



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

# 机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

西安电子科技大学计算机学院 2012 级本科生

June 3, 2016



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

## 第 I 部分

### 引言



机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

研究意义

传统方法 VS 深度学习

车牌识别系统结构

1

1

## 机动车车牌识别有着十分广泛的应用：

- ▶ 停车场智能管理
- ▶ 停车场自动找车系统
- ▶ 电子警察
- ▶ 无人驾驶汽车



机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

研究意义

传统方法 VS 深度学习

车牌识别系统结构

1

2



a 校门口的停车场门禁系统



b Google 的无人驾驶汽车

Figure 1: 车牌识别应用举例



机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

研究意义

传统方法 VS 深度学  
习

车牌识别系统结构

1

## 优点

- ▶ 速度快，易于实现
- ▶ 便于进行理论分析

## 缺点

- ▶ 依赖大量先验知识及特征工程
- ▶ 对系统设计者要求高
- ▶ 对复杂任务效果不佳

3



机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

研究意义

传统方法 VS 深度学  
习

车牌识别系统结构

1

## 优点

- ▶ 人工干预少
- ▶ 对于复杂任务效果好

## 缺点

- ▶ 对数据的数量和质量要求高
- ▶ 计算量大，速度慢
- ▶ 神经网络为黑箱系统，难以进行有效的数学分析

4

29



# CNN 的结构

机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

研究意义

传统方法 VS 深度学习

车牌识别系统结构

1

5

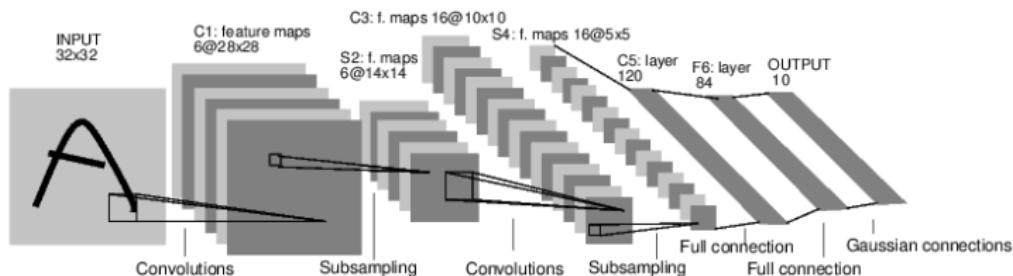


Figure 2: 用于 MNIST 手写数字识别的 LeNet 模型



# 车牌识别系统结构图

机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

研究意义

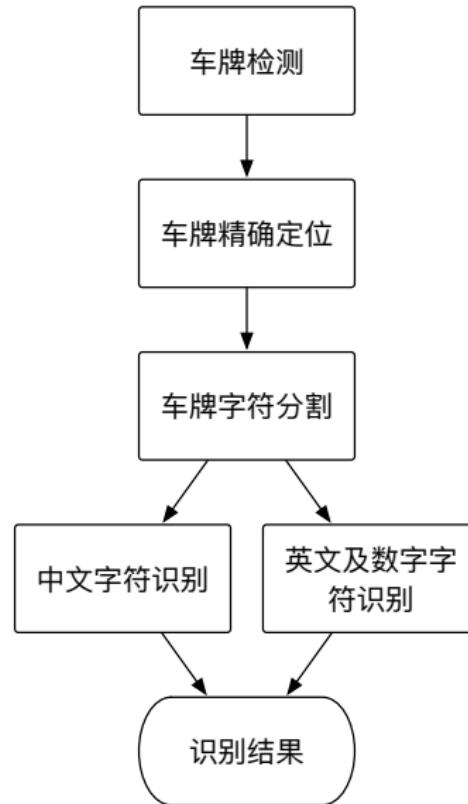
传统方法 VS 深度学习

车牌识别系统结构

1

6

29





西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

## 第 II 部分

### 车牌检测



机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

传统方法

Faster R-CNN

效果展示

1

7

- ▶ 基于车牌形状的方法
- ▶ 基于颜色划分的方法
- ▶ 基于纹理特征的方法



机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

传统方法

Faster R-CNN

效果展示

1

8

## 优点

- ▶ 算法简单，易于实现
- ▶ 执行速度快

## 缺点

- ▶ 鲁棒性差
- ▶ 特殊情况多
- ▶ 难以适应复杂场合



机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

Faster R-CNN

效果展示

1

9

Faster R-CNN 全称 Faster Region-Convolutional Network，是由微软亚洲研究院 Shaoqing Ren[6] 等人在 Fast R-CNN[1] 及其前身 R-CNN[2] 的基础上提出的一种通用目标检测算法。

