быть независимой системой на основе датчика, размещенного рядом с 3D-камерой. Положение животных может быть определено с помощью другого детектора и/или датчика, не закрытого затвором или воротами, и определяется, когда животное находится в надлежащем положении для визуализации. Когда это произойдет, затвор откроется, и будут сделаны изображения диапазона, после чего затвор немедленно закроется. Также возможно получить серию изображений до закрытия затвора.

В дополнительном варианте осуществления по меньшей мере один оптический детектор включает в себя систему предупреждения об очистке, определяющую, когда датчик необходимо очистить, и уведомляет пользователя через указанную систему предупреждения, такую как включение света, воспроизведение шума или беспроводной сигнал, передаваемый на компьютер. Это особенно полезно, если устройство не имеет автоматизированной системы очистки или если его недостаточно для полной очистки устройства. В этом случае система оповещения проинформирует пользователя о необходимости дальнейшей очистки устройства или крышки устройства. Затем пользователь может вручную очистить устройство или активировать автоматизированную систему очистки. В этом случае процесс очистки может быть автоматическим или ручным. Если процесса автоматической очистки достаточно, может не потребоваться уведомление пользователя, и этот шаг можно пропустить, пока система может эффективно самоочиститься.

В контексте настоящего описания животным может быть крупный рогатый скот, предпочтительно включая коров, быков, как взрослых, так и новорожденных животных.

Следовательно, порода животных может быть выбрана из групп: джерсейская порода, голштинская порода, голштинская фризская порода крупного рогатого скота, голштинская порода крупного рогатого скота швартбонт (Swartbont), немецкая голштинская порода крупного рогатого скота шварцбунт (Schwarzbunt), американская голштинская порода крупного рогатого скота, красная и белая голштинская порода, немецкая голштинская порода крупного рогатого скота шварцбунт (Schwarzbunt), датская красная порода, финская эйрширская порода, шведская красная и белая порода, датская голштинская порода, шведская красная и белая порода и скандинавская красная порода.

Примеры

Пример 1.

Для создания эталона крупного рогатого скота джерсейской породы спины отдельных животных стада из 102 голов джерсейской породы были визуализированы в течение четырех недель с использованием системы и способа согласно настоящему изобретению. Животные стада имели средний вес 460 кг и диапазон веса от 350 до 650 кг. В течение 4 недель было проведено 1329 измерений спины животных стада, количество измерений на одно животное варьировалось от 3 до 15 в течение 4 недель. Из 1329 измерений 1149 из них были выполнены утром, а 180 - днем в любой день в течение 4-недельного периода. Изображения были получены одновременно (в течение одной минуты) с измерением веса животного с использованием весов. Таким образом, после создания эталонной модели появилась возможность протестировать и проверить заявленный здесь подход.

На каждой стороне позвоночника были созданы по три контурные линии, расположенные с помощью описанного здесь способа построения контуров. Три контурные линии, относящиеся к уменьшению на 2,5 см, 5 см и 10 см по отношению к позвоночнику, с использованием подхода каждой точки, представляющего такое же относительное уменьшение высоты по отношению к позвоночнику, имеют каждая точку отсчета вдоль позвоночника, как описано выше. В этом примере было обнаружено 100 точек вдоль позвоночника и зарегистрировано 100 точек для каждого падения высоты, обнаруженного относительно позвоночника. Следовательно, по 300 точек на каждой стороне позвоночника были использованы для оценки контурных графиков, использованных для создания эталонной модели.

Модель, использованная в этом примере, является моделью частичных наименьших квадратов (PLS). 400 переменных контура спины коровы анализируются с помощью модели частичных наименьших квадратов. Это связано с автокорреляцией между переменными. Использование всех 400 переменных в модели было бы чрезмерно подогнанной моделью, и большинство переменных не добавили бы дополнительной информации в модель. Модель предсказания может быть сгенерирована с числом пре-

дикторов, которое объясняет более 98% вариации веса. Предсказание веса оценивается с использованием количества переменных, предложенных моделью. Остатки определяются как разница между предсказанными и наблюдаемыми переменными для каждого индивидуального фенотипа веса. Для всех фенотипов доступна как регистрация веса, так и описание контура спины коровы.

В примерах упомянутых здесь 1 и 2 оказалось, что только 12 контурных точек, выбранных из позвоночника, и трех контурных линий было достаточно для предсказания веса с достаточной точностью. В конкретном случае четыре точки, выбранные вдоль позвоночника, три контурные точки от контурной линии на расстоянии 2,5 см, одна контурная точка от контурной линии 5 см и четыре точки от контурной линии 10 см. Позвоночник был сгенерирован 100 контурными точками, и каждая из трех контурных линий была построена из 100 контурных точек каждая. Точками предсказания были следующие: C0_5, C0_32, C0_64 и C0_90 от позвоночника, C1_24, C1_54 и C1_85 от контурной линии 2,5 см, C2_48 от контурной линии 5 см и C3_11, C3_40, C3_72 и C3_98 от контурной линии 10 см. Как видно по точкам предсказания, они распределены по контурным линиям, чтобы покрыть большую площадь спины животного.

Аналогичные результаты могут быть получены с другими контурными точками, но принцип заключается в том, что только ограниченное количество контурных точек, выбранных из ограниченного числа контурных линий (включая позвоночник), достаточно для адекватного описания трехмерной формы животного с целью определения веса.

