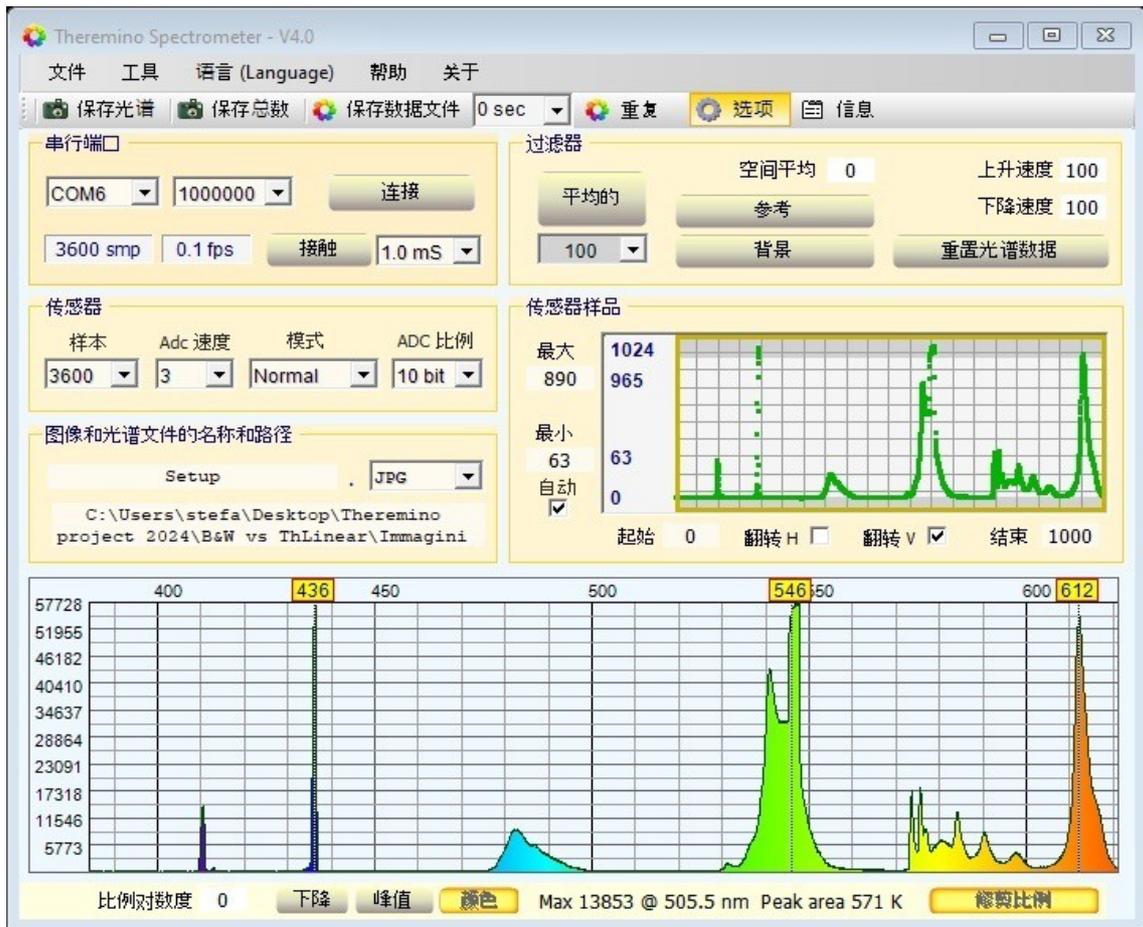


系统特雷米诺



**特雷米诺
光谱仪
V5.x
指示**

Theremino 光谱仪



该应用程序是专门为获取基于网络摄像头或东芝 TCD1304DG 和 TCD1254 传感器的光谱仪的最佳功能。

如果机械构造准确，则可以获得与花费数千欧元的仪器相当的特性，但费用却高得离谱，大约二十欧元甚至更少。

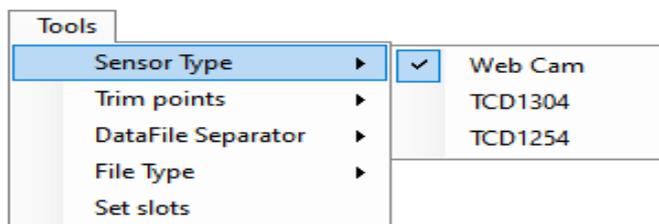
此类光谱仪具有以下特点：

- ◆ 仅测量波长而不测量光量。无法测量光量，只能以相对和近似的方式了解差异。
- ◆ 光强度的测量是**总是相对的，而不是绝对的**。无论使用网络摄像头还是线性传感器，仪器都无法测量毫瓦光、流明、勒克斯或其他类似的测量单位（请参见下一页）。
- ◆ 即使是最昂贵的光谱仪也没有校准的垂直刻度。只有花费数万欧元才能找到具有校准光强度的仪器。
- ◆ 由光栅和透镜引起的分辨率和非线性将精度限制在大约纳米或更高一点。

