

肉类分级方法以及系统

本申请要求于 2023 年 9 月 15 日提交的、申请号为 202311195747.2 的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本公开涉及检测技术领域。具体地，涉及一种肉类分级方法以及系统，尤其涉及一种基于模型训练的肉类分级方法以及系统。

背景技术

在猪肉、羊肉、牛肉等肉类的生产与加工过程中，会对肉类进行分级与加工处理，前者通过肉类胴体的各项指标参数来确定该胴体所属的级别，从而对上游工厂进行结算，后者则通过对肉类胴体进行各部位或区域的切割，从而按照不同价值进行出售。对于厂家而言，肉类件的分级过程的准确性越高，那么获得的经济效益也更好，因此追求新技术提升分级水平是厂家一贯和长期的追求。以猪肉为例，在相关的分级过程中，会测量猪肉胴体的背膘厚度，结合人眼观测结果，来对猪肉胴体进行分级，这样不仅对工人的技术水平要求很高，厂家所需要支付的劳动成本较高，同时其分级结果还可能受到工人个人经验、水平发挥的差异而导致不同时段的分级的稳定性和一致性得不到保障。

综合来看，相关的肉类分级过程，存在大量依赖人工的问题。一方面是需要支付较为高昂的人工成本，另一方面也难以保障分级过程中的准确性、稳定性和一致性。

发明内容

根据本公开的一方面，提供了一种肉类分级方法，所述方法包括：获取肉类件的多维的肉类成像信息；对所述肉类件进行高精度测量以获取所述肉类件的分级真值数据；基于所述多维的肉类成像信息计算分级指标参数计算值，并基于所述分级指标参数计算值和所述分级真值数据，对分级指标参数模型进行训练，以获得经训练的分级指标参数模型。

在实施例 1 中，根据由所述经训练的分级指标参数模型计算的分级指标参数计算值，对所述肉类件进行分级。

在实施例 2 中，所述分级指标参数计算值至少包括所述肉类件的整体和至少一个部位

的形态结构信息和成分信息，并且所述方法还包括，根据分级所需的形态结构信息和成分信息，并参考分级标准来对所述肉类件进行分级。

在实施例中，所述分级指标参数计算值包括所述肉类件的至少一个部位的划分信息以及至少一个部位的位置信息。

在实施例中，所述形态结构信息包括所述肉类件的整体和至少一个部位的每一个部位的形状信息、长度信息、宽度信息、厚度信息、重量信息中的至少一种；所述成分信息包括所述肉类件的整体和至少一个部位的每一个部位的质量百分比、瘦肉率、脂肪率中的至少一种。

在实施例中，对所述分级指标参数模型进行训练包括：计算所述分级指标参数计算值与所述分级真值数据的差异，并通过将所述差异与相对应的参考数据进行比较来训练所述分级指标参数模型。

在实施例中，对所述分级指标参数模型进行训练还包括：当所述差异大于所述参考数据时，更新所述分级指标参数模型的模型参数，以再次计算分级指标参数计算值，并将再次计算的分级指标参数计算值与所述分级真值数据的差异与所述参考数据比较，重复计算和比较直到所述差异小于或等于所述参考数据。

在实施例中，使用所述分级指标参数模型计算所述分级指标参数计算值包括：所述分级指标参数模型对所述肉类成像信息执行图像处理，以划分所述肉类成像信息，并根据经划分的肉类成像信息计算所述分级指标参数计算值。

在实施例中，使用所述分级指标参数模型计算所述分级指标参数计算值包括：所述分级指标参数模型接收经过图像处理而被划分的肉类成像信息，并根据经划分的肉类成像信息计算所述分级指标参数计算值。

在实施例中，所述图像处理包括图像划分与定位处理、图像降噪处理、图像增强处理中的至少一种。

在实施例中，使用所述肉类成像信息和所述分级真值数据的一部分训练图像划分与定位模型，基于所述肉类成像信息用经训练的图像划分与定位模型的输出提供所述分级指标参数计算值的一部分。

在实施例中，所述高精度测量包括，使用高精度成像装置获取所述肉类件的分级真值数据；和/或通过分割所述肉类件以获得至少一个部位，并单独测量所述至少一个部位，以获取所述肉类件的分级真值数据。

