

# 结构光简介

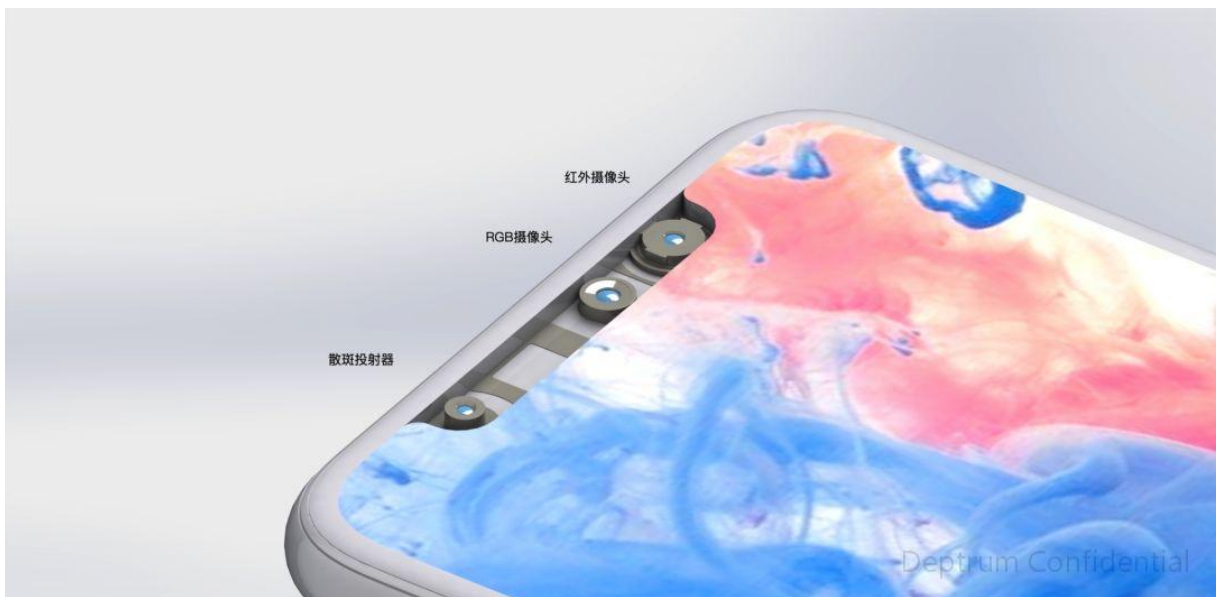
V1.0 - 4/26/20

## Table of Contents

<b>1 概述</b> .....	<b>2</b>
<b>2 双目技术</b> .....	<b>2</b>
2.1 双目技术的挑战.....	3
2.2 块匹配.....	3
<b>3 结构光</b> .....	<b>4</b>
3.1 结构光优点.....	5
3.2 SPN 算法.....	5
<b>4 光学方案</b> .....	<b>6</b>
4.1 VCSEL+DOE 方案.....	6
4.2 WFP 方案.....	7
<b>5 总结</b> .....	<b>7</b>
<b>6 修订记录</b> .....	<b>7</b>

