



(10) 授权公告号 CN 111476248 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 22

(21) 申请号 201911315993.0

(22) 申请日 2019.12.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111476248 A

(43) 申请公布日 2020.07.31

(30) 优先权数据

16/254,928 2019.01.23 US

(73) 专利权人 斯特拉德视觉公司

地址 韩国庆尚北道

(72) 发明人 金桂贤 金镕重 金寅洙 金鹤京

南云铉 夫硕焄 成明哲 吕东勋

柳宇宙 张泰雄 郑景中 诸泓模

赵浩辰

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理

有限公司 11205

专利代理师 杨文娟 臧建明

(51) Int.Cl.

G06V 10/46 (2022.01)

G06V 10/764 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

G06N 3/084 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 107273910 A, 2017.10.20

CN 107808138 A, 2018.03.16

KR 101847874 B1, 2018.05.25

US 10169679 B1, 2019.01.01

US 2017220904 A1, 2017.08.03

US 9946960 B1, 2018.04.17

WO 2018052587 A1, 2018.03.22

LI JIAN等.Object detection via

feature fusion based single network.《2017

IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE

PROCESSING (ICIP)》.2017,第3390-3394页.

审查员 彭松俏

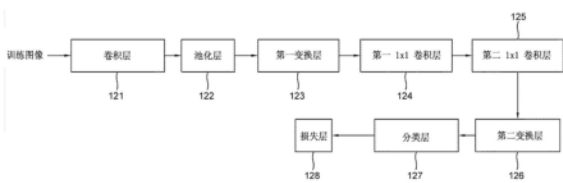
权利要求书6页 说明书13页 附图4页

(54) 发明名称

利用用于识别图像的1x1卷积的CNN方法及装置

(57) 摘要

本发明是学习用于满足KPI的硬件优化的、用于图像识别的CNN的参数的方法,包括:(1)使得第一变换层或池化层按ROI串联池化的ROI特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成整合特征图的步骤;(2) (i)使得第二变换层从整合特征图按像素分离体积经过调整的调整特征图,使得分类层按ROI生成客体信息,或者(ii)反向传播客体损失的步骤,其中,本发明中通过同一处理器执行卷积运算及FC运算,因此能够减小芯片(Chip)的尺寸,具有无需在半导体制作过程中添加另外的线的优点。



1. 一种学习方法,是学习用于图像识别的CNN的参数的方法,其特征在于,包括:

(a) 输入至少一个训练图像的情况下,学习装置(i)使得至少一个卷积层对在所述训练图像上裁切ROI的区域并调整大小生成的各个ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个客体的至少一个按所述ROI的ROI特征图,(ii) (ii-1)使得池化层对所述ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述ROI的池化的特征图,使得第一变换层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素以生成整合特征图,或者(ii-2)使得所述池化层对所述ROI特征图适用池化运算以生成按所述ROI的池化的所述特征图,使得所述池化层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的所述像素以生成所述整合特征图的步骤;

(b) 所述学习装置使得第一1x1卷积层对所述整合特征图适用1x1卷积运算以生成体积经过调整的第一调整特征图,使得第二1x1卷积层对所述第一调整特征图适用1x1卷积运算以生成体积经过调整的第二调整特征图的步骤;以及

(c) 所述学习装置,(c1) (i)使得第二变换层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按像素的特征图,使得分类层利用按所述ROI的按所述像素的特征图生成关于各所述ROI的客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按所述像素的特征图,使得所述分类层利用按所述ROI的按所述像素的特征图以生成关于各个所述ROI的所述客体信息后,(c2)使得损失层参照所述客体信息及与其对应的地面实况算出至少一个客体损失,从而通过利用所述客体损失的反向传播学习所述第二1x1卷积层、所述第一1x1卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的步骤。

2. 根据权利要求1所述的学习方法,其特征在于:

设所述ROI的个数为N、按所述ROI的池化的所述特征图的宽度为M1、高度为M2、按所述ROI的池化的所述特征图的信道个数为J的情况下,

在所述(a)步骤,

所述学习装置,(i)使得所述第一变换层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素以将按所述ROI的池化的所述特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述整合特征图,或者(ii)使得所述池化层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素以将按所述ROI的池化的所述特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述整合特征图。

3. 根据权利要求2所述的学习方法,其特征在于:

设所述第一1x1卷积层的过滤器的个数为K、所述第二1x1卷积层的过滤器的个数为L的情况下,

在所述(b)步骤,

所述学习装置使得所述第一1x1卷积层生成具有宽度N、高度1、信道K的 $N \times 1 \times K$ 体积的所述第一调整特征图,使得所述第二1x1卷积层生成具有宽度N、高度1、信道L的 $N \times 1 \times L$ 体积的所述第二调整特征图。

4. 根据权利要求3所述的学习方法,其特征在于:

在所述(c)步骤,

所述学习装置,(i)使得所述第二变换层将所述第二调整特征图变换成具有对应于N个ROI中各ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述ROI的按所述像素的特征图,或者

(ii)使得所述分类层将所述第二调整特征图变换成具有对应于N个ROI中各ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述ROI的按所述像素的特征图。

5. 根据权利要求1所述的学习方法,其特征在于:

所述分类层使用至少一个柔性最大化算法。

6. 一种测试方法,是测试用于图像识别的CNN的方法,其特征在于,包括:

(a) 学习装置, (1) (i) 使得至少一个卷积层对在至少一个训练图像上裁切(Crop)学习用ROI的区域并调整大小生成的各个学习用ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个学习用客体的至少一个按所述学习用ROI的学习用ROI特征图, (ii) (ii-1) 使得池化层对所述学习用ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述学习用ROI的学习用的池化的特征图,使得第一变换层按所述学习用ROI串联按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成学习用整合特征图,或者(ii-2)使得所述池化层对所述学习用ROI特征图适用池化运算生成按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图,使得所述池化层按所述学习用ROI串联按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个所述像素生成所述学习用整合特征图, (2) 使得第一 1×1 卷积层对所述学习用整合特征图适用 1×1 卷积运算生成体积经过调整的学习用第一调整特征图,使得第二 1×1 卷积层对所述学习用第一调整特征图适用 1×1 卷积运算生成体积经过调整的学习用第二调整特征图, (3) (3-1) (i) 使得第二变换层按所述像素分离所述学习用第二调整特征图生成按所述学习用ROI的按学习用像素的特征图,使得分类层利用按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图生成关于各个所述学习用ROI的学习用客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述学习用第二调整特征图生成按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图,使得所述分类层利用按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图生成关于各个所述学习用ROI的所述学习用客体信息后, (3-2) 使得损失层参照所述学习用客体信息及与其对应的地面实况算出至少一个客体损失,从而通过利用所述客体损失的反向传播学习了所述第二 1×1 卷积层、所述第一 1×1 卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的状态下,输入至少一个测试图像的情况下,测试装置, (i) 使得所述卷积层对在所述测试图像上裁切测试用ROI的区域并调整大小生成的各个测试用ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个测试用客体的至少一个按所述测试用ROI的测试用ROI特征图, (ii) (ii-1) 使得所述池化层对所述测试用ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述测试用ROI的测试用的池化的特征图,使得所述第一变换层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成测试用整合特征图,或者(ii-2)使得所述池化层对所述测试用ROI特征图适用池化运算生成按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图,使得所述池化层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个所述像素生成所述测试用整合特征图的步骤;

(b) 所述测试装置使得所述第一 1×1 卷积层对所述测试用整合特征图适用 1×1 卷积运算生成体积经过调整的测试用第一调整特征图,使得所述第二 1×1 卷积层对所述测试用第一调整特征图适用 1×1 卷积运算生成体积经过调整的测试用第二调整特征图的步骤;以及

(c) 所述测试装置 (i) 使得所述第二变换层按所述像素分离所述测试用第二调整特征图生成按所述测试用ROI的按测试用像素的特征图,使得所述分类层利用按所述测试用ROI

的所述测试用像素的特征图生成关于各个所述测试用ROI的测试用客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述测试用第二调整特征图生成按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图,使得所述分类层利用按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图生成关于各个所述测试用ROI的所述测试用客体信息的步骤。

7. 根据权利要求6所述的测试方法,其特征在于:

设所述测试用ROI的个数为N、按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图的宽度为M1、高度为M2、按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图的信道个数为J的情况下,在所述(a)步骤,

所述测试装置,(i)使得所述第一变换层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上对应的相同的各个位置的各个像素以将按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述测试用整合特征图,或者(ii)使得所述池化层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上对应的相同的各个位置的各个像素以将按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述测试用整合特征图。

8. 根据权利要求7所述的测试方法,其特征在于:

设所述第一 1×1 卷积层的过滤器的个数为K、所述第二 1×1 卷积层的过滤器的个数为L的情况下,

在所述(b)步骤,

所述测试装置使得所述第一 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道K的 $N \times 1 \times K$ 体积的所述测试用第一调整特征图,使得所述第二 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道L的 $N \times 1 \times L$ 的体积的所述测试用第二调整特征图。

9. 根据权利要求8所述的测试方法,其特征在于:

在所述(c)步骤,

所述测试装置,(i)使得所述第二变换层将所述测试用第二调整特征图变换成具有对应于N个测试用ROI中各测试用ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图,或者(ii)使得所述分类层将所述测试用第二调整特征图变换成具有对应于N个测试用ROI中各测试用ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图。

10. 根据权利要求6所述的测试方法,其特征在于:

