

# Leap Motion 产品使用说明书

By 李文敏&宋津南

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| <a href="#">概述</a>                    | 1  |
| <a href="#">产品使用</a>                  | 1  |
| <a href="#">基本使用</a>                  | 1  |
| <a href="#">高级设置</a>                  | 2  |
| <a href="#">图标状态</a>                  | 2  |
| <a href="#">右键图标</a>                  | 3  |
| <a href="#">打开 App Home</a>           | 3  |
| <a href="#">设置</a>                    | 3  |
| <a href="#">Visualizer Diagnostic</a> | 3  |
| <a href="#">一般控制快捷指令</a>              | 3  |
| <a href="#">屏幕图像控制指令</a>              | 4  |
| <a href="#">追踪信息指令</a>                | 5  |
| <a href="#">Pause Tracking</a>        | 5  |
| <a href="#">App Home 主页</a>           | 5  |
| <a href="#">数据</a>                    | 6  |
| <a href="#">视野</a>                    | 6  |
| <a href="#">坐标</a>                    | 6  |
| <a href="#">运动追踪</a>                  | 7  |
| <a href="#">手模型</a>                   | 7  |
| <a href="#">手指和工具模型</a>               | 7  |
| <a href="#">手势识别</a>                  | 8  |
| <a href="#">原理</a>                    | 8  |
| <a href="#">设备构造</a>                  | 8  |
| <a href="#">工作原理</a>                  | 9  |
| <a href="#">小结</a>                    | 10 |

## 1. 概述

Leap Motion 是面向 PC 以及 Mac 的体感控制器制造公司 Leap 于 2013 年 2 月 27 日发布的体感控制器，5 月 13 日正式上市；2013 年 7 月 22 日发布了新版 Leap Motion，新版的 Leap Motion 将具有更高的软硬件结合能力。

Leap Motion 可以检测并跟踪手、手指和类似手指的工具，获取位置、手势、动作等信息，相比 Kinect 等较大的体感识别设备具有可携带、轻便、精度高等优点。

## 2. 产品使用

### 2.1 基本使用

假设我们现在自行购买了一个 Leap Motion 控制器，下面教大家如何开启手势操作之旅。

Step1: 获取 Leap Motion SDK ([下载链接](#))。

# V2 Desktop

V2 desktop is for building with our standard tracking and VR integration on Mac.  
New Windows users should consider [Leap Motion Orion](#).

[Download Leap Motion SDK v2.3.1.31549 for Windows](#)

Licensed subject to [Leap Motion SDK Agreement](#).

安装之后会自动下载安装 Leap Motion 驱动服务和 Leap Motion App Home 软件，安装后会询问是应用于桌面还是虚拟现实，点击“桌面”选项确认即可。

进入 Airspace 主页，显然可以从实验室的计算机页面看到，整个页面包括 Leap Motion App Store 和一些下默认应用，默认应用点击图标即可下载该应用，还可以点击 Leap App Store 绿色图标进行联网下载更多应用。

**Step2:** 例如我们现在随便玩一个 Sculpting 游戏，开始之前先连接控制器。用长 USB 接线连接控制器和计算机，控制器红色指示灯亮则表示控制器已经正常工作，但是控制器正常工作还不行，还必须开启电脑的 Leap Service，当电脑右下角的长方形也变成绿色时则表示电脑 Leap 服务已运行。点击游戏图标即可进入游戏。

**Step3:** 正确摆放控制器，注意控制器侧边的绿色指示灯应该面向自己，长边与计算机屏幕平行，宽边与屏幕垂直。但是实际测试发现，并不需要这么严格，不论怎么摆放都是可以正确识别方向的。这是为什么呢，这是由 Leap Motion 的坐标系统决定的，因为该游戏的坐标映射只用到了 X、Y 轴坐标，对于利用到了三维坐标数据的游戏操作则会出错。因此总体上还是建议：将绿色长形指示灯面向自己。

## 2.2 高级设置

显然，逐渐地，你会发现 Leap Motion 操作不是特别地精准，由于硬件本身这是不可避免的，但是对相关参数稍作调整可以使感应得到一定程度优化，变得更为精准，下面就让我们看看一些设置选项。

### 2.2.1 图标状态



这个图标存在则表示控制器与计算机处于连接状态，同时要注意的是这个图标是有颜色变化的。

- 1) 绿色：当颜色为绿色的时候表示控制器与计算机接触良好且 App 里面的应用可以正常操作。
- 2) 暗黄色：当颜色为暗黄色的时候表示控制器有污迹（污迹的意思应该是电脑垃圾过多，关系不大，可以不必理会）。
- 3) 黑色：当颜色变为灰黑色的时候，表示你点击了 Pause Tracking 即停止感应（再次点击 Resume Tracking 即可恢复）或者 Leap Service 未开启或设备断开连接。

