



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118985003 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 19

(21) 申请号 202280093997.2

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2022.03.31

G06T 7/00 (2017.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2024.09.23

G05B 19/418 (2006.01)

G06Q 50/04 (2012.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/016971 2022.03.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/188417 JA 2023.10.05

(71) 申请人 发那科株式会社

地址 日本山梨县

(72) 发明人 上野智史 大和一洋

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 范胜杰 文志

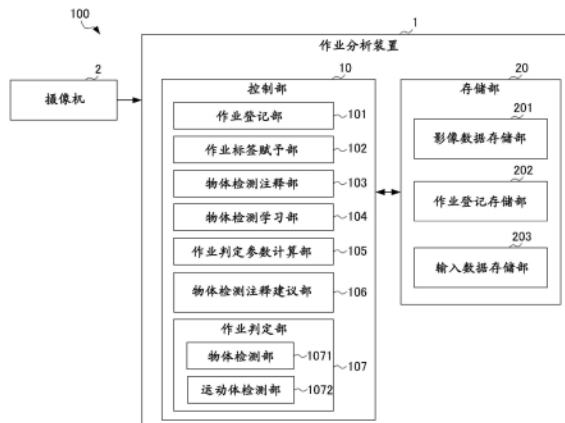
权利要求书1页 说明书15页 附图11页

(54) 发明名称

作业分析装置

(57) 摘要

为了精度良好地判定作业,自动调整并求出判定基准即参数。作业分析装置具备:作业标签赋予部,其对包含作业员的作业的影像数据赋予表示作业员的作业的作业标签;物体检测注释部,其对被赋予了作业标签的影像数据注释与作业员的作业相关联的物体;物体检测学习部,其生成从由物体检测注释部注释的物体的影像数据进行物体检测的物体检测模型;物体检测部,其使用物体检测模型,从影像数据检测物体;作业判定参数计算部,其进行被赋予了作业标签的影像数据的作业判定,计算使与所赋予的作业标签的误差最小的判定基准;以及作业判定部,其使用物体检测模型和判定基准来判定新输入的影像数据中的作业员的作业。



1. 一种对作业员的作业进行分析的作业分析装置,其特征在于,  
所述作业分析装置具备:

作业标签赋予部,其对包含所述作业员的作业的影像数据赋予表示所述作业员的作业的作业标签;

物体检测注释部,其对被赋予了所述作业标签的所述影像数据注释与所述作业员的作业相关联的物体;

物体检测学习部,其根据由所述物体检测注释部注释的所述物体的影像数据来生成进行物体检测的物体检测模型;

物体检测部,其使用所述物体检测模型,从所述影像数据检测所述物体;

作业判定参数计算部,其进行被赋予了所述作业标签的所述影像数据的作业判定,计算使与所赋予的作业标签的误差最小的判定基准;以及

作业判定部,其使用所述物体检测模型和所述判定基准来判定新输入的影像数据中的所述作业员的作业。

2. 根据权利要求1所述的作业分析装置,其特征在于,

所述作业分析装置具备物体检测注释建议部,该物体检测注释建议部使用由所述作业判定参数计算部计算出的所述判定基准,进行被赋予了所述作业标签的所述影像数据的作业判定,基于所述作业判定的判定结果来建议进行注释的帧图像。

3. 根据权利要求1或2所述的作业分析装置,其特征在于,

所述作业分析装置具备:

关节位置推定部,其推定与所述作业员的关节位置相关的关节位置信息;

关节位置作业学习部,其基于由所述关节位置推定部推定出的关节位置信息和由所述作业标签赋予部赋予的作业标签信息,生成用于推定所述作业人员的作业的关节位置作业推定模型;以及

关节位置作业推定部,其基于由所述关节位置作业学习部生成的所述关节位置作业推定模型,根据所述关节位置信息来推定作业,

所述作业判定参数计算部基于与使用了所述物体检测模型的所述作业判定中的物体检测的精度相关的值、以及使用了所述关节位置作业推定模型的所述作业判定中的根据关节位置而推定出的作业的分类概率,以使与所述作业标签的误差成为最小的方式来计算所述判定基准,

所述作业判定部使用所述物体检测模型、所述关节位置作业推定模型和所述判定基准来判定新输入的影像数据中的所述作业员的作业。

4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的作业分析装置,其特征在于,

所述作业分析装置还具备运动体检测部,该运动体检测部在新输入的所述影像数据中检测运动体,

所述作业判定部基于所述运动体检测部检测到所述运动体的时间的间隔来判定所述作业员的作业是否持续。

5. 根据权利要求1至4中的任意一项所述的作业分析装置,其特征在于,

所述判定基准至少包含能够推定为从检测到所述物体后使用所述物体的作业持续的时间、以及与物体检测的精度有关的值的阈值。

## 作业分析装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种作业分析装置。

### 背景技术

[0002] 在工厂中能够取得机床等的运转数据,但无法取得作业员的作业的数据。因此,为了实现作业的改善、机器人引入研究、工厂的数字孪生等,需要使作业员的作业可视化,从作业员的作业的影像中自动地识别正在做什么的技术是重要的。

[0003] 关于这一点,已知有如下技术:使用由拍摄作业员的作业而得到的图像的输入数据和该图像表示的作业员的作业的标签数据构成的学习对象数据来进行机器学习,生成用于从图像中确定作业的学习完毕模型,利用学习完毕模型来确定分析对象的图像是正在进行哪个作业的图像。例如,参照专利文献1。

[0004] 另外,已知有如下技术:根据由深度传感器拍摄到的带深度的图像数据来确定作业者的手的位置,并且根据由数码照相机拍摄到的图像数据来确定对象物的位置,确定在作业中作业者进行的动作的内容。例如,参照专利文献2。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2021-67981号公报

[0008] 专利文献2:国际公开第2017/222070号

### 发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 然而,专利文献1的学习完毕模型那样的分类模型存在复杂且解释性低的问题。

[0011] 另外,如专利文献2那样,为了进行作业分类而从图像内检测正在使用的工具(物体),由此为了扫描整个图像而需要大量的计算量。

[0012] 并且,为了精度良好地判定作业员正在进行的作业,需要调整作业判定的判定基准(参数),以及手动找出各种作业的场景的图像来进行注释,花费工时。另外,存在即使手动找出也不知道作业判定的精度是否提高这样的课题。

[0013] 因此,为了精度良好地判定作业,期望自动调整并求出判定基准(参数)的功能。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 本公开的作业分析装置的一个方式是对作业员的作业进行分析的作业分析装置,其具备:作业标签赋予部,其对包含所述作业员的作业的影像数据赋予表示所述作业员的作业的作业标签;物体检测注释部,其对被赋予了所述作业标签的所述影像数据注释与所述作业员的作业相关联的物体;物体检测学习部,其根据由所述物体检测注释部注释的所述物体的影像数据来生成进行物体检测的物体检测模型;物体检测部,其使用所述物体检测模型,从所述影像数据检测所述物体;作业判定参数计算部,其进行被赋予了所述作业标签的所述影像数据的作业判定,计算使与所赋予的作业标签的误差最小的判定基准;以及

作业判定部,其使用所述物体检测模型和所述判定基准来判定新输入的影像数据中的所述作业员的作业。

[0016] 发明效果

[0017] 根据一个方式,为了精度良好地判定作业,能够自动调整并求出判定基准(参数)。

## 附图说明

[0018] 图1是表示第一实施方式的作业分析系统的功能性结构例的功能框图。

[0019] 图2是表示作业表的一例的图。

[0020] 图3是表示用于赋予作业标签的用户界面的一例的图。

[0021] 图4是表示研磨机的状态不同的影像数据的一例的图。

[0022] 图5是表示作业判定的判定结果的一例的图。

[0023] 图6是表示误检测的一例的图。

[0024] 图7是表示影像数据中的图像区域的一例的图。

[0025] 图8是表示运动体检测部的动作的一例的图。

[0026] 图9是对作业分析装置的参数计算处理进行说明的流程图。

[0027] 图10是对作业分析装置的分析处理进行说明的流程图。

[0028] 图11是表示第二实施方式的作业分析系统的功能性结构例的功能框图。

[0029] 图12是表示帧图像中的关节位置信息的一例的图。

[0030] 图13是表示关节位置作业推定模型的动作的一例的图。

[0031] 图14是对作业分析装置的参数计算处理进行说明的流程图。

[0032] 图15是对作业分析装置的分析处理进行说明的流程图。

## 具体实施方式

[0033] 参照附图对作业分析装置的第一实施方式及第二实施方式进行详细说明。

[0034] 在此,各实施方式在以下的结构方面是共通的:对预先拍摄作业员的作业而得到的影像数据(动态图像)赋予表示作业员的作业的作业标签,作业员对被赋予了作业标签的影像数据注释与该作业关联的物体(工具),并根据被注释的物体的影像数据来生成进行物体检测的物体检测模型。

[0035] 但是,在作业人员的作业的判定中,在第一实施方式中使用所生成的物体检测模型来进行赋予了作业标签的影像数据中的作业人员的作业的作业判定,计算使与所赋予的作业标签的误差最小的判定基准,由此使用物体检测模型和计算出的判定基准来判定新输入的影像数据中的作业人员的作业。与此相对,在第二实施方式中,与第一实施方式的不同点在于,推定与作业员的关节相关的关节位置信息,基于推定出的关节位置信息和所赋予的作业标签生成用于推定作业员的作业的关节位置作业推定模型,基于与使用了物体检测模型的作业判定中的物体检测的精度相关的值、以及使用了关节位置作业推定模型的作业判定中的根据关节位置推定出的作业的分类概率,以使与作业标签的误差成为最小的方式计算判定基准,使用物体检测模型、关节位置作业推定模型、和判定基准来判定新输入的影像数据中的作业员的作业。

[0036] 以下,首先对第一实施方式进行详细说明,接着在第二实施方式中以与第一实施

方式不同的部分为中心进行说明。

[0037] <第一实施方式>

[0038] 图1是表示第一实施方式的作业分析系统的功能性结构例的功能框图。

[0039] 如图1所示,作业分析系统100具有作业分析装置1以及摄像机2。

[0040] 作业分析装置1以及摄像机2可以经由LAN(Local Area Network:局域网)、因特网等未图示的网络相互连接。在该情况下,作业分析装置1以及摄像机2具备用于通过上述连接相互进行通信的未图示的通信部。此外,作业分析装置1以及摄像机2也可以经由未图示的连接接口相互通过有线或无线直接连接。

[0041] 另外,在图1中,作业分析装置1与一个摄像机2连接,但也可以与两个以上的多个摄像机2连接。

[0042] 摄像机2是数字摄像机等,以预定的帧率(例如30fps等)拍摄将未图示的作业员和工具等物体投影到与摄像机2的光轴垂直的平面而得到的二维帧图像。摄像机2将拍摄到的帧图像作为影像数据输出到作业分析装置1。此外,由摄像机2拍摄的影像数据可以是RGB彩色图像、灰度图像、深度图像等可见光图像。

