

一种新型线阵 CCD 排布方式的研究

An Exploration of a New Linear CCD Array Arrangement

王天宜 马文涛
东南大学

指导老师：谈英姿 孙琳

联系方式：tianyi_wang@seu.edu.cn 江苏省南京市江宁区东南大学九龙湖校区



摘 要
针对第九届飞思卡尔智能车光电组的比赛，本文对一种新的双线阵 CCD 组合排布方式进行了探索和研究。采取这种组合排布方式的 CCD 获得了更广阔的视野范围和较大的前瞻，也使得基于此排布的赛道识别算法更为稳定有效。经实验验证，获得了良好的效果。

关键词：智能车; 线阵 CCD; 前瞻; 排布;

导 言

飞思卡尔智能车比赛光电组中使用的线阵 CCD 传感器 TSL1401 的有效采集像素点为 128 个，这 128 个灰度值不同的像素点构成了光电组赛道识别的基础，利用灰度值的不同，可提取出赛道两侧的黑线。但由于采集像素点个数的限制，导致 CCD 视野范围受限，在大 S 弯，U 型弯等转角大，转弯半径小的赛道情形下极易丢失一侧黑线。为了解决这一问题，我们利用两个 CCD 进行图像拼接，同时对由于余弦效应导致的镜头边缘偏暗进行补偿。此方法极大的扩展了视野，经实验，在一定前瞻下除十字弯全白等特殊元素外，其余任何情况均不会出现丢线问题，为赛道识别算法提供了先决条件。

设计思路

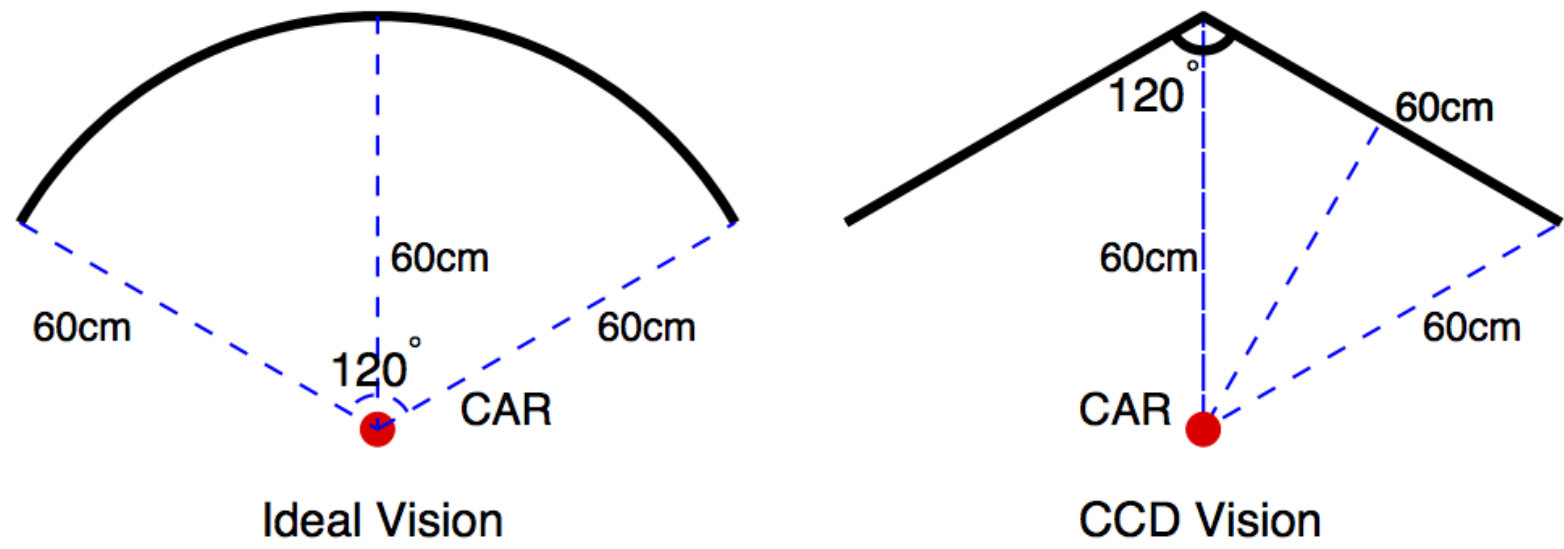


Figure 1: 理想排布图

我们认为理想的前瞻范围应类似人眼，视野范围应当是距离镜头等距离的一段圆弧，此时视野较为开阔。为了接近这种效果，我们用两个 CCD 拼出两条相交直线，具体参数见 Figure 1。在拼接组合时，重点应考虑令两 CCD 视野范围交于一点，因为：

