



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112655019 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 31

(21) 申请号 201980055716.2

(22) 申请日 2019.06.25

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112655019 A

(43) 申请公布日 2021.04.13

(30) 优先权数据  
62/689,251 2018.06.25 US  
62/827,203 2019.04.01 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.02.24

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/IL2019/050706 2019.06.25

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/003310 EN 2020.01.02

(73) 专利权人 农场监测公司  
地址 以色列,霍德夏沙隆

(72) 发明人 A·明德尔 Y·科恩

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

专利代理师 李英

(51) Int.Cl.  
G06T 7/174 (2006.01)  
A01K 11/00 (2006.01)  
G01G 17/08 (2006.01)  
G01B 11/02 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 2017124727 A1,2017.05.04  
US 9084411 B1,2015.07.21  
US 2016012278 A1,2016.01.14  
Jianyu Wang等.Semantic Part Segmentation using Compositional Model combining Shape and Appearance.Center for Brains,Minds & Machines.2015,(第32期),第1-11页.

审查员 朱丽华

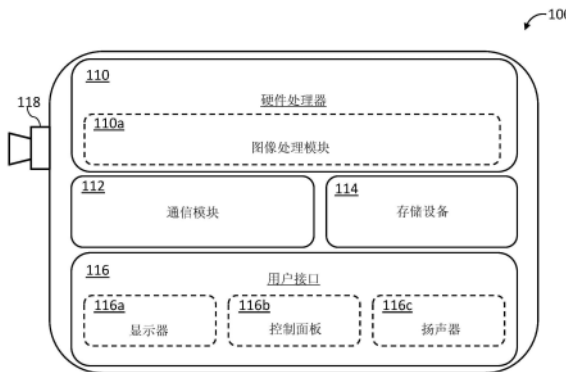
权利要求书4页 说明书15页 附图12页

(54) 发明名称

监控农业围栏中的牲畜

(57) 摘要

一种方法,包括:接收包括一个或多个动物的场景的图像;为所述一个或多个动物中的每个定义区域边界;至少部分地基于预定的参数组,评估所述区域边界中的每个对于进一步处理的适合性;以及确定以下中的至少一项:(i)至少部分地基于所述进一步处理,所述一个或多个动物中的至少某个的物理状态,以及(ii)所述一个或多个动物中的至少某个的身份。



1. 一种估计一个或更多个动物的体重的方法,所述方法包括:
  - 接收描绘包括一个或更多个动物的场景的图像;
  - 处理所述图像以便为经描绘的一个或更多个动物中的每个定义边界框,所述边界框包含所述经描绘的一个或更多个动物的相应的经描绘的动物;
  - 通过确定所述经描绘的一个或更多个动物中的每个的所述边界框是否具有特定形状,评估所述经描绘的一个或更多个动物中的每个对于进一步处理的适合性,所述进一步处理被执行以确定所述经描绘的一个或更多个动物的体重;以及
  - 进一步处理所述图像以确定所述经描绘的一个或更多个动物中被评估为适合进一步处理的那些动物的体重;
  - 其中所述进一步处理包括针对经描绘适合所述进一步处理的动物中的每个:分割相应的边界框以确定与相应的经描绘的动物的身体躯干相关联的区段的边界;以及基于所述区段的所述边界,确定所述相应的经描绘的动物的体重。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述场景包括牲畜群居住环境。
3. 根据权利要求1-2中任一项所述的方法,其中所述图像是相对于所述一个或更多个动物从头顶角度捕获的。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中评估所述适合性进一步基于关于所述经描绘的一个或更多个动物中的每个的预定参数组进行,所述参数组包括以下中的至少一个:所述图像中的边界框的头顶角度、所述图像中的边界框相对于所述图像的获取点的位置、所述场景中的所述经描绘的一个或更多个动物的可见性、所述场景中的所述经描绘的一个或更多个动物的位置、所述场景中的所述经描绘的一个或更多个动物的遮挡以及所述场景中的所述经描绘的一个或更多个动物的身体姿势。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中评估所述适合性包括向所述经描绘的一个或更多个动物中的每个的所述边界框分配适合性分数,并且其中当分配给所述边界框的所述适合性分数超过指定阈值时,所述经描绘的一个或更多个动物被评估为适合进一步处理。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述定义包括应用机器学习检测算法,所述机器学习检测算法被训练以:
  - (i) 将图像分类为描绘动物的图像和未描绘动物的图像;以及
  - (ii) 在描绘动物的所述图像中,通过在所述图像中的每个经描绘的动物周围创建边界框而在经描绘的动物之间进行分离。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中与所述相应的经描绘的动物的所述身体躯干相关联的所述区段的所述边界至少排除所述相应的经描绘的动物的头部、所述相应的经描绘的动物的尾部以及所述相应的经描绘的动物的一个或更多个肢体。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中对与所述动物的所述身体躯干相关联的所述区段的边界的所述确定包括应用经训练的机器学习分割算法,并且其中所述机器学习分割算法使用训练集来训练,所述训练集包括:
  - (i) 动物的多个图像,其中所述图像是从头顶角度捕获的;以及
  - (ii) 与所述多个图像中的所述动物中的每个的身体躯干、头部、尾部和一個或更多个肢体中的至少一些的区段的边界相关联的标签。
9. 根据权利要求7-8中任一项所述的方法,其中所述确定所述相应的经描绘的动物的

体重包括：

基于相应的边界框,提取图像信息,所述图像信息包括所述图像中的像素的坐标、所述区段的像素距所述图像中间的距离、所述区段中的像素数量以及所述图像中所述相应的经描绘的动物的重心;

使用包括所述图像信息的向量作为经训练的机器学习算法的输入,来确定所述相应的经描绘的动物的体重。

10. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括:

检测与所述经描绘的一个或更多个动物中的特定动物相关联的可见标记;和

基于 (a) 所述可见标记和 (b) 所述可见标记相对于相应的边界框的位置来识别所述特定动物。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述可见标记包括附接到所述特定动物的耳朵的一个或更多个标签,并且其中识别所述特定动物包括:

当所述特定动物被评估为适合于进一步处理时,进一步分割所述相应的边界框以确定与所述特定动物的头部相关联的区段的边界,以及

基于所述标签和所述头部来识别所述特定动物。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述特定动物的所述一个或更多个标签包括多个标签,所述多个标签具有多于一种的颜色、灰度和/或形状,提供独特地识别所述特定动物的代码。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中识别所述特定动物包括检查在彼此预定距离范围内是否检测到所述多于一种的颜色中的两种颜色,以:

当所述两种颜色之间的距离在所述预定距离范围内时,根据预定义的颜色代码配置将识别分配给所述特定动物;和

当所述两种颜色之间的所述距离超过所述预定距离范围时或者当在所述预定距离范围内检测到所述多于一种的颜色中的多于两种的颜色时,声明识别没有成功。

14. 根据权利要求11-13中任一项所述的方法,还包括 (i) 接收所述场景的图像序列,以及 (ii) 追踪所述图像序列中的所述经描绘的一个或更多个动物中的至少一个,其中所述追踪基于以下中的至少一个: (i) 定义的边界框、(ii) 与身体躯干相关联的所述区段的所述边界或 (iii) 与所述头部相关联的所述区段的所述边界。

15. 一种用于估计一个或更多个动物的体重的系统,所述系统包括:

至少一个硬件处理器;以及

非暂时性计算机可读存储介质,其上存储有程序指令,所述程序指令可由所述至少一个硬件处理器执行以:

接收描绘包括一个或更多个动物的场景的图像,

为经描绘的一个或更多个动物中的每个定义边界框,所述边界框包含所述经描绘的一个或更多个动物的相应的经描绘的动物,

通过确定所述经描绘的一个或更多个动物中的每个的所述边界框是否具有特定形状,评估所述经描绘的一个或更多个动物中的每个对于进一步处理的适合性,所述进一步处理被执行以确定所述经描绘的一个或更多个动物的体重;以及

进一步处理所述图像以确定所述经描绘的一个或更多个动物中被评估为适合进一步

处理的那些动物的体重；

其中所述至少一个硬件处理器被配置为针对适合所述进一步处理的经描绘的动物中的每个通过以下步骤执行所述进一步处理：分割相应的边界框以确定与相应的经描绘的动物的身体躯干相关联的区段的边界；以及基于所述区段的所述边界，确定所述相应的经描绘的动物的体重。

16. 根据权利要求15所述的系统，其中所述场景包括牲畜群居住环境。

17. 根据权利要求15-16中任一项所述的系统，其中所述图像是相对于所述一个或更多个动物从头顶角度捕获的。

18. 根据权利要求17所述的系统，其中所述至少一个硬件处理器被配置为进一步基于相对于所述经描绘的一个或更多个动物中的每个的预定参数组评估所述适合性，所述参数组包括以下中的至少一个：所述图像中的所述边界框的头顶角度、所述图像中的所述边界框相对于所述图像的获取点的位置、所述场景中的所述经描绘的一个或更多个动物的可见性、所述场景中的所述经描绘的一个或更多个动物的位置、所述场景中的所述经描绘的一个或更多个动物的遮挡以及所述场景中的所述经描绘的一个或更多个动物的身体姿势。

19. 根据权利要求18所述的系统，其中所述至少一个硬件处理器被配置为通过向所述经描绘的一个或更多个动物中的每个的所述边界框分配适合性分数而评估所述适合性，并且当分配给所述边界框的所述适合性分数超过指定阈值时，将所述经描绘的一个或更多个动物评估为适合进一步处理。

20. 根据权利要求19所述的系统，其中所述至少一个硬件处理器被配置为通过应用机器学习检测算法定义所述边界框，所述机器学习检测算法被训练以：

(i) 将图像分类为描绘动物的图像和未描绘动物的图像；以及

(ii) 在描绘动物的所述图像中，通过在所述图像中的每个经描绘的动物周围创建边界框而在经描绘的动物之间进行分离。

21. 根据权利要求15所述的系统，其中与所述相应的经描绘的动物的所述身体躯干相关联的所述区段的所述边界至少排除所述相应的经描绘的动物的头部、所述相应的经描绘的动物的尾部以及所述相应的经描绘的动物的一个或更多个肢体。

22. 根据权利要求15-16中任一项所述的系统，其中所述至少一个硬件处理器被进一步配置为通过应用经训练的机器学习分割算法确定与所述动物的所述身体躯干相关联的所述区段的所述边界，并且其中所述机器学习分割算法使用训练集来训练，所述训练集包括：

(i) 动物的多个图像，其中所述图像是从头顶角度捕获的；以及

(ii) 与所述多个图像中的所述动物中的每个的身体躯干、头部、尾部和一个或更多个肢体中的至少一些的区段的边界相关联的标签。

23. 根据权利要求15-16中任一项所述的系统，其中所述至少一个硬件处理器被进一步配置为通过以下步骤确定所述相应的经描绘的动物的体重：

(i) 基于所述相应的边界框，提取图像信息，所述图像信息包括所述图像中的像素的坐标、所述区段的像素距所述图像中间的距离、所述区段中的像素数量以及所述图像中所述相应的经描绘的动物的重心；以及

(ii) 使用包括所述图像信息的向量作为经训练的机器学习算法的输入，来确定所述相应的经描绘的动物的体重。

24. 根据权利要求23所述的系统,其中所述至少一个硬件处理器进一步被配置为:检测与所述经描绘的一个或多个动物中的特定动物相关联的可见标记;和基于(a)所述可见标记和(b)所述可见标记相对于所述相应的边界框的位置来识别所述特定动物。

25. 根据权利要求24所述的系统,其中所述可见标记包括附接到所述特定动物的耳朵的一个或多个标签,并且其中所述至少一个硬件处理器被配置为进一步通过以下方式识别所述特定动物:

当所述特定动物被评估为适合进一步处理时,分割所述相应的边界框以确定与所述特定动物的头部相关联的区段的边界,以及

基于所述标签和所述头部来识别所述特定动物。

26. 根据权利要求25所述的系统,其中所述特定动物的所述一个或多个标签包括多个标签,所述多个标签具有多于一种的颜色、灰度和/或形状,提供独特地识别所述特定动物的代码。

27. 根据权利要求26所述的系统,其中所述至少一个硬件处理器还被配置为通过检查在彼此预定距离范围内是否检测到所述多于一种的颜色中的两种颜色来识别所述特定动物,以便:

当所述两种颜色之间的距离在所述预定距离范围内时,根据预定义的颜色代码配置将识别分配给所述特定动物;和

当所述两种颜色之间的所述距离超过所述预定距离范围时或者当在所述预定距离范围内检测到所述多于一种的颜色中的多于两种的颜色时,声明识别没有成功。

28. 根据权利要求25-27中任一项所述的系统,其中所述指令进一步可执行以(i)接收所述场景的图像序列,以及(ii)基于(i)定义的边界框、(ii)与身体躯干相关联的所述区段的所述边界或(iii)与所述头部相关联的所述区段的所述边界中的至少一个,追踪所述图像序列中的所述经描绘的一个或多个动物中的至少一个。