[0043] <作业分析装置1>

[0044] 作业分析装置1是本领域技术人员公知的计算机,如图1所示,具有控制部10和存储部20。另外,控制部10具有作业登记部101、作业标签赋予部102、物体检测注释部103、物体检测学习部104、作业判定参数计算部105、物体检测注释建议部106、以及作业判定部107。另外,作业判定部107具有物体检测部1071以及运动体检测部1072。

[0045] 存储部20是ROM(Read Only Memory:只读存储器)、HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)等存储装置。在存储部20中存储后述的控制部10执行的操作系统以及应用程序等。另外,存储部20包含影像数据存储部201、作业登记存储部202、以及输入数据存储部203。

[0046] 在影像数据存储部201中存储由摄像机2拍摄到的作业员和工具等物体的影像数据。

[0047] 在作业登记存储部202中,例如存储基于作业人员等用户经由作业分析装置1所包含的键盘、触摸面板等输入装置(未图示)进行的输入操作而由后述的作业登记部101预先登记的作业表,该作业表将后述的物体检测部1071检测出的工具(物体)与对应的作业人员的作业关联起来。

[0048] 图2是表示作业表的一例的图。

[0049] 如图2所示,作业表具有“物体”以及“作业”的存储区域。

[0050] 在作业表内的“物体”的存储区域中,例如存储有“研磨机(leutor)(注册商标)”、“砂纸”等工具名。

[0051] 在作业表内的“作业”的存储区域中,例如存储有“研磨”、“磨擦”等作业。

[0052] 在输入数据存储部203中,作为后述的物体检测学习部104生成物体检测模型时的输入数据,例如存储将影像数据的帧图像中的由后述的物体检测注释部103进行了注释的工具(物体)与拍摄出该工具的图像范围关联起来的帧图像数据的集合。

[0053] 控制部10具有CPU、ROM、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)、CMOS存储器等,它们构成能够经由总线相互通信,对于本领域技术人员来说是公知的。

[0054] CPU是整体地控制作业分析装置1的处理器。CPU经由总线读出存储在ROM的系统程

序以及应用程序,按照系统程序以及应用程序来控制整个作业分析装置1。由此,如图1所示,控制部10构成为实现作业登记部101、作业标签赋予部102、物体检测注释部103、物体检测学习部104、作业判定参数计算部105、物体检测注释建议部106、以及作业判定部107的功能。另外,作业判定部107构成为实现物体检测部1071以及运动体检测部1072的功能。在RAM中存储临时的计算数据和显示数据等各种数据。CMOS存储器由未图示的电池备份,构成为即使作业分析装置1的电源断开也保持存储状态的非易失性存储器。

[0055] 作业登记部101例如基于作业人员等用户经由作业分析装置1的输入装置(未图示)进行的输入操作,将使用的工具(检测出的物体)与使用该工具(物体)的作业(想要识别的作业)的关系对应起来登记在图2所示的作业表中。

[0056] 作业标签赋予部102例如由用户观看在影像数据存储部201中存储的包含作业员的作业的影像数据(动态图像数据),对该影像数据(动态图像数据)赋予表示作业员正在进行什么作业的表示其作业名的作业标签。

[0057] 图3表示用于赋予作业标签的用户界面30的一例。

[0058] 如图3所示,用户界面30具有:对影像数据存储部201中存储的影像数据(动态图像)进行再生的区域301、再生停止按钮302、滑块303、以时间序列表示由作业标签赋予部102对影像数据赋予的作业标签的区域310、表示由后述的物体检测注释部103注释的工具的研磨机按钮321、微型研磨机按钮322、砂纸按钮323、擦拭布按钮314、以及完成作业标签的赋予和/或物体的注释的完成按钮330。

[0059] 具体而言,作业标签赋予部102例如将用户界面30显示在作业分析装置1所包含的LCD等显示装置(未图示),在用户界面30的区域301中再生在影像数据存储部201中存储的影像数据(动态图像数据)。用户经由作业分析装置1的输入装置(未图示)操作再生停止按钮302和滑块303来确认影像数据,在从时刻13:10到时刻13:13的时间的影像数据中确认了“研磨”的作业员的作业的情况下,输入“研磨”的作业名,作业标签赋予部102对从时刻13:10到时刻13:13的影像数据赋予“研磨”的作业标签。另外,用户在从时刻13:13到时刻13:18的时间的影像数据中确认了细磨的作业员的作业的情况下,输入“细磨”的作业名,作业标签赋予部102对从时刻13:13到时刻13:18的影像数据赋予“细磨”的作业标签。另外,用户在从时刻13:18到时刻13:20的时间的影像数据中确认了“磨擦”的作业员的作业的情况下,输入“磨擦”的作业名,作业标签赋予部102对从时刻13:18到时刻13:20的影像数据赋予“磨擦”的作业标签。并且,用户在从时刻13:20到时刻13:22的时间的影像数据中确认了“清洗”的作业员的作业的情况下,输入“清洗”的作业名,作业标签赋予部102对从时刻13:20到时刻13:22的影像数据赋予“清洗”的作业标签。

[0060] 作业标签赋予部102也可以在区域310将作业标签的赋予结果按时间序列显示在作业分析装置1的显示装置(未图示)。然后,作业标签赋予部102将赋予了作业标签的影像数据输出到物体检测注释部103。

[0061] 物体检测注释部103例如对被赋予了作业标签的影像数据注释与作业员的作业相关联的工具(物体)。

[0062] 具体而言,物体检测注释部103例如在用户界面30的区域301显示从时刻13:10到时刻13:13的被赋予了“研磨”的作业标签的影像数据中的拍摄到研磨机的工具(物体)的以预定的间隔划分的帧图像(静止图像)、或者由用户以任意的间隔划分的帧图像(静止图

像)。

[0063] 此外,关于显示的帧图像(静止图像),优选例如以针对每个作业标签成为20张左右的方式来设定预定的间隔或任意的间隔。

[0064] 由此,用户不需要确认几小时的影像数据,能够高效地进行作业,能够减轻用户的负担。

[0065] 物体检测注释部103基于用户的输入操作,如图3所示,取得每个帧图像(静止图像)拍摄到的工具(物体)的图像范围(粗线的矩形),并且通过按下研磨机按钮321等而将该工具(物体)注释为研磨机。此外,物体检测注释部103对于被赋予了“细磨”、“磨擦”、“清洗”的作业标签的各个影像数据,也与“研磨”的情况同样地,针对拍摄到工具(物体)的帧图像(静止图像),取得拍摄到的工具(物体)的图像范围,并且注释该工具(物体)。

[0066] 物体检测注释部103在对于被赋予了作业标签的影像数据的全部的帧图像(静止图像)完成了拍摄到工具(物体)的图像范围的取得和工具(物体)的注释,并且由用户按下了完成按钮330时,在输入数据存储部203中存储将进行各作业的时间(从作业开始到作业结束为止的时间)的影像数据(动态图像数据)中的映现出工具(被赋予了时间戳)的帧图像(静止图像)的图像范围与进行了注释的工具(物体)对应起来的帧图像数据的集合(以下,也称为“注释完毕帧图像数据”)。

[0067] 物体检测学习部104根据进行了注释的物体的影像数据来生成进行物体检测的物体检测模型。

[0068] 具体而言,物体检测学习部104例如进行使用了训练数据的公知的机器学习,生成神经网络等学习完毕模型即物体检测模型,其中,上述训练数据将存储在输入数据存储部203的注释完毕帧图像数据作为输入数据,将进行了注释的工具(物体)作为标签数据。物体检测学习部104将生成的物体检测模型存储在存储部20。

[0069] 作业判定参数计算部105使用由物体检测学习部104生成的物体检测模型,进行被赋予了作业标签的影像数据的作业判定,计算使与被赋予的作业标签的误差最小的判定基准。

[0070] 具体而言,作业判定参数计算部105例如针对在图2的作业表中登记的每个作业,设定作为判定基准的参数的初始值。此外,在参数中,例如包含在检测到物体之后X秒进行作业的秒数X、与判断为正在进行作业“研磨”的物体检测的精度有关的值的阈值、与判断为正在进行作业“磨擦”的物体检测的精度有关的值的阈值等。由于在参数中包含在检测到物体之后X秒进行作业的秒数X,作业分析装置1例如即使在无法通过影像数据检测工具(物体)的情况下,只要在最近的X秒检测到工具(物体),就能够判定为正在进行使用该工具的作业。

[0071] 作业判定参数计算部105将输入数据存储部203中存储的被赋予了作业标签的其他影像数据中的注释完毕帧图像数据输入到物体检测模型,检测工具(物体)。作业判定参数计算部105基于物体的检测结果和图2的作业表来判定作业,计算判定出的作业与正确的作业标签的误差。然后,作业判定参数计算部105基于通过全部的注释完毕帧图像数据计算出的误差,针对每个作业计算参数值的F1得分等评价指标,以使计算出的每个作业的评价指标成为最大的方式,通过贝叶斯优化等计算各作业的参数值。

[0072] 物体检测注释建议部106使用由作业判定参数计算部105计算出的参数(判定基

准),进行被赋予了作业标签的影像数据的作业判定,基于作业判定的判定结果来建议进行注释的帧图像(静止图像)。

[0073] 例如,在研磨机的物体检测中,如图4的上段所示,在仅通过作业员手持的状态的影像数据进行了学习的情况下,与图4的下段所述那样放置在作业台等的研磨机的物体检测的精度有关的值降低。因此,需要在广泛的各种场景进行了注释的影像数据,但用户找出各种场景比较麻烦。因此,如后所述,物体检测注释建议部106建议最好自动进行注释的帧图像(静止图像)。

[0074] 具体而言,物体检测注释建议部106例如使用以下的图像数据来进行作业判定,该图像数据是将输入数据存储器203中存储的被赋予了作业标签的其他影像数据中进行了注释的工具(物体)与拍摄到该工具的图像范围关联起来的图像数据。

[0075] 图5是表示作业判定的判定结果的一例的图。图5的上段表示对该其他影像数据赋予的正确的作业标签的时间序列。图5的中段表示物体检测注释建议部106使用物体检测模型和参数对于该图像数据作出的作业人员的作业的判定结果。图5的下段表示基于物体检测模型的该图像数据中的物体检测结果。

[0076] 如图5所示,在正确的作业标签为“研磨”的时刻13:40至时刻13:43的时间中,存在在作业判定结果中未判定(检测)出“研磨”的时间。其原因在于,例如,在参数的从检测到物体后X秒内直到进行作业的秒数X为止的期间,无论是否存在拍摄出研磨机的帧图像(静止图像)都未被提取。因此,物体检测注释建议部106为了使与物体检测的精度有关的值增加,提取在作业判定结果中未判定(检测)为“研磨”的时间的该其他影像数据中拍摄到研磨机的帧图像(静止图像)。物体检测注释建议部106与物体检测注释部103同样地,将提取出的帧图像(静止图像)显示在用户界面30,基于用户的输入操作在提取出的帧图像(静止图像)中取得研磨机的图像范围,通过按下研磨机按钮321来注释为研磨机。物体检测注释建议部106在输入数据存储器203中存储将映现出研磨机的(被赋予了时间戳的)帧图像(静止图像)的图像范围与所注释的研磨机对应起来的图像数据。

