



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113396424 A

(43) 申请公布日 2021.09.14

(21) 申请号 202080012865.3

(22) 申请日 2020.01.31

(30) 优先权数据

2019900387 2019.02.07 AU

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.08.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AU2020/050064 2020.01.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/160595 EN 2020.08.13

(71) 申请人 马特拉克盾牌私人有限公司

地址 澳大利亚维多利亚

(72) 发明人 沙恩·霍奇金斯

布雷特·霍奇金斯

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 唐京桥 杜诚

(51) Int.Cl.

G06K 9/46 (2006.01)

G06F 30/13 (2006.01)

G06N 3/02 (2006.01)

G06Q 10/06 (2006.01)

G06Q 50/08 (2006.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

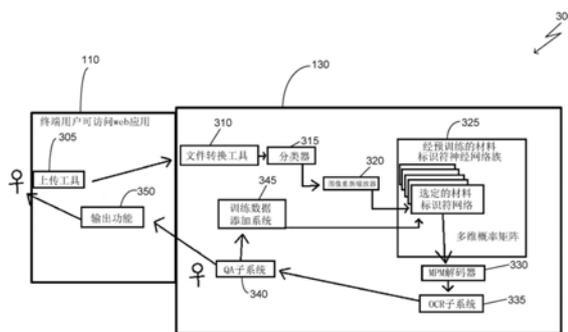
(54) 发明名称

用于自动化材料提取的系统和方法

(57) 摘要

提供了一种用于从2D绘图中确定材料提取的系统和方法。该系统和方法包括：预处理部件，其可操作成接收和预处理2D绘图，以提供经处理的图像；分类器部件；其可操作成接收经处理的图像，所述分类器部件包括一个或多个经预训练的卷积神经网络，所述分类器部件可操作成从一个或多个类别的绘图类型中确定经处理的图像的类型。还提供了材料标识符部件，该材料标识符部件可操作成接收经处理的图像，并且提供与经处理的图像相关联的值的多维矩阵，其中，多维矩阵中的每个值表示经处理的图像中存在特征的概率。材料标识符部件还可操作成针对经处理的图像生成一个或多个多维概率矩阵(MPM)。还提供了MPM解码部件，该MPM解码部件可操作成对由材料标识符部件生成的一个或多个MPM进行解码，以针对在处理的图像中发现的每个特征产生一个或多个数据对象。最后，输出部件提供以下中的一个或多个：每个特征的

唯一标识符；指示特征在经处理的图像上的位置的坐标列表；和/或描述与特征相关联的任意文本或其他编码信息的位置的坐标列表。



1. 一种用于从2D绘图中确定材料提取的系统,所述系统包括:

预处理部件,其可操作成接收和预处理一个或更多个2D绘图,以提供一个或更多个经处理的图像;

分类器部件,其可操作成从所述预处理部件接收所述经处理的图像,所述分类器部件包括一个或更多个经预训练的卷积神经网络,所述分类器部件可操作成从一个或更多个类别的绘图类型中确定经处理的图像的类型;

材料标识符部件,其可操作成接收经处理的图像,并且提供与所述经处理的图像相关联的值的多维矩阵,其中,所述多维矩阵中的每个值表示所述经处理的图像中存在特征的概率,并且针对所述经处理的图像生成一个或更多个多维概率矩阵(MPM);

MPM解码部件,其可操作成对由所述材料标识符部件生成的一个或更多个MPM进行解码,以针对在所述经处理的图像中发现的每个特征产生一个或更多个数据对象;以及

输出部件,其可操作成提供以下中的一个或更多个:每个特征的唯一标识符;指示所述特征在所述经处理的图像上的位置的坐标列表;和/或描述与所述特征相关联的任意文本或其他编码信息的位置的坐标列表。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述预处理部件还可操作成将所述2D绘图转换为以下中的一个或更多个:预定格式、尺寸和纵横比。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述2D绘图是pdf、jpg、dwg中的一个或更多个。

4. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述尺寸是1024×1024像素。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述预处理部件还包括图像重新缩放部件,所述图像重新缩放部件可操作成对所述经处理的图像进行标准化。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或更多个卷积神经网络包括预定维度的输入层。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述输入层是1024×1024×3层。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或更多个卷积神经网络包括一个或更多个卷积层,所述卷积层包含一个或更多个节点,所述一个或更多个节点各自具有一个或更多个权重和偏差。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述一个或更多个卷积层对应于支持的绘图类型的数目。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述材料标识符部件包括一个或更多个经预训练的材料识别神经网络。

11. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述一个或更多个经预训练的材料识别神经网络被训练以产生值的多维矩阵。

12. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述MPM表示与所述经处理的图像相关联的每个特征的数目、类型、物理位置和尺寸中的一个或更多个;并且所述MPM以分配给所述绘图上的每个X和Y像素坐标的值进行编码。

13. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述特征包括以下中的一个或更多个:材料、包括墙壁或房间的结构元素、或者出现在所述绘图中的其他元素,例如家具。

14. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述MPM解码部件可操作成扫描在所述MPM中表示的每个坐标,并且确定所述经处理的图像中的一个或更多个坐标是否包含以下中的一个

或更多个：(a) 材料；(b) 没有材料；或者 (c) 新材料的边缘。

15. 根据权利要求14所述的系统，其中，所述MPM解码部件还可操作成扫描相邻坐标并检查每个相邻坐标的值，从而确定边界和/或相关联的文本或由所述MPM表示的其他属性类型。

16. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述系统还包括后处理部件，所述后处理部件可操作成对所述数据执行检查，以改进所述系统的操作。

17. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述后处理部件包括OCR子系统部件，所述OCR子系统部件可操作成在与所述MPM识别的特征相关联的坐标位置上运行光学字符识别过程。

18. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述后处理部件包括质量保证子系统部件，所述质量保证子系统部件可操作成向用户提供对所述MPM解码部件的输出的检查。

19. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述质量保证子系统部件提供交互式经处理的图像，其中，使用在所述绘图上识别的每个特征的坐标来在所述特征上呈现突出显示，以便于识别。

20. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述质量保证子系统部件包括呈现在表格中的所述绘图的BOM，所述表格可以由用户编辑，使得如果所述系统遗漏新特征，则可以将所述新特征添加至BOM表格。

21. 根据权利要求19所述的系统，其中，所述质量保证子系统部件包括绘制/拖动/擦除工具，所述绘制/拖动/擦除工具允许所述用户在所述经处理的图像上创建/修改/删除坐标。

22. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述系统还包括训练数据部件，所述训练数据部件经由所述MPM解码器接收所述2D绘图以及所生成的BOM；经由所述MPM解码器将所述2D绘图与所生成的BOM一起反馈到当前特征的训练数据集中。

23. 一种用于从2D绘图中确定材料提取的方法，所述方法包括以下步骤：

接收和预处理一个或更多个2D绘图，以提供一个或更多个经处理的图像；

通过一个或更多个经预训练的卷积神经网络从一个或更多个类别的绘图类型中确定所述经处理的图像的类型；

提供与所述经处理的图像相关联的值的多维矩阵，其中，所述多维矩阵中的每个值表示所述经处理的图像中存在特征的概率；

针对所述经处理的图像生成一个或更多个多维概率矩阵 (MPM)；

对所述一个或更多个MPM进行解码，以针对在所述经处理的图像中发现的每个特征产生一个或更多个数据对象；以及

输出以下中的一个或更多个：每个特征的唯一标识符；指示所述特征在所述经处理的图像上的位置的坐标列表；和/或描述与所述特征相关联的任意文本或其他编码信息的位置的坐标列表。

## 用于自动化材料提取的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于从绘图自动提取材料的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 建设项目在建造阶段期间可能涉及数百人——包括与建设项目相关联的许多不同行业的制造商、供应商和安装者。

[0003] 建设项目包括其中利益相关方对建设项目内的工作进行投标的投标过程。投标过程一般要求利益相关方提供详细的、逐项列出的需要作为项目的一部分制造/供应/安装的所有材料的列表。该列表称为材料清单 (BOM)。

[0004] 为了让利益相关方投标,提供建设项目的二维 (2D) 绘图 (一般为PDF格式)。从这些 2D绘图中,通过一个或更多个人分析绘图并识别所用的材料的类型/数量来手动创建 BOM。该过程一般被称为“材料提取 (material take-off)”。

[0005] 可以通过在 2D绘图上 (经常在打印出PDF的纸张上) 对所有材料进行手动测量、计数和着色来执行材料提取。对于大型建设项目,这可能需要参与投标过程的利益相关方全职工作两天以上 (以及利用经验丰富的估算师的服务)。如能理解的那样,该过程的手动性质造成了延误以及计算错误的巨大风险,这可能导致在建设阶段期间的成本超支。

[0006] 已尝试使材料提取自动化。例如,存在接收建设项目 (例如建筑物等) 的建筑 3D模型的软件,该软件允许用户选择材料块,并且将它们与特定产品类型相关联。这允许用户导出项目所需的所有材料的列表,并且在 3D模型中单独地跟踪它们。这种类型的软件的缺点是材料提取仍然是极度劳动密集型的,并且还需要专门的计算技能来使用该软件。迄今为止,安装/制造公司对这些类型的软件系统的使用率极低。

[0007] 还存在允许用户从 2D绘图“数字地”执行手动估计活动的软件工具,例如在多个单独的材料中打勾/着色以对总数进行计数,或者使用“数字卷尺”来测量在图像上的尺寸。该过程几乎和传统的纸笔方法一样是手动的 (对于仅单一类型的材料即玻璃,每个项目经常花费几天),并且该过程产生了很多人为错误的风险。

