



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114397877 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 26

(21) 申请号 202110714865.4

(22) 申请日 2021.06.25

(71) 申请人 南京交通职业技术学院  
地址 211188 江苏省南京市江宁区科学园  
龙眠大道629号

(72) 发明人 李贵炎 赵魏维 耿禹

(74) 专利代理机构 北京华沛德权律师事务所  
11302

代理人 马苗苗

(51) Int. Cl.  
G05D 1/02 (2020.01)

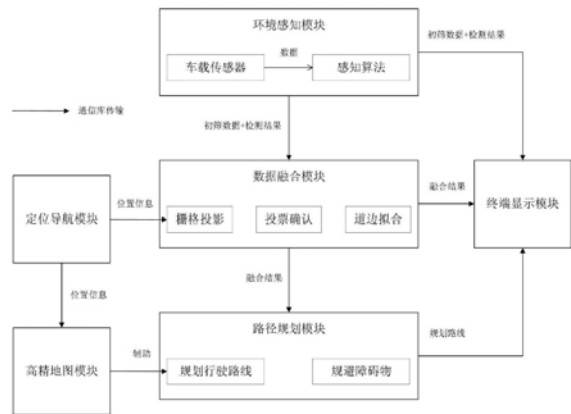
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种智能汽车自动驾驶系统

(57) 摘要

本发明公开了一种智能汽车自动驾驶系统。该系统由模块间通信库、定位导航模块、环境感知模块、数据融合模块、高精地图模块、路径规划模块以及终端显示模块组成。各模块之间利用通信库实时传输数据，利用定位导航模块的位置信息执行坐标转换，利用终端显示模块展示可视化结果。在自动驾驶场景下，首先由环境感知模块收集环境信息，经感知算法处理后一并传输到数据融合模块，经栅格投影、投票确认、道边拟合后供给路径规划模块，用于在高精地图的辅助下，实时规划行驶路线，控制车辆。本发明能够自动完成自动驾驶场景下的目标识别、检测、规避等任务，安全可靠，将有效降低不当驾驶导致的安全隐患，提高道路安全性。



1. 一种智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,该系统由模块间通信库、定位导航模块、环境感知模块、数据融合模块、高精地图模块、路径规划模块以及终端显示模块组成;

模块间通信库负责在各模块之间实时传输数据;

定位导航模块提供位置信息,用于进行坐标转换;

环境感知模块基于车载传感器收集多模态数据,由感知算法处理多模态数据之后,将初步过滤数据和检测结果打包发送给数据融合模块和终端显示模块;

数据融合模块对来自环境感知模块的初步过滤数据进行栅格投影,经投票确认后执行道边拟合,并将融合结果发送到路径规划模块和终端显示模块;

高精地图模块在实时感知不佳的环境下辅助路径规划进行决策;

路径规划模块根据数据融合模块的道边拟合数据规划行驶路线,使用避障算法规避障碍物,控制车辆,并将规划路线发送到终端显示模块;

终端显示模块对各模块数据做可视化显示。

2. 根据权利要求1所述的智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,所述的模块间通信库,在各模块之间实时传输数据的具体作用是:信号处理、服务初始化、多进程间通信、共享内存管理、并发执行和同步等。

3. 根据权利要求1所述的智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,所述的定位导航模块,其位置信息由差分GPS和惯性导航系统提供,可根据不同的精度需求进一步选配。

4. 根据权利要求1所述的智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,所述的环境感知模块,其中的车载传感器由可见光相机、红外相机、激光雷达、毫米波雷达等组成,传感器具体型号可依据不同的需求进一步选配,以便采集达到不同场景下的数据采集需求。

5. 根据权利要求1所述的智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,所述的环境感知模块,其感知算法由二维目标检测算法YOLO V4和三维目标检测算法PointPillars组成,具体作用为:分别给出在二维和三维下目标的类别和包围盒;YOLO V4集成了几种算法模型的创新做法,在速度和精度方面具有明显优势,网络结构的具体构建方式为:主干网络采用CSPDarknet53,为了增加感受野,采用SPP的思想,使用路径聚合模块缩短较低层与最高特征之间的信息路径,使用YOLO V3的head;改进策略采用的具体措施为:采用Mosaic的数据增强方法,混合四张具有不同语义信息的图片,以增强模型的鲁棒性,采用自对抗的方式,在训练中使用交叉小批量标准化CmBN,采用改进的SAM和PANet,前者直接用一个卷积得到的特征图直接使用Sigmoid进行激活,然后对应点相乘,从而将Spatial-wiseAttention变为Point-wiseAttention,而后者将原有的加法融合改为逐元素相乘的融合方式;对于来自车载传感器的数据,该算法在预处理之后输入到该模型中,即可得到二维目标检测的类别和包围盒结果;