**注意：**有时候会遇到 Leap 控制器连接无效，导致 Leap Service 服务未开启有多种原因。

- ① 一种是 360 等杀毒软件将 Leap Service 驱动视为病毒进行了隔离，因此建议使用 Leap Motion 的时候关闭杀毒软件；
- ② 一种是官方驱动本身原因，即使正确连接了 Leap Motion 控制器，依旧显示黑色状态，反复点击 Resume Tracking 也没有反应，此时请右键计算机“管理”——“服务和应用程序”——“服务”——“Leap Service”，如果启动状态为手动，请切换为自动，如果已经是自动，则表明可能是控制器自身原因，右键 Leap Service 进行手动启动将 Leap Motion 服务开启，并且建议重装 SDK（我重装之后依旧出现这种情况，多次手动启动后，过几天之后就没了这样情况了，实在不行可能就真的需要每次手动启动了，也不是很麻烦）。

### 2.2.2 右键图标

#### ①打开 App Home:

该功能可以在不打开软件的情况下通过这个选项直接打开 App Home，对于那些跟我一样不喜欢在桌面留任何快捷方式的同学是很好的启动入口。

#### ②设置:

双击打开控制面板或右键设置进入控制面板

##### “常规”

几个选项意思表面都很容易理解，针对的主要是应用程序的数据许可。默认全选，建议不要修改，禁用某些功能可能导致某些游戏无法正常运行。

自动节能可以设置也可以不设置，不是电量不足的情况没有很大必要。Leap Motion 很容易发热，使用一会儿就会发现非常烫，建议不使用的时候 Pause Tracking 或拔掉 Leap Motion，需要时再接入即可。

##### “跟踪”

各个选项体现了 Leap Motion 跟踪的核心，保持默认的全选状态即可。

稳健模式：默认设置该模式，可以提升在较差光照条件下追踪数据的可靠性。当光照变弱时，Leap Motion 控制器自动进入稳健模式，当光照变强时，Leap Motion 又恢复到之前用户选择的模式，但至少会保持在稳健模式 30 秒。在这个状态下，Leap Motion 的任务栏或者菜单栏图标会在绿色与黄色之间互相变换，当 Leap Motion 进入稳健模式时，说明它检测到较恶劣的光照情况，它会把情况保存到一个诊断文件，我们可以将这个诊断文件发送给 Leap Motion 网站。

##### “故障排除”

诊断观察器是 Leap Motion 提供的一个可视化功能，跟下面的 Visualizer Diagnostic 是同一个，此处略。

重新校准设备可以按指示操作，可以对设备因为久用而导致的不精准进行校准，按照操作提示进行即可。

#### ③Visualizer Diagnostic:

可视化工具可以展示指尖追踪数据，并感受 Leap 如何产生数据。进入可视化窗口后按 H 键打开可以看到按键命令提示，这里将键盘操作和鼠标操作等结合起来，将这些按键功能进行归类如下：

##### 1) 一般控制快捷指令

Esc: 退出程序。

H: 显示可视化工具的帧率、Leap Motion 的帧率、按键命令。

S: 切换窗口状态或全屏状态。

Z: 反转 z 坐标轴的正方向和负方向。

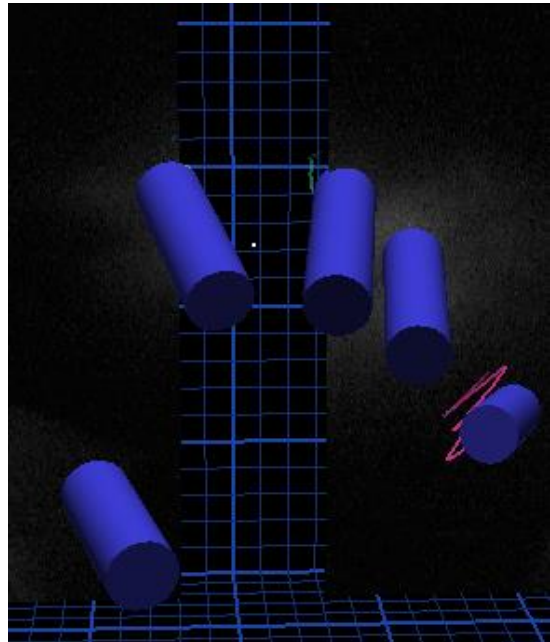
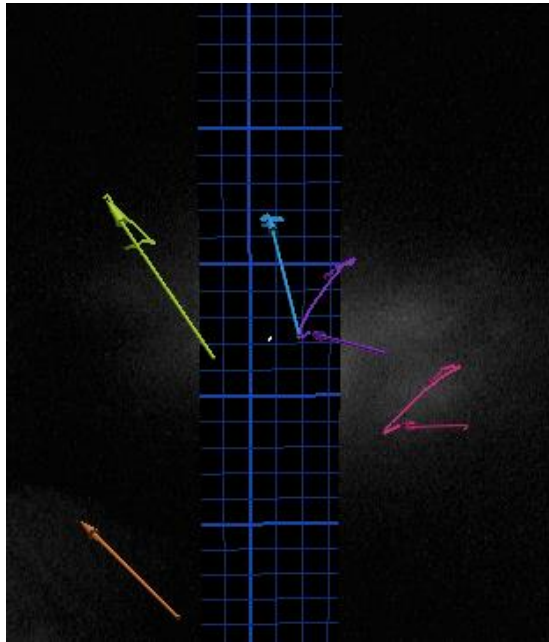
G: 开启和关闭坐标网格。

