



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115035280 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 19

(21) 申请号 202210509461.6

(22) 申请日 2022.05.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115035280 A

(43) 申请公布日 2022.09.09

(73) 专利权人 华南农业大学

地址 510630 广东省广州市天河区五山路

483号华南农业大学

专利权人 人工智能与数字经济广东省实验
室(广州)

(72) 发明人 吕石磊 赵娅雯 李震 薛秀云

洪添胜 姜晟 李锐尧

(74) 专利代理机构 广东南北知识产权代理事务

所(普通合伙) 44918

专利代理师 朱名海

(51) Int.Cl.

G06V 10/10 (2022.01)

G06V 10/764 (2022.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

G06V 10/774 (2022.01)

G06T 3/04 (2024.01)

G06T 3/4038 (2024.01)

G06T 3/60 (2024.01)

G06V 10/80 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 113034548 A, 2021.06.25

CN 113177560 A, 2021.07.27

审查员 王闪

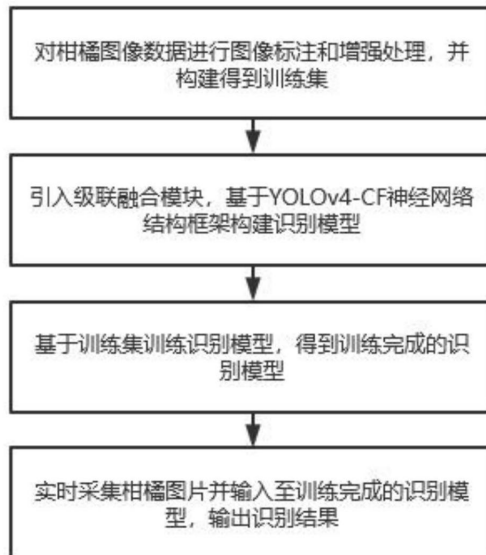
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法及轻量
级计算系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法及轻量级计算系统,该方法包括:对柑橘花图像数据进行图像标注和增强处理,并构建得到训练集;引入级联融合模块,基于YOLOv4-CF神经网络结构框架构建识别模型;基于训练集训练识别模型,得到训练完成的识别模型;实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型,输出识别结果。该系统存储有如上所述基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法。通过使用本发明,能够实时对柑橘花进行精确识别。本发明作为一种基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法及轻量级计算系统,可广泛应用于检测识别领域。



1. 基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法,其特征在于,包括以下步骤:
对柑橘花图像数据进行图像标注和增强处理,并构建得到训练集;
引入级联融合模块,基于YOLOv4-CF神经网络结构框架构建识别模型;
基于训练集训练识别模型,得到训练完成的识别模型;
实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型,输出识别结果;
所述引入级联融合模块,基于YOLOv4-CF神经网络结构框架构建识别模型这一步骤,其具体包括:

引入级联融合模块,将YOLOv4-CF神经网络结构框架中的CSPBlock进行替换并剪枝,得到识别模型;

所述识别模型包括输入层、CBL模块、级联融合模块、特征金字塔和检测头;

所述实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型,输出识别结果这一步骤,其具体包括:

实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型的输入层;

基于CBL模块,根据预设维度对输入层的数据进行处理,提取不同层次的语义信息;

基于多尺度特征融合模块对不同层次的语义信息进行融合,分离上下文特征信息,得到输出特征图;

基于特征金字塔对输出特征图进行融合,得到融合特征;

基于检测头对融合特征进行处理,输出识别结果;

基于多尺度特征融合模块对不同层次的语义信息进行融合,分离上下文特征信息,得到输出特征图这一步骤,其具体包括:

根据不同层次的语义信息进行特征图提取,得到不同尺度的特征图;

基于多尺度特征融合层,将不同尺度的特征图采样至同样大小并进行融合,得到初步特征;

基于通道混洗,将初步特征图分组并组合得到初步特征矩阵,将初步特征矩阵进行逆转置并分组,得到输出特征图。

2. 根据权利要求1所述基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法,其特征在于,所述对柑橘花图像数据进行图像标注和增强处理,并构建得到训练集这一步骤,其具体包括:

基于采集设备获取柑橘花图像,得到柑橘花图像数据;

基于labelImg对柑橘花图像数据进行标注,得到带标注图像数据;