## 监控农业围栏中的牲畜

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年6月25日提交的美国临时专利申请No.62/689,251和于2019年4月1日提交的美国临时专利申请No.62/827,203的优先权益,这两个专利申请的标题均为“监控农业围栏中的牲畜(MONITORING LIVESTOCK IN AN AGRICULTURAL PEN)”,其全部内容以引用形式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及一种计算机成像。

### 背景技术

[0004] 现代农场饲养单一物种的牲畜,目的是使动物保持在接近最佳的身体状况下,以实现最大的生长和产量。这样的身体状况可以包括动物的物理状态,例如体重和健康状况,以及围栏的物理状况,例如通风和围栏设备,例如喂养设备、饮水设备等的适当功能。因此,农场持续监控牲畜的喂养、环境状况、健康、体重、生长和繁殖。

[0005] 对牲畜的处置主要由人类进行,他们负责喂养、称重、控制环境物理状态(例如通风)、识别动物的健康、检测疾病和死亡等。

[0006] 体重是围栏中的动物的健康和价值的重要指标。农户需要密切关注动物的体重才能盈利。饲养超过一定重量的动物可能会大幅降低其市场价值,导致农户损失可观的收入。当前称量动物体重的程序效率低下,因为它们既费时又费力。此外,使用体重计给动物称重会使动物承受压力并降低其生长率。因此,农户倾向于做出与动物的体重有关的决定,而没有实际称重并且也不知道它们的实际体重,这些决定可能导致利润损失。

[0007] 对围栏中的动物的身体状况(例如怀孕、分娩和/或疾病)的延迟检测可能会导致新生动物的虐待、高死亡率和流行病。

[0008] 相关技术的前述示例和与其相关的限制是说明性的,而不是排他性的。通过阅读说明书和研究附图,相关技术的其它限制对于本领域技术人员来说将变得显而易见。

### 发明内容

[0009] 结合系统、工具和方法来描述和说明以下实施例及其方面,这些实施例及其方面是示例性和说明性的,而并不限制范围。

[0010] 在实施例中,提供了一种方法,该方法包括:接收包括一个或多个动物的场景的图像;为所述一个或多个动物中的每个定义区域边界;至少部分地基于预定的参数组,评估所述区域边界中的每个对于进一步处理的适合性;以及确定以下中的至少一项:(i)至少部分地基于所述进一步处理,确定所述一个或多个动物中的至少某个的物理状态,以及(ii)所述一个或多个动物中的至少某个的身份。

[0011] 在实施例中,还提供了一种系统,该系统包括:至少一个硬件处理器;以及非暂时性计算机可读存储介质,其上存储有程序指令,该程序指令可由至少一个硬件处理器执行

以:接收包括一个或多个动物的场景的图像,为所述一个或多个动物中的每个定义区域边界,至少部分地基于预定的参数组,评估所述区域边界中的每个对于进一步处理的适合性,并且确定以下中的至少一项:(i)至少部分地基于所述进一步处理,确定所述一个或多个动物中的至少某个的物理状态,以及(ii)所述一个或多个动物中的至少某个的身份。

[0012] 在实施例中,还提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括具有随其而体现的程序指令的非暂时性计算机可读存储介质,该程序指令可由至少一个硬件处理器执行以:接收包括一个或多个动物的场景的图像;为所述一个或多个动物中的每个定义区域边界;至少部分地基于预定的参数组,评估所述区域边界中的每个对于进一步处理的适合性;以及确定以下中的至少一项:(i)至少部分地基于所述进一步处理,确定所述一个或多个动物中的至少某个的物理状态,以及(ii)所述一个或多个动物中的至少某个的身份。

[0013] 在一些实施例中,所述场景包括牲畜群居住环境。

[0014] 在一些实施例中,所述图像是相对于所述一个或多个动物从头顶角度捕获的。

[0015] 在一些实施例中,相对于所述识别的区域边界中的每个,所述参数组包括以下中的至少一个:所述图像中的区域边界的头顶角度、所述图像中的区域边界相对于所述图像的获取点的位置、所述场景中的所述动物的可见性、所述场景中的所述动物的位置、所述场景中的所述动物的遮挡以及所述场景中的所述动物的身体姿势。

[0016] 在一些实施例中,所述评估包括向所述区域边界中的每个分配适合性分数,并且其中仅当分配给区域边界的所述适合性分数超过指定阈值时,执行所述进一步处理。

[0017] 在一些实施例中,所述定义包括应用机器学习检测算法,并且其中所述机器学习检测算法使用训练集来训练,该训练集包括:(i)场景的多个图像,其中所述场景中的每个包括一个或多个动物;以及(ii)与所述图像中的所述一个或多个动物中的每个相关联的标签。

[0018] 在一些实施例中,所述进一步处理包括针对所述动物中的每个,识别与所述动物的身体躯干相关联的区段边界。

[0019] 在一些实施例中,与所述动物的所述身体躯干相关联的所述区段边界至少排除所述动物的头部、所述动物的尾巴/尾部以及所述动物的一个或多个肢体。

[0020] 在一些实施例中,对于与所述动物的所述身体躯干相关联的所述区段边界的所述识别包括应用训练的机器学习分割算法,并且其中所述机器学习分割算法使用训练集来训练,该训练集包括:(i)动物的多个图像,其中所述图像是从头顶角度捕获的;以及(ii)与所述多个图像中的所述动物中的每个的身体躯干、头部、尾部和—个或多个肢体中的至少—些的区段边界相关联的标签。

[0021] 在一些实施例中,对于所述物理状态的所述确定至少部分地基于与所述动物中的每个的所述身体躯干相关联的所述区段边界与参考数据之间的比较。

[0022] 在一些实施例中,对于所述物理状态的所述确定包括应用训练的机器学习算法,并且其中所述机器学习算法使用训练集来训练,该训练集包括:(i)动物躯干的多个图像,其中所述图像是从头顶角度捕获的;以及(ii)与所述物理状态相关联的标签。

[0023] 在一些实施例中,对于所述动物中的每个,所述物理状态是所述动物的发育阶段、体积、体重、表面参数、颜色、状态、健康、成熟度和相似性中的至少一个。

[0024] 在一些实施例中,对于所述一个或多个动物中的至少—些的所述身份的所述确定

至少部分地基于：(i) 检测与所述区域边界中的每个相关联的识别区域，以及 (ii) 将所述检测到的识别区域与已知身份匹配。

[0025] 在一些实施例中，所述识别区域位于所述动物的特定身体区域。

[0026] 在一些实施例中，所述识别区域包括以下中的一个或多个：一个或多个彩色标签、灰度标签、纹身、条形码、带有文本的标签、带有数字的标签以及快速响应 (QR) 码。

[0027] 在一些实施例中，所述一个或多个动物是相同类型和品种的动物群体。

[0028] 在一些实施例中，所述动物选自包括以下动物的牲畜动物群：牛、母牛、猪、绵羊和山羊。

[0029] 在一些实施例中，该方法还包括并且该程序指令进一步可执行以 (i) 接收所述场景的图像序列，以及 (ii) 追踪所述图像序列中的所述一个或多个动物中的至少一个。

[0030] 在一些实施例中，所述图像序列是视频流。

[0031] 在一些实施例中，所述追踪基于以下中的至少一个：(i) 定义的区域边界、(ii) 区段边界、或 (iii) 与所述一个或多个动物中的所述至少一个相关联的识别区域。

[0032] 通过参考附图和研究以下详细描述，除了上述示例性方面和实施例之外，其它方面和实施例将变得显而易见。

## 附图说明

[0033] 现在将参考以下说明性附图，结合某些示例和实施例来描述本公开，以便可以更全面地理解本公开。在附图中：

[0034] 图1A是根据本发明实施例的用于自动识别牲畜群体环境中的单个动物并确定一个或多个身体、发育和/或健康状态参数的示例性系统的框图；

[0035] 图1B是动物的俯视图；

[0036] 图2A、2B、2C和2D是根据本发明实施例的用于识别牲畜群体环境中的单个动物并确定一个或多个身体、发育和/或健康状态参数的过程的示意图；

[0037] 图3A和3B是功能步骤的流程图，该功能步骤是根据本发明实施例的用于识别牲畜群体环境中的单个动物并确定一个或多个身体、发育和/或健康状态参数的过程；

[0038] 图4A-4B例示了根据本发明实施例的由检测和识别模块运行的过程；

[0039] 图5是根据本发明实施例的由评估模块创建的结果图像的示例；以及

[0040] 图6例示了根据本发明实施例的由监控模块运行的过程。

[0041] 应当理解，为了说明的简单和清楚起见，图中所示的元件不一定是按比例绘制的。例如，为了清楚起见，一些元件的尺寸可以相对于其它元件被放大。此外，在认为适当的情况下，附图标记可以在附图中重复，以指示相同或相似的元件。

## 具体实施方式

[0042] 在以下描述中，将描述本发明的各个方面。出于解释的目的，阐述了具体的配置和细节，以便提供对本发明的透彻理解。然而，对于本领域技术人员来说显而易见的是，可以在本文未给出的所有具体细节的情况下实施本发明。此外，可以省略或简化众所周知的特征，以免模糊本发明。

[0043] 根据本发明实施例的方法和系统旨在提供自动计算机化系统，用于 (i) 识别牲畜

群体环境中的单个动物,以及(ii)确定关于所识别的动物的一个或多个身体、发育和/或健康状态参数。

[0044] 在一些实施例中,牲畜群体包括例如牛、母牛、奶牛、公牛、小牛、猪、母猪、公猪、小猪、马、绵羊、山羊和/或鹿。在一些实施例中,动物群体具有相同的类型、品种和/或种族。

[0045] 在一些实施例中,本公开提供了与牲畜的身体、发育和/或健康状态(例如个体身份、大小、体积、体重、表面参数、颜色、状态、健康、成熟度、相似性、行为状态、情绪、视觉注意力以及其它相关参数)相关联的多个参数的计算和/或估计。

[0046] 在一些实施例中,将牲畜安置在群居环境中,例如围栏、喂食区域和/或用于容纳多个动物的类似围栏。在一些实施例中,本公开提供了通过成像设备获取居住环境的一个或多个图像和/或视频图像的视频流。在一些实施例中,从头顶角度获取图像,使得图像基本上捕获每个动物的背部区域。

[0047] 在一些实施例中,本公开使用一种或多种物体检测方法来检测图像中的一个或多个动物。在一些实施例中,本公开被配置成例如通过边界框来定义图像中每个动物的边界。如本文所使用的,术语“边界框(bounding box)”是指图像中包围内容的区域。例如,一个或多个边界框可以是例如图像中被识别的对象周围的正方形或矩形框架。

[0048] 在一些实施例中,本公开然后可以被配置为例如通过评定边界框中的动物的完整性(例如,当动物仅部分地表示在图像中时)、动物身体姿势(例如,站立、躺下)、可见度、遮挡(例如,当动物彼此靠近站立时,或者当一个动物跨过另一个动物时)和/或相对于成像设备的位置(其确定了图像中的动物的视角)中的至少一个,评估图像中每个检测到的动物对于进一步处理的适合性。

[0049] 在一些实施例中,本公开可以被配置为向在图像中检测到的每个动物分配适合性分数,其中当适合性分数超过例如指定阈值时,可以提供图像的进一步处理。

[0050] 在一些实施例中,图像的进一步处理可以包括例如,将图像中与动物相关联的每个边界框分割成与例如动物的身体躯干、动物的头部、四肢和尾巴相关联的区段。

[0051] 在一些实施例中,本公开进一步提供了至少部分地基于与动物的身体躯干相关联的区段与参考数据之间的比较,确定动物的身体、发育和/或健康状态。在一些实施例中,关于动物的身体、发育和/或健康可以包括例如尺寸、体积、体重、表面参数、颜色、状态、卫生、成熟度、相似性、行为状态、情绪、视觉注意力以及其它相关参数。

[0052] 在一些实施例中,本公开可以进一步被配置为基于例如已知的动物身份来识别在图像中检测到的一个或多个动物。在一些实施例中,动物识别至少部分地基于检测与动物的边界框相关联的识别区域,并将检测到的识别区域与已知的身份匹配。在一些实施例中,识别区域可以位于所述动物的特定身体区域。在一些实施例中,识别区域包括以下中的至少一个:一个或多个彩色标签、纹身、条形码、带有文本和/或数字的标签和/或快速响应(QR)码。

[0053] 图1A是示例性系统100的框图,该系统100用于自动识别牲畜群体环境中的单个动物,并确定关于所识别的动物的一个或多个身体、发育和/或健康状态参数。本文描述的系统100仅是本发明的示例性实施例,并且实际上可以具有比所示更多或更少的部件,可以组合两个或更多个部件,或者可以具有不同的部件配置或布置。系统100的各种部件可以以硬件、软件或硬件和软件的组合来实现。在各种实施例中,系统100可以包括专用硬件设备,例