J: 在黑色和蓝色或者白色与灰色之间切换。

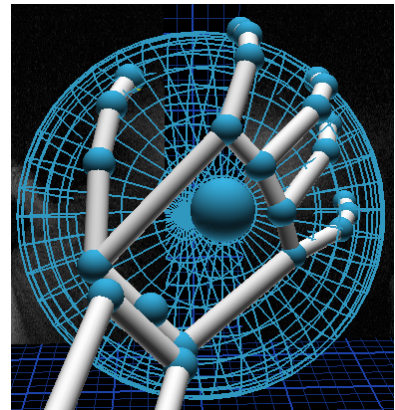
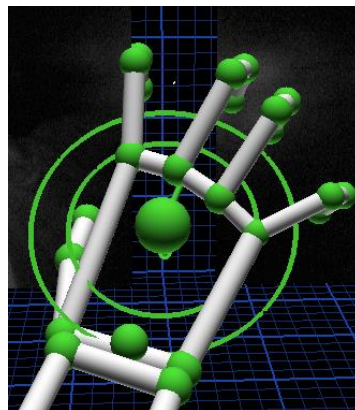
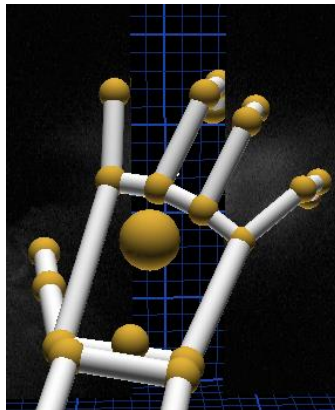
I: 是否对之间路径进行插值。

Y: 是否以艺术手法对指尖路径进行绘制。

T: 切换手指和工具使用线条绘制或者柱形绘制。工具识别有两种模式，再按一次可以在两种模式之间切换。在柱形绘制下（粗柱状体），柱形的颜色取决于 Leap Motion 软件将物体识别出一个工具还是手指。在线条模式下（细线条状），每个物体再被识别后颜色是随机分配的。



N: 在手指、手掌面和手球模式之间循环切换手掌追踪数据。



O: 是否打开手势指标的显示（每识别出一个手势，可视化工具会有一个艺术化的再现）。

P: 是否暂停可视化工具的显示（左上角的 Data fps 和 Device fps 停止更新，手伸入检测区域没有手型出现）。

B: 显示屏幕位置可视效果。这些视觉效果包含对桌面计算面积的显示帧，手指的投影以及手指和工具指向与屏幕的交点。使用 Leap Motion 设置对话框来设置屏幕位置。

