



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114731455 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 09

(21) 申请号 202080079098.8

(22) 申请日 2020.11.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114731455 A

(43) 申请公布日 2022.07.08

(30) 优先权数据
10-2019-0149886 2019.11.20 KR
10-2020-0023848 2020.02.26 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.05.13

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2020/016262 2020.11.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/101243 EN 2021.05.27

(73) 专利权人 三星电子株式会社
地址 韩国京畿道水原市

(72) 发明人 白相旭 千岷洙 朴镕燮 朴在演
崔光杓

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
专利代理师 雷蕾 曾世骁

(51) Int.Cl.
H04N 21/435 (2011.01)
G06N 3/0464 (2023.01)
G06N 3/0475 (2023.01)
G06N 3/094 (2023.01)
H04N 21/2343 (2011.01)
H04N 21/4402 (2011.01)

(56) 对比文件
KR 20180100976 A, 2018.09.12
KR 20190024400 A, 2019.03.08

审查员 徐燕丽

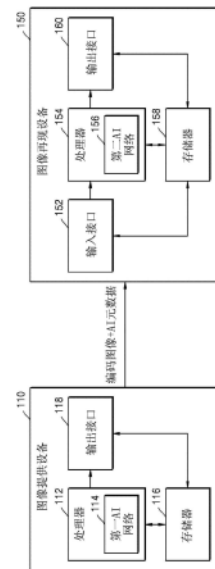
权利要求书3页 说明书26页 附图19页

(54) 发明名称

使用与图像质量相关的AI元数据的设备和方法

(57) 摘要

一种图像提供设备,被配置为通过使用第一人工智能(AI)网络生成包括类信息和至少一个类图的AI元数据,其中,类信息包括与包括在第一图像中的多个预定义对象中的对象的类型对应的至少一个类,并且所述至少一个类图指示与第一图像中的每个类对应的区域,通过对第一图像进行编码来生成编码图像,以及通过输出接口输出编码图像和AI元数据。



1. 一种图像提供设备,包括:

存储器,存储一个或更多个指令;

一个或更多个处理器,被配置为执行存储在存储器中的所述一个或更多个指令;以及输出接口,

其中,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:

通过使用第一人工智能AI网络生成包括类信息和针对类信息中定义的每个类的至少一个类图的AI元数据,其中,类信息包括与多个预定义对象中的被包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类,并且所述至少一个类图中的每个分别与类信息中定义的每个类对应并指示第一图像中的与所述至少一个类中的每个类对应的至少一个区域;

通过对第一图像进行编码来生成编码图像;以及

通过输出接口输出编码图像和包括类信息和所述至少一个类图的AI元数据。

2. 根据权利要求1所述的图像提供设备,其中,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:

将第一图像输入到第一AI网络,并且针对所述多个预定义对象的每种类型生成多个分段概率图;

基于所述多个分段概率图来定义与包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类;

生成包括所述至少一个类的类信息;以及

从所述多个分段概率图生成针对所述至少一个类中的每个类的所述至少一个类图。

3. 根据权利要求2所述的图像提供设备,其中,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:

针对所述多个分段概率图中的每个分段概率图,计算除了具有值0的至少一个像素之外的像素的平均值;以及

基于所述多个分段概率图中的每个分段概率图的平均值的大小,从所述多个预定义对象中选择对象的子集并且定义所述至少一个类。

4. 根据权利要求3所述的图像提供设备,其中,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:

将所述多个预定义对象中除所述对象的子集之外的对象中的至少一些对象映射到所述至少一个类;以及

通过将被映射到所述至少一个类的对象的分段概率图与所述对象被映射到的类的分段概率图组合来生成所述至少一个类图。

5. 根据权利要求1所述的图像提供设备,其中,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:

通过第一AI网络针对多个预定义频域中的每个预定义频域的频率生成分段概率图;以及

基于针对频率的分段概率图来生成AI元数据,其中,AI元数据包括频率信息以及与包括在所述频率信息中的每个频域对应的至少一个频率图,所述频率信息包括关于第一图像的频域的信息。

6. 根据权利要求1所述的图像提供设备,其中,第一图像包括多个图像,并且针对所述

多个图像中的每个图像生成了类信息和所述至少一个类图,以及

通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:

定义包括所述多个图像中的至少一个图像的至少一个序列;以及

针对所述至少一个序列中的每个序列,生成序列类信息和帧类信息,序列类信息指示关于包括在序列中的所述至少一个图像包括的类的信息,帧类信息指示关于包括在序列中的所述至少一个图像中的每个图像包括的类的信息,其中,帧类信息指示包括在序列类信息中的类中的包括在帧中的类的组合,并且包括比序列类信息少的比特数。

7. 根据权利要求1所述的图像提供设备,其中,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:

基于所述至少一个类图生成轻量化类图,在轻量化类图中,每个像素具有与所述至少一个类中的类对应的代表值;

生成包括类信息和轻量化类图的轻量化AI元数据;以及

通过输出接口输出编码图像和轻量化类图。

8. 根据权利要求1所述的图像提供设备,其中,第一AI网络包括:

第一子AI网络,包括至少一个卷积层和至少一个最大池化层,并且被配置为从第一图像生成特征图;以及

第二子AI网络,包括第一层组、放大器和第二层组,第一层组包括至少一个卷积层和至少一个激活层并且接收和处理来自第一子AI网络的特征图,放大器被配置为对第一层组的输出进行放大,第二层组包括至少一个卷积层和至少一个最小池化层,接收放大器的输出并且针对所述多个预定义对象中的每个对象生成分段概率图。

9. 根据权利要求1所述的图像提供设备,其中,第一AI网络与第二AI网络被联合训练,并且

第二AI网络被包括在装置中,该装置被配置为接收编码图像和AI元数据并对编码图像进行解码,以及对AI元数据的图像数据执行图像质量处理,所述图像数据与编码图像对应。

10. 根据权利要求1所述的图像提供设备,其中,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为通过对第一图像进行缩小和编码来生成编码图像。

11. 一种用于图像提供设备的控制方法,所述控制方法包括:

通过使用第一人工智能AI网络生成包括类信息和针对类信息中定义的每个类的至少一个类图的AI元数据,其中,类信息包括与多个预定义对象中的包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类,并且所述至少一个类图中的每个分别与类信息中定义的每个类对应并指示第一图像中的与所述至少一个类中的每个类对应的至少一个区域;

通过对第一图像进行编码来生成编码图像;以及

输出编码图像和包括类信息和所述至少一个类图的AI元数据。

12. 根据权利要求11所述的控制方法,还包括:

将第一图像输入到第一AI网络,并针对所述多个预定义对象的每种类型生成多个分段概率图;

基于所述多个分段概率图来定义与包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类;

生成包括所述至少一个类的类信息;以及

从所述多个分段概率图生成针对所述至少一个类中的每个类的所述至少一个类图。

13. 根据权利要求12所述的控制方法,还包括:

针对所述多个分段概率图中的每个分段概率图,计算除了具有值0的至少一个像素之外的像素的平均值;以及

基于所述多个分段概率图中的每个分段概率图的平均值的大小,从所述多个预定义对象中选择对象的子集并且定义所述至少一个类。

14. 根据权利要求13所述的控制方法,还包括:

将所述多个预定义对象中除所述对象的子集之外的对象中的至少一些对象映射到所述至少一个类;以及

通过将映射到所述至少一个类的对象的分段概率图与所述对象被映射到的类的分段概率图组合来生成所述至少一个类图。

15. 一种计算机可读记录介质,其上记录有计算机程序指令,所述计算机程序指令用于在由处理器执行时执行用于图像提供设备的控制方法,所述控制方法包括:

通过使用第一人工智能AI网络生成包括类信息和针对类信息中定义的每个类的至少一个类图的AI元数据,其中,类信息包括与多个预定义对象中的包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类,并且所述至少一个类图中的每个分别与类信息中定义的每个类对应并指示第一图像中的与所述至少一个类中的每个类对应的至少一个区域;

通过对第一图像进行编码来生成编码图像;以及

输出编码图像和包括类信息和所述至少一个类图的AI元数据。

使用与图像质量相关的AI元数据的设备和方法

技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及图像提供设备、用于图像提供设备的控制方法、图像再现设备、用于图像再现设备的控制方法以及计算机程序。本公开的实施例还提供了一种用于使用与图像质量相关的人工智能(AI)元数据的设备和方法。

背景技术

[0002] 当经由网络在装置之间发送数字图像时,使用各种技术(诸如编码、图像缩小等)来减少数据量。在已经接收到图像的设备中减少图像的数据量并重建和再现图像的处理中,重建图像的质量可能与原始图像的质量不匹配,使得可能出现图像再现质量的劣化。

[0003] 为了使图像再现设备改善重建图像的质量,当再现编码和输入图像时,尝试通过基于输入图像的特征的图像处理来改善图像质量。然而,通过从输入图像提取图像特征的图像处理可能需要大量的资源和处理时间,从而增加了图像再现设备中的处理负荷并降低了处理速度。

发明内容

[0004] 技术方案

[0005] 本公开的实施例使用于改善图像质量的人工智能(AI)网络轻量化,该人工智能(AI网络)被用于生成AI元数据。

[0006] 此外,本公开的实施例提供一种被用于在图像再现设备中处理图像质量的AI网络。

[0007] 此外,本公开的实施例通过从原始图像生成AI元数据来提高用于改善图像质量的AI网络的性能。

[0008] 另外的方面将部分地在下面的描述中阐述,并且部分地将从描述中显而易见,或者可通过实施本公开的所呈现的实施例来获知。

[0009] 根据本公开的实施例的一方面,一种图像提供设备包括:存储器,存储一个或多个指令;一个或多个处理器,被配置为执行存储在存储器中的所述一个或多个指令;以及输出接口,其中,通过执行所述一个或多个指令,所述一个或多个处理器被配置为:通过使用第一人工智能(AI)网络生成包括类信息和至少一个类图的AI元数据,其中,类信息包括与多个预定义对象中的被包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类,并且所述至少一个类图指示第一图像中的与所述至少一个类中的每个类对应的区域,通过对第一图像进行编码来生成编码图像,以及通过输出接口输出编码图像和AI元数据。

[0010] 根据本公开的实施例,通过执行所述一个或多个指令,所述一个或多个处理器可被配置为:将第一图像输入到第一AI网络,并且针对所述多个预定义对象的每种类型生成多个分段概率图,基于所述多个分段概率图定义与包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类,生成包括所述至少一个类的类信息,以及从所述多个分段概率图生成针对所述至少一个类中的每个类的所述至少一个类图。

[0011] 根据本公开的实施例,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器可被配置为:针对所述多个分段概率图中的每个分段概率图,计算除了具有值0的至少一个像素之外的像素的平均值,以及基于所述多个分段概率图中的每个分段概率图的平均值的大小,从所述多个预定义对象中选择对象的子集并且定义所述至少一个类。

[0012] 根据本公开的实施例,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器可被配置为:将所述多个预定义对象中除了对象的子集之外的对象中的至少一些对象映射到至少一个类,以及通过将映射到所述至少一个类的对象的分段概率图与所述对象被映射到的类的分段概率图组合来生成至少一个类图。

[0013] 根据本公开的实施例,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:通过第一AI网络针对多个预定义频域中的每个预定义频域的频率生成分段概率图,以及基于针对频率的分段概率图生成AI元数据,其中,AI元数据包括频率信息以及与包括在频率信息中的每个频域对应的至少一个频率图,频率信息包括关于第一图像的频域的信息。

[0014] 根据本公开的实施例,第一图像可包括多个帧,并且可针对多个帧中的每个帧生成类信息和至少一个类图,以及通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器可被配置为:定义包括多个图像中的至少一个图像的至少一个序列,以及针对所述至少一个序列中的每个序列,生成序列类信息和帧类信息,序列类信息指示关于包括在序列中的所述至少一个图像包括的类的信息,帧类信息指示关于包括在序列中的所述至少一个图像中的每个图像包括的类的信息,其中,帧类信息指示包括在序列类信息中的类中的包括在帧中的类的组合,并且包括比序列类信息少的比特数。

[0015] 根据本公开的实施例,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器可被配置为:基于所述至少一个类图生成每个像素具有与所述至少一个类中的类对应的代表值的轻量化类图,生成包括类信息和轻量化类图的轻量化AI元数据,并通过输出接口输出编码图像和轻量化类图。

[0016] 根据本公开的实施例,第一AI网络可包括:第一子AI网络,包括至少一个卷积层和至少一个最大池化层,并且被配置为从第一图像生成特征图;以及第二子AI网络,包括第一层组、放大器和第二层组,第一层组包括至少一个卷积层和至少一个激活层并且接收和处理来自第一子AI网络的特征图,放大器被配置为对第一层组的输出进行放大,第二层组包括至少一个卷积层和至少一个最小池化层,接收放大器的输出并且针对所述多个预定义对象中的每个对象生成分段概率图。

[0017] 根据本公开的实施例,第一AI网络和第二AI网络可被彼此联合训练,并且第二AI网络可被包括在被配置为接收编码图像和AI元数据然后对编码图像进行解码的装置中,并且第二AI网络可对AI元数据的图像数据执行图像质量处理,所述图像数据与编码图像对应。

[0018] 根据本公开的实施例,通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器可被配置为通过对第一图像进行缩小和编码来生成编码图像。

[0019] 根据本公开实施例的另一方面,一种用于图像提供设备的控制方法包括:通过使用第一人工智能(AI)网络生成包括类信息和至少一个类图的AI元数据,其中,类信息包括与多个预定义对象中的包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类,并且所述至少

一个类图指示第一图像中的与至少一个类中的每个类对应的区域;以及输出编码图像和AI元数据。

[0020] 根据本公开的实施例的另一方面,一种图像再现设备,包括:存储器,存储一个或更多个指令;一个或更多个处理器,被配置为执行存储在存储器中的所述一个或更多个指令;输入接口,被配置为接收与第一图像对应的编码图像和与编码图像对应的人工智能(AI)元数据;以及输出接口,其中,AI元数据包括类信息和至少一个类图。其中,类信息包括与多个预定义对象中的包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类,并且所述至少一个类图指示第一图像中的与所述至少一个类中的每个类对应的区域,以及通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:通过对编码图像进行解码来生成与第一图像对应的第二图像,通过使用第二AI网络从第二图像和AI元数据生成被执行了图像质量增强的第三图像,并且通过输出接口输出第三图像。

[0021] 根据本公开的实施例,第二AI网络可包括第一子AI网络,第一子AI网络包括至少一个卷积层、至少一个调制层和至少一个激活层,并且所述至少一个调制层可基于从AI元数据生成的调制参数集来处理输入到所述至少一个调制层的特征图。

[0022] 根据本公开的实施例,第一子AI网络可包括多个调制层,并且第二AI网络可包括对应于根据AI元数据的所述多个调制层中的每个的调制参数生成网络,并且每个调制参数生成网络可生成用于对应调制层的调制参数集。

[0023] 根据本公开的实施例,调制参数集可包括通过乘法与输入特征图的数据值组合的第一运算调制参数以及通过加法与第一运算调制参数和输入特征图的数据值的乘法结果组合的第二运算调制参数,并且至少一个调制层可基于第一运算调制参数和第二运算调制参数来处理输入特征图。

[0024] 根据本公开的实施例,第一子AI网络可包括多个残差块,并且多个残差块中的每个残差块可包括主流和至少一个第二跳过处理路径,主流包括至少一个卷积层、至少一个调制层和至少一个激活层并且生成通过处理多个残差块获得的残差版本处理结果值,所述至少一个第二跳过处理路径通过旁路包括在块中的至少一个层来生成预测版本处理结果值,并且第一子AI网络可包括通过跳过所述多个残差块中的至少一个残差块来生成预测版本处理结果值的至少一个第一跳过处理路径。

[0025] 根据本公开的实施例,第二AI网络可包括:放大器,被配置为接收第一子AI网络的输出并执行放大,以及第二图像质量处理器,被配置为通过接收放大器的输出来生成并输出第三图像,并且包括至少一个机器训练层。

[0026] 根据本公开的实施例,通过输入接口输入的AI元数据可包括轻量化类图,其中,针对所述至少一个类中的每个类的至少一个类图是轻量化的,并且通过执行所述一个或更多个指令,所述一个或更多个处理器被配置为:从轻量化类图生成针对所述至少一个类中的每个类的重建的类图,并且重建的类图可包括指示每个像素是否对应于类的值。

[0027] 根据本公开的实施例的另一方面,一种用于图像再现设备的控制方法,包括:接收与第一图像对应的编码图像和与编码图像对应的人工智能(AI)元数据,通过对编码图像进行解码来生成与第一图像对应的第二图像,通过使用第二AI网络从第二图像和AI元数据生成被执行了图像质量增强的第三图像,以及输出第三图像,其中AI元数据包括类信息和至少一个类图,其中,类信息包括与多个预定义对象中的包括在第一图像中的对象的类型对

应的至少一个类,并且所述至少一个类图指示第一图像中的与所述至少一个类中的每个类对应的区域。

[0028] 根据本公开实施例的另一方面,一种计算机可读记录介质,其上记录有计算机程序指令,所述计算机程序指令用于在由处理器执行时执行用于图像再现设备的控制方法,所述控制方法包括:接收与第一图像对应的编码图像和与编码图像对应的人工智能(AI)元数据,通过对编码图像进行解码来生成与第一图像对应的第二图像,通过使用第二AI网络从第二图像和AI元数据生成对其执行图像质量增强的第三图像,以及输出第三图像,其中AI元数据包括类信息和至少一个类图,其中,类信息包括与多个预定义对象中的包括在第一图像中的对象的类型对应的至少一个类,并且所述至少一个类图指示第一图像中的与至少一个类中的每个类对应的区域。

[0029] 有益效果

[0030] 本公开的实施例使用于改善图像质量的人工智能(AI)网络轻量化,该人工智能(AI网络)被用于生成AI元数据。

[0031] 此外,本公开的实施例提供了一种用于在图像再现设备中处理图像质量的AI网络。

[0032] 此外,本公开的实施例通过从原始图像生成AI元数据来提高用于改善图像质量的AI网络的性能。

附图说明

[0033] 根据以下结合附图的描述,本公开的某些实施例的上述和其他方面、特征和优点将更加明显,其中:

[0034] 图1是示出根据本公开的实施例的图像提供设备和图像再现设备的结构的图;

[0035] 图2是示出根据本公开的实施例的图像提供设备的处理器的结构的图;

[0036] 图3示出根据本公开实施例的元信息提取器的操作;

[0037] 图4示出根据本公开的实施例的在图像特征分析处理中从第一图像生成对象信息和类信息的处理;

[0038] 图5示出根据本公开实施例的元信息提取器的信息生成网络的操作;

[0039] 图6示出根据本公开实施例的图像提供设备的元信息轻量化器的操作;

[0040] 图7示出根据本公开实施例的元信息压缩器的操作;

[0041] 图8示出根据本公开实施例的在元信息压缩器中压缩类信息的方案;

[0042] 图9示出根据本公开实施例的图像提供设备的元信息压缩器的操作;

[0043] 图10是示出根据本公开的实施例的用于图像提供设备的控制方法的流程图;

[0044] 图11是示出根据本公开的实施例的图像再现设备的输入接口、处理器和输出接口的结构的图;

[0045] 图12示出根据本公开实施例的元信息组合器的操作;

[0046] 图13示出根据本公开实施例的残差块的结构;

[0047] 图14示出根据本公开的实施例的第三子AI网络和第四子AI网络的操作;

[0048] 图15a示出根据本公开实施例的第三子AI网络和第四子AI网络的结构;

[0049] 图15b示出根据本公开实施例的第三子AI网络和第四子AI网络的结构;