如移动设备、蜂窝电话、数码相机等。

[0054] 在一些实施例中,系统100可以包括硬件处理器110、通信模块112、存储器存储设备114、用户接口116和成像设备118以及光源120。系统100可以在其非易失性存储器诸如存储设备114中,存储被配置为操作处理单元(也称为“硬件处理器”、“CPU”或简称为“处理器”)诸如硬件处理器110的软件指令或部件。在一些实施例中,软件部件可以包括操作系统,包括各种软件部件和/或驱动程序以用于控制和管理一般系统任务(例如,存储器管理、存储设备控制、电源管理等)并促进各种硬件部件与软件部件之间的通信。

[0055] 在一些实施例中,非暂时性计算机可读存储设备114(其可以包括一个或多个计算机可读存储介质)用于存储、检索、比较和/或注释捕获的图像帧。可以基于一个或多个属性或标签例如时间戳、用户输入的标签或指示帧的关联的应用图像处理的结果等等,将图像帧存储在存储设备114上。

[0056] 操作硬件处理器110的软件指令和/或部件可以包括用于接收和分析由成像设备118捕获的多个图像帧的指令。例如,硬件处理器110可以包括图像处理模块110a,其从成像设备118接收一个或多个图像和/或图像流,并对其应用一种或多种图像处理算法。在一些实施例中,图像处理模块110a和/或机器学习模块110b包括一种或多种算法,所述算法被配置为使用任何合适的图像处理技术在由成像设备118捕获的图像中执行对象检测、分割、辨别、识别和/或分类。由图像处理模块110a接收的图像流可以根据其各自的源设备的特征和目的而在分辨率、帧速率(例如,在每秒15帧至35帧之间)、格式和协议方面变化。取决于实施例,图像处理模块110a可以通过各种处理功能路由图像流,或者将该图像流路由到输出电路或另一个逻辑目的地,该输出电路将用于例如在显示器116a上呈现的处理后的图像流通过网络发送到记录系统。在图像处理模块110a中,图像流处理算法可以提高可见度,并减少或消除由成像设备提供的图像流中的失真、眩光或其它不期望的影响。图像流处理算法可以减少或去除图像流中存在的雾、烟、污染物或其它模糊。图像流处理模块110a可以单独或组合地应用图像流处理算法。

[0057] 在一些实施例中,系统100包括通信模块(或一组指令)、接触/运动模块(或一组指令)、图形模块(或一组指令)、文本输入模块(或一组指令)、全球定位系统(GPS)模块(或一组指令)、语音识别和/或语音复制模块(或一组指令)以及一个或多个应用(或一组指令)。

[0058] 例如,通信模块112可以将系统100连接到网络,例如互联网、局域网、广域网和/或无线网络。通信模块112便于通过一个或多个外部端口与其它设备通信,并且还包括用于处理由系统100接收的数据的各种软件部件。

[0059] 在一些实施例中,系统100的用户界面116包括用于显示图像的显示监视器116a、用于控制系统100的控制面板116b以及用于提供音频反馈的扬声器116c。在一些变型中,显示器116a可以用作取景器和/或实时显示器,用于由成像设备118获取的静态和/或视频图像。由显示器116a呈现的图像流可以是源自成像设备118的图像流。

[0060] 成像设备118被广泛地定义为捕获图像并将它们表示为数据的任何设备。成像设备118可以包括2D或3D相机和/或被配置为捕获图像的相机,其中即使在低照度的物理状态下(例如,在夜间)也可以检测和/或识别动物。一个或多个成像设备118可以安装在牲畜饲养环境中,从而通常可以以已知的角度捕获多个感兴趣的区域(例如,喂养区域和饮水区域)。成像设备118可以安装在例如围栏的天花板上,使得其可以捕获整个围栏或一个或多

个感兴趣区域的俯视图像,如图1B所示。

[0061] 成像设备118可以是基于光学的,但是也可以包括深度传感器、射频成像、超声成像、红外成像等。在一些实施例中,成像设备118可以被配置成检测RGB(红-绿-蓝)光谱数据。在其它实施例中,成像设备118可以被配置为检测单色、紫外(UV)、近红外(NIR)和短波红外(SWIR)光谱数据中的至少一个。在一些实施例中,成像设备118包括数字成像传感器,该数字成像传感器选自包括基于硅的检测器、互补金属氧化物半导体(CMOS)、电荷耦合器件(CCD)、砷化镓(InGaAs)以及偏振敏感传感器元件的组。成像设备118还可以包括例如变焦、放大和/或聚焦能力。成像设备118还可以包括诸如滤色、偏振和/或眩光去除之类的功能,以实现最佳的可视化。成像设备118还可以包括图像流记录系统,该图像流记录系统被配置为接收和存储通过系统100接收、处理和/或呈现的图像流的记录。

[0062] 在一些实施例中,系统100包括一个或多个用户输入控制设备,例如物理或虚拟操纵杆、鼠标和/或点击轮。在其它变型中,系统100包括外围接口、RF电路、音频电路、麦克风、输入/输出(I/O)子系统、其它输入或控制设备、光学或其它传感器以及外部端口中的一个或多个。系统100还可以包括一个或多个传感器,例如接近传感器和/或加速度计。上述模块和应用中的每个对应于用于执行上述一个或多个功能的一组指令。这些模块(即指令集)不需要被实现为单独的软件程序、过程或模块,因此这些模块的各种子集可以在各种实施例中被组合或以其它方式重新排列。

[0063] 本文描述的系统100仅是本系统的示例性实施例,并且可以具有比所示更多或更少的部件,可以组合两个或更多个部件,或者可以具有不同的部件配置或布置。系统100的各种部件可以以硬件、软件或硬件和软件的组合来实现,包括一个或多个信号处理和/或专用集成电路。在各种实施例中,系统100可以包括专用硬件设备,或者可以形成对现有医疗设备(例如阴道镜)的添加或扩展。此外,可以由计算机程序指令实现的本系统的各方面可以在通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理设备上执行。

[0064] 在一些实施例中,系统100可以被配置成控制与牲畜环境和围栏的操作相关联的一个或多个设备、器具和/或系统,例如通风系统;喂养系统;(用油漆)标记特定动物的喷涂设备;供暖系统;等等。在一些实施例中,可以由系统100控制的附加设备可以包括例如维护可以向其写入数据的数据库的设备;或者运行应用程序的设备,该应用可以包括例如消息应用程序。

[0065] 在一些实施例中,系统100可以进一步包括传感器模块,该传感器模块可以包括提供关于环境状况(例如,温度、湿度)和/或动物行为、运动、位置和/或速度的信息的传感器。

[0066] 在一些实施例中,用户应用程序可以安装在任何用户设备例如计算机或移动设备上,并且可以例如通过通信模块112与系统100通信。用户应用可以在给定时间和/或随着时间的推移,向用户提供关于围栏中的每个个体动物和整个围栏、整个建筑物和/或整个农场的信息。此外,用户应用可以例如基于存储在数据库中的数据,提供关于动物的物理状态(例如,体重、健康等)的预测。此外,用户应用可以提供关于警告动物或围栏的物理状态的警报和通知。在一个示例中,用户应用可以包括或者可以连接到用户界面116,用于显示例如图像、指令和/或通知(例如,经由在监视器上显示的文本或其它内容)。用户界面116也可以被设计成从外部用户接收输入。例如,用户接口设备可以包括监视器和键盘和/或鼠标和/或触摸屏,以使外部用户能够与系统交互。在一些实施例中,用户界面可以包括可以点

亮或改变颜色的灯或另一个指示器例如音频播放器以发出声音。可选地,可以在诸如智能电话、平板电脑或个人计算机之类的多用途设备上提供用户界面。

[0067] 现在参考图2A、2B、2C和2D,其是根据本发明的实施例构造和操作的监控过程200的示意图。

[0068] 在一个实施例中(图2A),监控过程200可以接收图像201(例如,2D图像)的序列,处理图像201中的每个,并创建包括图像中的至少一些动物的物理状态和/或至少一些动物的身份中的至少一个的输出。

[0069] 在一个实施例中,监控过程200包括操作例如图1A中的图像处理模块110a以应用:检测模块210,用于从图像中检测个体动物;识别模块220,用于给个体动物分配身份;评估模块230,用于评估动物和/或围栏的物理状态;以及输出模块240,用于基于评估的标识和物理状态来生成适当的输出。

[0070] 在一个实施例中,如图2B所示,监控过程200可以实现流程20。在步骤22中,监控过程200可以接收围栏的区域的图像。在步骤24中,监控过程200可以经由识别模块220,基于与特定动物相关联的图像像素来识别特定动物。在步骤26中,监控过程200可以经由评估模块230从图像评估与所识别的动物相关的物理状态。

[0071] 在一个实施例中,如图2C和2D所示,图像201可以是围栏中的检测模块210和识别模块220可以同时操作的区域的俯视图图像。在步骤211中,检测模块210可以检测和分割图像201中存在的不同动物,并且在步骤221中,识别模块220可以识别图像201中的每个特定动物。在检测、分割和识别每个动物之后,在步骤231中,评估模块230可以评估每个动物或围栏的物理状态,并且在步骤241中,输出生成模块240可以创建并发送输出。

[0072] 检测(和分割)和识别图像201中的动物的步骤的顺序可以在不同的实施例中变化。在一个实施例中,检测模块210可以首先在步骤221中操作以检测图像201中存在的不同动物,然后仅识别模块220可以在步骤211中操作以识别每个特定动物(图2C)。在另一个实施例中,监控过程200可以首先激活识别模块220以首先识别每个特定的动物,然后激活检测模块210以检测和分割不同的动物。

[0073] 现在将参考图3A描述功能步骤,该功能步骤是用于检测图像中的动物的过程。

[0074] 在步骤300,系统诸如图1A中的系统100可以接收描绘牲畜围栏中的区域的俯视图的图像序列。

[0075] 在一些实施例中,在步骤302,图像处理模块110a可以被配置为通过例如首先定义与图像中的每个动物相关联的边界框来检测图像中的动物(例如,猪)。在一些实施例中,图像处理模块110a可以使用多个分割过程,例如已训练的多区域卷积神经网络(MR-CNN)或任何其它合适的形状检测和分割算法。例如,可以训练MR-CNN例如以(i)将图像分类为包含动物的图像和不包含动物的图像,(ii)在包含动物的图像中,可以通过在每个动物的周围创建边界形状来在动物之间进行分离,以及(iii)针对图像中的每个像素,确定其属于动物、背景,还是属于另一个动物。其它多个分割过程可以由图像处理模块110a用来检测图像中的动物,包括可以被训练以检测动物的其它机器学习算法。

[0076] 评估模块230可以通常基于由图像处理模块110a执行的检测和分割过程和/或通过图像(或多个图像)应用图像分析算法(例如,形状检测和运动检测算法),从图像(或图像组)201评估动物的物理状态。在一些实施例中,评估模块230可以接收向量作为输入,该

向量包括从图像201提取的信息,例如像素、它们与图像中间的距离、它们的x和y坐标、检测到的动物的重心(例如,基于动物的边界形状)等,并且可以使用机器学习算法在这样的向量上进行训练和/或以其它方式使用这样的向量(例如,如下所述)来从图像评估动物的物理状态。

[0077] 在一些实施例中,该算法可以在训练集上进行训练,该训练集包括包含多个动物的牲畜围栏中的区域的俯视图的多个图像。在一些实施例中,对于图像中动物的存在和/或与“动物”和“背景”相关联的区域,可以用合适的标签来标记训练集图像。

[0078] 在一些实施例中,可以使用已知技术对从3D相机和/或IR相机获得的图像执行动物检测。

[0079] 在一些实施例中,在步骤304,在正确定义了与图像上的动物中的每个相关联的边界框之后,本公开可以被配置为对检测到的动物应用选择标准,并且仅选择那些符合一个或多个标准的动物以用于进一步处理。该标准可以与检测到的形状相关联,(这可以指示所识别的动物的物理状态)。例如,与形状有关的标准可以包括与动物的边界形状和/或其它形状参数有关的标准。与边界形状有关的标准可以包括例如“在图像中具有完整的边界形状”;“边界形状位于距相机垂直方向的特定角度或距离内”(例如,在相机的正下方);“边界形状包括整个动物”;“边界形状的形状是特定的形状”(例如,当处理动物时,边界形状的形状应该是矩形或椭圆形,而不是正方形或圆形)等。与检测到的动物的形状有关的标准可以包括例如,动物的轮廓、其旋转(即,相对于相机轴线的角度)、其姿势(即,它是站立、坐着还是斜躺等)等等。在一些实施例中,选择标准可以基于多个参数,包括但不限于动物在边界框中的完整性(例如,当动物仅部分地表示在图像中时)、动物身体姿势(例如,站立、躺下)、可见度、遮挡(例如,当动物彼此靠近站立时,或者当一个动物跨过另一个动物时)和/或相对于成像设备的位置,该位置确定了图像中的动物的视角。