D: 切换触摸绘图仿真模式。

## 2) 屏幕图像控制指令

可视化工具在三维空间中显示指尖。你可以使用以下的按键控制摄像头：

=: 放大。

-: 缩小。

V: 在正投影、前方、上方和侧面视角之间循环切换摄像头。

A: 但他们移动到边缘时, 自动平移摄像头使得追踪中的手指在视野中。

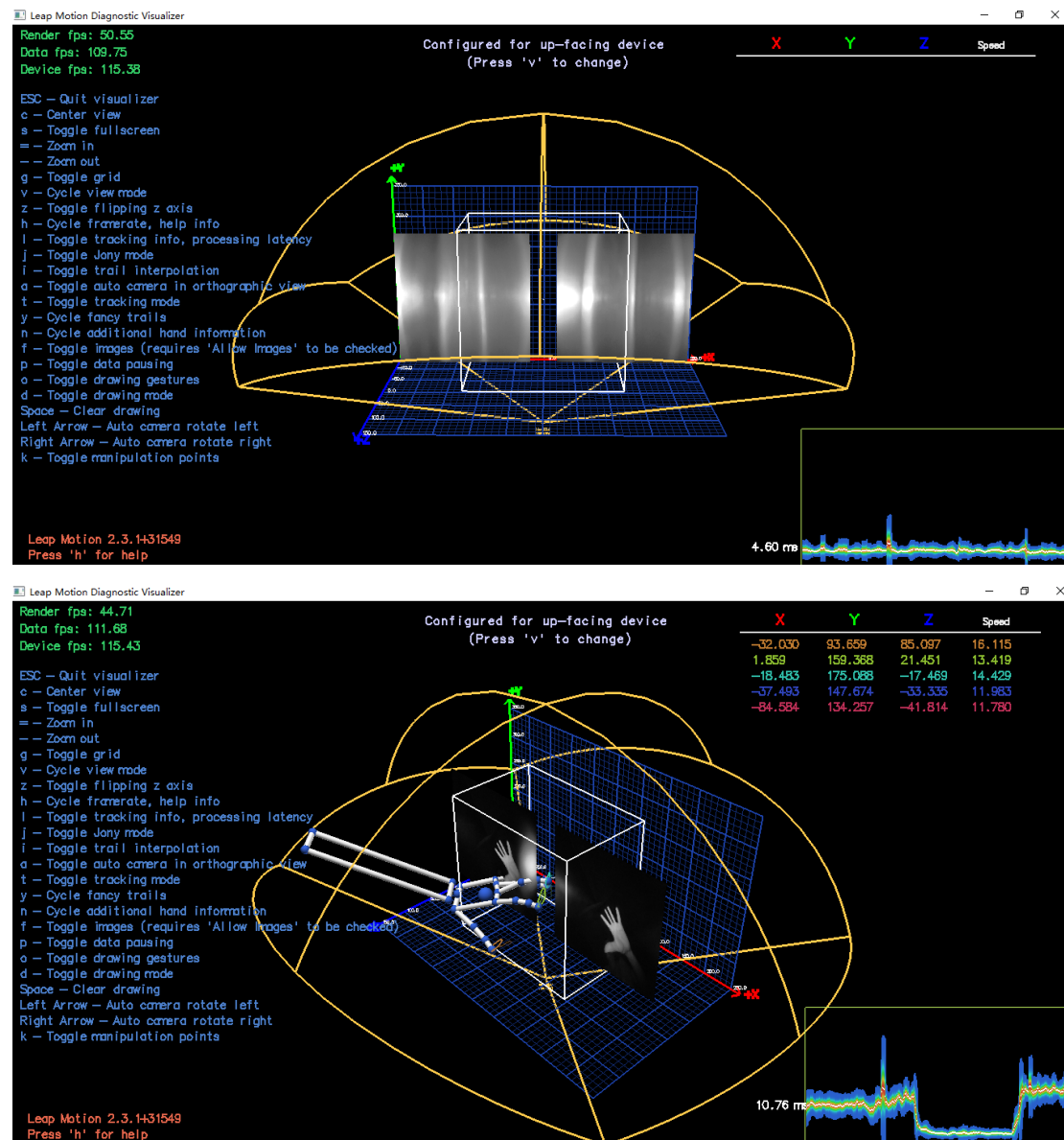
C: 把摄像头回到中心位置, 使得最终的手指在视角中心。

方向键向左和右: 开始和停止在正像投影下视角的旋转。

鼠标点击和拖拉: 在正投影下旋转摄像头。

鼠标右击和拖拉: 平移摄像头。

### 3) 追踪信息指令



上图: Leap Motion 可视化工具显示额外的追踪数据

在这个模式下, 带标签的坐标轴添加到网格显示中, 以毫米为衡量单位; 一个倒金字塔形状 (以黄色示) 表示对 Leap Motion 控制器视野的估计; 每个追踪到的指尖的 x, y, z 坐标和移动速度都以毫米显示 (显示在右上角); 左下角的图表显示了随着时间推移的处理延迟时间, 当手进入检测区域, 因为有更多信息要处理, 所以处理延迟时间增大。

#### ④Pause Tracking:

点击之后三个感受器变暗消失, 此时感受器停止追踪。当你停止追踪感应后原本的 Pause Tracking 变为 Resume Tracking, 点击后恢复追踪。

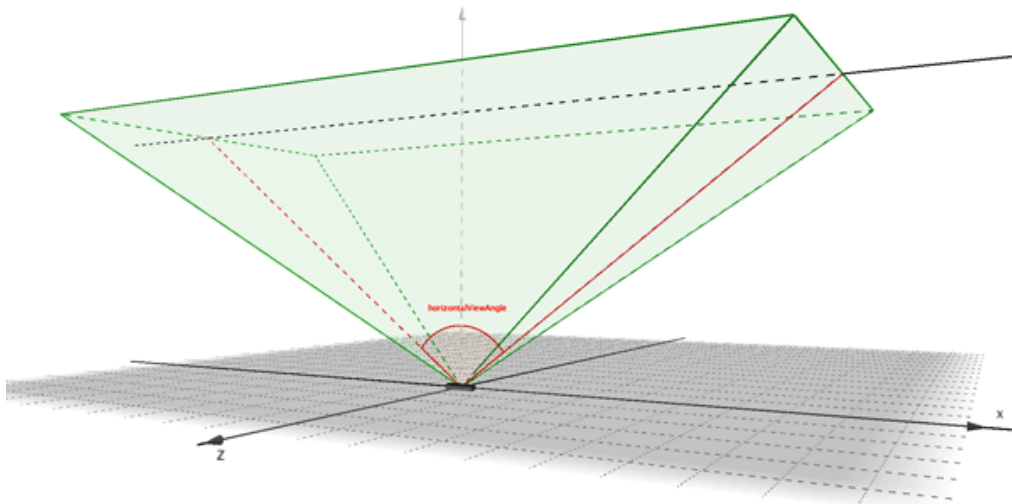
### 2.2.3 App Home 主页



主页左上角有文件、账户、帮助选项，文件选项下的控制器设置即刚刚所讲的控制面板，账户里有一个安装目录，可以修改自己想要的安装位置，但是不建议修改，因为修改之后联网下载的游戏无法自动跳转安装到 App Home，而是直接下载下来手动安装到桌面，对于希望下很多游戏来体验一番的同学显然很麻烦。