- [0050] 图16示出根据本公开的实施例的元数据组合器和元数据处理器的操作；
- [0051] 图17是用于描述根据本公开的实施例的用于图像提供设备的第一AI网络的训练方法和用于图像再现设备的第二AI网络的训练方法的图；
- [0052] 图18是示出根据本公开的实施例的用于图像再现设备的控制方法的流程图；以及
- [0053] 图19是示出根据本公开的实施例的图像提供设备和图像再现设备的结构的图。

具体实施方式

[0054] 根据本公开的实施例的一方面,一种图像提供设备包括存储一个或多个指令的存储器、被配置为执行存储在存储器中的一个或多个指令的一个或多个处理器、以及输出接口,其中,一个或多个处理器被配置为通过执行一个或多个指令,通过使用第一人工智能(AI)网络生成包括类信息和至少一个类图的AI元数据,其中,所述类信息包括与多个预定义对象中的被包括在第一图像中的对象的类型相对应的至少一个类,并且所述至少一个类图指示与所述第一图像中的所述至少一个类中的每个类相对应的区域,通过对所述第一图像进行编码来生成编码图像,并且通过所述输出接口输出所述编码图像和所述AI元数据。

[0055] 发明模式

[0056] 本公开描述了实施例的原理,以允许本领域普通技术人员执行本公开的实施例。可以以各种形式实现本公开的实施例。

[0057] 在整个公开中,相同的附图标记将指示相同的元件。本公开没有描述本公开的实施例的所有元件,并且将省略本公开的技术领域中的一般信息和跨本公开的实施例的冗余信息。在此使用的“模块”或“单元”可用软件、硬件或固件来实现,并且取决于本公开的实施例,多个“模块”或“单元”可用一个单元或元件来实现,或者一个“模块”或“单元”可包括多个元件。

[0058] 在本公开的实施例的描述中,将省略相关公知技术的详细描述以避免不必要地模糊本公开的主题。另外,在说明书的描述中使用的数字(例如,第1、第2、第一、第二等)仅仅是用于将一个元件与另一元件区分开的识别符号或标记。

[0059] 在整个公开中,表述“a、b或c中的至少一个”表示仅a、仅b、仅c、a和b两者、a和c两者、b和c两者、a、b和c全部或其变体。

[0060] 此外,在本公开中,当组件被提及为“连接”或“耦接”到另一组件时,该组件可直接连接或直接耦接到另一组件,但是除非另有描述,否则应当理解,该组件也可经由其间的又一组件连接或耦接到另一组件。

[0061] 在下文中,将参考附图详细描述本公开的操作原理和各种实施例。

[0062] 在本公开中,“第一人工智能(AI)网络”和“第二AI网络”可表示使用多个训练数据机器训练的AI模型。第一AI网络和第二AI网络可包括各种机器训练模型,例如,深度神经网络(DNN)架构。

[0063] 另外,在本说明书中,“图像”或“图片”可对应于静止图像、包括多个连续静止图像(或帧)的运动图像或视频。

[0064] 在此,“第一图像”可表示将被编码的图像,并且“编码图像”可表示通过对第一图像进行编码而生成的图像。“第二图像”可表示通过对编码图像进行解码而生成的图像,并

且“第三图像”可表示通过对第二图像进行质量增强处理而得到的图像。

[0065] 图1是示出根据本公开的实施例的图像提供设备和图像再现设备的结构的图。

[0066] 根据本公开的实施例,图像提供设备110可从可以是原始图像的第一图像生成编码图像和AI元数据,并将编码图像和AI元数据发送到图像再现设备150。图像再现设备150可接收编码图像和AI元数据,对编码图像进行解码,并使用AI元数据对其执行图像质量增强处理,从而输出再现的图像。图像提供设备110和图像再现设备150可通过通信网络或各种输入和输出接口被有线或无线地连接。

[0067] 图像提供设备110可被实现为各种类型的电子装置。根据本公开的实施例,图像提供设备110可对应于提供图像内容的服务提供商或广播提供商的服务器。图像提供设备110可由物理上独立的电子装置或云服务器来实现。

[0068] 图像提供设备110可包括处理器112、存储器116和输出接口118。

[0069] 处理器112可控制图像提供设备110的整体操作。处理器112可用一个或更多个处理器来实现。处理器112可通过执行存储在存储器116中的程序、指令或命令来执行操作。

[0070] 处理器112可接收第一图像,提取与图像质量处理相关的AI元数据,并且通过对第一图像进行编码来生成编码图像。处理器112可通过使用第一AI网络114从第一图像提取AI元数据。

[0071] AI元数据可表示与第一图像的图像质量增强处理相关的元数据。AI元数据可包括与图像内存在的对象的类型有关的信息。可通过使用第一AI网络114从第一图像中提取AI元数据。

[0072] 处理器112可通过使用第一AI网络114来处理输入图像数据。根据本公开的实施例,第一AI网络114可被存储在图像提供设备110中。根据本公开的另一实施例,第一AI网络114可被包括在另一装置中,并且图像提供设备110可通过通信接口等使用包括在外部装置中的第一AI网络114。在此,将对第一AI网络114被包括在图像提供设备110中的本公开的实施例进行描述,但是本公开的实施例不限于此。

[0073] 第一AI网络114可以是使用多个训练数据机器训练的AI模型。第一AI网络114可包括各种结构的机器训练模型,例如DNN架构。第一AI网络114可具有例如卷积神经网络(CNN)、递归神经网络(RNN)等架构。第一AI网络114可使用机器训练算法(诸如空间特征变换生成对抗网络(SFTGAN)、增强超分辨率生成对抗网络(ESRGAN)等)。

[0074] 第一AI网络114可访问存储空间和处理存储在每个存储空间中的数据的处理器。第一AI网络114可基于定义数据的处理的算法和参数来定义至少一个节点和层,并且定义节点与层之间的数据处理。第一AI网络114可包括多个节点和多个层,并且通过基于多个节点与多个层之间的数据传输处理输入数据来生成输出数据。

[0075] 存储器116可存储图像提供设备110的操作所需的计算机程序指令、信息和内容。存储器116可包括易失性和/或非易失性存储器或其组合。可以以各种形式的存储介质来实现存储器116。存储器116可包括以下至少一种类型的存储介质:闪存类型、硬盘类型、多媒体卡微型类型、卡型存储器(例如,安全数字(SD)或极速数字(XD)存储器等)、随机存取存储器(RAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、可编程只读存储器(PROM)、磁存储器、磁盘、光盘等。

[0076] 输出接口118可输出在图像提供设备110中生成或处理的数据或控制信号。输出接

口118可输出在图像提供设备110中生成的编码图像和AI元数据。输出接口118可包括各种类型的输出接口(诸如有线或无线通信接口、显示接口(例如,HDMI)、扬声器接口(例如,S/PDIF)、触摸屏和用户接口等)。

[0077] 根据本公开的实施例,输出接口118可包括通信器或通信接口。输出接口118可通过通信接口将数据或信号输出到外部装置(诸如图像再现设备150)。通信接口可直接或经由另一装置将编码图像和AI元数据输出到图像再现设备150。

[0078] 可用各种类型的电子装置来实现图像再现设备150。根据本公开的实施例,图像再现设备150可对应于用户终端。可用各种形式的电子装置(诸如便携式通信终端、智能电话、可穿戴装置、膝上型计算机、台式计算机、平板个人计算机(PC)、自助服务终端等)来实现图像再现设备150。

[0079] 图像再现设备150可包括输入接口152、处理器154、存储器158和输出接口160。

[0080] 输入接口152可接收数据或控制信号并将其发送到处理器154。输入接口152可经由输出接口118接收从图像提供设备110输出的编码图像和AI元数据。

[0081] 输入接口152可包括通信器或通信接口。输入接口152还可包括输入和输出接口(诸如触摸屏、键盘、鼠标、触摸板等)。

[0082] 处理器154可控制图像再现设备150的整体操作。处理器154可用一个或多个处理器来实现。处理器154可通过执行存储在存储器158中的程序、指令或命令来执行特定操作。

[0083] 处理器154可通过使用第二AI网络156来处理输入图像数据。处理器154可接收从图像提供设备110接收的编码图像和AI元数据,通过对编码图像进行解码来获得第二(解码)图像,并且通过使用AI元数据对解码图像执行图像质量增强处理来获得第三图像。处理器154可通过使用第二AI网络156从第二图像和AI元数据的输入获得第三图像的输出。

[0084] 根据本公开的实施例,图像再现设备150可接收低分辨率编码图像,并对从编码图像获得的解码图像执行放大。处理器154可对解码图像执行图像质量处理和放大。处理器154可通过使用第二AI网络156来执行图像质量处理和放大。

[0085] 根据本公开的实施例,第二AI网络156可被存储在图像再现设备150中。根据本公开的另一实施例,第二AI网络156可被包括在另一装置中,并且图像再现设备150可通过通信接口等访问包括在外部装置中的第二AI网络156。在此,将对第二AI网络156被包括在图像提供设备150中的实施例进行描述,但是本公开的实施例不限于此。

[0086] 第二AI网络156可以是使用多个训练数据进行机器训练的AI模型。第二AI网络156可包括各种结构的机器训练模型,例如DNN架构。第二AI网络156可具有架构,例如CNN、RNN等。第二AI网络156可使用机器训练的算法(诸如SFTGAN、ESRGAN等)。

[0087] 第二AI网络156可利用数据存储空间和处理存储在存储空间中的数据的处理器。第二AI网络156可基于定义存储空间的数据之间的处理的算法和参数来定义至少一个节点和层,并且定义节点与层之间的数据处理。第二AI网络156可包括多个节点和多个层,并且通过基于多个节点与多个层之间的数据传输处理输入数据来生成输出数据。

[0088] 存储器158可存储图像再现设备150的操作所需的计算机程序指令、信息和内容。存储器158可包括易失性和/或非易失性存储器或其组合。可用如上面关于图像提供设备110的存储器116描述的各种形式的存储介质来实现存储器158。

[0089] 输出接口160可输出在图像再现设备150中生成或处理的数据或控制信号。输出接口160可输出来自图像再现设备150的第三图像。输出接口160可包括各种类型的输出接口(诸如通信接口、显示器、扬声器、触摸屏等)。

[0090] 根据本公开的实施例,输出接口160可对应于显示器,并且通过显示第三图像来输出第三图像。

[0091] 根据本公开的另一实施例,输出接口160可包括有线或无线通信器或通信接口。输出接口160可通过通信接口将第三图像发送到外部装置、显示装置、多媒体装置等。例如,输出接口160可将第三图像的显示数据发送到外部显示装置以在其上再现图像。

[0092] 图2是示出根据本公开的实施例的图像提供设备的处理器的结构的图。

[0093] 在本公开中,处理器112(112a)或154中的框可对应于至少一个软件处理块或至少一个专用硬件处理器及其组合。在本公开中,示出处理器112或154的框仅仅是用于执行本公开的实施例的软件处理单元的示意性示例,并且可经由硬件和软件的任何组合来实现用于执行本公开的实施例的处理单元以及本公开中公开的处理单元。

[0094] 根据本公开的实施例,图像提供设备110的处理器112可包括元数据生成器210和编码器220。元数据生成器210可接收第一图像并生成AI元数据。

[0095] 根据本公开的实施例,第一图像可由处理器112a缩小和编码。例如,第一图像可由元数据产生器210、编码器220或单独的缩小器处理元件缩小。根据本公开的实施例,元数据生成器210可从尚未被缩小的高分辨率、高质量图像生成AI元数据。图像提供设备110可通过从(原始)高分辨率、高质量图像生成AI元数据来生成AI元数据而不丢失与图像质量相关的信息。

[0096] 元数据生成器210可使用第一AI网络114来执行部分处理。第一AI网络114可以是处理器112a的组件、图像提供设备110中的单独专用处理器或外部装置的单独处理元件。

[0097] 元数据生成器210可包括元信息提取器212和元信息轻量化器214。根据本公开的实施例,元数据生成器210还可包括元信息压缩器216。根据本公开的实施例,可省略元信息压缩器216。

[0098] 元信息提取器212可从第一图像中提取AI元数据。AI元数据可包括指示包括在第一图像中的对象的类型的类信息和指示与第一图像中的每个区域对应的类的类图。类图可包括定义与对应于第一图像的像素阵列的每个像素对应的类的信息。可针对包括在第一图像中的类信息中的至少一个类中的每个类生成类图。例如,可为第一图像定义(1)默认、(2)天空、(3)草和(4)植物的四个类,使得当类信息定义四个类时,可分别为默认、天空、草和植物的类生成总共四个类图。

[0099] 元信息提取器212可从第一图像中检测对象,并且定义与检测到的对象对应的特定数量的类,使得未被定义为类的对象可被映射到某一类。对象可以指示包括在图像中的主体。对象的类型可根据本公开的实施例被不同地定义,并且可包括频繁出现在图像中的对象,例如天空、水、草、山、建筑、植物、动物等。当从第一图像中检测到与水对应的对象,但是由于与水对象对应的像素数量少因而水对象不被包括在类信息中时,与水对象对应的区域可被映射到针对第一图像定义的类中的一个。可以以针对每个像素指示与某个类对应的概率的概率图的形式实现类图。例如,与天空对应的类图可指示每个像素与天空对应的概率。类图的分辨率可与第一图像的分辨率相同或小于第一图像的分辨率。

[0100] 元信息提取器212可通过使用第一AI网络114从第一图像中提取AI元数据。根据本公开的实施例,元数据提取器212可使用第一AI网络114从第一图像和类信息中提取类图。

[0101] 元信息提取器212可生成AI元数据,其中AI元数据可包括类信息和与每个类对应的多个类图。

[0102] 元信息轻量化器214可执行轻量化以减小从元信息提取器212提取的AI元数据的量或数据大小。元信息轻量化器214可通过轻量化多个类图来减少AI元数据的比特数,从而轻量化AI元数据。元信息轻量化器214可通过为一个图中的每个位置(像素)定义代表值来生成轻量化类图。轻量化类图的代表值指示与每个像素对应的类。因此,轻量化AI元数据可包括轻量化类图和类信息。

[0103] 元信息压缩器216可减小由元信息轻量化器214轻量化的类图的宽度和长度,从而减小轻量化类图的大小。元信息压缩器216可通过应用在图像压缩中使用的无损压缩方案来压缩轻量化类图。元信息压缩器216可通过压缩轻量化类图和类信息来生成压缩的AI元数据,并输出生成的压缩的AI元数据。因此,压缩的AI元数据可包括轻量化类图和类信息。

[0104] 编码器220可通过对第一图像进行编码来生成编码图像。编码器220可通过使用各种类型的图像编码算法来对第一图像进行编码。编码器220可通过以下操作来生成预测数据:对第一图像执行预测编码;生成对应于第一图像与预测数据之间的差的残差数据;将作为空间域分量的残差数据变换为频域分量;对变换为频域分量的残差数据进行量化;以及对量化的残差数据进行熵编码。该编码处理可通过使用频率变换的各种图像压缩方法(诸如运动图像专家组(MPEG)-2、H.264高级视频编码(AVC)、MPEG-4、H.265/高效视频编码(HEVC)、VC-1、VP8、VP9、AOMediaVideo1(AV1)等)中的任何一种来实现。

[0105] 压缩的AI元数据可被输出为包含在编码图像的数据头中,或者可与编码图像的数据分开输出。根据本公开的实施例,元信息提取器212可生成与另一类型的图像特征对应的图像特征信息和图像特征图以及类信息和类图,其中AI元数据可包括附加图像特征信息和图像特征图。附加图像特征可包括频率、纹理、语义或拍摄参数中的至少一个或组合。

[0106] 根据本公开的实施例,元信息提取器212可通过分析来自第一图像的频率信息来生成频率信息和频率图。AI元数据可包括频率信息和频率图。频率信息可包括关于包括在第一图像中的频率区域的信息。频率图可指示与第一图像中的每个频率区域对应的概率。例如,可定义五个频率区域,并且可生成与各个频率区域对应的五个频率图。根据本公开的实施例,由于基于图像质量处理的低复杂度增强,可从图像特征信息中排除作为图像中的平坦区域的低频区域,并且可为大于特定频率的高频区域定义图像特征信息。

[0107] 根据本公开的另一实施例,元信息提取器212可通过分析第一图像的纹理信息来生成纹理信息和纹理图。AI元数据可包括纹理信息和纹理图。纹理信息可以是与第一图像的每个区域中的密度对应的信息。元信息提取器212可通过从第一图像的每个区域计算密度来根据密度值生成纹理信息。高密度可指示对应区域中的高复杂性和各种图案的存在。可基于等式1来计算密度、空间信息(SI)。

[0108] [等式1]

[0109] 空间信息(SI) = $\text{stdev}[\text{Sobel}(I_{\text{HR}})]$

[0110] 为了计算密度,可使用Sobel滤波器 $\text{Sobel}(I_{\text{HR}})$ 对第一图像进行滤波。在此, I_{HR} 可指示输入到滤波器的图像,并且在本公开的当前实施例中, I_{HR} 可对应于第一图像。接下来,

对于使用Sobel滤波器处理的第一图像中的像素,可计算标准差 $\text{stdev}[\text{Sobel}(I_{\text{HR}})]$ 。根据密度的分布,可定义与密度对应的某些区域,并且可将第一区域中检测到的密度的区域包括在纹理信息中。纹理图是指示与纹理信息中包括的每个密度区域对应的第一图像的区域图。纹理图可以以概率图的形式表示。

[0111] 根据本公开的另一实施例,元信息提取器212可提取应用于第一图像的拍摄参数信息和拍摄环境信息。元信息提取器212可将提取的拍摄参数信息和拍摄环境信息记录在AI元数据中。拍摄参数可包括例如变焦参数、光圈信息、焦距信息、闪光灯使用信息、白平衡信息、ISO信息、曝光时间信息、拍摄模式信息、离焦信息、自动聚焦(AF)信息、自动曝光(AE)信息、角色检测信息、场景信息等。拍摄环境信息可包括照明信息。当图像特征图可定义与第一图像中的每个像素对应的值时,可与拍摄参数信息或拍摄环境信息一起生成图像特征图。当可能没有定义与第一图像中的每个像素对应的值时,可为第一图像定义图像特征值。例如,对于变焦参数、光圈信息、焦距信息、闪光灯使用信息、白平衡信息、ISO信息、曝光时间信息、拍摄模式信息、离焦信息、AF信息、AE信息、场景信息和照明信息,可定义与第一图像对应的图像特征值。在角色检测信息中,可定义指示第一图像中的角色检测区域的图像特征图或指示角色检测区域的坐标的图像特征值。

[0112] 在本公开中,将集中对元信息提取器212生成包括类信息和类图的AI元数据的本公开的实施例进行描述。然而,本公开不限于类信息和类图作为AI元数据。

[0113] 图3示出根据本公开实施例的元信息提取器的操作。

[0114] 元信息提取器212a可接收第一图像302并生成和输出AI元数据。第一图像302可对应于尚未被编码的高质量原始图像。第一图像302可以是尚未被缩小的原始分辨率的高分辨率图像。