[0008] 期望提供一种改进或至少减轻一个或更多个上述问题或提供有用的替代方案的方法和系统。

[0009] 本文对作为现有技术给出的专利文件或其他事项的引用不应被视为承认在任意权利要求的优先权日该文件或事项是已知的,或者其包含的信息是公知常识的一部分。

### 发明内容

[0010] 根据第一方面,本发明提供了一种用于从 2D绘图中确定材料提取的系统,该系统包括:预处理部件,其可操作成接收和预处理一个或更多个 2D绘图,以提供一个或更多个经处理的图像;分类器部件,其可操作成从预处理部件接收经处理的图像,所述分类器部件包括一个或更多个经预训练的卷积神经网络,所述分类器部件可操作成从一个或更多个类别的绘图类型中确定经处理的图像的类型;材料标识符部件,其可操作成接收经处理的图像,

并且提供与经处理的图像相关联的值的多维矩阵,其中,多维矩阵中的每个值表示经处理的图像中存在特征的概率并且针对经处理的图像生成一个或多个多维概率矩阵(MPM);MPM解码部件,其可操作成对由材料标识符部件生成的一个或多个MPM进行解码,以针对在经处理的图像中发现的每个特征产生一个或多个数据对象;以及输出部件,其可操作成提供以下中的一个或多个:每个特征的唯一标识符;指示特征在经处理的图像上的位置的坐标列表;和/或描述与特征相关联的任意文本或其他编码信息的位置的坐标列表。

[0011] 优选地,预处理部件还可操作成将2D绘图转换为以下中的一个或多个:预定格式、尺寸和纵横比。2D绘图可以采用任意格式,并且例如可以是pdf、jpg、dwg文件中的一个或多个。优选地,可以使用1024×1024像素的尺寸,但是应当理解,可以取决于应用使用任意尺寸。

[0012] 优选地,预处理部件还包括图像重新缩放部件,该图像重新缩放部件可操作成对经处理的图像进行标准化。

[0013] 应当理解,一个或多个卷积神经网络可以包括预定维度的输入层。输入层可以是例如1024×1024×3层。

[0014] 一个或多个卷积神经网络可以包括包含一个或多个节点的一个或多个卷积层,所述一个或多个节点各自具有一个或多个权重和偏差。一个或多个卷积层还可以对应于支持的绘图类型的数目。

[0015] 优选地,材料标识符部件包括一个或多个经预训练的材料识别神经网络。一个或多个经预训练的材料识别神经网络优选地被训练,以产生值的多维矩阵。

[0016] 优选地,MPM表示与经处理的图像相关联的每个特征的数目、类型、物理位置和尺寸中的一个或多个;并且MPM以分配给绘图上的每个X和Y像素坐标的值进行编码。

[0017] 应当理解,特征可以采取任意形式,并且可以包括以下中的一个或多个:材料、包括墙壁和房间的结构的部分、家具或在绘图上可见的其他元素。

[0018] 优选地,MPM解码部件可操作成扫描在MPM中表示的每个坐标,并且确定经处理的图像中的一个或多个坐标是否包含以下中的一个或多个:(a)材料;(b)没有材料;或者(c)新材料的边缘。MPM解码部件还可操作成扫描相邻坐标并检查每个相邻坐标的值,从而确定边界和/或相关联的文本或由MPM表示的其他属性类型。

[0019] 优选地,该系统还包括后处理部件,该后处理部件可操作成对数据执行检查以改进系统的操作。后处理部件可以包括OCR子系统部件,该OCR子系统部件可操作成在与MPM识别的特征相关联的坐标位置上运行光学字符识别过程。

[0020] 优选地,后处理部件还包括质量保证子系统部件,该质量保证子系统部件可操作成向用户提供对MPM解码部件的输出的检查。质量保证子系统部件提供交互式经处理的图像,其中,使用在绘图上识别的每个特征的坐标来在特征上呈现突出显示,以便于识别。质量保证子系统部件可以包括呈现在表格中的绘图的BOM,该表格可以由用户编辑,使得如果系统遗漏新特征,则可以将新特征添加至BOM表。

[0021] 优选地,质量保证子系统部件包括绘制/拖动/擦除工具,该绘制/拖动/擦除工具允许用户在经处理的图像上创建/修改/删除坐标。

[0022] 优选地,该系统还包括训练数据部件,该训练数据部件经由MPM解码器接收2D绘图以及所生成的BOM;经由MPM解码器将2D绘图与所生成的BOM一起反馈到当前特征的训练数

据集中。

[0023] 根据第二方面,本发明提供了一种从2D绘图中确定材料提取的方法,该方法包括以下步骤:接收和预处理一个或更多个2D绘图,以提供一个或更多个经处理的图像;通过一个或更多个经预训练的卷积神经网络从一个或更多个类别的绘图类型中确定经处理的图像的类型;提供与经处理的图像相关联的值的多维矩阵,其中,多维矩阵中的每个值表示经处理的图像中存在的特征的概率;针对经处理的图像生成一个或更多个多维概率矩阵(MPM);对一个或更多个MPM进行解码,以针对在经处理的图像中发现的每个特征产生一个或更多个数据对象;以及输出以下中的一个或更多个:每个特征的唯一标识符;指示特征在经处理的图像上的位置的坐标列表;和/或描述与特征相关联的任意文本或其他编码信息的位置的坐标列表。

