深蓝学院
shenlanxueyuan.com

三维点云处理
第一期第六章作业讲评

主讲人 王对武

目录

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

- 评阅细则
- 作业1 画出PR曲线
- 作业2 计算VoxelNet的Conv3D输出维度（P55）

评阅细则

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

- 优秀：
  - 通过深度学习网络检测物体，得到的P-R curve正确（单个分类也可以）
- 良好：
  - P-R curve正确，但没有跑检测网络；
- 不及格：
  - 没做出来或者P-R curve是一条直线；

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

作业步骤

1、编译evaluate_object_3d_offline.cpp文件

- git clone https://github.com/prclibo/kitti_eval.git
- g++ -O3 -DNDEBUG -o evaluate_object_3d_offline evaluate_object_3d_offline.cpp
- sudo apt-get install gnuplot
- sudo apt-get install texlive-extra-utils

2、下载KITTI Object Detection 数据集开发包中的“readme”文件

- Devkit & traning labels

  https://pan.baidu.com/s/11BprKZUrHPTQkfPJdOAbwA 提取码：74uy

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

作业步骤

3、下载数据集分类文件

3. Divide the KITTI Object Detection into training s
   - KITTI train/val split used in 3DOP/Mono3D/MV3D
   - “train.txt” for training, “val.txt” for testing, ignore the

4、生成物体检测结果

- 方式1：用任一开源3D物体检测网络，检测得到分类结果
- 方式2：对GT进行修改，模拟方式1的输出结果

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

4、生成物体检测结果

- 方式1：深度学习网络

PointNet、VoxelNet、PointRCNN、PointPillars等

```
PointRCNN
├── data
│   ├── KITTI
│   │   ├── ImageSets
│   │   ├── object
│   │   │   ├──training
│   │   │   │   ├──calib & velodyne & label_2 & image_2
│   │   │   ├──testing
│   │   │   │   ├──calib & velodyne & image_2
├── lib
├── pointnet2_lib
├── tools
```

目录构建

```
└── KITTI_DATASET_ROOT
    ├── training    <-- 7481 train data
    │   ├── image_2 <-- for visualization
    │   ├── calib
    │   ├── label_2
    │   ├── velodyne
    │   └── velodyne_reduced <-- empty directory
    └── testing     <-- 7580 test data
        ├── image_2 <-- for visualization
        ├── calib
        ├── velodyne
        └── velodyne_reduced <-- empty directory
```

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

4、生成物体检测结果

- 方式2：人工修改GT
  - 复制一个或多个GT
  - 添加置信度
  - 朝向角ry，长宽高h，w，l，坐标tx，ty，tz

```
Car 0.00 0 -1.58 586.89 171.29 613.75 197.83 1.65 1.67 3.64 -0.67 1.58 47.13 -1.59
Car 0.00 1 1.86 339.18 183.53 411.69 224.10 1.44 1.62 4.02 -9.14 1.88 28.31 1.55
Car 0.00 1 1.69 448.50 176.73 479.09 201.42 1.68 1.67 3.87 -10.42 1.98 51.53 1.49
DontCare -1 -1 -10 162.96 186.95 189.85 203.60 -1 -1 -1 -1000 -1000 -1000 -10
DontCare -1 -1 -10 215.06 181.79 256.60 199.86 -1 -1 -1 -1000 -1000 -1000 -10
DontCare -1 -1 -10 549.05 172.07 570.27 192.81 -1 -1 -1 -1000 -1000 -1000 -10
DontCare -1 -1 -10 483.75 173.92 537.58 190.42 -1 -1 -1 -1000 -1000 -1000 -10
```