对带标注图像进行翻转、高斯模糊、色域变换、缩放尺寸并拼接的增强处理,得到增强后的数据集;

将增强后的数据集按照预设比例划分,得到训练集和测试集。

3. 根据权利要求2所述基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法,其特征在于,所述基于训练集训练识别模型,得到训练完成的识别模型这一步骤,其具体包括:

以训练集中的带标注图像数据为输入,真实标签为输出,训练识别模型;

基于测试集对识别模型进行验证,判断到识别结果准确率大于预设阈值,得到训练完成的识别模型。

4. 一种轻量级计算系统,其特征在于,存储有如权利要求3所述基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法:

Ultra96-V2开发平台,包括ARM 处理子系统和可编程逻辑部分;
所述ARM 处理子系统用于对图像数据进行处理;
所述可编程逻辑部分用于对识别模型进行编译和存储处理。

基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法及轻量级计算系统

技术领域

[0001] 本发明涉及检测识别领域,尤其涉及一种基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法及轻量级计算系统。

背景技术

[0002] 果园花期管理,是丰产优质的关键环节。柑橘花期通过机器视觉对柑橘果园进行实时监测,可以更好的对柑橘花合理修剪,以改善通风透光条件,疏花保果,调节生长和结果的关系,增强树体营养水平,提高坐果率。由于柑橘树开花数量多,单株花量达数千至数万朵不等,柑橘果园一般建设在丘陵山区,果园作业环境复杂,常规中、大型装备难以进入大坡度的果园进行作业,另外,不论是人工统计还是机器识别都无法做到精确地统计柑橘花朵花苞数量,大部分柑橘果园仍是果农用肉眼和经验进行花量预估,效率低且准确率难以保证。

发明内容

[0003] 为了解决上述技术问题,本发明的目的是提供一种基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法及轻量级计算系统,能够实时对柑橘花进行精确识别。

[0004] 本发明所采用的第一技术方案是:基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法,包括以下步骤:

[0005] 对柑橘花图像数据进行图像标注和增强处理,并构建得到训练集;

[0006] 引入级联融合模块,基于YOLOv4-CF神经网络结构框架构建识别模型;

[0007] 基于训练集训练识别模型,得到训练完成的识别模型;

[0008] 实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型,输出识别结果。

[0009] 进一步,所述对柑橘花图像数据进行图像标注和增强处理,并构建得到训练集这一步骤,其具体包括:

[0010] 基于采集设备获取柑橘花图像,得到柑橘花图像数据;

[0011] 基于labelImg对柑橘花图像数据进行标注,得到带标注图像数据;

[0012] 对带标注图像进行翻转、高斯模糊、色域变换、缩放尺寸并拼接的增强处理,得到增强后的数据集;

[0013] 将增强后的数据集按照预设比例划分,得到训练集和测试集。

[0014] 进一步,所述引入级联融合模块,基于YOLOv4-CF神经网络结构框架构建识别模型这一步骤,其具体包括:

[0015] 引入级联融合模块,将YOLOv4-CF神经网络结构框架中的CSPBlock进行替换并剪枝,得到识别模型;

[0016] 所述识别模型包括输入层、CBL模块、级联融合模块、特征金字塔和检测头。

[0017] 进一步,所述基于训练集训练识别模型,得到训练完成的识别模型这一步骤,其具体包括:

- [0018] 以训练集中的带标注图像数据为输入,真实标签为输出,训练识别模型;
- [0019] 基于测试集对识别模型进行验证,判断到识别结果准确率大于预设阈值,得到训练完成的识别模型。
- [0020] 进一步,所述实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型,输出识别结果这一步骤,其具体包括:
- [0021] 实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型的输入层;
- [0022] 基于CBL模块,根据预设维度对输入层的数据进行处理,提取不同层次的语义信息;
- [0023] 基于多尺度特征融合模块对不同层次的语义信息进行融合,分离上下文特征信息,得到输出特征图;
- [0024] 基于特征金字塔对特征图进行融合,得到融合特征;
- [0025] 基于检测头对融合特征进行处理,输出识别结果。
- [0026] 进一步,所述基于多尺度特征融合模块对不同层次的语义信息进行融合,分离上下文特征信息,得到输出特征图这一步骤,其具体包括:
- [0027] 基于基于多尺度特征融合模块,根据不同层次的语义信息进行特征图提取,得到初步特征图;
- [0028] 基于通道混洗,将初步特征图分组并组合得到初步特征矩阵,将初步特征矩阵进行逆转置并分组,得到输出特征特征图。
- [0029] 本发明所采用的第二技术方案是:一种轻量级计算系统,存储有如权利要求6所述基于 YOLO的柑橘花朵花苞识别方法:
- [0030] Ultra96-V2开发平台,包括ARM处理子系统和可编程逻辑部分;
- [0031] 所述ARM处理子系统用于对图像数据进行处理;
- [0032] 所述可编程逻辑部分用于对识别模型进行编译和存储处理。
- [0033] 本发明方法及系统的有益效果是:本发明通过引入级联融合模块改进YOLOv4-CF神经网络并构建识别模型,使得识别模型在保持原模型大小几乎不变的情况下解决模型过拟合的问题并增强柑橘花朵花苞检测模型的表征能力,提升柑橘花朵花苞识别的准确率。

附图说明

- [0034] 图1是本发明一种基于YOLO的柑橘花朵花苞识别方法的步骤流程图;
- [0035] 图2是本发明具体实施例识别模型结构框图;
- [0036] 图3是本发明具体实施例级联融合模块的结构框图;
- [0037] 图4是本发明具体实施例多尺度特征融合层的结构框图;
- [0038] 图5是本发明具体实施例深度可分离卷积层的结构示意图;
- [0039] 图6是本发明具体实施例通道混洗过程示意图;
- [0040] 图7是本发明具体实施例目标识别模型移植部署流程示意图。

具体实施方式

- [0041] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步的详细说明。对于以下实施例中的步骤编号,其仅为了便于阐述说明而设置,对步骤之间的顺序不做任何限定,实施例中的各

步骤的执行顺序均可根据本领域技术人员的理解来进行适应性调整。

[0042] 如图1所示,本发明提供了一种基于YOL0的柑橘花朵花苞识别方法,该方法包括以下步骤:

[0043] S1、对柑橘花图像数据进行图像标注和增强处理,并构建得到训练集;

[0044] S1.1、基于采集设备获取柑橘花图像,得到柑橘花图像数据;

[0045] 具体地,可以采用单反相机(PanasonicDMC-G7)和高清手机在自然环境下(含阴雨、晴天)以东、南、西、北4个方向对实验果树进行采集。

[0046] S1.2、基于labelImg对柑橘花图像数据进行标注,得到带标注图像数据;

[0047] 具体地,使用labelImg软件分别对柑橘花苞、花朵进行人工标注。

[0048] S1.3、对带标注图像进行翻转、高斯模糊、色域变换、缩放尺寸并拼接的增强处理,得到增强后的数据集;

[0049] 具体地,搭建好Tensorflow训练环境,针对采集的柑橘花(含花苞、花朵)原始图片,训练过程中使用Mosaic方法增强数据集,从训练数据随机选取4张图片进行翻转、高斯模糊、色域变换等操作,对图片随机缩放尺寸,最后随机拼接为新的图片后传入训练网络进行特征提取,旨在增强目标识别模型对相似特征的区分能力,进而提升识别精度。

[0050] S1.4、将增强后的数据集按照预设比例划分,得到训练集和测试集。

[0051] 具体地,经过缩放、裁剪和翻转等处理后的图片拆分为训练集、测试集,比例为8:2。

[0052] S2、引入级联融合模块,基于YOL0v4-CF神经网络结构框架构建识别模型;

[0053] 引入级联融合模块,将YOL0v4-CF神经网络结构框架骨干网络CPSdarknet53-Tiny模型中的CSPBlock进行替换并剪枝,得到识别模型;所述识别模型包括输入层、CBL模块、级联融合模块、特征金字塔和检测头。

[0054] 具体地,识别模型框架参照图2,为解决柑橘花朵花苞在自然环境下生长较为密集的问题,引入图3改进的级联融合模块(CFBlock)对原CSPBlock进行了替换并剪枝,将原来的三个残差模块变成了两个级联融合模块,使检测模型在保持原模型大小几乎不变的情况下解决模型过拟合的问题并增强柑橘花朵花苞检测模型的表征能力,提升柑橘花朵花苞识别的准确率。