根据本公开的另一方面，提供了一种肉类分级系统，所述系统执行根据本公开的方

面的肉类分级方法，所述系统包括：肉类成像检测设备，所述肉类成像检测设备获取肉类件的多维的肉类成像信息；真值数据获取设备，所述真值数据获取设备获取所述肉类件的分级真值数据；分级指标参数模型，所述分级指标参数模型基于所述多维的肉类成像信息计算分级指标参数计算值，并基于所述分级指标参数计算值和所述分级真值数据进行训练，以获得经训练的分级指标参数模型。

在实施例中，所述经训练的分级指标参数模型根据由所述经训练的分级指标参数模型计算的分级指标参数计算值，对所述肉类件进行分级。

在实施例中，所述系统还包括图像划分与定位模型，所述图像划分与定位模型基于所述肉类成像信息和所述分级真值数据的一部分进行训练，并用经训练的图像划分与定位模型基于所述肉类成像信息提供输出，作为所述分级指标参数计算值的一部分。

在实施例中，所述分级真值数据获取设备包括：人工测量装置，所述人工测量装置用以对所述肉类件进行分割，并直接测量被分割的至少一个部位，来获得分级真值数据；和/或高精度成像装置，所述高精度成像装置以高于所述肉类成像检测设备的分辨率获取所述肉类件的高精度成像信息，并从中获得所述分级真值数据。

应当理解，本部分所描述的内容并非旨在标识本公开的实施例的关键或重要特征，也不用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的说明书而变得容易理解。

附图说明

附图用于更好地理解本方案，不构成对本公开的限定，其中：

图1示出了根据本公开的实施例的肉类分级系统。

图2示出了根据本公开的实施例的分级指标参数计算值的示例。

图3示出了根据本公开的实施例的分级指标参数模型的训练流程图。

图4示出了根据本公开的另一实施例的分级指标参数模型的训练流程图。

图5示出了根据本公开的实施例的肉类成像信息的部位划分示意图。

具体实施方式

为更清楚地阐述本公开的目的、技术方案及优点，以下将结合附图对本公开的实施例进行详细的说明。应当理解，下文对于实施例的描述旨在对本公开的总体构思进行解释和说明，而不应当理解为是对本公开的限制。在说明书和附图中，相同或相似的附图标记指代相同或相似的部件或构件。为了清晰起见，附图不一定按比例绘制，并且附图

中可能省略了一些公知部件和结构。

除非另外定义，本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。措词“一”或“一个”不排除多个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”“顶”或“底”等等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。当诸如层、膜、区域或衬底基板之类的元件被称作位于另一元件“上”或“下”时，该元件可以“直接”位于另一元件“上”或“下”，或者可以存在中间元件。

本公开的目的在于提出一种肉类分级方法以及系统，其通过根据肉类分级要求训练相应的模型，从而有效提高肉类分级过程中的准确性，从而降低肉类厂家的损失、提高经济效益。

图1示出了根据本公开的实施例的肉类分级系统1000。如图1所示，肉类分级系统1000可以包括肉类成像检测设备10、真值数据获取设备20以及分级指标参数模型30。

如图1所示，肉类成像检测设备10可以被配置成对肉类件进行检测以获取肉类件的多维的肉类成像信息MD。在本文中，“肉类成像信息”可以表示肉类的多维（例如三维）图像以及所述图像中包括的组织成分和部位区域信息。根据本公开的实施例，通过使用作为自动化成像检测手段的肉类成像检测设备10，相比于传统的人工分级与加工，能够对肉类表面和内部信息进行更加全面而深入的挖掘。此外，在所获取的肉类成像信息MD中，可以清晰地看到肉类中的例如骨头、肥肉和瘦肉等不同组织成分，以及前尖段、中段（包括肋排）、后尖段等的不同部位和区域，而这些图像信息中的大部分都是人眼所无法观测到的。

作为示例，肉类成像检测设备10可以包括X射线成像设备、可见光成像设备、红外成像设备以及超声波成像等中的任何一种，及其任意组合。作为示例，肉类成像信息MD可以包括电子计算机断层扫描（CT）图像、数字化成像技术（DR）图像等中的任何一种。然而，本公开的实施例不限于此。