bbox(image) dimension localization

~~localization~~
location

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线

给定IoU阈值Threshold，对于每一个类别的检测框，计算P-R曲线的步骤如下：

- 根据置信度由高到低排序；
- 按顺序分别将不同置信度设为阈值，选出高于阈值的预测框；
- 在不同置信度阈值下判定TP与FP

原则：一个GT只能有一个TP；（优化：NMS）

TP的判定条件：预测框的与GT的IoU > Threshold；

- 计算Rrecision和Recall，画出P-R曲线；（优化：插值）

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—数据准备(label定义)

```
#Values    Name
-------------------
   1     type


   1     truncated

   1     occluded


   1     alpha
   4     bbox

   3     dimensions
   3     location
   1     rotation_y
   1     score
```

```
struct tBox {
  string  type;     // object type as car, pedestrian or cyclist,...
  double  x1;       // left corner
  double  y1;       // top corner
  double  x2;       // right corner
  double  y2;       // bottom corner
  double  alpha;    // image orientation
  tBox (string type, double x1,double y1,
        double x2,double y2,double alpha) :
    type(type),x1(x1),y1(y1),x2(x2),y2(y2),alpha(alpha) {}
};
```

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—数据准备(label定义)

```
#Values    Name
-------------------
   1     type
   1     truncated
   1     occluded
   1     alpha
   4     bbox
   3     dimensions
   3     location
   1     rotation_y
   1     score
```

```
// holding detection data
struct tDetection {
  tBox    box;    // object type, box, orientation
  double  thresh; // detection score
  double  ry;
  double  t1, t2, t3;
  double  h, w, l;
  tDetection ():
    box(tBox("invalid",-1,-1,-1,-1,-10)),thresh(-1000) {}
  tDetection (tBox box,double thresh) :
    box(box),thresh(thresh) {}
  tDetection (string type,double x1,double y1,double x2,
      double y2,double alpha,double thresh) :
    box(tBox(type,x1,y1,x2,y2,alpha)),thresh(thresh) {}
};
```

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—数据准备(label读取)

```
vector<tDetection> detections;
FILE *fp = fopen(file_name.c_str(),"r");
if (!fp) {
  success = false;
  return detections;
}
while (!feof(fp)) {
  tDetection d;
  double trash;
  char str[255];
  if (fscanf(fp, "%s %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf %lf",
                 str, &trash, &trash, &d.box.alpha, &d.box.x1, &d.box.y1,
                 &d.box.x2, &d.box.y2, &d.h, &d.w, &d.l, &d.t1, &d.t2, &d.t3,
                 &d.ry, &d.thresh)==16) {

    // d.thresh = 1;
    d.box.type = str;
    detections.push_back(d);
```

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—数据准备(label读取)

```
for (int c = 0; c < NUM_CLASS; c++) {
  if (!strcasecmp(d.box.type.c_str(), CLASS_NAMES[c].c_str())) {
    if (!eval_image[c] && d.box.x1 >= 0)
      eval_image[c] = true;
    if (!eval_ground[c] && d.t1 != -1000)
      eval_ground[c] = true;
    if (!eval_3d[c] && d.t2 != -1000)
      eval_3d[c] = true;
    break;
  }
}
```

判断detection中是否有图像、鸟瞰、3D等包围框

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—预处理(GT数据清洗)

类别有效性

条件	有效类（valid_class）
Car、Pedestrian、Cyclist	1
有效类的近似类（Person_sitting、Van）	0
无效类 非有效类的近似类	-1

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—预处理(GT数据清洗)

类别有效性与**数据有效性**

条件	忽略（ignored_gt）
有效类且数据有效	0
有效类的近似类 有效类但数据无效	1
无效类 非有效类的近似类 无论数据是否有效	-1

数据有效性：
遮挡
截断
高度

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—预处理(GT数据清洗)

```
bool ignore = false;
if(gt[i].occlusion>MAX_OCCLUSION[difficulty] ||
    gt[i].truncation>MAX_TRUNCATION[difficulty] ||
    height<MIN_HEIGHT[difficulty])
  ignore = true;
// set ignored vector for ground truth
// current class and not ignored (total no. of ground truth is detected for
if(valid_class==1 && !ignore){
  ignored_gt.push_back(0);
  n_gt++;
}
// neighboring class, or current class but ignored
else if(valid_class==0 || (ignore && valid_class==1))
  ignored_gt.push_back(1);
// all other classes which are FN in the evaluation
else
  ignored_gt.push_back(-1);
```

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—预处理(Detection数据清洗)