## 优点

- ▶ 是目前准确率最高的目标检测算法之一
- ▶ 性能优异，能达到准实时级的检测速度

## 缺点

- ▶ 需要大量标注过的训练数据
- ▶ 需要使用 GPU 加速



# Faster R-CNN 原理

机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

传统方法

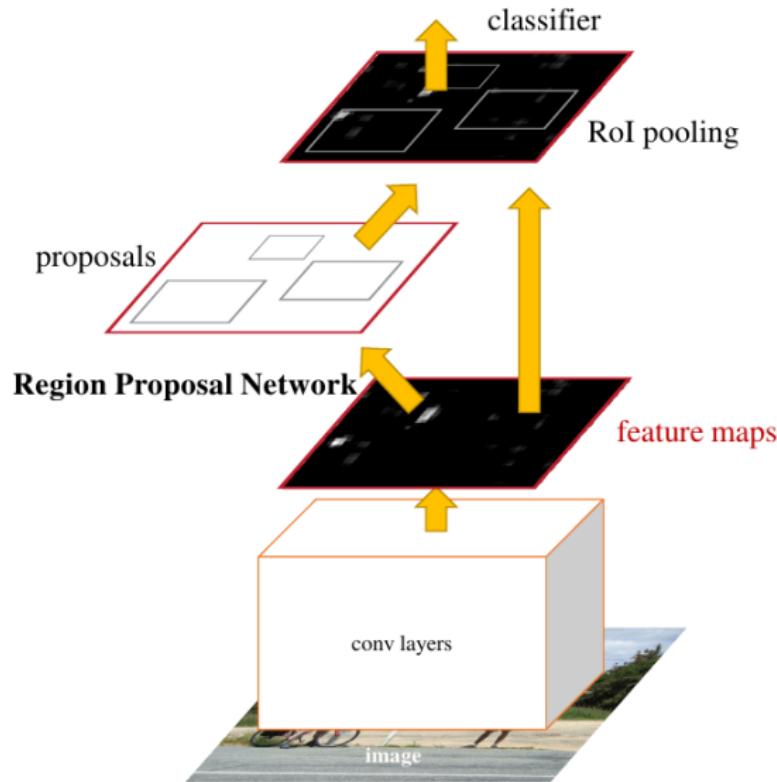
Faster R-CNN

效果展示

1

10

29





机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

Faster R-CNN

效果展示

1

11



a 示例一



b 示例二

Figure 4: 使用 Faster R-CNN 进行车牌检测



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

## 第 III 部分

### 车牌定位



机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

使用 CNN 进行车牌定位

效果展示

1

12

- ▶ 基于边缘检测的定位方法
- ▶ 基于形态学的定位方法
- ▶ 基于颜色划分的定位方法



机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

使用 CNN 进行车牌定位

效果展示

1

13

## 优点

- ▶ 简单，容易实现，速度快

## 缺点

- ▶ 难以处理的特殊情况多，鲁棒性不强
- ▶ 抗仿射、投影变换的能力差



机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

使用 CNN 进行车牌定位

1

14

效果展示

我们可以仿照 Faster R-CNN 的思路，使用 CNN 对车牌的四个顶点（关键点）坐标进行回归，以实现车牌定位，这种方法的优缺点如下：

## 优点

- ▶ 鲁棒性强

## 缺点

- ▶ 效果受数据影响大，需要大量标注过的训练数据
- ▶ CNN 抗旋转的能力差，因此需要做数据扩充
- ▶ 和车牌检测任务有所重复，可进行合并



## 机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

使用 CNN 进行车牌定位

效果展示

1

15

29

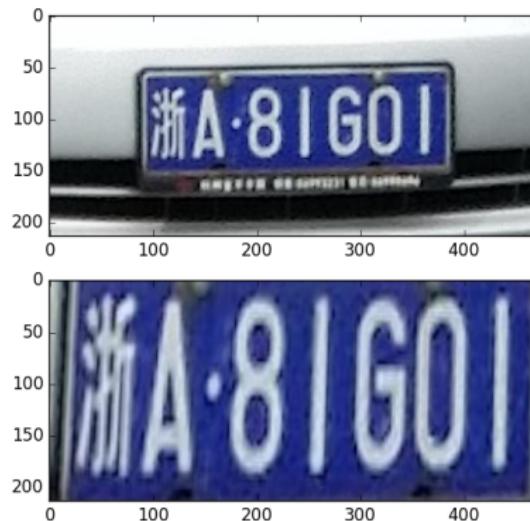


Figure 5: 车牌定位效果图



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

## 第 IV 部分

### 字符分割



机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

传统方法

基于 Class-specific  
Extremal Region 的  
分割方法

效果展示

1

16

29

- ▶ 基于直方图投影的分割方法
- ▶ 基于连通域分析的分割方法