[0077] 另外,如图5所示,在正确的作业标签为“磨擦”的时刻13:43至时刻13:50的时间中,具有在作业判定结果中误判定(误检测)为“研磨”的时间和未判定(检测)出“磨擦”的时间。该“研磨”的误判定(误检测)的原因在于,在时刻13:43的帧图像(静止图像)的物体检测中误检测为研磨机。另外,未判定(检测)出“磨擦”的原因在于,在参数的检测到物体后X秒内直到进行作业的秒数X为止的期间,无论是否存在拍摄到砂纸的帧图像(静止图像),都未被提取。

[0078] 因此,为了使与物体检测的精度相关的值增加,物体检测注释建议部106在该其他影像数据中,提取在时刻13:43附近拍摄出砂纸的帧图像(静止图像)和在未判定(检测)为“磨擦”的时间拍摄出砂纸的帧图像(静止图像)。物体检测注释建议部106将提取出的各个帧图像(静止图像)显示在用户界面30,并基于用户的输入操作在各个帧图像(静止图像)中取得砂纸的图像范围,通过按下砂纸按钮323而将工具(物体)注释为砂纸。物体检测注释建议部106在输入数据存储器203中存储将映现出砂纸的(赋予了时间戳的)帧图像(静止图像)的图像范围与所注释的砂纸对应起来的图像数据。

[0079] 由此,能够不花费用户找出各种场景的工时而提高物体检测的精度。

[0080] 此外,物体检测注释建议部106也可以在与物体检测的精度相关的值即工具(物

体)的物体检测的可靠性为预定值(例如,20%等)以下而较低的情况下,提取拍摄出该工具(物体)的帧图像(静止图像)。物体检测注释建议部106也可以在用户界面30显示提取出的帧图像(静止图像),基于用户的输入操作,取得提取出的帧图像(静止图像)中的工具(物体)的图像范围,并注释工具(物体)。

[0081] 之后,物体检测学习部104使用以下的图像数据进行机器学习,更新物体检测模型,其中,该图像数据包含对物体检测注释建议部106提取出(建议)的工具(物体)进行了注释的帧图像(静止图像)。作业判定参数计算部105通过将包含有物体检测注释建议部106提取出(建议)的帧图像(静止图像)的注释完毕帧图像数据输入到更新后的物体检测模型来判定作业,计算所赋予的正确的作业标签与作业的判定结果的误差。作业判定参数计算部105基于计算出的误差,针对每个作业计算参数的值的F1得分等评价指标,通过贝叶斯优化等再次计算各作业的参数值,使得计算出的每个作业的评价指标成为最大。例如,直到由物体检测注释建议部106提取(建议)的帧图像(静止图像)消失或者小于预定数量为止,物体检测学习部104以及作业判定参数计算部105反复进行处理。然后,物体检测学习部104将生成的物体检测模型输出到后述的物体检测部1071,并且作业判定参数计算部105将计算出的参数输出到后述的作业判定部107。

[0082] 作业判定部107使用物体检测模型和所设定的参数(判定基准)来判定从摄像机2新输入的影像数据中的作业员的作业。

[0083] 具体而言,作业判定部107例如将从摄像机2新输入的影像数据的帧图像(静止图像)输入到后述的物体检测部1071的物体检测模型和后述的运动体检测部1072。作业判定部107基于从该物体检测模型输出的工具(物体)的检测结果、运动体检测部1072的检测结果、图2的作业表以及参数来判定作业者的作业。此外,作业判定部107在无法通过影像数据的帧图像(静止图像)检测出工具(物体)的情况下,在该帧图像的X秒以内的最近处检测到该工具(物体)时,可以基于检测到物体后X秒内进行作业的秒数X的参数来判定该帧图像的作业员的作业。

[0084] 另外,作业判定部107例如也可以在从物体检测部1071的物体检测模型输出的物体检测的可靠度或等级的分类概率等与物体检测的精度相关的值为预先设定的阈值(例如,70%等)以下时,将作业员的作业的判定判定为“无作业”。例如,如图6所示,作业判定部107可以在影像数据中作业员仅触摸工件的情况下,在接收到“砂纸”以及“可靠度40%”这样的物体检测结果时,由于可靠度为阈值(例如,70%等)以下,所以将作业员的作业判定为“无作业”。

[0085] 由此,能够减少作业的误检测。

[0086] 物体检测部1071具有由物体检测学习部104生成的物体检测模型,将从摄像机2新输入的影像数据的帧图像(静止图像)输入到物体检测模型,输出与工具(物体)的检测结果以及可靠度等与物体检测的精度有关的值。

[0087] 运动体检测部1072基于从摄像机2新输入的影像数据的各帧图像(静止图像)中的被指定的图像区域中的像素的亮度变化等变化,来检测作业员、工具等运动体。

[0088] 具体而言,如图7所示,如果在帧图像(静止图像)的由粗线矩形所示的图像区域中存在像素的亮度变化等活动,则运动体检测部1072可以判定为影像数据的作业员正在进行作业。

[0089] 另外,如图8的上段所示,运动体检测部1072在以虚线的矩形所示的X秒(例如,5秒等)以内的间隔定期地检测出活动时,也可以判断为作业员正在连续地进行作业。并且,如图8的下段所示,运动体检测部1072也可以在检测出运动体的活动的期间,在通过物体检测部1071从用阴影的矩形表示的时刻的帧图像(静止图像)中检测到研磨机等工具(物体)的情况下,判定为在该期间利用检测到的工具(物体)正在进行作业。

[0090] 另一方面,运动体检测部1072也可以在超过X秒未检测到活动的情况下,判断为作业员未进行作业。

[0091] <作业分析装置1的参数计算处理>

[0092] 接着,对第一实施方式的作业分析装置1的参数计算处理的动作进行说明。

[0093] 图9是对作业分析装置1的参数计算处理进行说明的流程图。这里所示的流程例如在由作业员等用户在作业表中登记新的工具(物体)和作业的情况下执行。

[0094] 在步骤S1中,作业标签赋予部102在用户界面30中再生在影像数据存储部201中存储的包含作业员的作业的影像数据,根据用户的输入操作对影像数据赋予表示作业员正在进行的作业的作业标签。

[0095] 在步骤S2中,物体检测注释部103针对在步骤S1中被赋予了作业标签的影像数据中的针对每个作业标签以预定的间隔等划分出的帧图像(静止图像),取得拍摄到的工具(物体)的图像范围,并且注释该工具(物体)。物体检测注释部103在输入数据存储部203中存储注释完毕帧图像数据,该注释完毕帧图像数据将进行各作业的时间(从作业开始到作业结束的时间)的影像数据(动态图像数据)中的映现出工具的(被赋予了时间戳的)帧图像(静止图像)的图像范围与进行了注释的工具(物体)对应起来。

[0096] 在步骤S3中,物体检测学习部104根据在步骤S2中进行了注释的注释完毕帧图像数据来生成进行物体检测的物体检测模型。

[0097] 在步骤S4中,作业判定参数计算部105将输入数据存储部203中存储的被赋予了作业标签的其他影像数据的注释完毕帧图像数据输入到物体检测模型,检测工具(物体)。

[0098] 在步骤S5中,作业判定参数计算部105基于步骤S4的物体的检测结果和作业表来判定作业员的作业。

[0099] 在步骤S6中,作业判定参数计算部105针对每个作业计算正确的作业标签与步骤S5的判定结果的误差。

[0100] 在步骤S7中,基于在全部的影像数据中计算出的误差,按每个作业计算参数的值的F1得分等评价指标。

[0101] 在步骤S8中,作业判定参数计算部105通过贝叶斯优化等计算各作业的参数,以使每个作业的评价指标最大。

[0102] 在步骤S9中,物体检测注释建议部106使用在步骤S8中计算出的参数(判定基准),进行被赋予了作业标签的其他影像数据的作业判定。

[0103] 在步骤S10中,物体检测注释建议部106基于步骤S9的判定结果,判定在误检测或未检测出等与物体检测的精度相关的值低的部位,是否存在为了使与物体检测的精度相关的值增加而建议的帧图像(静止图像)。在存在建议的帧图像(静止图像)的情况下,处理返回到步骤S2,包含所建议的帧图像(静止图像),再次进行步骤S2至步骤S9的处理。另一方面,在没有建议的帧图像(静止图像)的情况下,作业分析装置1将在步骤S3中生成的物体检

测模型设定在物体检测部1071,并且将在步骤S8中计算出的参数设定在作业判定部107,并结束参数计算处理。

[0104] <作业分析装置1的分析处理>

[0105] 接着,对第一实施方式的作业分析装置1的分析处理的动作进行说明。

[0106] 图10是对作业分析装置1的分析处理进行说明的流程图。这里所示的流程在从摄像机2输入影像数据的期间反复执行。

[0107] 在步骤S21中,物体检测部1071将从摄像机2新输入的影像数据的帧图像(静止图像)输入到物体检测模型来检测工具(物体)。

[0108] 在步骤S22中,运动体检测部1072根据从摄像机2新输入的影像数据的各帧图像(静止图像)的被指定的图像区域中的像素的亮度变化等变化,来检测作业员、工具等运动体。

[0109] 在步骤S23中,作业判定部107基于步骤S21的工具(物体)的检测结果、步骤S22的运动体的检测结果、所设定的参数以及作业表来判定作业员的作业。

[0110] 如上所述,第一实施方式的作业分析装置1为了精度良好地判定作业而能够自动地调整判定基准。即,用户只要进行作业的标签标注和物体的注释,就能够自动地计算最佳的参数。

[0111] 另外,作业分析装置1在作业判定的精度不足的情况下,可以自动地建议如果进行注释则能够提高作业判定精度的动态图像中的帧。

[0112] 以上,对第一实施方式进行了说明。

[0113] <第二实施方式>

[0114] 接着,对第二实施方式进行说明。在第一实施方式中,使用所生成的物体检测模型来进行被赋予了作业标签的影像数据中的作业员的作业的作业判定,计算使与被赋予的作业标签的误差最小的判定基准,由此使用物体检测模型和计算出的判定基准来判定新输入的影像数据中的作业员的作业。与此相对,在第二实施方式中,与第一实施方式的不同点在于,推定与作业员的关节相关的关节位置信息,基于推定出的关节位置信息和被赋予的作业标签来生成推定作业员的作业的关节位置作业推定模型,基于与使用了物体检测模型的作业判定中的物体检测的精度相关的值、和使用了关节位置作业推定模型的作业判定中的根据关节位置推定出的作业的分类概率,计算判定基准以使与作业标签的误差成为最小,使用物体检测模型、关节位置作业推定模型、以及判定基准来判定新输入的影像数据中的作业员的作业。

[0115] 由此,第二实施方式的作业分析装置1A为了精度良好地判定作业,能够自动地调整判定基准。

[0116] 以下,对第二实施方式进行说明。

[0117] 图11是表示第二实施方式的作业分析系统的功能性结构例的功能框图。此外,对具有与图1的作业分析系统100的要素相同的功能的要素标注相同的附图标记,并省略详细的说明。