### 附图说明

[0024] 现在将通过参照附图进一步详细地描述本发明。应当理解,附图的特殊性并不取代本发明的前述描述的一般性。

[0025] 图1是可以用于实施根据本发明的实施方式的系统的示例网络的示意图;

[0026] 图2是示出根据本发明的示例性实施方式的用于自动化材料提取的系统和方法所采用的工艺步骤的流程图;以及

[0027] 图3是示出根据本发明的另一示例性实施方式的用于自动化材料提取的系统和方法所采用的工艺步骤的流程图。

### 具体实施方式

[0028] 本发明可以由在建设领域中工作的用户利用,并且关于该示例性但非限制性的应用来描述本发明将是方便的。应当理解,本发明不限于该应用,并且可以例如应用于电子制造、服装设计和制造,或当前由人类分析的设计绘图的任意地方。

[0029] 参照图1,其示出了根据本发明的示例性实施方式的用于具有构成系统的设备的自动化材料提取的系统100的图。系统100包括:一个或更多个服务器120,所述一个或更多个服务器120包括一个或更多个数据库125;一个或更多个计算设备110(例如与用户相关联),所述一个或更多个计算设备110通信地耦接至云计算环境130、“云”,并且经由网络115例如互联网或移动通信网络互连。

[0030] 尽管“云”具有许多含义,但是根据本文描述的实施方式,该术语包括能够通过网络远程地使用的一组网络服务,并且本文描述的方法可以实现为存储在内存中并由云计算平台执行的一组指令。软件应用可以向一个或更多个服务器120提供服务,或者支持由第三方服务器提供的其他软件应用。服务的示例包括网站、数据库、软件即服务或其他web服务。计算设备110可以包括智能电话、平板电脑、膝上型计算机、台式计算机、服务器计算机以及其他形式的计算机系统。

[0031] 通过网络115的信息和/或数据的传输可以使用有线通信方式或无线通信方式来实现。应当理解,本发明的实施方式可以通过不同的网络例如MAN(城域网)、WAN(广域网)或LAN(局域网)实现。此外,实施方式不需要通过网络发生,并且方法步骤可以完全发生在客户端或服务器处理系统上。

[0032] 现在参照图2,其示出了示出根据本发明的示例性实施方式的用于自动化材料提取的系统和方法所采用的工艺步骤200的流程图。该方法开始于步骤205,其中,与例如图1的计算设备110相关联的用户提供可以上传至服务器120并存储在云130中的数据库125上的2D绘图。

[0033] 用户可以以多种格式——包括pdf、jpg、dwg等——提供2D绘图。然后,控制移动至步骤210,在步骤210中,将2D绘图提供至经预训练的神经网络。经预训练的神经网络可以存在于服务器120或数据库125上,并且可以使用传统的监督方法进行预训练。例如,可以提供特定类型的示例建设绘图(即铝覆层、立面、电气设计等的车间绘图)以及人类生成的BOM数据抽象的示例。如将参照图3进一步描述的,经预训练的神经网络可以采用任意数目的形式。经预训练的神经网络在步骤210处理来自2D绘图的数据。控制然后移动至步骤215,在步骤215中神经网络生成BOM的抽象。

[0034] 在用于训练神经网络的训练过程的每个步骤处的步骤210和215处,机器学习算法的每个层接收输入,并基于与层中的每个节点相关联的权重和偏差提供输出。如本领域技术人员将理解的,最后层产生所生成的多维概率矩阵(MPM),将其与人类创建的MPM示例进行比较。机器生成的MPM与人类生成的MPM之间的差异提供了损失函数,该损失函数允许更新网络中所有节点的权重和偏差,以便未来机器生成的MPM将越来越类似于人类生成的版本。通过在数百个训练数据的示例中进行数千代训练,机器生成的MPM将汇聚到人类生成的版本上,从而提供无需人类监督即可生成BOM的能力。

[0035] 一旦产生了MPM,控制就移动至步骤220,在步骤220中,输出部件将MPM处理为人类可读的BOM。

[0036] 有利地,除了提供用户需要的2D绘图之外,不需要与系统交互,并且用户与计算设备110相关联并接收结果,该结果是BOM,然后他们可以将BOM用作他们的投标过程等的一部分或者在知道BOM准确的情况下订购他们需要的材料。

[0037] 图3是示出根据本发明的另一示例性实施方式的用于自动化材料提取的系统和方法所采用的过程步骤的流程图300。控制开始于步骤305,在步骤305中,与计算设备110相关联的用户将一个或多个2D绘图上传至包含服务器120和数据库125的云130,系统100可以在其中处理2D绘图。上传步骤305可以经由简单的基于web的应用来执行,该简单的基于web的应用允许与计算设备110相关联的用户将文件上传至能够执行计算并存储文件和元数据两者的基于云的计算系统130。然后可以在云130中执行所有后续操作。云130可以包括联网在一起的虚拟计算机和物理计算机两者,可以连接两个或多个数据库以用于在网络计算机之间共享数据的目的,并且可以访问联网的存储位置,以用于在部件之间存储/共享文件的目的。