[0115] 元信息提取器212a可接收第一图像302并执行图像特征分析处理312。图像特征分析处理312可从第一图像302和多个分段概率图生成图像特征信息。图像特征信息可包括指示包括在第一图像302中的类的类型的类信息。图像特征分析处理312包括通过使用各种类型的图像特征分析算法从第一图像302生成图像特征信息。根据本公开的实施例,图像特征分析处理312可包括通过从在信息生成网络316中生成的多个分段概率图提取包括在第一图像302中的主类来生成类信息。图像特征分析处理312可使用可分析频率信息的(例如,快速)傅里叶变换、小波变换等作为图像特征分析算法。图像特征分析处理312可使用可分析边缘信息的Sobel滤波器、Laplacian滤波器、Canny滤波器等作为图像特征分析算法。元信息提取器212a可使用可分析图像中的纹理信息的形态侵蚀、膨胀计算等作为图像特征分析算法。元信息提取器212a可通过在图像特征分析处理312中将多个图像特征分析算法进行组合来将图像特征细分为各种图像特征。例如,元信息提取器212a可通过在图像特征分析处理312中使用多个图像特征分析算法来计算频率信息、边缘信息或纹理信息中的至少一个或组合。

[0116] 图像特征分析处理312可通过使用在信息生成网络316中生成的多个分段概率图来选择从第一图像302检测到的一些对象,并且将对象与一定数量的类相关联。如上所述,当检测到的对象的类型的数量大于预设数量时,元信息提取器212a可以以相应的较大区域的顺序提取一定数量的对象以定义一定数量的类。例如,当从第一图像302检测到天空、草、植物、水和默认的总共五个对象并且一定数量的类是四个时,图像特征分析处理312可以以

相应的较大区域的顺序提取一定数量的对象,以将天空、草、植物和默认定义为类,而不将水定义为类。根据本公开的实施例,元信息提取器212a可包括指示始终未被分类为类中的特定对象的区域的默认类,而不管该区域的面积如何。

[0117] 信息生成网络316可接收第一图像302并且生成针对多个预定义对象的分段概率图。例如,可为可接收第一图像302的信息生成网络316预定义32个对象,并且信息生成网络316可为32个对象中的每个生成分段概率图。分段概率图可指示第一图像302的每个像素或区域可对应于与分段概率图对应的对象的概率。信息生成网络316可包括或使用第一AI网络114。根据本公开的实施例,第一AI网络114可通过使用SFTGAN算法从第一图像302生成多个分段概率图。

[0118] 元信息提取器212a可执行元数据生成处理318以生成包括类信息和类图的AI元数据。元数据生成处理318可包括从在信息生成网络316中生成的多个分段概率图中提取在图像特征分析处理312中生成的类信息中包括的对象的分段概率图。元数据生成处理318可输出包括多个类图和类信息的AI元数据。元信息提取器212a可基于某些标准生成包括类信息和类图的AI元数据。

[0119] 图4示出根据本公开的实施例的在图像特征分析处理中从第一图像生成对象信息和类信息的处理。

[0120] 根据本公开的实施例,元信息提取器212a可从第一图像302中提取指示包括在第一图像302中的对象的类型的信息作为图像特征分析处理312的结果。信息生成网络316可生成对应于预定义对象(诸如天空、水、草、山、建筑、植物、动物等)的多个分段概率图412a、412b、...、412h。在图像特征分析处理312中,从由信息生成网络316生成的多个分段概率图412a、412b、...、412h生成类信息。

[0121] 可为每个对象生成多个分段概率图412a、412b、...、412h,并且多个分段概率图412a、412b、...、412h指示与对象对应的第一图像的每个区域的概率。在本公开中,指示与某一类对应的概率的概率图将被称为类图,并且指示与某一对象对应的概率的概率图将被称为分段概率图。类图可定义图像特征分析处理312中的类信息,然后可针对类信息中包括的类被定义。

[0122] 根据本公开的实施例,多个分段概率图412a、412b、...、412h可指示在第一图像302的每个像素或区域中的与每个对象类型对应的概率。多个分段概率图412a、412b、...、412h可被配置为与第一图像302的分辨率相同的分辨率或者被配置为小于第一图像302的分辨率的分辨率。

[0123] 多个分段概率图412a、412b、...、412h可包括与至少一个预定义对象类型中的每个对应的分段概率图412a、412b、...、412h。多个分段概率图412a、412b、...、412h中的每个可包括第一图像302的每个像素或区域是否与对象类型对应的信息或指示像素与对象类型对应的概率的信息。例如,与天空对应的分段概率图412b可在第一图像302的与天空对应的区域中具有值1,并且可在第一图像302的不与天空对应的区域中具有值0。在另一示例中,分段概率图412a、412b、...、412h的每个像素可具有指示概率的正实数。可计算与默认值对应的分段概率图412a,其可指示不与任何预定义对象类型对应的区域。根据本公开的实施例,可为每个像素设置多个分段概率图412a、412b、...、412h中的每个的每个像素值,使得多个分段概率图412a、412b、...、412h中的每个的像素值的总和为1。

[0124] 元信息提取器212a可基于分段概率图412a、412b、...、412h的平均值从多个分段概率图412a、412b、...、412h推导n个较高类,以确定将被包括在类信息中的类。可通过分段概率图处理430、较高等级提取440和类信息生成450来执行图像特征分析处理312。

[0125] 分段概率图处理430可计算多个分段概率图412a、412b、...、412h中的每个的非零像素值的平均值,并且从类中移除小于平均值的像素的像素值。例如,当天空对象的分段概率图412b中的非零像素值的平均值为0.4时,可从分段概率图412b中移除小于0.4的像素值。这种处理可防止像素的错误分类。

[0126] 接下来,较高等级提取440可基于分段概率图412a、412b、...、412h的平均值来确定具有k个较高像素值的分段概率图412a、412b和412f,并且k可指示类的数量并且可以是预定义的自然数。当分段概率图412a、412b、...、412h的平均值高时,由第一图像320中的对象占据的面积可能很大。图像特征分析处理312可提取n个较高等级对象并将n个较高等级对象定义为类,从而准确地提取在第一图像320中占据大面积的对象的类型。选择为较高等级的分段概率图412a、412b和412f仅对应于本公开的实施例,并且在本公开的每个实施例中可不同地确定较高等级分段概率图。

[0127] 接下来,类信息生成处理450可将与较高等级分段概率图412a、412b和412f对应的对象定义为类并且生成类信息420。类信息420可指示被选择为较高等级的多个类。在图4的示例中,类信息420可包括例如默认、天空和建筑,作为关于与分段概率图412a、412b和412f的平均值对应的类的信息,其中平均值是k个较高值。

[0128] 根据本公开的实施例,元信息提取器212a可将未被选择为类的对象映射到选择的对象中的一个,即,与分段概率图412a、412b、...、412h的非零检测值对应的对象中的类。例如,与植物对应的对象(与分段概率图412g对应)没有被选择为较高三个对象中的一个,但可被映射到定义的类中的与天空对应的类并被发送。可预定义彼此映射的对象的类型。在预定义对象类型中,在AI网络的实际应用中,重建细节的对象类型可类似地被预定义为彼此映射的对象。例如,人类毛发和动物皮毛可被定义为彼此映射的类似对象。元信息提取器212a可通过使用关于彼此映射的对象的信息来执行对象之间的映射,并且映射可被存储在存储器116等中。根据本公开的实施例,当将被映射到某对象的对象未被定义时,该某对象可被映射到与默认类对应的对象。

[0129] 图像特征分析处理312可执行对象映射处理以生成将多个分段概率图412a、412b、...、412h进行组合的类图。例如,图像特征分析处理312可通过将被选择为类的对象的分段概率图412a、412b和412f与未被选择为类的对象的分段概率图412c、412d、412e、412g和412h中的至少一个进行组合来生成类图。可使用关于像素值的平均或加权平均来将分段概率图412a、412b、...、412h进行组合。当对分段概率图412a、412b、...、412h执行映射处理时,元数据生成处理318可从图像特征分析处理312接收通过映射处理生成的类图。元数据生成处理318可通过从图像特征分析处理312接收类信息和类图来生成AI元数据。在另一示例中,图像特征分析处理312可确定将彼此映射的对象,并将关于对象间映射的信息发送到元数据生成处理318。元数据生成处理318可基于关于对象间映射的信息,从在信息生成网络316中生成的分段概率图生成类图。在元数据生成处理138中,可使用关于像素值的平均或加权平均来将分段概率图412a、412b、...、412h进行组合。

[0130] 图5示出根据本公开实施例的元信息提取器的信息生成网络的操作。

[0131] 信息生成网络316可接收第一图像502并生成针对多个预定义对象的分段概率图504。可在信息生成网络316的设计处理中预定义多个对象。例如,可为信息生成网络316预定义32个对象,信息生成网络316可接收第一图像302并针对32个对象中的每个生成分段概率图504。可训练信息生成网络316以生成针对预先配置的对象的分段概率图504。信息生成网络316可包括多个操作层,并且基于通过利用多个训练数据的训练而生成的参数值来通过多个操作层执行处理。

[0132] 根据本公开的实施例,信息生成网络316可被配置为基于其他图像特征信息(诸如频率特征、纹理特征等)以及对象来生成分段概率图504。例如,信息生成网络316可针对多个预先配置的频域中的每个生成并输出分段概率图504。

[0133] 信息生成网络316可包括包括多个层的第一AI网络114a。第一AI网络114a可包括第一子AI网络510和第二子AI网络520。第一AI网络114a可具有例如CNN架构。在本公开中,第一子AI网络510和第二子AI网络520可指第一AI网络114a的多个层的分组,并且可不表示第一AI网络114a被单独实现为第一子网络510和第二子AI网络520。第一AI网络114a可被不同地配置为包括多个层,并且可包括一个或更多个层组。

[0134] 第一子AI网络510可从第一图像502生成特征图。特征图可以是通过从第一图像502提取某些隐含信息而获得的数据。

[0135] 第一子AI网络510可包括多个层,并且可被配置为单个前向传递架构。根据本公开的实施例,第一子AI网络510可包括至少一个卷积层和至少一个最大池化层的组合。例如,第一子AI网络510可具有一定数量的卷积层和最大池化层被重复布置的架构。可通过多个层顺序地处理和发送输入到第一子AI网络510的第一图像502和类信息。

[0136] 第一子AI网络510可通过将第一图像处理成多个卷积层来生成特征图。第一子AI网络510可通过使用最大池化层从中间数据提取主特征值来重复执行包括处理中间数据的处理,中间数据是通过一定数量的卷积层处理输入数据的结果。第一子AI网络510可从第一图像502生成缩小的特征图。从第一子AI网络510输出的特征图可被输入到第二子AI网络520。

[0137] 卷积层可通过使用某个滤波器内核来对输入数据执行卷积处理。通过滤波器内核,可从输入数据中提取某个特征。例如,卷积层可通过使用大小为3*3的滤波器内核来对输入数据执行卷积操作。卷积层可通过滤波器内核的参数与输入数据中的对应像素值之间的乘法和加法来确定特征图的像素值。可通过训练预先确定滤波器内核的参数和卷积操作的参数。卷积层可另外执行填充以生成与输入数据相同大小的输出数据。

[0138] 最大(Max)池化层可将某个滤波器应用于输入数据,以提取并输出滤波器中的输入数据中的最大值。例如,最大池化层可相对于输入数据移动2*2滤波器的同时,在2*2滤波器中提取并输出最大值。最大池化层可通过以与滤波器大小对应的块单元相对于输入数据应用滤波器来将输入数据的大小减小滤波器大小的比率。例如,使用2*2滤波器的最大池化层可分别将输入数据的宽度和长度减小到1/2。最大池化层可被用于将输入数据的主值传输到下一层。

[0139] 第二子AI网络520可接收特征图并生成多个分段概率图504。第二子AI网络520可包括多个层,并且可具有单个前向传递架构。根据本公开的实施例,第二子AI网络520可包括至少一个卷积层、至少一个激活层和至少一个最小池化层的组合。

[0140] 激活层可执行对输入数据给予非线性的处理。激活层可基于例如sigmoid函数、Tanh函数、修正线性单元(ReLU)函数等来执行操作。

[0141] 最小(Min)池化层可将某个滤波器应用于输入数据以提取和输出滤波器中的输入数据中的最小值。例如,最小池化层可相对于输入数据移动2*2滤波器的同时,在2*2滤波器中提取并输出最小值。最小池化层可通过以与滤波器大小对应的块单元相对于输入数据应用滤波器来将输入数据的大小减小滤波器大小的比率。例如,使用2*2滤波器的最小池化层可分别将输入数据的宽度和长度减小到1/2。

[0142] 根据本公开的实施例,第二子AI网络520可包括第一层组522、放大器524和第二层组526。第一层组522、放大器524和第二层组526可被布置在单个前向传递架构中。

[0143] 第一层组522可接收特征图并对特征图执行非线性处理。第一层组522可包括至少一个卷积层和至少一个激活层的组合。例如,第一层组522可具有卷积层和激活层被交替布置的架构。

[0144] 放大器524可接收第一层组522的输出并对其执行放大。可使用各种类型的放大算法来实现放大器524。根据本公开的实施例,放大器524可对应于利用具有DNN架构的人工智能模型的AI放大器。

[0145] 第二层组526可接收放大器524的输出并对其执行附加处理。第二层组526可包括至少一个卷积层和至少一个最小池化层的组合。例如,第二层组526可具有多个卷积层被布置并且最小池化层被最后布置的架构。

[0146] 当一起分析除了对象类型之外的其他图像特征时,可单独提供与每个图像特征对应的第一AI网络114a。例如,当类、频率和纹理被分析为图像特征时,可单独提供与类对应的第一AI网络、与频率对应的第一AI网络和与纹理对应的第一AI网络。

[0147] 图6示出根据本公开实施例的图像提供设备的元信息轻量化器的操作;

[0148] 处理器112a的元数据生成器210可包括元信息轻量化器214a。元信息轻量化器214a可接收在元信息提取器212中生成的AI元数据,并执行轻量化以减少AI元数据的数量和/或大小。

[0149] 元信息轻量化器214a可接收从元信息提取器212提取的类信息和类图,将接收到的类信息和类图转换为具有基于位置的代表信息的轻量化类图612和指示与每个代表值对应的类的类信息614,从而生成轻量化AI元数据610。

[0150] 元信息轻量化器214a可从类信息和类图620a、620b、620c和620d生成轻量化类图612,轻量化类图612中的每个像素具有与该像素对应的划分区域的类的代表值。轻量化类图612可以是具有与每个像素对应的代表信息的图。根据本公开的实施例,如616所示,可定义与每个代表值对应的颜色,并且轻量化类图612的每个像素可具有与像素的值对应的颜色。

[0151] 可基于在多个类图420中呈现的概率来确定每个像素的代表值。例如,轻量化类图612的代表值可被定义为与像素中具有最高概率的类对应的值。轻量化类图612的代表值的数量可基于类信息中包括的类的数量k来确定。因此,可基于包括在类信息中的类的数量k将分配给轻量化类图612的每个像素的比特的数量确定为 $(\log_2 k)$ 。轻量化类图612可被表示为 $(\log_2 k) * w * h$ 比特。在此,w可指示轻量化类图的宽度,并且h可指示轻量化类图的高度。轻量化类图的宽度和高度可等于或小于第一图像602的宽度和高度。

[0152] 元信息轻量化器214a可生成类信息614,类信息614包括在元信息提取器212中生成的类信息中包括的类的类型和关于与轻量化类图612的每个代表值对应的类的信息。例如,当选择的类是水、草和默认时,类信息614可包括指示选择的类是水、草和默认的信息;第一值被分配给水,第二值被分配给草,并且第三值被分配给默认。第一值、第二值和第三值可被定义为可用最小比特数表示的最小值。

[0153] 元信息轻量化器214a可输出包括轻量化类图612和轻量化的类信息614的轻量化的AI元数据610。

[0154] 当AI元数据没有被轻量化时,多个类图620a、620b、620c和620d可包括用于各个类的类图620a、620b、620c和620d,因此在一个帧图像中需要 $k*w*h$ 个比特。当类图620a、620b、620c和620d中的与类对应的每个像素的概率如618所示时,可能需要用浮点值生成类图以表示概率值;对于32级的浮点值,一个帧图像的多个类图可能需要 $32*k*w*h$ 比特。另一方面,当AI元数据如本公开的当前实施例中那样被轻量化时,对于一个帧图像,AI元数据可用 $(\log_2 k)*w*h$ 个比特表示。因此,通过AI元数据的轻量化,当与轻量化之前的比特数相比,AI元数据的比特数可减少到 $((\log_2 k)/(ck))$ 或同等水平。这里,c可指示分配给现有类图620a、620b、620c和620d的一个像素的比特数(在先前的示例中,32比特)。因此,根据本公开的当前实施例,可显著减少AI元数据所需的比特数。

[0155] 图7示出根据本公开实施例的元信息压缩器的操作。

[0156] 元信息压缩器216可对在元信息轻量化器214中轻量化的类信息执行压缩。元信息压缩器216可对类信息和轻量化类图执行压缩。将参考图7和图8描述关于类信息的压缩,并且将参考图9描述关于轻量化类图的压缩。

[0157] 根据本公开的实施例,类信息730可被表示为分配给每个预定义对象710的比特值。例如,对于预定义对象710,对于被选择为类的对象710,类信息730可被分配比特值1,并且对于其他对象710,类信息730可被分配比特值0。例如,当存在用于AI元数据的8个预定义对象710时,可定义8比特类信息,并且可将每个对象710分配给每个比特。根据对象710是否被选择为类,与每个对象710对应的比特值可具有0或1的值。因此,图7的类信息可指示默认类、天空类和草类被选择为类的类信息730。

[0158] 元信息压缩器216可对类信息730执行压缩。元信息压缩器216可通过使用用于符号压缩的压缩方案来压缩类信息730和类图,并将它们作为比特流发送。元信息压缩器216可通过使用例如行程编码(Run-length encoding)、霍夫曼编码(Huffman coding)、算术编码等方案来压缩类信息730和类图。

[0159] 图8示出根据本公开实施例的在元信息压缩器中压缩类信息的方案。在图8中,如在参考图7描述的实施例中,将对可向每个对象分配一比特并且用1和0指示类信息的实施例进行描述。

[0160] 根据本公开的实施例,第一图像可以是包括多个帧的视频数据,并且可为包括多个帧Frame_1、Frame_2、...Frame_n的每个序列定义类信息。

[0161] 根据本公开的实施例,可预设序列中包括的帧的数量。

[0162] 根据本公开的另一实施例,可基于第一图像的图像内容动态地定义序列中包括的帧的数量。例如,对于不同序列可不同地定义帧数,其中,不同的序列对应于在第一图像中检测到高于某一标准的图像特征变化水平的情况、检测到场景变化的情况等。当设置了序

列中包括的帧的数量的最大数量并且序列中包括的帧的数量达到最大值时,即使从第一图像的图像内容中没有检测到满足序列改变的标准的情况,元信息提取器212a也可另外定义序列,使得小于或等于最大值的帧被包括在每个序列中。

[0163] 根据本公开的另一实施例,可基于在序列的帧中检测到的候选类来确定序列中包括的帧。元信息提取器212a可定义序列,使得具有大于或等于某一值的检测值的候选类的数量在序列的帧中不超过某一数量。例如,当预定义对象的数量是8时,元信息压缩器216可定义序列,使得具有大于或等于某一值的检测值的对象的数量在相应的序列帧中不超过4。

[0164] 根据本公开的实施例,类信息810可包括序列类信息812和帧类信息814。类信息810可包括与序列中包括的帧的数量对应的帧类信息814。类信息810可包括在与类信息810对应的序列中包括的附加信息(诸如帧的范围、帧数等)。根据本公开的实施例,类信息810可包括附加信息(诸如类信息810的长度、类信息810中的序列类信息812和帧类信息814的范围等)。

[0165] 序列类信息812可指示从包括在序列中的帧中检测到的候选类。序列类信息812可包括与预定义数量的候选类对应的比特数。当从每个帧的类信息中选择的候选类的数量是k时,序列类信息812对于数量大于或等于1的候选类可具有值1。例如,当帧类信息814是指示从候选类中选择具有对象检测的较高三个检测值的候选类的信息时,序列类信息812可具有三个或更多个1(例如,四个值1)。在这种情况下,序列类信息812可表示包括在序列中的帧包括四个候选类中的预定数量(例如,三个)的候选类的对象。