### 3. 数据

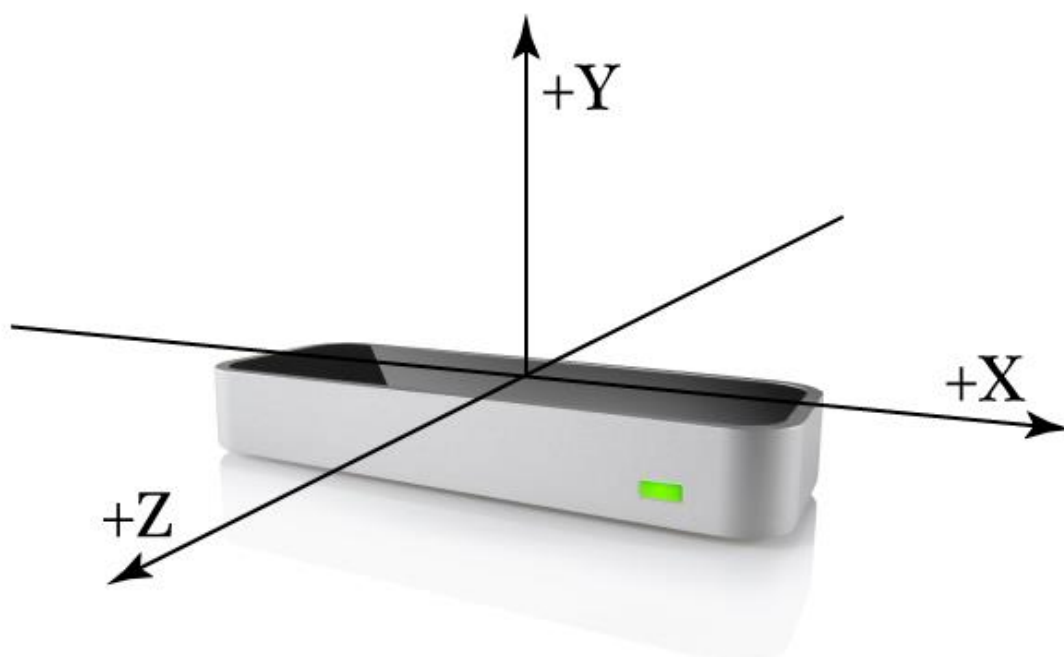
#### 3.1 视野



该图为 Leap Motion 的识别区域和角度，Leap Motion 可以识别手、手指和工具，获取位置、手势和动作等信息，控制器的可视范围是一个圆锥形，塔尖在设备中心圆点。将控制器左右水平放置，水平识别区域为左右两侧  $150^\circ$  范围内，高度识别区域为上方 25 毫米到 600 毫米（这两个数值对开发中的坐标映射起到关键作用）。

#### 3.2 坐标

Leap Motion 可以获取手或手指的位置坐标，返回以毫米为单位的坐标数值，Leap Motion 控制器中心为原点，X、Y 轴在器件的水平面上，X 轴和设备的长边平行，Z 轴和短边平行，Y 轴的正半轴垂直控制器正表面向上。