[0080] 例如,在一些实施例中,可以训练机器学习分类器来对动物形状进行分类,以确定对于进一步处理的适合性。适合性分类阶段的目的是丢弃图像中部分的、不完整的、被遮挡的、距离图像获取点太远和/或离其它动物太近的动物,因为这样的动物在随后的阶段中可能没有被适当地分割。在一些实施例中,机器学习分类器在训练集上进行训练,该训练集包括包含多个动物的牲畜围栏中的区域的俯视图的多个图像,其中可以根据例如动物身体形状(例如,与站立的动物相比,躺在地上的动物可以呈现出更圆的身体形状);它在图像中是作为整体还是部分动物出现;它是否与另一个动物接触;它是否被另一个动物和/或另一个物体遮挡;和/或基于其相对于获取图像的点的位置(这影响图像中的动物的视角),来标记每个动物。

[0081] 然后将经训练的分类器应用于如步骤300中获取的一个或多个图像,以预测图像中的每个动物对于进一步处理的适合性。在一些实施例中,经训练的分类器可以分配适合性分数,其中当适合性分数超过例如指定阈值时,可以提供图像的进一步处理。

[0082] 在一些实施例中,在步骤306,本公开可以被配置为执行图像分割,以从例如动物的头部、四肢和尾巴分割例如图像中的每个动物的身体躯干。

[0083] 在一些实施例中,分割步骤可以包括语义分割的过程,其目的是通过将图像中的每个像素标记为语义类别来恢复直接对应于图像中的对象的图像区域。在某些情况下,卷积神经网络(CNN)诸如MR-CNN可以用于图像语义分割。

[0084] 在一些实施例中,可以在包括动物的俯视图(即,背部区域)的多个图像的训练集上训练机器学习分割算法,其中图像中的对应于语义类别“身体躯干”、“头部”、“四肢”和/或“尾巴/尾部”的区域被标记在图像中。然后,可以将已训练的分割算法应用于如在步骤300中获取的一个或多个图像,以预测图像中的每个区段的对应类别。

[0085] 在一些实施例中,在步骤308,可以处理包括动物的分割的身体躯干区域的图像,以确定动物的物理状态。在一些实施例中,这样的物理状态可以是尺寸、体积、体重、状态、卫生、健康和/或成熟度中的至少一个。在一些实施例中,该确定至少部分地基于与参考数据的比较。

[0086] 在一些实施例中,可以训练机器学习算法以预测训练集上的一个或多个动物的物理状态,该训练集包括多个动物的身体躯干区段的多个图像,其中根据例如与这样的动物相关联的一个或多个物理状态参数来标记每个区段。然后,可以将已训练的机器学习算法应用于如在步骤300中获取的一个或多个图像,以预测与目标动物相关联的一个或多个物理状态参数。

[0087] 在一个实施例中,评估模块230可以通过将像素权重分配给属于动物身体部位的像素并通过使用线性回归计算动物的体重来预测猪的体重。附加参数(例如,动物身体部位的像素数量、每个像素与图像中心的距离等)可以用于评估或预测动物的体重,而线性回归方法可以用于查找每个参数与像素权重的最佳线性相关性。例如,在相机FOV外围的动物的图像中,动物的身体比在相机FOV中心的动物图像中的同一动物的身体更大,并且可能包含更多的像素。使用线性回归方法,可以将动物的体重调整到图像中的动物的位置。在一些实施例中,附加参数(例如,如上所述)可以用于训练神经网络,以基于图像中动物的身体部位来评估动物的体重。

[0088] 可以训练机器学习方法来考虑摄影的角度(例如,当猪位于图像的边缘时忽略一些像素,即忽略那些属于高度投影的像素,因此不应在重量计算中考虑)、图像中的动物的形状和/或位置等。

[0089] 由于动物在围栏中移动,图像201可以仅捕获图像中的动物的一部分,或者可以捕获处于不同姿势的动物,其中一些姿势不能提供评估所需的足够信息。在这些情况下,评估结果可能在连续图像之间变化,例如当动物斜躺时,图像可能仅包括计算其体重所需的像素子集,并且所得评估可能低于实际值。

[0090] 当提供图像序列时,评估模块230可以考虑在被追踪动物的先前图像中评估的体重,并提高对动物物理状态评估的准确性。例如,评估模块230可以计算在序列中的不同图像中针对被追踪动物计算的体重之间的平均值,计算中间值,忽略异常值,考虑在大多数图像中评估的体重,和/或在基于动物的多个图像评估动物的体重时,使用任何其它统计或非统计考虑。通过使用存储在数据库110中的来自先前图像(例如,在过去几天内捕获的同一围栏中的动物和/或其它动物的图像)的信息,可以进一步辅助体重的评估,以使体重评估变得平滑。

[0091] 功能步骤是用于识别图像中的个体/单个动物的过程,现在将参考图3B对其进行描述。在一些实施例中,本公开被配置为基于图像的像素来识别图像中的单个动物和特定动物,该像素与特定动物相关联。在一个实施例中,在图像中检测与特定动物相关联的可见标记,并将其用于识别特定动物。

[0092] 在步骤310,系统,诸如图1A中的系统100可以接收描绘牲畜围栏中的区域的俯视图的图像序列。

[0093] 在一些实施例中,在步骤312,图像处理模块110a可以被配置为通过例如首先定义与图像中的每个动物相关联的边界框来检测图像中的动物(例如,猪)。在一些实施例中,图像处理模块110a可以使用多个分割过程,例如已训练的多区域卷积神经网络(MR-CNN)或任何其它合适的形状检测和分割算法。可以训练MR-CNN,例如以(i)将图像分类为包含动物的图像和不包含动物的图像,(ii)在包含动物的图像中,可以通过在每个动物的周围创建边界形状来在动物之间进行分离,以及(iii)针对图像中的每个像素确定它是属于动物、背景还是另一个动物。其它多个分割过程可以由图像处理模块110a采用来检测图像中的动物,包括可以被训练以检测动物的其它机器学习算法。

[0094] 在一个实施例中,在步骤314,图像处理模块110a的识别模块220基于可见标记并基于可见标记相对于图像中的特定动物的位置来识别特定动物。例如,可见标记可以在动物的边界形状内,或者在距边界形状的预定距离内。在另一个示例中,可见标记可以在动物的头上。在一个实施例中,可见标记包括附着到每个动物头部的特定位置的颜色标签。一个或多个颜色标签(可能具有不同的形状)可以附着到相对于动物的特定位置,例如,在动物的耳朵中和/或在相对于彼此的特定位置,从而产生多个独特的组合,每个组合独特地识别特定的动物。在一些实施例中,标签可以具有不同的灰度级,相机和/或和/或围栏的图像的图像分析可以使用灰度图像技术,以避免与围栏中的照明有关的问题。在一些实施例中,每个颜色(或灰度)标签可以包括一个或多个颜色或灰度级。颜色(或灰度级)标签的不同可能组合、它们的不同形状以及它们彼此之间的可能关系在此被称为“颜色代码”。

[0095] 识别模块220可以检测标签的颜色/形状,并基于颜色/形状组合提供每个动物的识别。识别模块220可以在图像中相对于特定动物的预定位置检测一个或多个可见颜色代码,并且可以基于该检测向动物分配唯一的身份。

[0096] 在步骤316,在一些实施例中,可见标记可以包括特定动物所特有的可能瞬时的图案(例如,动物身体上特定位置处的动物皮肤的独特纹理、动物皮肤上的污垢或其它自然元素的独特图案等)。一旦检测到特定动物并且瞬时或其它可见标记与该特定动物相关联,就可以在围栏的整个图像中追踪该动物,并且基于该可见标记在任何点识别该动物。在瞬时可见标记的情况下,对动物的追踪和识别可能会持续有限的时间,例如几分钟到几小时。

[0097] 通过在图像上应用已知的追踪算法,例如通过使用光流,可以在围栏的整个图像中追踪动物。

[0098] 在一些实施例中,可以基于颜色代码在至少一个图像中识别被追踪的动物。一旦基于颜色代码识别动物,就可以将识别出的动物上的其它可能更容易看见的标记(例如上面提到的瞬时图案)与识别出的动物相关联,然后可以基于更容易看见的标记在将来的图像中识别该动物。

[0099] 在一些实施例中,可以通过使用面部识别算法来识别动物。例如,一个相机不位于围栏的天花板而是位于能够捕获动物面部的位置,提供特定位置的动物的面部图像。同一动物可以同时由位于围栏的天花板上的相机拍摄。这两个图像可以相互关联,以能够基于动物的面部图像在俯视图图像中为该动物分配身份。

[0100] 现在参考图4A,其是流程400的示意图,流程400可能由识别模块220实现,以使用

与特定动物相关联的可见标记,例如颜色标记来识别特定动物。颜色标记识别流程400可以识别在用红绿蓝(RGB)颜色模型编码的2D图像中标记有两种颜色的动物。流程400的输入可以是RGB图像201。在步骤410中,识别模块220可以将RGB图像转换成色调、饱和度和值(HSV)模型。在步骤420中,识别模块220可以使用例如形态滤波来识别HSV模型中的颜色。在步骤430中,识别模块220可以检查是否在彼此之间的预定距离范围内检测到两种颜色,例如两种识别出的颜色之间的距离是否小于预定值。如果在预定范围内检测到两种颜色,则在步骤440中,识别模块220可以根据预定义的颜色代码配置将识别分配给特定动物,例如,粉色和蓝色符合猪编号X的颜色代码。如果在预定范围之外的距离处检测到两种颜色,或者如果在预定范围内检测到两种以上的颜色,则识别模块220可以在步骤450中声明识别没有成功。

[0101] 现在参考图4B,其包括子图像201B,子图像201B包括来自在图像201中捕获的猪中的一只猪。可以注意到,识别模块220可以处理作为输入接收的原始图像201或者在由图像处理模块110a处理之后的图像201A。识别模块220可以检测子图像201B中的颜色标签410和420,并且可以确定标签是否在彼此的预定距离范围内。识别模块220然后可以确定每个标签的颜色(例如,标签410的颜色被识别为粉色,标签420的颜色被识别为蓝色)。一旦确定了颜色标签上的颜色,就可以识别出该猪。

[0102] 在一些实施例中,颜色代码取决于第一颜色(或灰度)标签相对于第二颜色(或灰度)标签的位置。替代地或附加地,颜色代码可以取决于不同颜色(或灰度)标签的形状。

[0103] 可以使用已训练的神经网络或其它机器学习技术来实现替代的颜色标记识别流程,以识别图像中的颜色标签,以及基于颜色代码并且可能基于猪的形状来识别猪。

[0104] 识别模块220可以使用图像序列来追踪动物,以提高对它们的识别的准确性。由于每个动物可能在围栏中移动,图像201可能未捕获到每个图像中的猪的整个颜色标记,因此识别模块220可能无法在一些图像中识别动物。当将图像序列提供给识别模块220时,在提供的图像中的至少一个中捕获整个颜色标记的概率增加,并且在该序列的一个图像中获取的动物的身份可以用于该序列的其它图像,其中动物被追踪并且识别失败。

[0105] 识别模块220可以使用任何其它合适的技术来识别动物。由识别模块220使用的替代图像处理识别机制可以基于纹身、条形码、快速响应(QR)码或位于动物身体上部的任何其它独特可识别的可见标记,其对于成像设备118是可见的。个体动物的识别也可以由除图像传感器之外的传感器来辅助,例如包括RFID传感器(用于识别电子项圈和/或电子耳标(例如,RFID标签),或者用于识别非电子项圈、非电子耳标的传感器等中的一个或多个)。

[0106] 现在参考图5,其是由对图像201B(图4B)进行操作的评估模块230创建的结果图像201C的示例。可以注意到,可以对由图像处理模块110a选择的边界框中的所有动物实施相同的过程。从图5中可以看出,评估模块230可以将图像201C中的形状划分或分离为代表头部510、身体520和腿部530的三个部分。

[0107] 在一个实施例中,识别模块220可以在评估模块230将特定动物分离为头部和身体部分之后工作。在这种情况下,识别模块220可以基于头部来识别特定动物(例如,如上所述,基于附着在动物耳朵上的颜色标签),并且评估模块230可以基于身体部分来评估特定动物的物理状态。

[0108] 评估模块230可以根据由图像捕获的动物随时间的行为和位置,评估动物的健康

物理状态。例如,如果动物在预定数量的连续图像中未改变其姿势和/或位置,评估模块230可以评估为该动物生病或死亡。如果在预定数量的连续图像中,在围栏中的喂养或饮水设备附近未检测到动物,则评估模块230可以评估为该动物的健康状况不佳。如果根据动物在预定数量的连续图像中的位置计算出的该动物的平均速度高于或低于围栏中的其它动物的平均速度或其自身在过去的速度(例如,从存储在数据库110中的信息可知),则评估模块230可以评估该动物生病。

[0109] 在一个实施例中,评估模块230可以利用用于视频内容分析的机器学习技术来评估动物的物理状态,例如,动物正在分娩或者动物在进行攻击等。在一些实施例中,如果确定动物分娩的时间长于预定时间和/或如果确定幼仔出生之间的时间长于预定时间,则可以发送信号来提醒兽医分娩困难的情况。