机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

传统方法

基于 Class-specific  
Extremal Region 的  
分割方法

效果展示

1

17

## 优点

- ▶ 简单，容易实现，速度快

## 缺点

- ▶ 基于直方图投影的分割方法要求车牌水平，不能抵抗倾斜等仿射变换
- ▶ 基于连通域分析的分割方法效果依赖于车牌二值化的效果，因此对图像质量要求高，鲁棒性差



1

机动车车牌的实时检

测与识别系统

王昌旭

传统方法

基于 Class-specific  
Extremal Region 的  
分割方法

18

效果展示

## Definition

我们首先定义图像的一个 Region 为图像的一个连续子区域。这里的连续是指，该区域中像素点总满足某种邻接关系（本文中均指 4-邻接，即一个像素和它的上下左右四个像素邻接，除此之外还有 8-邻接关系）。

## Definition

我们说一个 Region 为一个 Extremal Region，是指该 Region 的边界像素值比内部像素值高出许多。

## 备注

以上定义仅做说明用途，详细的数学定义请参考论文 4.1.1 节



# Class-specific Extremal Region 简介

机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

基于 Class-specific Extremal Region 的分割方法

效果展示

1

19

Neumann 等人于 2012 年提出了一种 [4] 名为 Class-specific Extremal Region(CSER) 的方法并成功应用于自然场景中的字符检测与定位问题。

该方法的核心思想是使用两个级联 AdaBoost 分类器对 ER 进行筛选，从而快速准确地提取图像中的字符区域。

该方法最终成功在 ICDAR Robust Reading 竞赛中成功夺取桂冠，充分证明了其有效性。



机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

传统方法

基于 Class-specific  
Extremal Region 的  
分割方法

效果展示

1

20

CSER 使用两个级联的 AdaBoost 分类器对产生的 ER 候选区域进行筛选：

- ▶ 第一级分类器使用少而高效的特征进行粗筛选。
- ▶ 第二级分类器在第一级分类器特征的基础上，使用一些更为有效的特征进行进一步筛选。

## 备注

由于两个分类器使用的特征定义稍显复杂，在此不再赘述，  
详情请参考论文 4.1.2 节



# 使用 CSER 进行车牌字符分割

机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

传统方法

基于 Class-specific  
Extremal Region 的  
分割方法

效果展示

1

21

为了进一步去除，假阳性的 ER 区域，我们在此使用一些车  
牌的结构信息进行进一步筛选，如：

- ▶ ER 相对尺寸
- ▶ ER 长宽比
- ▶ ER 相对位置关系
- ▶ 其他筛选标准.....