[0118] 如图11所示,作业分析系统100具有作业分析装置1A以及摄像机2。

[0119] 摄像机2具有与第一实施方式中的摄像机2同等的功能。

[0120] <作业分析装置1A>

[0121] 如图11所示,作业分析装置1A包含控制部10a以及存储部20。另外,控制部10a具有作业登记部101、作业标签赋予部102、物体检测注释部103、物体检测学习部104、作业判定参数计算部105a、关节位置推定部108、关节位置作业学习部109以及作业判定部107a。另外,作业判定部107a具有物体检测部1071、运动体检测部1072以及关节位置作业推定部1073。另外,存储部20具有影像数据存储部201、作业登记存储部202以及输入数据存储部203。

[0122] 存储部20、影像数据存储部201、作业登记存储部202以及输入数据存储部203具有与第一实施方式中的存储部20、影像数据存储部201、作业登记存储部202以及输入数据存储部203同等的功能。

[0123] 另外,作业登记部101、作业标签赋予部102、物体检测注释部103以及物体检测学习部104具有与第一实施方式中的作业登记部101、作业标签赋予部102、物体检测注释部103以及物体检测学习部104同等的功能。

[0124] 另外,物体检测部1071以及运动体检测部1072具有与第一实施方式中的物体检测部1071以及运动体检测部1072同等的功能。

[0125] 关节位置推定部108针对输入数据存储部203中存储的被赋予了作业标签的影像数据的每个帧图像(静止图像),推定与作业员的关节位置有关的关节位置信息。此外,帧图像也可以从影像数据中以适当的间隔提取。例如在影像数据的帧率为60fps的情况下,作为帧图像例如可以以24fps左右提取。

[0126] 具体而言,关节位置推定部108使用公知的方法(例如,菅野滉介、奥健太、川越恭二、“基于多维时间序列数据的动作检测和分类手法”、DEIM Forum2016G4-5,或者上园翔平、小野智司、“使用了LSTM Autoencoder的多模态序列数据的特征提取”、人工智能学会研究会资料、SIG-KBS-B802-01、2018),针对在输入数据存储部203中存储的被赋予了作业标签的影像数据的每个帧图像(静止图像),推定作业员的手或手腕等关节的坐标及角度等时间序列数据来作为关节位置信息。

[0127] 图12是表示帧图像中的关节位置信息的一例的图。在图12中,示出了作业员正在进行磨擦时的关节位置信息。

[0128] 关节位置作业学习部109例如进行将由关节位置推定部108推定出的关节位置信息作为输入数据,将由作业标签赋予部102赋予的作业标签作为标签数据的机器学习,生成用于推定作业员的作业的关节位置作业推定模型。

[0129] 例如,关节位置作业学习部109生成关节位置作业推定模型,使得在图12的作业员的右手的关节位置信息如图13所示那样存在以0.3秒等往复1次的动作时,判定为正在进行磨擦。

[0130] 此外,关节位置作业学习部109也可以根据由关节位置推定部108推定出的关节位置信息和由作业标签赋予部102赋予的作业标签,生成规则库。

[0131] 作业判定参数计算部105a基于与使用了物体检测模型的作业判定中的物体检测的精度相关的值、以及使用了关节位置作业推定模型的作业判定中的根据关节位置推定出的作业的分类概率,来计算判定基准(参数)使得与作业标签的误差成为最小。

[0132] 具体而言,作业判定参数计算部105a例如与第一实施方式的作业判定参数计算部105同样地,针对在图2的作业表中登记的每个作业设定作为判定基准的参数的初始值。作

业判定参数计算部105a将输入数据存储部203中存储的被赋予了作业标签的其他影像数据的注释完毕帧图像数据输入到物体检测模型,检测工具(物体),并且取得与物体检测有关的值。作业判定参数计算部105a基于物体的检测结果和图2的作业表来判定作业员的作业。另外,作业判定参数计算部105a针对相同的其他影像数据的每个帧图像(静止图像)推定作业员的关节位置信息,将推定出的关节位置信息输入到关节位置作业推定模型,由此推定作业员的作业,并且取得根据关节位置推定出的分类概率。

[0133] 然后,作业判定参数计算部105a将根据关节位置推定出的作业的分类概率的权重系数设为a,并且将与物体检测的精度相关的值的权重系数设为b,以使用下式(1)计算出的作业的分类概率与正确的作业标签的误差成为最小的方式,通过贝叶斯优化等计算参数(判定基准)的值。

[0134] 作业的分类概率=a(根据关节位置推定出的作业的分类概率)+b(与物体检测的精度相关的值)…(1)

[0135] 在此,在参数中,例如包含检测到物体后X秒进行作业的秒数X、根据关节位置推定出的作业的分类概率的权重a、以及与物体检测的精度有关的值的权重b。

[0136] 作业判定参数计算部105a向后述的作业判定部107a输出并设定计算出的参数。

[0137] 作业判定部107a使用物体检测模型、关节位置作业推定模型以及所设定的参数(判定基准)来判定从摄像机2新输入的影像数据中的作业员的作业。

[0138] 具体而言,作业判定部107a例如将从摄像机2新输入的影像数据的帧图像(静止图像)输入到物体检测部1071中的物体检测模型和运动体检测部1072。作业判定部107a基于检测出的工具(物体)、图2的作业表以及参数来判定作业者的作业,并且取得与物体检测的精度有关的值。另外,作业判定部107a针对相同的新输入的影像数据的每个帧图像(静止图像)推定作业员的关节位置信息,将推定出的关节位置信息输入到后述的关节位置作业推定部1073中的关节位置作业推定模型。作业判定部107a从后述的关节位置作业推定部1073取得作业者的作业的推定结果和根据关节位置推定出的作业的分类概率。

[0139] 然后,作业判定部107a根据所取得的根据关节位置推定出的作业的分类概率和与物体检测的精度有关的值、所设定的参数、以及式(1)来计算作业的分类概率,并根据计算出的分类概率和运动体检测部1072的检测结果,判定作业员的作业。

[0140] 关节位置作业推定部1073具有由关节位置作业学习部109生成的关节位置作业推定模型,将由作业判定部107a推定出的关节位置信息输入到关节位置作业推定模型,将作业员的作业的推定结果和根据关节位置推定出的作业的分类概率输出到作业判定部107a。

[0141] <作业分析装置1A的参数计算处理>

[0142] 接着,对第二实施方式的作业分析装置1A的参数计算处理的动作进行说明。

[0143] 图14是对作业分析装置1A的参数计算处理进行说明的流程图。此外,步骤S31至步骤S33的处理与图9的步骤S1至步骤S3的处理相同,省略详细的说明。

[0144] 在步骤S34中,关节位置推定部108针对在输入数据存储部203中存储的被赋予了作业标签的影像数据的每个帧图像(静止图像),推定作业员的关节位置信息。

[0145] 在步骤S35中,关节位置作业学习部109进行将在步骤S34中推定出的关节位置信息作为输入数据,并将在步骤S31中赋予的作业标签作为标签数据的机器学习,生成用于推定作业员的作业的关节位置作业推定模型。

[0146] 在步骤S36中,作业判定参数计算部105a将输入数据存储部203中存储的被赋予了作业标签的其他影像数据的注释完毕帧图像数据输入到物体检测模型,取得检测出的工具(物体)和与物体检测的精度有关的值。

[0147] 在步骤S37中,作业判定参数计算部105a基于步骤S36的物体的检测结果和作业表来判定作业员的作业。

[0148] 在步骤S38中,作业判定参数计算部105a根据相同的其他影像数据的帧图像(静止图像)来推定作业员的关节位置信息。

[0149] 在步骤S39中,作业判定参数计算部105a将在步骤S38中推定出的关节位置信息输入到关节位置作业推定模型,取得作业员的作业的推定结果和根据关节位置推定出的分类概率。

[0150] 在步骤S40中,作业判定参数计算部105a通过贝叶斯优化等来计算参数(判定基准)的值,使得由式(1)计算出的作业的分类概率与正确的作业标签之间的误差最小。

[0151] <作业分析装置1A的分析处理>

[0152] 接着,对第二实施方式的作业分析装置1A的分析处理的动作进行说明。

[0153] 图15是对作业分析装置1A的分析处理进行说明的流程图。这里所示的流程在从摄像机2输入影像数据的期间被反复执行。

[0154] 在步骤S51中,物体检测部1071将从摄像机2新输入的影像数据的帧图像(静止图像)输入到物体检测模型,检测工具(物体)并取得与物体检测的精度有关的值。

[0155] 在步骤S52中,运动体检测部1072根据从摄像机2新输入的影像数据的各帧图像(静止图像)的被指定的图像区域中的像素的亮度变化等变化,检测作业员、工具等运动体。

[0156] 在步骤S53中,关节位置作业推定部1073针对新输入的影像数据的每个帧图像(静止图像)推定作业员的关节位置信息。

[0157] 在步骤S54中,关节位置作业推定部1073将在步骤S53中推定出的关节位置信息输入到关节位置作业推定模型,推定作业员的作业,并且取得根据关节位置推定出的作业的分类概率。

[0158] 在步骤S55中,作业判定部107a根据在步骤S51和步骤S54中取得的根据关节位置推定出的作业的分类概率以及与物体检测的精度有关的值、步骤S52的运动体的检测结果、所设定的参数、以及式(1),计算作业的分类概率,并根据计算出的分类概率来判定作业员的作业。

[0159] 根据以上所述,第二实施方式的作业分析装置1A为了精度良好地判定作业,能够自动地调整判定基准。即,用户只要进行作业的标签赋予和物体的注释,就能够自动地计算最佳的参数。

[0160] 以上,对第二实施方式进行了说明。

[0161] 以上,对第一实施方式以及第二实施方式进行了说明,但作业分析装置1、1A并不限于上述的实施方式,包含能够实现目的的范围内的变形、改良等。

[0162] <变形例1>

[0163] 在第一实施方式以及第二实施方式中,作业分析装置1、1A与一个摄像机2连接,但并不限于此。例如,作业分析装置1、1A也可以与两个以上的多个摄像机2连接。

[0164] <变形例2>

[0165] 另外,例如,在上述实施方式中,作业分析装置1、1A具有全部的功能,但并不限于此。例如,服务器也可以具备作业分析装置1的作业登记部101、作业标签赋予部102、物体检测注释部103、物体检测学习部104、作业判定参数计算部105、物体检测注释建议部106、作业判定部107、物体检测部1071、以及运动体检测部1072的一部分或者全部,或者具备作业分析装置1A的作业登记部101、作业标签赋予部102、物体检测注释部103、物体检测学习部104、作业判定参数计算部105a、关节位置推定部108、关节位置作业学习部109、作业判定部107a、物体检测部1071、运动体检测部1072、以及关节位置作业推定部7的一部分或者全部。另外,也可以在云上利用虚拟服务器功能等来实现作业分析装置1、1A的各功能。