На фиг. 4 показаны все 1329 полученных данных для настоящего примера. Следовательно, каждая точка данных отражает измеренный вес на весах одного животного в одном случае и соответствующий расчетный вес того же животного на основе раскрытого здесь подхода. Данные нанесены на график как рассчитанный вес, зависящий от веса, измеренного на весах. Как правило, данные отражают идеальное соответствие между рассчитанной массой и измеренной массой животного, демонстрируя надежность раскрытого здесь подхода, даже когда другие соответствующие параметры, такие как возраст, продолжительность с момента отела или количество потомков, рожденных животным, не учитывались при определении веса. Следовательно, в этом примере вычисления основаны исключительно на 12 предикторах контурных точек, извлеченных из изображений спины животных, и ни на чем другом.

Учитывая отклонение рассчитанного веса от измеренного, все еще относительно разреженный набор данных отражает относительно симметричное отклонение нормального распределения между рассчитанным и измеренным набором данных. Это показано на фиг. 5. Почти идеально симметричное распределение отклонения около 0 демонстрирует отсутствие систематической ошибки, связанной с анализом данных. Эту же информацию можно вычесть из фиг. 6, на которой остатки нанесены в зависимости от измеренного веса. В целом видно, что распределение относительно симметрично относительно остатка, равного 0, и нет сильной тенденции, указывающей на то, что остатки систематически неверны для данной подгруппы животных по весу.

Взяв средний расчетный вес и средний измеренный вес каждого животного из всех измерений, проведенных на указанном животном в течение 4-недельного периода времени (каждое животное имеет от 3 до 15 пар измерений и расчетов), мы приходим к представленным на фиг. 7 данным. Как видно, согласованность между измеренным и рассчитанным весом каждого животного становится лучше, что также ожидается с учетом того, что каждая точка теперь отражает больший объем данных. Каждая точка (102 точки) на фиг. 7, следовательно, отражает средний вес (вычисленный и измеренный) одного отдельного животного в стаде. Фиг. 8 отражает разницу между средним измеренным весом и средним рассчитанным весом в зависимости от среднего измеренного веса. На этом чертеже показано, что отклонение между измеренным и рассчитанным весом не зависит от веса.

Известно, что животное будет худеть в первые дни после родов, так как животному нужны все его ресурсы, в том числе дополнительные жировые отложения, накопленные во время беременности, для выработки молока. Следовательно, оно будет медленно разрушать отложения своего тела. Примерно через 50 дней животное начнет набирать вес, поскольку производство молока снижается, и теперь животное может съесть достаточно, чтобы фактически восстановить свои жировые отложения. Значит, животное снова наберет вес. Также по прошествии достаточно длительного времени животное снова забеременеет и начнет набирать вес. Следовательно, в качестве проверки работоспособности текущей модели этого примера 1329 измерений и вычислений веса были нанесены в зависимости от количества дней с момента последнего отела конкретного животного. Данные представлены на фиг. 9 и показывает медленное увеличение массы тела животного в зависимости от количества дней после отела. Следует отметить, что данные на фиг. 9 отражают вес животных, взятых за этот 4-недельный период времени, и, следовательно, ни одно животное не наблюдалось в течение периода времени, достаточно длительного, чтобы составить карту значимого изменения веса их индивидуального роста веса в зависимости от количества дней после отела. Остатки расчетов веса и измерений в зависимости от количества дней после отела показаны на фиг. 10, и снова в данных о весе не появляется четкой систематической ошибки, также не в зависимости от количества дней после отела. Таким образом, модель кажется стабильной в отношении систематической ошибки в зависимости от веса и количества дней с момента отела на основе данных, полученных в этом примере.

Пример 2.

Чтобы проверить, применимы ли данные к разным стадам, тот же подход, описанный выше в примере 1, был повторен для другого стада крупного рогатого скота джерсейской породы на другой ферме. Второе стадо состояло из 162 голов крупного рогатого скота джерсейской породы со средним весом 519 кг, т.е. в среднем коровы в стаде 2 были примерно на 60 кг тяжелее.

На фиг. 11 показаны данные для стада 2, которые соответствуют фиг. 4, где показаны данные того же типа для стада 1. На фиг. 11 показаны все полученные данные для стада 2. Следовательно, каждая точка данных отражает измеренный вес на весах одного животного в одном случае и соответствующий расчетный вес того же животного на основе раскрытого здесь подхода. Данные нанесены на график как рассчитанный вес, зависящий от веса, измеренного на весах. Как правило, данные отражают идеальное соответствие между рассчитанным весом и измеренным весом животного, демонстрируя надежность раскрытого здесь подхода. Также, в этом примере вычисления основаны исключительно на 12 предикторах контурных точек, извлеченных из изображений спины животных в стаде 2, и ни на чем другом.

На фиг. 12 показаны данные для стада 2, которые соответствуют фиг. 7, где показаны данные того же типа для стада 1. Как показано на фиг. 12, согласованность между измеренным и рассчитанным весом каждого животного становится лучше, что также ожидается с учетом того, что каждая точка теперь отражает больший объем данных.

В табл. 1 ниже приведены данные для стада 1 и стада 2.

Таблица 1

	Стадо 1	Стадо 2
Коровы	102	162
Средний вес	460	519
Стандартное отклонение на наблюдаемом весе между коровами	40	28
Стандартное отклонение на предсказываемом весе	36	25
между коровами		
Стандартное отклонение по наблюдаемому весу у коров	5,9	7,0
Стандартное отклонение по прогнозируемой массе коров	5,4	6,4

Как видно из вышеприведенной таблицы, стандартное отклонение между коровами было больше в стаде 1, где коровы в среднем были самыми маленькими.