[0055] 本发明针对级联融合模块提出了三个改进策略:1、设计了一个多尺度特征融合模块对不同层次的语义信息进行融合,分离出更显著的上下文特征。2、将多尺度特征融合模块后的普通卷积块替换成了深度可分离卷积层,保证提取到更精细的柑橘花朵花苞特征的同时减少模型的运算量。3、在级联融合模块的最后添加了Channelshuffle(通道混洗)操作,把融合后的不同特征进行重组,提高了特征之间的交互。

[0056] S3、基于训练集训练识别模型,得到训练完成的识别模型;

[0057] S3.1、以训练集中的带标注图像数据为输入,真实标签为输出,训练识别模型;

[0058] S3.2、基于测试集对识别模型进行验证,判断到识别结果准确率大于预设阈值,得到训练完成的识别模型。

[0059] S4、实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型,输出识别结果。

[0060] S4.1、实时采集柑橘花图片并输入至训练完成的识别模型的输入层;

[0061] S4.2、基于CBL模块,根据预设维度对输入层的数据进行处理,提取不同层次的语

义信息;

[0062] S4.3、基于多尺度特征融合模块对不同层次的语义信息进行融合,分离上下文特征信息,得到输出特征图;

[0063] S4.3.1、根据不同层次的语义信息进行特征图提取,得到不同尺度的特征图;

[0064] S4.3.2、基于多尺度特征融合层,将不同尺度的特征图采样至同样大小并进行融合,得到初步特征;

[0065] 具体地,参照图4,本发明为了解决原模型中深层信息和浅层信息难以交流,无法更好的对易混淆目标进行更准确的识别问题,提出的多尺度特征融合层(Multi-scalefeaturefusion)模块,该层结构由步长(stride)为 1×1 ,卷积核大小分别是 1×1 、 3×3 、 5×5 的三个不同 CBL模块组成,即卷积块(Conv),每个CBL模块由普通卷积、批量归一化(BN)和LeakyReLU 激活函数三部分构成,连续的特征变换,增加了特征的表达维度,使不同层次的语义信息能够进行融合。为了适应图像语义分割的需要,保留尽可能多的特征的空间信息,选择了 Concatenate操作来对三个CBL模块进行连接,保持了通道数不变的同时将不同尺度特征图上采样至同样大小进行融合,扩充张量的维度并减少了信息的损失,提升了网络整体对尺度的适应性,使输出的特征信息更加丰富,检测结果准确率提升。

[0066] S4.3.3、基于通道混洗,将初步特征图分组并组合得到初步特征矩阵,将初步特征矩阵进行逆转置并分组,得到输出特征图。

[0067] 具体地,如图6所示,本发明改进的级联融合模块在提取特征后会将不同支路的特征进行连接,但拼接得到的特征只是从通道进行相加,通道之间的信息却流通不畅,如果采用普通卷积再对模型进行融合会造成参数量大量增加的问题,而通道混洗可以在不增加计算量和参数量的前提下完成通道之间的信息融合,增强分类的效果,更好的完成两个模块特征输入输出的衔接问题。如图6通道混洗模块将输入的特征图分为了 g 组,输入的通道数为 n ,将两者组合后形成新的特征矩阵(g, n),再进行逆转置操作将矩阵变换为(n, g),最后重新分为 n 组并拼接成新的特征图输出到下一个模块。

[0068] S4.4、基于特征金字塔(FPN)对特征图进行融合,得到融合特征;

[0069] S4.5、基于检测头(YOLOHead)对融合特征进行处理,输出识别结果。

[0070] 进一步作为本方法优选实施例,将多尺度特征融合模块后的普通卷积块替换成了深度可分离卷积层,保证提取到更精细的柑橘花朵花苞特征的同时减少模型的运算量,参照图5,本发明加入的深度可分离卷积将其分为两层,一层用于滤波,一层用于结合,这个分解过程极大地减少了计算量和模型的大小。以空间尺寸为 D_k ,深度为 M 的标准卷积核为例,点卷积数量为 N ,通过转换,可拆分为深度卷积和逐点卷积。其中深度卷积的卷积核通道数为1,即特征图的每个通道都有一个独立的卷积核,剥离了标准卷积中跨通道的特性,关注特征图空间维度特征的提取。逐点卷积的卷积核空间尺寸为1,相当于 1×1 的卷积核,与深度卷积相反,逐点卷积实现跨通道特征信息的混合与流动。