[0166] 并且,作业分析装置1、1A也可以是将作业分析装置1、1A的各功能适当地分散到多个服务器的分散处理系统。

[0167] <变形例3>

[0168] 另外,例如,在上述的实施方式中,作业分析装置1A不具有物体检测注释建议部106,但也可以具有物体检测注释建议部106。

[0169] 由此,作业分析装置1A在作业判定的精度不足的情况下,可以自动地建议如果进行注释则能够提高作业判定的精度的动态图像中的帧。

[0170] 此外,第一实施方式以及第二实施方式中的作业分析装置1、1A所包含的各功能能够通过硬件、软件或者它们的组合分别实现。在此,通过软件实现是指通过计算机读入并执行程序来实现。

[0171] 程序能够使用各种类型的非暂时性的计算机可读介质(Non-transitory computer readable medium)来存储,并提供给计算机。非暂时性计算机可读介质包括各种类型的具有实体的记录介质(Tangible storage medium)。作为非暂时性的计算机可读介质的例子,包括磁记录介质(例如,软盘、磁带、硬盘驱动器)、光磁记录介质(例如,光磁盘)、CD-ROM(Read Only Memory:只读存储器)、CD-R、CD-R/W、半导体存储器(例如,掩模ROM、PROM(Programmable ROM:可编程ROM)、EPROM(Erasable PROM:可擦除PROM)、闪存ROM、RAM)。另外,程序也可以通过各种类型的暂时性的计算机可读介质(Transitory computer readable medium)提供给计算机。作为暂时性的计算机可读介质的例子,包括电信号、光信号和电磁波。暂时性的计算机可读介质能够经由电线和光纤等有线通信路径或无线通信路径将程序提供给计算机。

[0172] 此外,用于记述在记录介质中存储的程序的步骤当然包括按照其顺序以时间序列进行的处理,也包括不一定按时间序列进行处理而是并行或单独执行的处理。

[0173] 换言之,本公开的作业分析装置能够采取具有如下结构的各种实施方式。

[0174] (1) 本公开的作业分析装置1是对作业员的作业进行分析的作业分析装置,其具备:作业标签赋予部102,其对包含作业员的作业的影像数据赋予表示作业员的作业的作业标签;物体检测注释部103,其对被赋予了作业标签的影像数据注释与作业员的作业相关联的物体;物体检测学习部104,其根据由物体检测注释部103进行了注释的物体的影像数据生成进行物体检测的物体检测模型;物体检测部1071,其使用物体检测模型从影像数据检测物体;作业判定参数计算部105,其进行被赋予了作业标签的影像数据的作业判定,计算使与被赋予的作业标签的误差最小的判定基准;作业判定部107,其使用物体检测模型和判定基准来判定新输入的影像数据中的作业员的作业。

[0175] 根据该作业分析装置1,为了精度良好地判定作业而能够自动地调整判定基准。

[0176] (2) 根据(1)所记载的作业分析装置1,可以具备物体检测注释建议部106,该物体检测注释建议部106使用由作业判定参数计算部105计算出的判定基准,进行被赋予了作业标签的影像数据的作业判定,基于作业判定的判定结果来建议进行注释的帧图像。

[0177] 由此,作业分析装置1在作业判定的精度不足的情况下,能够自动地建议如果进行注释则能够提高作业判定精度的动态图像中的帧图像。

[0178] (3) 根据(1)或(2)的作业分析装置1A,可以具备:关节位置推定部108,其推定与作业员的关节位置相关的关节位置信息;关节位置作业学习部109,其基于由关节位置推定部108推定出的关节位置信息和由作业标签赋予部102赋予的作业标签信息,生成用于推定作业人员的作业的关节位置作业推定模型;以及关节位置作业推定部1073,其基于由关节位置作业学习部109生成的关节位置作业推定模型,根据关节位置信息来推定作业,作业判定参数计算部105a基于与使用了物体检测模型的作业判定中的物体检测的精度相关的值、以及使用了关节位置作业推定模型的作业判定中的根据关节位置而推定出的作业的分类概率,以使与作业标签的误差成为最小的方式来计算判定基准,作业判定部107a使用物体检测模型、关节位置作业推定模型和判定基准来判定新输入的影像数据中的作业员的作业。

[0179] 由此,作业分析装置1A能够起到与(1)同样的效果。

[0180] (4) 根据(1)至(3)中的任意一项所记载的作业分析装置1、1A,可以还具备运动体检测部1072,该运动体检测部1072在新输入的影像数据中检测运动体,作业判定部107、107a基于运动体检测部1072检测到运动体的时间的间隔来判定作业员的作业是否持续。

[0181] 由此,作业分析装置1、1A能够以更好的精度判定作业者的作业。

[0182] (5) 根据(1)至(4)中的任意一项所记载的作业分析装置1、1A,可以使判定基准至少包含能够推定为从检测到工具(物体)后使用工具(物体)的作业持续的时间、以及与物体检测的精度有关的值的阈值。

[0183] 由此,作业分析装置1、1A即使在未检测到工具(物体)的情况下也能够精度良好地判定作业者的作业。

[0184] 附图标记说明

[0185] 1、1A作业分析装置

[0186] 2摄像机

[0187] 10、10a控制部

[0188] 101作业登记部

[0189] 102作业标签赋予部

[0190] 103物体检测注释部

[0191] 104物体检测学习部

[0192] 105、105a作业判定参数计算部

[0193] 106物体检测注释建议部

[0194] 107、107a作业判定部

[0195] 1071物体检测部

[0196] 1072运动体检测部

[0197] 1073关节位置作业推定部

- [0198] 108关节位置推定部
- [0199] 109关节位置作业学习部
- [0200] 20存储部
- [0201] 201影像数据存储部
- [0202] 202作业登记存储部
- [0203] 203输入数据存储部。