Модель PLS использовалась для предсказания веса на основе 400 контуров спины коров обоих стад. Значение r^2 между предсказанным и наблюдаемым весом составляло 0,90, а исследование с перекрестной проверкой, в котором коров случайным образом распределяли по пяти различным группам по лактации и стаду, показало надежность модели 0,82, а также среднеквадратичную ошибку 0,54. Результаты не зависят от дней или количества молока и лактации, а основаны только на информации, доступной на изображениях.

Пример 3.

Чтобы проверить, применимы ли данные к разным породам крупного рогатого скота, тот же подход, который описан выше в примерах 1 и 2, был повторен для разных стад джерсейской, голштинской и красной молочной породы скота соответственно. Данные по весу были записаны для четырех стад (два стада крупного рогатого скота джерсейской породы, одно стадо красной молочной породы и одно стадо голштинской породы) в течение шести недель. Размеры стад не были равными, что приводило к неравномерному распределению данных между стадами, но это не повлияло на результаты. Используя подход, описанный здесь, с менее чем пятью контурными точками, выбранными из позвоночника, и менее чем пятью контурными точками, выбранными из каждой из менее чем пяти контурных линий относительно позвоночника, вес был предсказан посредством трехмерного изображения спины животного, данные показывают, что в среднем разница между наблюдаемым и предсказанным весом очень мала. При 10-кратной перекрестной проверке была оценена среднеквадратичная ошибка (RSME), и данные представлены в табл. 2 ниже и на фиг. 13-15, где показан график зависимости среднего наблюдаемого веса от предсказанного веса для скота красной молочной породы (фиг. 13), скота джерсейской породы (фиг. 14) и скота голштинской породы (фиг. 15).

Таблица 2

Порода	животных	Средний пред. вес	Средний набл. вес	Стандартное отклонение	Среднеквадратичная ошибка кг/%
КМП	101	625	624	59,6	22,7/3,60
Голш.	398	676	678	84,2	37/5,38
Джер.	300	508	508	48,8	23,5/4,60

Случайная дисперсия животных, общая дисперсия и повторяемость полученных данных показаны в табл. 3 ниже. Как видно из табл. 3, повторяемость измерений выше 0,9, т.е. очень высокая.

Таблица 3

Порода	Отклонение Животное	Дисперсия остатка	Цикличность	количество животных
КМП	2991	249	0,92	101
Голш.	5566	553	0,91	398
Джер.	2073	164	0,93	300

Чтобы проанализировать, можно ли дополнительно улучшить предсказание путем включения времени года и данных, относящихся к количеству лактации и неделям лактации отдельного животного, данные о массе были проанализированы с использованием следующей модели:

$$\text{вес} = \text{среднее значение} + \text{стадо} + \text{неделя в году} + \text{количество лактации} + \text{неделя лактации} + \text{животное} + \text{остаток}.$$

Случайная дисперсия животных, общая дисперсия и повторяемость были рассчитаны снова, и результаты представлены ниже в табл. 4.

Таблица 4

Порода	Отклонение Животное	Дисперсия остатка	Цикличность	количество животных
КМП	2216	233	0,90	101
Голш.	2527	512	0,83	398
Джер.	950	153	0,86	300

Как видно из табл. 4, модель лишь немного улучшена за счет включения дополнительных параметров, специфичных для животных, дисперсия уменьшается; воспроизводимость даже незначительно увеличивается. Следует сделать вывод, что описанный здесь подход, основанный только на дискретном количестве контурных точек, извлеченных из трехмерного изображения спины животного, достаточен для точного предсказания веса животного, если доступна конкретная эталонная модель, в частности эталонная модель для конкретной породы, т.е. параметры, специфичные для животных, могут быть исключены из предсказания веса, что делает практическую реализацию возможной в реальных условиях.

Дополнительная информация.

1. Способ определения веса животного известной породы, включающий следующие этапы: получают по меньшей мере одно трехмерное изображение спины животного, извлечения данных из указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения, относящихся к топологии спины животного, и

вычисляют вес указанного животного путем сопоставления извлеченных данных с эталонной моделью, содержащей информацию о топологии спины по отношению к весу для породы указанного животного.

2. Способ по п.1, в котором извлеченные данные содержат дискретное количество контурных точек, предпочтительно менее 50 контурных точек, более предпочтительно менее 25 контурных точек, еще более предпочтительно менее 20 контурных точек, наиболее предпочтительно менее 15 контурных точек, например, 12 контурных точек.

3. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором позвоночник животного располагается по меньшей мере на одном трехмерном изображении спины животного.

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором позвоночник животного определяется как сквозная линия локальных максимумов.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором позвоночник животного определяет продольное направление трехмерного изображения.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором данные извлекаются из трехмерного изображения путем построения контура спины животного для создания контурных линий относительно позвоночника.

7. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором контурные точки на контурной линии основаны на относительном падении высоты по отношению к высоте позвоночника в данном месте вдоль позвоночника.

8. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором извлеченные данные содержат от 1 до 10 контурных точек, например 4 контурные точки, выбранных из позвоночника, и/или от 1 до 10 контурных точек, например 4 контурные точки, выбранные из каждой от 1 до 10 контурных линий, например 3 контурных линий, относительно позвоночника.

9. Способ по любому из предшествующих пп.6-8, в котором контурные линии создают через дискретные интервалы на высоте, меньшей или равной 15 см, предпочтительно меньшей или равной 10 см, относительно высоты позвоночника.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором единственную контурную точку контурной линии определяют как предварительно определенное снижение высоты на спине животного относительно высоты позвоночника, при этом снижение высоты относительно точки на позвоночнике животного располагается по линии, перпендикулярной позвоночнику.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий этап идентификации животного на основе указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором животное движется во время получения указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения.

13. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором получают более одного трехмерного изображения животного.

14. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором указанное по меньшей мере одно трехмерное изображение основано на множестве трехмерных изображений, полученных во время движения животного.

15. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором анализ данных основан на среднем изображении из двух или более изображений.

16. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором животное представляет собой крупный рогатый скот, предпочтительно включая как коров, так и быков, как взрослых, так и новорожденных животных.

17. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором порода животных выбрана из следующих групп: джерсейская порода, фризская порода крупного рогатого скота, голштинская порода крупного рогатого скота шварцбонт (Swartbont), немецкая голштинская порода крупного рогатого скота шварцбунт (Schwarzbunt), американская голштинская порода крупного рогатого скота, красная и белая голштинская порода, немецкая голштинская порода крупного рогатого скота шварцбунт (Schwarzbunt), датская красная порода, финская эйрширская порода, шведская красная и белая порода, датская голштинская порода, шведская красная и белая порода и скандинавская красная порода.

18. Система определения веса животного известной породы, содержащая систему визуализации, конфигурированную для получения по меньшей мере одного трехмерного изображения спины животного, блок обработки, конфигурированный для

извлечения данных из указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения, относящихся к топологии спины животного, и

вычисления веса указанного животного путем сопоставления указанных контурных точек с эталонной моделью, содержащей информацию о топологии спины по отношению к весу для породы указанного животного.

19. Система в соответствии с п.18, конфигурированная так, что получается по меньшей мере одно трехмерное изображение сверху животного, таким образом отображая животных в виде сверху.

20. Система по любому из пп.18-19, конфигурированная для получения указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения, когда животное стоит в клетке и/или проходит через нее.

21. Система по любому из пп.18-19, конфигурированная для получения указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения при запуске указанным животным, приближающимся к клетке и/или входящим в нее.

22. Система по любому из пп.18-21, в которой блок обработки выполнен с возможностью выполнения способа по любому из пп.1-17.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Реализуемый компьютером способ определения веса животного известной породы, включающий следующие этапы:

получают по меньшей мере одно трехмерное изображение спины животного, причем указанное по меньшей мере одно трехмерное изображение получают сверху животного,

извлекают данные в виде дискретного количества контурных точек из указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения, относящиеся к топологии спины животного, причем контурные точки извлекают относительно линии локальных максимумов вдоль спины животного, и

вычисляют вес указанного животного путем прямого сопоставления только указанных контурных точек с эталонной моделью, содержащей информацию о топологии спины по отношению к весу для породы указанного животного.

2. Способ по п.1, в котором извлеченные данные содержат от 5 до 30 контурных точек.

3. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором извлеченные данные содержат менее 20 контурных точек.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором извлеченные данные содержат от 10 до 20 контурных точек.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором данные извлекают из трехмерного изображения путем построения контура спины животного для создания контурных линий относительно позвоночника, который определяют как сквозную линию локальных максимумов, при этом контурные точки на контурной линии основаны на относительном падении высоты по отношению к высоте позвоночника в данном месте вдоль позвоночника.

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором извлеченные данные содержат менее 5 контурных точек, выбранных из позвоночника, и менее 5 контурных точек, выбранных из каждой из менее 5 контурных линий относительно позвоночника.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором извлеченные данные содержат от 1 до 10 контурных точек, выбранных из линии локальных максимумов вдоль спины животного, например 4 контурные точки, выбранные из линии локальных максимумов вдоль спины животного, и от 1 до 10 контурных точек, например 4 контурные точки, выбранные из каждой из от 1 до 10 контурных линий, например 3 контурные линии, относительно линии локальных максимумов вдоль спины животного.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором единственную контурную точку контурной линии определяют как предварительно определенное снижение высоты на спине животного относительно высоты позвоночника, при этом снижение высоты относительно точки на позвоночнике животного располагается по линии, перпендикулярной позвоночнику.

9. Способ по любому из пп.5-8, в котором контурные линии создают через дискретные интервалы на высоте, меньшей или равной 15 см, предпочтительно меньшей или равной 10 см, относительно высоты позвоночника.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, включающий этап идентификации животного на основе указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором животное движется во время получения указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором указанное по меньшей мере одно трехмерное изображение основано на множестве трехмерных изображений, полученных во время движения животного.

13. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором животное представляет собой крупный рогатый скот, предпочтительно включая как коров, так и быков, как взрослых, так и новорожденных животных.

14. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором порода животных выбрана из следующих групп: джерсейская порода, фризская порода крупного рогатого скота, голштинская порода крупного рогатого скота шварцбонт (Swartbont), немецкая голштинская порода крупного рогатого скота шварцбунт (Schwarzbunt), американская голштинская порода крупного рогатого скота, красная и белая голштинская порода, немецкая голштинская порода крупного рогатого скота шварцбунт (Schwarzbunt), датская красная порода, финская эйрширская порода, шведская красная и белая порода, датская голштинская порода, шведская красная и белая порода и скандинавская красная порода.