[0110] 评估模块230可以评估围栏的物理状态,例如当许多动物在预定数量的连续图像中看起来聚集在围栏中的某个设备附近时,围栏中的该设备出现故障。在一个实施例中,设备的位置可以是已知的(预定的)。在另一个实施例中,使用对象识别技术,例如由处理器13自动检测该设备。

[0111] 评估模块230可以通过比较在连续图像中的动物位置(以及其可能的形状),识别与单个动物有关的物理状态,例如动物正在怀孕或分娩;动物正在打喷嚏和/或咳嗽和/或呕吐和/或减肥等。

[0112] 当在围栏中安装多个传感器时,评估模块230可以考虑在评估过程中由传感器收集的信息。评估模块230可以根据围栏的图像来确定特定动物的位置,并且可以基于动物在围栏中的位置以及从一个或多个传感器接收的信息,提供对动物的物理状态的评估。

[0113] 由传感器收集的附加信息可以是例如温度、噪声、湿度等。从传感器接收的输入与由成像设备118捕获的图像的组合可以提高评估的质量。例如,指示动物正在咳嗽和咳嗽动物的位置的定向麦克风、指示围栏中特定位置的高温的温度传感器、以及在检测到高温和咳嗽噪声的同一位置根据图像对动物的检测和/或识别,可以增加动物(可能是识别出的动物)生病的可能性。

[0114] 在一些实施例中,可操作地连接到系统100的控制模块可以对由评估模块230评估的特定物理状态做出反应。例如,控制模块可以触发围栏中的通风设备,以根据估计的猪的总体重改变围栏中的通风;或者触发喂养设备来改变食物混合物/数量,以匹配接近喂食器等的特定猪的体重。在一个实施例中,控制模块可以触发喷涂设备以标记体重大约达到预定体重的猪,或者被怀疑生病的猪。例如,可以在围栏的整个图像中将在图像中检测到并确定为处于需要用油漆标记的物理状态的猪追踪到围栏中的不同位置。一旦确定该猪的位置靠近喷涂设备,则控制模块可以发送信号以触发喷涂设备。该信号可以包括诸如猪的位置、猪的姿势、猪的速度等信息,以帮助准确地对该猪进行喷漆。

[0115] 现在参考图6,其是根据本发明的实施例构造和操作的由监控过程200实现的流程600的示例。在步骤610中,监控过程200可以接收新图像(例如,来自相机15)。在步骤620中,图像处理模块110a可以检测图像中的不同动物。在步骤630中,图像处理模块110a可以仅选择动物的一部分(其符合如上文详细描述的具体标准)。在步骤640中,识别模块220可以例如基于颜色编码来识别不同的动物,如上所述。在步骤660中,评估模块230可以将动物划分成它的部分,并且在步骤670中,评估模块230可以评估动物的身体部分的重量。在步骤680

中,控制模块240可以将评估的体重存储在本地或云中的数据库110上,而在步骤690中,评估模块230可以检查图像中是否还有其他动物要处理,如果有,则可以继续处理下一个动物(步骤650)。如果在图像中没有更多的动物要处理,则流程可以返回到步骤610并开始处理另一个图像。

[0116] 在一个实施例中,当颜色标记位于猪的耳朵上并且待评估的物理状态是猪的体重时,特定动物的身份可以基于该动物的头部,并且可以基于该动物的身体部分来评估物理状态。

[0117] 本领域技术人员可以理解,各种流程中示出的步骤不是限制性的,并且每个流程可以以各种变型来实施。

[0118] 如上所述,评估模块230可以使用计算并存储在云中的数据库110中的信息。该信息可以包括图像、图像相关向量、体重、姿势、位置、标识以及与动物或多个动物或整个围栏有关的其它参数。可以从以前获得的短期(例如,几分钟或几小时)和/或长期(例如,几天)的图像中提取该信息。

[0119] 如上所述,系统100可以用于监控多个物理状态,并向多个设备发送多个控制信号,以便执行动作。例如,系统100可以追踪农场中的个体动物的物理状态(例如,体重),并且当动物达到预定的物理状态(例如,预定的体重)时,可以触发预定的动作。该物理状态可以是配置的中间体重,针对该物理状态的动作可以是更新食物配方,或者该物理状态可以是配置的最终体量,并且该动作可以是对动物进行喷涂以使其可以容易地被识别。

[0120] 由系统100监控的物理状态可能是围栏中的不规则活动,例如动物聚集在水源附近、动物分娩、动物咳嗽等,对此的动作可以是创建适当的警报并将其经由消息系统(诸如电子邮件、SMS等)发送到预定的目的地,例如农户和兽医。

[0121] 物理状态也可以与围栏中的设施有关,并且例如基于从传感器接收的指示(例如高温等),对物理状态的评估可以触发动作,例如开始/增加/停止/减少通风、加热等。

[0122] 在一个实施例中,成像设备118可以是摄像机,其提供一系列连续的图像,使得系统100能够随时间追踪特定的动物,以便提高对动物的识别或者动物或围栏的物理状态的评估。如上所述,颜色、灰度级或其它可见标记可能在每个图像中不清晰可见,体重评估可能在图像之间变化,健康评估可能改变等,使得使用多个图像可以提高对动物的识别或者动物或围栏的物理状态的评估。此外,当考虑多个图像时,可以更好地评估一些动物或围栏的物理状态。例如,在评估动物的健康时,在白天和晚上到达喂养地点的次数以及动物的活动可以提供健康物理状态的相关指示。当使用多个图像时可以识别的物理状态的附加示例可以是特定动物的持续攻击行为;例如可以通过视频内容分析来识别的分娩等。

[0123] 系统100可以向位于远处的农户提供信息,并且可以触发动作以便为牲畜保持最佳环境,从而获得最佳生长。如上所述,系统100可以评估围栏中的牲畜的物理状态,并提供信号来激活一些动作。例如,提供应根据牲畜的实际大小改变食物配方的指示;提供疾病、出生和死亡的早期检测;提供围栏中故障设施(诸如喂食器和饮水机)的早期检测;提供根据动物的实际体重选择最佳装运日期所需的信息(从而最大限度地降低成本并最大化来自围栏的收益)。系统100使人类交互最少的同时提供这些指示,以最小化牲畜暴露于人类,从而减少牲畜疾病和压力事件。

[0124] 此外,系统100可以通过例如根据牲畜的实际平均/总体重自动调节通风来提供节

能。

[0125] 除非特别说明,否则从下面的讨论中显而易见的是,在整个说明书中,使用诸如“评估(assessing)”、“分析(analyzing)”、“处理(processing)”、“计算(computing)”、“计算(calculating)”、“确定(determining)”、“检测(detecting)”、“识别(identifying)”等术语的讨论是指计算机或计算系统或类似的电子计算设备的动作和/或过程,其将计算系统的寄存器和/或存储器中表示为物理量(例如电子量)的数据操纵和/或转换成计算系统的存储器、寄存器或其它这样的信息存储、传输或显示设备中类似地表示为物理量的其它数据。

[0126] 本发明的实施例可以包括用于执行本文中的操作的装置。该装置可以为期望的目的专门构造,或者其可以包括由存储在计算机中的计算机程序选择性激活或重新配置的通用计算机。当由软件指示时,所得到的装置可以将通用计算机转变为本文所讨论的发明性元件。指令可以定义与期望的计算机平台一起操作的发明性的设备。这种计算机程序可以存储在计算机可读存储介质中,适于存储电子指令并且能够耦合到计算机系统总线。

[0127] 本发明可以是系统、方法和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括其上具有计算机可读程序指令的计算机可读存储介质(或多个介质),以用于使处理器执行本发明的各方面。

[0128] 计算机可读存储介质可以是能够保存和存储指令以供指令执行设备使用的有形设备。计算机可读存储介质可以是例如但不限于,电子存储设备、磁性存储设备、光学存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或前述的任何合适的组合。计算机可读存储介质的更具体示例的非穷举列表包括以下内容:便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)、记忆棒、软盘、其上记录有指令的机械编码设备以及前述的任何合适的组合。如本文使用的,计算机可读存储介质本身不应被解释为瞬时信号,例如无线电波或其它自由传播的电磁波、通过波导或其它传输介质传播的电磁波(例如,通过光纤电缆的光脉冲)或通过电线传输的电信号。相反,计算机可读存储介质是非瞬时(即,非易失性)介质。

[0129] 本文描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到相应的计算/处理设备,或者经由网络(例如,互联网、局域网、广域网和/或无线网络)下载到外部计算机或外部存储设备。该网络可以包括铜传输电缆、光传输光纤、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配器卡或网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发该计算机可读程序指令以存储在相应的计算/处理设备内的计算机可读存储介质中。

[0130] 用于执行本发明操作的计算机可读程序指令可以是汇编程序指令、指令集体系结构(ISA)指令、机器指令、机器相关指令、微码、固件指令、状态设置数据,或者是以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码,该编程语言包括面向对象的编程语言,例如Java、Smalltalk、C++等,以及常规过程编程语言,例如“C”编程语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全在用户的计算机上,部分在用户的计算机上,作为独立的软件包,部分在用户的计算机上并且部分在远程计算机上或者完全在远程计算机或服务器上执行。在后一种情况下,远程计算机可以通过任何类型的网络(包括局域网(LAN)或广域

网(WAN))连接到用户的计算机,或者可以连接到外部计算机(例如,通过使用互联网服务提供商的互联网)。在一些实施例中,包括例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列(FPGA)或可编程逻辑阵列(PLA)的电子电路可以通过利用计算机可读程序指令的状态信息执行计算机可读程序指令以个性化电子电路,以便执行本发明的各方面。

[0131] 本文参考根据本发明实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图和/或框图来描述本发明的各方面。应当理解,流程图和/或框图中的每个块以及流程图和/或框图中的块的组合可以通过计算机可读程序指令来实现。

[0132] 可以将这些计算机可读程序指令提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理设备的处理器以产生机器,使得经由计算机或其它可编程数据处理设备的处理器执行的指令创建用于实现流程图和/或框图的一个或多个块中指定的功能/动作的装置。这些计算机可读程序指令也可以存储在计算机可读存储介质中,其可以指导计算机、可编程数据处理设备和/或其它设备以特定方式运行,使得其中存储有指令的计算机可读存储介质包括制品,该制品包括实现流程图和/或框图的一个或多个块中指定的功能/动作的各方面的指令。

[0133] 计算机可读程序指令也可以加载到计算机、其它可编程数据处理设备或其它设备上,以使得在计算机、其它可编程设备或其它设备上执行一系列操作步骤,从而产生计算机实现的过程,使得在计算机、其它可编程设备或其它设备上执行的指令实现流程图和/或框图的一个或多个块中指定的功能/动作。

[0134] 附图中的流程图和框图说明了根据本发明的各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个块可以表示指令的模块、段或部分,其包括用于实现(一个或多个)指定逻辑功能的一个或多个可执行指令。在一些替代的实施方式中,块中提到的功能可以不按图中提到的顺序发生。例如,连续示出的两个块实际上可以基本上同时执行,或者这些块有时可以以相反的顺序执行,这取决于所涉及的功能。还将注意到,框图和/或流程图说明的每个块以及框图和/或流程图说明中的块的组合可以由基于专用硬件的系统来实现,该系统执行指定的功能或动作或者进行专用硬件和计算机指令的组合。

[0135] 本发明的各种实施例的描述是为了说明的目的而给出的,但并不旨在穷举或局限于所公开的实施例。在不脱离所描述的实施例的范围和精神的情况下,许多修改和变型对于本领域普通技术人员来说是显而易见的。选择本文使用的术语是为了最好地解释实施例的原理、对于市场上发现的技术的实际应用或技术上的改进,或者使本领域的其他普通技术人员能够理解本文公开的实施例。