所述分类层使用至少一个柔性最大化算法。

11. 一种学习装置,是学习用于图像识别的CNN的参数学习装置,其特征在于,包括:

至少一个存储器,其存储命令;以及

至少一个处理器,其构成为运行用于执行(I) (i)使得至少一个卷积层对在至少一个训练图像上裁切ROI的区域并调整大小生成的各个ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个客体的至少一个按所述ROI的ROI特征图,(ii) (ii-1)使得池化层对所述ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述ROI的池化的特征图,使得第一变换层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素以生成整合特征图,或者(ii-2)使得所述池化层对所述ROI特征图适用池化运算以生成按所述ROI的池化的所述特征图,使得所述池化层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相

同的各个位置的所述像素以生成所述整合特征图的过程, (II) 使得第一 1×1 卷积层对所述整合特征图适用 1×1 卷积运算以生成体积经过调整的第一调整特征图, 使得第二 1×1 卷积层对所述第一调整特征图适用 1×1 卷积运算以生成体积经过调整的第二调整特征图的过程; 以及 (III) (III-1) (i) 使得第二变换层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按像素的特征图, 使得分类层利用按所述ROI的按所述像素的特征图生成关于各所述ROI的客体信息, 或者 (ii) 使得所述分类层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按所述像素的特征图, 使得所述分类层利用按所述ROI的按所述像素的特征图以生成关于各个所述ROI的所述客体信息后, (III-2) 使得损失层参照所述客体信息及与其对应的地面实况算出至少一个客体损失, 从而通过反向传播所述客体损失学习所述第二 1×1 卷积层、所述第一 1×1 卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的过程的所述命令。

12. 根据权利要求11所述的学习装置, 其特征在于:

设所述ROI的个数为N、按所述ROI的池化的所述特征图的宽度为M1、高度为M2、按所述ROI的池化的所述特征图的信道个数为J的情况下,

在所述(I)过程,

所述处理器, (i) 使得所述第一变换层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上对应的相同的各个位置的各个像素以将按所述ROI的池化的所述特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述整合特征图, 或者 (ii) 使得所述池化层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上对应的相同的各个位置的各个像素以将按所述ROI的池化的所述特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述整合特征图。

13. 根据权利要求12所述的学习装置, 其特征在于:

设所述第一 1×1 卷积层的过滤器的个数为K、所述第二 1×1 卷积层的过滤器的个数为L的情况下,

在所述(II)过程,

所述处理器使得所述第一 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道K的 $N \times 1 \times K$ 体积的所述第一调整特征图, 使得所述第二 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道L的 $N \times 1 \times L$ 体积的所述第二调整特征图。

14. 根据权利要求13所述的学习装置, 其特征在于:

在所述(III)过程,

所述处理器, (i) 使得所述第二变换层将所述第二调整特征图变换成具有对应于N个ROI中各ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述ROI的按所述像素的特征图, 或者 (ii) 使得所述分类层将所述第二调整特征图变换成具有对应于N个ROI中各ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述ROI的按所述像素的特征图。

15. 根据权利要求11所述的学习装置, 其特征在于:

所述分类层使用至少一个柔性最大化算法。

16. 一种测试装置, 是测试用于图像识别的CNN的测试装置, 其特征在于, 包括:

至少一个存储器, 其存储命令; 以及

至少一个处理器, 其构成为在学习装置, (1) (i) 使得至少一个卷积层对在至少一个训练图像上裁切学习用ROI的区域并调整大小生成的各个学习用ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个学习用客体的至少一个按所述学习用ROI的学习用ROI特征图,

(ii) (ii-1)使得池化层对所述学习用ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述学习用ROI的学习用的池化的特征图,使得第一变换层按所述学习用ROI串联按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成学习用整合特征图,或者(ii-2)使得所述池化层对所述学习用ROI特征图适用池化运算生成按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图,使得所述池化层按所述学习用ROI串联按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个所述像素生成所述学习用整合特征图,(2)使得第一1x1卷积层对所述学习用整合特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的学习用第一调整特征图,使得第二1x1卷积层对所述学习用第一调整特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的学习用第二调整特征图,(3) (3-1) (i)使得第二变换层按所述像素分离所述学习用第二调整特征图生成按所述学习用ROI的按学习用像素的特征图,使得分类层利用按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图生成关于各个所述学习用ROI的学习用客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述学习用第二调整特征图生成按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图,使得所述分类层利用按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图生成关于各个所述学习用ROI的所述学习用客体信息后,(3-2)使得损失层参照所述学习用客体信息及与其对应的地面实况算出至少一个客体损失,从而通过反向传播所述客体损失学习了所述第二1x1卷积层、所述第一1x1卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的状态下,运行用于执行(I) (i)使得所述卷积层对在至少一个测试图像上裁切测试用ROI的区域并调整大小生成的各个测试用ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个测试用客体的至少一个按所述测试用ROI的测试用ROI特征图,(ii) (ii-1)使得所述池化层对所述测试用ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述测试用ROI的测试用的池化的特征图,使得所述第一变换层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成测试用整合特征图,或者(ii-2)使得所述池化层对所述测试用ROI特征图适用池化运算生成按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图,使得所述池化层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个所述像素生成所述测试用整合特征图的过程,(II)使得所述第一1x1卷积层对所述测试用整合特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的测试用第一调整特征图,使得所述第二1x1卷积层对所述测试用第一调整特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的测试用第二调整特征图的过程,以及(III) (i)使得所述第二变换层按所述像素分离所述测试用第二调整特征图生成按所述测试用ROI的按测试用像素的特征图,使得所述分类层利用按所述测试用ROI的所述测试用像素的特征图生成关于各个所述测试用ROI的测试用客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述测试用第二调整特征图生成按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图,使得所述分类层利用按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图生成关于各个所述测试用ROI的所述测试用客体信息的过程的所述命令。

17.根据权利要求16所述的测试装置,其特征在于:

设所述测试用ROI的个数为N、按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图的宽度为M1、高度为M2、按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图的信道个数为J的情况下,在所述(I)过程,

所述处理器, (i) 使得所述第一变换层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上对应的相同的各个位置的各个像素以将按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述测试用整合特征图, 或者 (ii) 使得所述池化层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上对应的相同的各个位置的各个像素以将按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述测试用整合特征图。

18. 根据权利要求17所述的测试装置, 其特征在于:

设所述第一 1×1 卷积层的过滤器的个数为K、所述第二 1×1 卷积层的过滤器的个数为L的情况下,

在所述(II)过程,

所述处理器使得所述第一 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道K的 $N \times 1 \times K$ 体积的所述测试用第一调整特征图, 使得所述第二 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道L的 $N \times 1 \times L$ 的体积的所述测试用第二调整特征图。

19. 根据权利要求18所述的测试装置, 其特征在于:

在所述(III)过程,

所述处理器, (i) 使得所述第二变换层将所述测试用第二调整特征图变换成具有对应于N个测试用ROI中各测试用ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图, 或者 (ii) 使得所述分类层将所述测试用第二调整特征图变换成具有对应于N个测试用ROI中各测试用ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图。

20. 根据权利要求16所述的测试装置, 其特征在于:

所述分类层使用至少一个柔性最大化算法。

利用用于识别图像的1x1卷积的CNN方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及学习用于硬件优化、用于图像识别的CNN(Convolution Neural Network:卷积神经网络)的参数的方法,更具体来讲,涉及的学习方法及学习装置、利用其的测试方法及测试装置中所述学习方法是学习用于图像识别的所述CNN的所述参数的方法,其特征在于,包括:(a)输入至少一个训练图像的情况下,学习装置(i)使得至少一个卷积层对在所述训练图像上裁切(Crop)ROI(Region of Interest:感兴趣部位)的区域并调整大小(Resize)生成的各个ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个客体的至少一个按所述ROI的ROI特征图,(ii)(ii-1)使得池化层对所述ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述ROI的池化的特征图,使得第一变换层(Transposing Layer)按所述ROI串联(Concatenating)按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素,或者(ii-2)使得所述池化层对所述ROI特征图适用池化运算以生成按所述ROI的池化的所述特征图,使得所述池化层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的所述像素以生成所述整合特征图的步骤;(b)所述学习装置使得第一1x1卷积层对所述整合特征图适用1x1卷积运算以生成体积(Volume)经过调整的第一调整特征图(Adjusted Feature Map),使得第二1x1卷积层对所述第一调整特征图适用1x1卷积运算以生成体积经过调整的第二调整特征图的步骤;及(c)所述学习装置(c1)(i)使得第二变换层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按像素的特征图(Pixel-Wise Feature Map),使得分类层(Classifying Layer)利用按所述ROI的按所述像素的特征图生成关于各所述ROI的客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按所述像素的特征图,使得所述分类层利用按所述ROI的按所述像素的特征图以生成关于各个所述ROI的所述客体信息后,(c2)使得损失层参照所述客体信息及与其对应的GT(Ground Truth:地面实况)算出至少一个客体损失,从而通过利用所述客体损失的反向传播学习所述第二1x1卷积层、所述第一1x1卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的步骤。

背景技术

[0002] 深度卷积神经网络(Deep Convolution Neural Network;Deep CNN)是深度学习领域发生的惊人的发展核心。CNN为了解决文字识别问题而自90年代以来开始使用,而像目前广泛使用是则多亏近来的研究结果。这种深度CNN在2012年ImageNet图像分类比赛打败其他竞争者获胜。自那以后卷积神经网络在机器学习(Machine Learning)领域成为了非常有用的工具。