15. Система определения веса животного известной породы, содержащая систему визуализации, конфигурированную для получения по меньшей мере одного трехмерного изображения спины животного сверху животного, так что система визуализации конфигурирована для отображения указанных животных в виде сверху,

блок обработки, конфигурированный для

извлечения данных в виде дискретного количества контурных точек из указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения, относящихся к топологии спины животного, причем контурные

точки извлекаются относительно линии локальных максимумов вдоль спины животного, и

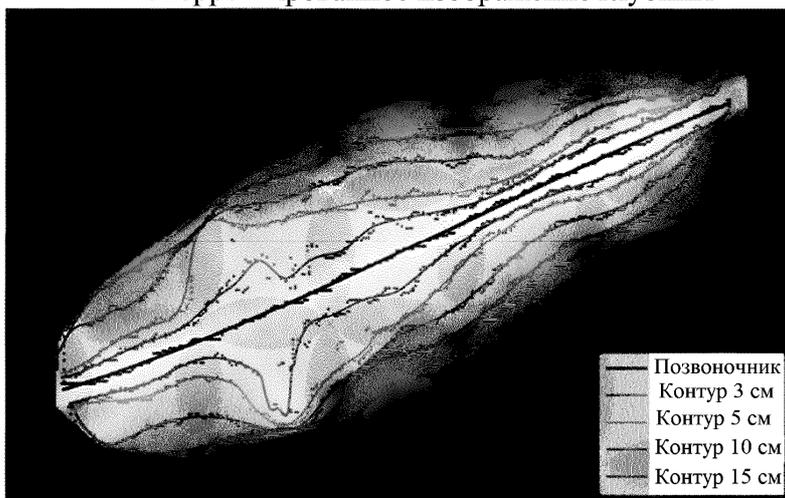
вычисления веса указанного животного путем прямого сопоставления только контурных точек с эталонной моделью, содержащей информацию о топологии спины по отношению к весу для указанной породы указанного животного.

16. Система по п.15, конфигурированная для получения указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения, когда животное стоит в клетке и/или проходит через нее.

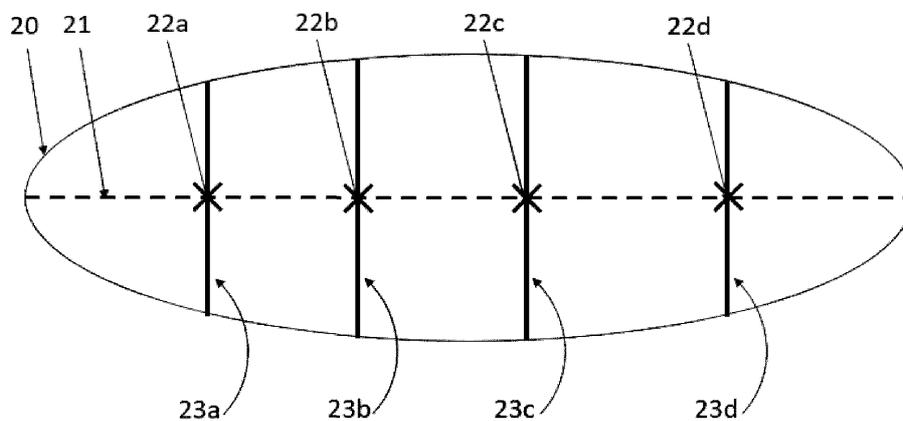
17. Система по п.15 или 16, конфигурированная для получения указанного по меньшей мере одного трехмерного изображения при запуске указанным животным, приближающимся к клетке и/или входящим в нее.

18. Система по любому из пп.15-17, в которой блок обработки выполнен с возможностью выполнения способа по любому из пп.1-14.