[0038] 然后,控制移动至步骤310、步骤315和步骤320,其可以被认为是预处理部件的一部分。在步骤310处,来自步骤315的上传文件被转换为标准尺寸和纵横比的格式。绘图可以采用pdf、jpg、dwg等形式,但是转换步骤使用 $1024 \times 1024$ 像素的图像尺寸。应当理解,可以提供任意尺寸。该转换是由于神经网络要求其处理的所有图像具有一致的尺寸。然后,控制移动至步骤315,在步骤315中,分类器部件包含经预训练的卷积神经网络,该经预训练的卷积神经网络可以使用技术人员已知的方法构建以提供:

[0039] •  $1024 \times 1024 \times 3$ 层的输入层。

[0040] • 多个卷积层,如本领域技术人员将理解的,多个卷积层包含与机器学习一致的具有“权重”和“偏差”的节点。层的数目基于由本发明的系统和方法支持的绘图类别的数目。应当理解,这可以扩展并且中间层的数目和类型可以被改变。

[0041] • 一个全连接层,其跨节点阵列输出零或一的值,这表示由本发明的系统和方法支持的不同“类别”的绘图。

[0042] 如将理解的,对部件进行分类的目的是确定用户已经上传了哪种类型的2D建设绘图,以便取决于绘图类型提供具体处理器。例如,特定类型的2D绘图可能仅示出项目的结构钢部件,而另一个则示出通风或管道。

[0043] 这是由于单个特征(即门)取决于其出现的绘图的类型而不同地出现的事实。例如,门结构的技术规格将与平面图看起来不同,所述平面图将与建筑物正面的前向“立面”绘图看起来又不同。有利地,对部件进行分类使该确定自动地进行。这是通过基于绘图包含的特征以及绘图是否示出建筑物的侧面、正面、内部或俯视图,或者绘图是否示出特定特征的详细的/部件级别(即,在特征是一种或更多种材料的情况下,这可能包括覆层、结构钢、模块化浴室固定装置等),来在数千个绘图的预分类列表上训练网络来完成的。有利地,本发明的该方面避免了用户需要选择他们正在上传的绘图的类型,而是简单地上传绘图。

[0044] 然后,控制移动至步骤320,在步骤320中,图像重新缩放部件对2D绘图的图像进行标准化以用于处理。优选地,绘图被转换为 $1024 \times 1024$ 像素的图像,但是将明显的是,根据应用,任意图像分辨率也可以适用。然后,控制移动至材料标识符部件325,该材料标识符部件325是经预训练的材料识别神经网络族。这些神经网络中的每一个被训练以接收具体类型的单个2D绘图图像(即立面图、平面图等)和用于特定类型的特征(即特定材料或结构,例如窗户),神经网络被训练以产生值的多维矩阵,其中,每个值表示给定特征的特定特征(即,窗口的边缘或一块钢的中心)出现的概率,并且给出在2D绘图中设置的坐标。这些输出组中的每一个都可以表示为MPM。

[0045] 在步骤325处,MPM采用 $1024 \times 1024 \times 255 \times 3$ 整数阵列的形式,其表示输入数据的像素坐标( $1024 \times 1024$ 和 $255 \times 3$ ),该输入数据的像素坐标表示特征的特定训练特征存在于2D绘图的当前像素中的概率。

[0046] 在一个实施方式中,编码到MPM中的一些特征如下:

[0047] • 特征的边缘:(255,255,255)

[0048] • 特征的中间:(0,0,255)

[0049] • 不存在特征:(0,0,0)

[0050] • 表示与特征相关的信息的文本:(0,255,0)。

[0051] 如将理解的,以上的每一个是彼此不同的值,并且例如,如果在X轴上的位置50和Y轴上的位置200中的像素表示特征的中心,则这可以被记录,使得[50,200]等于[0,0,255]。

[0052] 这仅是数万或数十万的编码的一个示例,并且应当理解,可以创建任意数目的编码,从而表示2D绘图上的特征的不同属性。例如,使用不同的值来对角点、常见符号或曲线等进行编码。将理解的是,具体编码在特征与绘图类型之间可能有很大的不同,并且是相对任意的,前提是它们捕获了给定绘图类型上的特征的相关信息。

[0053] 有利地,2D绘图的MPM表示BOM的抽象编码,其中,绘图上的每个特征的数目、类型、物理位置和尺寸都以分配给绘图上的每个X和Y像素坐标的值进行编码。

[0054] 材料标识符部件325中的神经网络可以通过提供预构建的MPM来训练。以这种方式,材料标识符部件325“学习”以基于先前未知类型的建设绘图来生成其自己的MPM。由材料标识符部件生成的MPM中的值反映了特定特征位于具体像素位置的概率——例如,使用上面的编码 $[30,60] = (0,0,127)$ 可以表示材料标识符部件325具有特定像素表示特征的中心的约50%的置信度。