[0003] 并且,CNN由在图像提取特征的特征提取器(Feature Extractor)及参照在图像内检测出的客体或特征提取器提取的特征识别图像的特征分类器(Feature Classifier)构成。

[0004] 并且,CNN的特征提取器由卷积层构成,特征分类器由能够对特征提取器提取的特征适用FC运算(Fully Connected Operation,完全连接运算)的FC层构成。

[0005] 但是,这种FC层具有需要对输入的所有特征生成加权值的不便,并且需要对输入的所有特征执行FC运算,因此具有计算运算量大的缺点。

[0006] 并且,FC层中,输入于FC层的图像的大小必须与FC层模型的指定大小一致。因此,包括这种FC层的CNN被输入与预先设定的大小不同的训练图像或测试图像的情况下,卷积层能够对训练图像或测试图像适用相应运算,但FC层被输入与所述指定大小不同的的大小的输入图像,因此无法对训练图像或测试图像适用相应运算。

[0007] 因此,本发明的发明者提出能够克服如上述的FC层的问题点的用于图像识别的CNN。

发明内容

[0008] 技术问题

[0009] 本发明的目的在于解决上述所有问题。

[0010] 本发明的另一目的在于提供能够与输入图像的大小无关地识别位于至少一个输入图像内的客体的用于图像识别的CNN。

[0011] 本发明的又一目的在于提供能够最小化用于特征分类的加权值的个数的用于图像识别的CNN。

[0012] 本发明的又一目的在于提供能够减少用于特征分类的计算运算量的用于图像识别的CNN。

[0013] 技术方案

[0014] 用于达成如上所述的本发明的目的及实现后述的本发明的特征性的效果的本发明的特征性的构成如下。

[0015] 根据本发明的一方面的学习用于图像识别的CNN的参数的方法,其特征在于,包括:(a)输入至少一个训练图像的情况下,学习装置(i)使得至少一个卷积层对在所述训练图像上裁切(Crop)ROI的区域并调整大小(Resize)生成的各个ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个客体的至少一个按所述ROI的ROI特征图,(ii)(ii-1)使得池化层对所述ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述ROI的池化的特征图,使得第一变换层(Transposing Layer)按所述ROI串联(Concatenating)按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素,或者(ii-2)使得所述池化层对所述ROI特征图适用池化运算以生成按所述ROI的池化的所述特征图,使得所述池化层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的所述像素以生成所述整合特征图的步骤;(b)所述学习装置使得第一1x1卷积层对所述整合特征图适用1x1卷积运算以生成体积(Volume)经过调整的第一调整特征图(Adjusted Feature Map),使得第二1x1卷积层对所述第一调整特征图适用1x1卷积运算以生成体积经过调整的第二调整特征图的步骤;以及(c)所述学习装置(c1)(i)使得第二变换层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按像素的特征图(Pixel-Wise Feature Map),使得分类层(Classifying Layer)利用按所述ROI的按所述像素的特征图生成关于各所述ROI的客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按所述像素的特征图,使得所述分类层利用按所述ROI的按所述像素的特征图以生成关于各个所述ROI的所述客体信息后,(c2)使得损失层参照所述客体信息及与其对应的GT(Ground Truth)算出至少

一个客体损失,从而通过利用所述客体损失的反向传播学习所述第二 1×1 卷积层、所述第一 1×1 卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的步骤。

[0016] 在一个实施例中,其特征在于,设所述ROI的个数为 N 、按所述ROI的池化的所述特征图的宽度为 $M1$ 、高度为 $M2$ 、按所述ROI的池化的所述特征图的信道个数为 J 的情况下,在所述(a)步骤,所述学习装置,(i)使得所述第一变换层将按所述ROI的池化的所述特征图变换成宽度 1 、高度 N 、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述整合特征图,或者(ii)使得所述池化层将按所述ROI的池化的所述特征图变换成宽度 1 、高度 N 、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述整合特征图。

[0017] 在一个实施例中,其特征在于,设所述第一 1×1 卷积层的过滤器的个数为 K 、所述第二 1×1 卷积层的过滤器的个数为 L 的情况下,在所述(b)步骤,所述学习装置,使得所述第一 1×1 卷积层生成具有宽度 N 、高度 1 、信道 K 的 $N \times 1 \times K$ 体积的所述第一调整特征图,使得所述第二 1×1 卷积层生成具有宽度 N 、高度 1 、信道 L 的 $N \times 1 \times L$ 的体积的所述第二调整特征图。

[0018] 在一个实施例中,其特征在于,在所述(c)步骤,所述学习装置,(i)使得所述第二变换层将所述第二调整特征图变换成具有对应于 N 个ROI中各ROI的宽度 1 、高度 1 、信道 L 的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述ROI的按所述像素的特征图,或者(ii)使得所述分类层将所述第二调整特征图变换成具有对应于 N 个ROI中各ROI的宽度 1 、高度 1 、信道 L 的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述ROI的按所述像素的特征图。

[0019] 在一个实施例中,其特征在于,所述分类层使用至少一个柔性最大化(Softmax)算法。

[0020] 根据本发明的一方面,测试用于图像识别的CNN的方法,其特征在于,包括:(a)学习装置,(1) (i)使得至少一个卷积层对在至少一个训练图像上裁切(Crop)学习用ROI的区域并调整大小(Resize)生成的各个学习用ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个学习用客体的至少一个按所述学习用ROI的学习用ROI特征图,(ii) (ii-1)使得池化层对所述学习用ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述学习用ROI的学习用的池化的特征图,使得第一变换层(Transposing Layer)按所述学习用ROI串联(Concatenating)按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成学习用整合特征图(Integrated Feature Map),或者(ii-2)使得所述池化层对所述学习用ROI特征图适用池化运算生成按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图,使得所述池化层按所述学习用ROI串联按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个所述像素生成所述学习用整合特征图,(2)使得第一 1×1 卷积层对所述学习用整合特征图适用 1×1 卷积运算生成体积(Volume)经过调整的学习用第一调整特征图(Adjusted Feature Map),使得第二 1×1 卷积层对所述学习用第一调整特征图适用 1×1 卷积运算生成体积经过调整的学习用第二调整特征图,(3) (3-1) (i)使得第二变换层按所述像素分离所述学习用第二调整特征图生成按所述学习用ROI的按学习用像素的特征图(Pixel-Wise Feature Map),使得分类层(Classifying Layer)利用按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图生成关于各个所述学习用ROI的学习用客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述学习用第二调整特征图生成按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图,使得所述分类层利用按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图生成关于各个所述学习用ROI的所述学习用客体信息后,(3-2)使得损失层参照所述学习用客体信息及与其对应的GT(Ground Truth)算出至少一个客体损失,从而通过利用所述客体

损失的反向传播学习了所述第二 1×1 卷积层、所述第一 1×1 卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的状态下,输入至少一个测试图像的情况下,测试装置,(i)使得所述卷积层对在所述测试图像上裁切(Crop)测试用ROI的区域并调整大小(Resize)生成的各个测试用ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个测试用客体的至少一个按所述测试用ROI的测试用ROI特征图,(ii) (ii-1)使得所述池化层对所述测试用ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述测试用ROI的测试用的池化的特征图,使得所述第一变换层(Transposing Layer)按所述测试用ROI串联(Concatenating)按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成测试用整合特征图(Integrated Feature Map),或者(ii-2)使得所述池化层对所述测试用ROI特征图适用池化运算生成按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图,使得所述池化层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个所述像素生成所述测试用整合特征图的步骤;b)所述测试装置使得所述第一 1×1 卷积层对所述测试用整合特征图适用 1×1 卷积运算生成体积(Volume)经过调整的测试用第一调整特征图(Adjusted Feature Map),使得所述第二 1×1 卷积层对所述测试用第一调整特征图适用 1×1 卷积运算生成体积经过调整的测试用第二调整特征图的步骤;以及(c)所述测试装置(i)使得所述第二变换层按所述像素分离所述测试用第二调整特征图生成按所述测试用ROI的按测试用像素的特征图(Pixel-Wise Feature Map),使得所述分类层利用按所述测试用ROI的所述测试用像素的特征图生成关于各个所述测试用ROI的测试用客体信息,或者(ii)使得所述分类层按所述像素分离所述测试用第二调整特征图生成按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图,使得所述分类层利用按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图生成关于各个所述测试用ROI的所述测试用客体信息的步骤。

[0021] 在一个实施例中,其特征不在于,设所述测试用ROI的个数为N、按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图的宽度为M1、高度为M2、按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图的信道个数为J的情况下,在所述(a)步骤,所述测试装置,(i)使得所述第一变换层将按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1\times M2\times J$ 的所述测试用整合特征图,或者(ii)使得所述池化层将按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1\times M2\times J$ 的所述测试用整合特征图。

[0022] 在一个实施例中,其特征不在于,设所述第一 1×1 卷积层的过滤器的个数为K、所述第二 1×1 卷积层的过滤器的个数为L的情况下,在所述(b)步骤,所述测试装置使得所述第一 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道K的 $N\times 1\times K$ 体积的所述测试用第一调整特征图,使得所述第二 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道L的 $N\times 1\times L$ 的体积的所述测试用第二调整特征图。