[0071] 假设输入特征图的大小为 $D_f \times D_f$ 通道数为 M ,卷积核尺寸为 $D_k \times D_k$,共有 N 个,则传统卷积与深度可分离卷积的计算量分别如式(1)和式(2)所示。

[0072] $D_f \times D_f \times M \times N \times D_k \times D_k$ (1)

[0073] $D_f \times D_f \times M \times D_k \times D_k + D_f \times D_f \times M \times N$ (2)

[0074] 所以可深度分离卷积和传统卷积的计算量比为

$$[0075] \quad \frac{D_f \times D_f \times M \times D_k \times D_k + D_f \times D_f \times M \times N}{D_f \times D_f \times M \times N \times D_k \times D_k} = \frac{1}{N} + \frac{1}{D_k \times D_k} \quad (3)$$

[0076] 从上式可知,深度可分离卷积计算量的减少和输出通道N和使用卷积核尺寸 $D_k \times D_k$ 有关。本专利中使用的是 3×3 大小的卷积核,输出通道分别是64和128,通过式(3)可计算得到深度可分离卷积计算量仅为传统卷积参数计算量的0.127和0.119倍,加速了模型的推理速度。

[0077] 如图2所示,一种轻量级计算系统,包括:

[0078] Ultra96-V2开发平台,包括ARM处理子系统和可编程逻辑部分;

[0079] 所述ARM处理子系统用于对图像数据进行处理;

[0080] 所述可编程逻辑部分用于对识别模型进行编译和存储处理。

[0081] 参照图7,目标识别模型移植部署流程主要步骤包括:

[0082] 1) 服务器端Tensorflow环境下的模型格式转换。

[0083] 将训练后的模型的权重和网络架构文件转化为二进制文件。

[0084] 2) VitisAI环境下模型的编译量化。

[0085] 将训练好的柑橘花朵花苞识别模型的32浮点运算转化为8位整型定点数。该文档将柑橘花朵花苞训练集作为校准数据集,使用VitisAI量化器工具对识别模型进行定点量化。使用Xilinx AI编译器对量化后的模型进行编译,深度神经网络编译器(DNNC)输出DPU所需的指令文件。最后使用交叉编译工具生成Linux动态链接库so文件,并移植到Ultra96-v2边缘计算平台。

[0086] 3) 边缘计算端Ultra96-v2平台程序设计处理。

[0087] 使用PetaLinux工具构建边缘计算Linux操作系统。编写python程序,在ARM端使用OpenCV库、DPU的库函数和API等对图像进行处理,调用DPU实现对柑橘花朵花苞的实时识别功能。

[0088] 上述方法实施例中的内容均适用于本系统实施例中,本系统实施例所具体实现的功能与上述方法实施例相同,并且达到的有益效果与上述方法实施例所达到的有益效果也相同。

[0089] 以上是对本发明的较佳实施进行了具体说明,但本发明创造并不限于所述实施例,熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可做作出种种的等同变形或替换,这些等同的变形或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