以这种方式，通过使用肉类成像检测手段获取肉类成像信息MD作为计算加工参数

的基础,除了可以确保计算和加工的准确性之外,使用肉类成像检测手段还能够获得相比于人眼观测更加丰富和多维度的图像信息,例如X射线CT成像能够获得肉类内部的材料和结构信息,这是人眼所无法直接观测的,从而为肉类分级与加工过程提供更多的信息,有利于促进其准确性的提升。

如图1所示,真值数据获取设备20可以被配置成对肉类件进行高精度测量以获取所述肉类件的分级真值数据TD。在本文中,“分级真值数据”可以表示能够使具有分级功能的设备以所需的准确度实现对肉类件的分级的数据。即,当使用分级真值数据时,可以获得期望的分级结果。因此,根据本公开的实施例,“分级真值数据”可以用作对分级指标参数模型30进行训练的参考数据,并可以是与分级指标参数模型30计算的分级指标参数计算值相同类型的数据。换言之,可以参考分级真值数据TD对分级指标参数模型30进行训练,使得经训练的分级指标参数模型30所计算的分级指标参数计算值具有与分级真值数据TD相当的准确性、可靠性。

作为示例,获取分级真值数据TD可以包括,通过分割肉类件以获得至少一个部位,并单独测量至少一个部位以获取肉类件的分级真值数据TD。在这种情况下,真值数据获取设备20可以包括人工测量装置。人工测量装置可以用以对肉类件进行分割,并直接测量被分割的至少一个部位,以获得分级真值数据TD。例如,可以由有经验的肉类处理人员通过特定的人工测量装置先对肉类件进行一个或多个部位的切割,然后逐个部位地进行直接测量。例如,以这种方式可以测量肉类件整体的长度信息、宽度信息等等的形态结构信息。再例如,可以测量切割出的部位的占比信息,诸如瘦肉率等等。以这种方式,通过人工直接测量,可以获得准确的可靠的测量结果作为分级真值数据TD,从而用于后续的训练过程。

作为另一示例,真值数据获取设备20可以包括高精度成像装置。高精度成像装置可以是一种分辨率高于肉类成像检测设备10的分辨率的设备。例如,高精度成像装置可以相比于肉类成像检测设备10具有更高的性能指标,诸如空间分辨率、材料分辨率等等。以这种方式,在获取高精度成像信息之后,对图像的划分和定位的难度更低,由此准确度更高,从而可以获取更为准确的划分与定位数据而作为真值数据。作为示例,高精度成像装置可以包括高性能医疗CT设备。另外,作为示例,对高精度成像信息的处理可以包括自动计算处理(例如,采用阈值分割算法)、或手动或半自动图像处理,等等。

作为再一示例,真值数据获取设备20还可以包括图像处理装置。在某些情况下,

利用肉类成像检测设备 10 获得的肉类成像信息 MD 的分辨率可以是足够的。在这种情况下,可以使用图像处理装置对肉类成像信息 MD 执行图像处理,例如可以是自动处理、半自动处理或手动处理,以获得部位划分信息和位置信息。然后,可以基于这些信息,由技术人员手动计算或由计算装置自动计算肉类件的诸如长度信息、宽度信息等等的形态结构信息。以这种方式,也可以获得准确的数据作为分级真值数据 TD 以供后续的训练过程。作为示例,图像处理装置可以是一种经过训练的图像划分与定位模型。

应当注意的是,上述的真值数据获取设备 20 仅仅是示例,并且本公开的真值数据获取设备可以包括任何相关设备,只要该设备能够获取用于训练分级指标参数模型 30 的参考数据。

根据本公开的实施例,如图 1 所示,分级指标参数模型 30 可以分别从肉类成像检测设备 10 和真值数据获取设备 20 接收肉类成像信息 MD 和真值数据 TD。分级指标参数模型 30 可以基于多维的肉类成像信息 MD 计算用于对肉类件进行分级的分级指标参数计算值 DCR,并基于该分级指标参数计算值 DCR 和分级真值数据 TD,对分级指标参数模型 30 进行训练,以获得经训练的分级指标参数模型 30。

