



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103679784 B

(45)授权公告日 2018.12.11

(21)申请号 201310384619.2

(22)申请日 2013.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103679784 A

(43)申请公布日 2014.03.26

(30)优先权数据

13/598038 2012.08.29 US

(73)专利权人 通用电气航空系统有限责任公司

地址 美国密执安州

(72)发明人 E.D.比勒 B.T.奥基平蒂

K.R.库琴斯基 M.J.谢弗

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 柯广华 汤春龙

(51)Int.Cl.

G06T 15/50(2011.01)

(56)对比文件

US 2010/0056928 A1,2010.03.04,

CN 101477197 B,2011.12.21,

John R. Schott等.Advanced synthetic image generation models and their application to multi/hyperspectral algorithm development.《27th AIPR Workshop: Advances in Computer-Assisted Recognition》.1999,第3584卷第211-220页.

Christoph C.Borel等.Multi- and hyperspectral scene modeling.《Algorithm and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Untraspectral Imagery XVII》.2011,第8048卷(第1期),第1-9页.

审查员 邹黎君

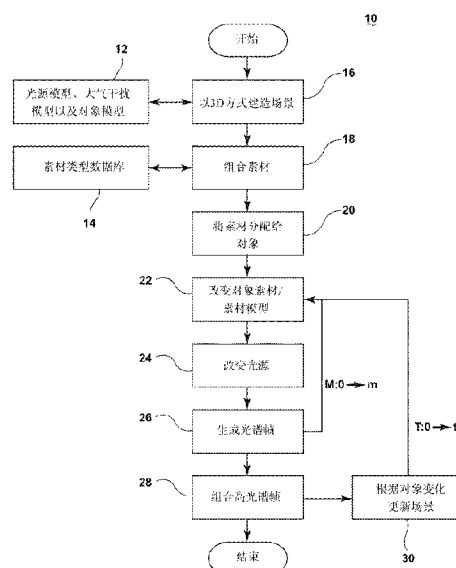
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

用于模拟高光谱图像的方法

(57)摘要

本发明公开一种用于模拟高光谱图像的方法,所述方法包括:通过使用三维建模工具利用对象和素材在第一帧中建造场景;选择至少一个高光谱带并且改变所述场景中的每个对象和素材的反射率,使其符合所述高光谱带中的反射率;针对所述场景中的每个对象和素材改变光谱来源的发射率,使其符合所述高光谱带中的所述光谱来源的发射率;渲染所述场景以便生成高光谱图像;以及针对后续帧重复上述过程。



1. 一种高光谱图像建模方法,所述方法包括:
通过使用三维建模工具利用对象和素材建造场景,
选择至少一个高光谱带,
改变所述场景中的每个对象和素材的反射率,使其符合所述至少一个高光谱带中的反射率,
针对所述场景中的每个对象和素材改变至少一个光谱来源的发射率,使其符合所述至少一个高光谱带中的所述至少一个光谱来源的发射率,
渲染所述场景以便生成第一帧,
选择至少另一个高光谱带,
改变所述场景中的每个对象和素材的反射率,使其符合所述至少另一个高光谱带中的反射率,
针对所述场景中的每个对象和素材改变至少一个光谱来源的发射率,使其符合所述至少另一个高光谱带中的所述至少一个光谱来源的发射率,
渲染所述场景以便生成第二帧,以及
将所述第一帧和所述第二帧组合成高光谱帧。
2. 如权利要求1所述的方法,其中渲染所述场景以便生成所述第一帧或所述第二帧包括以下步骤:将所述场景转换成二维图像。
3. 如权利要求1所述的方法,其中渲染所述场景以便生成所述第一帧或所述第二帧包括以下步骤:改变光谱响应以模拟实际传感器。
4. 如权利要求1所述的方法,其中渲染所述场景以便生成所述第一帧包括以下步骤:针对所述至少一个高光谱带中的每个高光谱带单独渲染每个帧。
5. 如权利要求1所述的方法,其中渲染所述场景以便生成所述第二帧包括以下步骤:针对所述至少另一个高光谱带中的每个高光谱带单独渲染每个帧。
6. 如权利要求1所述的方法,其中所述至少一个高光谱带或所述至少另一个高光谱带是16个邻近的高光谱带。
7. 如权利要求1所述的方法,其中所述至少一个高光谱带或所述至少另一个高光谱带大于三个高光谱带。
8. 如权利要求1所述的方法,其中实时处理所述第二帧。