[0023] 在一个实施例中,其特征不在于,在所述(c)步骤,所述测试装置,(i)使得所述第二变换层将所述测试用第二调整特征图变换成具有对应于N个测试用ROI中各测试用ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1\times 1\times L$ 体积的按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图,或者(ii)使得所述分类层将所述测试用第二调整特征图变换成具有对应于N个测试用ROI中各测试用ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1\times 1\times L$ 的体积的按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图。

[0024] 在一个实施例中,其特征不在于,所述分类层使用至少一个柔性最大化(Softmax)算

法。

[0025] 根据本发明的又一方面的学习用于图像识别的CNN的参数学习装置,其特征在于,包括:至少一个存储器,其存储命令;以及至少一个处理器,其构成为运行用于执行(I) (i) 使得至少一个卷积层对在至少一个训练图像上裁切(Crop)ROI的区域并调整大小(Resize)生成的各个ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个客体的至少一个按所述ROI的ROI特征图,(ii) (ii-1) 使得池化层对所述ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述ROI的池化的特征图,使得第一变换层(Transposing Layer)按所述ROI串联(Concatenating)按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素,或者(ii-2) 使得所述池化层对所述ROI特征图适用池化运算以生成按所述ROI的池化的所述特征图,使得所述池化层按所述ROI串联按所述ROI的池化的所述特征图上的对应的相同的各个位置的所述像素以生成所述整合特征图的过程,(II) 使得第一1x1卷积层对所述整合特征图适用1x1卷积运算以生成体积(Volume)经过调整的第一调整特征图(Adjusted Feature Map),使得第二1x1卷积层对所述第一调整特征图适用1x1卷积运算以生成体积经过调整的第二调整特征图的过程;以及(III) (III-1) (i) 使得第二变换层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按像素的特征图(Pixel-Wise Feature Map),使得分类层(Classifying Layer)利用按所述ROI的按所述像素的特征图生成关于各所述ROI的客体信息,或者(ii) 使得所述分类层按所述像素分离所述第二调整特征图以生成按所述ROI的按所述像素的特征图,使得所述分类层利用按所述ROI的按所述像素的特征图以生成关于各个所述ROI的所述客体信息后,(III-2) 使得损失层参照所述客体信息及与其对应的GT(Ground Truth)算出至少一个客体损失,从而通过反向传播所述客体损失学习所述第二1x1卷积层、所述第一1x1卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的过程的所述命令。

[0026] 在一个实施例中,其特征在于,设所述ROI的个数为N、按所述ROI的池化的所述特征图的宽度为M1、高度为M2、按所述ROI的池化的所述特征图的信道个数为J的情况下,在所述(I)过程,所述处理器,(i) 使得所述第一变换层将按所述ROI的池化的所述特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述整合特征图,或者(ii) 使得所述池化层将按所述ROI的池化的所述特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述整合特征图。

[0027] 在一个实施例中,其特征在于,设所述第一1x1卷积层的过滤器的个数为K、所述第二1x1卷积层的过滤器的个数为L的情况下,在所述(II)过程,所述处理器使得所述第一1x1卷积层生成具有宽度N、高度1、信道K的 $N \times 1 \times K$ 体积的所述第一调整特征图,使得所述第二1x1卷积层生成具有宽度N、高度1、信道L的 $N \times 1 \times L$ 体积的所述第二调整特征图。

[0028] 在一个实施例中,其特征在于,在所述(III)过程,所述处理器,(i) 使得所述第二变换层将所述第二调整特征图变换成具有对应于N个ROI中各ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 的体积的按所述ROI的按所述像素的特征图,或者(ii) 使得所述分类层将所述第二调整特征图变换成具有对应于N个ROI中各ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 体积的按所述ROI的按所述像素的特征图。

[0029] 在一个实施例中,其特征在于,所述分类层使用至少一个柔性最大化(Softmax)算法。

[0030] 根据本发明的又一方面的测试用于图像识别的CNN的测试装置,其特征在于,包括:至少一个存储器,其存储命令;以及至少一个处理器,其构成为在学习装置,(1) (i) 使得

至少一个卷积层对在至少一个训练图像上裁切 (Crop) 学习用ROI的区域并调整大小 (Resize) 生成的各个学习用ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个学习用客体的至少一个按所述学习用ROI的学习用ROI特征图, (ii) (ii-1) 使得池化层对所述学习用ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述学习用ROI的学习用的池化的特征图, 使得第一变换层 (Transposing Layer) 按所述学习用ROI串联 (Concatenating) 按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成学习用整合特征图 (Integrated Feature Map), 或者 (ii-2) 使得所述池化层对所述学习用ROI特征图适用池化运算生成按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图, 使得所述池化层按所述学习用ROI串联按所述学习用ROI的所述学习用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个所述像素生成所述学习用整合特征图, (2) 使得第一1x1卷积层对所述学习用整合特征图适用1x1卷积运算生成体积 (Volume) 经过调整的学习用第一调整特征图 (Adjusted Feature Map), 使得第二1x1卷积层对所述学习用第一调整特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的学习用第二调整特征图, (3) (3-1) (i) 使得第二变换层按所述像素分离所述学习用第二调整特征图生成按所述学习用ROI的按学习用像素的特征图 (Pixel-Wise Feature Map), 使得分类层 (Classifying Layer) 利用按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图生成关于各个所述学习用ROI的学习用客体信息, 或者 ii) 使得所述分类层按所述像素分离所述学习用第二调整特征图生成按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图, 使得所述分类层利用按所述学习用ROI的按所述学习用像素的特征图生成关于各个所述学习用ROI的所述学习用客体信息后, (3-2) 使得损失层参照所述学习用客体信息及与其对应的GT (Ground Truth) 算出至少一个客体损失, 从而通过反向传播所述客体损失学习了所述第二1x1卷积层、所述第一1x1卷积层及所述卷积层中至少一部分的参数的状态下, 运行用于执行 (I) (i) 使得所述卷积层对在至少一个测试图像上裁切 (Crop) 测试用ROI的区域并调整大小 (Resize) 生成的各个测试用ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于至少一个测试用客体的至少一个按所述测试用ROI的测试用ROI特征图, (ii) (ii-1) 使得所述池化层对所述测试用ROI特征图适用至少一次池化运算生成按所述测试用ROI的测试用的池化的特征图, 使得所述第一变换层 (Transposing Layer) 按所述测试用ROI串联 (Concatenating) 按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成测试用整合特征图 (Integrated Feature Map), 或者 (ii-2) 使得所述池化层对所述测试用ROI特征图适用池化运算生成按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图, 使得所述池化层按所述测试用ROI串联按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个所述像素生成所述测试用整合特征图的过程, (II) 使得所述第一1x1卷积层对所述测试用整合特征图适用1x1卷积运算生成体积 (Volume) 经过调整的测试用第一调整特征图 (Adjusted Feature Map), 使得所述第二1x1卷积层对所述测试用第一调整特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的测试用第二调整特征图的过程, 以及 (III) (i) 使得所述第二变换层按所述像素分离所述测试用第二调整特征图生成按所述测试用ROI的按测试用像素的特征图 (Pixel-Wise Feature Map), 使得所述分类层利用按所述测试用ROI的所述测试用像素的特征图生成关于各个所述测试用ROI的测试用客体信息, 或者 (ii) 使得所述分类层按所述像素分离所述测试用第二调整特征图生成按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图, 使得所述分类层利用按所述测

试用ROI的按所述测试用像素的特征图生成关于各个所述测试用ROI的所述测试用客体信息的过程的所述命令。

[0031] 在一个实施例中,其特征在于,设所述测试用ROI的个数为N、按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图的宽度为M1、高度为M2、按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图的信道个数为J的情况下,在所述(I)过程,所述处理器,(i)使得所述第一变换层将按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述测试用整合特征图,或者(ii)使得所述池化层将按所述测试用ROI的所述测试用的池化的特征图变换成宽度1、高度N、信道 $M1 \times M2 \times J$ 的所述测试用整合特征图。

[0032] 在一个实施例中,其特征在于,设所述第一 1×1 卷积层的过滤器的个数为K、所述第二 1×1 卷积层的过滤器的个数为L的情况下,在所述(II)过程,所述处理器使得所述第一 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道K的 $N \times 1 \times K$ 体积的所述测试用第一调整特征图,使得所述第二 1×1 卷积层生成具有宽度N、高度1、信道L的 $N \times 1 \times L$ 的体积的所述测试用第二调整特征图。

[0033] 在一个实施例中,其特征在于,在所述(III)过程,所述处理器,(i)使得所述第二变换层将所述测试用第二调整特征图变换成具有对应于N个测试用ROI中各测试用ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 的体积的按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图,或者(ii)使得所述分类层将所述测试用第二调整特征图变换成具有对应于N个测试用ROI中各测试用ROI的宽度1、高度1、信道L的 $1 \times 1 \times L$ 的体积的按所述测试用ROI的按所述测试用像素的特征图。

[0034] 在一个实施例中,其特征在于,所述分类层使用至少一个柔性最大化(Softmax)算法。

[0035] 此外,还提供存储用于运行本发明的方法的计算机程序的计算机可读存储介质。

[0036] 技术效果

[0037] 本发明仅用卷积层实现用于图像识别的CNN,从而具有能够与输入图像的大小无关地识别位于输入图像内的客体的效果。

[0038] 并且,本发明仅用卷积层实现用于图像识别的CNN,从而具有相比于现有的利用FC层的情况能够最小化用于特征分类的加权值的个数的另一效果。

[0039] 并且,本发明仅用卷积层实现用于图像识别的CNN,从而具有相比于现有的利用FC层的情况能够减少用于特征分类的计算运算量的又一效果。

附图说明

[0040] 为了用于说明本发明的实施例而所附的以下附图只是本发明的实施例中的一部分而已,本发明所属技术领域的一般技术人员(以下“普通技术人员”)在未经过创造性劳动的情况下可基于这些附图得到其他附图。