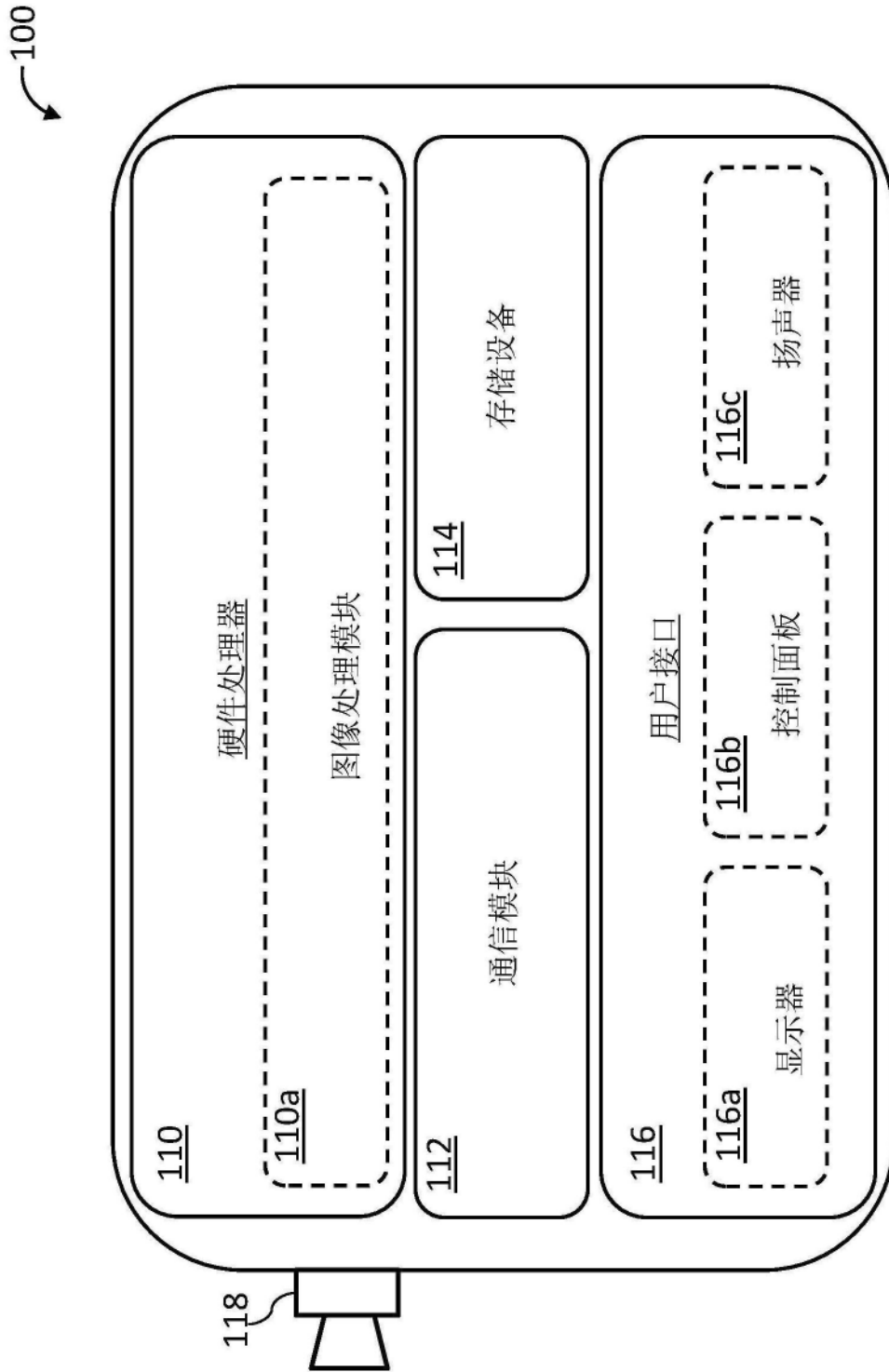


图1A

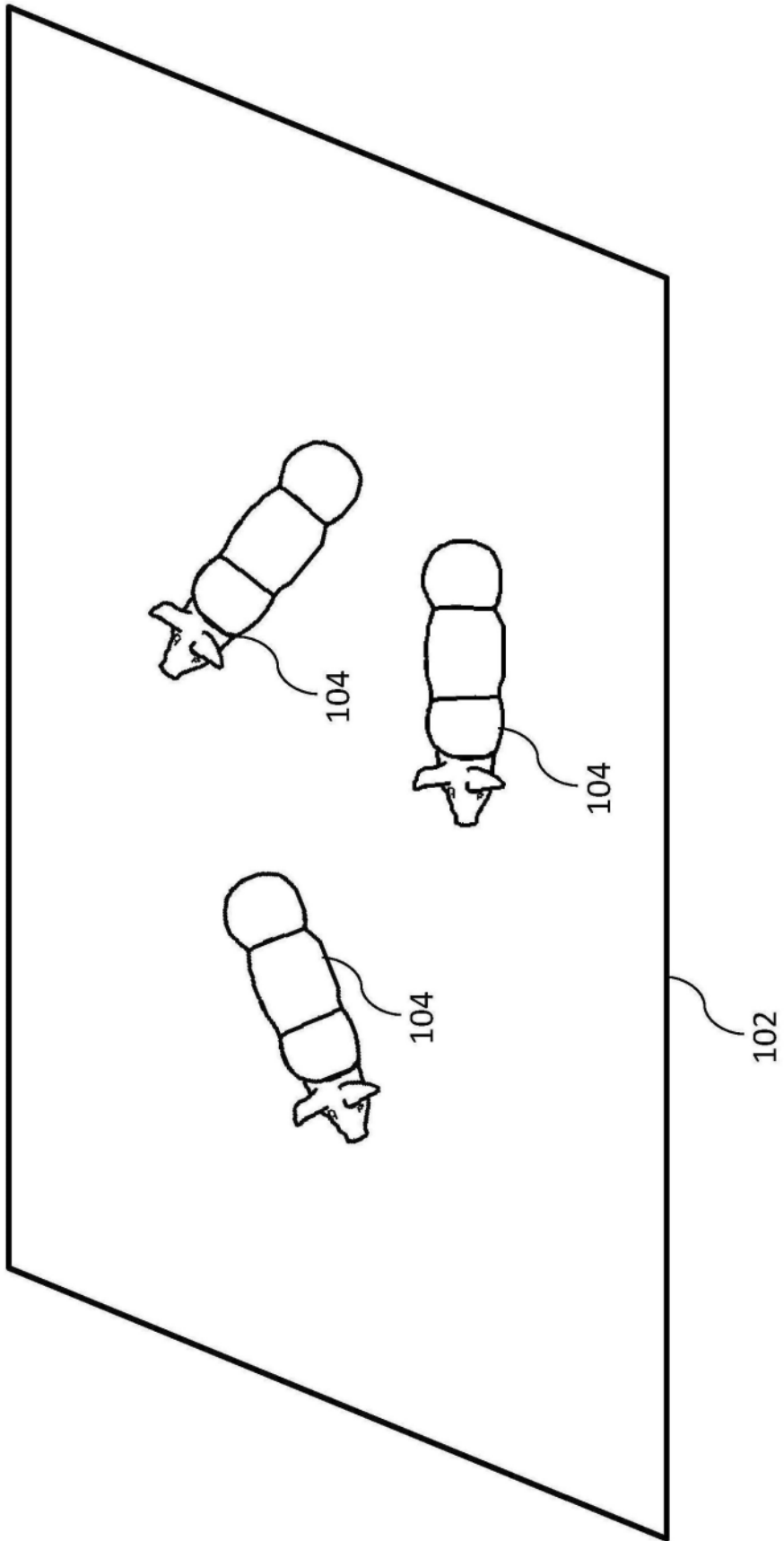


图1B

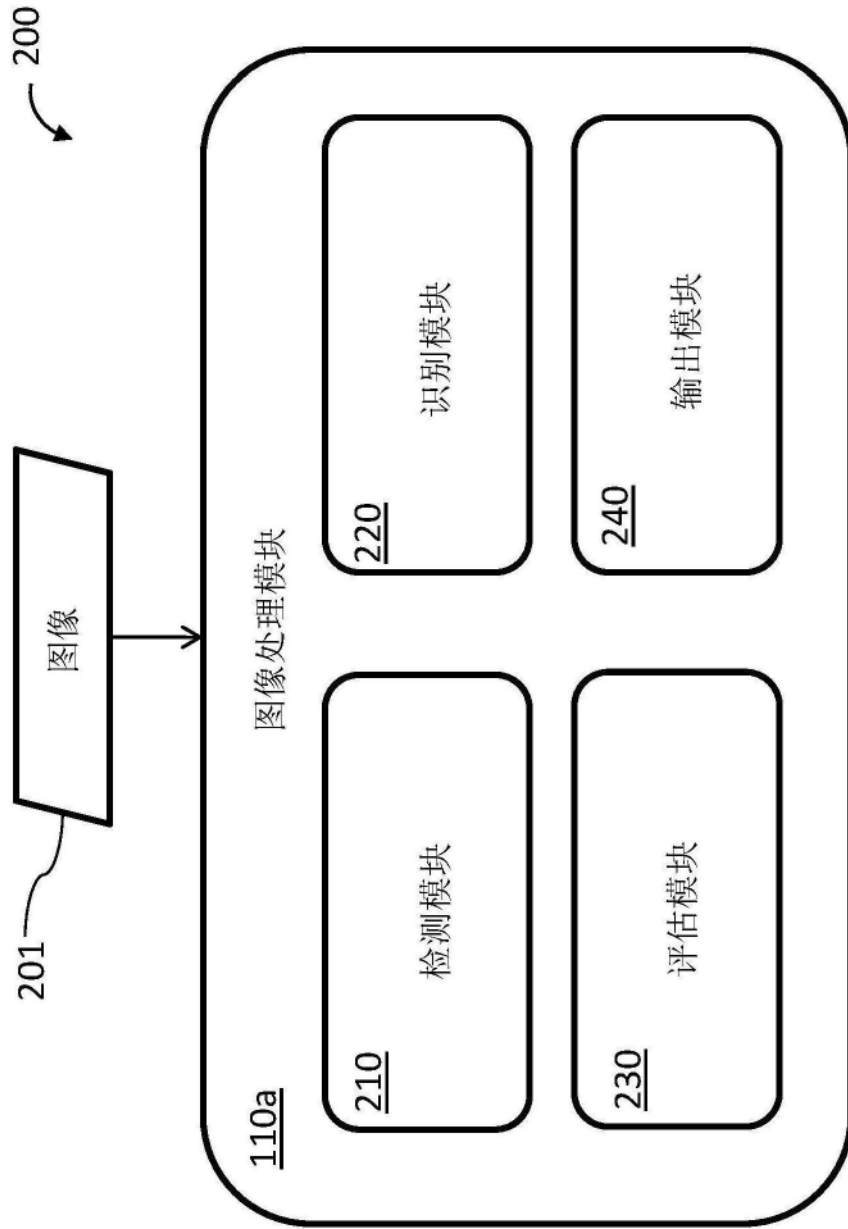


图2A

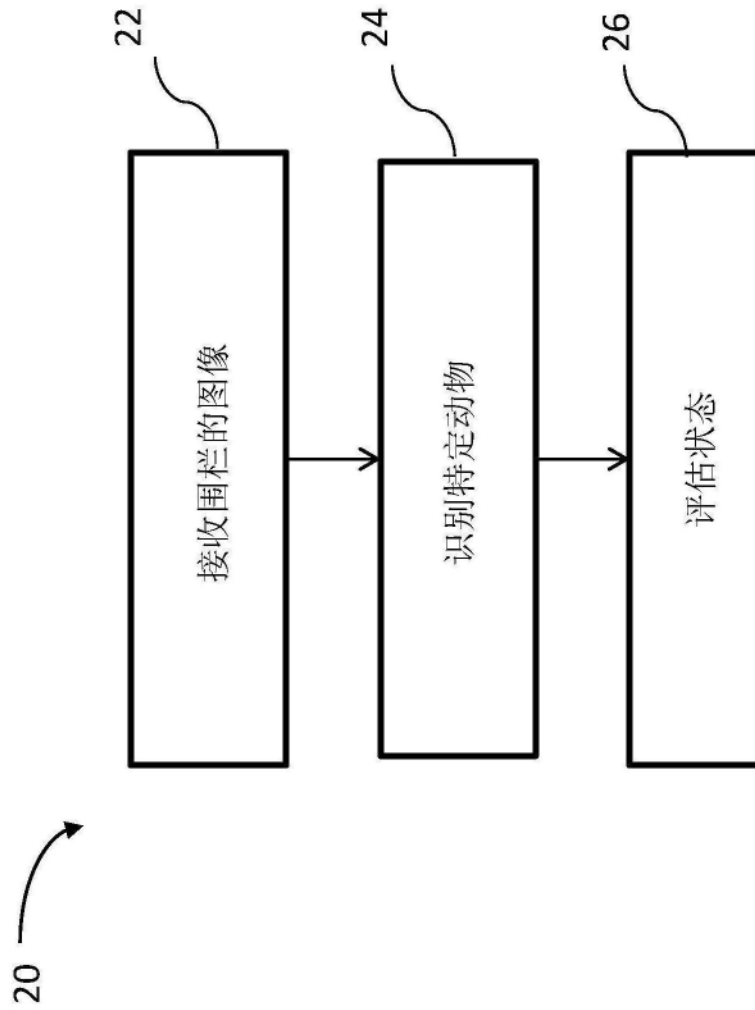


图2B