用于模拟高光谱图像的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于模拟高光谱图像的方法。

背景技术

[0002] 用于高光谱图像 (HSI) 遥感系统的环境在马诺拉基斯·D、马登·D以及肖尔·G的“用于自动目标检测应用的高光谱图像处理 (Hyperspectral Image Processing for Automatic Target Detection Applications by Manolakis)”(林肯实验室期刊 (Lincoln Laboratory Journal), 第14卷, 2003年, 第79页至第82页) 中进行了充分描述。图像传感器使用像素记录高光谱能量测量结果。HSI装置会将能量记录在像素阵列中, 所述像素阵列根据阵列几何形状捕获空间信息并且通过在多个邻近的高光谱带的每个像素中进行测量来捕获光谱信息。对空间和光谱信息的进一步处理取决于遥感系统的具体应用。

[0003] 模拟如HSI等图像通常是由以下步骤组成: 创建填充有对象、光源以及相机 (cameras) 的三维模型的三维场景, 并且随后将所述场景从三维图像渲染 (rendering) 成二维图像, 用以表示所述对象是如何反射来自光源的光的, 如通过相机所观察到的那样。

[0004] 三维模型是三维对象的表示, 由此, 点的集合被限定在三维空间之中。随后, 对象表示被限定为三维点的集合并且作为用于连接所述为三维点的集合的几何模型。用于连接这些三维点的典型模型是三角形、线条 (lines) 和曲面 (curved surfaces)。三维场景可以通过建立经过建模的三维对象之间的几何关系来进行构造。众所周知用于创建三维模型和场景的软件工具包括Rhino[®]3D、Blender、Pro/ENGINEER[®]以及OpenGL[®]。

[0005] 三维场景不仅具有几何分散的对象模型集合, 还会具有几何分散的光源集合用以提供照明模型。这些模型可以表示任何光源, 例如, 所述光源范围是从太阳到汽车前灯。正如实际光源那样, 照明来源模型可以在不同波长上具有特定特性。光源实际模型可以使得来源的光谱辐照度 (irradiance) 与波长或正要建模的高光谱带 (hyperspectral band) 之间建立关系。用于表征光源或实现光源建模的公共特性是发射率 (emissivity)。发射率是相同温度下光源所辐射 (radiate) 的能量与黑体对象所辐射的能量之比。例如, 众所周知, 可以将太阳建模成温度约5,800K的黑体辐射体。

[0006] 许多三维建模人员会考虑到在场景中介于光源与对象之间的干扰媒介。将大气干扰并入三维场景中可以使得用于场景的模拟图像得到更准确的渲染。在光从光源发射到对象上时, 使用大气干扰来对光的透射率或衰减进行建模。与光源建模类似, 可以根据高光谱带来对模型进行精细化 (refined)。例如, 众所周知, 阳光在红外光谱中的窄带中严重衰减, 因为辐射会被大气中的水和二氧化碳吸收。众所周知用于对电磁辐射的大体传播进行建模的工具是MODTRAN[®]。

[0007] 三维场景中的对象可由特定素材构造而成, 这些素材用于表示它们在真实世界中的对应部分。素材限定建模对象的颜色、透明度、反光度 (shininess) 等等。

[0008] 在用对象和光源填充场景之后, 通过通常称作3D渲染的过程来生成图像。3D渲染是一种计算机绘图过程, 其中三维模型和场景被转换成二维图像, 用以表示对象是如何出

现在已经置于场景中的相机所处位置处的。

发明内容

[0009] 本发明涉及一种高光谱图像建模方法。所述方法包括：通过使用三维建模工具来用对象和素材在第一帧中建造场景；选择至少一个高光谱带；改变所述场景中的每个对象和素材的反射率，使其符合所述至少一个高光谱带中的反射率；针对所述场景中的每个对象和素材改变至少一个光谱来源的发射率，使其符合所述至少一个高光谱带中的所述至少一个光谱来源的发射率；渲染所述场景以便生成高光谱图像；以及针对后续的帧进行重复。

