

# 推进汽车成像的挑战

Challenges of advancing automotive imaging

Sergey Velichko (安森美汽车方案分部 (ASD) 技术和产品战略高级经理)

随着车辆从主要由先进驾驶辅助系统 (ADAS) 支持和驾驶员控制向全自动驾驶的方向发展, 图像传感器的性能变得更关键。尤其是感知周围环境以保证所有道路使用者安全的图像传感器。

在不良的照明和高温下, 传感器的性能会下降, 路况变得具有挑战性。因此, 图像传感器必须在所有条件下提供出色的性能支持自动驾驶。这篇技术文章将探讨图像传感器如何发展以应对自动驾驶的挑战, 以最新的技术、符合需求的价位提供行业要求的性能。

随着车辆从完全由驾驶员控制, 到提供驾驶辅助, 再到最终接管驾驶任务, 它们需要能感知周围环境。虽然车辆可使用几种不同的传感器模式, 但由于图像传感器具有捕获形状、纹理和颜色的独特能力, 且成本相对较低, 因此是最通用和最受欢迎的传感器之一。

部署用于汽车环境的图像传感器有许多挑战。光线条件可能会产生极端的对比度和潮湿路面的眩光, 而天气条件包括雨、雾和雪会降低能见度。交通信号灯、路标、车辆前大灯和尾灯通常使用 LED 照明。LED 照明的一个巨大优势是它非常高效; 但它通常是脉冲式的。虽然人眼看不到这脉冲, 但图像传感器会将其呈现为闪烁的图像流。

汽车视觉的主要作用之一是检测车辆路径上的物体。车辆能看到越远的物体, 就有越长的时间做决策和反应。因此需要高分辨率和高图像质量来辨别远处的

物体。

随着在车辆整个系统中部署更多的图像传感器, 成本至关重要—这些传感器不仅用于前视, 还提供 360 度环视和监控乘客座舱。有些汽车有 10 多个图像摄像头。

## 1 从辅助驾驶向自动驾驶发展

美国汽车工程师学会 (SAE) 定义了一个 6 级模型图, 说明了从非智能车辆到所有驾驶条件下全自动驾驶的车辆发展, 如图 1 所示。

目前, 许多车辆的自动化水平是 L2 级, 其中包括最基本的控制, 如纠正高速公路上的车辆漂移。向 L3 级迁移意义重大, 因为 L3 级对车辆移动的控制更自动化。图像传感器将需要提供 800 万像素 (MP) 分辨率来支持这 — 比现在通常使用的图像传感器增加了 4 倍。这对某些情况下的自主运行来说是足够的, 例如在高速公路上。向 L4 级和 L5 级发展, 图像传感器的分辨率将需要高得多, 从而支持所有情况下的自主工作。