## 1 概述

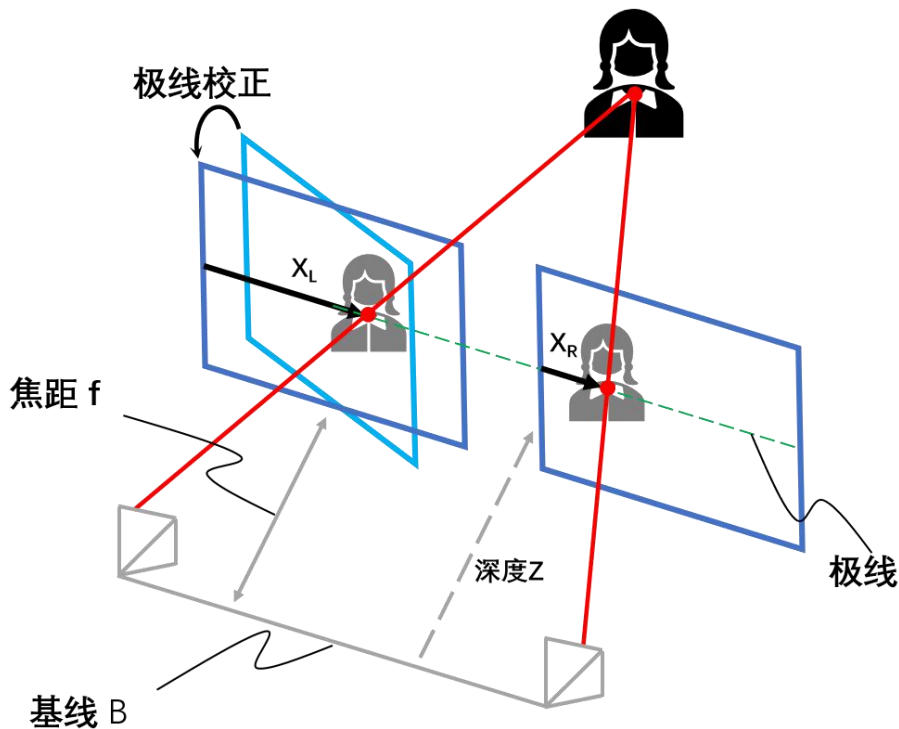
结构光深度相机包含了两个基本的组件：散斑投射器和红外摄像头。基本思路是散斑投射器，发射特定一致的结构红外图案，投射到被测物体，被测物体将反射这些光点，然后通过红外摄像头从另外一个方向捕捉到这些反射回来的光点，提取有效光点，将光点的位置跟已知参考平面上的原始光点位置做比较，获取相位差，从而计算得到被测物体跟摄像头之间的距离（深度信息 Z）。



3-1.手机结构光方案

## 2 双目技术

双目深度重建利用的是三角测距法计算被测物体到相机的距离。具体的说，就是从两个相机观察同一物体，被观测物体在两个相机中拍摄到的图像中的位置会有一定位置差。正如将一只手指放在鼻尖前，左右眼看到的手指位置会有一个错位的效果。这个位置差称为视差，被摄物离相机越近，视差就越大；距离越远，视差就越小。在已知两个相机间距等相对位置关系的情况下，即可通过相似三角形的原理计算出被摄物到相机的距离。