此后,可以使用经训练的分级指标参数模型 30 对批量肉类件进行自动化分级操作。即,可以使用经训练的分级指标参数模型 30 基于待分级的肉类件的每个肉类件的肉类成像信息 MD 计算分级指标参数计算值 DCR,并根据所计算的每个肉类件的分级指标参数计算值 DCR,对所述肉类件进行分级。

如图 1 所示,作为示例,经训练的分级指标参数模型 30 可以被配置成具有分级功能。例如,经训练的分级指标参数模型 30 可以在内部设置有分级单元。在分级单元中可以存储有分级标准参考表。在使用经训练的分级指标参数模型 30 计算获得肉类件的分级指标参数计算值 DCR' 之后,经训练的分级指标参数模型 30 中的分级单元可以将所计算的分级指标参数计算值 DCR' 与所存储的分级标准参考表进行比对,从而确定分级结果并可以向相关的检测人员输出所述分级结果,以完成单个肉类件的分级操作。

替代地,作为另一示例,经训练的分级指标参数模型 30 可以不具有分级功能,而是由经训练的分级指标参数模型 30 的外部的其他设备来完成分级操作。在这种情况下,经训练的分级指标参数模型 30 在计算获得分级指标参数计算值 DCR' 之后,可以直接输出到在外部的其他设备,并由其他设备完成肉类分级过程。如上述类似地,其他设备中也可以存储有分级标准参考表,并通过比对之后可以输出分级结果。作为示例,所述其他设备可以是存储有分级功能程序的远程计算机等等。然而,本公开的实施例不限于

此。此外，本公开的实施例也不限于上述的分级实现方法，而是可以使用任何合适的基于指标参数的分级方法。

根据本公开的实施例，经训练的分级指标参数模型 30 是根据多维的肉类成像信息 MD 计算分级指标参数计算值 DCR'。由于多维的肉类成像信息 MD 会呈现图像的形式，因此肉类成像信息 MD 可以例如包括以下信息：肉类多维图像的轮廓边缘上或内部的特定点的坐标信息；图像内的组织分布情况（例如，瘦肉、肥肉、骨头的分布情况等）；肉类件的区域分布情况（例如，肉类件的前尖段、中段、后尖段、头部、背部等）。在这种情况下，经训练的分级指标参数模型 30 可以被配置成从肉类成像信息 MD 中获取上述信息，并对这些信息进行计算而得到分级指标参数计算值 DCR'。

分级指标参数计算值 DCR' 可以包括与肉类件的整体相关的信息。作为示例，分级指标参数计算值 DCR' 可以包括肉类件的整体形态结构信息和成分信息。

分级指标参数计算值 DCR' 还可以包括与肉类件的部位相关的信息。通常，对肉类件的分级不仅需要参考肉类件的整体指标，还需要参考肉类件的多个部位的指标。如上所述，肉类成像信息 MD 可以显示出肉类件的不同部位和区域，因此在对肉类成像信息 MD 执行特定图像处理手段之后，可以在肉类成像信息 MD 中实现区域和部位划分，从而获得关于部位的划分信息和位置信息。因此，作为示例，分级指标参数计算值 DCR' 可以包括肉类件的至少一个部位的划分信息以及至少一个部位的位置信息。例如，所述部位可以是肉类件的前尖段、中段、后尖段、前胸部、后臀部、排骨区域、里脊区域、肥肉区域、瘦肉区域、骨头区域等中的至少一个。如图 5 所示，图 5 示出了肉类件的 DR 图像的前尖段、中段、后尖段的划分信息。然而，本公开的实施例不限于此。

在本文中，“划分信息”可以表示对肉类件的部位划分情况，即对待分级的肉类件划分出了哪些部位，使得分级指标参数计算值 DCR' 可以包括所划分出的部位的参数信息。在本文中，“位置信息”可以表示所划分的部位的坐标信息。进一步地，分级指标参数计算值 DCR' 还可以包括肉类件的至少一个部位的每个部位的形态结构信息和成分信息。