同样, 取决于用途, 环视感知和盲点摄像头也将分辨率提高到 300 万像素甚至 800 万像素, 并同时含 LED 闪烁抑制功能和高动态范围 (HDR)。

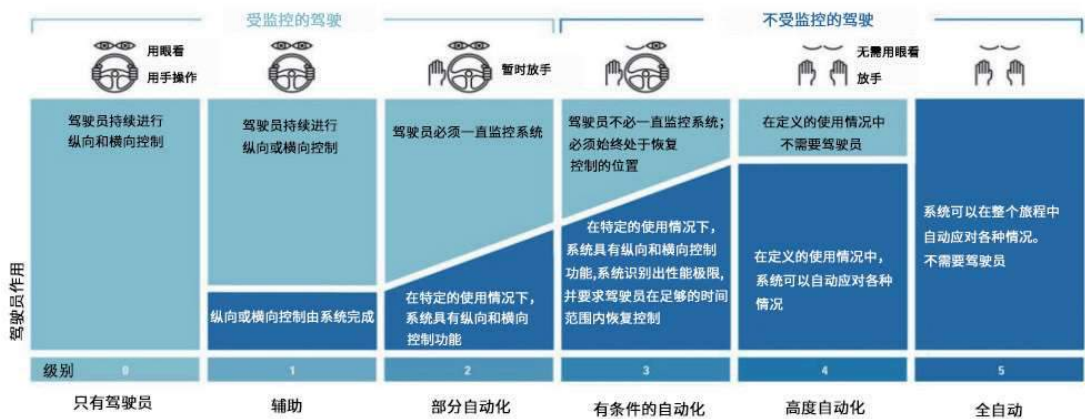


图1 提高汽车自动化水平的SAE模型

另外，非拜耳滤光片已越来越多地取代了拜耳色彩滤光片阵列（CFA），以改善微光下的工作，同时仍提供好的色彩性能。

## 2 像素大小

如果像素大小保持不变，提高传感器的分辨率会导致成本大幅上升——目前像素大小从 4.2 微米 ( $\mu\text{m}$ ) 降至 3  $\mu\text{m}$ 。不过，将像素大小减少到 2.1  $\mu\text{m}$  将使 800 万像素传感器的成本大幅降低，也就是说像素大小为 2.1  $\mu\text{m}$  的 800 万像素传感器与像素大小为 4.2  $\mu\text{m}$  或 3  $\mu\text{m}$  的 800 万像素传感器相比，成本将低很多。相对成本比较如图 2 所示。

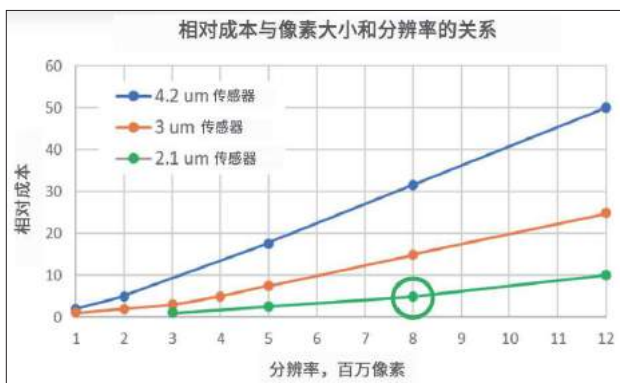


图2 减小的像素大小显著节省成本

因此有人可能会认为，在关键的性能参数方面如微光性能、信噪比 (SNR) 或 HDR 会有一些折衷。但情况并非如此。安森美 (onsemi) 的 3.75  $\mu\text{m}$ 、3  $\mu\text{m}$  和 2.1  $\mu\text{m}$  像素的传感器，微光性能指标 (SNR1 和 SNR3) 基本相似。安森美的新的 2.1  $\mu\text{m}$  像素图像传感器的 SNR 和 HDR 性能优于 3  $\mu\text{m}$  像素图像传感器。参见图 3，了解 SNR1 和 SNR3 指标的相对比较。

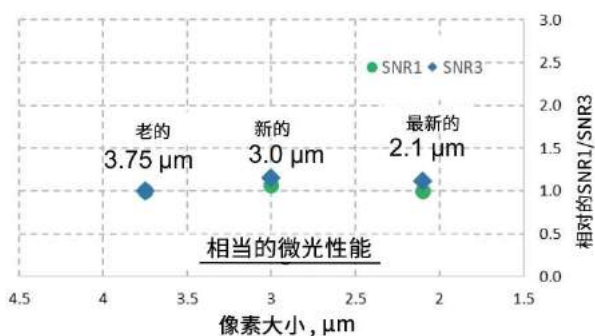


图3 减小的像素大小不影响微光性能

此外，与其他供应商的 3.0  $\mu\text{m}$  300 万像素或 500 万像素传感器相比，安森美的 2.1  $\mu\text{m}$  800 万像素传感器方案以相当或更低的成本扩大了探测距离。

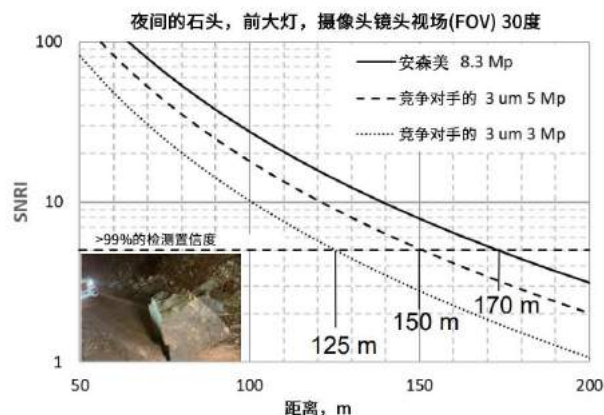


图4 安森美的830万像素传感器比竞争对手的3  $\mu\text{m}$ 传感器的探测距离更远

在夜间探测仅由车灯照亮的石头这一具有挑战性的例子中，3  $\mu\text{m}$  的 300 万像素和 500 万像素传感器的探测距离分别为 125 米和 150 米。相比之下，安森美的传感器达到了 170 米（图 4）。这延伸的距离相当于系统有更多的反应时间，有助于大大提高安全性。