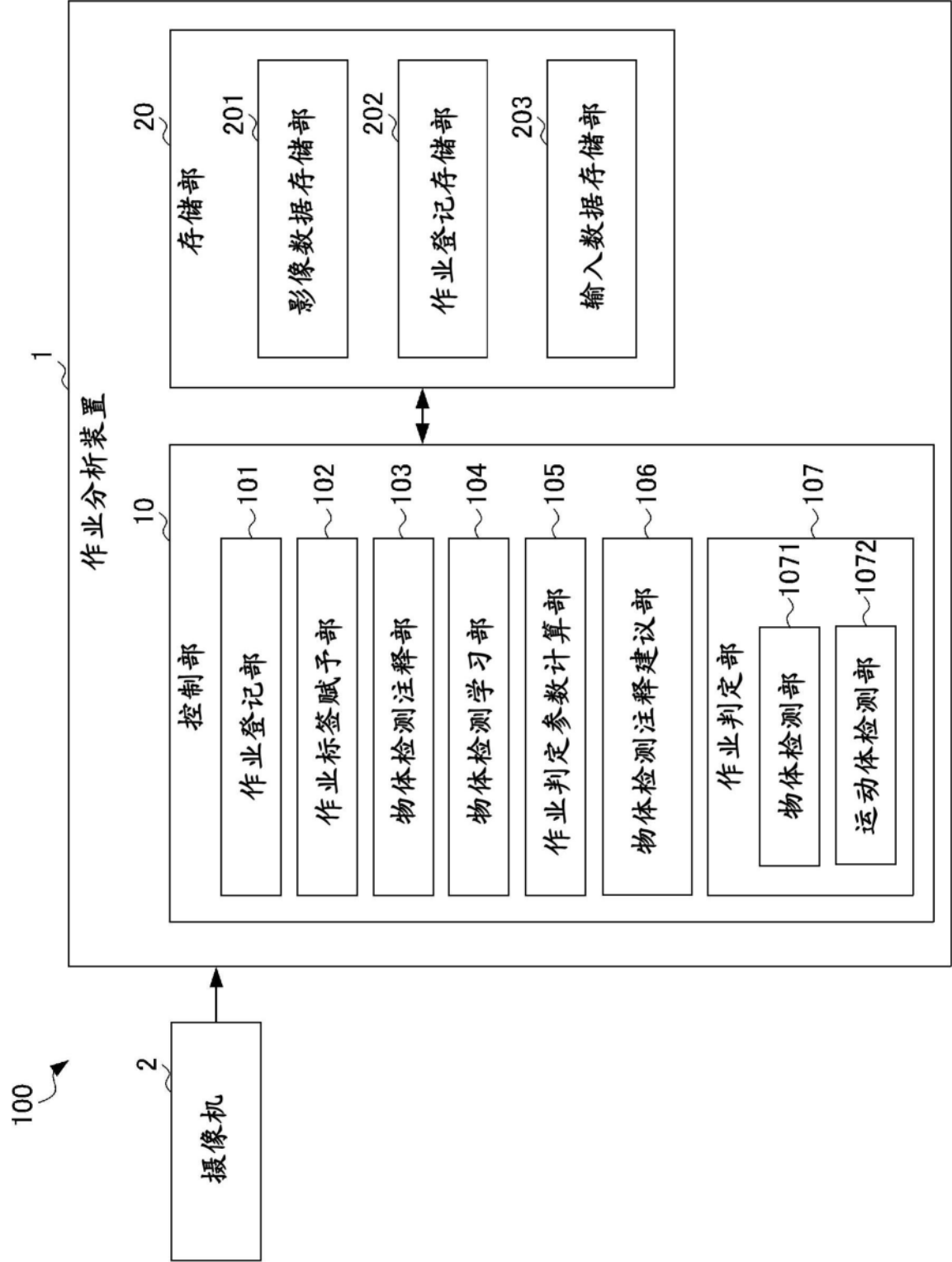


图1

作业表

| 物体  | 作业 |
|-----|----|
| 研磨机 | 研磨 |
| 砂纸  | 磨擦 |
| ⋮   | ⋮  |

图2

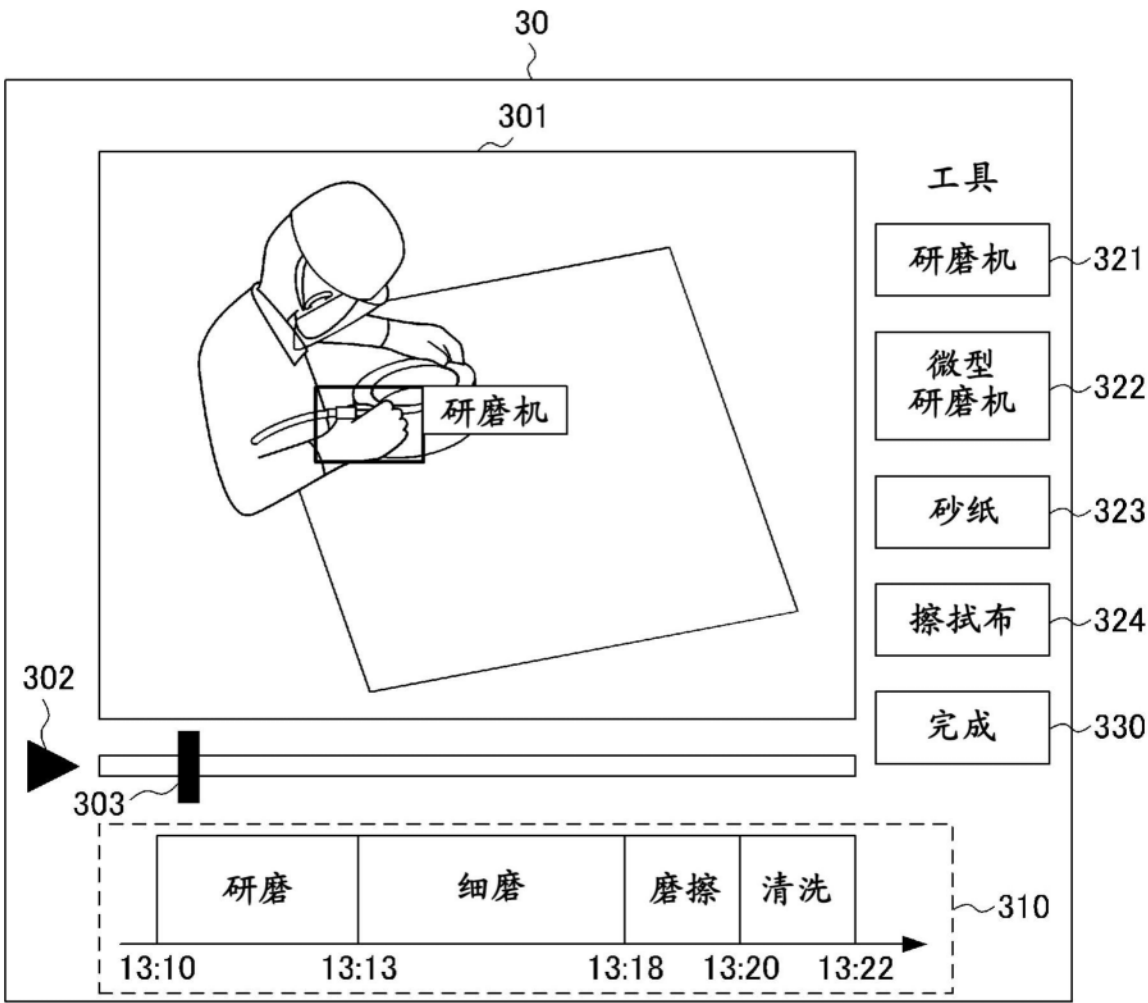


图3

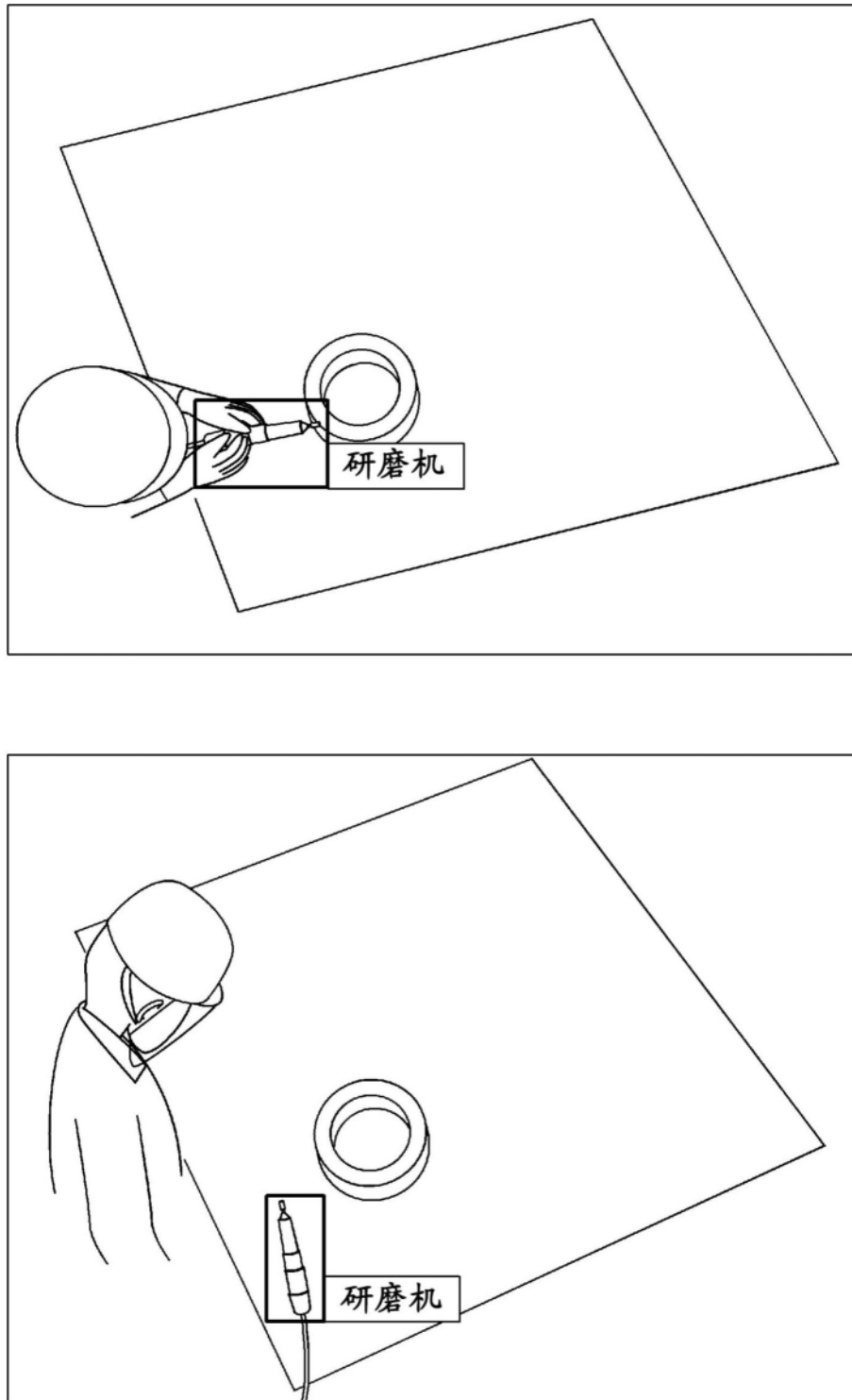


图4

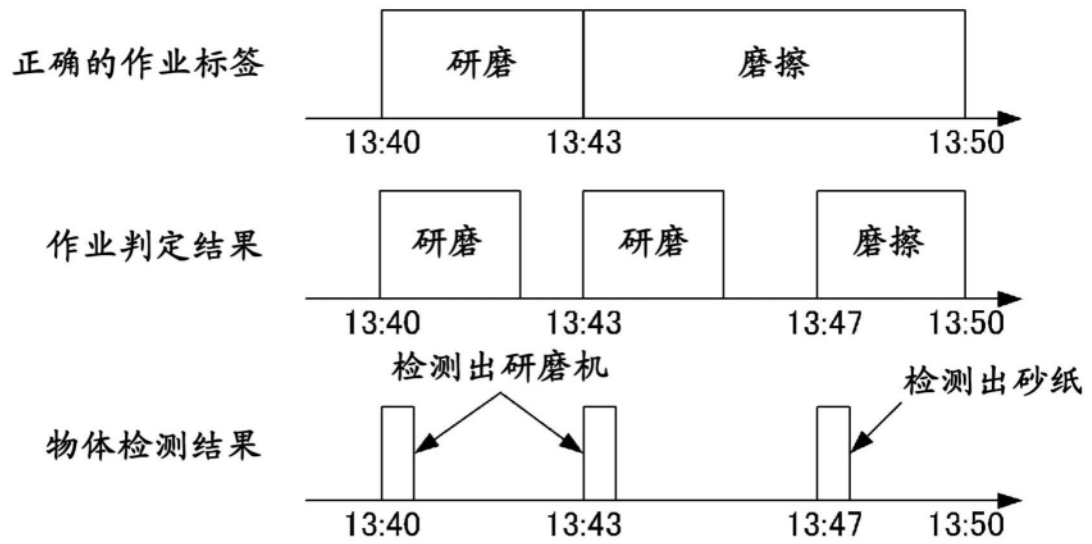