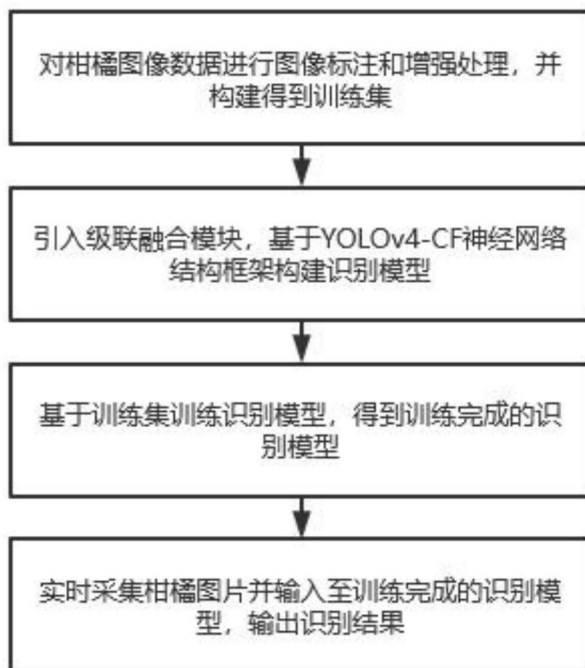


图1

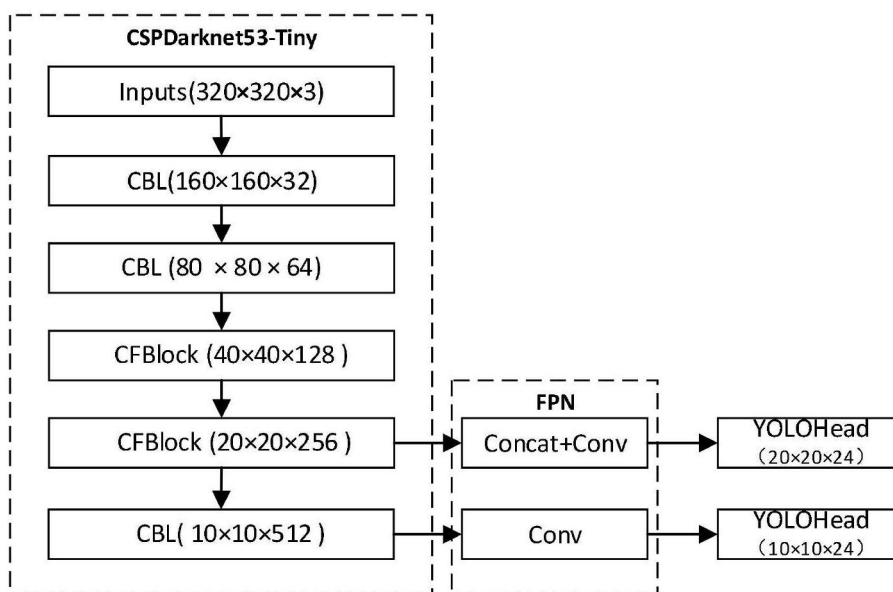


图2

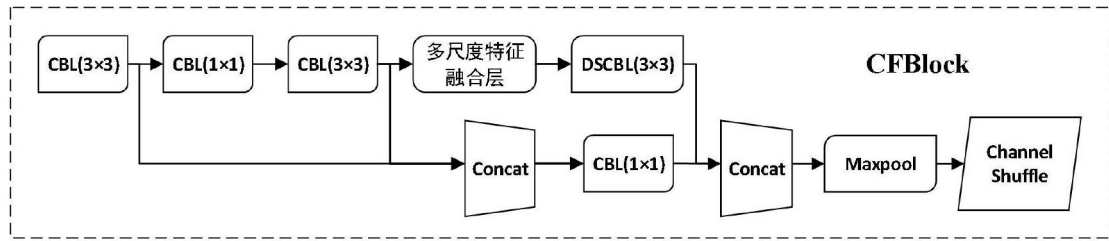


图3

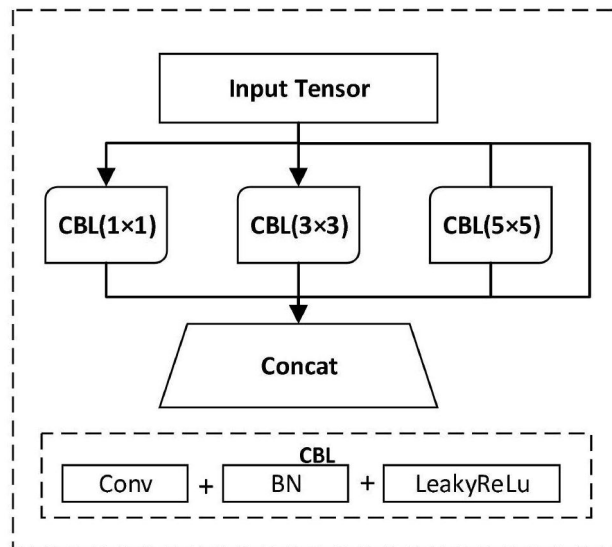