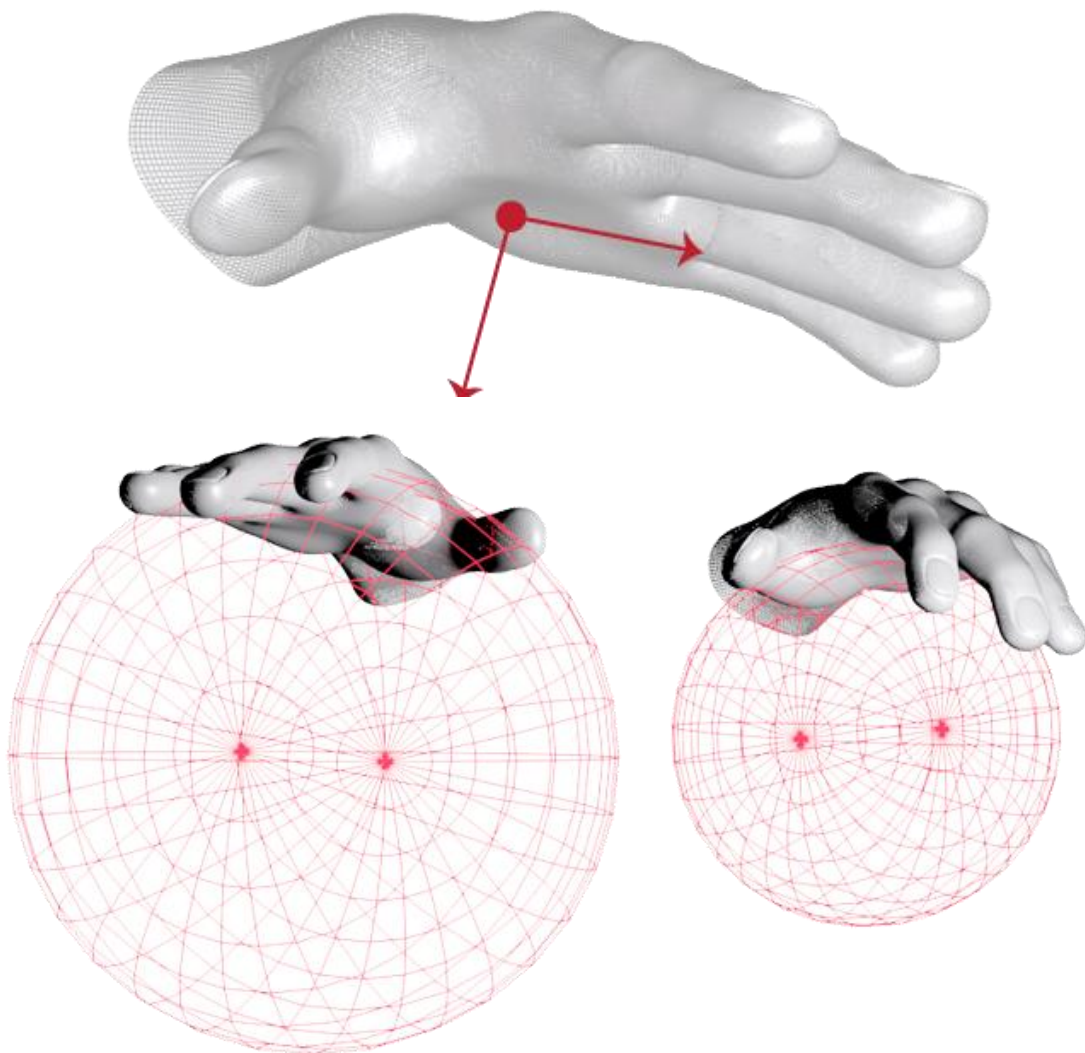


### 3.3 运动追踪

Leap Motion 设备可以对手、手指、工具进行检测，并捕获帧数据，每帧数据包含追踪数据列表，如手、手指和工具，以及识别出的手势和描述场景的运动因素，控制器会对识别到每个手或手指或工具一个 ID，我们可以提供 ID 在后期查询相关手或手指或工具信息。

#### 3.3.1 手模型

手“对象”可以提供以下信息：手掌坐标(Palm Position)、手掌运动速度(Palm Velocity)、手掌法线方向(Palm Normal)、手掌指向(Direction)、球心(Sphere Center)、球半径(Sphere Radius)，检测到手弯曲如同包含一个球状的球体，Leap 设备可以检测该虚拟的球体的半径。



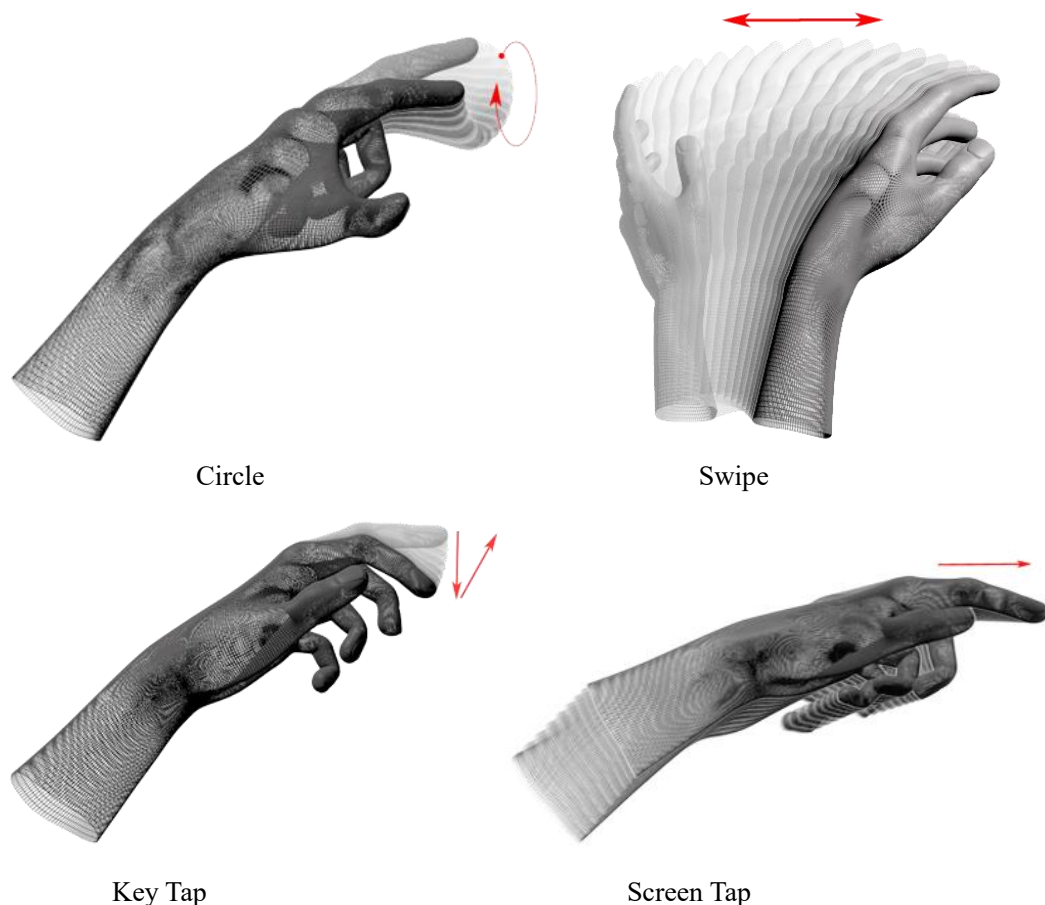
同时，还包括一些运动属性数据，如与手指、工具位移、旋转和缩放等，运动数据是通过两帧数据之间的对比计算得到，包括旋转坐标(Rotation Axis)、旋转角度(Rotation Angle)、旋转矩阵(Rotation Matrix)、缩放因子(Scale Factor)、位移(Translation)。