Table 1: 镜头具体参数

CCD	镜头度数	实际前瞻	备注
左	60°	52cm	
中	90°	15cm	仅检测坡道用
右	60°	52cm	

- 若不相交，则会丢失部分赛道信息。
- 若相交重合太多，则视野变窄，失去了扩大视野的优势，同时重叠部分赛道信息难以处理。

具体镜头参数见 Table 1。

实验验证

在组装完成 CCD 之后，为了采集实际的视野范围数据与设计图进行对比，我们将采集到的图像发送到液晶屏显示，安装效果图见 Figure 2，得到实际的视野范围见 Figure 3。

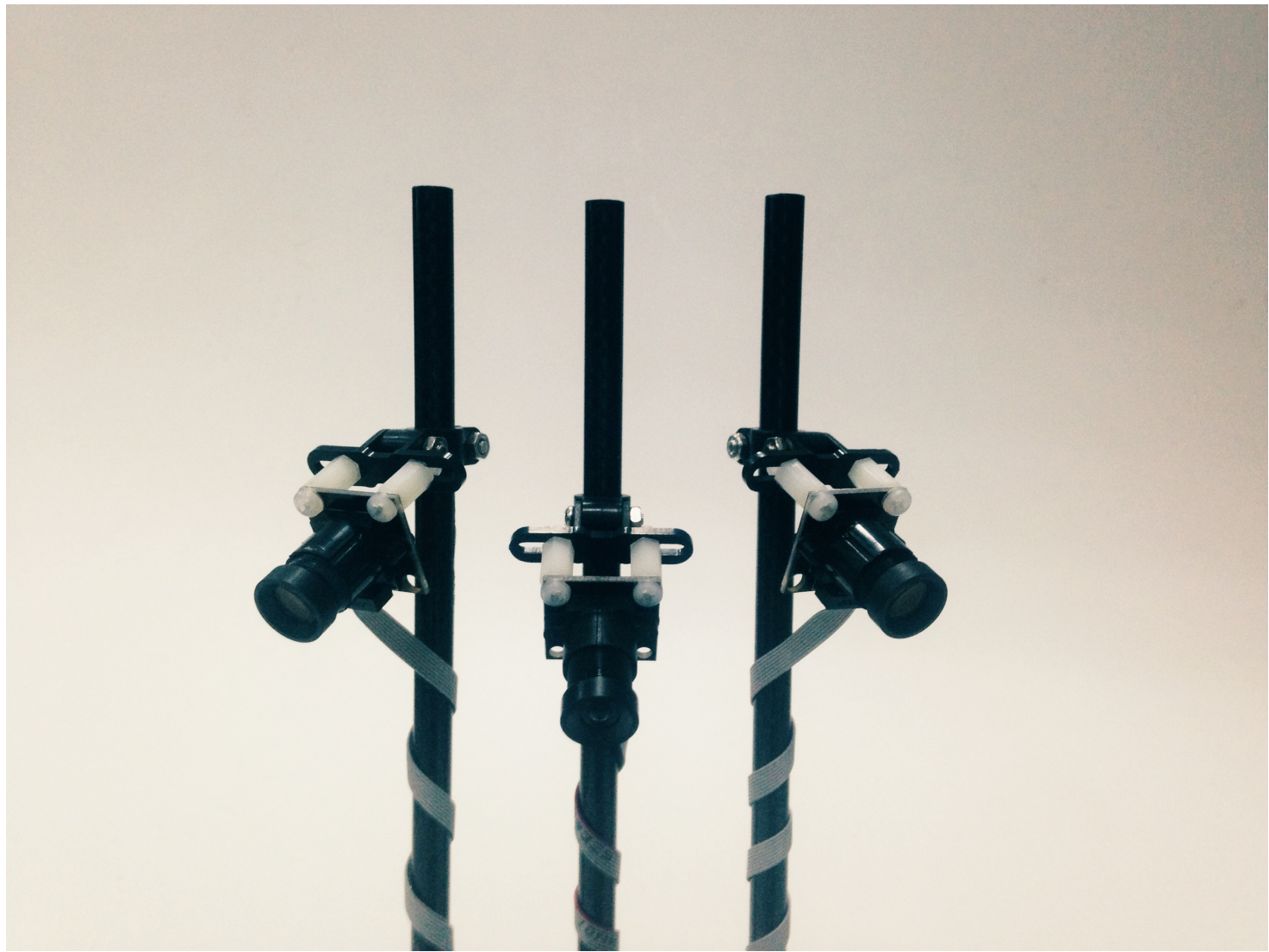


Figure 2: 安装效果图

前瞻调节方法