极线校正后的视差  $\Delta p = X_L - X_R$  Deptrum Confidential

3-2. 双目示意图

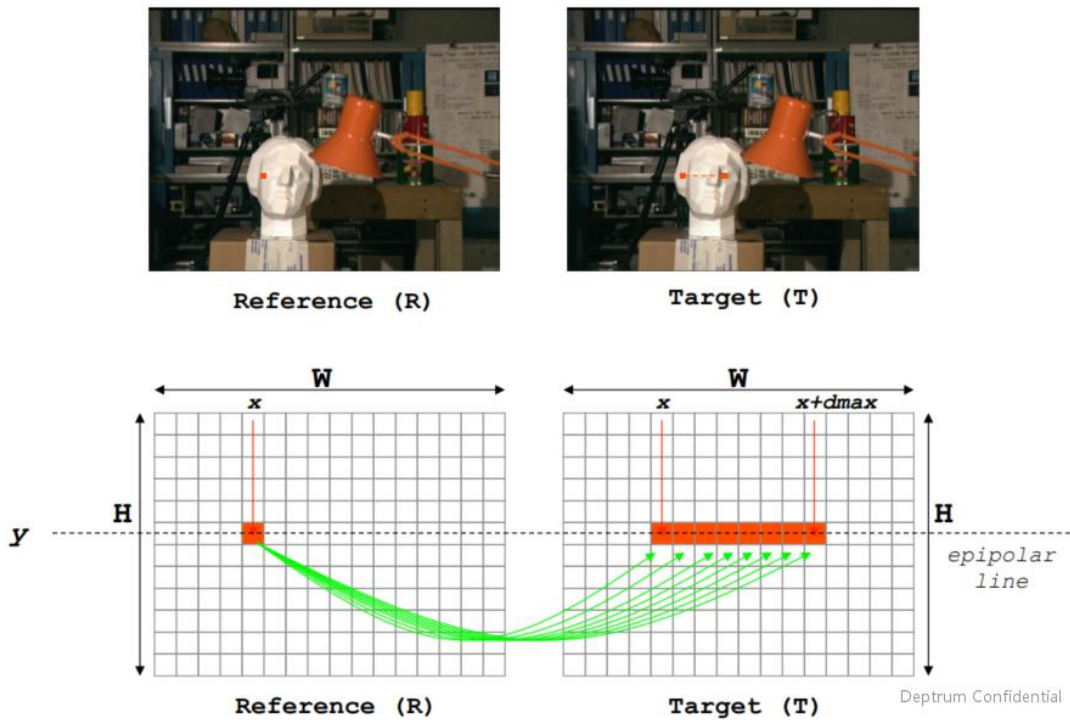
## 2.1 双目技术的挑战

双目技术的挑战，主要包括 3 个方面：

- 1, 对环境光照强度敏感，在光照不足（夜晚）的情况下，无法准确找到匹配的对应该素，从而会导致匹配误差增大甚至匹配失败。
- 2, 对物体自身特征依赖，物体缺乏纹理（白墙）的情况下，也无法准确找到匹配的对应该素，从而会导致匹配误差增大甚至匹配失败。
- 3, 匹配像素过程计算量大，要计算每个像素的深度值，我们需要得到每个像素在两幅图中的——对应关系。这个关系的建立通常是采用块匹配 (block matching) 的方法。

## 2.2 块匹配

在一幅图中，以一个像素为中心，选取一个固定大小的窗口，在另一幅图中寻找最相似的窗口，从而得到该像素在另一幅图中的对应像素。块匹配算法有很高的计算复杂度，其计算量正比于  $O(NMWH D)$ ，其中  $N, M$  为图像的行数和列数， $W, H$  为匹配窗口的宽和高， $D$  为匹配寻找最相似像素的范围。为了达到更好的效果，会采用一些更复杂的改进算法（如 Semi-Global Block Matching, SGBM），这就更进一步提高了计算量和复杂度。