[0010] 作为优选，渲染所述场景以便生成高光谱图像包括以下步骤：将所述场景转换成二维图像。

[0011] 作为优选，渲染所述场景以便生成高光谱图像包括以下步骤：改变光谱响应以模拟实际传感器。

[0012] 作为优选，渲染所述场景以便生成高光谱图像包括以下步骤：针对所述至少一个高光谱带中的每个高光谱带单独渲染每个帧。

[0013] 作为优选，所述至少一个高光谱带是16个邻近的高光谱带。

[0014] 作为优选，所述至少一个高光谱带大于三个高光谱带。

[0015] 作为优选，针对后续的帧进行重复包括以下步骤：实时处理所述后续的帧。

附图说明

[0016] 图1是根据本发明的实施例的描绘一种高光谱图像建模方法的流程图。

具体实施方式

[0017] 出于解释说明目的，在以下描述中，列出许多具体细节来帮助彻底理解在本说明书中描述的技术。然而，所属领域的技术人员将明白，可在没有这些具体细节的情况下实践示例性实施例。在其他情况下，结构和装置以图解形式示出，以便利于描述这些示例性实施例。

[0018] 示例性实施参照附图进行描述。这些附图示出实施本说明书中描述的模块、方法或计算机程序产品的具体实施例的某些细节。然而，附图不应被解释为强行施加附图中可能出现的任何限制。所述方法和计算机程序产品可以设在任何机器可读媒介上以完成它们的操作。实施例可以通过使用现有计算机处理器实施，或通过出于这个目的或另一目的所并入的专用计算机处理器实施，或通过硬接线系统实施。

[0019] 如上所述，本说明书中描述的实施例可以包括计算机程序产品，所述计算机程序产品包括机器可读媒介，所述机器可读媒介携带或具有存储在其上的机器可执行指令或数据结构。此类机器可读媒介可为能够通过通用或专用计算机或者带有处理器的其他机器访问的任何可用媒体。例如，此类机器可读媒介可以包括RAM、ROM、EPROM、EEPROM、CD-ROM或其他光盘存储器、磁盘存储器或其他磁存装置，或者可以包括任何其他媒介，其中所述任何其他媒介可以用来携带或存储采用机器可执行指令或数据结构形式的所需程序代码并且可以通过通用或专用计算机或者带有处理器的其他机器进行访问。在通过网络或另一通信连接（硬接线、无线或硬连线或无线的组合）来将信息传输或提供到机器时，所述机器适当地

将所述连接视作机器可读媒体。因此,适当地将任何此类连接称为机器可读媒体。上述内容组合也包括在机器可读媒体范围之内。例如,机器可执行指令包括致使通用计算机、专用计算机或专用处理机器执行某种功能或某个功能群组的指令和数据。

[0020] 实施例将在方法步骤的一般上下文中进行描述,在—项实施例中,所述方法步骤可以通过程序产品实施,所述程序产品包括例如采用在网络环境中由机器执行的程序模块形式的机器可执行指令,如程序代码。通常,程序模块包括具有执行特定任务的技术效果或者实施特定抽象数据类型的例程序、程序、对象、部件、数据结构等等。机器可执行指令、相关数据结构以及程序模块表示用于执行本说明书中公开的方法步骤的程序代码的实例。此类可执行指令或相关数据结构的特定顺序表示用于实施此类步骤中描述的功能的相应行为的实例。

[0021] 实施例可以通过在网络环境中使用到一个或多个带有处理器的远程计算机的逻辑连接进行实践。逻辑连接可以包括局域网 (LAN) 和广域网 (WAN), 此处以举例且而非限制的方式呈现这些网络。此类网络环境常见于办公室范围内或企业范围内的计算机网络、内联网以及互联网, 并且可以使用各种各样的不同通信协议。所属领域的技术人员将了解, 此类网络计算环境通常将会涵盖许多类型的计算机系统配置, 包括个人计算机、手持式装置、多处理器系统、基于微处理器或可编程消费电子产品、网络PC、小型计算机、大型计算机以及类似计算机系统配置。

