一个视频了解车载摄像头的发展趋势\_原文和译文

2025年02月04日 10:29

发言人1 00:00

在自动驾驶系统中，摄像头就像人类驾驶员的眼睛一样重要，甚至可以说是自动驾驶系统中最重要的传感器，没有之一。与毫米波雷达和激光雷达相比，摄像头具有成本低、色彩信息丰富、能够提供语义信息等诸多优势。就是因为这些优势，摄像头在智能汽车中非常常见。一辆车少则有3到5个摄像头，多则有十几个。您对这种广泛使用且尤为重要的传感器到底了解多少呢？

自動運転システムでは、カメラは人間の運転手の目のように重要で、自動運転システムの中で最も重要なセンサーともいえる。ミリ波レーダーやレーザーレーダーに比べ、カメラはコストが低く、色情報が豊富で、意味情報を提供できるなど多くのメリットがある。これらのメリットのため、カメラはスマートカーでよく見られます。1台の車が少ないと3 ~ 5台のカメラがあり、多いと十数台ある。このような広く使われ、特に重要なセンサーについて、どれぐらい知っていますか?

发言人1 00:34

我们先来看看摄像头的基本结构。车载摄像头主要由光学镜头、图像传感器、图像信号处理器、串行器和连接器组成。摄像头的工作原理是外界光线照射在物体上，经过反射和折射后，通过光学镜头投射到图像传感器上。传感器的光电器件将光信号转化为电信号，经过图像信号处理器转换为RGB、YUV等格式的图像信号输出。光学镜头负责将光线聚焦，并将视野中的物体投射到成像介质的表面上。光学镜头还包括红外滤光片，滤除人眼看不到的红外光，只留下人眼能看到的可见光。

まずカメラの基本構造を見てみましょう。車載カメラは主に光学レンズ、画像センサ、画像信号プロセッサ、シリアルとコネクタで構成されている。カメラの動作原理は、外光が物体に照射され、反射と屈折（くっせつ）を経て、光学レンズを通して画像センサーに投影されます。センサの光電デバイスは光信号を電気信号に変換し、画像信号プロセッサを介してRGB、YUVなどのフォーマットの画像信号に変換して出力する。光学レンズは光に焦点を合わせ、視野内の物体を結像媒体の表面に投影する。光学レンズには赤外線（せきがいせん）フィルタも含まれており、人間の目には見えない赤外光を除去（じょきょ）し、人間の目に見える可視光（かしこう）だけを残す。

发言人1 01:20

镜头的焦距决定了拍摄图像的视场角大小，镜头的焦距越长，视角越窄。为了能够看到150米外的物体，比如红绿灯，一般前向会加一个长焦镜头，FOV1般在30度左右，焦距越短视场角越大。比如360环视中用到的鱼眼相机，由于图像拼接需要非常大的视场角，焦距一般小于16毫米，鱼眼相机的水平视场角一般大于170度，甚至会超过180度，但是大视场角的代价是图像会失真，而且越靠近边缘失真越严重，需要做机电调整。目前主要的光学镜头供应商有舜宇光学、联创、欧菲光等。

レンズの焦点（しょうてん）距離は撮影画像の視野角の大きさを決定し、レンズの焦点距離が長いほど視野角が狭い。150メートル離れた（はなれる）物体、例えば信号を見るために、一般的には前方に望遠（ぼうえん）レンズがついていて、FOV1のように30度ぐらいで、焦点距離が短いほど視野角が大きくなる。例えば、360回目に使われる魚眼カメラは、画像のつなぎ合わせに非常に大きな視野角が必要で、焦点距離は一般的に16ミリ未満で、魚眼カメラの水平視野角は一般的に170度以上である180度を超えることもありますが、視野角のコストは画像が歪（ひずむ）んで、エッジに近づくほど歪んでしまうことで、電気機械的な調整が必要です。現在、主要な光学レンズのサプライヤーは舜宇光学、聯創、欧菲光などがあります。