PointPillars极大程度上提高了点云数据的检测效率,具体做法是:在体素化的基础上,将俯视图划分成 $H \times W$ 的均匀方格,每一个方格在高度方向上的所有点构成一个pillar,即pillar的数量 $P$ 可用如下公式计算:

$$P=H \times W$$

然后使用PointNet提取点云特征得到三维特征表示 $(C, P, N)$ ,其中 $C$ 为通道数量, $P$ 为pillar数量, $N$ 为每个pillar中的点数,经最大值池化后特征维度变换至 $(C, P)$ ,由以上公式可变形为 $(C, H, W)$ ,即可利用二维的Backbone进一步提取特征,极大降低了计算复杂度;检

测头中的损失  $\mathcal{L}$  由分类损失  $\mathcal{L}_{cls}$ 、回归损失  $\mathcal{L}_{loc}$  和方向损失  $\mathcal{L}_{dir}$  构成,其公式如下:

$$\mathcal{L} = \frac{1}{N_p} (\beta_{cls} \mathcal{L}_{cls} + \beta_{loc} \mathcal{L}_{loc} + \beta_{dir} \mathcal{L}_{dir})$$

其中,  $N_p$  代表正样本框的数量,  $\beta_{cls}$ 、 $\beta_{loc}$ 、 $\beta_{dir}$  分别是三种损失的权重参数,具体地分类损失采用 focal loss,回归损失采用 SmoothL1 loss,方向损失采用 softmax loss,具体计算公式如下:

$$\mathcal{L}_{cls} = -\alpha_a (1 - p^a)^r \log p^a$$

$$\mathcal{L}_{loc} = \sum SmoothL1(\Delta b)$$

将车载激光雷达的数据输入到该模型中,即可得到三维目标检测的类别和包围盒结果。

6. 根据权利要求1所述的智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,所述的数据融合模块,具体作用为:投票确认去除单帧中出现的随机物体,形成实时投票队列;道边拟合订阅投票确认队列,根据最新入队的道边点使用RANSAC算法拟合道边线。

7. 根据权利要求1所述的智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,所述的高精地图模块,具体作用是:使用差分GPS和惯性导航系统提供的位置信息构建实时地图,在高度复杂的环境下辅助路径规划模块进行决策。

8. 根据权利要求1所述的智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,所述的路径规划模块中的避障算法,具体作用为:在安全规避障碍物的前提下,尽可能快速绕过;根据应用场景的不同,可进一步选用APF算法和VFH算法。

9. 根据权利要求1所述的智能汽车自动驾驶系统,其特征在于,所述的终端显示模块,可视化显示的数据由车载传感器采集的原始数据,环境感知模块的检测结果,融合模块的栅格投影数据、道边拟合结果,以及路径规划模块的规划路线组成。

## 一种智能汽车自动驾驶系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人驾驶领域,尤其是一种智能汽车自动驾驶系统

### 背景技术

[0002] 在国家政策大力扶持和人工智能技术迅猛发展等多方面有利条件的推动下,自动驾驶成为我国近年来最火热的发展行业之一。不断持续扩增的物流配送、智慧城市下的无人出租、精细自动化的环卫作业以及高吞吐量的港口码头装卸等行业对自动驾驶系统的需求尤为迫切。自动驾驶作为汽车产业与以人工智能为代表的新一代信息技术深度融合的产物,主要用来帮助城市构建安全高效的未来运输结构。目前对自动驾驶系统需求较高的场景中基本情况如下:

[0003] 1.在物流配送行业,装卸、运输、收货、仓储、运送等物流作业流程均需要高昂的人工成本,而且人工作业时容易造成疲劳,工作效率降低,主观上容易出现错误,物流作业流程自动化后,将促使整个产业链降本增效,革新升级。

