

先拍照后对焦,向您介绍革命性新相机 LYTRO

——光场相机的原理、技术创新和应用

李宗琦(Charles Lee)[†]

(美国 Vista 3D 公司 美国明尼苏达州 55109)

1 引言

2011 年 12 月刚刚出版的美国《大众科学》杂志 (*Popular Science*) 介绍了 2011 年 100 个最佳创新产品, 名列榜首的是先拍照后对焦的“光场相机”(Lytro Light-Field Camera), 自从 2011 年 7 月份以来, 有关它的报道可谓车载斗量, 不少行家牛人称许光场相机为百年难遇的产品, 必将引起第 2 个摄像数码化革命, 前途不可限量。

这则消息吸引我的关注的原因不仅是它将会为照相工业开辟广阔的新天地, 更在于发明人是一位马来西亚华人科学家 Ng Yi Ren (中文音译名为黄逸人), 2011 年时他 31 岁 (见图 1)。他 2006 年在美国斯坦福大学发表的博士论文详细阐述了光场相机的技术原理。论文的标题是:《数码光场摄影术》, 指导教授是: Patrick Hanrahan, Marc Levoy, Mark Horowitz。此论文一举获得两个大奖: 全球计算机科学和工程最佳论文奖 (ACM Doctoral Dissertation Award), 和斯坦福大学亚瑟塞缪尔最佳论文奖 (Stanford University's Arthur Samuel Award for Best Ph. D. Dissertation)。



图 1 马来西亚华人科学家 Ng Yi Ren 和他发明的新相机 Lytro 光场相机



2 新相机 LYTRO 技术创新原理和历程

在 20 世纪 90 年代和 2000 年初, 斯坦福大学有一组百台相机组成的多相机系统, 与超级计算机连接, 进行各种试验 (见图 2)。Ren 对它非常感兴趣, 因为它可捕捉光场中各方向来的光束信息。

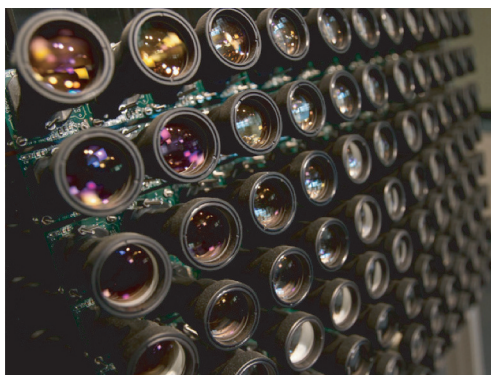


图 2 斯坦福大学的多相机系统

可是, 斯坦福大学的多相机系统像一个大笨象, 不实用, 为何不将它做成掌心大小呢? 在微小的空间安置大量镜头, 从各角度捕捉全方位光线信息, 这是可以做到的。早在 1908 年, 著名的法国科学家李普曼 (M. G. Lippmann) 就发明了集成照相术 (integral photography), 他提出用苍蝇眼微透镜阵列, 将物像聚焦在感光片上, 如果微透镜有 1 万个, 我们就在感光片上纪录 1 万个像。它们代表光线各个方向的视角, 观看者会看到真正的立体图像。我所描述的过程如图 3 所示。大概由于科技条件不成熟, 此方案拖延了 60 年都未成功, 近来才在柱面透镜光栅 (lenticular lens) 领域成功开发产品, 用于 3 维多变的动画图像。我想 Ren 在攻关博士论文时就想到, 何不将有 9 万个微透镜的微透镜阵列胶片 (micro-

2012-01-17 收到

[†] Email: Charlescdlee@comcast.net

lens array)放置在相机中的透镜组之后和传感器之前呢?这样相机瞄准任何景象,都会在数码传感器上记录 9 万个代表各方向的光束信息.这使他在不可思议的路程中迈开了一大步.

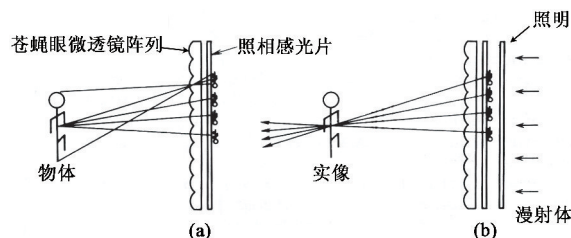


图 3 百年前的集成照相原理 (a)在照相感光片上成像;(b)光照使集成照相机显示实像

我认为微透镜阵列是 Ren 事业有成的核心突破. Ren 在 2005 年发表的另一篇文章应用了傅里叶变换(Fourier analysis)研究光场和成像的关系,加上他在计算机软件方面的功力,开发了一套软件算法,在上万帧数码图像文件中采样、重组和调整,达到一个不可思议的先照相后聚焦的效果,只须按一次快门,就可在瞬间纪录场景的全方位的信息,而且可以在任何地方随心所欲地聚焦.此软件算法附在每张照片上,可由网络传送,方便之极.这是他第二个重大突破.这些突破从根本上解决了如今摄影师面临的三大难题:(1)聚焦;(2)收集光线的能力;(3)透镜不好而形成像差.因为 Lytro 的镜头大($f/2$, f 为焦距, $f/2$ 为相机的光圈数),并完全打开,在很暗的弱光环境中也能照出好相片,对透镜的瑕疵也可优化,加上随意聚焦,在低光线和无闪光灯时照样拍摄,附有 3 维功能等优点,可以想象, Ren Ng 研发的相机不但会有一定的市场爆发力,而且还有可能从根本上改变整个市场.