作为示例，形态结构信息可以包括肉类件的整体和每一个部位的形状信息、长度信息、宽度信息、厚度信息、重量信息中的至少一种。并且作为示例，成分信息可以包括肉类件的整体和每一个部位的质量百分比、瘦肉率、脂肪率中的至少一种。如上所述，多维的肉类成像信息 MD 可以包括不同组织的分布情况，由此经训练的分级指标参数模型 30 可以计算各个组织在肉类件中的占比情况，从而得到质量百分比、瘦肉率、脂肪

率等参数指标。此外，多维的肉类成像信息 MD 可以包括特定点的坐标信息，由此经训练的分级指标参数模型 30 可以计算肉类件的长度、高度、厚度等参数指标。进一步地，在经过部位划分后的肉类成像信息 MD 中，经训练的分级指标参数模型 30 可以针对所划分的部位，以上述类似方式分别计算每个部位的形态结构信息（例如长度、高度、厚度等）和成分信息（例如质量百分比、瘦肉率、脂肪率等）。

图 2 示出了根据本公开的实施例的分级指标参数计算值 DCR' 的示例。为了便于说明，仅示出了前胸部、后臀部、排骨区域作为划分部位的示例，并且仅示出了长度信息作为形态结构信息的示例，以及示出了瘦肉率作为成分信息的示例。然而，这仅仅是示例，并且本公开可以包括其他分级指标参数。

如图 2 所示，分级指标参数计算值 DCR' 可以包括整体和三个部位（即，前胸部、后臀部、排骨区域），以及与整体和每个部位分别对应的坐标信息、长度信息和瘦肉率信息。在这种情况下，根据所计算的分级指标参数计算值 DCR'，参考分级标准，可以确定相应肉类件的所属等级，从而完成分级操作。例如，所述分级标准可以是如上所述的分级标准参考表。在所述参考表中，可以例如列出各个等级以及每个等级所对应的指标参数的数值范围。由此，可以根据分级指标参数计算值 DCR' 中包括的参数数值确定所属等级。

根据本公开的实施例，分级指标参数模型 30 的训练可以包括，计算分级指标参数计算值 DCR 与分级真值数据 TD 的差异，并通过将所述差异与相对应的参考数据 FD 进行比较来训练分级指标参数模型 30。进一步地，当所述差异大于参考数据 FD 时，更新分级指标参数模型 30 的模型参数，以再次计算分级指标参数计算值 DCR，并将再次计算的分级指标参数计算值 DCR 与分级真值数据 TD 的差异与参考数据 FD 比较，重复计算和比较直到所述差异小于或等于参考数据 FD。

图 3 示出了根据本公开的实施例的分级指标参数模型 30 的训练流程图。如图 3 所示，分级指标参数模型 30 可以根据肉类成像信息 MD，首次计算分级指标参数计算值 DCR。此时的分级指标参数模型 30 是未经训练的模型，因此首次计算的分级指标参数计算值 DCR 还无法满足预期效果（例如准确性）。在这种情况下，需要根据真值数据对分级指标参数模型 30 进行迭代训练，通过在每次迭代过程中修改分级指标参数模型 30 的模型参数，可以使得所计算的结果逐渐接近真值数据。最终，分级指标参数模型 30 的模型参数可以被修正成能够根据肉类成像信息 MD 而计算出期望的分级指标参数计算值 DCR'，从而用于后续的分级过程。

因此,如图3所示,分级指标参数模型30可以计算首次计算的分级指标参数计算值DCR与分级真值数据TD之间的差异(图3中表示为 $|DCR-TD|$),然后将所述差异与参考数据FD进行比较,以判断所述差异是否小于或等于参考数据FD(图3中表示为 $|DCR-TD| \leq FD?$)。当所述差异没有小于或等于(即大于)参考数据FD时(图3中为“否”),分级指标参数模型30可以更新模型参数,并使用经更新的分级指标参数模型30再次(即第二次)计算分级指标参数计算值DCR。然后,计算第二次计算的分级指标参数计算值DCR与分级真值数据TD之间的差异,并重复上述的比较过程,即将第二次的差异与参考数据FD进行比较,以判断所述差异是否小于或等于参考数据FD。当所述差异仍没有小于或等于(即大于)参考数据FD时(图2中为“否”),重复进行上述的更新参数和计算过程,直到差异小于或等于参考数据FD。而当第二次的差异小于或等于参考数据FD时(图2中为“是”),可以判定分级指标参数模型30的训练结束,并将此时的分级指标参数模型30确定为经训练的分级指标参数模型30。

