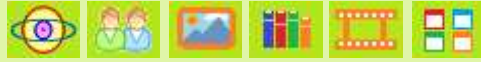




智慧慈悲 | 科技人文 | 禅思原创



从电子角度禅悟世界 用电子技术传播禅学

心无罣碍，无罣碍故，无有恐怖，远离颠倒梦想
——《心经》



大象 退出

【电子禅国际_论坛首页】 » 大象讲堂 Hans's Lecture Room » 【36】解密TOF相机，它是怎样用光速测量短距离的？

<< 上一主题 | 下一主题 >>

回复

新帖

本主题由 大象 于 2020-11-28 13:57 加入精华

▶ 【大象】 发表于 2020-11-28 13:57 只看该作者

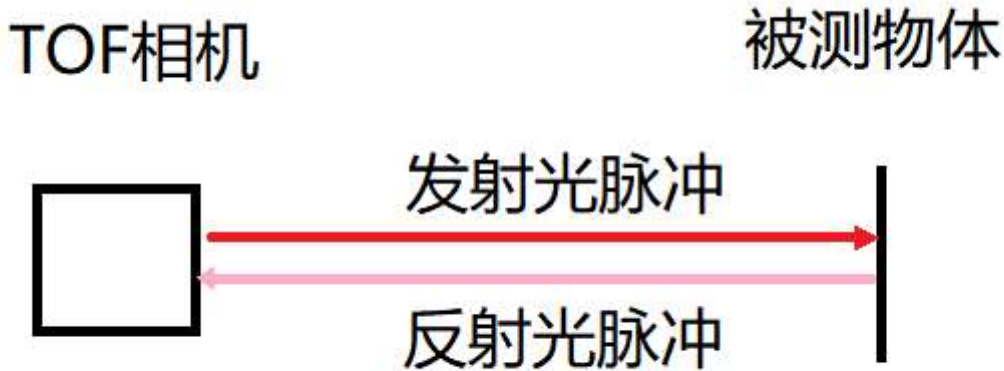
小中大 1#

【36】解密TOF相机，它是怎样用光速测量短距离的？

大家知道，光速是每秒约30万公里，即C=300000000米/秒。如果想用光速测量距离，一般要非常远才行。

然而，现在出现了一款相机，可以集成在手机内，用光测量几米到几十米的短距离。假设要测15米的距离，光到达被测物体再返回，来回为2倍的被测距离，即30米，那么光飞行所需要的时间是：

$$30/300000000=0.0000001秒=0.0001毫秒=0.1微秒=100纳秒$$



$$\text{距离} = \frac{1}{2} \times \text{光速} \times \text{时间}$$

图1：光测距原理

用相机进行纳秒级别的测量？这在以前很难想象，它是如何实现的呢？

一、100纳秒是什么概念呢？

人类眨眼的时间是几百毫秒；典型照相机的最短曝光时间为一毫秒；炸药引线烧完到爆炸时间为几十微秒。

如果我们采用传统的测量方法，很难将100纳秒测量准确，掐表的误差已经远超100纳秒了。

不过我们常说的5G信号，其信号周期就只有0.2纳秒。高速的电子电路，有可能识别超快光速的细微差别。

二、怎样才能将100纳秒测量出来

能不能用很高频的光波去测量距离呢？TOF相机就是这样工作的。

TOF (Time of flight) 直译为“飞行时间”。其测距原理是通过给目标连续发送经过调制的高频红外光脉冲，然后用传感器接收从物体返回的光，通过探测光脉冲的飞行（往返）时间来得到目标物距离。