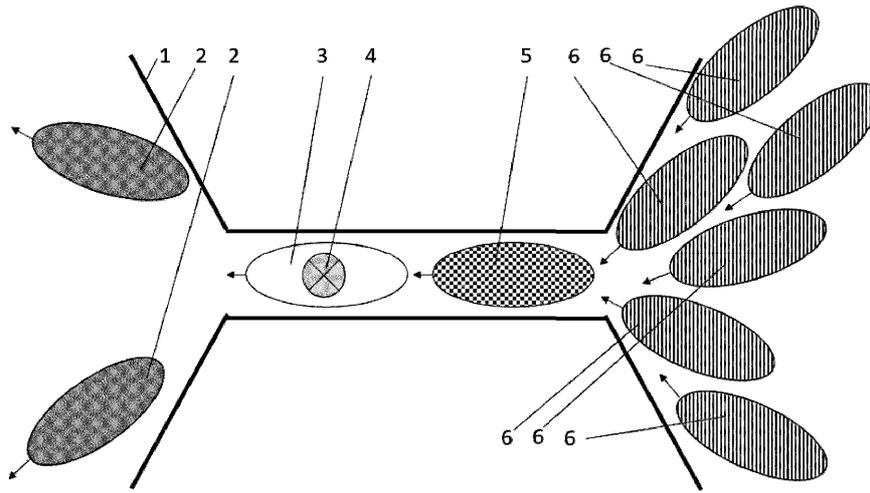
Скорректированное изображение глубины



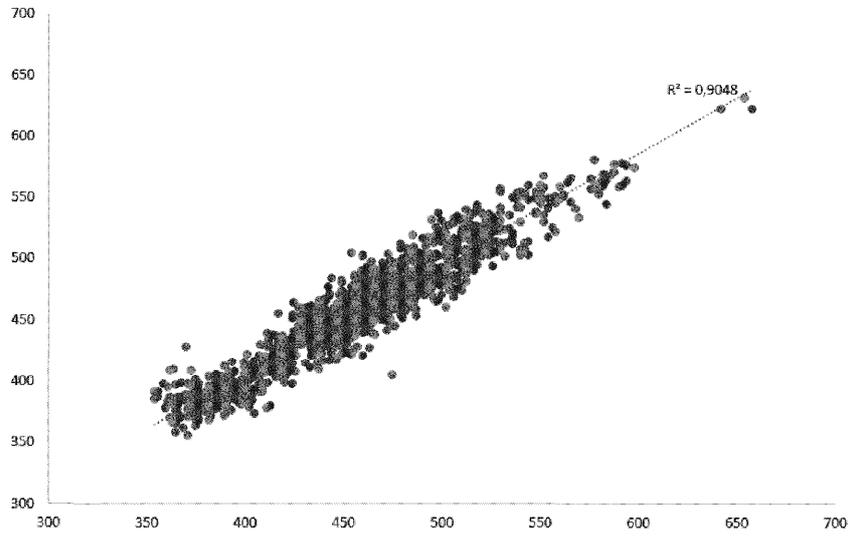
Фиг. 1



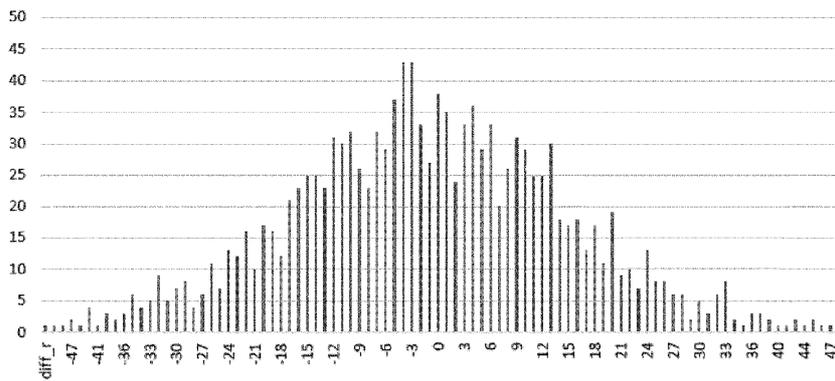
Фиг. 2



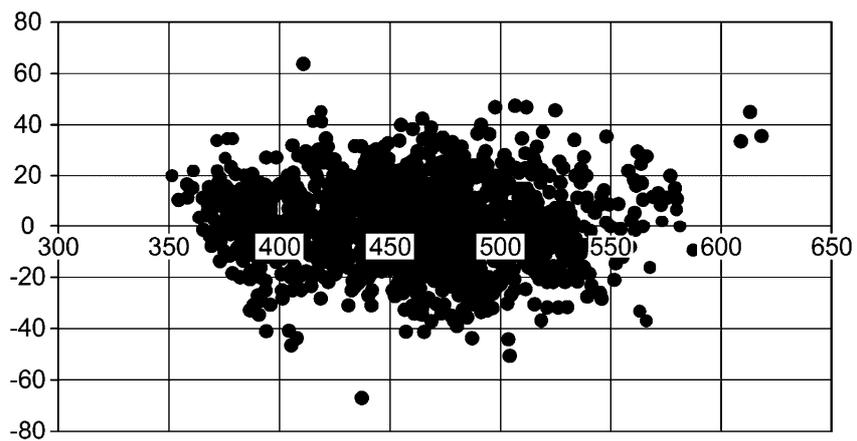
Фиг. 3



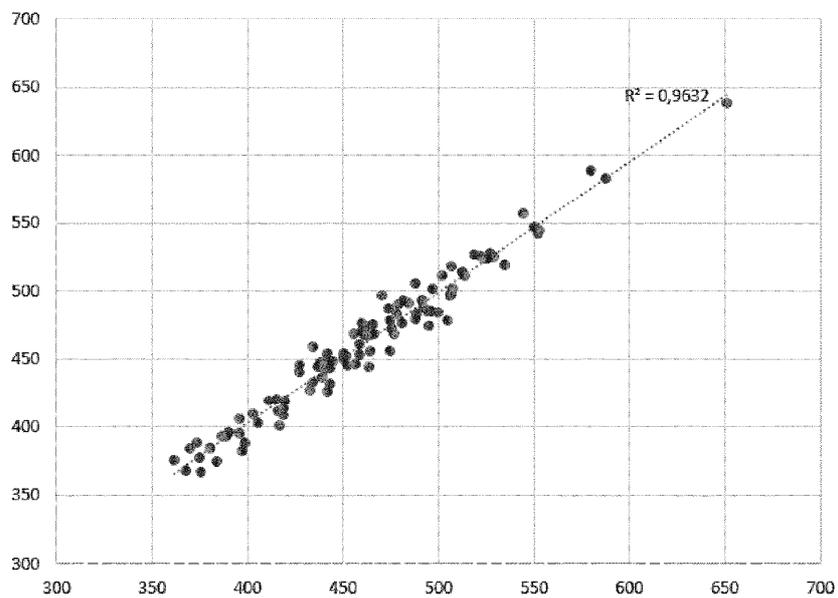