以这种方式,可以获得能够计算肉类的多个分级指标参数的模型,并在对所述模型进行训练后可以获得具有接近于真值数据的准确度的输出结果。因此,根据本公开的实施例的肉类分级系统1000可以自动化地以高准确度计算肉类件的多个分级指标参数计算值,从而可以在后续过程中对肉类进行分级和定级。

在获得经训练的分级指标参数模型30之后,就可以开始对肉类件的批量分级过程。即,对于一批肉类件,仅需使用普通的肉类成像检测设备10逐个获取每个肉类件的肉类成像信息MD。经训练的分级指标参数模型30可以接收每个肉类件的肉类成像信息MD,并计算输出每个肉类件的分级指标参数计算值DCR',或直接输出所属级别(即分级结果)。以这种方式,在获得经训练的分级指标参数模型30之后,可以快速、高效且准确地完成批量肉类件的分级过程、增加成本效益、提高客户满意度。

作为示例,分级指标参数模型30可以是包括神经网络在内的机器学习模型。通过使用训练模型的方式,还可以针对不同的用户需求而针对不同的多个指标参数对模型训练,使得确保所针对的指标参数的输出准确性。例如,可以通过修改分级真值数据TD中包括的数据项而实现上述目的。然而,本公开的实施例不限于此。以这种方式,使得根据本公开的实施例的肉类分级系统1000具有更高的灵活性,并能够适用于更多类型的肉类工厂。

进一步地,分级指标参数模型30的训练过程可以包括用大量样本数据进行训练。作为示例,在分级指标参数模型30的训练期间,可以使用大量的肉类件,通过逐个获

取所述肉类件的每个的真值数据 TD，以对分级指标参数模型 30 进行多次训练。以这种方式，能够有效提升分级指标参数模型 30 的准确性，从而尽可能降低模型偶发问题所致的计算偏差、提高模型应用的可靠性。

如图 3 所示，对于过程①，即所述分级指标参数模型 30 计算分级指标参数计算值 DCR 的过程，作为示例，可以包括分级指标参数模型 30 对肉类成像信息 MD 执行图像处理以划分肉类成像信息 MD，并根据经划分的肉类成像信息 MD 计算分级指标参数计算值 DCR。在该示例中，分级指标参数模型 30 可以被配置成具有图像处理功能。例如，分级指标参数模型 30 可以包括图像处理单元。在该情况下，肉类成像信息 MD 可以被直接传输至分级指标参数模型 30。在分级指标参数模型 30 中，首先由图像处理单元对肉类成像信息 MD 执行特定图像处理手段。如上所述，需要对肉类成像信息 MD 的多维图像进行部位划分和定位。因此，所述图像处理单元可以对肉类成像信息 MD 执行部位划分处理，以划分出至少一个部位以及与各个部位相对应的位置信息（例如，三维坐标信息）。由此，在后续的计算过程中，分级指标参数模型 30 可以基于经过图像处理（即部位划分）的肉类成像信息 MD，计算至少一个部位的分级指标参数计算值 DCR。

替代地，作为另一示例，分级指标参数模型 30 可以不包括上述的图像处理单元，即不具有图像处理功能。而是在过程①中，肉类成像信息 MD 可以传输至外部的图像处理设备，并被所述图像处理设备执行与上述类似的特定图像处理手段，从而获取被划分的肉类成像信息 MD。此后，分级指标参数模型 30 根据经划分的肉类成像信息 MD 计算分级指标参数计算值 DCR。

图 4 示出了根据本公开的另一实施例的分级指标参数模型 30 的训练流程图。如图 4 所示，肉类分级系统 1000 还可以包括图像划分与定位模型 40。根据本公开的实施例，可以使用肉类成像信息 MD 和分级真值数据 TD 的一部分训练图像划分与定位模型 40。然后，基于肉类成像信息 MD 用经训练的图像划分与定位模型 40 的输出提供分级指标参数计算值 DCR 的一部分 PDCR。