[0166] 帧类信息814可对应于与序列中包括的每个帧Frame_1、Frame_2、...Frame_n对应的信息,并且可包括关于与每个帧中的检测到的对象对应的候选类的信息。帧类信息814可按帧顺序被顺序地布置并被记录在比特流中。

[0167] 帧类信息814可具有与序列类信息812中具有值1的比特数对应的数据大小(比特数)。例如,当序列类信息812中具有值1的比特的数量是4时,与序列对应的多个帧类信息814可被定义为4比特。根据本公开的实施例,帧类信息814的比特数可随着序列类信息812而变化。根据本公开的另一实施例,可预设帧类信息814的比特数,并且序列类信息812可具有与对应于帧类信息814的比特数的比特一样多的值1。为此,可将序列定义为具有与对应于帧类信息814的比特数的比特一样多的值1或者更少。

[0168] 图9示出根据本公开实施例的图像提供设备的元信息压缩器的操作。

[0169] 元信息压缩器216可缩小在元信息轻量化器214a中生成的轻量化类图902以压缩轻量化类图902,并生成和输出压缩的类图904。对于轻量化类图902的压缩可使用在图像压缩中使用的无损压缩。例如,元信息压缩器216可通过对轻量化类图902中的像素值进行分组并提取最大概率类信息来压缩轻量化类图902。元信息压缩器216可通过使用例如行程编码、霍夫曼编码、算术编码等方案来压缩轻量化类图902。根据本公开的实施例,元信息压缩器216可通过使用某一压缩方案来压缩轻量化的类信息。元信息压缩器216可生成包括压缩的类信息和压缩的类图904的压缩的AI元数据。

[0170] 根据本公开的实施例,即使当AI元数据的轻量化类图902被压缩时,也可在图像再现设备中生成相似的细节而不会降低图像质量。根据本公开的当前实施例,通过在不降低图像质量的情况下减小AI元数据的大小,可提高数据存储和传输的效率。

[0171] 图10是示出根据本公开的实施例的用于图像提供设备的控制方法的流程图。

[0172] 可由包括处理器、存储器和输出接口的各种形式的电子装置并使用机器训练的模型来执行根据本公开的用于图像提供设备的控制方法的操作。本说明书可公开根据本公开的实施例的图像提供设备110执行用于图像提供设备的控制方法的实施例。因此,针对图像提供设备110描述的实施例可应用于用于图像提供设备的控制方法的实施例。类似地,针对图像提供设备的控制方法描述的实施例可应用于图像提供设备110的实施例。实施例可不限于根据本公开的所公开实施例的图像提供设备的控制方法由在此公开的图像提供设备110执行的情况,并且该控制方法可由各种形式的电子装置执行。

[0173] 在操作S1002中,图像提供设备可接收第一图像。

[0174] 在操作S1004中,图像提供设备可针对第一图像执行AI元数据提取以生成AI元数据。图像提供设备可对第一图像执行某些图像特征分析以生成图像特征信息和图像特征图。图像提供设备可将第一图像输入到第一AI网络以生成关于预定义对象的多个分段概率图。图像提供设备可从多个分段概率图生成类信息,类信息是关于包括在第一图像中的对象的信息,并且为类信息中定义的每个类生成类图。图像提供设备可生成包括类信息和类图的AI元数据。

[0175] 接下来,图像提供设备可轻量化包括类信息和类图的AI元数据。图像提供设备可将多个类图轻量化为轻量化类图。

[0176] 接下来,图像提供设备可通过压缩轻量化类图来生成压缩类图。还可进一步压缩轻量化类信息。图像提供设备可生成并输出包括压缩的类信息和压缩的类图的压缩的AI元数据。针对元数据生成器210描述的AI元数据生成、轻量化和压缩类似地可应用于操作S1004的AI元数据生成,因此将不再赘述。

[0177] 在操作S1006,图像提供设备可对第一图像执行编码以生成编码图像。图像提供设备可通过使用各种类型的图像编码算法对第一图像进行编码。图像提供设备可通过以下操作来生成预测数据:预测第一图像,生成与第一图像与预测数据之间的差对应的残差数据,将作为空间域分量的残差数据变换为频域分量,对变换为频域分量的残差数据进行量化,以及对量化的残差数据进行熵编码。该编码过程可通过使用频率变换的图像压缩方法(诸如MPEG-2、H.264AVC、MPEG-4、H.265/HEVC、VC-1、VP8、VP9、AV1等)中的一个来实现。

[0178] 接下来,在操作S1008中,图像提供设备可输出压缩的AI元数据和编码图像。图像提供设备可通过各种类型的输出接口(诸如通信接口、显示器、扬声器、触摸屏)输出压缩的AI元数据和编码图像。

[0179] 图11是示出根据本公开的实施例的图像再现设备的输入接口、处理器和输出接口的结构的图。

[0180] 图像再现设备150可通过输入接口152接收编码图像和压缩的AI元数据。编码图像和压缩的AI元数据可对应于由图像提供设备110生成的编码图像和压缩的AI元数据。输入接口152可将编码图像输出到解码器1110,并将压缩的AI元数据输出到图像质量处理器1120。

[0181] 输入接口152可对应于从外部装置接收编码图像和压缩的AI元数据的通信器、输入/输出接口等。

[0182] 处理器154a可包括解码器1110和图像质量处理器1120。

[0183] 解码器1110可对编码图像执行解码以生成解码的第二图像。解码器1110可通过使

用与应用于编码图像的图像编码算法对应的解码方法对编码图像进行解码。可从编码图像的数据头或与编码图像一起输入的附加信息等获得关于应用于编码图像的图像编码算法的信息。可使用与图像提供设备110的编码器220中使用的编码方法对应的方法对编码图像进行解码。解码器1110可对图像数据执行熵解码以生成量化的残差数据,对量化的残差数据进行反量化,生成预测数据,并通过使用预测数据和残差数据来重建第二图像。可使用与图像编码中使用的使用频率变换的图像压缩方法(诸如MPEG-2、H.264AVC、MPEG-4、H.265/HEVC、VC-1、VP8、VP9、AV1等)中的一个对应的图像重建方法来实现该解码处理。

[0184] 图像质量处理器1120可接收解码的第二图像和压缩的AI元数据,并执行图像质量增强处理以生成并输出第三图像。根据本公开的实施例,图像质量增强处理可包括针对解码的第二图像的现有各种类型的图像质量处理和使用AI元数据的图像质量处理。图像质量处理器1120可包括输入信息处理器1122、元信息组合器1124、元信息重建器1126和元信息处理器1128。

[0185] 通过输入接口152输入的AI元数据可被输入到元信息重建器1126。元信息重建器1126可接收从图像提供设备110输入的压缩的AI元数据,并执行解压缩处理1130和轻量化重建处理1132,以将压缩的AI元数据重建为多个类图和类信息。多个类图和类信息可对应于从图像提供设备110的元信息提取器212输出的类图和类信息。

[0186] 元信息重建器1126可对已经由元信息轻量化器214轻量化并由元信息压缩器216压缩的AI元数据执行解压缩处理1130,从而生成轻量化类图和轻量化类信息。可通过与图像提供设备110的元信息压缩器216中使用的编码算法对应的解码来执行解压缩处理1130。由解压缩处理1130生成的轻量化类图和轻量化类信息可对应于由图像提供设备110的元信息轻量化器214a生成的序列类信息812和帧类信息814。

[0187] 元信息重建器1126可执行轻量化重建1132以从轻量化类图和轻量化类信息生成多个重建的类图和类信息。轻量化重建处理1132可通过使用轻量化类图的代表值来生成与各个类对应的多个重建的类图。轻量化重建处理1132可基于关于与轻量化的类信息中记录的每个代表值对应的类的信息来生成与每个类对应的重建类图。例如,轻量化重建处理1132可从轻量化类信息获得指示第一代表值对应于水类的信息,并从轻量化类图提取与第一代表值对应的区域,从而生成与水类对应的重建的类图。以这种方式,轻量化重建处理1132可生成与每个代表值对应的重建的类图,以生成与记录在轻量化类信息中的各个类对应的多个重建的类图。另外,通过轻量化重建处理1132,生成记录了与对应于多个类图的类对应的信息的类信息。由轻量化重建处理1132生成的多个重建的类图可包括指示每个像素是否对应于类的信息,在该信息中从由图像提供设备的元信息提取器212生成的类图中去除关于概率的信息。因此,重建的类图可具有比在图像提供设备的元信息提取器212中生成的类图小的尺寸。由轻量化重建处理1132生成的类信息可对应于由元信息提取器212生成的类信息。

[0188] 元信息处理器1128可从由元信息重建器1126重建的AI元数据(即,多个重建的类图和类信息)生成用于图像质量处理的调制参数。元信息处理器1128可包括从多个重建的类图和类信息生成调制参数的第四子AI网络1150。调制参数可以是应用于元信息组合器1124的第三子AI网络1140的调制层的参数。第三子AI网络1140可包括多个调制层。元信息处理器1128的第四子AI网络1150可为第三子AI网络1140中包括的多个调制层中的每个生

成调制参数。AI元数据可包括与每个帧对应的多个重建的类图和类信息,并且元信息处理器1128的第四子AI网络1150可生成与每个帧对应的调制参数。

[0189] 输入信息处理器1122可将由解码器1110解码的第二图像处理为元信息组合器1124所需的形式,并将其输入到元信息组合器1124。根据本公开的实施例,输入信息处理器1122可生成特征图并将其输出到元信息组合器1124。根据本公开的实施例,输入信息处理器1122可包括至少一个卷积层和至少一个激活层的组合以生成特征图。

[0190] 元信息组合器1124可接收从输入信息处理器1122输出的特征图和由元信息处理器1128生成的调制参数,并且对第二图像执行图像质量增强以生成并输出第三图像。元信息组合器1124可通过使用第三子AI网络1140对第二图像执行图像质量增强。

[0191] 元信息组合器1124可从输入信息处理器1122接收特征图,并且基于AI元数据执行图像质量处理。元信息组合器1124可包括执行元信息组合处理的第三子AI网络1140。元信息组合器1124可将从元信息处理器1128输入的调制参数应用于第三子AI网络1140中包括的多个调制层,从而对第二图像执行图像质量处理。根据本公开的实施例,可基于调制参数使用仿射变换来执行第三子AI网络1140的调制。

[0192] 输出接口160可接收并输出由元信息组合器1124生成的第三图像。根据本公开的实施例,输出接口160可对应于显示第三图像的显示器。根据本公开的另一实施例,输出接口160可对应于将第三图像发送到外部装置的通信器。

[0193] 图12示出根据本公开实施例的元信息组合器的操作。

[0194] 元信息组合器1124可包括包括至少一层的第三子AI网络1140。根据本公开的实施例,第三子AI网络1140可包括至少一个卷积层和至少一个调制池化层的组合。第三子AI网络1140还可包括多个激活层。第三子AI网络1140可包括接收从低分辨率第二图像生成的特征图并放大输入数据的分辨率的放大器1220。

[0195] 第三子AI网络1140可包括第一图像质量处理器1210、放大器1220和第二图像质量处理器1230,第一图像质量处理器1210包括至少一个残差块1212。

[0196] 在此,第一图像可对应于高分辨率原始图像,第二图像可对应于缩小的低分辨率图像,并且第三图像可对应于通过图像再现设备150的重建而放大的超分辨率图像。

[0197] 第一图像质量处理器1210可包括多个残差块1212。第一图像质量处理器1210可接收特征向量并执行图像质量增强。第一图像质量处理器1210可包括跳过多个残差块1212的第一跳过处理路径1214。第一跳过处理路径1214可传送输入数据,或者可对输入数据执行某些处理,然后传送处理结果。第一图像质量处理器1210可通过使用多个残差块1212生成残差版本处理结果值,并通过第一跳过处理路径1214生成预测版本处理结果值。第一图像质量处理器1210可对残差版本处理结果值和预测版本处理结果值求和,并输出求和结果作为其处理结果值。

[0198] 根据本公开的实施例,可确定第一跳过处理路径1214的起点和终点,使得第一跳过处理路径1214跳过所有多个残差块1212。取决于本公开的实施例,可不同地确定第一跳过处理路径1214的起点和终点。可不同地确定第一跳过处理路径1214的数量,并且第一图像质量处理器1210可包括一个或更多个第一跳过处理路径1214。

[0199] 参考图13,将描述残差块1212的结构。

[0200] 图13示出了根据本公开实施例的残差块1212的结构。

[0201] 残差块1212可接收和处理特征图。残差块1212可包括至少一个卷积层和至少一个调制层的组合。根据本公开的实施例,残差块1212还可包括至少一个激活层。根据本公开的实施例,残差块1212可具有卷积层、调制层和激活层以该顺序被重复布置的结构。

[0202] 残差块1212可包括第二跳过处理路径1320,第二跳过处理路径1320旁路包括多个层的主流1310并且从输入端延伸到输出端。主流1310可生成输入数据的残差版本处理结果值,并且第二跳过处理路径1320可生成预测版本处理结果值。残差块1212可对残差版本处理结果值和预测版本处理结果值求和,并输出求和结果作为其处理结果值。

[0203] 根据本公开的实施例,可确定第二跳过处理路径1320的起点和终点,使得第二跳过处理路径1320跳过残差块1212中的所有多个层。取决于本公开的实施例,可不同地确定第二跳过处理路径1320的起点和终点。可不同地确定第二跳过处理路径1320的数量,并且残差块1212可包括一个或更多个第二跳过处理路径1320。

[0204] 根据本公开的当前实施例,利用包括主流1310和第二跳过处理结构1320的结构,包括多个层的主流1310可学习与第三子AI网络1140的输出对应的超分辨率图像和与第三子AI网络1140的输入对应的低分辨率图像之间的差,并通过第二跳过处理路径1320传送其他信息,从而提高细节学习的效率。在此,在主流1310的训练中使用的残差数据 $F_{\text{mian-stream}}(I_{\text{LR}})$ 可以是超分辨率图像 I_{SR} 与低分辨率图像 I_{LR} 之间的差分图像,并且可如下定义。

[0205] [等式2]

$$[0206] \quad F_{\text{mian-stream}}(I_{\text{LR}}) = I_{\text{SR}} - I_{\text{LR}}$$

[0207] 调制层可对输入数据执行调制。调制层可对输入数据执行仿射变换。对于包括在第一图像质量处理器1210中的多个调制层中的每个,可定义单独的调制参数。元信息处理器1128可单独生成用于第一图像质量处理器1210中包括的多个调制层中的每个的调制参数,并将生成的调制参数输出到元信息组合器1124。为此,元信息处理器1128的第四子AI网络1150可单独地包括与每个调制层对应的网络。

[0208] 返回参考图12,第一图像质量处理器1210的处理结果可被输入到放大器1220。放大器1220可对第一图像质量处理器1210的处理结果执行放大。当在第三子AI网络1140之前对第二图像执行放大之后将高分辨率第二图像的特征图输入到第三子AI网络1140时,可在第三子AI网络1140中省略放大器1220。可使用各种放大算法来实现放大器1220,并且可用具有DNN架构的AI网络来实现放大器1220。

[0209] 第二图像质量处理器1230可对放大器1220的输出执行附加图像质量处理,以生成并输出第三图像。当从第三子AI网络1140省略了放大器1220时,第二图像质量处理器1230可对第一图像质量处理器1210的处理结果值执行附加图像质量处理。第二图像质量处理器1230可包括至少一个卷积层和至少一个激活层的组合。

[0210] 图14示出根据本公开的实施例的第三子AI网络和第四子AI网络的操作。

[0211] 根据本公开的实施例,元信息处理器1128可根据从图像提供设备110接收和重建的AI元数据生成调制参数,并将生成的调制参数输出到元信息组合器1124的第三子AI网络1140。元信息处理器1128可包括第四子AI网络1150或使用在外部装置中提供的第四子AI网络1150。

[0212] 第四子AI网络1150可包括至少一个卷积层和至少一个激活层的组合。调制参数可包括多个调制参数集,并且第四子AI网络1150可包括用于多个调制参数集中的每个的单独

AI网络1410及1420。对于一个调制层,可输出包括多个参数的调制参数集,并且第四子AI网络1150可生成并输出用于多个调制层的多个调制参数集。第四子AI网络1150可生成并输出用于第一调制层的第一调制参数集,并且生成并输出用于第二调制层的第二调制参数集。第四子AI网络1150可包括与第一调制层对应的AI网络1410a和1420a、与第二调制层对应的AI网络1410b和1420b、以及与第三调制层对应的AI网络1410c和1420c。随着调制层的数量增加,第四子AI网络1150中的AI网络1410和1420的数量可增加。根据本发明的实施例,调制参数集可包括第一调制参数和第二调制参数,并且第四子AI网络1150可包括第一调制参数产生器1410及第二调制参数产生器1420。第一调制参数生成器1410和第二调制参数生成器1420可被配置为彼此共享其中一些层,或者可被单独配置而不共享层。

[0213] 第四子AI网络1150可生成多个调制参数集并且将多个调制参数集输出到第三子AI网络1140。第三子AI网络1140可通过使用从第四子AI网络1150输入的多个调制参数来配置至少一个调制层中的每个的调制参数集。第三子AI网络1140的调制层可基于配置的调制参数集对输入数据执行调制。

[0214] 从第四子AI网络1150输出的多个调制参数集可以以特定维度的矢量或张量的形式记录。例如,第四子AI网络1150可通过64个通道将多个调制参数集输出到第三子AI网络1140,该64个通道中的每个可对应于与多个调制参数集对应的向量的每个元素。可根据包括在多个调制参数集中的元素的数目来确定第四子AI网络1150的通道的数目。

[0215] 图15a示出根据本公开实施例的第三子AI网络和第四子AI网络的结构。

[0216] 根据本公开的实施例,第四子AI网络1150可包括与第三子AI网络1140的第一图像质量处理器1210中包括的调制层1512a、1512b、1512c和1512d一样多的调制参数生成网络1520a、1520b、1520c和1520d。多个调制参数生成网络1520a、1520b、1520c和1520d中的每个可接收AI元数据AI_META,并且生成并输出与调制层1512a、1512b、1512c和1512d对应的调制参数P_SET1、P_SET2、P_SET3和P_SET4,其中,调制层1512a、1512b、1512c和1512d与调制参数生成网络1520a、1520b、1520c和1520d对应。调制参数生成网络1520a、1520b、1520c和1520d中的每个可包括第一调制参数生成器1410和第二调制参数生成器1420。根据本公开的实施例,多个调制参数生成网络1520a、1520b、1520c和1520d可共享一些层或者可不彼此共享层。

[0217] 图15b示出根据本公开实施例的第三子AI网络和第四子AI网络的结构。根据本公开的实施例,图像再现设备150可从图像提供设备110接收与多个图像特征对应的多个AI元数据。多个图像特征可包括对象、频率、纹理、语义或拍摄参数中的至少一个或组合。图像再现设备150可包括与图像特征对应的调制参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d。例如,图像再现设备150可接收与对象特征对应的第一AI元数据AI_META1和与频率特征对应的第二AI元数据AI_META2。第一AI元数据AI_META1可包括类信息和多个类图,并且第二AI元数据AI_META2可包括频率信息和多个频率图。第一AI元数据AI_META1和第二AI元数据AI_META2可以以轻量化和压缩的形式被发送到图像再现设备150,并且可由元信息重建器1126通过解压缩和轻量化恢复发送到第四子AI网络1150。