发言人1 02:07

图像传感器利用光电器件的光电转换特性，将感光面上的光信号转换成电信号。车载摄像头普遍采用cmos，而cmos是摄像头最重要的部分，也是价值最高的，约占成本的50%。Cmos决定了摄像头最重要的参数像素，一般常说的200万像素或800万像素，就是说有200万或800万个感光点，也就是说cmos有200万或800万个负责光电转换的光电二极管。还有一个很重要的参数帧率也是由cmos决定的，每秒帧率表示cmos每秒更新的次数，帧率越高画面越清晰，常见的帧率是30或25。目前车规cmos市场主要由安森美和豪威科技两大厂商主导，市场集中度非常高。

イメージセンサは光電デバイスの光電変換特性を利用して、感光面（かんこうめん）上の光信号を電気信号に変換する。車載カメラは一般的にcmosを採用しているが、cmosはカメラの最も重要な部分であり、最も価値が高く、コストの約50% を占め（しめる）ている。Cmosはカメラの最も重要なパラメータ画素を決定し、一般的には200万画素または800万画素、つまり200万または800万個の受光点（じゅこうてん）があるつまり、cmosには200万個または800万個の光電変換（こうでんへんかん）を担当する光電ダイオード（diode）がある。もう一つ重要なパラメータ フレームレートもcmosによって決定され、毎秒フレームレートはcmosが毎秒更新した回数を表し、フレームレートが高いほど画面がはっきりし、よく見られるフレームレートは30または25である。現在、自動車規格のcmos市場は主に安森美と豪威科技の二大メーカーが主導しています。市場の集中度(しゅちゅうど)は非常に高いです。

发言人1 03:03

ISP主要用于对cmos输出的raw data格式的图像数据进行处理，通过去除噪点、曝光控制和自动白平衡来提高图像质量，输出RGB或YUV等格式。ISP可以集成在摄像头模组内部，如直接集成在图像传感器内部，也可以作为单芯片存在。如果集成在摄像头内，对外输出的就是ISP处理过的RGBYUV图像，否则对外输出的就是raw data。Row data传输到域控制器后，使用预控集成的ISP进行处理。另外摄像头内部还有一个串行器，因为视频信号需要使用GSML等标准传输，需要先转换成串行数据再传输。

ISPは主にcmos出力のraw data形式の画像データを処理し、ノイズ除去（じょきょ）、露出（ろしゅつ）制御と自動ホワイトバランスで画質を向上させ、RGBやYUVなどの形式を出力する。ISPはカメラモジュール内部に統合することができ、画像センサ内部に直接統合することも、シングルチップとして存在することもできる。カメラに統合されていれば、外部から出力されるのはISPが処理したRGB　YUV画像で、そうでなければ外部から出力されるのはraw dataである。Raw dataはdomain コントローラに転送された後、domain コントローラ統合ISPを使用して処理されます。また、カメラの内部にシリアルがあります。ビデオ信号はGSMLなどの標準で伝送する必要があるので、シリアルデータに変換してから伝送する必要があります。

发言人1 03:52

近来，车载摄像头呈现出明显的发展趋势，即单车搭载摄像头的数量越来越多，分辨率也越来越高。数量上最早只有一个前视摄像头，后来加了四个鱼眼摄像头，再加上一个后视摄像头。现在一些车企为了满足城区场景的需求，又加了四个侧试摄像头和一个前视长焦摄像头，也就是11V方案。再说分辨率，为了在更远的距离获取更多的信息，分辨率也大幅提升，从早期的120万演变成后期的200万、300万、500万，如今主流的高清摄像头都是800万像素，相信不久就会出现更高分辨率的摄像头。比如蔚来ET7的十一颗摄像头都是800万像素，此外极氪001和长城沙龙机甲龙也有七颗800万像素的摄像头。