[0022] 实施例还可以在分布式计算环境中实践, 其中任务是由通过通信网络 (借助硬接线链路、无线链路, 或者借助硬连线链路或无线链路组合) 链接起来的本地处理装置和远程处理装置执行。在分布式计算环境中, 程序模块可以位于本地存储装置和远程存储装置两者之中。

[0023] 用于实施全部或部分示例性实施例的示例性系统可以包括采用计算机形式的通用计算装置, 其中包括处理单元、系统存储器以及系统总线, 所述系统总线将包括所述系统存储器在内的各种系统部件连接到所述处理单元。系统存储器可以包括只读存储器 (ROM) 和随机存取存储器 (RAM)。计算机还可以包括用于从磁硬盘中读取和对其写入的磁硬盘驱动器、用于从移动磁盘中读取或对其写入的磁盘驱动器以及用于从如CD-ROM等移动光盘或其他光学媒介中读取或对其写入的光盘驱动器。驱动器及其相关机器可读媒介提供对机器可执行指令、数据结构、程序模块以及用于计算机的其他数据的非易失性存储。

[0024] 实施例中公开的方法的技术效果包括允许光谱传感器和光谱数据处理系统的设计人员在提供传感器之前生成测试数据集合。所述方法还会允许他人在考虑到来自附近世界对象的光反射的同时模拟新的光谱素材和涂层。

[0025] 图1是根据本发明的实施例的描绘—种高光谱图像建模方法的流程图。所述高光谱图像建模方法10可以通过使用三维建模工具而由用户发起, 以在第一帧中使用对象和素材来建造场景。现有三维建模环境可以用来建立场景元素和对象相对位置。并入该方法的传统三维建模步骤是以下步骤: 在16处以三维方式建造场景表示, 其中12处的光源模型、大气干扰模型以及对象模型并入所述场景。在16处以三维方式建造场景表示之后, 在18处可以组合用于12处的对象模型的素材。在14处, 这些素材可从素材类型数据库进行访问。在18处组合素材之后, 在20处可将所述素材分配给场景中的对象。通过选择至少—个高光谱带, 即可改变场景特性以便根据模拟规范调整场景。对象及其素材的模型可在22处改变。随后,

在24处可以改变光源特性。之后,在26处可以生成光谱帧,方法是针对具体高光谱带来将三维场景渲染成二维光谱帧。在28处,针对给定场景的所有光谱帧随后可以组合成高光谱帧。随后,在30处可以更新场景几何形状,用以表示时变运动(time-varying motion)。之后,可以通过重复在22、24、26以及28处的步骤来生成后续的高光谱帧。

[0026] 为了在16处建造三维场景的表示并且建造光源模型、大气干扰模型以及对象模型12,可以使用传统三维建模技术和工具。

[0027] 每个素材可以具有能够存储在14处的数据库中的特性。素材特性可以经过建模以使素材的反射率成为照射(impinging)在所述素材上的光的高光谱带的函数。可以分配给经过建模的对象的素材可以在20处组合,以使对象可以被建模成是由许多素材组合构造而成。

[0028] 对于可在所得HSI中建模的高光谱带而言,对象和对象素材模型可以在22处改变。改变场景中的每个对象和素材的反射率使其符合高光谱带中的反射率可以提供关于对象如何能够反射来自光源的光的准确表示。

[0029] 对于可在所得HSI中建模的高光谱带而言,光源或来源(source)可以在24处改变。场景中的每个光源模型的发射率可以改变,以便提供关于对象如何能够以特定高光谱带来从光源发射光的准确表示。针对场景中的每个对象和素材改变每个光谱来源的发射率使其符合每个高光谱带中的光谱来源的发射率可以提供关于对象如何能够反射来自光源的光的准确表示。

[0030] 在对象与光源之间以几何方式建立关系并且更新场景中的所有光源模型的发射率和所有素材模型的反射率之后,即可在26处生成光谱帧。在26处,光谱帧可以通过3D渲染生成。尽管用于3D渲染的实施方案可能变化,但3D渲染过程始终可以针对特定高光谱带产生三维场景的二维图像。