[0004] 2.在出租车行业,司机长时间驾驶车辆,多数情况下处于疲劳状态,存在极大的安全隐患;基于自动驾驶系统的无人出租将极大降低安全隐患,提高道路安全性,降低事故发生率。

[0005] 3.在环卫行业,成本高昂、过程混乱、深度清理难度大一直是此行业的痛点,而且从业者多数年龄较大,考虑到身体素质影响,难以在高温、严寒等恶劣环境下长时间工作,基于自动驾驶系统的无人清扫车通过自主识别道路环境,规划路线,可是实现全天时、精细化、高效率的清洁作业。

[0006] 4.在港口码头,货物吞吐量大,装卸难度大,对卡车司机的需求量大、技术要求高,发展自动驾驶系统,实现集装箱装卸运输自动化,是建设一流港口的必经之路,将有效解决行驶线路不精准、转弯盲区大等问题。

[0007] 近年来深度学习在自动驾驶领域发展迅猛,深度学习以其精准的识别率和高效的计算速度使得众多计算机视觉问题的瓶颈得以突破,它能够实时地对二维图像和三维点云等多模态数据进行分类和检测,已经在很多工业领域得以应用。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种智能汽车自动驾驶系统,为多场景下自动驾驶提供可靠参考。

[0009] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种智能汽车自动驾驶系统,由模块间通信库、定位导航模块、环境感知模块、数据融合模块、高精地图模块、路径规划模块以及终端显示模块组成,其中:

[0010] 模块间通信库负责在各模块之间实时传输数据。

[0011] 定位导航模块提供位置信息,用于进行坐标转换;

[0012] 环境感知模块基于车载传感器收集多模态数据,由感知算法处理多模态数据之

后,将初步过滤数据和检测结果打包发送给数据融合模块和终端显示模块;

[0013] 数据融合模块对来自环境感知模块的初步过滤数据进行栅格投影,经投票确认后执行道边拟合,并将融合结果发送到路径规划模块和终端显示模块;

[0014] 高精地图模块在实时感知不佳的环境下辅助路径规划进行决策;

[0015] 路径规划模块根据数据融合模块的道边拟合数据规划行驶路线,使用避障算法规避障碍物,控制车辆,并将规划路线发送到终端显示模块;

[0016] 终端显示模块对各模块数据做可视化显示。

[0017] 进一步地,所述的模块间通信库,在各模块之间实时传输数据的具体作用是:信号处理、服务初始化、多进程间通信、共享内存管理、并发执行和同步等。

[0018] 进一步地,所述的定位导航模块,其位置信息由差分GPS和惯性导航系统提供,可根据不同的精度需求进一步选配。

[0019] 进一步地,所述的环境感知模块,其中的车载传感器由可见光相机、红外相机、激光雷达、毫米波雷达等组成,传感器具体型号可依据不同的需求进一步选配,以便采集达到不同场景下的数据采集需求。

[0020] 进一步地,所述的环境感知模块,其感知算法由二维目标检测算法YOLO V4和三维目标检测算法PointPillars组成,具体作用为:分别给出在二维和三维下目标的类别和包围盒;

[0021] 所述的YOLO V4集成了几种算法模型的创新做法,在速度和精度方面具有明显优势,网络结构的具体构建方式为:主干网络采用CSPDarknet53,为了增加感受野,采用SPP的思想,使用路径聚合模块缩短较低层与最高特征之间的信息路径,使用YOLO-v3的head;改进策略采用的具体措施为:采用Mosaic的数据增强方法,混合四张具有不同语义信息的图片,以增强模型的鲁棒性,采用自对抗的方式,在训练中使用交叉小批量标准化CmBN,采用改进的SAM和PANet,前者直接用一个卷积得到的特征图直接使用Sigmoid进行激活,然后对应点相乘,从而将Spatial-wiseAttention变为Point-wiseAttention,而后者将原有的加法融合改为逐元素相乘的融合方式;对于来自车载传感器的数据,该算法在预处理之后输入到该模型中,即可得到二维目标检测的类别和包围盒结果;

[0022] 所述的PointPillars极大程度上提高了点云数据的检测效率,具体做法是:在体素化的基础上,将俯视图划分成 $H \times W$ 的均匀方格,每一个方格在高度方向上的所有点构成一个pillar,即pillar的数量 $P$ 可用如下公式计算:

[0023]  $P = H \times W$

[0024] 然后使用PointNet提取点云特征得到三维特征表示 $(C, P, N)$ ,其中 $C$ 为通道数量, $P$ 为pillar数量, $N$ 为每个pillar中的点数,经最大值池化后特征维度变换至 $(C, P)$ ,由以上公式可变形为 $(C, H, W)$ ,即可利用二维的Backbone进一步提取特征,极大降低了计算复杂度;检测头中的损失 $\mathcal{L}$ 由分类损失 $\mathcal{L}_{cls}$ 、回归损失 $\mathcal{L}_{loc}$ 和方向损失 $\mathcal{L}_{dir}$ 构成,其公式如下:

[0025] 
$$\mathcal{L} = \frac{1}{N_p} (\beta_{cls} \mathcal{L}_{cls} + \beta_{loc} \mathcal{L}_{loc} + \beta_{dir} \mathcal{L}_{dir})$$

[0026] 其中, $N_p$ 代表正样本框的数量, $\beta_{cls}$ 、 $\beta_{loc}$ 、 $\beta_{dir}$ 分别是三种损失的权重参数,具体地分类损失采用focal loss,回归损失采用SmoothL1 loss,方向损失采用softmax loss,具体计算公式如下:

$$[0027] \quad \mathcal{L}_{cls} = -\alpha_a(1-p^a)^y \log p^a$$

$$[0028] \quad \mathcal{L}_{loc} = \sum \text{SmoothL1}(\Delta b)$$

[0029] 将车载激光雷达的数据输入到该模型中,即可得到三维目标检测的类别和包围盒结果。

[0030] 进一步地,所述的数据融合模块,具体作用为:投票确认去除单帧中出现的随机物体,形成实时投票队列;道边拟合订阅投票确认队列,根据最新入队的道边点使用RANSAC算法拟合道边线。

[0031] 进一步地,所述的高精地图模块,具体作用是:使用差分GPS和惯性导航系统提供的位置信息构建实时地图,在高度复杂的环境下辅助路径规划模块进行决策。

[0032] 进一步地,所述的路径规划模块中的避障算法,具体作用为:在安全规避障碍物的前提下,尽可能快速绕过;根据应用场景的不同,可进一步选用APF算法和VFH算法。

[0033] 进一步地,所述的终端显示模块,可视化显示的数据由车载传感器采集的原始数据,环境感知模块的检测结果,融合模块的栅格投影数据、道边拟合结果,以及路径规划模块的规划路线组成。

[0034] 本系统是一个高度智能化的自动驾驶系统,系统能自动化识别并检测感知范围内车辆、行人等目标的位置,基于融合的数据信息,在高精地图的辅助下规划行驶路线,合理规避障碍物,实现安全通行。

[0035] 本发明具有如下有益效果:能及时、准确识别车辆行驶过程中目标的位置;有效降低不当驾驶导致的安全隐患,降低事故发生率,提高道路安全性;极大降低人力成本,全天候高效工作,为多场景下自动驾驶提供可靠依据和参考。

## 附图说明

[0036] 图1是本发明智能汽车自动驾驶系统的实现示意图。

[0037] 图2是图1智能汽车自动驾驶系统中环境感知模块中二维目标检测算法YOLO V4的网络结构示意图。

[0038] 图3是图1智能汽车自动驾驶系统中环境感知模块中三维目标检测算法PointPillars的网络结构示意图。

[0039] 图4是图2中YOLO V4中采用的改进SAM结构示意图。

[0040] 图5是图2中YOLO V4中采用的改进PANet结构示意图。

## 具体实施方式

[0041] 应该指出,以下详细说明都是示例性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0042] 需要注意的是,这里所使用的属于仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0043] 本发明一种智能汽车自动驾驶系统,基于定位导航模块、环境感知模块、数据融合模块、高精地图模块、路径规划模块、终端显示模块以及模块间通信库等组件的有机组合,实现自动化识别并检测感知范围内车辆、行人等目标的位置,基于融合的数据信息,在高精地图的辅助下规划行驶路线,合理规避障碍物,实现安全通行,从而为多场景下自动驾驶提供可靠依据和参考。

[0044] 参照图1,进一步地模块间通信库负责在各模块之间实时传输数据;