图5

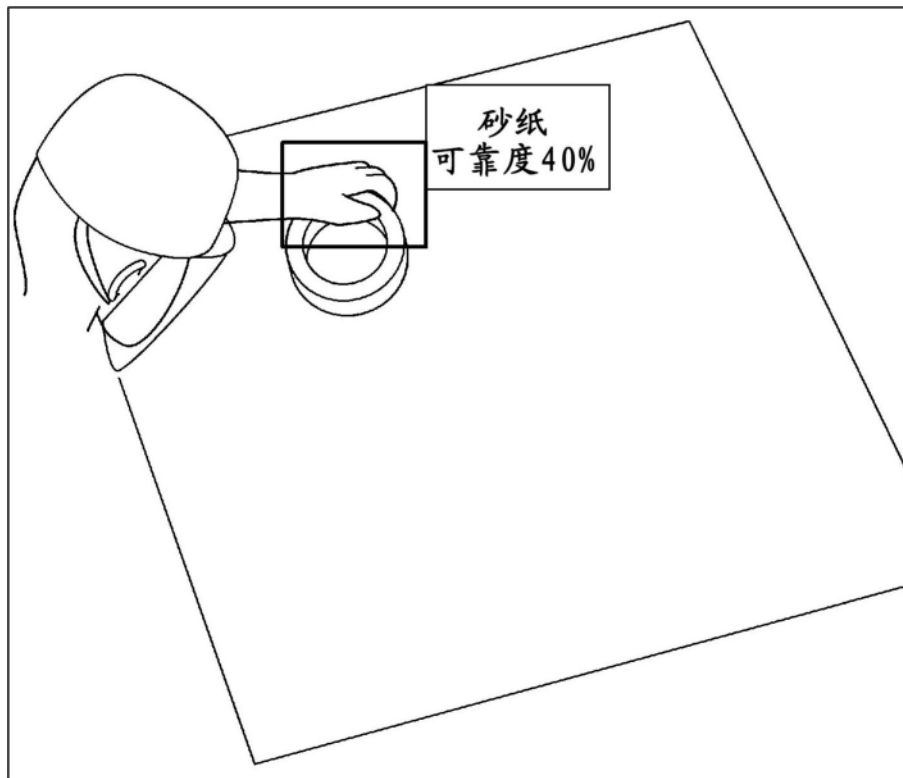


图6

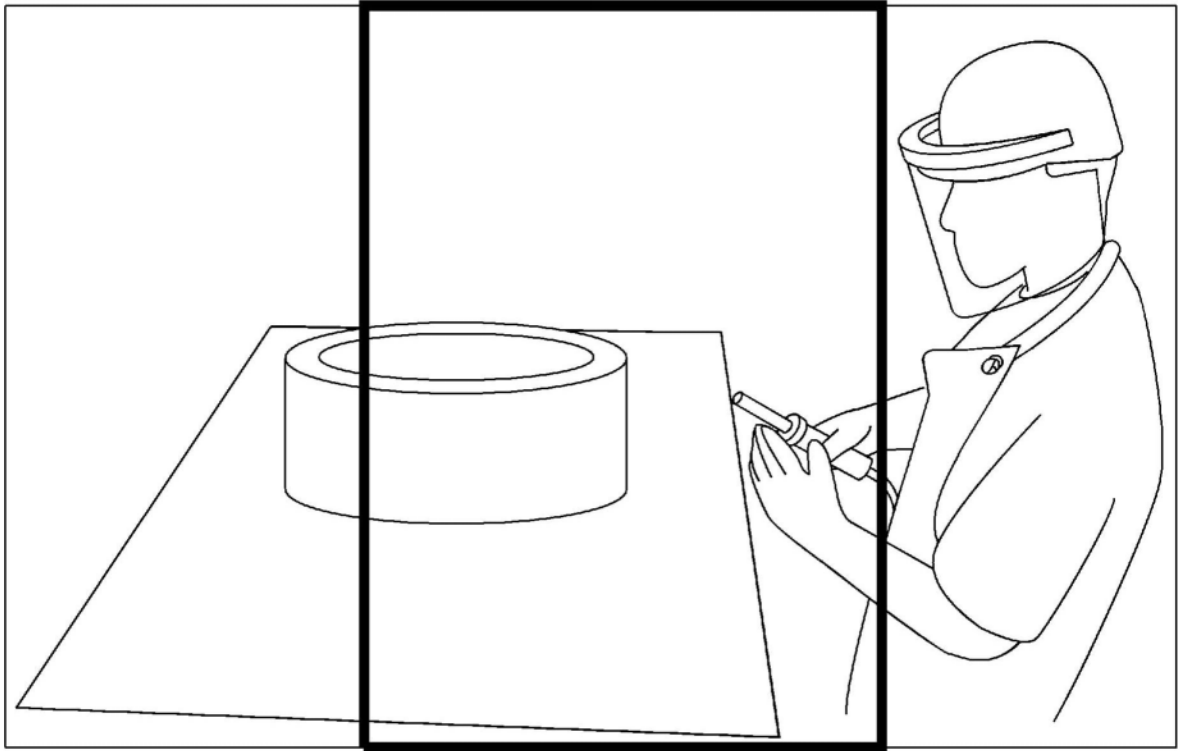


图7

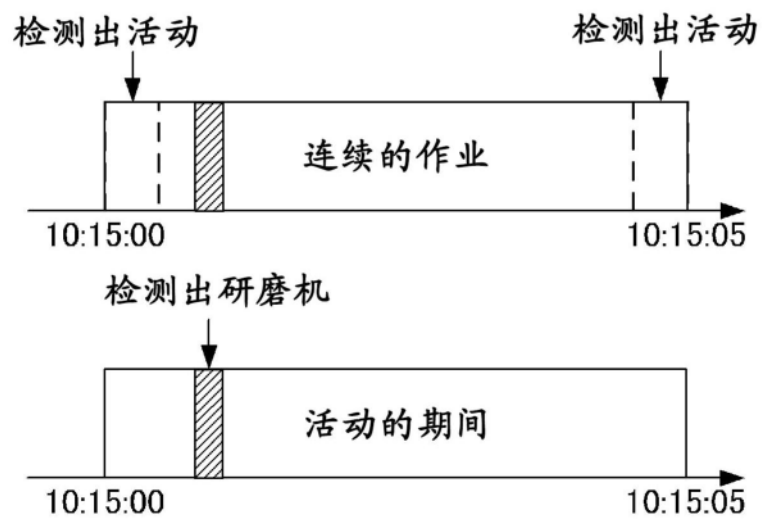


图8

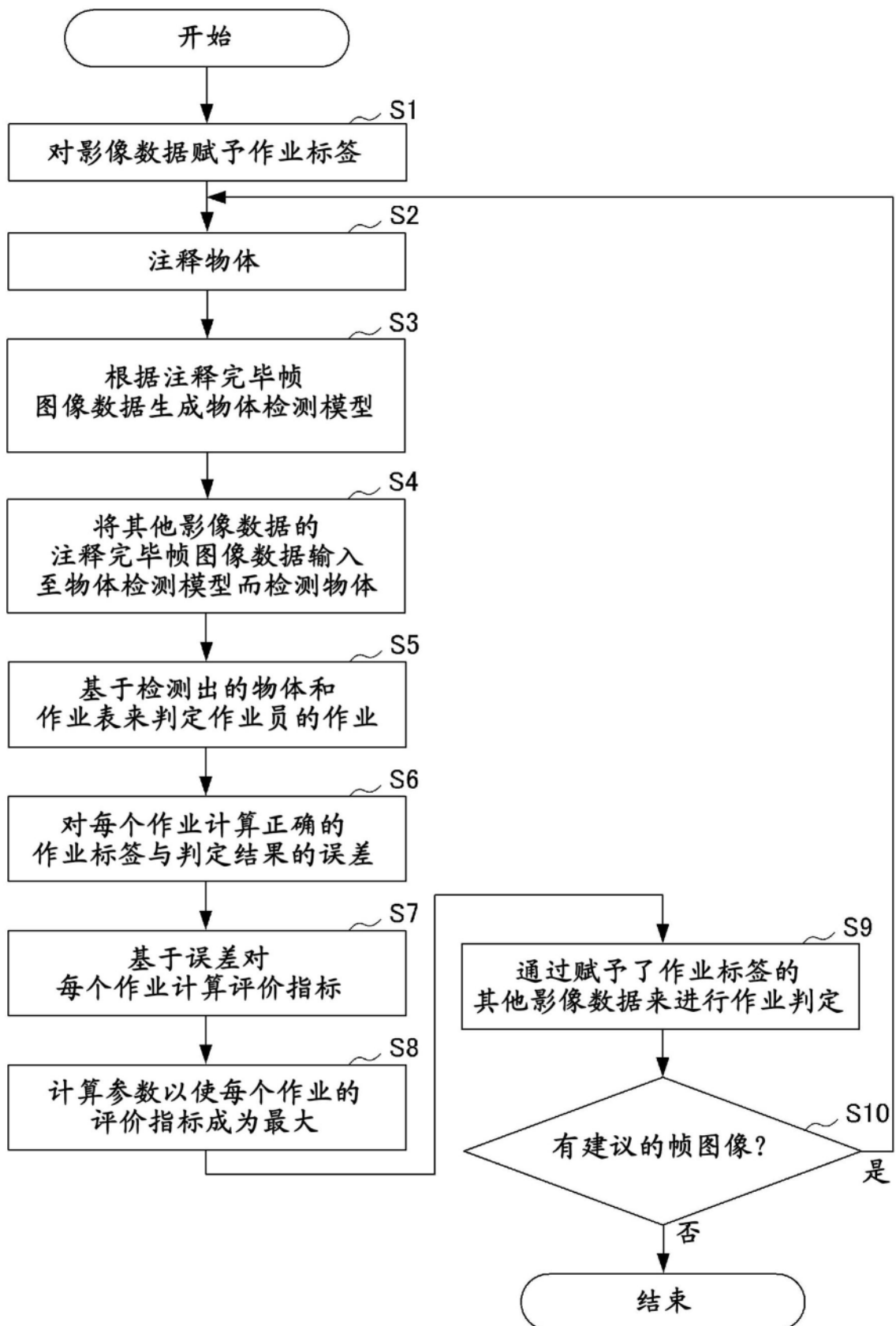


图9

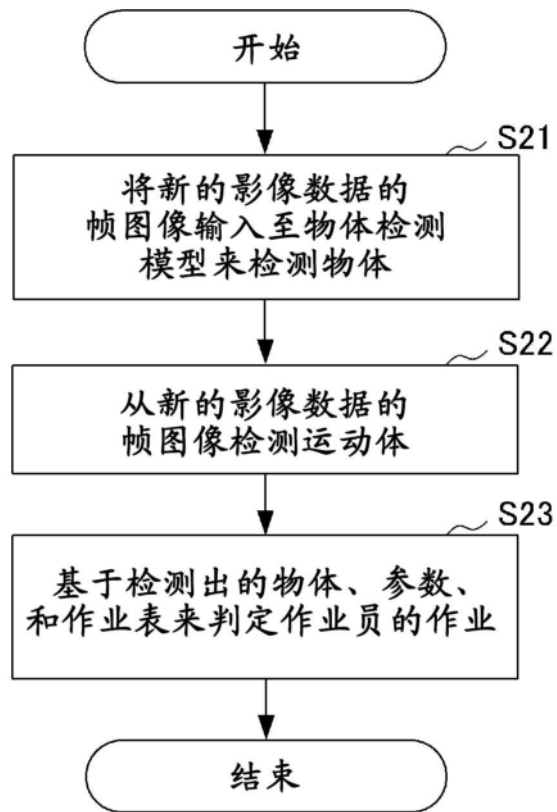