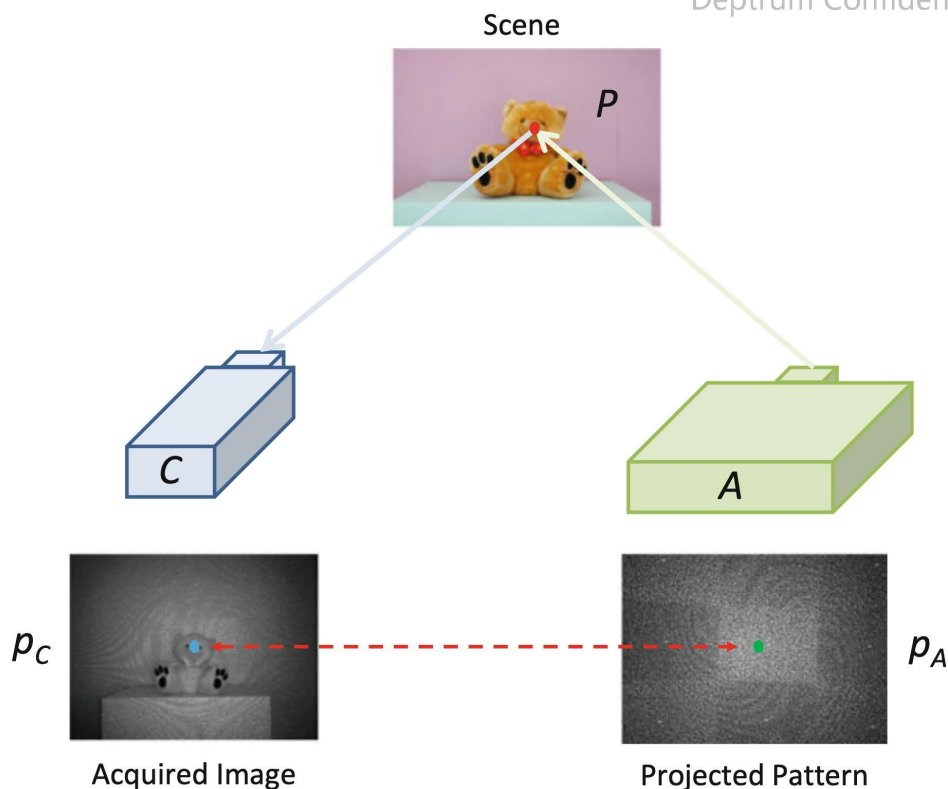
3-3.块匹配

鉴于此原因，业界常见的方法是将算法固化到特制的 ASIC 芯片中，从而解决计算量的大的问题，但这一增加了额外的硬件成本和迭代变化周期。

### 3 结构光

结构光技术是一种主动双目视觉技术。每个结构光相机包括两个基本组件：一个红外激光投射端和一个红外摄像头。其基本思路是将已知的结构化图案投影到被观测物体上，这些结构化图案将根据物体的几何形状和拍摄距离而发生相应的形变。红外摄像头从另一个角度进行观察，通过分析观测图案与原始图案之间发生的形变，可以得到图案上各像素的视差，再根据相机的内外参恢复出深度。

Deptrum Confidential



3-4.结构光示意图

### 3.1 结构光优点

和标准的双目方案相比，结构光方案更为鲁棒，这得益于结构光方案采用的主动光源和投射的结构化图案。

- 1, 投射端发出的红外激光照亮了被拍摄物体，这使得拍摄端无需依赖环境光源即可获得亮度稳定的图像输入；
- 2, 另一方面，投射的结构化图案为被拍摄物体增加了表面纹理，这使得拍摄表面没有任何图案的物体也能精准地重建出深度。

结构光方案可以看成双目方案的一种特例，已知的投射端结构化图案和红外摄像头拍摄到的图案可视为左右双目的观测。结构光重建算法和双目重建算法采用了相似的思想，也面临着类似的挑战，主要包括高计算量和深度突变处的数据缺失。

### 3.2 SPN 算法

为解决这两方面的挑战，光鉴创新地研发了一套高效软核重建算法，将计算量降低了两个数量级，只需一颗普通的 ARM 嵌入式处理器即可完成高精度深度重建。与此同时，利用多传感融合与深度学习，该算法大幅提升了常见的深度图缺失问题。

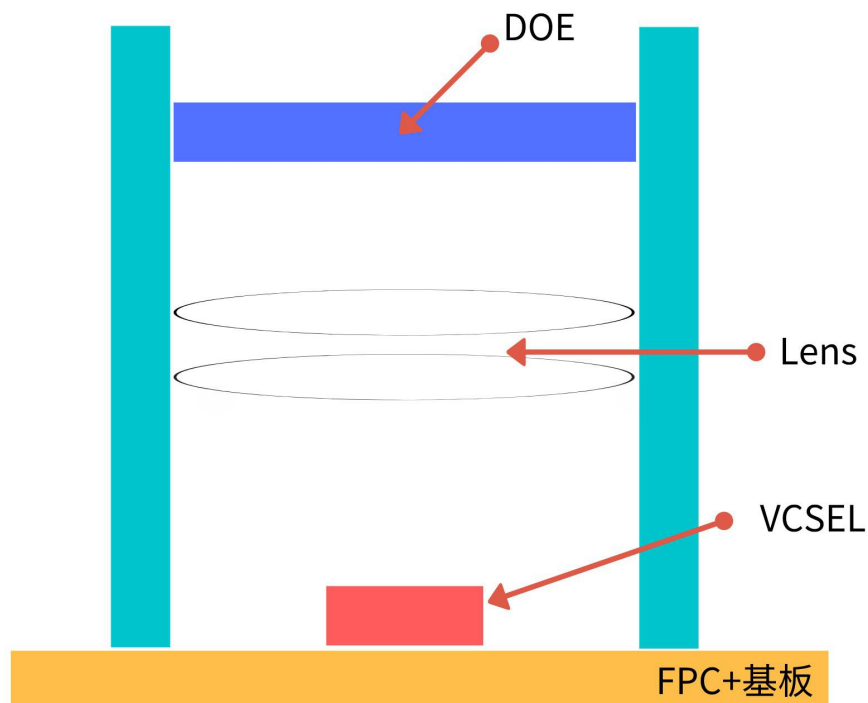
### 自创的稀疏点阵网络算法 (SPN: Sparse Point Network) :