Фиг. 4



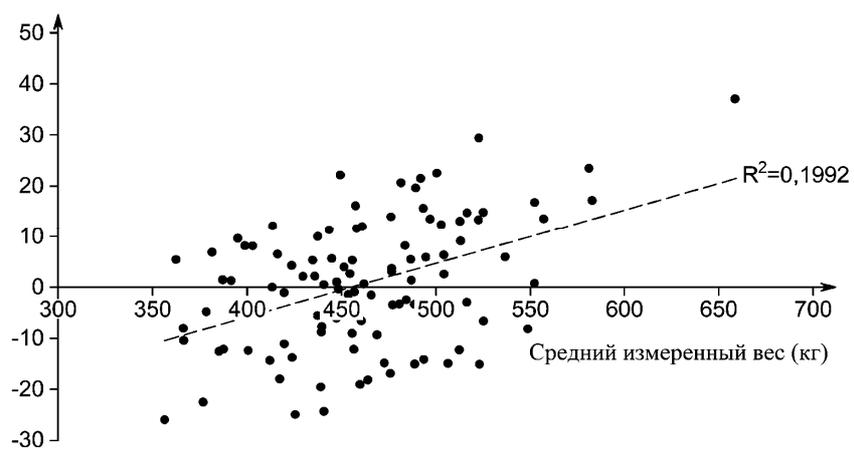
Фиг. 5



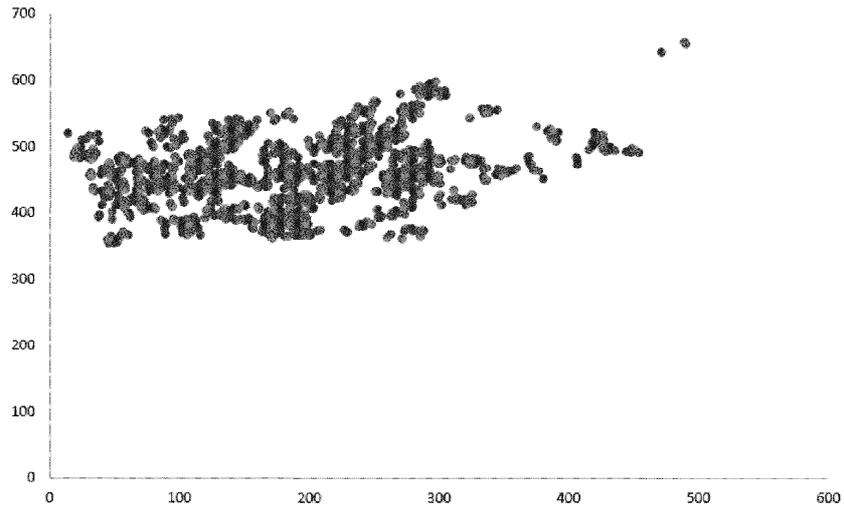
Фиг. 6



Фиг. 7

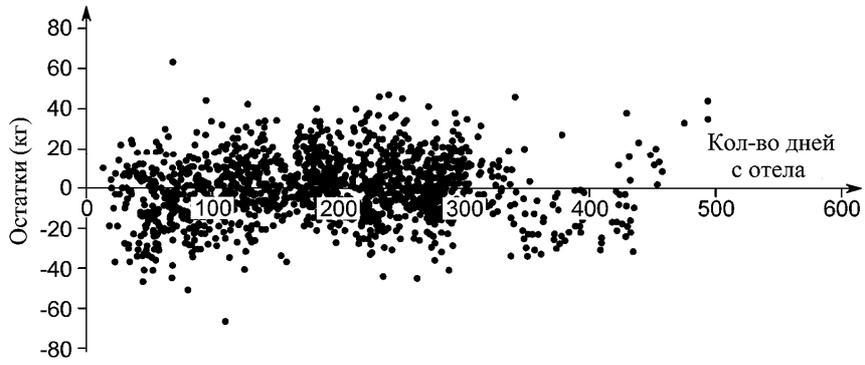


Фиг. 8

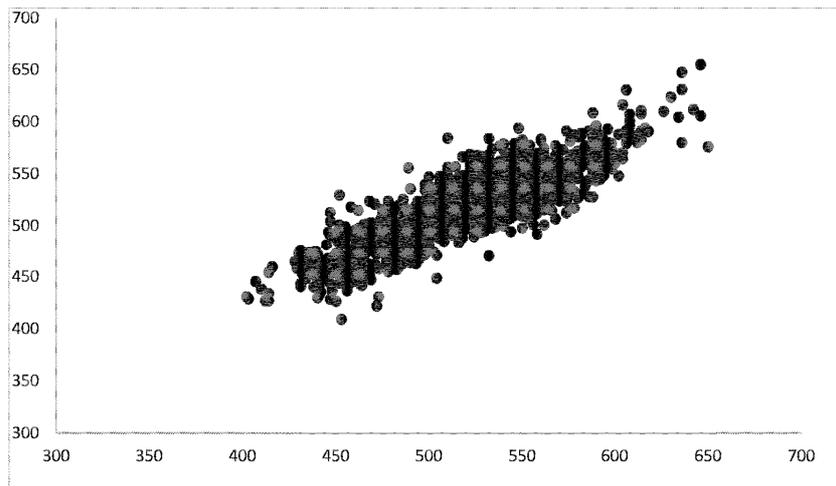


Фиг. 9

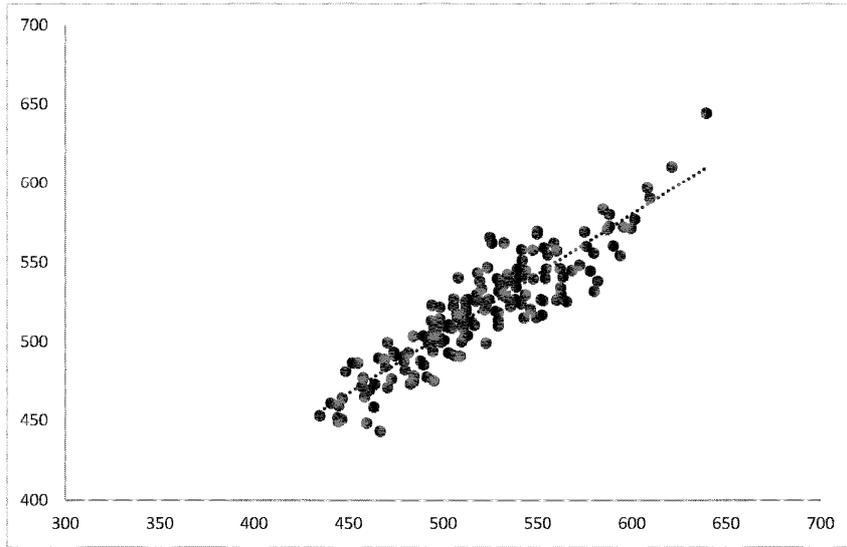