图4

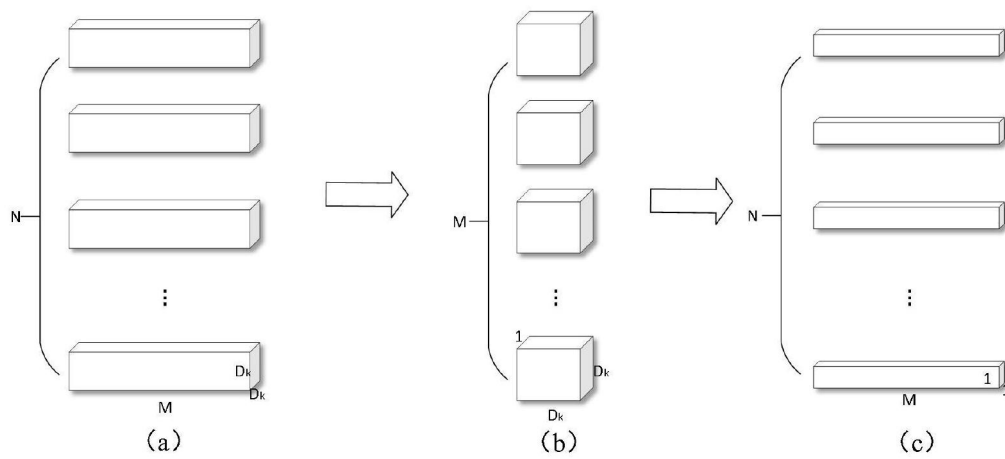


图5

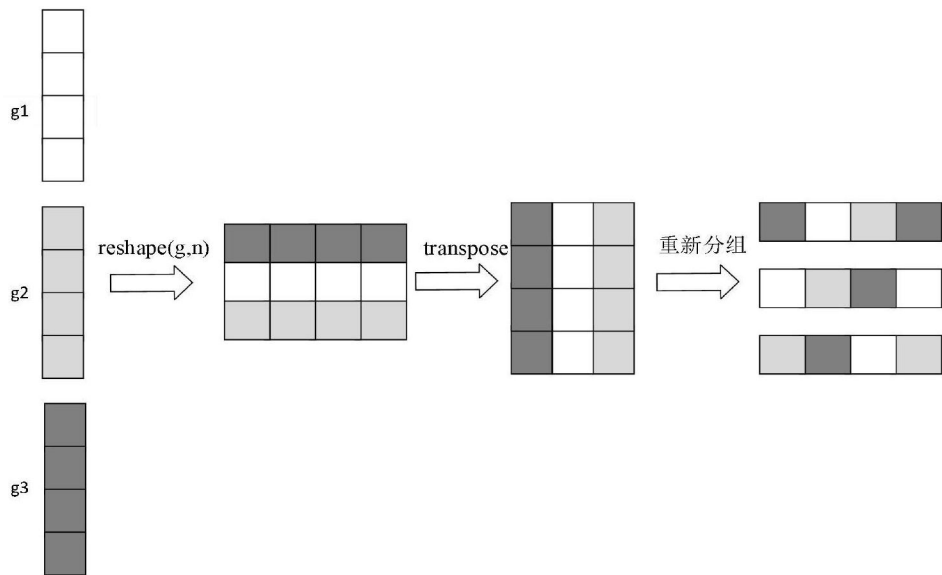


图6

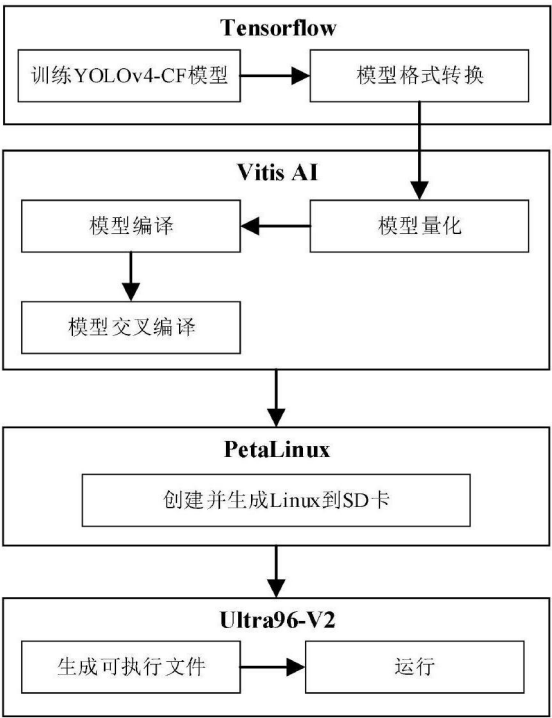


图7