- 1, 计算量小: 计算量约为传统方法的几分之一, 可使用通用 Arm 或 DSP 进行计算, 消除对 ASIC 的依赖。
- 2, 使用方便: 降低了系统复杂度及成本。
- 3, 灵活性高: 算法可定制。
- 4, 兼容性好: 可兼容不同平台。
- 5, 精度高: 重建精度可达到业内较高水平。

## 4 光学方案

### 4.1 VCSEL+DOE 方案

当下比较主流的 3 的结构光方案 (即苹果公司提出的“VCSEL+DOE 方案”), 主要原理就是使用 VCSEL 产生 940nm 的原始光斑, 经过准直镜后变为平行光投射到 DOE, 原始光斑经过 DOE 衍射后生成投射散斑。

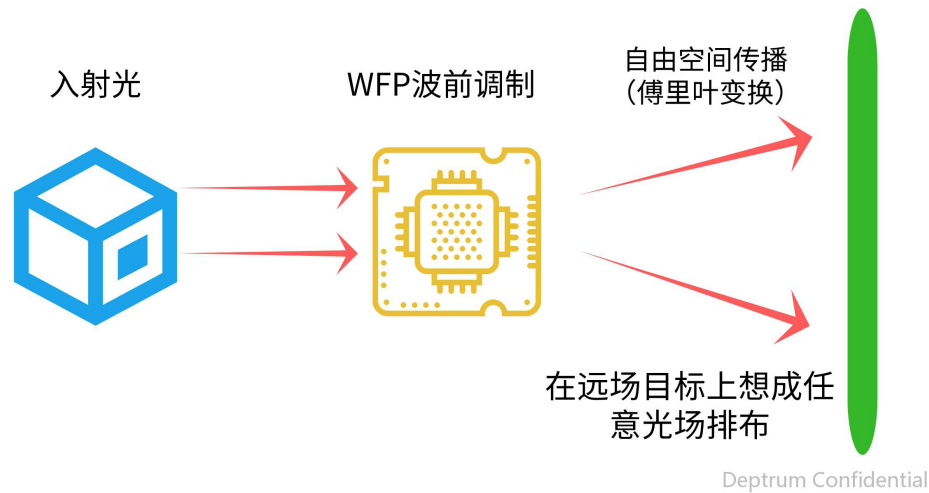


Deptrum Confidential

3-5.主流结构光方案

## 4.2 WFP 方案

不同于当下主流的 3D 结构光方案 (VCSEL+DOE 方案)，光鉴科技自主研发了纳米光子芯片 (WFP)，提出了拥有自主知识产权的全新 3D 结构光投射模组光学架构，围绕着核心光子芯片设计了一整套投射模组，包括定制光源、准直透镜、投射透镜等，只需要在国内就可以大规模量产边发射激光器 (EEL) 作为光源。



3-6. 纳米光子芯片示意图

光鉴科技发明的纳米光子芯片拥有完全自主知识产权，不涉及任何专利争议。光鉴科技已经基于此项技术建立了在中美两国完整的专利壁垒。

## 5 总结

随着硬件成本的不断降低和各类新应用的成熟，结构光技术将在刷脸支付，物体识别，智能安防，智能家居等领域得到更加广泛的应用。

光鉴科技自成立之日起就以硬件与软件结合的方式，致力于以自有专利技术打破苹果基于 VCSEL 方案在知识产权方面和产业链的垄断。伴随着“全面屏”时代的到来，基于 EEL 的结构光方案也将克服 OLED 屏幕 30% 以下的透光率的限制，成为目前可以实现屏下 3D 的唯一可行方案。

## 6 修订记录

版本	描述	日期	修订者
V1.0	最初版本	4/26/20	T