[0031] 在22处改变对象和材料模型、在24处改变光源并且在26处针对给定高光谱带生成光谱帧的过程可以针对高光谱图像建模方法10中的所有高光谱带重复进行。对于M个不同高光谱带的集合而言,在26处可以针对每个高光谱带独立生成光谱帧,从而得到M个不同光谱帧。

[0032] 在已经生成所有的M个光谱帧之后,在28处可以组合高光谱帧,从而渲染所有M个高光谱带下的场景。高光谱帧是高光谱数据立方体,其中针对每个高光谱带的经过渲染的空间图像可以交错以便创建值的三维阵列。高光谱数据立方体是值的阵列,其中两个维度是用以制作图像的空间维度,并且第三维度是光谱,从而使得每个空间解析像素是光谱值的矢量。

[0033] 在30处,场景可以根据对象变化进行更新。可以移动、组合或变换对象,以便修改场景。为了生成用于T个不同时间的集合的后续高光谱帧,可以在改变对象和素材模型22、改变光源模型24、生成光谱帧26以及组合高光谱帧28的过程重复进行之后更新场景。在22、24、26处的步骤之后,需要在28处组合新的高光谱帧来在30处根据对象变化更新场景,这个场景更新过程可能模拟经过建模的高光谱图像中的运动。

[0034] 用于相机光谱响应的额外模型可以经过集成以便模拟实际传感器。例如,真实传感器配置将会具有不仅将在高光谱带之间变化还在像素之间变化的响应。可以进行建模的其他常见效应是传感器读取噪声和散粒噪声(shot noise)。额外传感器效应可以根据具体

实施方案要求进行建模。另外,经过渲染和组合的高光谱帧可以另外处理用来模拟真实世界数据收集考虑,如传感器的图像馈送包组次序。额外真实世界数据收集考虑可以根据具体实施方案要求进行建模。

[0035] 高光谱图像建模方法的22、24、26处的重复进行的步骤针对每个时间步骤和每个高光谱带独立发生。因此,可在计算机架构上执行模拟,以使所述计算机架构快速进行并行计算。如多核CPU或GPU等并行架构可以同时地并且单独地生成每个光谱帧。通过这种方式使用并行架构可以允许足够快速地生成用于高光谱帧的所有光谱帧,以使后续的帧可以实时生成。

[0036] 本发明的一方面的优势在于开发用于记录HSI的遥感系统。遥感HSI已被证明是对广泛应用有价值的,其中所述广泛应用包括环境和土地使用监测、军事监控以及勘测。所得HSI对这些应用的效用在很大程度上取决于用来处理HSI的算法。用来处理用于各种应用的HSI的算法必须是准确而且健壮(robust)的。因此,用于验证这些算法的测试必须同样健壮(robust)。一种用于开发并且测试用于HSI的健壮处理算法是模拟各种经收集的图像,其中所述图像表示HSI系统可能会遇到也可能不会遇到的真实世界情景。能够根据本发明的一方面进行建模的经模拟的HSI可以针对实际现场测量提供实践替代方案,所述实际现场测量通常成本较高、较为耗时,而且难以覆盖处理算法必须在现场系统中处理的所有预期成像情景。

[0037] 另外,系统开发人员可以识别这些对象模型和素材模型并且对其进行分类,方法是观察来自经模拟的HSI与来自经收集的真实世界HSI的高光谱标记之间差异,其中经收集的实际HSI并不是实际成像对象和素材的基础。开发人员可以改进并且更新模拟的建模和渲染算法、用于针对识别和分类应用处理真实世界HSI的算法或上述两者,从而提高经模拟的HSI的保真度或改进用于处理真实世界HSI的应用的结果。

[0038] 在本发明的一方面,可以实时生成用于16个邻近的(contiguous)高光谱带的光谱帧,其中时间步长与30Hz的视频帧率相应。在该模态下,本发明的高光谱图像建模方法对于开发并且测试实时HSI系统和处理算法而言是有利的。