[0218] 调制参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d可接收第一AI元数据AI_META1和第二AI元数据AI_META2,并生成第一调制参数P_SET1、第二调制参数集P_SET2、第三调制参数集P_SET3和第四调制参数集P_SET4。随着输入图像特征的数量增加,可训练调制

参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d以接收与每个图像特征对应的AI元数据的组合并且生成调制参数。

[0219] 根据本公开的实施例,调制参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d可分别对应于某些图像特征。例如,调制参数生成网络1540a和1540b可对应于对象特征,并且调制参数生成网络1540c和1540d可对应于频率特征。与对象特征对应的调制参数生成网络1540a和1540b可将第一调制参数集P_SET1和第二调制参数集P_SET2输入到第一残差块1530a的调制层1532a和1532b。与频率特征对应的调制参数生成网络1540c和1540d可接收第二AI元数据AI_META2,并生成第三调制参数集P_SET3和第四调制参数集P_SET4。与频率特征对应的调制参数生成网络1540c和1540d可将第三调制参数集P_SET3和第四调制参数集P_SET4输入到第二残差块1530b的调制层1532c和1532d。

[0220] 可在输入与相应图像特征对应的AI元数据时激活与相应图像特征对应的调制参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d。图像再现设备150可包括与多个图像特征对应的调制参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d,并且可根据与输入AI元数据对应的图像特征选择性地激活调制参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d。在输入AI元数据时,元信息处理器1128可识别与AI元数据对应的图像特征,并将AI元数据发送到与AI元数据的图像特征对应的调制参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d。随着调制参数集P_SET 1、P_SET 2、P_SET 3和P_SET 4根据与AI元数据对应的图像特征从调制参数生成网络1540a、1540b、1540c和1540d生成,并且被输入到调制层1532a、1532b、1532c和1532d,可激活调制层1532a、1532b、1532c和1532d,并且可由针对第二图像激活的调制层1532a、1532b、1532c和1532d执行图像质量处理。

[0221] 图16示出根据本公开的实施例的元数据组合器和元数据处理器的操作。

[0222] 元数据组合器可包括至少一个残差块1212,每个残差块1212可包括至少一个调制层1640。每个调制层1640可接收针对每个调制层1640单独生成的调制参数集合。

[0223] 根据本公开的实施例,输入到残差块1212的调制层1640的调制参数集可包括用于与输入数据相乘的第一运算调制参数 a_i 和用于与输入数据相加的第二运算调制参数 b_i 。调制层1640的输入值 f_i 可具有输入特征图 $f_i(w, h, c)$ 1642,输入特征图 $f_i(w, h, c)$ 1642具有宽度 w 、长度 c 和高度 h 。在此, w 、 c 和 h 可指示元素的数量,并且可被定义为自然数。第一运算调制参数 a_i 可具有权重图 $a_i(w, h, c)$ 的形式,该权重图 $a_i(w, h, c)$ 具有与 $f_i(w, h, c)$ 相同的大小。第二运算调制参数 b_i 可具有权重图 $b_i(w, h, c)$ 的形式,该权重图 $b_i(w, h, c)$ 具有与 $f_i(w, h, c)$ 相同的大小。输入特征图1642、第一运算调制参数 a_i 和第二运算调制参数 b_i 可分别具有 $w*h*c$ 个元素值。

[0224] 第四子AI网络1150可接收AI元数据并生成与每个调制层1640对应的第一运算调制参数 a_i 和第二运算调制参数 b_i 。第四子AI网络1150可包括共同用于生成第一运算调制参数 a_i 和生成第二运算调制参数 b_i 的公共层1610、用于生成第一运算调制参数 a_i 的第一运算调制参数生成层1620以及用于生成第二运算调制参数 b_i 的第二运算调制参数生成层1630。可不同地确定用于生成第一运算调制参数 a_i 和生成第二运算调制参数 b_i 的公共层和单独层的布置和连接。

[0225] 调制层1640可接收第一运算调制参数 a_i 并且执行与从先前层输入的输入特征图 f_i 的乘法。调制层1640可执行逐点乘法,该逐点乘法将输入特征图 f_i 与第一运算调制参数 a_i 的

乘法中的相同位置处的元素值相乘。调制层1640可将使用第一运算调制参数 a_i 的乘法结果值1644与第二运算调制参数 b_i 相加,从而生成调制层1640的输出值 \hat{f}_i 1646。当调制层1640将乘法结果值1644与第二运算调制参数 b_i 相加时,调制层1640可将相同位置处的元素值相加。 \hat{f}_i 可如等式3中所定义。

[0226] [等式3]

$$[0227] \quad \hat{f}_i = f_i(w, h, c) \odot a_i(w, h, c) + b_i(w, h, c)$$

[0228] 多个调制层1640中的每个可生成如等式3中的运算结果值,并将运算结果值输出到后续层。元数据处理器1128可通过处理包括在第三子AI网络1140中的多个调制层1640来执行图像质量增强,并且获得具有图像的重建纹理的高质量图像。

[0229] 根据本公开的另一实施例,调制层1640的输出值 \hat{f}_i 可如等式4中所定义。根据本公开的当前实施例,调制层1640的输出值可由多维函数定义。第四子AI网络1150可为每个调制层1640生成并输出等式4中定义的 a_i 、 b_i 、...和 n_i 。

[0230] [等式4]

$$[0231] \quad \hat{f}_i = a_i \odot f_i^n + b_i \odot f_i^{n-1} + \dots + n_i$$

[0232] 根据本公开的另一实施例,调制层1640的输出值 \hat{f}_i 可如等式5中所定义。根据本公开的当前实施例,调制层1640的输出值可由对数函数定义。第四子AI网络1150可针对每个调制层1640生成并输出等式5中定义的 a_i 、 b_i 、...和 n_i 。

[0233] [等式5]

$$[0234] \quad \hat{f}_i = a_i \log(f_i^n) + b_i \log(f_i^{n-1}) + \dots + n_i$$

[0235] 根据本公开的另一实施例,调制层1640的输出值 \hat{f}_i 可如等式6中所定义。根据本公开的当前实施例,调制层1640的输出值可由对数函数定义。第四子AI网络1150可针对每个调制层1640生成并输出等式6中定义的 a_i 、 b_i 、...和 n_i 。

[0236] [等式6]

$$[0237] \quad \hat{f}_i = \exp(a_i \odot f_i) + \exp(b_i \odot f_i) + \dots$$

[0238] 根据本公开的实施例,第三子AI网络1140可包括具有不同调制功能的调制层1640的组合。例如,第一调制层可基于等式4执行调制,并且第二调制层可基于等式6执行调制。

[0239] 根据本公开的实施例,第三子AI网络1140的调制层1640的功能可随着输入图像特征的类型和图像特征的组合而变化。例如,当用于对象的AI元数据被输入时,第三子AI网络1140可基于使用等式3的调制层1640执行图像质量处理;当用于对象的AI元数据和用于频率的AI元数据都被输入时,第三子AI网络1140可基于使用等式4的调制层1640执行图像质量处理。处理器1120可根据与输入AI元数据对应的图像特征的类型和图像特征的组合来改变由调制层1640执行的调制的类型。例如,AI元数据可包括关于与AI元数据对应的图像特征的类型的信息,并且元信息处理器1128可根据与AI元数据对应的图像特征的类型来生成与调制类型对应的调制处理参数,并将调制参数输出到元信息组合器1124。元信息组合器1124可基于调制参数设置调制类型,并执行调制。

[0240] 调制层1640可使用等式3对输入特征图执行调制,并增强第二图像的质量。调制层1640可通过使用由第四子AI网络1150确定的调制参数集的调制来重建第二图像的对象相关纹理,并且生成具有与原始图像几乎相似的纹理的第三图像。具体地,利用使用由第四子AI网络1150确定的调制参数集的调制图像,可重建与原始图像的对象、频率等的图像特征相关的图像的详细信息,以增强第三图像的质量。

[0241] 图17是用于描述根据本公开的实施例的用于图像提供设备的第一AI网络的训练方法和用于图像再现设备的第二AI网络的训练方法的图。

[0242] 根据本公开的实施例,可使用包括低分辨率图像LR、AI元数据和高分辨率图像HR的多个训练数据来训练图像再现设备的第二AI网络。根据本公开的实施例,训练第二AI网络的训练处理器1700可将低分辨率图像LR和AI元数据输入到第二AI网络156,将从第二AI网络156生成的超分辨率图像SR与高分辨率图像HR进行比较,并且基于比较结果更新第二AI网络156。第二AI网络156可通过使用各种类型的生成对抗网络(GAN)算法来将高分辨率图像HR与超分辨率图像SR进行比较,并且基于比较结果来更新第二AI网络156。

[0243] 根据本公开的实施例,可基于增强超分辨率生成对抗网络(ESRGAN)算法来训练第二AI网络。训练处理器1700可通过使用相对论鉴别器来预测真实图像 x_r 比虚假图像 x_f 更逼真的概率。在此,真实图像 x_r 可对应于高分辨率图像HR,并且虚假图像 x_f 可对应于超分辨率图像。为此,训练处理器1700可通过使用相对论鉴别器 D_{Ra} 将超分辨率图像SR与高分辨率图像HR进行比较。相对论鉴别器 D_{Ra} 可基于方程式7计算鉴别结果值。

[0244] [等式7]

[0245] $D_{Ra}(x_r, x_f) = \sigma(C(x_r)) - E_{x_f}(C(x_f))$

[0246] 在此, σ 可指示sigmoid函数, $C(x)$ 可表示鉴别输入图像是否是真实图像的鉴别器的输出,并且 $E_{x_f}(\cdot)$ 可表示针对小批量中的所有虚假数据的平均运算。训练处理器1700可通过基于相对论鉴别器 D_{Ra} 的处理结果更新第二AI网络156的参数值来执行训练。

[0247] 根据本公开的实施例,第一AI网络114和第二AI网络156可被彼此联合训练。训练处理器1700可通过使用包括高分辨率图像HR的训练数据基于第一AI网络114和第二AI网络156的处理来生成超分辨率图像SR,并且基于高分辨率图像HR与超分辨率图像SR之间的比较结果来更新第一AI网络114和第二AI网络156。

[0248] 根据本公开的另一实施例,第一AI网络114和第二AI网络156的训练可包括分别用于训练第一AI网络114和第二AI网络156的单独训练,以及第一AI网络114与第二AI网络156之间的联合训练。单独训练可通过使用包括高分辨率图像HR、低分辨率图像LR和AI元数据的多个训练数据来单独训练第一AI网络114和第二AI网络156。之后,训练处理器1700通过使用高分辨率图像HR对单独训练的第一AI网络114和第二AI网络156执行联合训练。通过联合训练处理,可另外更新单独训练的第一AI网络114和第二AI网络156。

[0249] 图18是示出根据本公开的实施例的用于图像再现设备的控制方法的流程图。

[0250] 根据本公开的用于图像再现设备的控制方法的每个操作可由包括输入接口、处理器、存储器和输出接口的各种类型的电子装置并使用机器训练的模型来执行。现在将描述根据本公开的实施例的图像再现设备150执行用于图像再现设备的控制方法的实施例。因此,针对图像再现设备150描述的实施例可应用于用于图像再现设备的控制方法的实施例,另一方面,针对用于图像再现设备的控制方法描述的实施例可应用于针对图像再现设备

150的实施例。根据本公开的实施例的用于图像再现设备的控制方法可不限于控制方法由图像再现设备150执行的实施例,并且控制方法可由各种类型的电子装置执行。

[0251] 在操作S1802中,图像再现设备可接收编码图像和AI元数据。AI元数据可由图像提供设备生成。AI元数据可以以轻量化和压缩的形式被输入到图像再现设备。AI元数据可包括与编码图像对应的类信息和多个类图。

[0252] 接下来,在操作S1804中,图像再现设备可对编码图像进行解码以生成第二图像。图像再现设备可针对由图像提供设备编码的编码图像执行与图像提供设备中使用的编码对应的解码,从而生成第二图像。解码可与上述解码器1110的操作相同或类似,因此将不再赘述。

[0253] 在操作S1806,图像再现设备可通过使用第二AI网络从AI元数据和第二图像生成图像质量增强的第三图像。图像再现设备可对AI元数据进行解压缩和轻量化重建。可通过解压缩和轻量化重建将AI元数据重建为类信息和多个重建的类图。可通过第四子AI网络将类信息和多个重建类图变换为多个调制参数集。第四子AI网络可为用于图像质量处理的残差块中的每个调制层生成调制参数集。图像再现设备可通过使用第三子AI网络对第二图像执行图像质量处理。第三子AI网络可包括至少一个残差块,每个残差块可包括至少一个调制层。可利用由第四子AI网络生成的调制参数集对调制层配置参数。从第二图像生成的特征图可由至少一个残差块处理。残差块中的调制层可对特征图执行图像质量处理。调制层可通过使用例如仿射变换对特征图执行图像质量处理。第三子AI网络可对第二图像执行图像质量处理以生成并输出第三图像。图像质量增强可与上述图像质量处理器1120的操作相同或类似,因此将不再赘述。

[0254] 接下来,在操作S1808中,图像再现设备可输出第三图像。图像再现设备可显示第三图像或者将第三图像发送并输出到另一装置。输出处理可与上述输出接口160的操作相同或类似,因此将不再赘述。

[0255] 图19是示出根据本公开的实施例的图像提供设备和图像再现设备的结构的图。

[0256] 可用各种形式的电子装置1900来实现图像提供设备和图像再现设备。电子装置1900可包括处理器1910、存储器1920和输入/输出接口1930。图像提供设备110的处理器112可对应于电子装置1900的处理器1910,图像提供设备110的存储器116可对应于电子装置1900的存储器1920,并且图像提供设备110的输出接口118可对应于电子装置1900的输入/输出接口1930。图像再现设备150的输入接口152和输出接口160可对应于电子装置1900的输入/输出接口1930,图像再现设备150的处理器154可对应于电子装置1900的处理器1910,并且图像再现设备150的存储器158可对应于电子装置1900的存储器1920。

[0257] 处理器1910可包括一个或更多个处理器。处理器1910可包括专用处理器(诸如中央控制器、图像处理器、AI处理器等)。

[0258] 存储器1920可包括易失性和/或非易失性存储器或其组合。存储器1920可包括各种类型的存储器(诸如主存储器、高速缓存存储器、寄存器、非易失性存储器等)。存储器1920可以以各种形式的存储介质来实现。例如,存储器1920可包括以下至少一种类型的存储介质:闪存类型、硬盘类型、多媒体卡微类型、卡型存储器(例如,SD或XD存储器等)、RAM、SRAM、ROM、EEPROM、PROM、磁存储器、磁盘、光盘等。

[0259] 输入/输出接口1930可包括各种类型的输入/输出接口和通信器1940。输入/输出

接口1930可包括显示器、触摸屏、触摸板、通信器或其组合。通信器1940可包括各种类型的通信模块。通信器1940可包括短程通信器1942、移动通信器1944或广播接收器1946。短程通信器1942可执行蓝牙通信、蓝牙低功耗 (BLE)、近场通信 (NFC)、射频识别 (RFID)、无线局域网 (WLAN) (无线保真 (WiFi))、ZigBee、红外数据协会 (IrDA) 通信、WiFi直连 (WFD)、超宽带 (UWB)、Ant+通信或基于其组合的通信。

[0260] 另外,本公开的前述实施例可被编写为可在计算机上执行的程序,并且编写的程序可被存储在介质中。

[0261] 介质可连续地存储计算机可执行程序或临时存储计算机可执行程序以供执行或下载。介质可以是其中单个或若干硬件被组合的各种记录手段或存储手段,并且可以以分布式方式存在于网络上,而不直接连接到某个计算机系统。介质的示例可包括磁介质(诸如硬盘、软盘和磁带),光学介质(诸如光盘只读存储器 (CD-ROM) 和数字通用盘 (DVD)),磁光介质(诸如光磁软盘),以及被配置为存储程序指令的装置(诸如ROM、RAM和闪存等)。作为另一介质的示例,可存在由分发应用的应用商店、提供或分发各种软件的站点或服务器等管理的记录介质或存储介质。

[0262] 另外,AI网络模型可被实现为软件模块。当用软件模块(例如,包括指令的程序模块)实现AI网络模型时,AI网络模型可被存储在计算机可读记录介质中。

[0263] AI网络模型可以以硬件芯片的形式集成,并且可以是图像提供设备或图像再现设备的部分。例如,AI网络模型可以以用于AI的专用硬件芯片的形式被制造,或者可被制造为现有通用处理器(例如,中央处理单元 (CPU) 或应用处理器)或图形专用处理器(例如,图形处理单元 (GPU))的部分。

[0264] AI网络模型可以以可下载的软件形式被提供。计算机程序产品可包括通过制造商或电子市场电子分发的软件程序形式的产品(例如,可下载的应用)。对于电子分发,软件程序的至少一部分可被存储在存储介质中或被临时生成。在这种情况下,存储介质可以是制造商或电子市场中的服务器或中继服务器的存储介质。