[0041] 图1简要示出本发明的一个实施例的学习用于图像识别的CNN的学习装置;

[0042] 图2简要示出本发明的一个实施例的学习用于图像识别的CNN的方法;

[0043] 图3简要示出本发明的一个实施例的用于学习用于图像识别的CNN,使得池化层执行至少一次池化运算生成的按ROI的池化的特征图;

[0044] 图4简要示出本发明的一个实施例的用于学习用于图像识别的CNN,使用按ROI的

池化的特征图生成的整合特征图；

[0045] 图5a及图5b分别简要示出本发明的一个实施例的(i)使得第一1x1卷积层对整合特征图适用至少一次卷积运算而生成的第一调整特征图，(ii)使得第二1x1卷积层对第一调整特征图适用卷积运算而生成的第二调整特征图；

[0046] 图6简要示出本发明的一个实施例的用于学习用于图像识别的CNN，利用第二调整特征图生成的按ROI的按像素的特征图(Pixel-Wise Feature Map)；

[0047] 图7简要示出本发明的一个实施例的测试用于图像识别的CNN的测试装置；

[0048] 图8简要示出本发明的一个实施例的测试用于图像识别的CNN的方法。

[0049] 附图标记说明

[0050] 100:学习装置 200:测试装置

[0051] 110、210:通信部 120、220:处理器

[0052] 130:数据库

具体实施方式

[0053] 为了明确本发明的目的，技术方案及优点，以下参见示出能够实施本发明的特定实施例的附图对本发明进行详细说明。通过详细说明这些实施例使得本领域普通技术人员足以实施本发明。

[0054] 并且，在本发明的具体说明及权利要求中，“包括”这一术语及其变形并非将其他技术特征、附加物、构成要素或步骤除外。普通技术人员能够从本说明获知本发明的其他目的、优点及特性中的一部分，并且一部分可从本发明的实施获知。以下例示及附图作为实例提供，目的并非限定本发明。

[0055] 并且，本发明包括本说明书中示出的实施例的所有可能的组合。本发明的多种实施例虽各不相同，但无需相互排斥。例如，在此记载的特定形状、结构及特性在一个实施例中不超出本发明的技术思想及范围的前提下可以通过其他实施例实现。另外，应理解在不超出本发明的技术思想及范围的前提下，公开的各实施例内的个别构成要素的位置或配置是可以变更的。因此以下具体说明并非以限定为目的，确切来讲，本发明的范围为技术方案所记载的范围及与之等同的所有范围。在附图中类似的附图标记在各方面表示相同或类似的功能。

[0056] 本发明所述的各种图像可包括铺装或非铺装道路相关图像，该情况下可想到道路环境中可能出现的物体(例如，汽车、人、动物、植物、物件、建筑物、飞机或无人机之类的飞行器、其他障碍物)，但并不局限于此，本发明所述的各种图像还可以是与道路无关的图像(例如，非铺装道路、胡同、空地、大海、湖泊、河流、山川、草地、沙漠、天空、室内相关的图像)，该情况下，可想到非铺装道路、胡同、空地、大海、湖泊、河流、山川、草地、沙漠、天空、室内环境中可能出现的物体(例如汽车、人、动物、植物、物件、建筑物、飞机或无人机之类的飞行器、其他障碍物)，但并不局限于此。

[0057] 以下，为了使得本发明所属技术领域的普通技术人员能够轻易地实施本发明，参见关于本发明的优选实施例的附图进行具体说明。

[0058] 图1简要示出本发明的一个实施例的学习用于图像识别的CNN的学习装置100，参见图1，学习装置100可以包括通信部110及处理器120。

[0059] 首先,通信部110可以接收至少一个训练图像。

[0060] 此时,训练图像可以存储于数据库130,数据库130可以存储有对应于训练图像的对于至少一个客体中至少一个的类信息的至少一个GT(Ground Truth)以及对于各客体的位置信息的至少一个GT。

[0061] 并且,学习装置还可以包括能够存储用于执行以下过程的计算机可读命令(Instruction)的存储器115。根据一个实施例,处理器、存储器、介质等可以整合为整合处理器(Integrated Processor)。

[0062] 之后,处理器120可执行(i)使得至少一个卷积层对在训练图像上裁切(Crop)ROI的区域并调整大小(Resize)生成的各个ROI图像适用至少一次卷积运算生成对应于客体的至少一个按ROI的ROI特征图的过程,或者(ii)(ii-1)使得池化层对ROI特征图适用至少一次池化运算生成按ROI的池化的特征图,使得第一变换层(Transposing Layer)按ROI串联(Concatenating)按ROI的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素,或者(ii-2)使得池化层对ROI特征图适用池化运算以生成按ROI的池化的特征图,使得池化层按ROI串联按ROI的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的像素以生成整合特征图的过程。并且,处理器120可执行使得第一1x1卷积层对整合特征图适用1x1卷积运算以生成体积(Volume)经过调整的第一调整特征图(Adjusted Feature Map),使得第二1x1卷积层对第一调整特征图适用1x1卷积运算以生成体积经过调整的第二调整特征图的过程。

[0063] 之后,处理器120可执行(i)使得第二变换层按像素分离第二调整特征图以生成按ROI的按像素的特征图(Pixel-Wise Feature Map),使得分类层(Classifying Layer)利用按ROI的按像素的特征图生成关于各ROI的客体信息,或者(ii)使得分类层按像素分离第二调整特征图以生成按ROI的按像素的特征图,使得分类层利用按ROI的按像素的特征图生成关于各个ROI的客体信息的过程。并且,处理器120可执行使得损失层参照客体信息及与其对应的GT算出至少一个客体损失,从而通过利用客体损失的反向传播学习第二1x1卷积层、第一1x1卷积层及卷积层中至少一部分的参数的过程。

[0064] 此时,本发明的一个实施例的学习装置100是计算装置,只要是安装处理器的具有运算能力的装置都可以作为本发明的学习装置100采用。并且,图1中只显示了一个学习装置100,但不限于此,学习装置可分为多个执行作用。

[0065] 参照图2说明利用如此构成的本发明的一个实施例的学习装置100学习用于图像识别的CNN的方法如下。

[0066] 首先,输入训练图像的情况下,学习装置100能够使得卷积层121对在训练图像上裁切ROI的区域并调整大小生成的按ROI的图像适用卷积运算生成对应于各个客体的至少一个按ROI的ROI特征图。此时,为了对ROI图像依次适用卷积运算,卷积层121可以是一个卷积层或多个卷积层。

[0067] 之后,学习装置100能够使得池化层122对按ROI的ROI特征图适用池化运算生成按ROI的池化的特征图。

[0068] 作为一例,参见图3,设ROI的个数为N、按ROI的池化的特征图P1、P2、...、PN的宽度为M1、高度为M2、按ROI的池化的特征图P1、P2、...、PN的信道个数为J的情况下,按ROI的池化的特征图P1、P2、...、PN可以分别具有M1xM2xJ体积。

[0069] 之后,学习装置100能够使得第一变换层123按ROI串联从池化层122输出的按ROI

的池化的特征图 P_1 、 P_2 、 $\dots$ 、 P_N 上的对应的相同的各个位置的各个像素生成整合特征图。

[0070] 作为一例,参见图3及图4,设图3的各个按ROI的池化的特征图 P_1 、 P_2 、 $\dots$ 、 P_N 上的第一个像素分别为 R_1F_{11} 、 R_2F_{11} 、 $\dots$ 、 R_NF_{11} 的情况下,串联 R_1F_{11} 、 R_2F_{11} 、 $\dots$ 、 R_NF_{11} ,如图4中对应于所有信道中第一个信道的最前面的线生成宽度 N 、高度1的整合特征图400的第一部分,并且对各个按ROI的池化的特征图 P_1 、 P_2 、 $\dots$ 、 P_N 的像素的剩余部分也反复执行该过程。并且能够与按ROI的池化的特征图 P_1 、 P_2 、 $\dots$ 、 P_N 中的像素个数相同地生成信道个数为 $M_1 \times M_2 \times J$ 的整合特征图400。

[0071] 如前所述说明,学习装置100能够使得第一变换层123利用从池化层122输出的按ROI的池化的特征图 P_1 、 P_2 、 $\dots$ 、 P_N 生成整合特征图400。作为另一例,学习装置100可以不使用第一变换层123而是使得池化层122生成整合特征图。即,作为另一例,学习装置100能够使得池化层122对在初始特征图上对应于各个ROI的各个区域适用池化运算以生成按ROI的池化的特征图 P_1 、 P_2 、 $\dots$ 、 P_N ,使得按ROI串联按ROI的池化的特征图 P_1 、 P_2 、 $\dots$ 、 P_N 上的对应的相同的各个位置的各个像素生成整合特征图400。

[0072] 之后,学习装置100能够执行使得第一 1×1 卷积层124对整合特征图400适用 1×1 卷积运算以生成体积(Volume)经过调整的第一调整特征图,使得第二 1×1 卷积层125对第一调整特征图适用 1×1 卷积运算以生成体积经过调整的第二调整特征图的过程。