[0039] 本说明书使用各种实例来公开本发明,其中包括最佳模式,并且还使所属领域的任何技术人员能够实施本发明,其中包括制造并且使用任何装置或系统并且执行任何所涵盖的方法。本发明的专利保护范围由权利要求书限定,并且可以包括所属领域的技术人员想出的其他实例。如果此类其他实例具有的结构元素与权利要求书的字面意义相同,或如果此类其他实例包括的等效结构元素与权利要求书的字面意义并无实质差别,那么此类其他实例意图也在权利要求书的范围内。

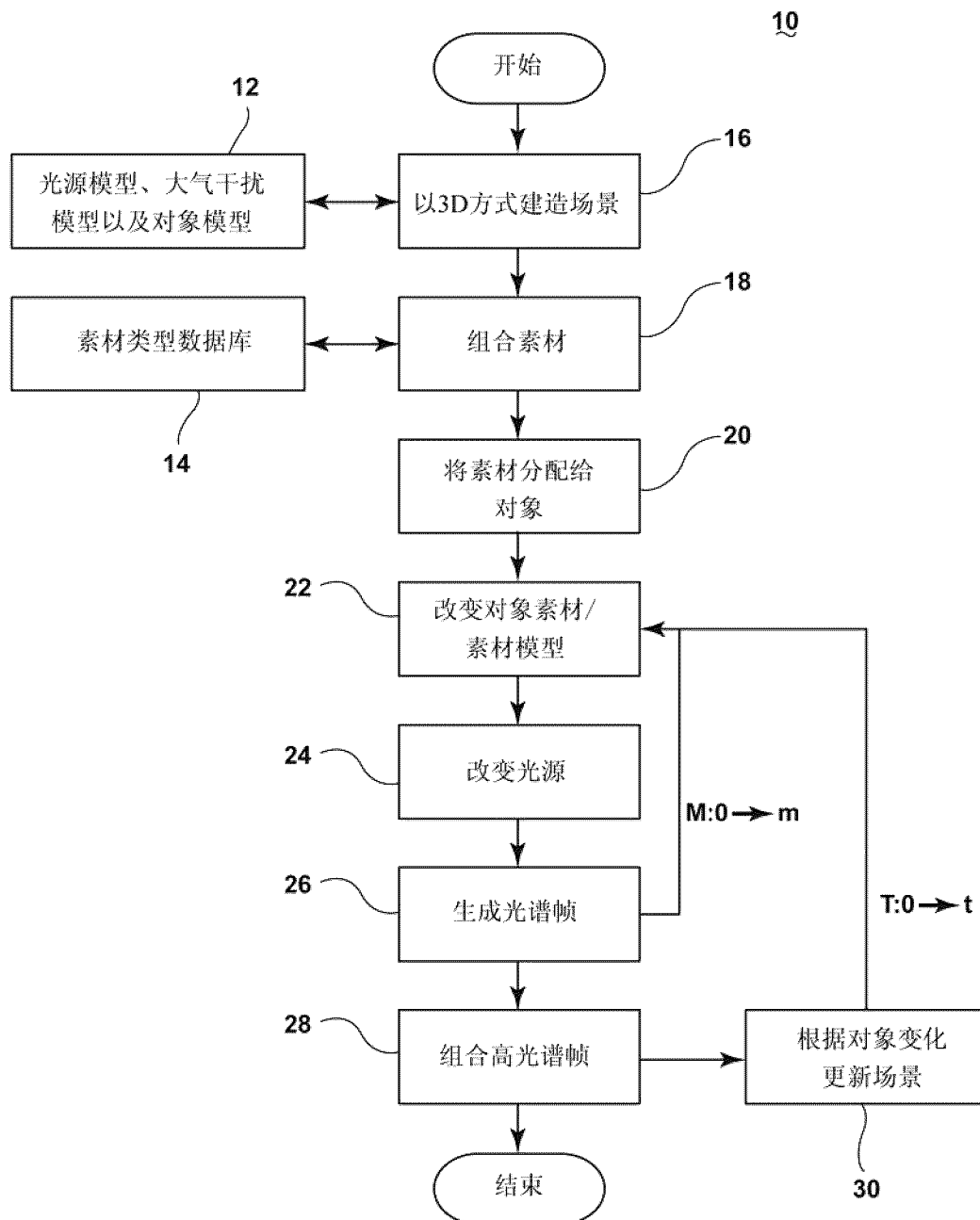


图 1