类别有效性

条件	有效类（valid_class）
有效类	1
无效类	-1

类别有效性与**数据有效性**

条件	忽略（ignored_det）
有效类 且 高度数据有效	0
高度数据无效	1
无效类 高度数据无效	-1

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线—计算FN、TP、FP

判断条件
ignored_gt、ignored_det
IoU
置信度(thresh)

3、其他情况则未找到 det 框

随后判断：若未找到，但对应 gt 的 ignored_gt 为 0(为当前类且没有被过滤)，则为 fn(假阴性)；若找到，但 gt 框对应 ignored_gt 为 1(近似类或当前类但被过滤)，或 det 框对应 ignored_det 为 1(高度不满足要求)，该 det 框被标记，不参与之后的寻找；若找到，且 gt 框对应 ignored_gt 为 0(为当前类且没有被过滤)，且 det 框 ignored_det 为 0(为当前类且高度满足要求)，则为 tp 并记录 score 和 dealta(gt.alpha-det.alpha)，该 det 框被标记，不参与之后的寻找;其他情况无执行动作

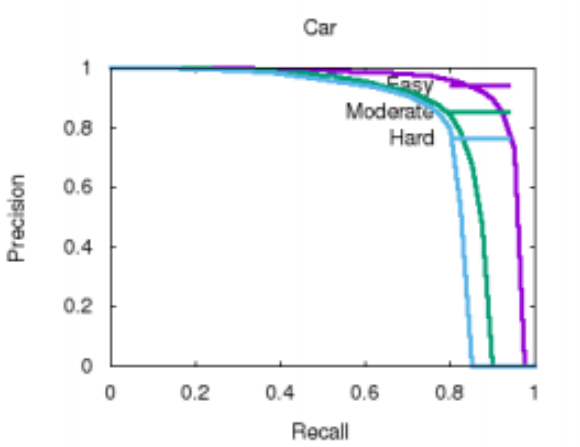
计算 FP：先初步认为所有 score 大于阈值，且 ignored_det 为 0(当前类且高度满足

作者：chenxianbo

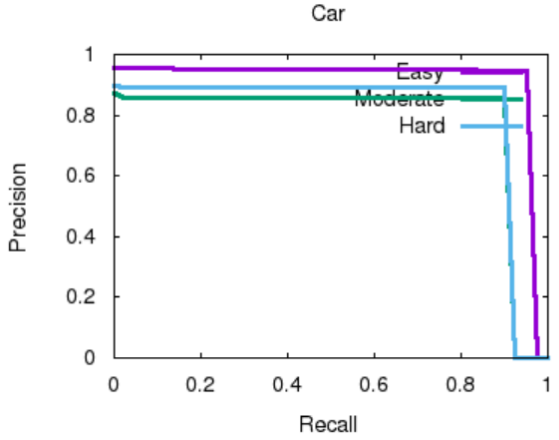
作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线



使用检测网络得出的结果



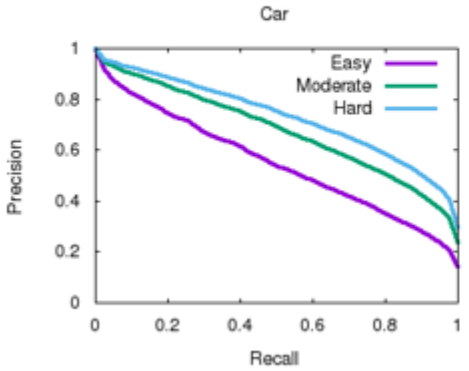
人工设置label得出的结果

作业1 画出P-R曲线

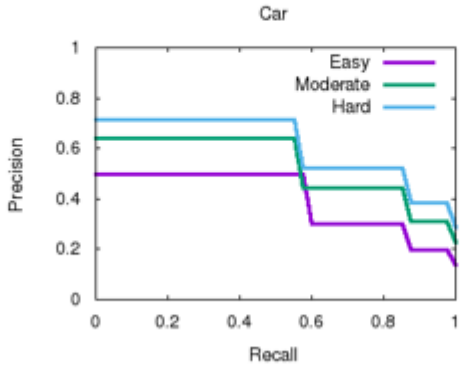
深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线