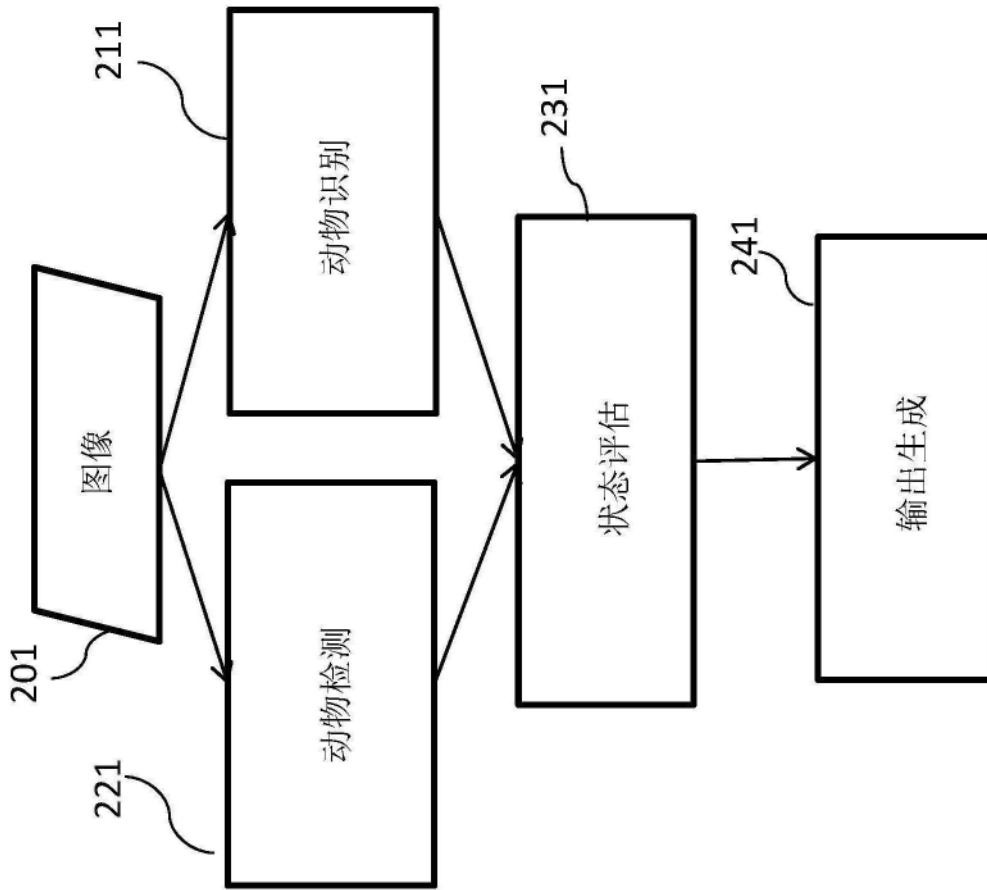


图2C

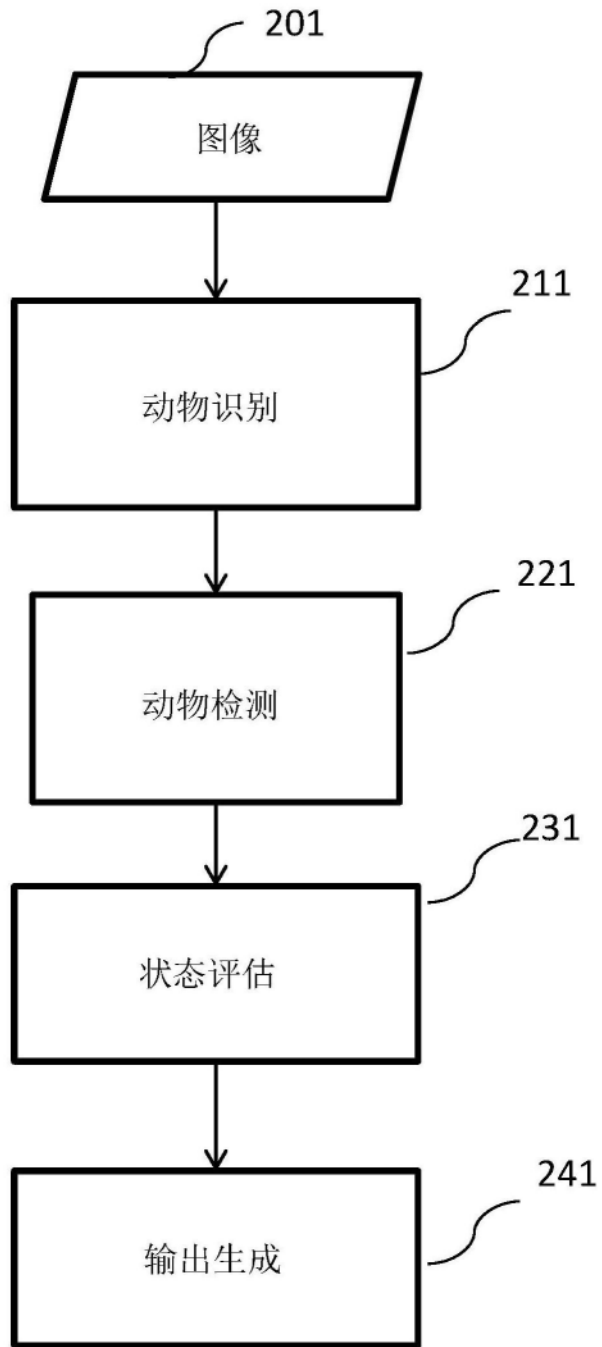


图2D

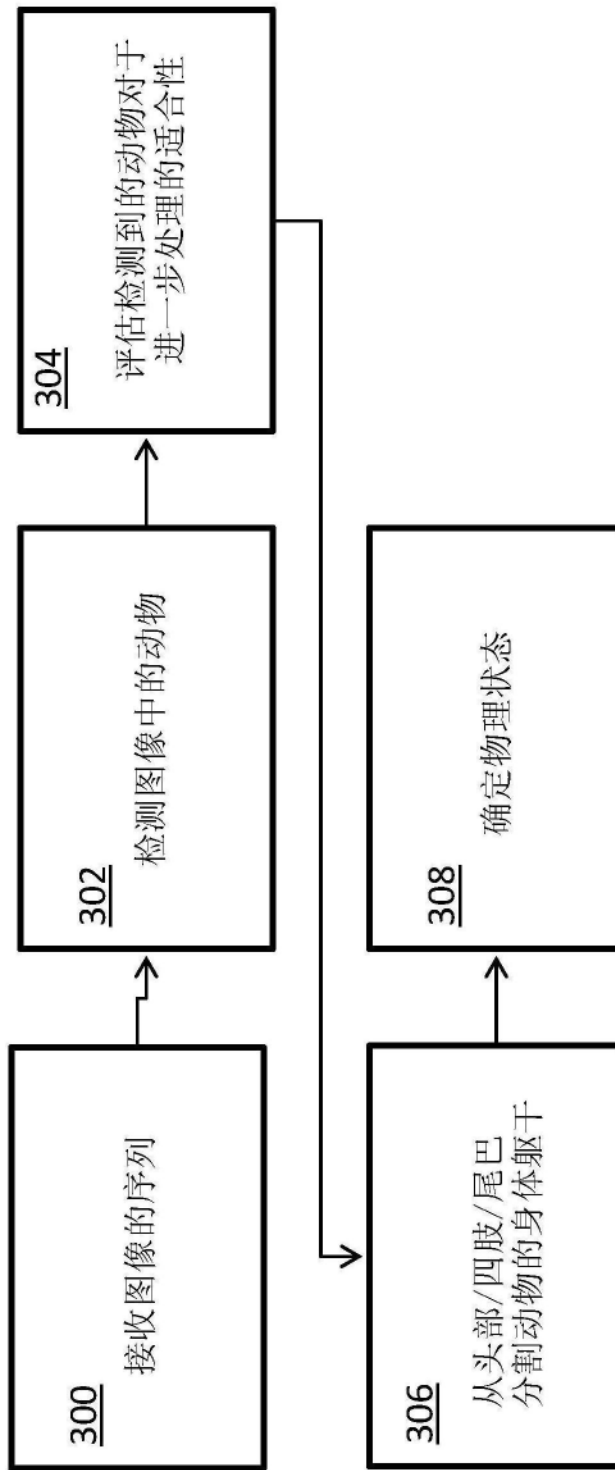


图3A

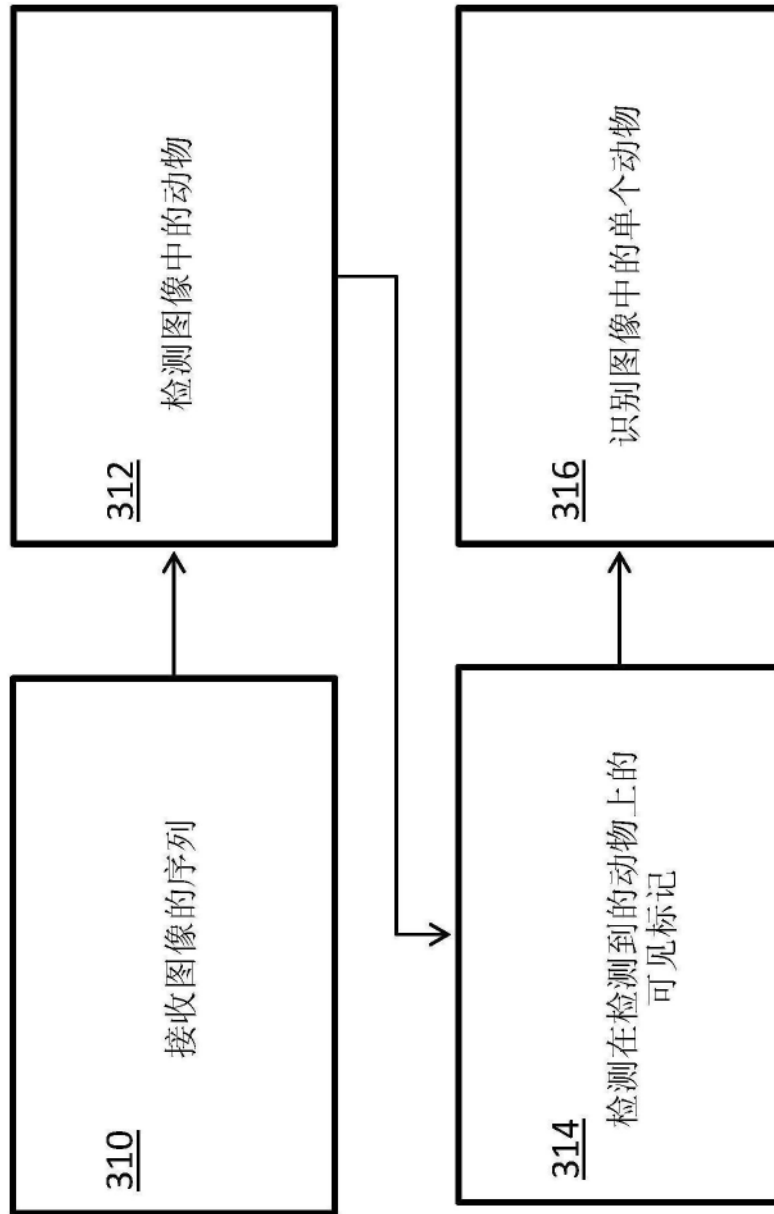