[0073] 作为一例,参见图5a及图5b,设第一 1×1 卷积层124的过滤器的个数为 K ,第二 1×1 卷积层125的过滤器的个数为 L 的情况下,学习装置100能够执行使得第一 1×1 卷积层124对图4的整合特征图适用 1×1 卷积运算以生成具有如图5a所示的宽度 N 、高度1、信道个数 K 的 $N \times 1 \times K$ 体积的第一调整特征图500A,使得第二 1×1 卷积层125对第一调整特征图500A适用 1×1 卷积运算生成具有如图5b所示的宽度 N 、高度1、信道个数 L 的 $N \times 1 \times L$ 体积的第二调整特征图500B的过程。

[0074] 之后,学习装置100能够使得第二变换层126按像素分离第二调整特征图500B以生成按ROI的按像素的特征图。

[0075] 作为一例,参见图6,学习装置100能够使得第二变换层126按像素分离具有如图5b所示的宽度 N 、高度1、信道个数 L 体积的第二调整特征图500B以按ROI生成宽度1、高度1、信道个数 L 的按像素的特征图 PW_1 、 PW_2 、 $\dots$ 、 PW_N 。

[0076] 之后,学习装置100能够使得分类层127利用按ROI的按像素的特征图 PW_1 、 PW_2 、 $\dots$ 、及 PW_N 生成关于各个ROI客体信息。此时,分类层127能够使用至少一个柔性最大化(Softmax)算法,可生成表示包含于各个ROI内的各个客体为何种客体的认知结果,可以使得生成关于认知结果为正确答案的可能性的概率信息。进一步地,客体信息还可以包括各个客体位于训练图像内的位置信息。

[0077] 如前所述,第二变换层126能够利用第二调整特征图500B按ROI生成按像素的特征图 PW_1 、 PW_2 、 $\dots$ 、及 PW_N 。作为另一例,分类层127可以不使用第二变换层126而是利用第二调整特征图500B生成按ROI的按像素的特征图 PW_1 、 PW_2 、 $\dots$ 、及 PW_N 。即,作为另一例,学习装置100能够使得分类层127按像素分离第二调整特征图500B生成按ROI的按像素的特征图 PW_1 、 PW_2 、 $\dots$ 、及 PW_N ,使得分类层127利用按ROI的按像素的特征图 PW_1 、 PW_2 、 $\dots$ 、及 PW_N 生成关于各个ROI的客体信息。

[0078] 之后,学习装置100使得损失层128参照客体信息及与其对应的GT算出至少一个客

体损失,从而能够通过利用客体损失的反向传播学习第二1x1卷积层125、第一1x1卷积层124及卷积层121中至少一部分的参数。

[0079] 如上所述,本发明的一个实施例的用于图像识别的CNN仅由卷积层构成,因此能够与输入图像的大小无关地识别输入图像内的客体。并且,本发明的一个实施例的用于图像识别的CNN能够通过适用1x1卷积层的LC运算(Local Connected Operation,局部连接运算),相比于现有的FC层的FC运算(Fully Connected Operation,完全连接运算)减少计算运算量。

[0080] 图7简要示出本发明的一个实施例的测试用于图像识别的CNN的测试装置200,参见图7,测试装置200可包括通信部210及处理器220。

[0081] 并且,测试装置还可以包括能够存储用于执行以下过程的计算机可读命令(Instruction)的存储器215。根据一个实施例,处理器、存储器、介质等可以整合为整合处理器(Integrated Processor)。

[0082] 作为参考,在以下说明为了避免混淆,对于与前述说明的学习过程相关的术语添加“学习用”这一语句,对于与测试过程相关的术语添加“测试用”这一语句。

[0083] 首先,通信部210能够获取至少一个测试图像。

[0084] 此时,本发明的一个实施例的用于图像识别的CNN可以是已经通过参照图1至图6说明的学习方法学习的状态。

[0085] 即,可以是获取了至少一个训练图像的情况下,学习装置执行了(a) (i)使得至少一个卷积层对在训练图像上裁切(Crop)学习用ROI的区域并调整大小(Resize)生成的各个学习用ROI图像适用卷积运算,生成对应于至少一个学习用客体的至少一个按学习用ROI的学习用ROI特征图,(ii) (ii-1)使得池化层对学习用ROI特征图适用池化运算生成按学习用ROI的学习用池化的特征图,使得第一变换层(Transposing Layer)按学习用ROI串联(Concatenating)按学习用ROI的学习用池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成学习用整合特征图(Integrated Feature Map),或者(ii-2)使得池化层对学习用ROI特征图适用池化运算生成按学习用ROI的学习用的池化的特征图,使得池化层按学习用ROI串联按学习用ROI的学习用池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素生成学习用整合特征图的过程;(b)使得第一1x1卷积层对学习用整合特征图适用1x1卷积运算生成体积(Volume)经过调整的学习用第一调整特征图(Adjusted Feature Map),使第二1x1卷积层对学习用第一调整特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的学习用第二调整特征图的过程;及(c) (c1) (i)使得第二变换层按像素分离学习用第二调整特征图生成按学习用ROI的按学习用像素的特征图(Pixel-Wise Feature Map),使得分类层(Classifying Layer)利用按学习用ROI的按学习用像素的特征图生成关于各个学习用ROI的学习用客体信息,或者(ii)使得分类层按像素分离学习用第二调整特征图生成按学习用ROI的按学习用像素的特征图,使得分类层利用按学习用ROI的按学习用像素的特征图生成关于各个学习用ROI的学习用客体信息后,(c2)使得损失层参照学习用客体信息及与其对应的GT(Ground Truth)算出至少一个客体损失,从而通过利用客体损失的反向传播学习第二1x1卷积层、第一1x1卷积层及卷积层中至少一部分的参数的过程的状态。

[0086] 之后,处理器220可以执行(i)使得卷积层对在测试图像上裁切(Crop)测试用ROI的区域并调整大小(Resize)而生成的各个测试用ROI图像适用卷积运算,生成对应于至少

一个测试用客体的至少一个按测试用ROI的测试用ROI特征图, (ii) (ii-1) 使得池化层对测试用ROI特征图适用池化运算生成按测试用ROI的测试用的池化的特征图, 使得第一变换层 (Transposing Layer) 按测试用ROI串联 (Concatenating) 按测试用ROI的测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素, 生成测试用整合特征图 (Integrated Feature Map), 或者 (ii-2) 使得池化层对测试用ROI特征图适用池化运算生成按测试用ROI的测试用的池化的特征图, 使得池化层按测试用ROI串联按测试用ROI的测试用的池化的特征图上的对应的相同的各个位置的各个像素, 生成测试用整合特征图的过程。并且, 处理器220可以执行使得第一1x1卷积层对测试用整合特征图适用1x1卷积运算生成体积 (Volume) 经过调整的测试用第一调整特征图 (Adjusted Feature Map), 使得第二1x1卷积层对测试用第一调整特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的测试用第二调整特征图的过程。之后, 处理器220可以执行 (i) 使得第二变换层按像素分离测试用第二调整特征图生成按测试用ROI的按测试用像素的特征图 (Pixel-Wise Feature Map), 使得分类层 (Classifying Layer) 利用按测试用ROI的按测试用像素的特征图生成对各个测试用ROI的测试用客体信息, 或者 (ii) 使得类层按像素分离测试用第二调整特征图生成按测试用ROI的按测试用像素的特征图, 使得分类层利用按测试用ROI的按测试用像素的特征图生成关于各个测试用ROI的测试用客体信息的过程。

[0087] 此时, 本发明的一个实施例的测试装置200是计算装置, 只要是安装处理器的具有运算能力的装置都可以作为本发明的测试装置200采用。并且, 图7中仅显示了一个测试装置200, 但不限于此, 测试装置可以分成多个执行作用。

[0088] 参见图8说明利用如此构成的本发明的一个实施例的测试装置200测试用于图像识别的CNN的方法如下。以下说明中, 省略对能够从参见图1至图6说明的学习方法易于理解的部分的具体说明。

[0089] 首先, 通过参见图1至图6说明的学习方法学习了卷积层221、第一1x1卷积层224及第二1x1卷积层225中的至少一部分参数的状态下, 输入测试图像的情况下, 测试装置200使得卷积层221对在测试图像上裁切 (Crop) 测试用ROI的区域并调整大小 (Resize) 而生成的各个测试用ROI图像适用至少一次卷积运算, 生成对应于测试用客体的按测试用ROI的测试用ROI特征图。此时, 为了对测试用ROI图像依次适用卷积运算, 卷积层221可以是一个卷积层或多个卷积层。

[0090] 之后, 测试装置200能够使得池化层222对按第一测试用ROI的测试用ROI特征图适用池化运算生成按测试用ROI的测试用的池化的特征图。

[0091] 之后, 测试装置200能够使得第一变换层223按测试用ROI串联从池化层222输出的按测试用ROI的测试用的池化的特征图上对应的相同的各个位置的各个像素生成测试用整合特征图。

[0092] 如上述说明, 测试装置200使得第一变换层223利用从池化层222输出的按测试用ROI的测试用的池化的特征图生成了测试用整合特征图。作为另一例, 测试装置200可以不使用第一变换层223而是使得池化层222生成测试用整合特征图。即, 测试装置200能够使得池化层222对按测试用ROI的测试用ROI特征图适用池化运算生成按测试用ROI的测试用的池化的特征图, 按测试用ROI串联按测试用ROI的测试用的池化的特征图上对应的相同的各个位置的各个像素生成测试用整合特征图。