[0265] 根据本公开的实施例,用于改善图像质量的AI网络可被轻量化,该AI网络用于生成AI元数据。

[0266] 此外,根据本公开的实施例,图像再现设备中的用于处理图像质量的AI网络可被轻量化。

[0267] 此外,根据本公开的实施例,可通过从原始图像生成AI元数据来改善AI图像质量网络的性能。

[0268] 虽然已经参考本公开的示例性实施例详细描述了本公开的技术精神,但是本领域普通技术人员可在本公开的技术精神的范围内进行各种修改和改变。

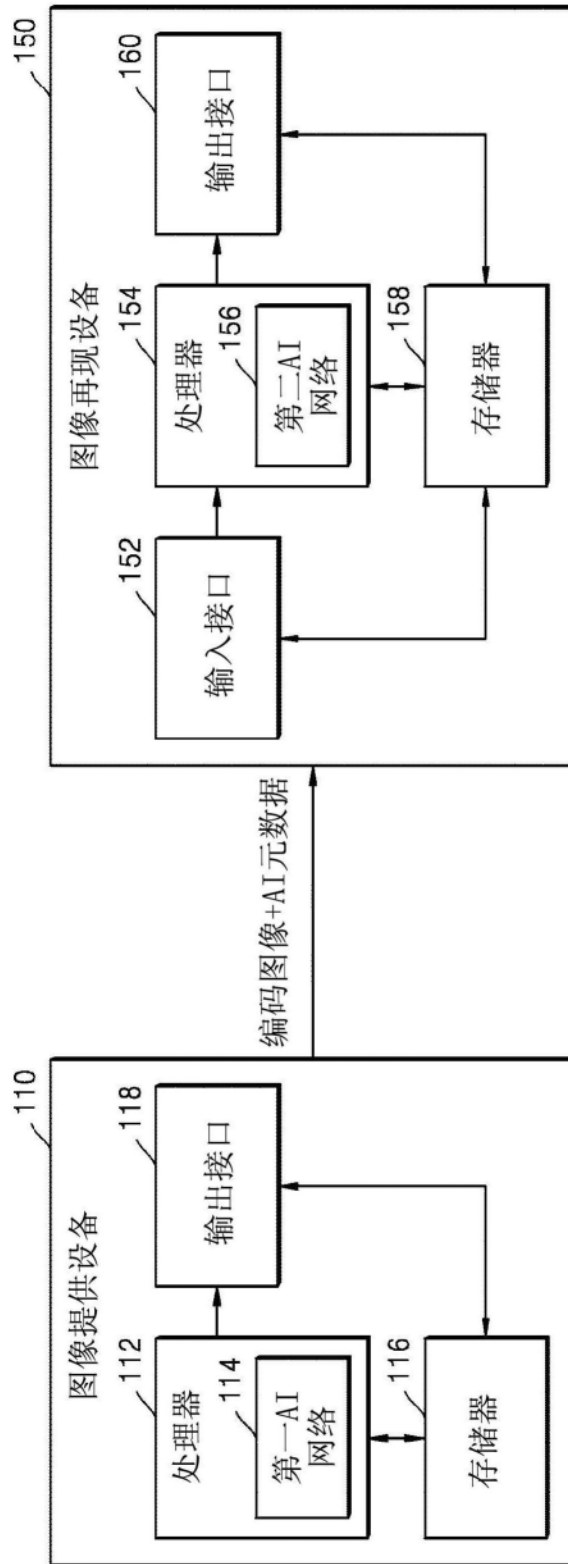


图1

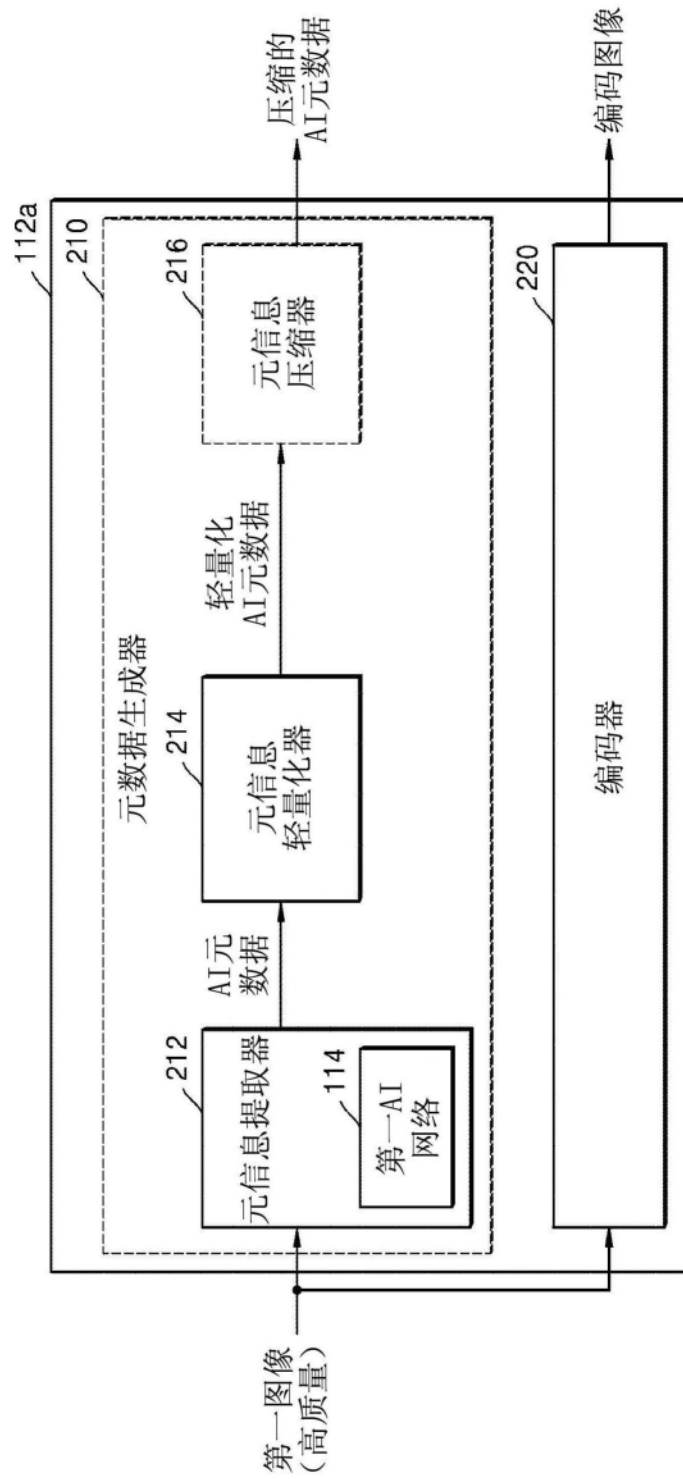


图2

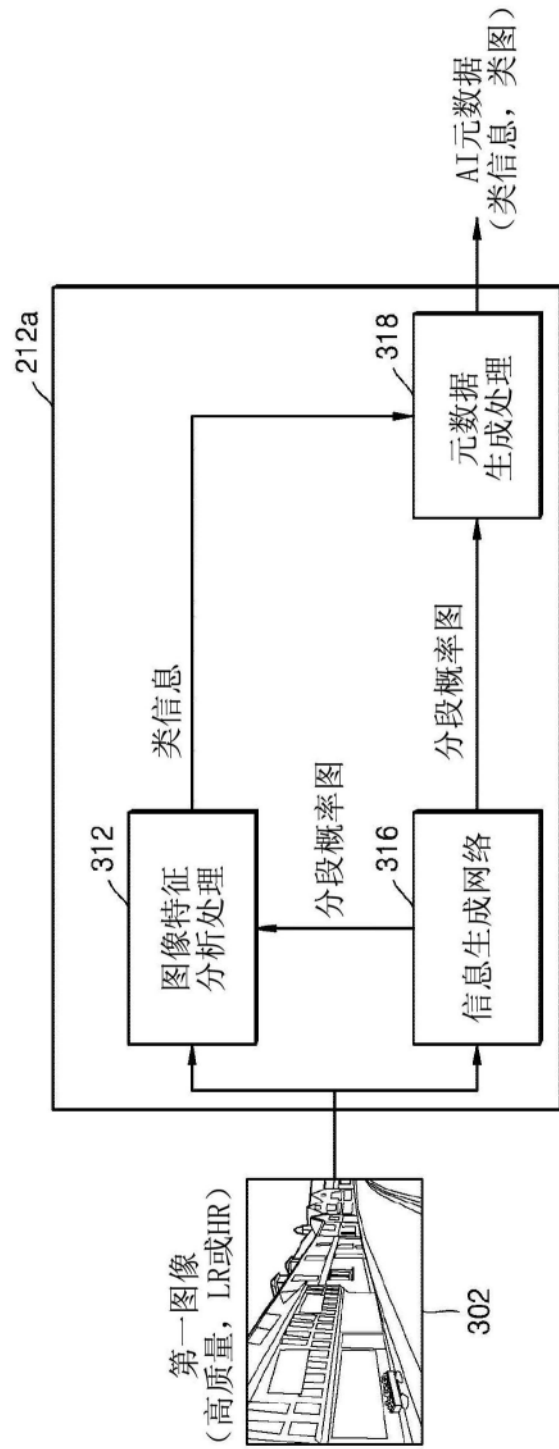


图3

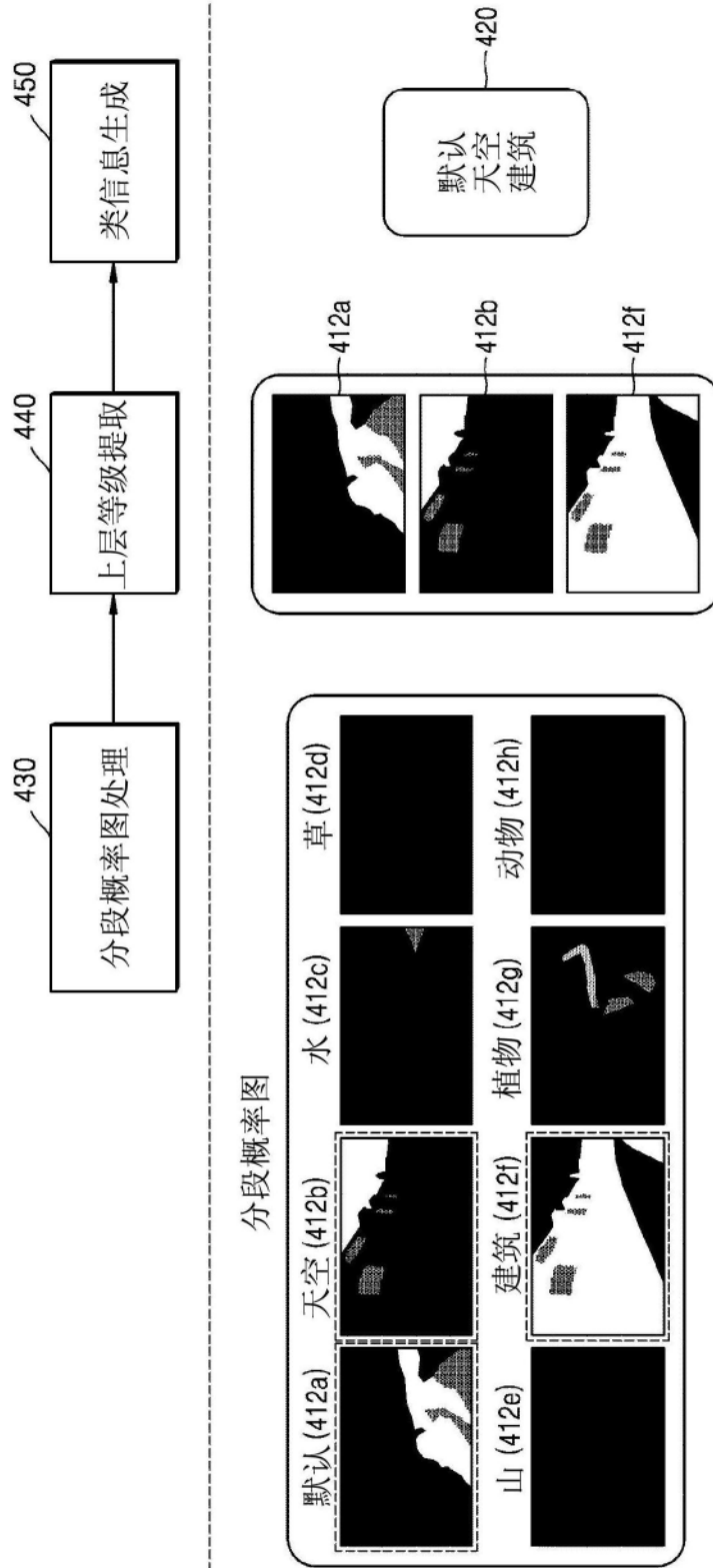