我们用图简单说明一下：

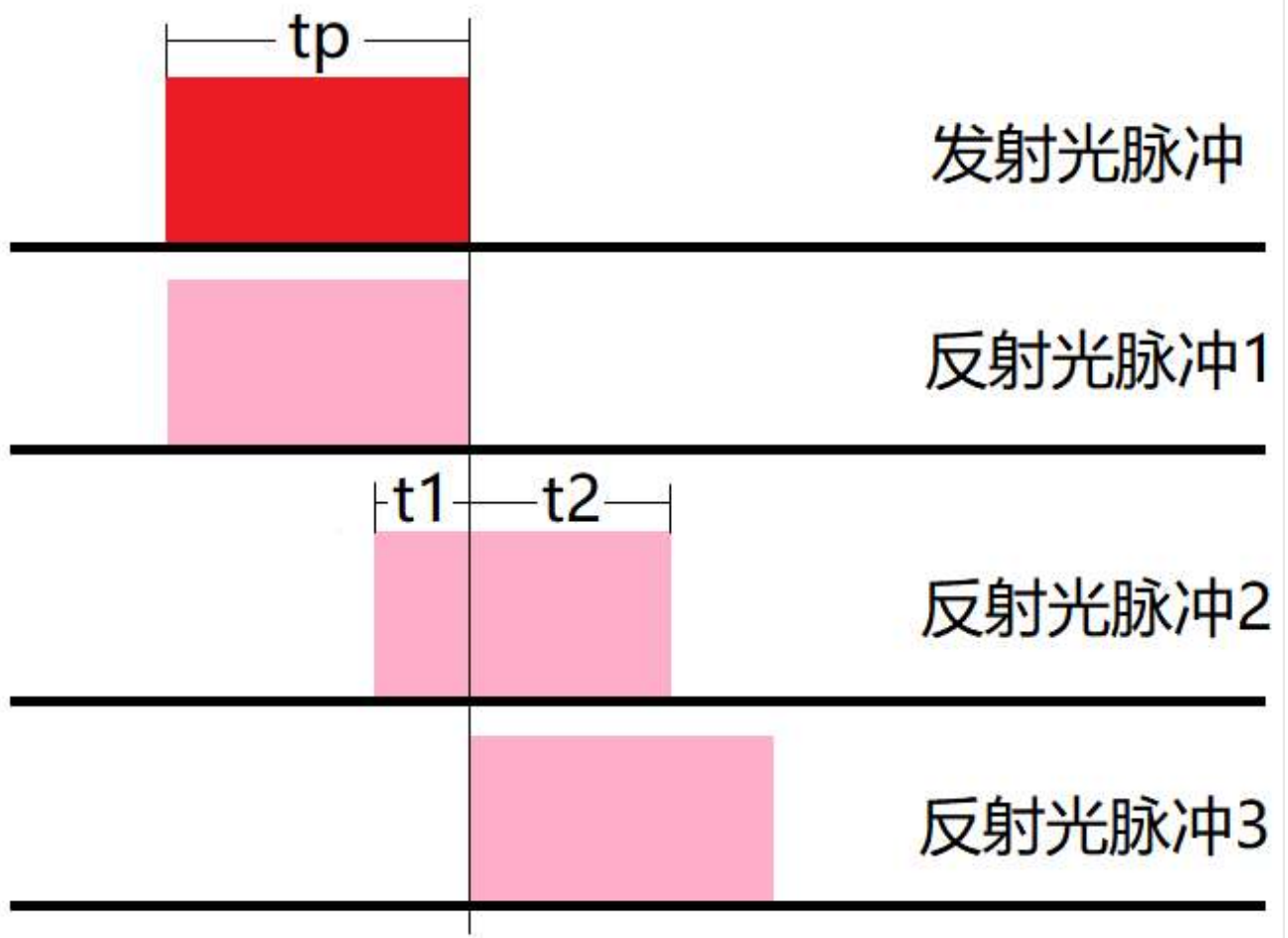


图2：发射光脉冲及反射光脉冲

图2中，第一行是发射出来的光脉冲信号，其宽度为 t_p ，我们可以设定 $t_p=200$ 纳秒。

接收端以下几种可能：

情形1：第二行的反射光脉冲1是个特例：也就是发射出去的光脉冲没有任何延迟，全部被接收，所以这时候测量距离为0。

情形2：第四行的反射光脉冲3也是个特例：也就是发射出去的光脉冲在发射完毕后才回来，也就是这个光脉冲延迟超过了 t_p 的时间，即200纳秒。上面算过光100纳秒走30米，那么这个光脉冲走过的来回路程就是60米，测量距离为30米。超过这个距离，相机就分辨不出了，所以这是设计的最远测量距离。

情形3：重点在第三行，它的反射光脉冲2刚好位于 t_p 时间内，分成两部分， t_1 和 t_2 。如果这时候有示波器，我们能很容易测量出来脉冲延迟时间 t_2 ，假设是 $t_2=150$ 纳秒，那么可以很容易算出光走过的路程： 150 纳秒 \times 光速=2倍的被测距离=45米。