[0093] 之后,测试装置200能够执行使得第一1x1卷积层224对测试用整合特征图适用1x1卷积运算生成体积(Volume)经过调整的测试用第一调整特征图,使得第二1x1卷积层225对测试用第一调整特征图适用1x1卷积运算生成体积经过调整的测试用第二调整特征图的过程。

[0094] 之后,测试装置200能够使得第二变换层226按像素分离测试用第二调整特征图生成按测试用ROI的按测试用像素的特征图。

[0095] 之后,测试装置200能够使得分类层227利用按测试用ROI的按测试用像素的特征图生成关于各个测试用ROI的测试用客体信息。此时,分类层227可以使用柔性最大化(Softmax)算法,可以生成表示包含于各个测试用ROI内的各个测试用客体为何种客体的认知结果,生成关于认知结果可能为正确答案的概率信息。进一步地,测试用客体信息还可以包括各个测试用客体位于测试图像内的位置信息。

[0096] 如上述说明,第二变换层226能够利用测试用第二调整特征图生成按测试用ROI的测试用像素的特征图。作为另一例,分类层227可以不使用第二变换层226而是利用测试用第二调整特征图生成按测试用ROI的按测试用像素的特征图。即,测试装置200能够使得分类层227按像素分离测试用第二调整特征图生成按测试用ROI的按测试用像素的特征图,使得分类层227利用按测试用ROI的按测试用像素的特征图生成关于各个测试用ROI的测试用客体信息。

[0097] 在本方法中由于同一处理器执行卷积运算及FC运算,因此能够减小芯片(Chip)的尺寸优化硬件以满足KPI(Key Performance Index,关键绩效指标)。因此,无需在半导体制作过程中添加另外的线,具有电力节俭、增加半导体模(Die)内代替FC模块设置其他模块的空间等优点。

[0098] 并且,以上说明的本发明的实施例可实现为能够通过多种计算机构成要素执行的程序命令的形态存储在计算机可读存储介质中。所述计算机可读存储介质可包括程序命令、数据文件、数据结构等或其组合。存储在所述计算机可读存储介质中的程序命令可以是为本发明而专门设计和构成的,但也可以是计算机软件领域的技术人员公知使用的。计算机可读存储介质例如可以是硬盘、软盘及磁带之类的磁介质、CD-ROM、DVD之类的光存储介质、软光盘(floptical disk)之类的磁-光介质(magneto-optical media)及ROM、RAM、闪存存储器等为了存储和执行程序命令而专门构成的硬件装置。并且,程序命令的例不仅包括通过编译器得到的机器代码,还包括能够通过解释器由计算机运行的高级语言代码。所述硬件装置可构成为为了执行本发明的处理而作为一个以上的软件模块工作,反之相同。

[0099] 以上本发明通过具体构成要素等特定事项与限定的实施例及附图进行了说明,但是其目的只是用于帮助更全面的理解,本发明并不限于上述实施例,本发明所属领域的普通技术人员可根据以上记载想到多种修改及变更。