图4

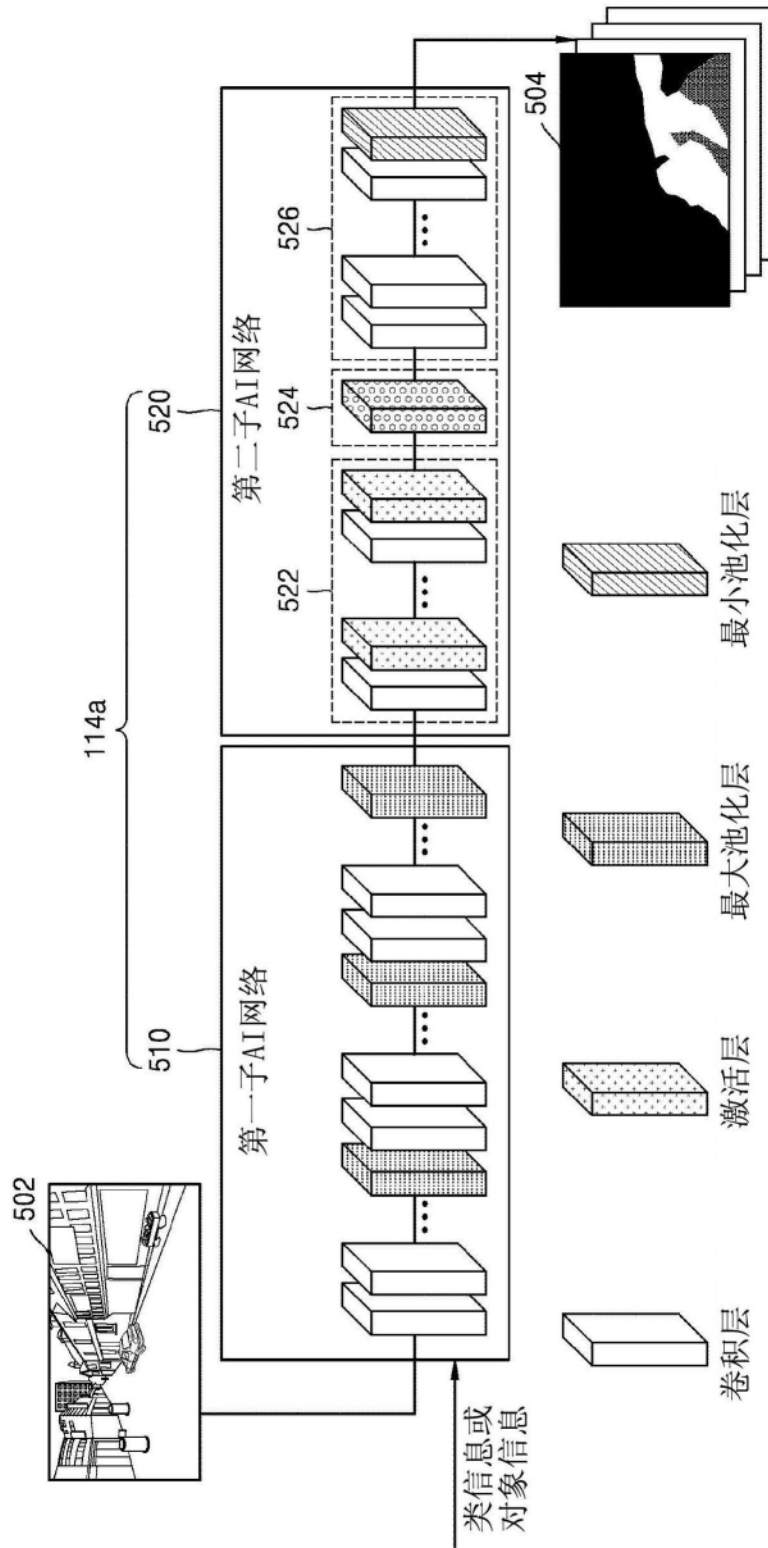


图5

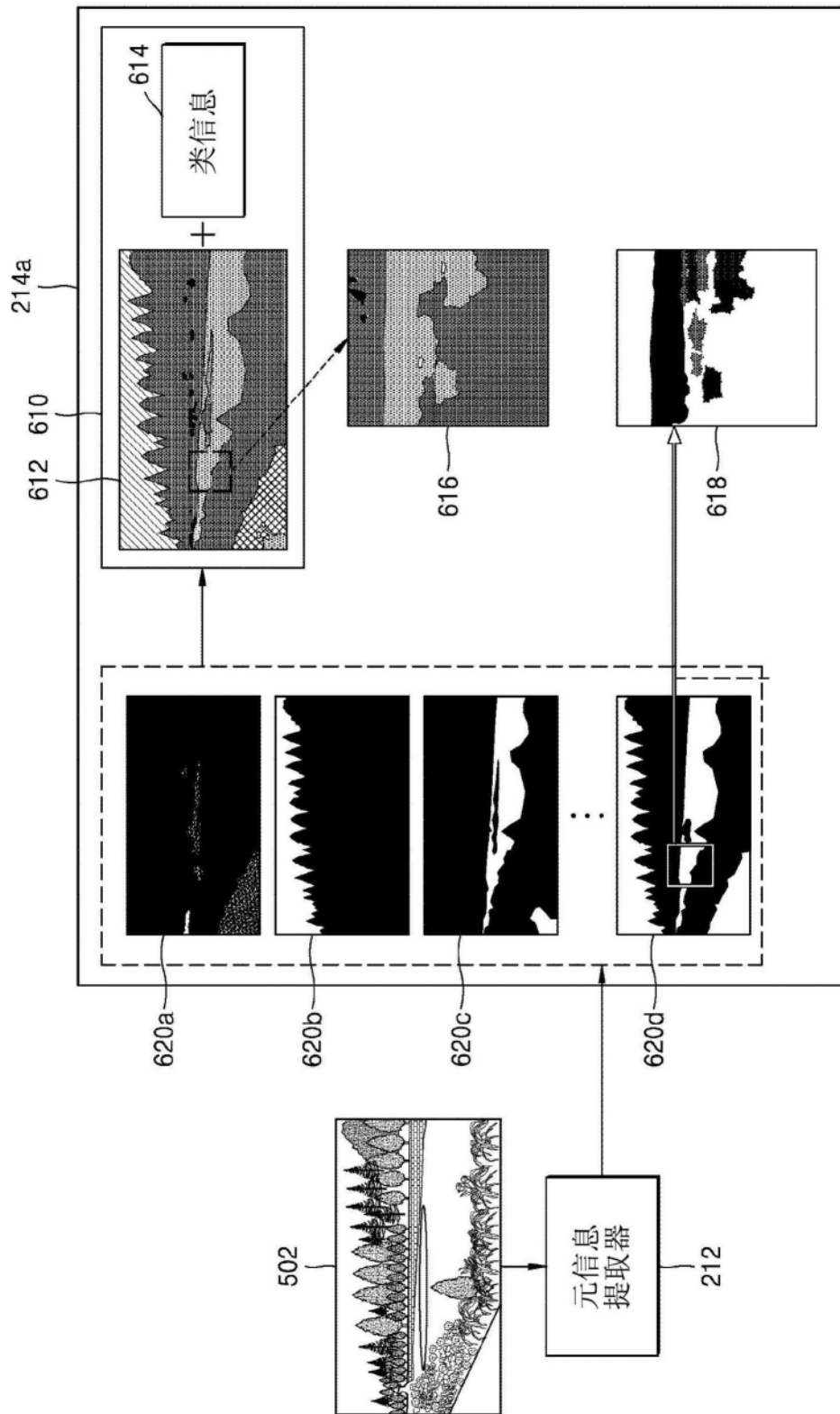


图6

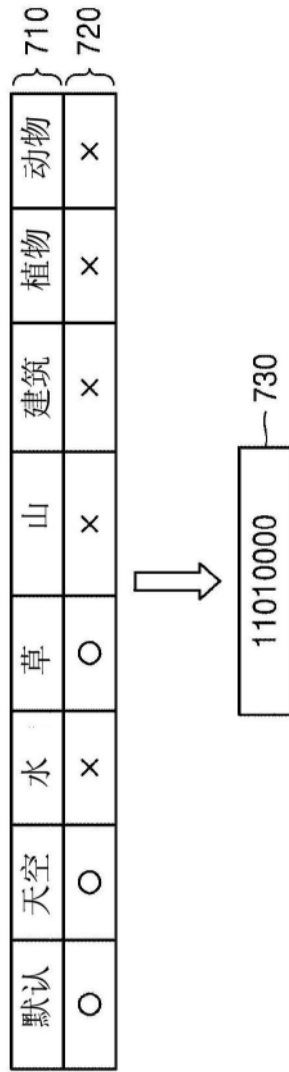


图7

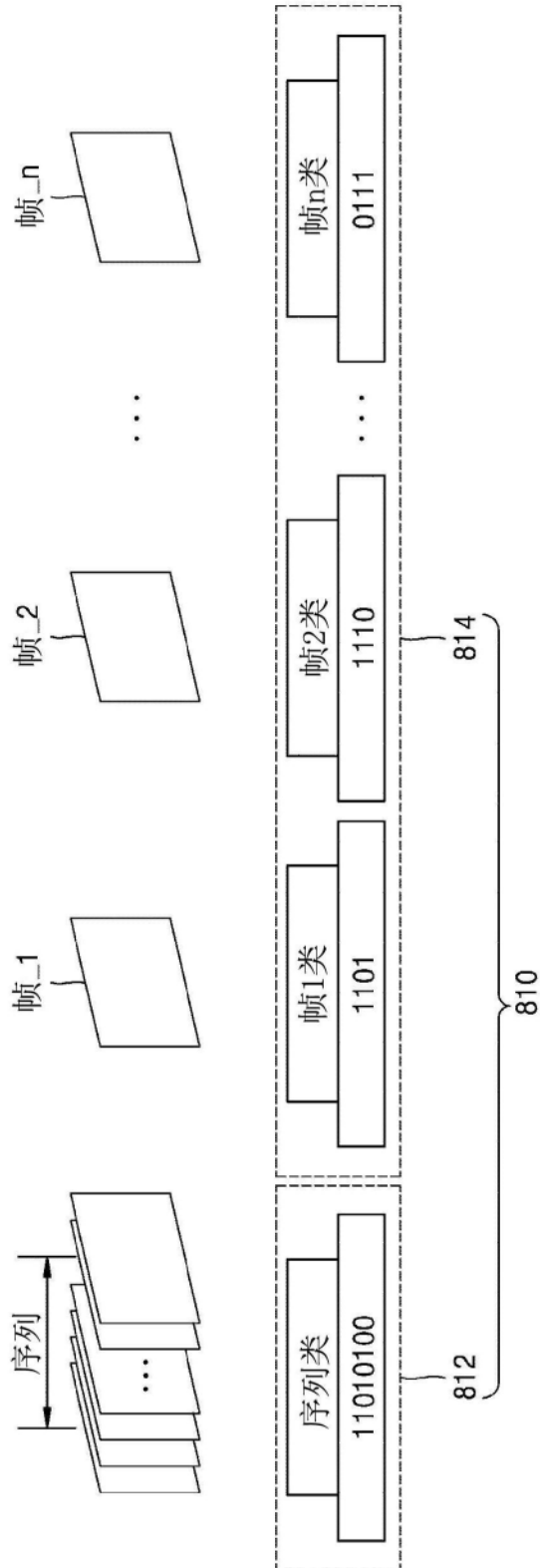


图8

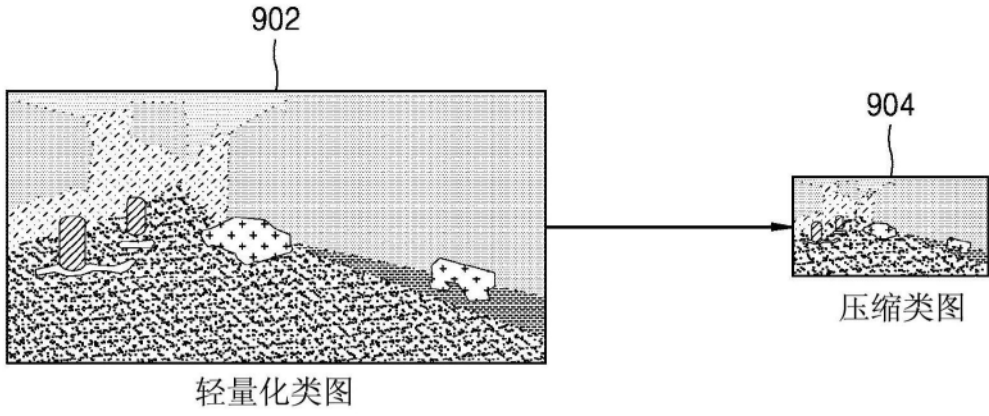


图9

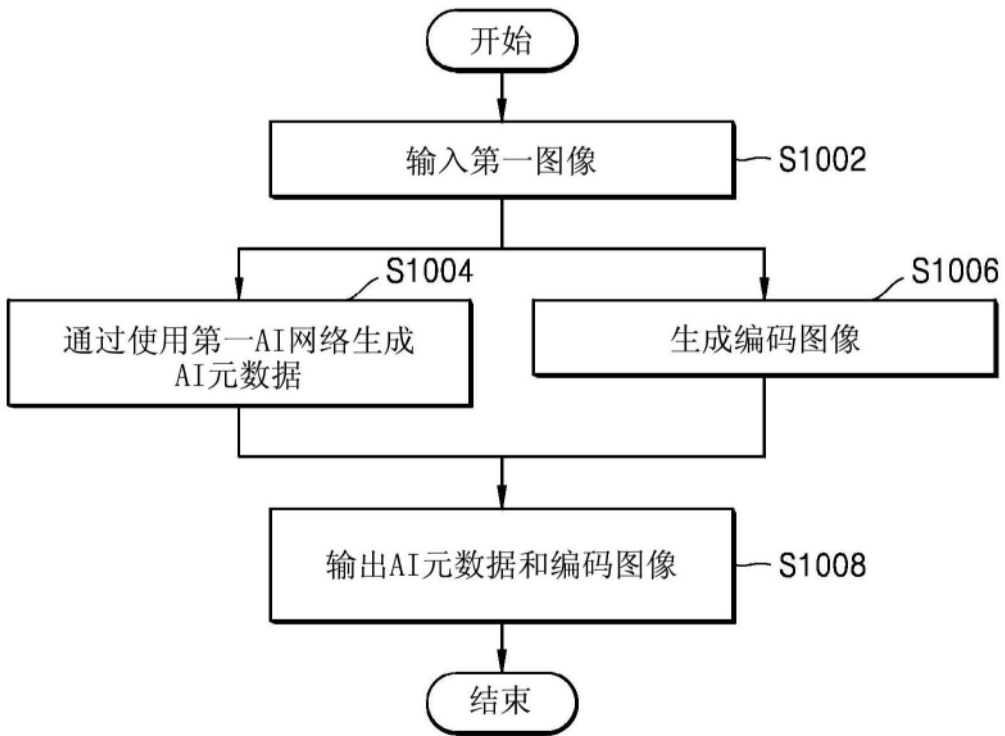


图10

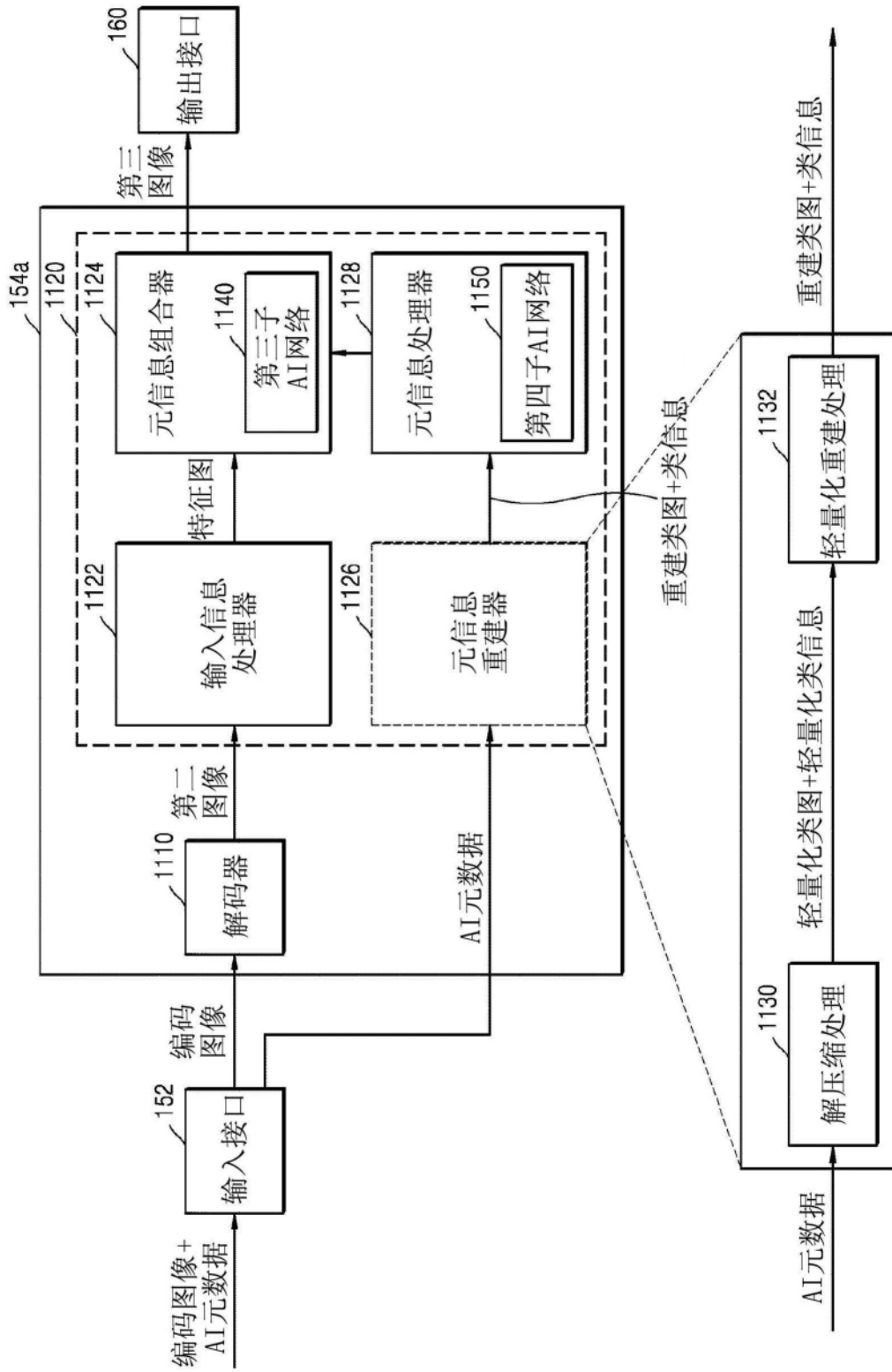


图11

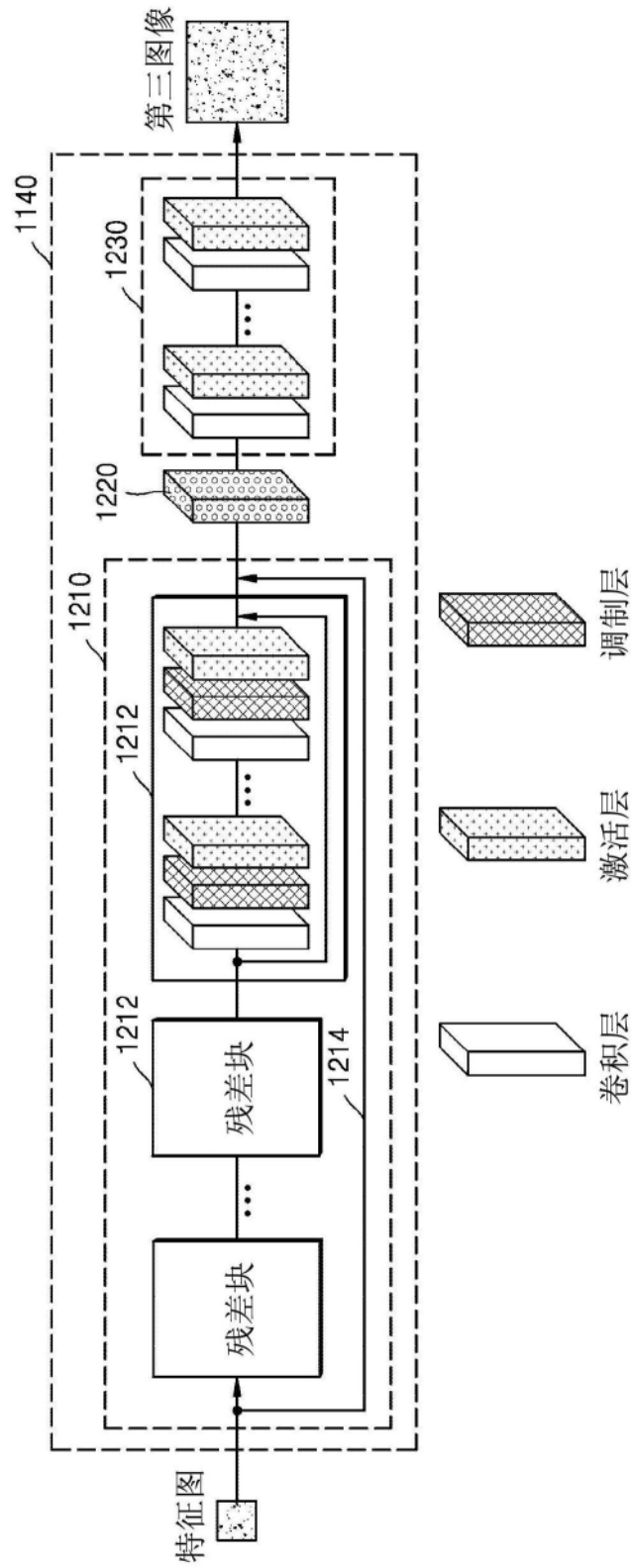