[0055] 在该实现方式中,材料标识符部件325内的单独的神经网络模型可以包括常见类型的机器学习算法,其被称为对抗性网络。这些网络将被技术人员所熟悉,并且由“生成器”和“鉴别器”组成,它们本身是两个独立的机器学习网络。

[0056] 如技术人员将理解的,生成器是机器学习算法,该机器学习算法接收输入(在这种情况下,为2D绘图),并且使用它来生成所期望输出的新颖示例(在这种情况下,为MPM)。然后,将其与理想输出(“正确”MPM)的预先准备版本一起传递至鉴别器,鉴别器必须选择哪个是“真实”输出。计算出两个损失函数,这样,每当鉴别器成功地检测到由生成器创建的“不正确”MPM时,鉴别器就接收到正强化,而生成器则不会。替代地,如果鉴别器被“愚弄”选择了由生成器创建的MPM,则生成器接收到正强化,而鉴别器则不会。

[0057] 如将理解的,随着时间的推移,这致使生成器在创建与人类创建的、用于特定2D绘图的理想MPM相匹配的输出方面变得越来越熟练,而鉴别器在从“假货”中识别出人类创建的MPM方面变得越来越好。最终,这致使生成器变得非常出色,以至于它生成的MPM几乎与人类创建的MPM没有区别。有利地,给定MPM表示BOM的抽象编码,这意味着材料标识符部件325最终能够“读取”2D绘图,并且输出绘图中存在的所有特征的列表,这些特征包括尺寸、类别和在训练数据集中出现的其他相关信息。

[0058] 然后,控制移动至步骤330,在步骤330中,MPM解码部件对由材料标识符部件生成的MPM进行解码,以针对在2D绘图中发现的每个特征产生简单数据对象。该过程涉及扫描通过MPM数据中表示的每个坐标,并且涉及执行简单检查以确定它是否包含特征、不包含特征、或新特征的边缘等。一旦新特征位于MPM中,MPM解码器就扫描相邻坐标并检查每个相邻坐标的值,从而允许确定边界和相关联文本或由MPM表示的其他属性类型。

[0059] 对于位于该事件中的每个特征,所捕获的细节由MPM解码部件存储。用于被输出的一个或多个特征数据对象中的每一个的MPM解码部件提供以下:

[0060] • 每个特征的唯一标识符;

[0061] • 描述特征在每张绘图上实际出现的位置的坐标列表;

[0062] • 描述与特征相关联的任意文本或其他编码信息的位置的坐标列表。

[0063] 然后,控制移动至后处理部件335、340和345,它们对数据执行检查和/或改进整个系统100。

[0064] 在步骤335处,光学字符识别(OCR)子系统部件在与在步骤325和步骤330处生成的各个特征相关联的坐标位置上运行光学字符识别算法,由OCR子系统部件识别出的任意文本然后可以与特征数据对象一起存储以最终向用户显示,这将在下面进一步描述。OCR子系统部件可以用于检查出现在绘图上的文本,但优选地,它还可操作成基于它们在绘图上的位置来将该文本与位于绘图中的特征相关联。例如,OCR子系统部件可以“读取”出现在绘图上的特征的宽度,从而知道该宽度适用于哪个特征。

[0065] 然后,控制移动至步骤340,在步骤340中,质量保证子系统部件为单个用户或一组

用户提供机会来检查来自步骤330的输出,即,在向与计算设备110相关联的终端用户提供最终BOM之前,针对每个2D绘图来验证BOM数据的完整性。质量保证(QA)子系统部件可以是例如基于web的应用,该基于web的应用允许向用户呈现:

[0066] • 原始2D绘图的交互式版本,其中,使用在绘图上识别的每个特征的坐标来在该特征上呈现突出显示,以便于识别;

[0067] • 呈现在表格中的该绘图页的完整BOM,所述表格可以由QA系统操作员编辑,使得如果自动化系统遗漏新特征,则可以将新特征添加至BOM表;

[0068] • 简单的绘制/拖动/擦除工具,其在任意特征被不正确地识别或从最终BOM中遗漏的情况下,使得QA系统操作员能够在2D绘图上创建/修改/删除坐标;

[0069] • 简单的绘制测量工具,其允许QA系统操作员设置绘制比例的样本(即20像素=150毫米)。有利地,这允许使用与每个特征相关联的像素坐标来计算具有物理特征的真实世界尺寸,然后可以将其保存到BOM;