图10

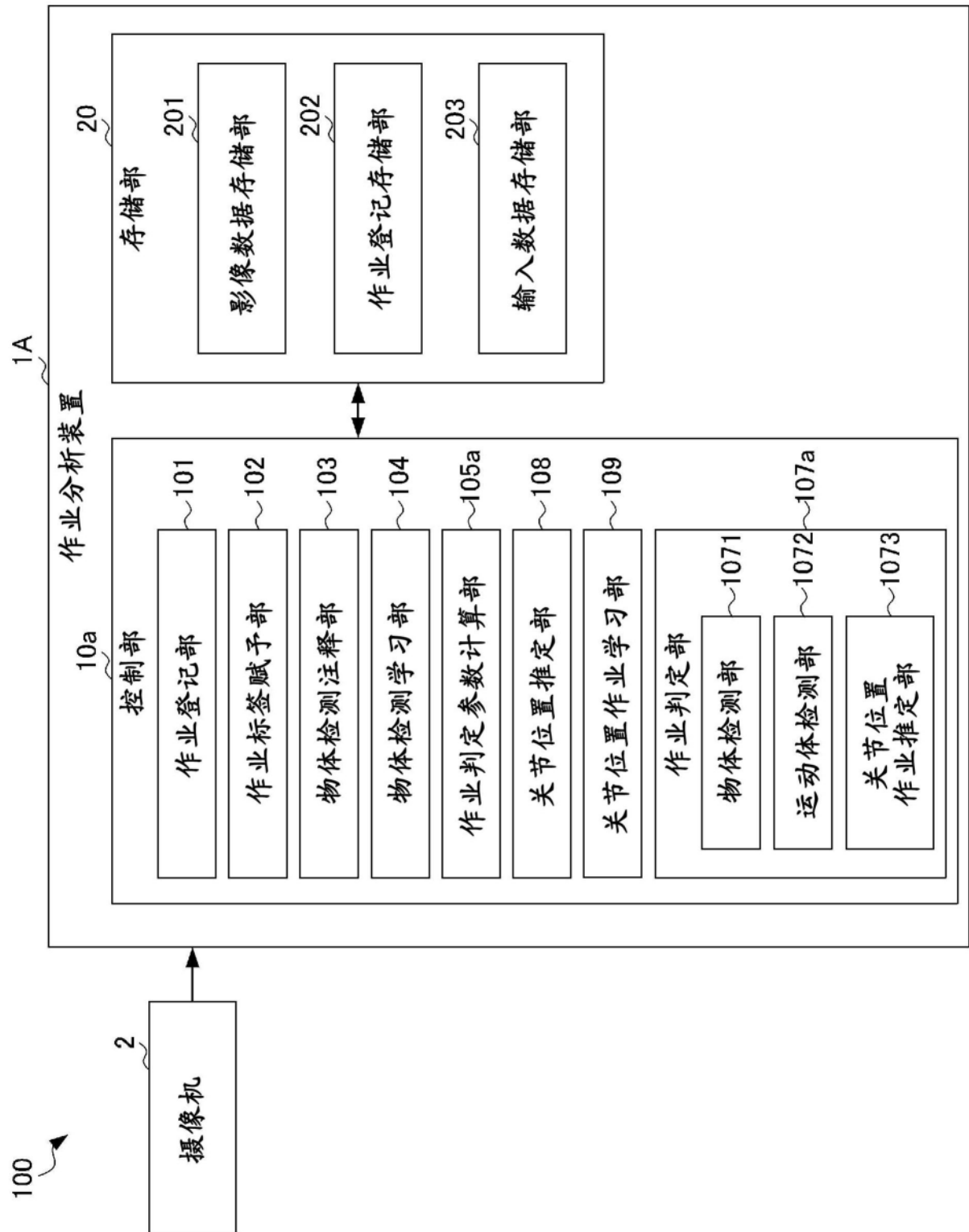


图11

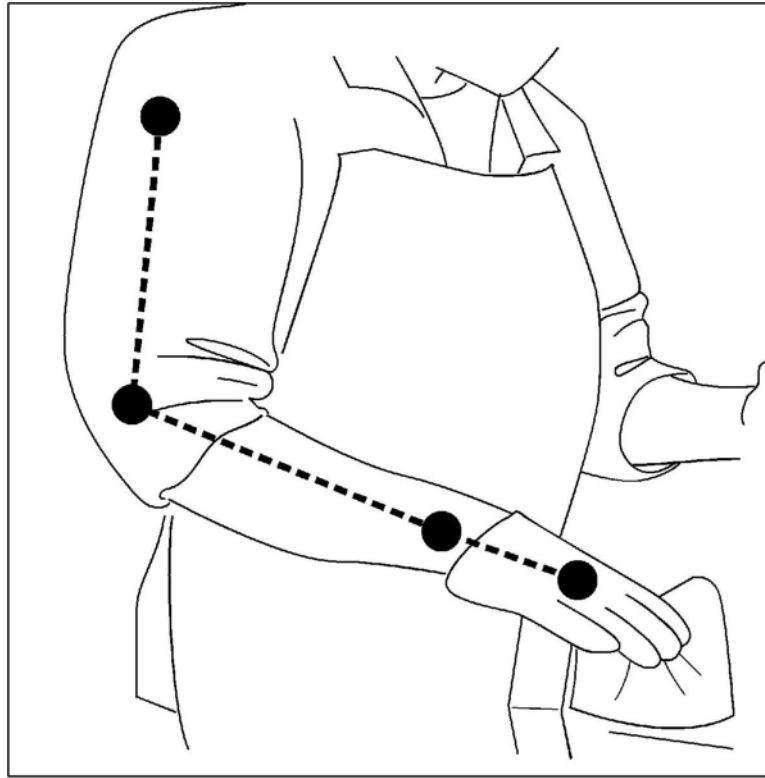


图12

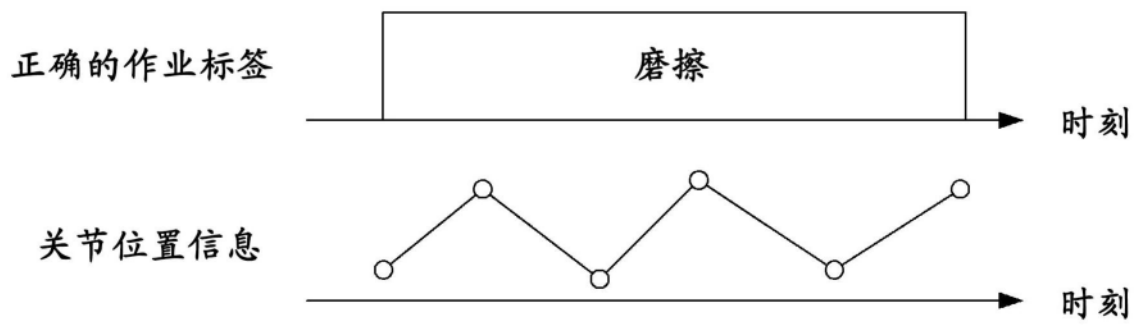


图13

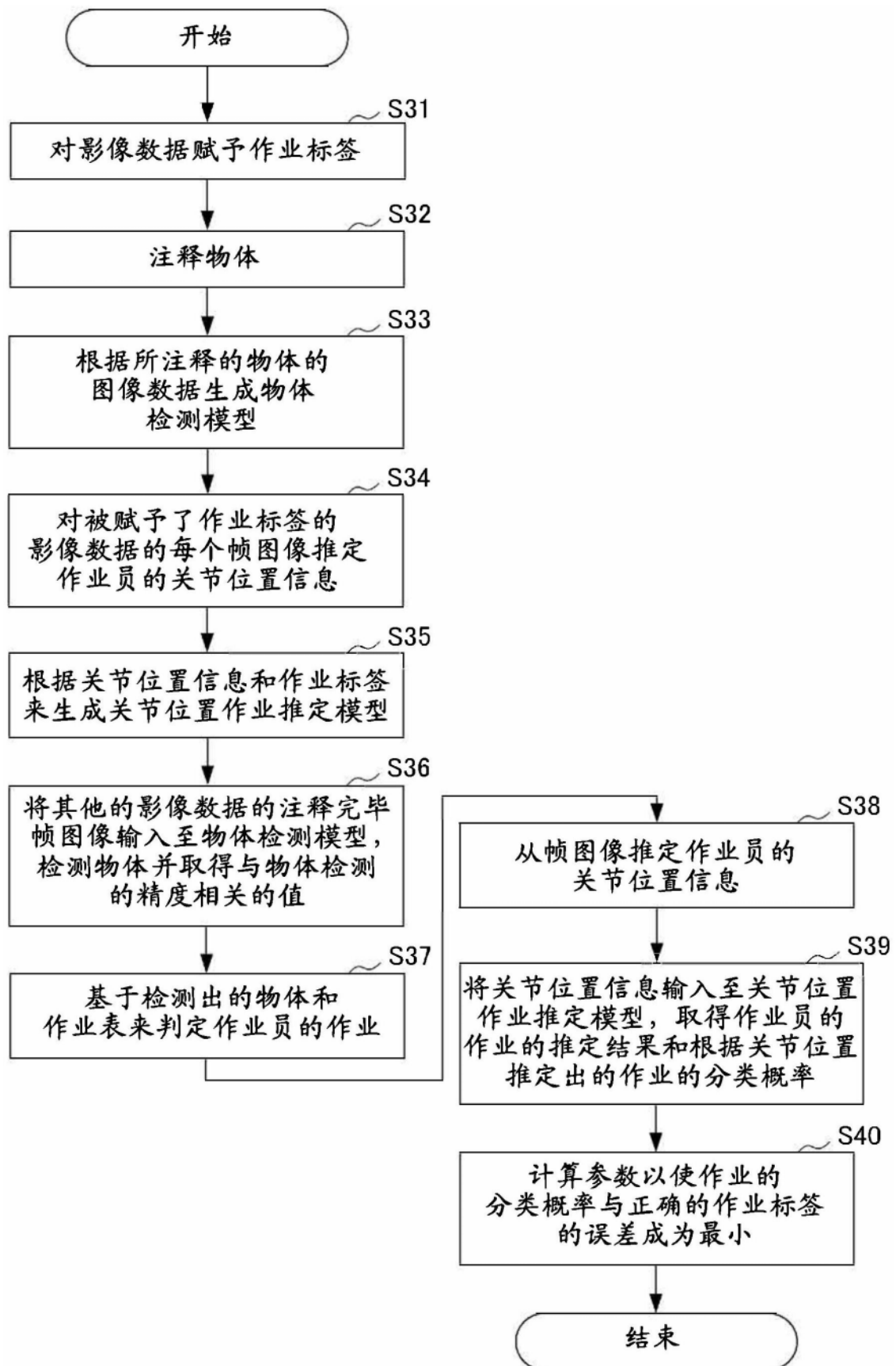


图14

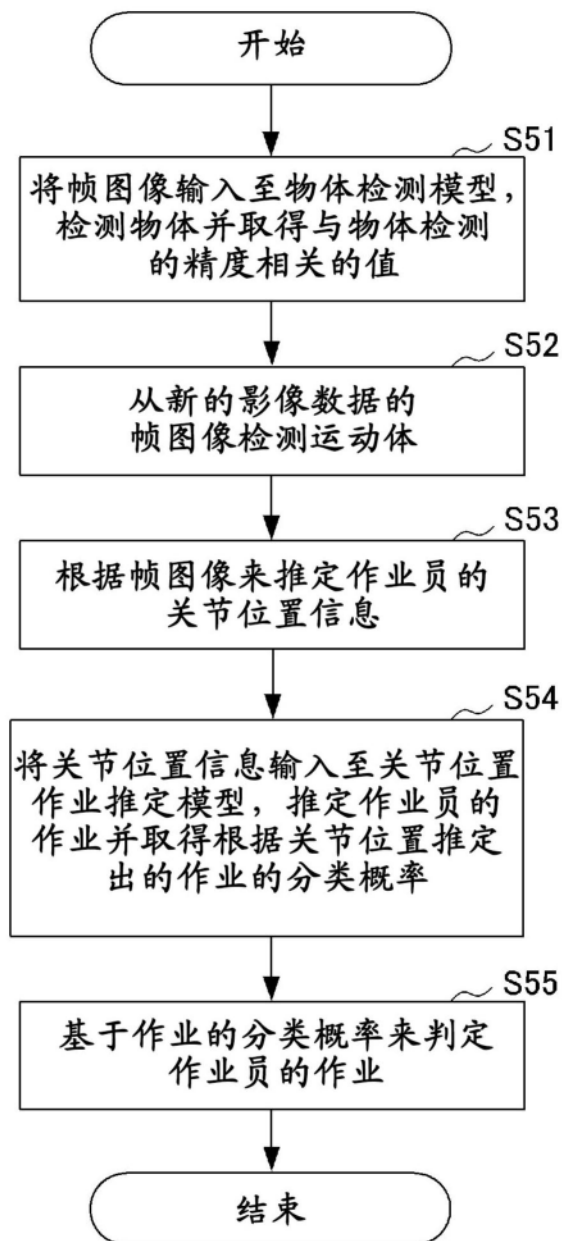


图15