图12

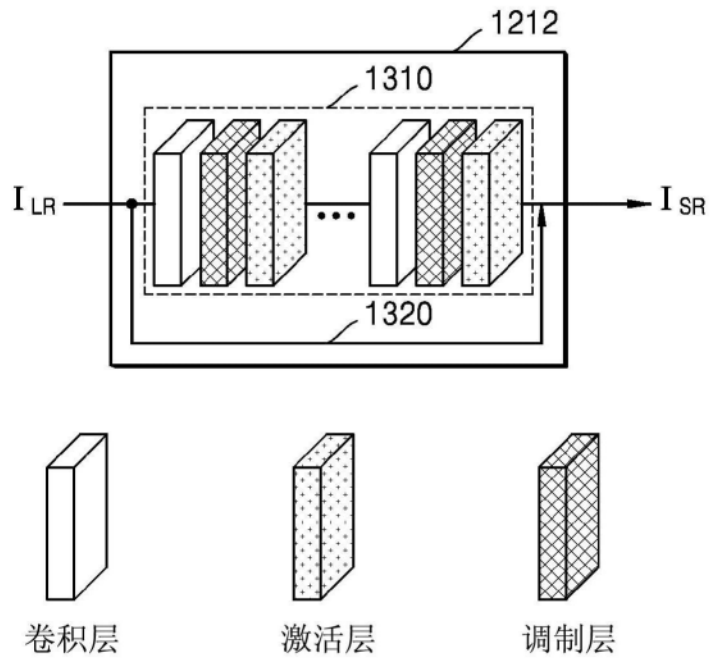


图13

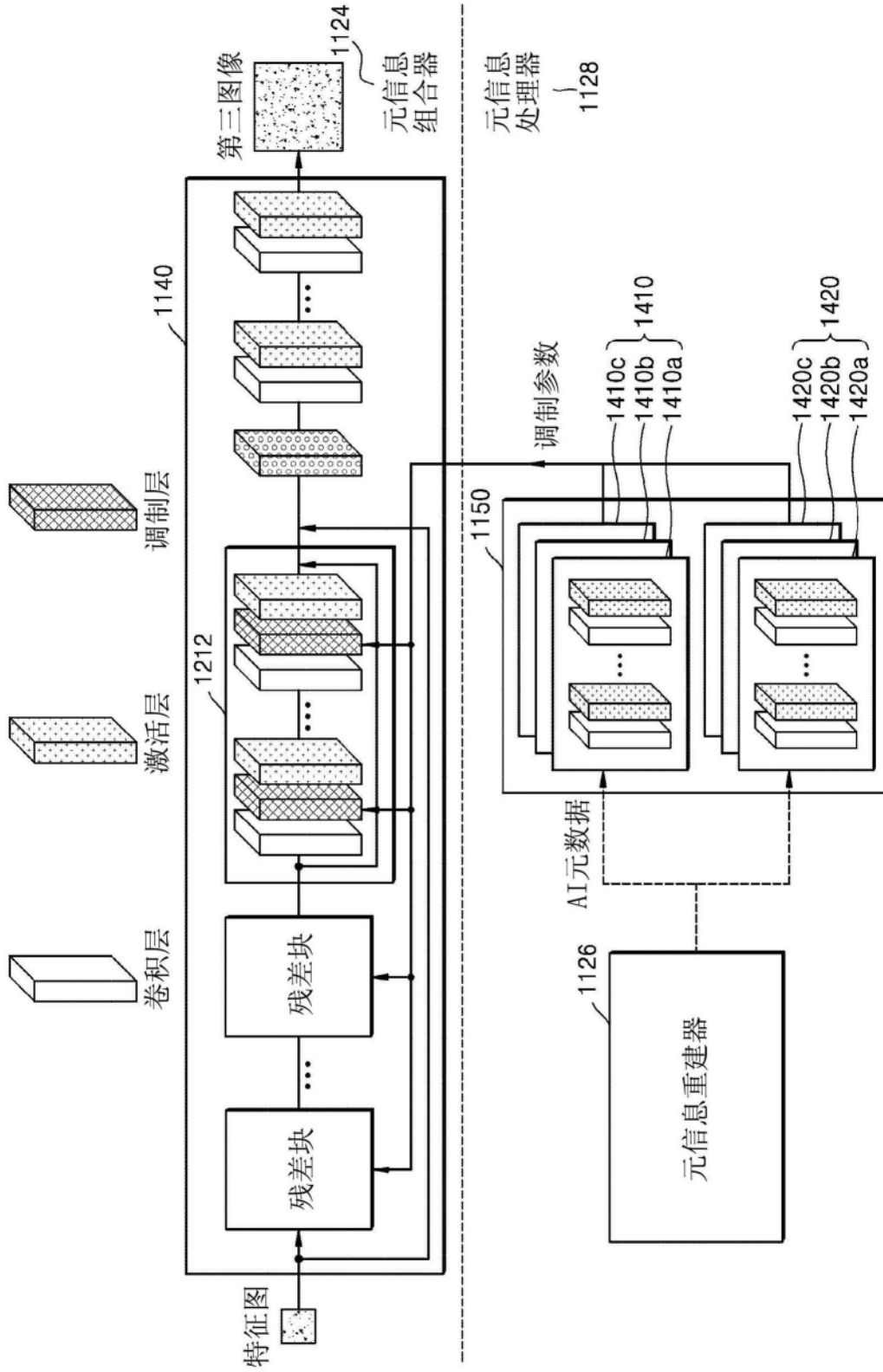


图14

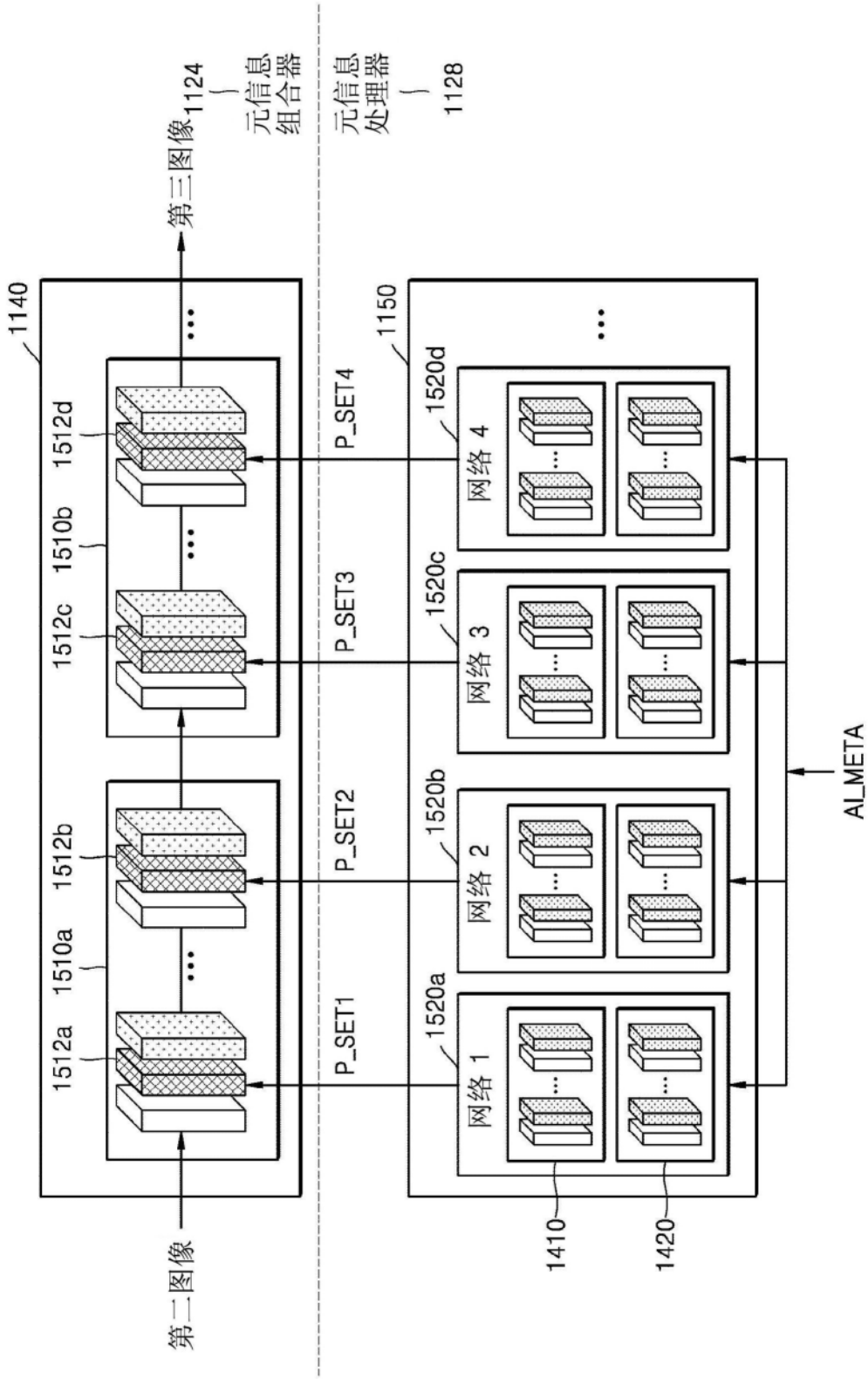


图15a

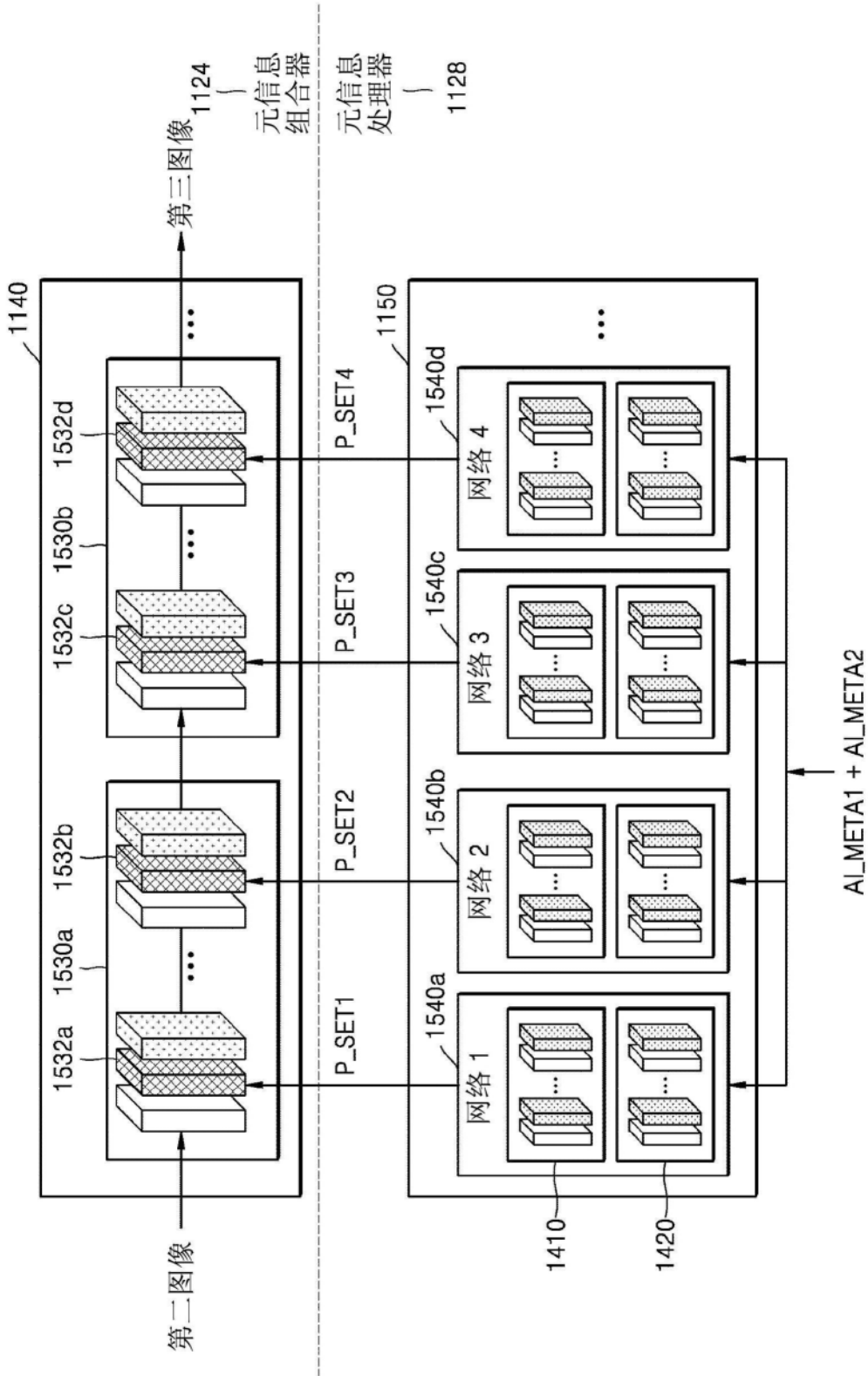


图15b

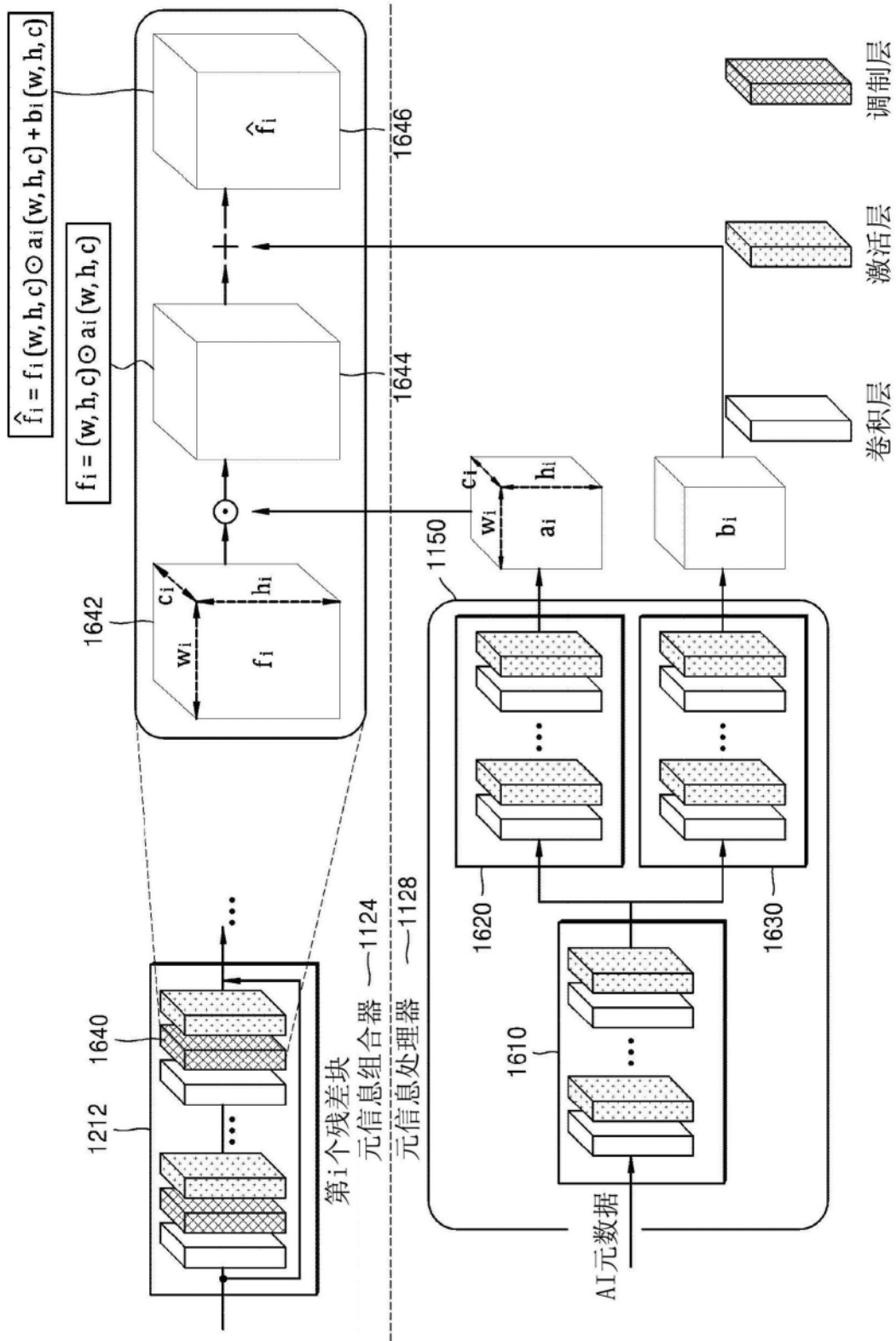


图16

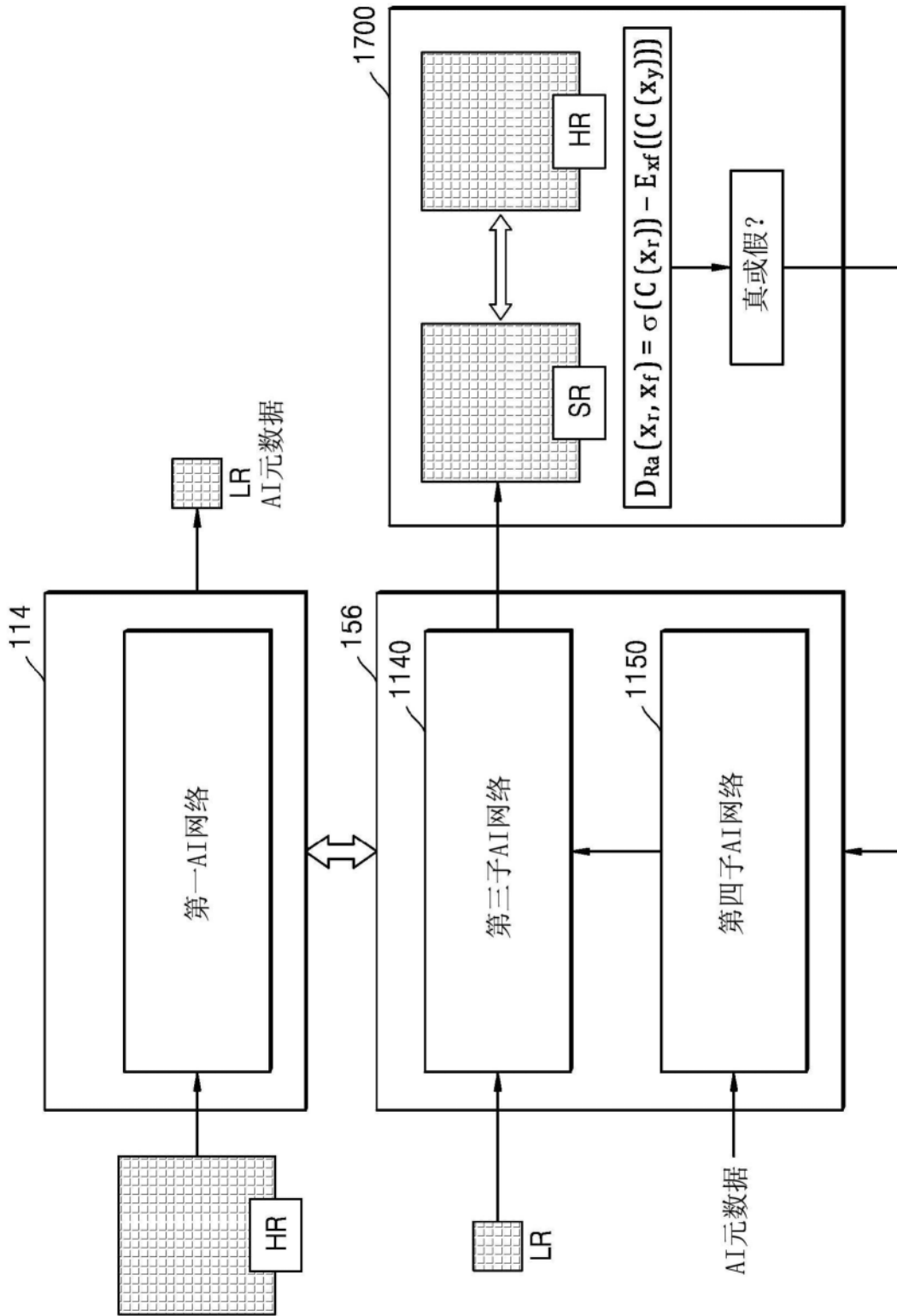


图17

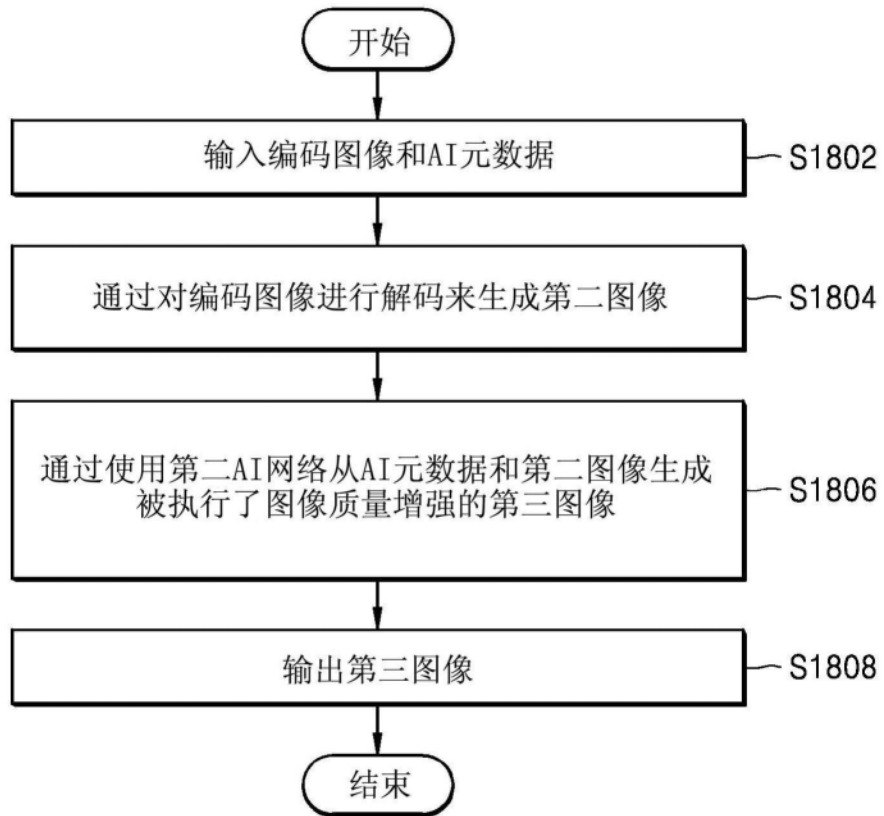


图18

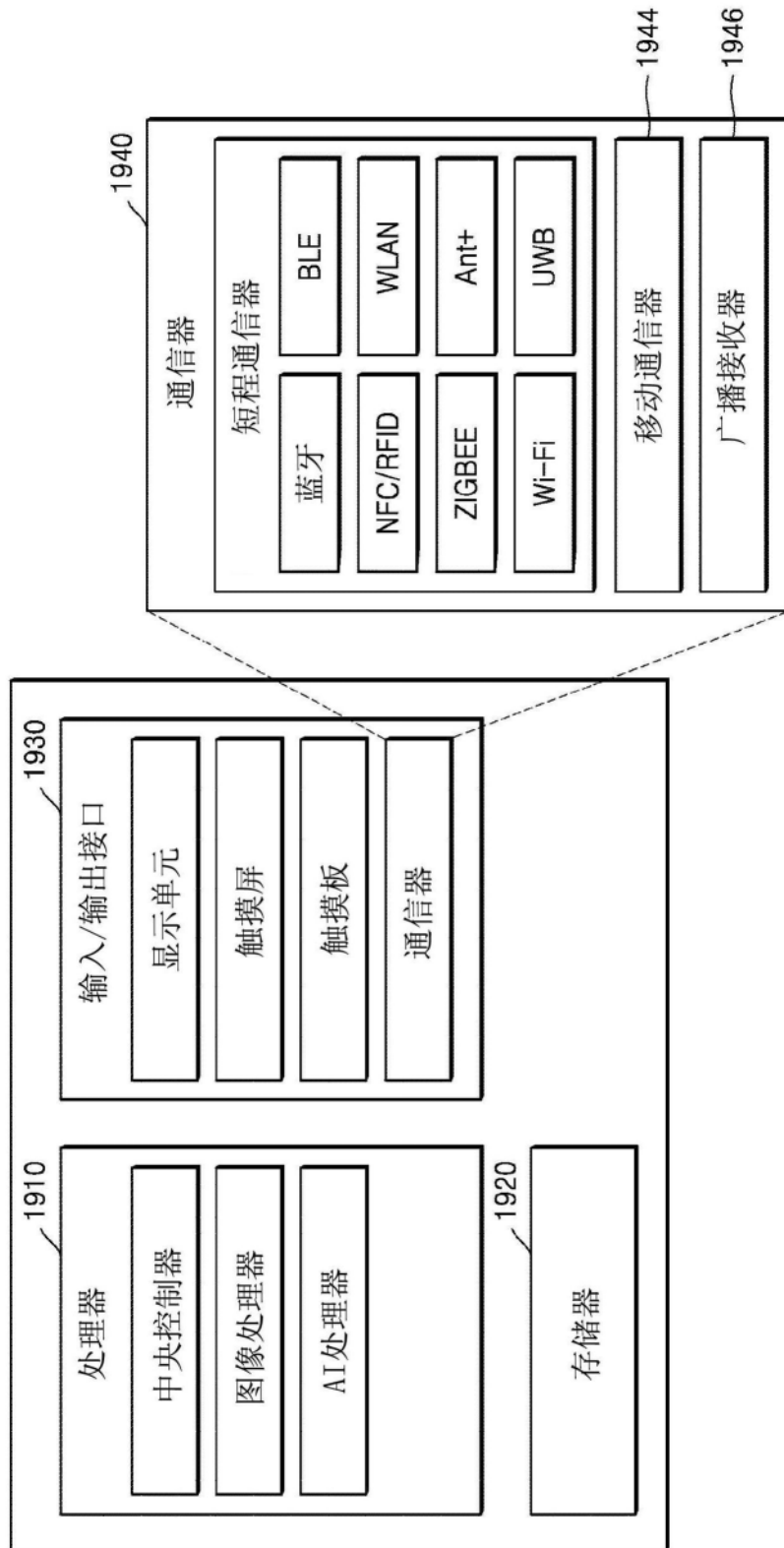


图19