[0070] • “批准”按钮,其提交BOM并允许BOM被发送至计算设备110。

[0071] 有利地,用户可以编辑或校正并且该编辑/校正由系统学习,随着时间的推移提供改进的准确性等。

[0072] 然后,控制移动至步骤345,该步骤345是训练数据部件,该训练数据部件可以接收在步骤305处提供的2D绘图以及在步骤330处经由MPM解码器输出的BOM作为输入,然后将它们反馈到在步骤325处的当前材料标识符的训练数据集中。以这种方式,材料标识符部件被提供有不断增加的训练数据集,从而使得它能够从步骤340处由QA子系统识别的错误中学习。否则,控制移动至步骤350,在步骤350中,输出部件向与计算设备110相关联的终端用户提供完整的BOM。

[0073] 在该实施方式中,BOM以交互式web应用的形式向用户提供,该交互式web应用使得能够然后搜索/检查/编辑BOM中列出的任意单独特征。用户可以被另外地提供有其2D绘图的交互式版本,其中,BOM中识别的坐标使得特征的突出显示能够在2D绘图上数字地呈现。如本领域技术人员将理解的,可以以任意数目的格式向终端用户提供BOM。

[0074] 在本说明书(包括权利要求书)中使用术语“包括”、“包含”、“含有”或“具有”时,它们将被解释为指定所述特征、整数、步骤或部件的存在,但是不排除一个或多个其他特征、整数、步骤或部件或者它们的组的存在。

[0075] 虽然已经结合有限数目的实施方式描述了本发明,但是本领域技术人员将理解,根据前述描述的许多替代方案、修改和变型是可能的。因此,本发明旨在包括可能落入所公开的本发明的精神和范围内的所有这样的替代方案、修改和变型。