Остатки между измеренным и подсчитанным весом
в зависимости от кол-ва дней с отела



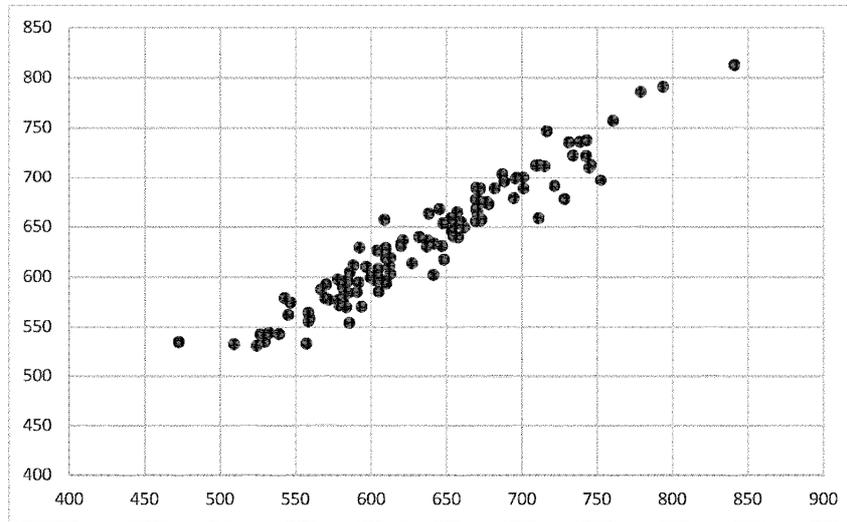
Фиг. 10



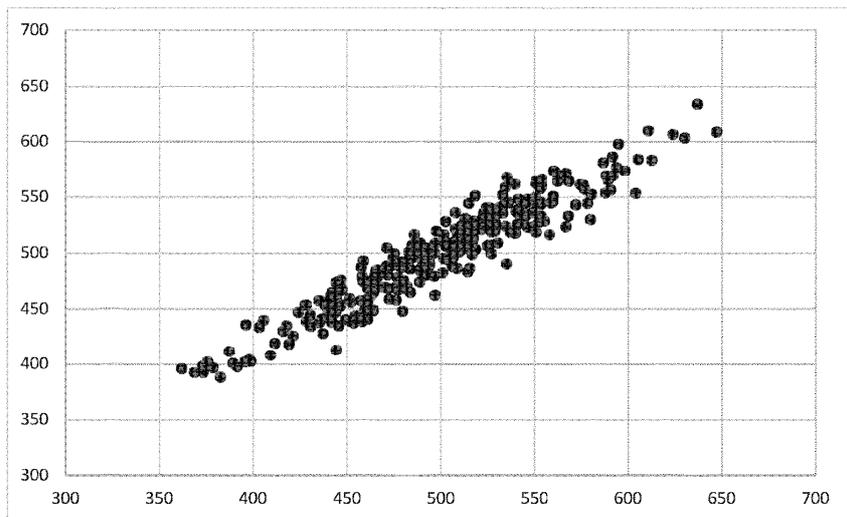
Фиг. 11



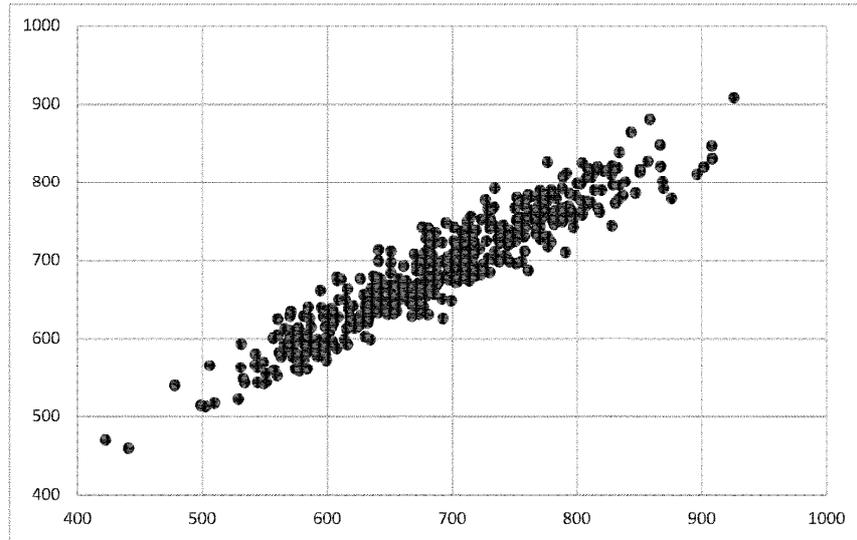
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