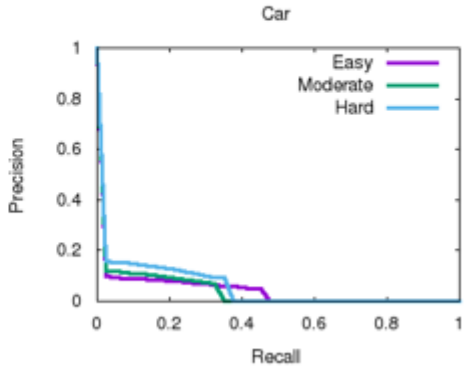
无噪声随机置信



无噪声[6-10]置信



10%噪声随机置信



人工添加置信度

作业1 画出P-R曲线

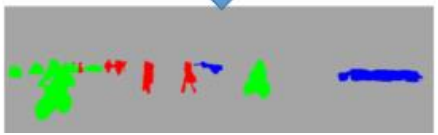
深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线

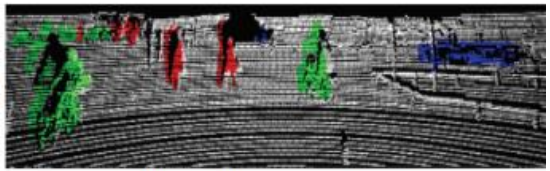
- 将图像语义分割(DeepLabv3+)的结果添加到点云上，然后将增强的点云输入到PointPillars

DeepLabv3+

保留行人，自行车，汽车和背景四类，忽略颜色改变



通过标定矩阵
将点云投影到相机平面，
并append语义分割结果



带有语义分割信息的点云

网络的改进

作业1 画出P-R曲线

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

5、计算并画出P-R曲线

自己生成数据时，注意标签

```
void initGlobals () {
  CLASS_NAMES.push_back("car");
  CLASS_NAMES.push_back("pedestrian");
  CLASS_NAMES.push_back("cyclist");
}
```

```
Vehicle 0.80 0 -2.18 969.44 136.93 1649.08
Vehicle 0.80 0 -2.02 1026.93 177.08 1703.4
Vehicle 0.80 0 -2.00 1055.02 129.60 1567.0
Vehicle 0.00 0 1.48 356.21 186.07 542.07 2
Vehicle 0.00 0 1.55 350.97 183.94 551.55 2
Vehicle 0.00 0 1.40 364.76 180.79 544.05 2
Vehicle 0.00 0 1.42 388.17 174.90 521.42 2
Pedestrian 0.00 2 1.57 855.19 148.29 880.5
Pedestrian 0.00 2 1.48 855.03 148.68 882.8
Pedestrian 0.00 2 1.48 864.93 170.88 888.5
Pedestrian 0.00 2 1.59 843.94 169.45 872.0
```

作业2 计算Conv3D输出维度

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

参数

- 通道数：C；
- 卷积核边长：K；
- 步进值：S
- Padding： P

计算

$$X\_out = (X\_in – K + 2P)/S + 1$$

$$C\_out = C$$

Input: $128 \times 10 \times 400 \times 352$

Conv3D

- Output channel # 64, kernel (3, 3, 3), stride (2, 1, 1), padding (1, 1, 1)
- Output channel # 64, kernel (3, 3, 3), stride (1, 1, 1), padding (0, 1, 1)
- Output channel # 64, kernel (3, 3, 3), stride (2, 1, 1), padding (1, 1, 1)

Output: $C' \times D' \times H' \times W'$ – Homework

- Answer is $64 \times 2 \times 400 \times 352$

举例

$$D1\_out=(10 – 3 + 2\times1)/2 + 1 = 5$$

$$D2\_out =(5 – 3 + 2\times0)/1 + 1 = 3$$

$$D' =(3 – 3 + 2\times1)/2 + 1 = 2$$

$$C' = C1\_out = C2\_out = 64$$

在线问答

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

Q&A

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

感谢各位聆听！

Thanks for Listening