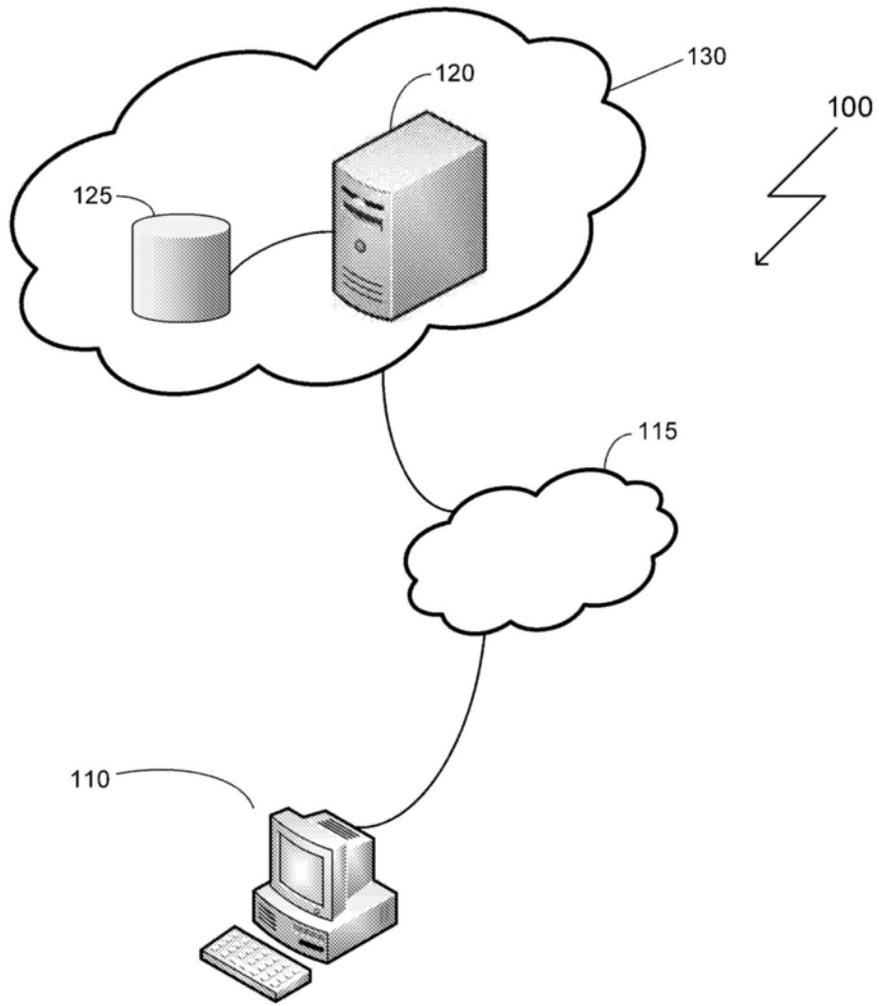


图1

200

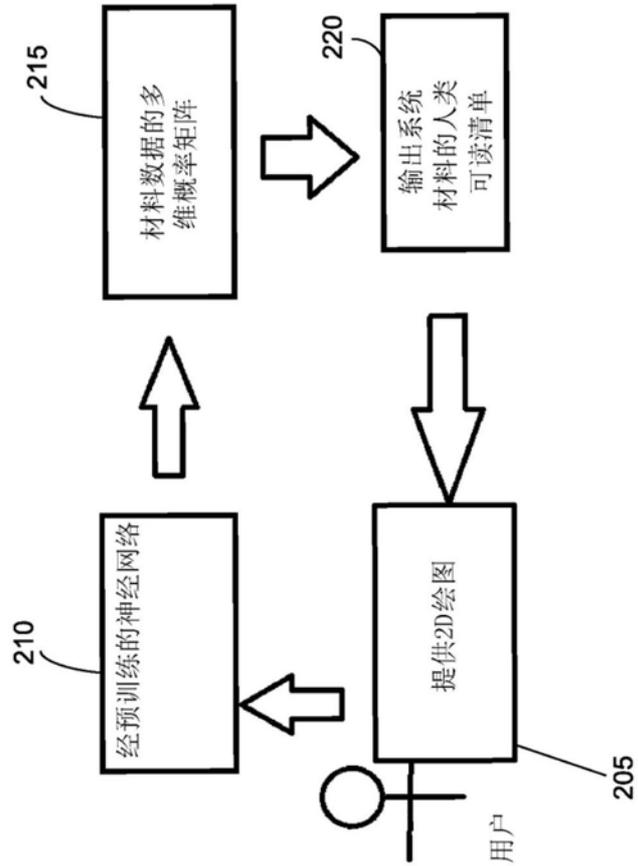


图2

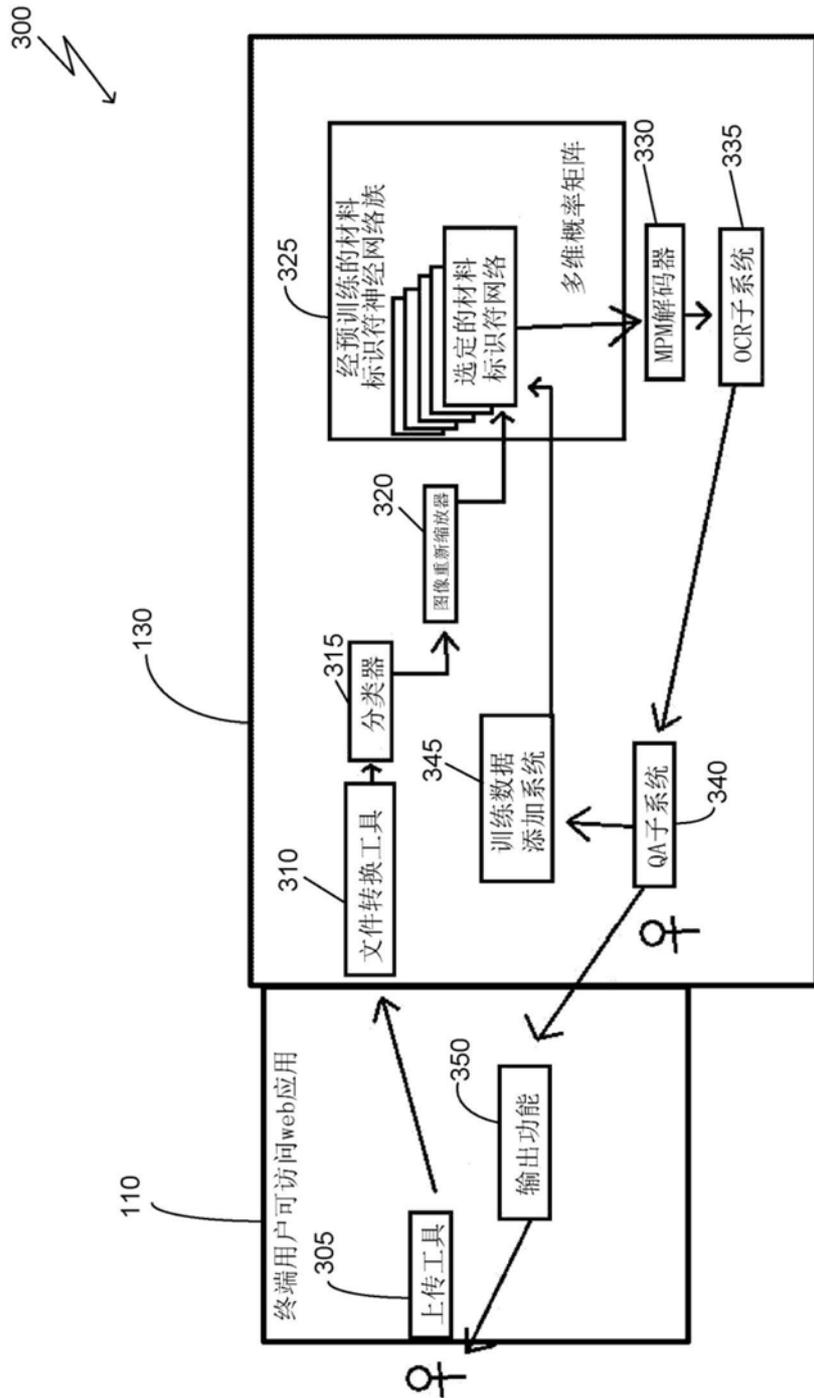


图3