作为示例，图像划分与定位模型 40 可以是用于获取肉类多维图像的部位或组织的划分信息与位置信息的模型。即，图像划分与定位模型 40 可以理解为用于对肉类成像信息 MD 执行与上述类似的图像处理过程，并由此获得图像的部位划分信息和位置信息。根据本公开的实施例，图像划分与定位模型 40 也可以基于肉类成像信息 MD 和分级真值数据 TD 进行训练，并可以具有与分级指标参数模型 30 的如上所述的训练过程类似的训练过程。其中，两者的不同之处仅在于图像划分与定位模型 40 的训练仅基于

分级真值数据 TD 的关于图像划分信息的部分进行。由此可以获得经训练的图像划分与定位模型 40。

在这种情况下，经训练的图像划分与定位模型 40 可以基于肉类成像信息 MD 获得计算结果，以作为经训练的图像划分与定位模型 40 的输出。所述输出（即，所获得的计算结果）可以是分级指标参数计算值 DCR 的一部分 PDCR。作为示例，所述部分 PDCR 可以包括如上参考图 2 所述的肉类件的至少一个部位的划分信息以及至少一个部位的位置信息。然后，如图 4 所示，经训练的图像划分与定位模型 40 可以将所计算的分级指标参数计算值的一部分 PDCR 输出至分级指标参数模型 30，以供分级指标参数模型 30 使用。

作为示例，分级指标参数模型 30 可以进一步基于分级指标参数计算值的一部分 PDCR 和肉类成像信息 MD，来计算分级指标参数计算值 DCR 的其余部分，然后将部分 PDCR 和其余部分一起作为分级指标参数计算值 DCR 输出。替代地，作为另一示例，所述部分 PDCR 可以部参与其余部分的计算。即，分级指标参数模型 30 可以仅基于肉类成像信息 MD 计算分级指标参数计算值 DCR 的其余部分，然后与从经训练的图像划分与定位模型 40 接收的部分 PDCR 一起作为分级指标参数计算值 DCR 输出。

应当理解的是，对于经训练的分级指标参数模型 30 的分级指标参数计算值 DCR' 的计算同样可以包括上述的图像处理过程或图像划分与定位模型 40 的训练和计算过程，并可以由与上述类似的方式执行。作为示例，对肉类成像信息 MD 的图像处理可以包括图像分割与定位处理、图像降噪处理、图像增强处理中的至少一种。然而，本公开的实施例不限于此。

有利地，根据本公开上述各种实施例所述的肉类分级系统 1000，通过使用经训练的分级指标参数模型，能够自动化地以高准确度批量进行对肉类件的分级操作，从而提升肉类分级效率、减少客户的经济利益损失、并提高客户满意度。同时，克服了相关技术中的大量依赖于工人的个人经验，而可能在不同时间段内产生较大差异，因而可能导致分级偏差，从而使得肉类工厂产生经济损失的技术问题。

此外，根据本公开上述各种实施例所述的肉类分级系统 1000，摒弃了传统的人眼观测方法，使得其分级准确性、稳定性和一致性将得到极大的改善与提升，还能节省雇佣工人的人工成本，从而有效提高肉类厂家的经济效益。

应该理解，可以使用上面所示的各种形式的流程，重新排序、增加或删除步骤。例如，本公开中记载的各步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行，

只要能够实现本公开公开的技术方案所期望的结果，本文在此不进行限制。

上述具体实施方式，并不构成对本公开保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是，根据设计要求和因素，可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本公开的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等，均应包含在本公开保护范围之内。