#### 3.3.2 手指和工具模型

手指模型包括手指的端点(Pointable)、手指(Fingers)、工具(Tools)，在 leap 中，工具和手指等物理特性被抽象到一个端点对象中，端点对象包括长度(Length)、宽度(Width)、方向(Direction)、尖坐标(Tip Position)、尖点速率(Tip Velocity)，当我们要获取到底是手指还是工具的时候可以通过相关函数来确定到底是哪一类端点对象(参见开发文档)。

### 3.3.3 手势识别

Leap Motion 可以识别一定过程的运动模式并将之识别为手势，控制器目前支持四种手势，分别为画圈（Circle）、挥动（Swipe）、按键点击（Key Tap）、触屏点击（Screen Tap）。四种手势图示分别如下：



Leap Motion 通过把一个运动识别为一个手势模式，并把手势对象加入帧中。如果手势重复数次，Leap Motion 会把更新的手势对象不断添加到随后的帧中，画圈和挥手的手势都是持续的，所以很容易识别；点击和触屏是离散的手势，Leap Motion 把每次点击作为独立的手势对象加入帧中。因此，总体来说：画圈手势很容易识别，挥动手势次之，其他两个很难识别。

## 4.原理

在概述中我们可以发现 Leap Motion 可以获取很多的数据信息，我们玩的那些游戏应用、就是利用了以上这些数据使得人与计算机可以进行实时交互。原则上我们这些产品使用者不需要知道数据获取背后的东西，但是了解数据获取背后本质的原理东西有助于我们更好地去开发和理解这款产品。

### 4.1 设备构造

实验室购买的 Leap Motion 全套包括两个 USB 线（一长一短）、Leap Motion 控制器。其中较长的 USB 接线用于控制器与计算机相连，短的 USB 接线至今尚不明白用途何在（官方也没有找到任何说明，怪我咯，事实上我们后面开发和使用也确实都根本用不着）。

我们发现 Leap Motion 工作的时候表面有三个一直闪的红色光点，那么这三个光点究竟是什么。实际上，外侧两个光点是高帧率的双摄像头，中间则是红外 LED 灯，设备表面的黑色镜片是一块红外滤镜。外侧的摄像头用于捕捉目标，获得的数据会传送给 CPU 进行实时计算处理；而中间红外 LED 灯则对目标进行照明探测，加强了目标与背景的亮度对比，



使之更容易识别，同时也使得设备在较暗的环境下也可以正常使用，这实际上就类似我们常见监控摄像头上的红外光，红外 LED 灯发射的红外光能够透过红外滤镜，照射到障碍物后反射回来被摄像头所捕捉，红外滤镜使得可见光无法透过，可以屏蔽复杂背景，得到半灰度的红外图像。