虽然 t_2 是从发射脉冲结束开始测量的，不过无论从脉冲开始测量，还是从脉冲的中间测量，总的延迟都是等于 t_2 。

问题是，我们不可能照相的时候带一个高速示波器。那么怎样才能准确的知道 t_2 的数值呢？

三、联动快门区分延迟光信号和非延迟光信号

我们知道， t_1+t_2 刚好等于 t_p 。我们可以用 t_1 和 t_2 时间段接收到的光子比例算出 t_2 的具体时间。

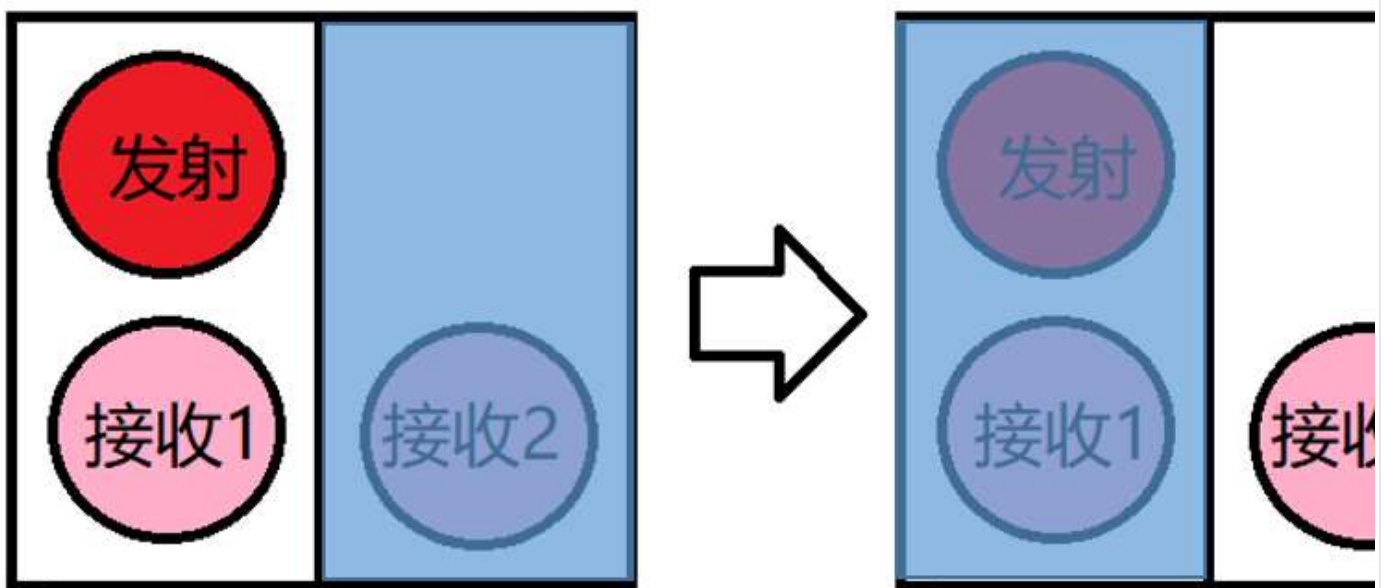


图3：联动快门区分非延迟光信号和延迟光信号

图2的左边，接收1与发射在同一快门内，即发射的同时进行接收，所接收到的就是 t_1 时间段内到达的光子数（可以叫 Q_1 ）。

发射完毕，高速快门瞬间切换到图右边，接收2开始接收，所接收到的就是 t_2 时间段内到达的光子数（可以叫 Q_2 ）。

而 Q_2 占总接收到的光子（ Q_1+Q_2 ）的比例，再乘以脉冲时间 t_p ，就是准确的 t_2 。

$$t_2 = \frac{Q_2}{Q_1 + Q_2} \cdot t_p \quad \text{--(1)}$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot c \cdot t_2 \quad \text{--(2)}$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot c \cdot \frac{Q_2}{Q_1 + Q_2} \cdot t_p \quad \text{--(3)}$$

公式1表示了 t_2 的计算方法，公式2表示了距离的计算方法，公式3是前两个公式的综合。

当然，单次的光脉冲信号太弱，为了更好的区分，可以快速曝光几千次（500纳秒一次，一千次也只需要500微秒），直到信号能被比较电路测量出来。

小结

TOF相机（可以叫光测距相机吧）充分利用了电子技术的特点：比如高速镜头快门；发射接收高频光脉冲信号，调制的光脉冲频率可以高达100MHz；并用差分信号比例计算出延迟时间，从而可以用光测量很近的距离。

能如普通手机具备光测距功能，分辨率高的甚至可以识别立体的人脸轮廓，不能不让人惊叹。（大象韩 20201128）

SIGNATURE :


【赞佛偈】（大象，2004.5.3）
智慧福德最尊胜，事理无碍超时空。
因果缘起不二法，慈悲恒演菩提行。
我今礼赞诸佛圣，愿脱轮回断死生。
同证如来光明性，广度迷途化有情。

AD 主页  论坛  最新  赞赏 







编辑 引用 评分 回复 删除 屏蔽帖子 TOP

« 上一主题 | 下一主题 »

 回复

 新帖

最新文章

-  白开水米汤养育她结婚生子 谜女子27年不吃饭
-  【电子禅辑94】 太阳驱动水循环
-  【电子禅辑93】 光速最快吗？ 黑洞不语
-  【电子禅辑92】 宇宙还有其他高级文明吗？
-  【电子禅辑91】 色是什么意思？
-  【电子禅辑90】 睡眠有个开关

全球搜索
 本站搜索

[主页](#) 
[论坛](#) 
[最新](#) 
[赞赏](#) 

Since: 2001 站长: 韩孝勇 (大象) 共享版权: CC BY 4.0 法律顾问: 薛永谦律师
 中华人文学会有限公司 **【电子禅工作室】** 地址: 华藏世界海-娑婆世界-中国香港
[关于我们](#) | [免责条款](#) | [本站地图](#) | [联系我们](#)
 电子禅国际 DIANZICHAN.COM