前瞻最大处（即两 CCD 交点处）距车身垂直距离为 60cm，最小处为左右两边界，距车身垂直距离约 30cm。为了使两 CCD 图像恰好交于一点，采取如下方法：

1. 将车模置于白色 KT 板上，在正前方 60cm 处贴一黑线；
2. 粗调

- 调节两 CCD 俯仰角至完全相同；
- 调节左右两 CCD 的开合角至大约 120°；

3. 细调

利用 TFT 屏幕模块配合调试，将采集到的信息发送到液晶屏，细调两 CCD 开合角，使正前方黑线恰好出现在左 CCD 视野的最右侧，右 CCD 视野的最左侧。

此时，CCD 排布位置的调试即可完成。

这种排布方式对精度的要求较高，几毫米的偏差就会导致左右不对称等情况，对车模的正常运行造成影响，因此每次发车前都需要仔细检查前瞻。

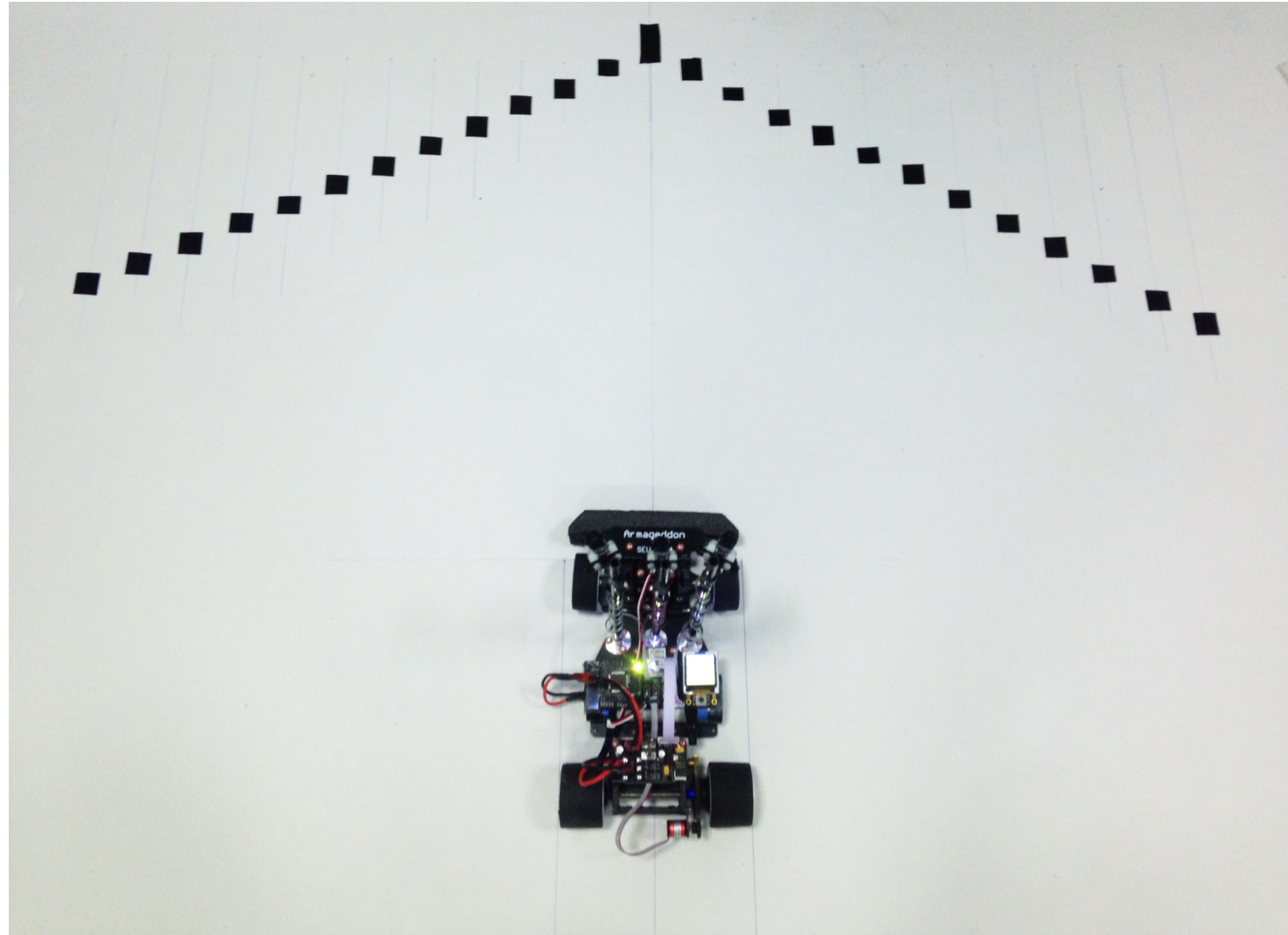


Figure 3: 实际视野范围

镜头暗角补偿

由于镜头暗角，两 CCD 交点处灰度值偏低，赛道识别容易出现問題。依据入射角与亮度比的四次余弦关系（见 Figure. 4），我们对镜头暗角进行了补偿。

每个线阵 CCD 有 128 个像素点，由于左右镜头对称，只需一个 64 大小的数组进行对称补偿。

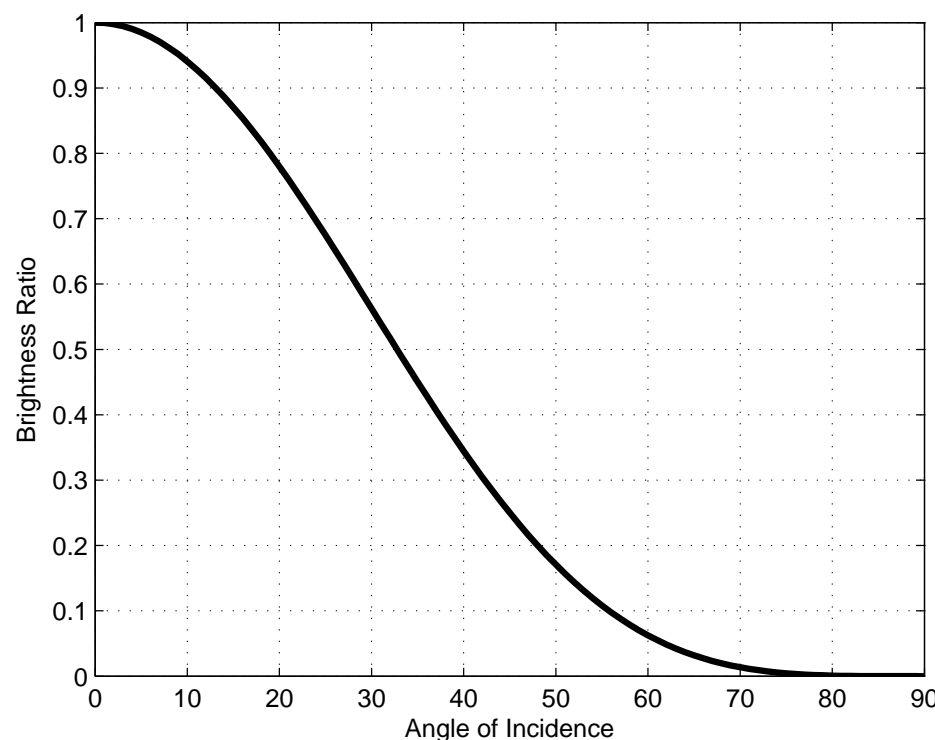


Figure 4: 镜头入射角与亮度比关系曲线

计算补偿数组：

for($i = 0; i < 64, i++$)