权 利 要 求

1. 一种肉类分级方法，所述方法包括：

获取肉类件的多维的肉类成像信息；

对所述肉类件进行高精度测量以获取所述肉类件的分级真值数据；

基于所述多维的肉类成像信息计算分级指标参数计算值，并基于所述分级指标参数计算值和所述分级真值数据，对分级指标参数模型进行训练，以获得经训练的分级指标参数模型。

2. 根据权利要求1所述的方法，所述方法还包括：

根据由所述经训练的分级指标参数模型计算的分级指标参数计算值，对所述肉类件进行分级。

3. 根据权利要求2所述的方法，其中，所述分级指标参数计算值至少包括所述肉类件的整体和至少一个部位的形态结构信息和成分信息，并且

所述方法还包括，根据分级所需的形态结构信息和成分信息，并参考分级标准来对所述肉类件进行分级。

4. 根据权利要求3所述的方法，其中，所述分级指标参数计算值包括所述肉类件的至少一个部位的划分信息以及至少一个部位的位置信息。

5. 根据权利要求4所述的方法，其中，

所述形态结构信息包括所述肉类件的整体和至少一个部位的每一个部位的形状信息、长度信息、宽度信息、厚度信息、重量信息中的至少一种；

所述成分信息包括所述肉类件的整体和至少一个部位的每一个部位的质量百分比、瘦肉率、脂肪率中的至少一种。

6. 根据权利要求1所述的方法，其中，对所述分级指标参数模型进行训练包括：

计算所述分级指标参数计算值与所述分级真值数据的差异，并通过将所述差异与相对应的参考数据进行比较来训练所述分级指标参数模型。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中，对所述分级指标参数模型进行训练还包括：

当所述差异大于所述参考数据时，更新所述分级指标参数模型的模型参数，以再次计算分级指标参数计算值，并将再次计算的分级指标参数计算值与所述分级真值数据的差异与所述参考数据比较，重复计算和比较直到所述差异小于或等于所述参考数据。

8. 根据权利要求1所述的方法，其中，计算所述分级指标参数计算值包括：

所述分级指标参数模型对所述肉类成像信息执行图像处理，以划分所述肉类成像信

息，并根据经划分的肉类成像信息计算所述分级指标参数计算值。

9. 根据权利要求1所述的方法，其中，计算所述分级指标参数计算值包括：

所述分级指标参数模型接收经过图像处理而被划分的肉类成像信息，并根据经划分的肉类成像信息计算所述分级指标参数计算值。

10. 根据权利要求8-9中任一项所述的方法，其中，所述图像处理包括图像划分与定位处理、图像降噪处理、图像增强处理中的至少一种。

11. 根据权利要求1所述的方法，所述方法还包括：

使用所述肉类成像信息和所述分级真值数据的一部分训练图像划分与定位模型，基于所述肉类成像信息用经训练的图像划分与定位模型的输出提供所述分级指标参数计算值的一部分。

12. 根据权利要求1所述的方法，所述高精度测量包括：

使用高精度成像装置获取所述肉类件的分级真值数据；和/或

通过分割所述肉类件以获得至少一个部位，并单独测量所述至少一个部位，以获取所述肉类件的分级真值数据。

13. 一种肉类分级系统，所述系统执行根据权利要求1-9中任一项所述的肉类分级方法，所述系统包括：

肉类成像检测设备，所述肉类成像检测设备获取肉类件的多维的肉类成像信息；

真值数据获取设备，所述真值数据获取设备获取所述肉类件的分级真值数据；

分级指标参数模型，所述分级指标参数模型基于所述多维的肉类成像信息计算分级指标参数计算值，并基于所述分级指标参数计算值和所述分级真值数据进行训练，以获得经训练的分级指标参数模型。

14. 根据权利要求13所述的肉类分级系统，其中，所述经训练的分级指标参数模型根据由所述经训练的分级指标参数模型计算的分级指标参数计算值，对所述肉类件进行分级。

15. 根据权利要求13所述的肉类分级系统，其中，所述系统还包括图像划分与定位模型，所述图像划分与定位模型基于所述肉类成像信息和所述分级真值数据的一部分进行训练，并用经训练的图像划分与定位模型基于所述肉类成像信息提供输出，作为所述分级指标参数计算值的一部分。

16. 根据权利要求13-15中任一项所述的肉类分级系统，其中，所述分级真值数据获取设备包括：

人工测量装置，所述人工测量装置用以对所述肉类件进行分割，并直接测量被分割的至少一个部位，来获得分级真值数据；和/或

高精度成像装置，所述高精度成像装置以高于所述肉类成像检测设备的分辨率获取所述肉类件的高精度成像信息，并从中获得所述分级真值数据。