通过上述方法首先得到 6 个英文、数字字符区域。  
然后以此来推断车牌中中文字符的区域。  
最终便得出所有的车牌字符区域。



# 使用 CSER 产生候选区域

机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

基于 Class-specific  
Extremal Region 的  
分割方法

效果展示

1

22

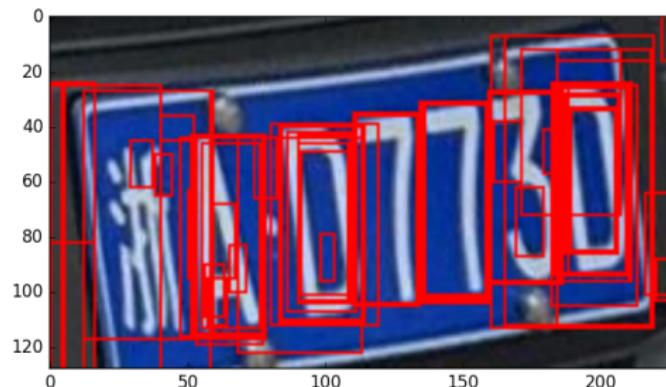


Figure 6: 使用 CSER 提取出的所有候选区



## 机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

传统方法

基于 Class-specific  
Extremal Region 的  
分割方法

效果展示

1

23

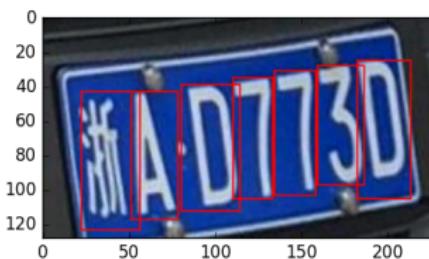


Figure 7: 车牌字符分割效果展示



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

## 第 V 部分

### 字符识别



# 使用 CNN 进行字符识别

机动车车牌的实时检

测与识别系统

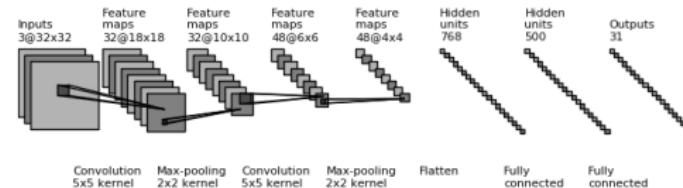
王昌旭

使用 CNN 进行字符

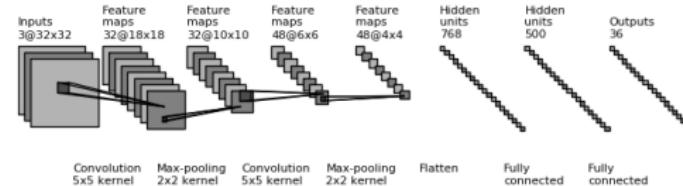
识别

1

24



a 中文



b 英文及数字

Figure 8: 字符识别 CNN 模型



机动车车牌的实时检  
测与识别系统

王昌旭

使用 CNN 进行字符  
识别

1

25

29

浙 AN880J



Figure 9: 系统运行效果



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

## 第 VI 部分

### 总结与展望



机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

总结

展望

1

26

可以看到，基于深度学习的车牌识别系统有着鲁棒性强、人工干预少、可定制性强等传统方法无法比拟的优点，有着广阔的前景。

## 备注

本毕设所有源码及论文已上传至 GitHub：

<https://github.com/DelightRun/DeepPR>



## 机动车车牌的实时检测与识别系统

王昌旭

总结

展望

1

但是我们的系统也有许多可以改进的地方：

27

- ▶ 使用 YOLO[5]、SSD[3] 等速度更快的算法替代 Faster R-CNN 进行车牌检测
- ▶ 将车牌定位整合进车牌检测中
- ▶ 使用 CUDA 实现 CSER 方法以提升性能
- ▶ 在字符分割任务中使用非极大抑制剔除冗余的 ER 区域
- ▶ 等等

这些都有待进一步的研究、实验以进行验证。



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

## 第 VII 部分

### 参考文献



1

28

- [1] Ross B Girshick. “Fast R-CNN.” In: *ICCV* (2015), pp. 1440–1448.
- [2] Ross Girshick et al. “Rich Feature Hierarchies for Accurate Object Detection and Semantic Segmentation”. In: *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2014 IEEE Conference on*. IEEE, 2014, pp. 580–587.
- [3] Wei Liu et al. “SSD: Single Shot MultiBox Detector”. In: *arXiv.org* (Dec. 2015). arXiv: 1512.02325v2 [cs.CV].

29



1

29

- [4] Lukas Neumann and Jiri Matas. “Real-time scene text localization and recognition”. In: *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (2012), pp. 3538–3545.
- [5] Joseph Redmon et al. “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection”. In: *arXiv.org* (June 2015). arXiv: 1506.02640v5 [cs.CV].
- [6] Shaoqing Ren et al. “Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks.” In: *NIPS* (2015), pp. 91–99.



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

感谢各位评委老师的观看！