[0045] 进一步地,定位导航模块中的差分GPS和惯性导航系统提供用于进行坐标转换的位置信息。

[0046] 进一步地,环境感知模块中的可见光相机、红外相机、激光雷达、毫米波雷达等车载传感器采集车辆行驶过程中的数据发送到内部感知算法部分,感知算法将二维和三维的检测结果和初步过滤数据打包发送给数据融合模块和终端显示模块。

[0047] 进一步地,数据融合模块对来自环境感知模块的初步过滤数据进行栅格投影,经投票确认后执行道边拟合,并将融合结果发送到路径规划模块和终端显示模块;

[0048] 进一步地,高精地图模块在实时感知不佳的环境下构建实时地图,发送到路径规划模块;

[0049] 进一步地,路径规划模块在高精地图的辅助下,根据数据融合模块的道边拟合数据规划行驶路线,规避障碍物控制车辆,并将规划路线发送到终端显示模块;

[0050] 进一步地,终端显示模块对各模块数据做可视化显示,包括车载传感器采集的原始数据,环境感知模块的检测结果,融合模块的栅格投影数据、道边拟合结果以及路径规划模块的规划路线等。

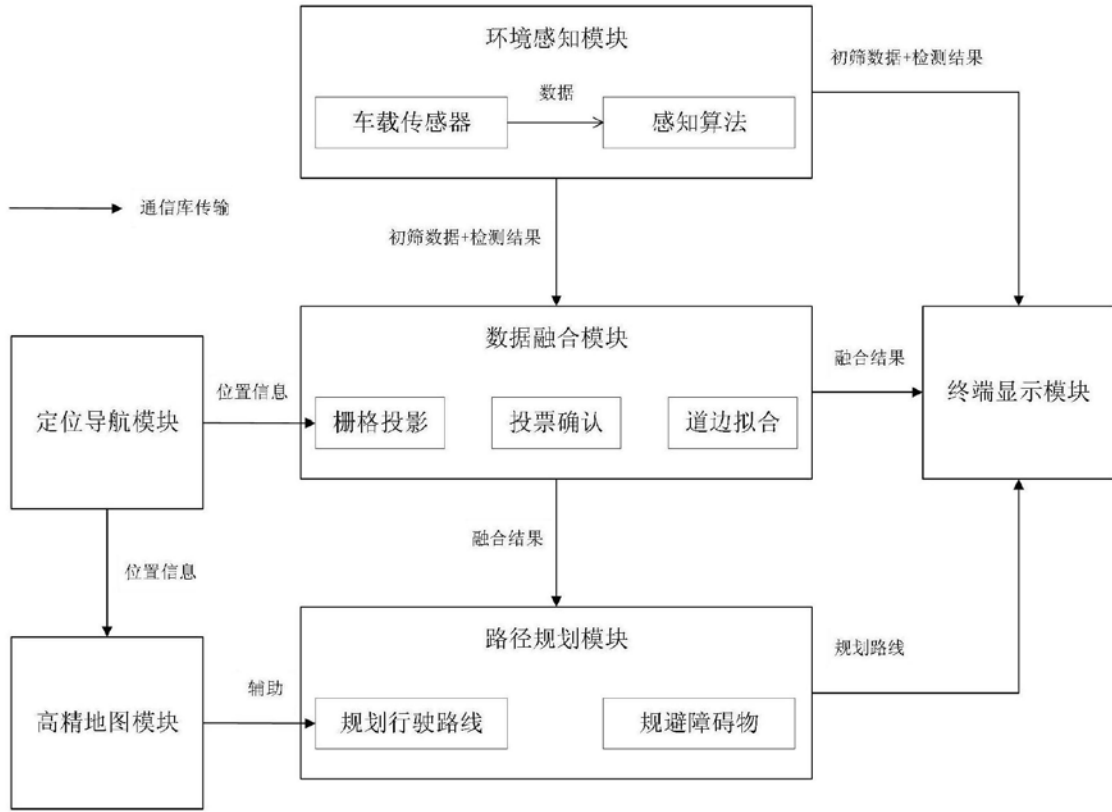


图1

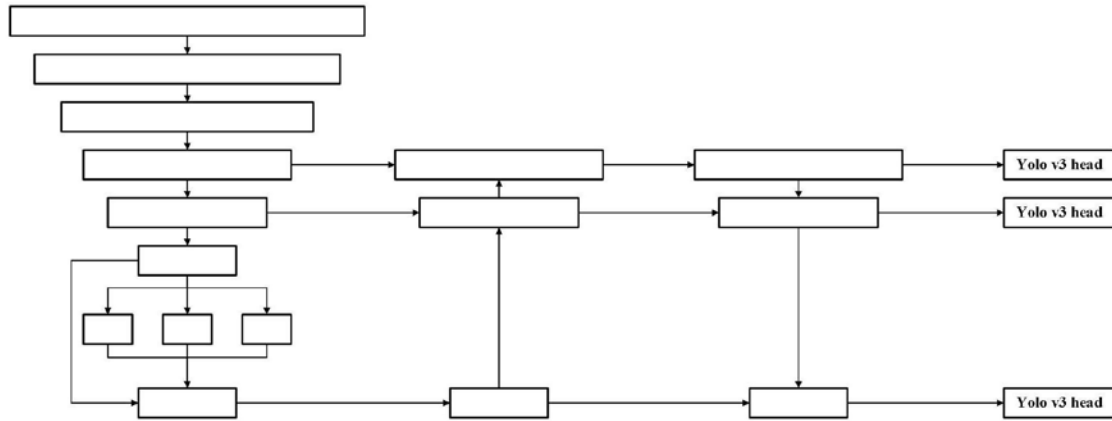


图2



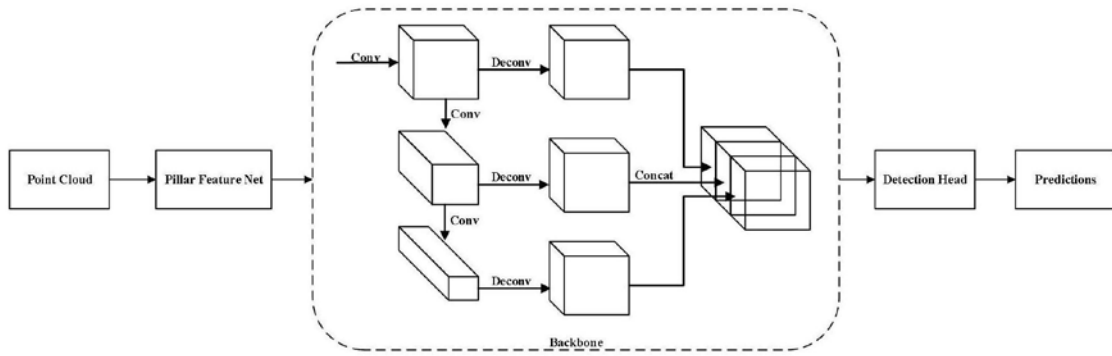
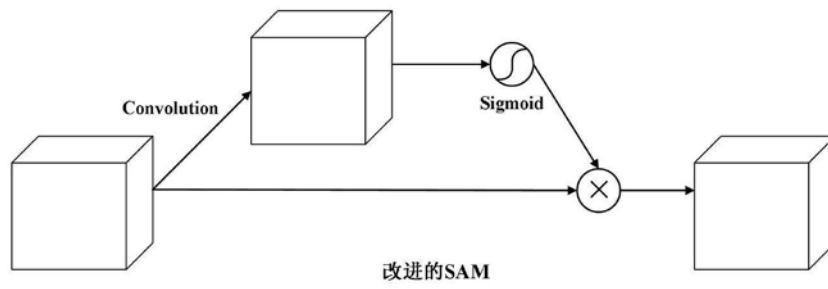
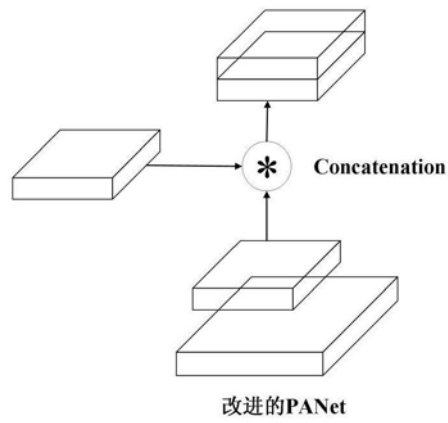


图3



改进的SAM

图4



改进的PANet

图5