[0100] 因此本发明的思想不应局限于以上说明的实施例,应理解所述权利要求范围及与该权利要求范围等同或等价变形的所有一切都属于本发明思想的范畴。

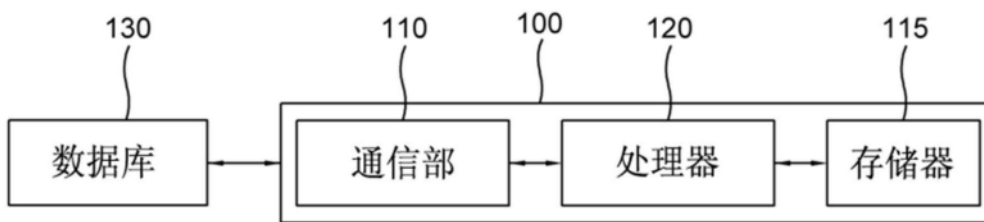


图1

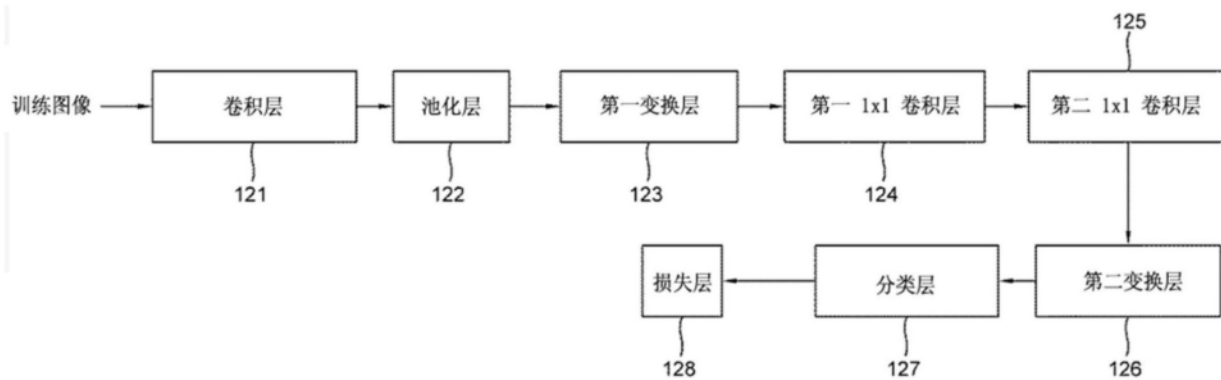


图2

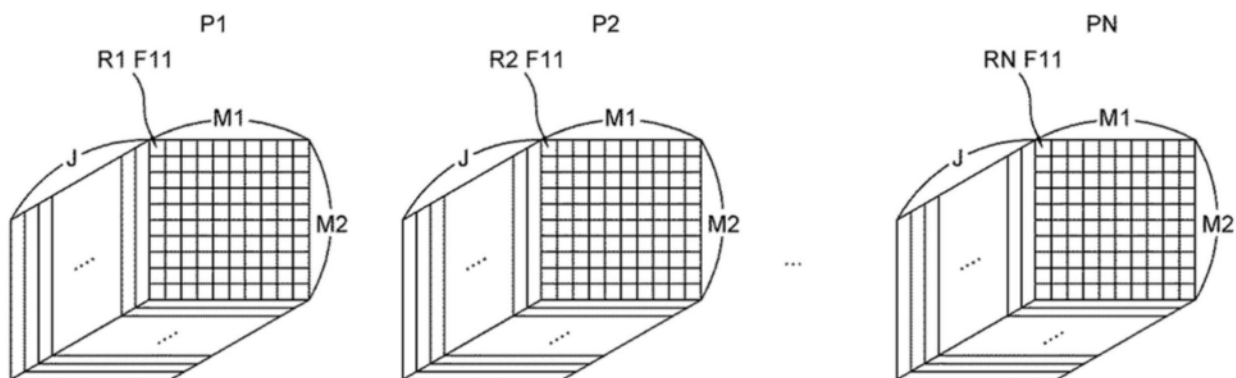


图3

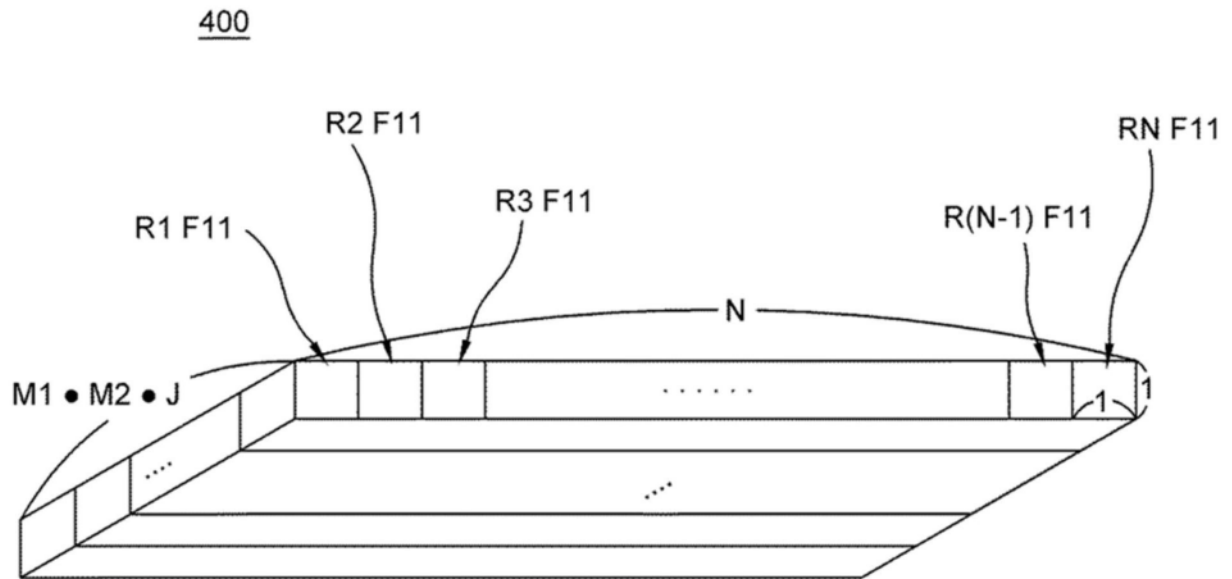


图4

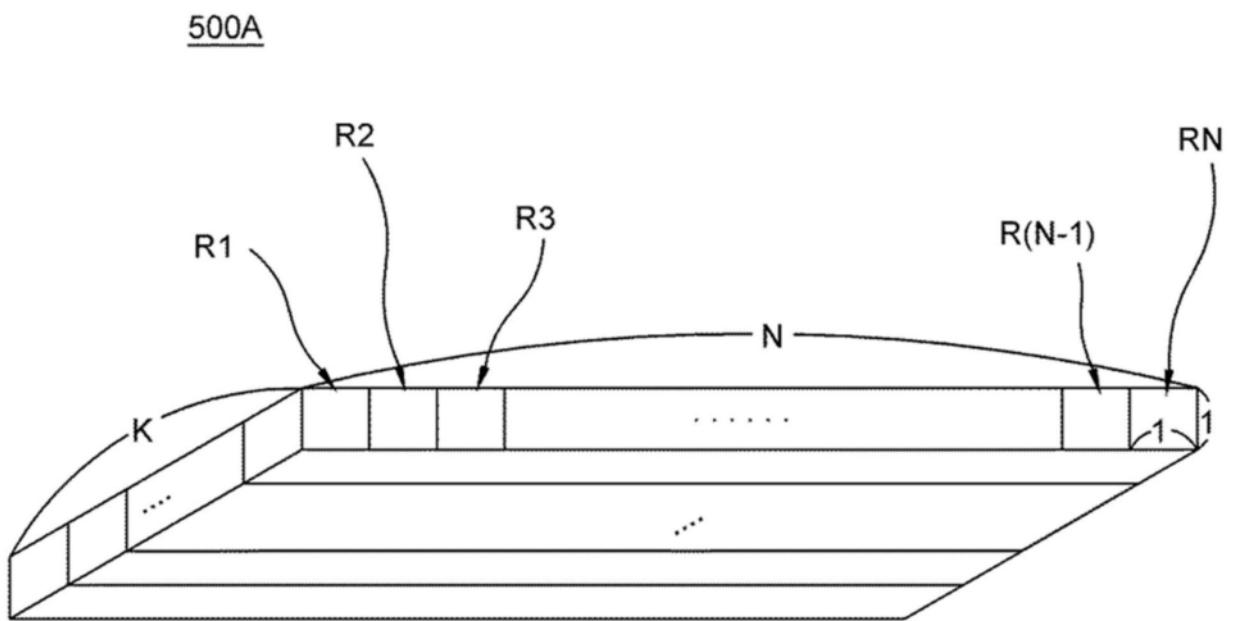


图5a

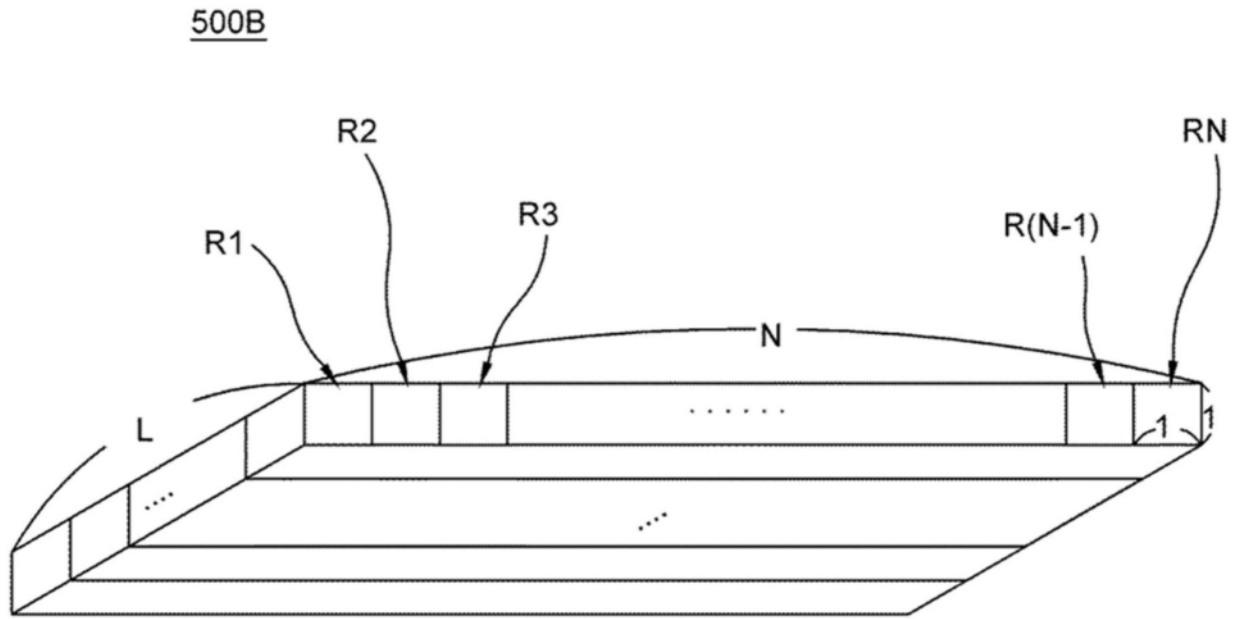


图5b

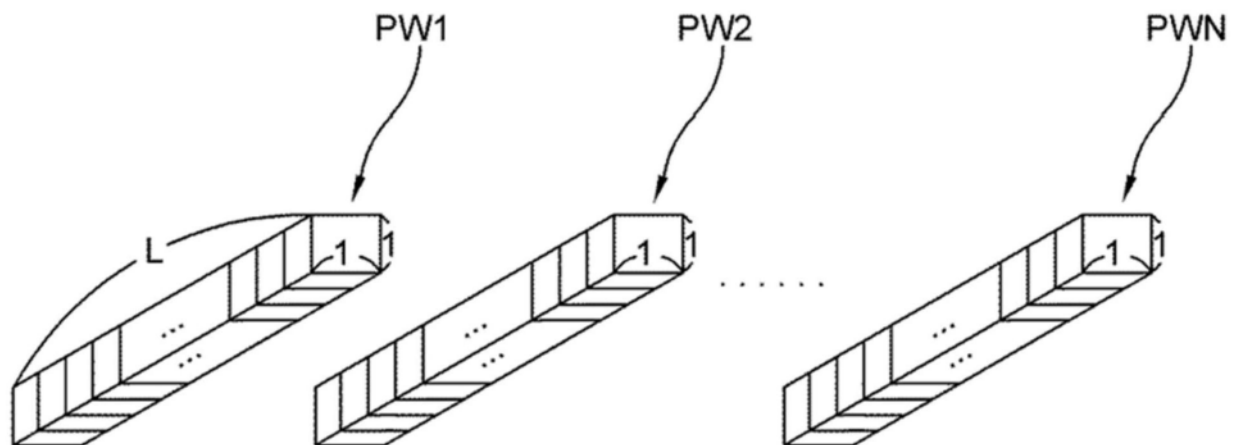


图6

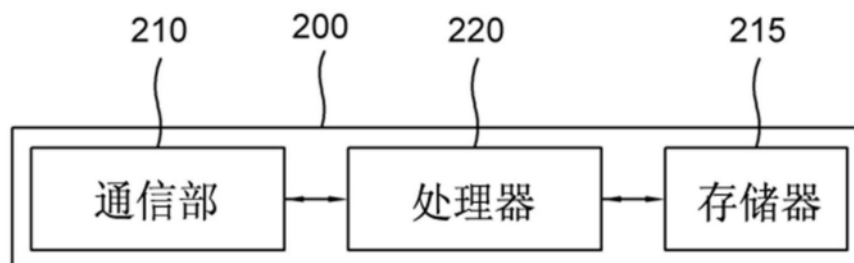


图7

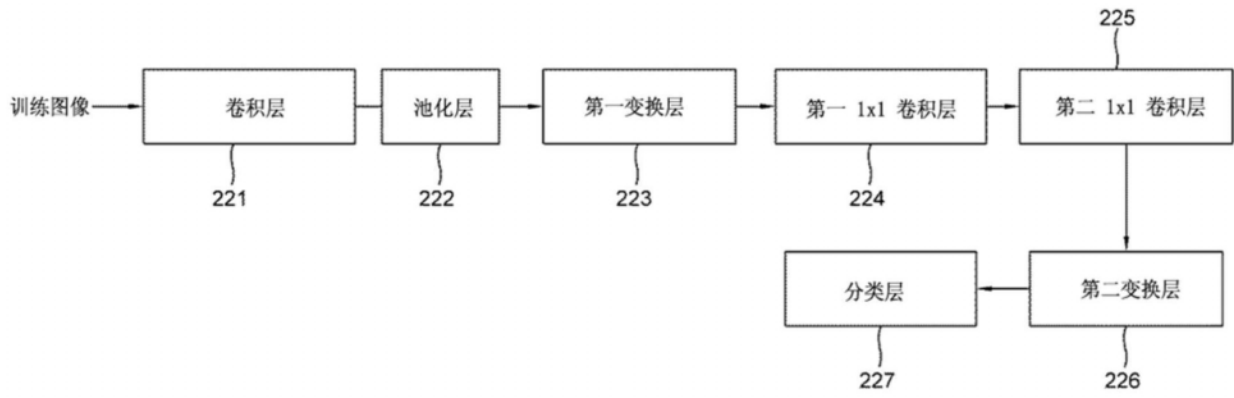


图8