图3B

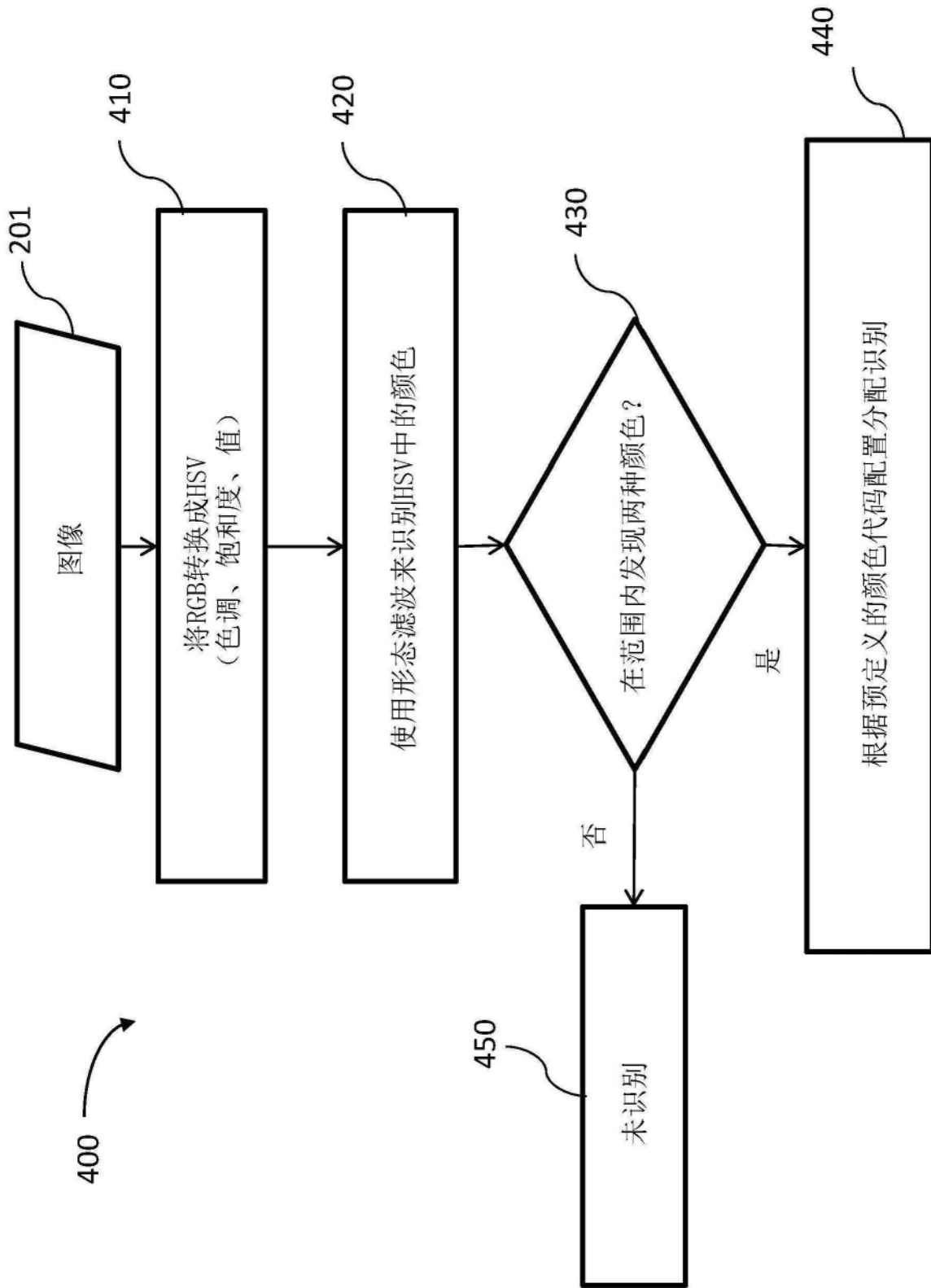


图4A

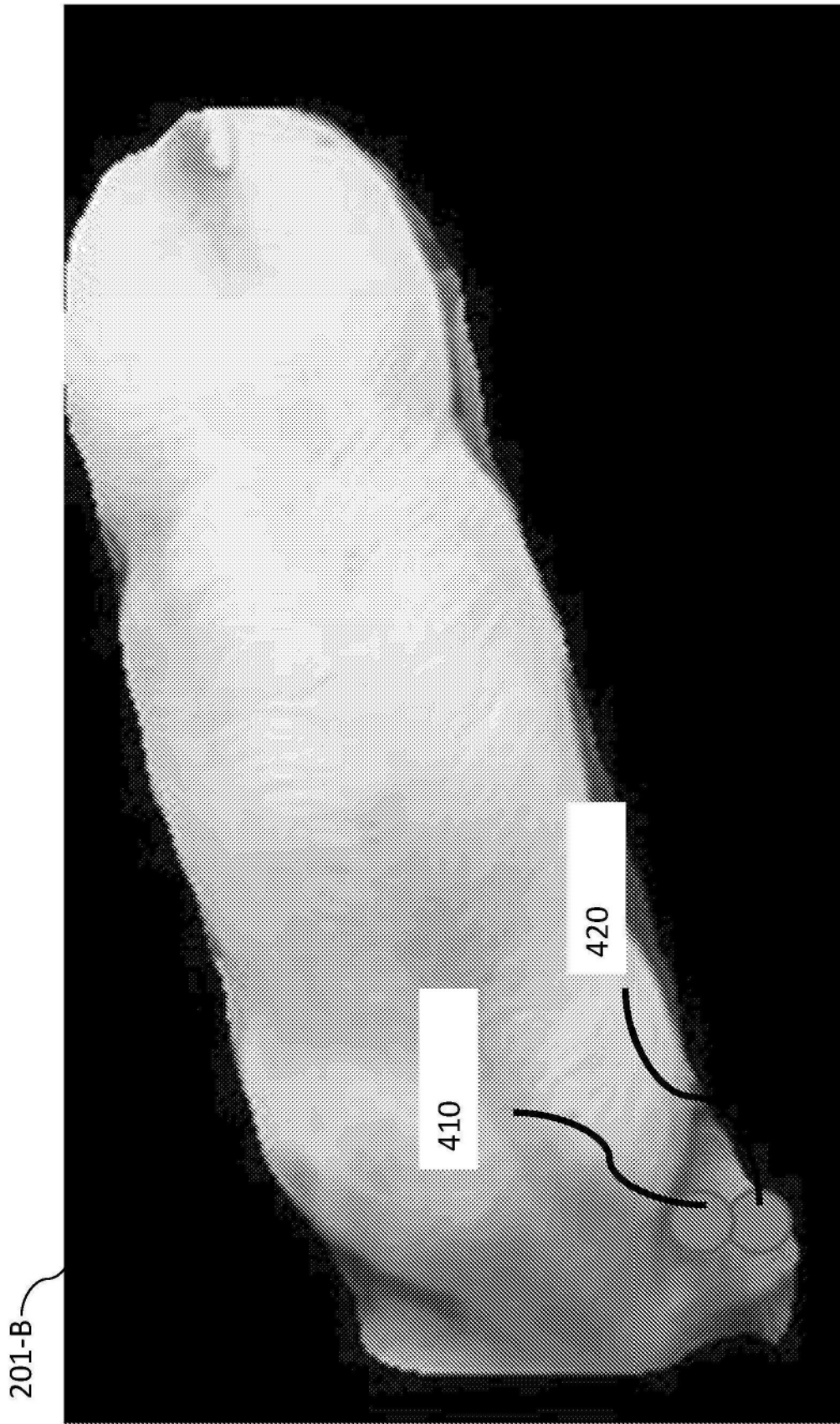


图4B

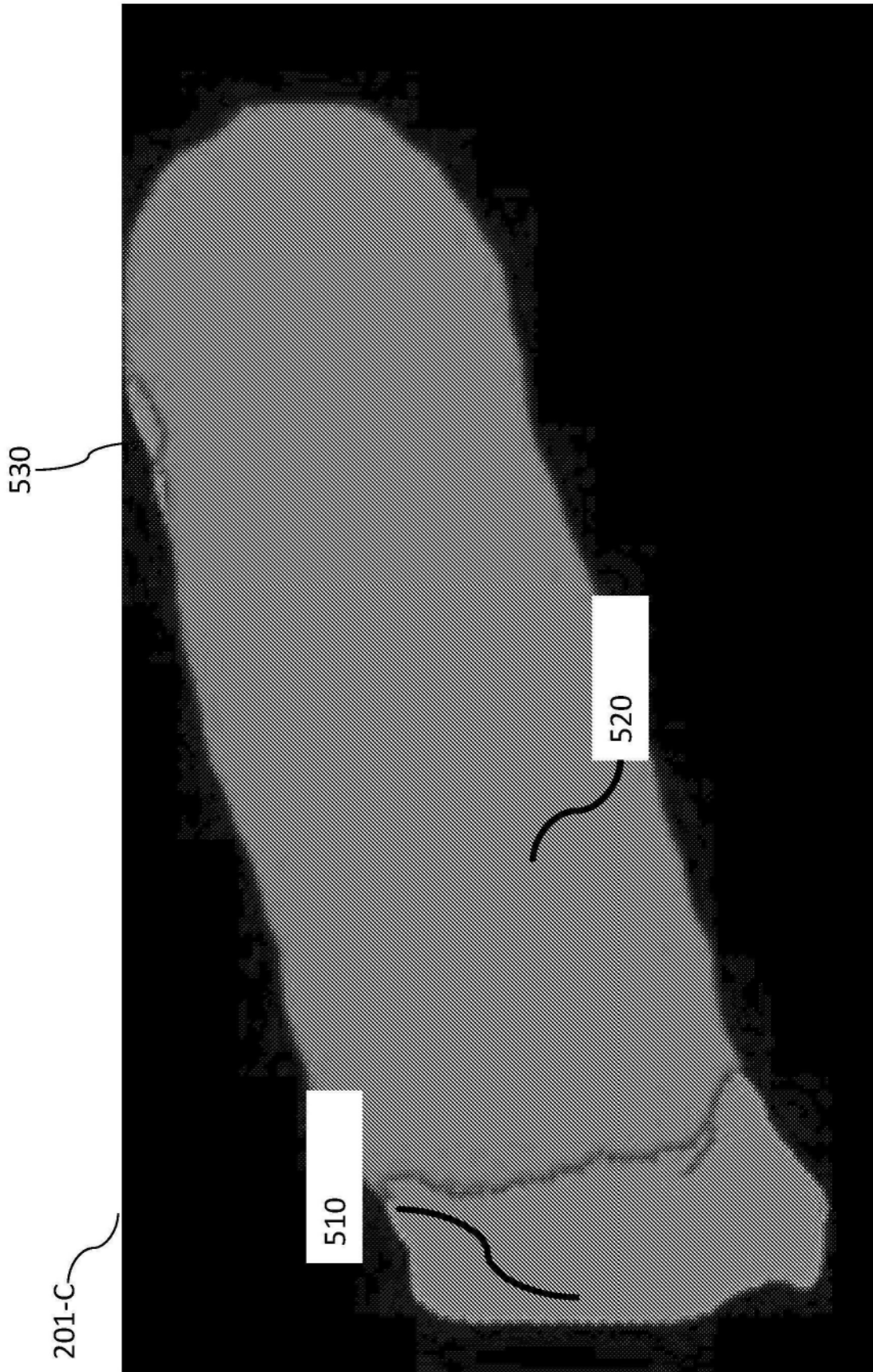


图5

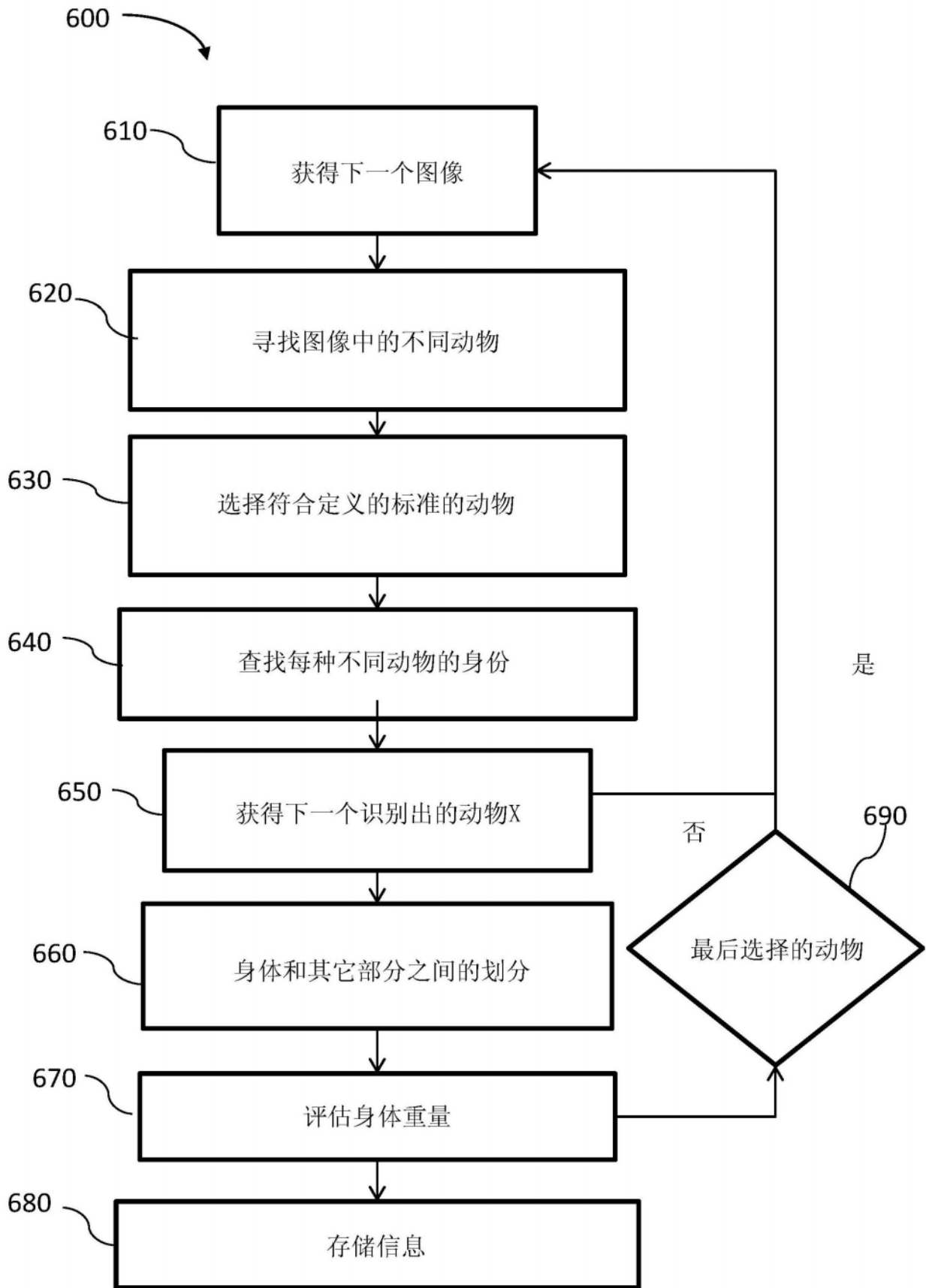


图6