## 3 图像质量和更高的汽车温度

将色彩滤光片从拜耳式改为 RYCY 或 RCCB，并纳入高质量的 HDR 色彩管道，如 Clarity+，可显著提高传感器性能和图像质量。非拜耳色彩滤光片模式允许更多的光子进入每个像素，从而改善微光性能。这使传感器在具挑战性的条件下能够更好地“看”到，同时使捕获的原始物体图像色彩准确，处理成高质量的图像。

SNR 是所有图像传感器的一个重要参数，因为它与系统在传感器生成的图像中检测物体的能力有关。在高温下，一个典型的 3  $\mu\text{m}$  分体二极管传感器的 SNR 会下降到 20 dB 左右。在这个水平上，噪声是明显可见的，而且物体检测也更困难。一个可比的安森美传感器的 SNR 水平超过 30 dB。在这个水平上，噪声明显减少，物体检测也容易得多，从而为视觉应用带来了视觉上更愉悦的图像。

高温对图像传感器来说始终是个挑战，可能大大降

低图像质量和性能。这在汽车应用中尤其如此，传感器在其 80% 以上的寿命期内都工作在 80 °C 或更高的结温下——由于处于阳光直射下，并被设计在小的封闭空间内，这空间内还有其他电子器件在运行中产生热量。

即使在 125 °C 的结温下，安森美 2.1  $\mu\text{m}$  像素大小的图像传感器在中高光照条件下也能达到 25 dB 以上的 SNR 性能，从而确保在所有工作条件下都能实现精确的物体检测。

#### 4 现代 2.1 $\mu\text{m}$ 汽车 HDR LFM 图像传感器

安森美最新的汽车图像传感器提供 3 840 × 2 160（830 万像素）的分辨率，含最新一代 2.1  $\mu\text{m}$  超级曝光像素。该传感器采用了真正的 LED 闪烁抑制（LFM）像素技术，可生成达 155 dB 的 HDR 图像，无闪烁时超过 110 dB。HDR 帧率可以达到 60 帧 / 秒 (fps)，而将帧率降低到 45 fps 将使 HDR 从 110 dB 提高到 145 dB 以上。



60 度视场 RGGB 1920X1536, 新的 2.1 $\mu\text{m}$  (无滤镜或校正, Devware 颜色处理) 与 3 $\mu\text{m}$  分体二极管 (启用过饱和校正, GWSISP 颜色处理) 对比

图5 安森美 2.1  $\mu\text{m}$  传感器 (左) 和竞争对手的 3  $\mu\text{m}$  传感器 (右) 图像质量对比 (剪裁后)

关于微光性能，2.1  $\mu\text{m}$  传感器的性能与性能非常好的 3  $\mu\text{m}$  像素传感器相当或更好。图 5 说明了 2.1  $\mu\text{m}$  传感器与竞争对手的 3  $\mu\text{m}$  传感器相比的 HDR 图像质量差异，突出了更好的动态范围，捕获到更好的细节和交通信号灯的真实颜色。在结温 ( $T_j$ ) 高达 100 °C 时，过渡 SNR 超过 30 dB，即使在极端温度下 ( $T_j = 125$  °C)，SNR 也超过 25 dB。在所有条件下，该传感器都能产生

高色彩保真度的清晰图像，这部分归功于拜耳和非拜耳 CFA 技术所提供的范围——RGGB、RCCB、RCCG 和 RYYCy。

#### 5 总结

先进的自主车辆越来越依赖高性能的成像器，使其能够感知周围的环境。虽然提高图像传感器的性能是可以实现的，但在不增加成本的情况下这样做是具有挑战性的。

安森美的成像器件设计表明，缩小像素大小的 800 万像素传感器的价格与目前 200 万像素 4.2  $\mu\text{m}$  传感器和 (400–500) 万像素 3  $\mu\text{m}$  传感器的价格相近，不影响微光性能的 SNR 和 HDR。此外，采用非拜耳式 CFA，更增强了极为重要的微光性能。

高温始终是个挑战，传感器被置于有限的空间里，这空间里还有发热的器件，并暴露在阳光下。安森美传感器在高达 125 °C 的温度下可以提供出色的性能，确保在所有工作条件下都能捕获到高质量的图像。

下一代图像传感器对于车辆安全和向更高自主性发展至关重要。