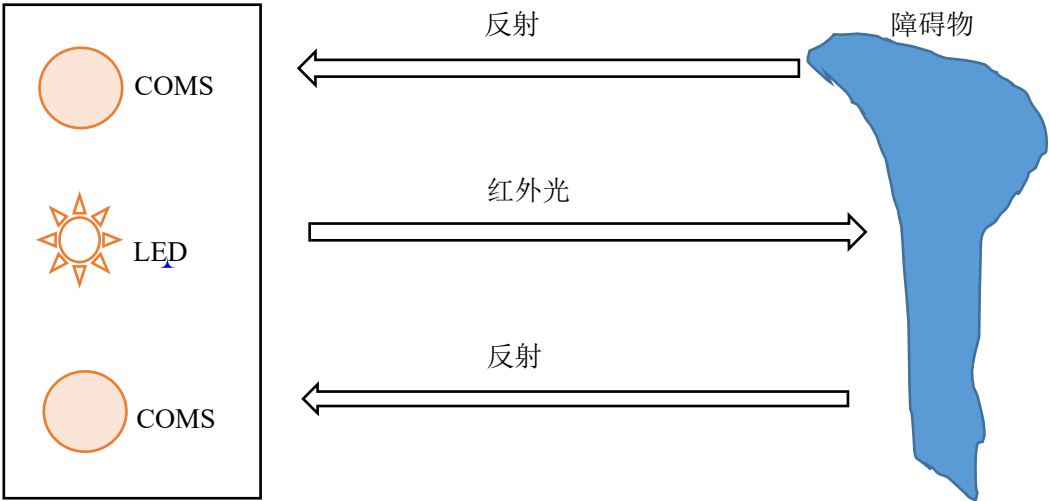


拆解图

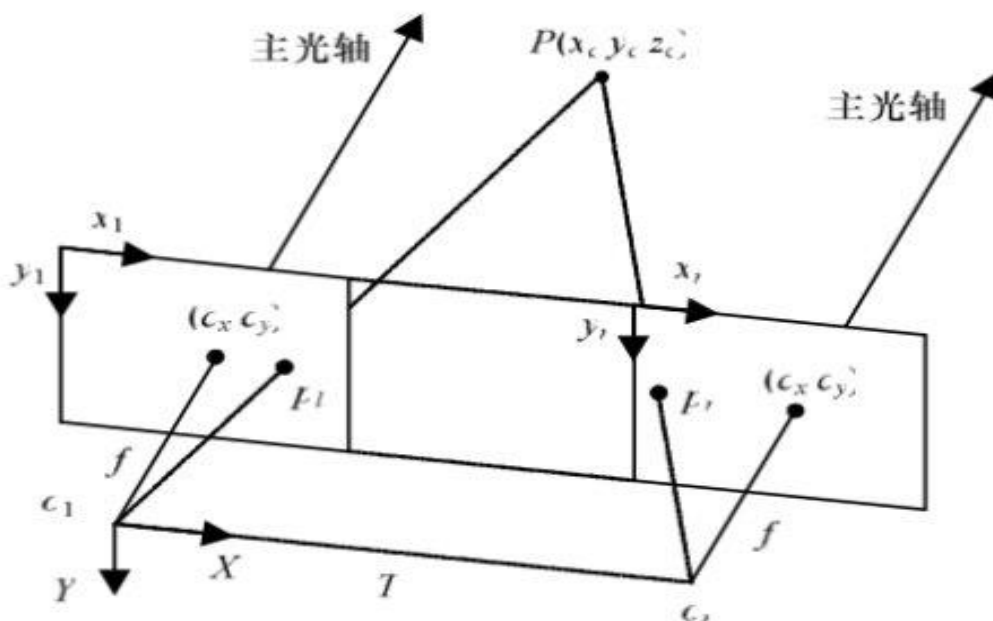
4.2 工作原理

Leap Motion 控制器采用的是双眼视差原理，配备双摄像头的控制器可以像人眼一样，能够对空间物体进行精准的坐标定位。视差就是从有一定距离的两个点上观察同一个目标所产生的方向差异（大家可以轮流睁闭双眼，物体位置发生改变产生位移，这就是视差）。从目标看两个点之间的夹角，叫做这两个点的视差角，两点之间的距离称作基线。只要知道视差角度和基线长度，就可以计算出目标和观测者之间的距离。

当手放入检测区域，两个摄像头同时捕捉目标并实时计算目标视差即可以得到目标的空间深度信息（这里的目标是已经过滤后的目标，如前面所讲的指尖等）。将图像和深度信息综合加以利用进行 3D 建模即可得到物体的 3D 轮廓以及物体轮廓各点的空间位置，对这些数据进行封装得到 API 输出，以用于后期开发。



工作原理图 1（自绘）



工作原理图 2（来自网络）

## 5.小结

Leap Motion 相对于 Kinect 识别范围更小，更有利于手势识别，有更高的精度，但是目前的手势识别类别还不是很多，需要更多的开发者去开发相应的手势识别算法；相对于其他远距离设备，Leap Motion 识别距离更近，精度更高，相比于 Kinect 更加适合个人 PC 端的应用发展，可推广性大，应用前景较好；就目前来看，Leap Motion 支持的设备、语言更多，包括网页、桌面程序以及虚拟现实，发展潜力较大。虽然目前关于 Leap Motion 的应用产出不多，但个人以为如果 Leap 克服了手势识别的多样性和识别范围的有限性，不失为未来发展的方向之一。

注：由于笔者对设备掌握的深度有限，加之时间和能力有限诸因，文档总结的不一定非常完善，可能存在一些地方总结的不充分和不专业，甚至可能存在一些地方总结的不正确，若有漏洞还望指正，以下是联系方式。

联系方式：

李文敏 vinceli@zju.edu.cn

宋津南 435233238@qq.com

## 参考资料

- 1, Leap Motion Website (官网)
- 2, Leap Motion Controller Important Information Guide
- 3, C++官方文档资料 (翻译)