针对 60° 镜头：

$$CompensationValue_{60}[i] = \cos^4\left(\frac{64-i}{64} \cdot \frac{\pi}{6}\right); \quad (1)$$

针对 90° 镜头：

$$CompensationValue_{90}[i] = \cos^4\left(\frac{64-i}{64} \cdot \frac{\pi}{4}\right); \quad (2)$$

TSL1401 的 128 个像素点灰度值最大为 255，最小为 0。但由于采用运放信号，即使看到全黑图像仍有大小为 40 左右的基值，因此对每个像素点进行补偿时，要减去一组基值：

```
#define base_grey 40
Grey_Pixel[i] = (Pixel[i] - base_grey) / CompensationValue[i] + CompensationValue[i];
```

在此基础上对灰度值进行二值化，避免了镜头暗角对采集的灰度值造成影响，得到的二值化数据更加合理。

结 论

经实验验证，此排布方式有以下优势：

- 扩大视野范围，扩大后的视野可达单 CCD 二倍以上；
- 对于出十字弯等特殊情况，即使路径不好，也不会仅看到错误路径信息，可对更丰富的赛道信息进行筛选；
- 直道需要大前瞻，而连续 180°，270° 等急弯需要较小前瞻防止丢线。前瞻中间大，两边小的排布实际上可以动态适应不同赛道情形。

附车模全身图一张：见 Figure 5

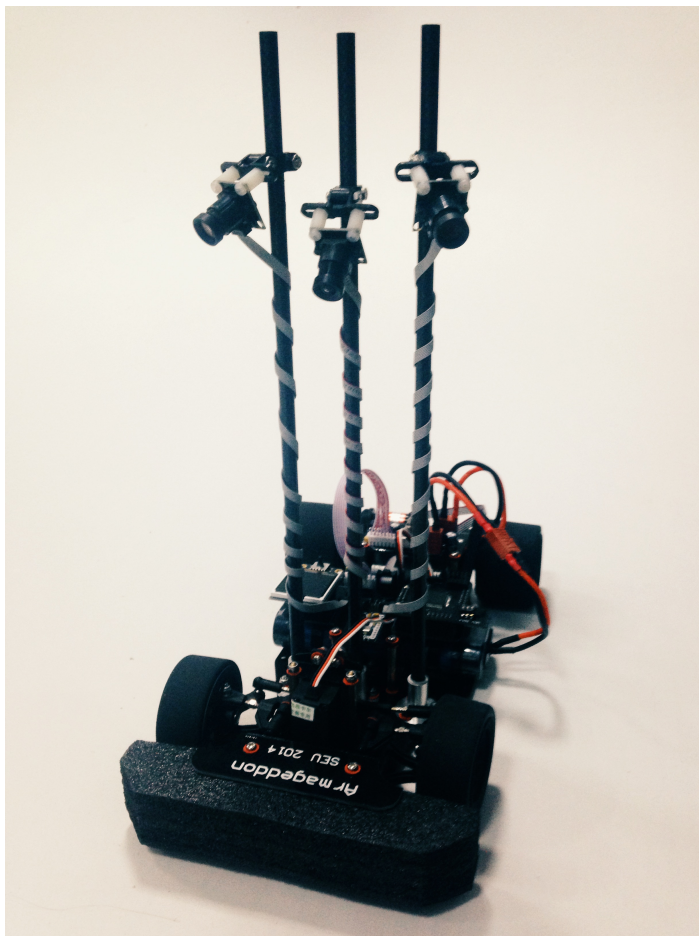


Figure 5: 全身图

参考文献

- [1] 卓晴，黄开胜，邵贝贝. 学做智能车 [M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2007.
- [2] “渐晕暗角和余弦暗角”，http://blog.sina.com.cn/s/blog_537633d70100kge7.html