随后, Ren 在美国加州创立了 Lytro 公司,致力于开发光场相机,经过 3 轮融资, Lytro 已获得 5000 万美元投资,2011 年 10 月, Lytro 生产的相机已开始接受预订,到 2012 年交货.目前只能在苹果电脑上操作, Windows 型以后才有, 3 维摄像功能已试制成功,不过 2012 年才发售.

图 4 是 Lytro 相机成像的样片:拍照后您可将对焦取在相机上(图 4 左),眼镜上(图 4 中),或后面的天窗上(图 4 右),对焦可随心所欲,相片会立刻达到画龙点睛的效果.至于 3 维摄像功能,虽稍后才会提供,但已试制成功,在 YOUTUBE 网站上可观赏 3 维样片,只要在 YOUTUBE. com 网站上键入 View Lytro 3D Living Picture 就可找到.

Lytro 相机虽然袖珍,却拥有 8 倍光学变焦和



图 4 Lytro 相机成像的样片

明亮的 $f/2$ 镜头,拍照时几乎没有快门时滞问题.除了 Lytro 相机提供的“先拍照,后调焦”功能外,在你为照片设定了焦点后,软件还让你可以将照片以 3 维静态照片和 2 维 JPG 图像(表示 2 维平面图像,其文件格式为最通用的 JPG 格式)的形式输出.相机的基本规格在公司的网站上(www.Lytro.com)可查阅.

让我们读一读传媒对 Lytro 的好评如潮的报道:

纽约时报的 Steve Lohr 报道:“相对于传统相机, Lytro 能够从多角度捕获更多的光线数据.”

华尔街日报的 Don Clark 报道:“Lytro 使照片可以在拍摄后再进行对焦,用户在拍摄前无需花时间对焦,也不必担心他们手动对焦时会失误了.”华尔街日报将矽谷新创公司 Lytro 开发出的光场相机列为年度七大创新科技发明之一.

VentureBeat 的 Sean Ludwig 说:“Lytro 的突破性成就在于采用一款新的传感器来捕捉照片的整个光域,而不是像目前的相机那样只能捕捉单一的光域.”

TechCrunch 的 Sarah Lacy 说:“Lytro 开发了一款新的相机,使得相机行业迎来自 17 世纪以来的第一次重大变革.”

AllThingsD 的 Ina Fried 说:“加州山景城一家创业公司称,他们一款计划在今年内推出的相机将带来自数码替代胶片以来相机产业最大的变革.我通常对这种夸张的言论不屑一顾,但看过 Lytro 的演示片后,我觉得这种说法是非常靠谱的.”

福布斯杂志的 Tomio Georon 说:“Lytro 将公布一些吸引人的新摄影技术,这将是相机行业的一个重大飞跃,这可能是来自数码替代胶片以来最大的变革.”

财富杂志的 Michal Lev-Ram 说:“看到 Lytro 将想法付诸现实,我告诉你它绝对比现在任何相机和相片编辑软件酷多了.而且可以肯定的是,这项技术有潜能成为相机产业的一个突破性的创新.”

Wired 的 Charlie Sorre 说:“Lytro 将制造和发售它自己的相机,我真的等不及了.想象一下,可以回家

后再进行对焦,就像我们现在做白色平衡处理一样,在某种程度上跟曝光一样.如果它真的照出跟这些示范照片一样的效果,这会是一件了不起的产品。”

3 Lytro 的应用和前景

目前可买到的 Lytro 相机操作简便,你不必担心对焦的问题,先照相,然后再在电脑上选取对焦点,它可以从 3.5 英寸 (in, 1 in=2.54cm) 调到无穷远,从相机的触摸屏上也可选焦点.照片保存的文件格式是它自己专有的(LFP)格式,大小为 12MP,也可转换为 3MP 的 JPG 格式,打印成 4×6 或 5×7 相片应该不错.在 2012 年 1 月的国际消费电子产品展览会上,Lytro 相机首次亮相,令人瞩目.很多人关注它的分辨率不够,无法与职业单反相机抗衡,公司的影像部主任郑皓(Eric H Cheng)先生说,一两年内他们将开发更大和更高精密度的传感器,改善计算软件,增大相片大小,他肯定地说,具有摄影功能的 Lytro Video 是完全可能的.他号称 Lytro 将有大量的应用领域和颠覆传统摄影的潜力,例如:多视角照片,模拟大光圈镜头,3 维功能等.谈到 3 维立体摄影功能,笔者想,Lytro 是最理想的相机,

因为按一次快门,就会捕捉 1100 万道光线,理所当然会纪录在一条水平线上的瞬时的 200 多个影像,这不就是几十年前人们想开发多重相机的构想吗?那时采用的是笨办法,将 9 台相机连成一行,如图 5 所示.它既不同步,又非数码,体积笨重,价格昂贵,只好无疾而终.现在 Lytro 的 200 多影像是瞬时同步的,它们自然而然捕捉了多方向的信息,用来打印裸眼光栅 3 维图片是轻而易举的.

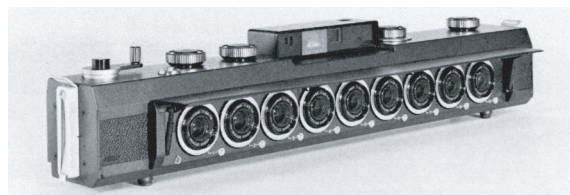


图 5 1929 年提出的拍摄 3 维相片的多重相机装置

后记 自从 Yahoo 董事长杨致远创立雅虎,成为搜索引擎行业巨擘,以及陈士骏创办网络影音分享网站 YOUTUBE 以来,我在文章中介绍的 Ren Ng 可能是另一位在科技上有重大创新的华人领军人物.他的中文名字是黄逸人.中国在两弹一星的事业中涌现出那么多科技精英,而在科技创新领域方面的真正人才在哪里?