最近、車載カメラは明らかな発展傾向（けいこう）を見せています。つまり、自転車に搭載されるカメラの数はますます多くなり、解像度もますます高くなります。数量的（すうりょうてき）には最初は前視（まえし）カメラが一つしかなく、後には魚眼カメラが四つ、後視（こうし）カメラが一つついた。現在、いくつかの自動車企業は都市部のシーンのニーズを満たすために、4つの側方（そくほう）カメラと1つの前視長焦点カメラ、つまり11Vプランを追加した。解像度は、より遠くの距離でより多くの情報を得るために、解像度も大幅に向上し、初期の120万から後期の200万、300万、500万に変化した。現在主流（しゅりゅう）のハイビジョンカメラは800万画素で、間もなくより高解像度のカメラが登場すると信じている。例えば、蔚来ET7の11個のカメラはすべて800万画素で、また、極クリプトン001と長城サロン機甲龍にも800万画素のカメラが7個ある。

发言人1 04:48

数量和分辨率的大幅提高，意味着能获得更多的数据感知能力，大大提升相应的传输和处理这些数据所需的带宽和算力也相应增加。如果相应的配套设施不能满足，那么高分辨率的优势根本发挥不出来，最终只会沦为配置表上堆砌的参数营销噱头而已。首先要保证的是传输和存储带宽，传输一般采用LVDS和车载以太网传输就能保证。为了提高处理带宽，相应的内存带宽也必须提高。目前的内存一般采用LPDDR4或者LPDDR5。特斯拉HW40史无前例的将GDDR6用于车载领域，而且一用就是16颗。G ddr是一种显存，最初是为高端显卡设计的。它比普通ddr具有更高的时钟频率、更低的功耗和更高的带宽。比如LPDDR4的带宽为17GB每秒，LPDDR5的带宽为26GB每秒，GDDR6带宽最高可达64GB每秒。

数量と解像度の大幅な向上は、より多くのデータ感知能力を獲得（かくとく）できることを意味し、これらのデータの転送と処理に必要な帯域幅（たいいきはば）と計算力を大幅に向上させる。対応する施設が満足できなければ、高解像度の優位性は全く発揮（はっき）できず、最終的には配置表に積み上げられたパラメータマーケティングのギャグ（ぎゃぐ　gyagu）になるだけである。まず保証しなければならないのは伝送と記憶帯域幅で、伝送は一般的にLVDSと車載イーサネット伝送を採用すれば保証できる。処理帯域幅を高めるためには、対応するメモリ帯域幅も向上しなければならない。現在のメモリはLPDDR4またはLPDDR5を採用しています。テスラHW40はかつてないほどGDDR6を車載分野に使用しています。G ddrはビデオメモリで、最初はハイエンドのビデオカードのために設計されました。通常のddr1よりもクロック周波数(しゅうはすう)が高く、消費電力が低く、帯域幅が高い。例えば、LPDDR4の帯域幅は17gb/秒、LPDDR5の帯域幅は26gb/秒、GDDR6の帯域幅は最大64gb/秒です。

发言人1 05:56

第二是计算能力。随着摄像头数量和分辨率的增加，对AI算力的需求也快速上涨。过去几年算力从最初的几tops发展到现在的几十几百甚至上千tops。考虑到芯片的成本，一块大算力SOC动辄几百美金起，这么算下来算力非常贵。因此车企会在成本和性能之间做权衡。特斯拉是成本控制的典范，多年来model 3的HW3方案的摄像头一直是120万像素，最近升级的下一代HW4像素也只是从120万增加到500万，而不是广泛使用的800万。据说某新造车势力使用了11路800万像素的摄像头，除前视外，其他几路摄像头数据进入预控后，全部下采样，降低分辨率来使用，真是离了个大谱。

2つ目は計算能力です。カメラの数と解像度の増加に伴い（ともない）、AI計算力の需要（じゅよう）も急速に上昇（じょうしょう）している。過去数年間の計算力は最初の数topsから現在の数十数百ないし数千topsに発展した。チップのコストを考えると、大きな計算力SOCが何百ドルも動いて、このように計算すると非常に高い。そのため、自動車企業はコストと性能の間でバランスを取る。テスラはコストコントロールのモデルで、長年model 3のHW3案のカメラは120万画素で、最近アップグレードされた次世代HW4画素も120万から500万に増えただけで広く使われている800万人ではありません。ある新造車勢力は11路800万画素のカメラを使用し、前視を除いて、他のいくつかのカメラのデータがプリコンに入った後、すべてダウンサンプリングし、解像度を下げて使用したという本当に大きな譜を離れました。

发言人1 06:54

摄像头的另一个明显趋势是ISP集成道预控。在电子电气架构的集中化发展趋势下，ECU由分布式向集中式转变，摄像头成为采集信息的硬件设备，计算和处理功能从摄像头中剥离出来，集成到大算力SOC和域控制器中。随着SOC中集成的ISP性能的不断提升，可以支持多个摄像头的输入，这样就不需要在每个摄像头模组上都装一个ISP，从而可以大大降低硬件成本，同时也解决了ISP集成在摄像头所导致的散热问题。

カメラのもう一つの明らかな傾向はISP統合チャネル事前制御である。電子電気構造の集中化発展の流れの下で、ECUは分散から集中的に変化し、カメラは情報を収集するハードウェア機器となり、計算と処理機能はカメラから剥離した大計算力SOCとドメインコントローラに統合されている。SOCに統合されたISPの性能が向上するにつれて、複数のカメラの入力をサポートすることができ、各カメラモジュールにISPを設置する必要がなく、ハードウェアコストを大幅に削減することができるISPがカメラに統合されたことによる放熱問題も解決した。

发言人1 07:36

最后一个趋势是取消ISP，直接使用roll data，但目前采用的还比较少，最著名的就是特斯拉，特斯拉摄像头的raw data不经过ISP处理，直接输入神经网络，不仅降低了成本，也避免了开发过程中复杂的ISP调优过程，还提升了视觉感知能力。要知道摄像头镜头的动态范围比人眼大很多，比如在弱光或极暗场景下，人眼几乎看不到，但cmos仍可以接收光子看到目标。而这些信息在ISP处理时被作为噪音优化处理掉了，而不经过ISP处理直接用raw data进行。推理则可以保留这些数据，从而提升这些场景下的感知能力。

最後のトレンドはISPをキャンセルし、roll dataを直接使用することですが、現在採用されているのはまだ少なく、最も有名なのはテスラで、テスラカメラのraw dataはISPで処理されていません直接ニューラルネットワークを入力することは、コストを下げるだけでなく、開発過程で複雑なISPのチューニングプロセスを回避し、視覚感覚能力も向上した。カメラのレンズのダイナミックレンジは人間の目よりずっと大きいことを知る必要があります。例えば、弱い光や暗い場面では、人間の目はほとんど見えませんが、cmosはまだ光子を受け取ってターゲットを見ることができます。これらの情報はISP処理時にノイズ最適化として処理され、ISP処理を経ずにraw dataで行われる。推論はこれらのデータを保持して、これらの場面での知覚能力を高めることができる。

发言人1 08:24

但取消ISP并不是那么容易。一方面row data数据量过大，传输存储和处理的带宽压力极高。另一方面ISP是为了优化显示效果，简单来说就是给人看的，在需要人参与的数据链路中还是少不了ISP的，所以ISP短期内会继续保留。

ISPをキャンセルするのは容易ではありません。一方、row dataのデータ量が多すぎて、転送記憶と処理の帯域幅の圧力が極めて高いです。一方、ISPは表示効果を最適化するために、簡単には人に見せて、人が参加する必要があるデータリンクにはISPが欠かせないので、ISPは短期的には保留され続ける。

发言人1 08:46

好了，今天的分享就到这里了。各位如果在智能汽车技术上还有无法解答的难题，欢迎评论区留言，感谢大家的关注。智子一号即将离开地球表面。

さて、今日の共有はここに来ました。スマートな自動車技術に解答できない問題がある場合は、コメントエリアのコメントを歓迎し、皆さんの注目に感謝します。智子一号はまもなく地球の表面から離れます。