您可能认为这些是我们设备的缺陷，而更昂贵的设备没有这些缺陷，因此在下一页您可以阅读海洋光学对此的描述。

网络摄像头还是东芝传感器？

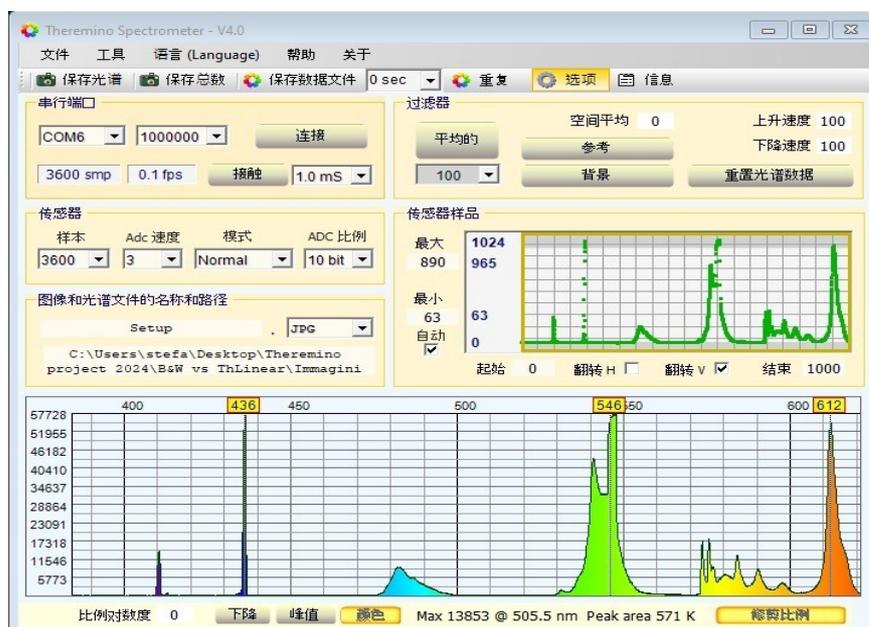
从版本 4 开始，我们增加了选择两种类型的线性传感器（使用 Nano 模块与我们的固件连接）或通过 USB 连接的经典网络摄像头的可能性。



一些网络摄像头（例如 ToupTek Astro GPCMOS02000KMA）它们比线性传感器工作得更好，它们具有非常宽的曝光范围，从 100 微秒到 1000 秒，并且更容易校准。

我们添加了使用传感器的功能对于那些有康复凳的人 B&W 或海洋光学并知道如何校准它们，但在所有其他情况下，我们建议使用优质的网络摄像头。

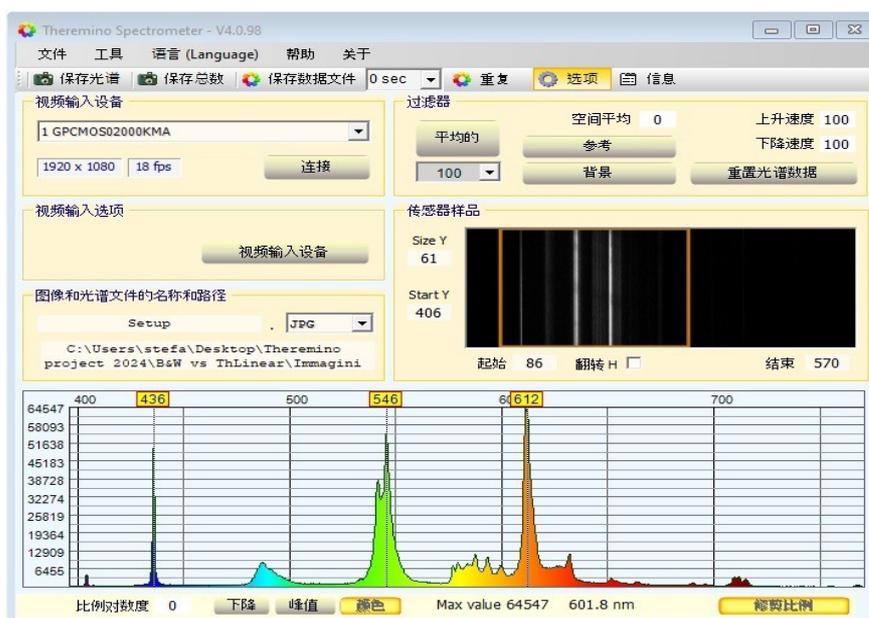
在此图中，您可以看到应用程序连接到 TCD1304 或 TCD1254 类型的东芝线性传感器时的外观。



这就是应用程序连接到网络摄像头时的样子。

除了一些小的差异之外，大多数命令都是相似的并且使用方式相同。

因此，一旦您学会了如何使用控件，您就可以轻松地从一种操作模式切换到另一种操作模式。



相对或绝对措施

相关措施：这是最常见的，将样品的光强度与标准或已知参考的光强度进行比较。这在紫外-可见光谱、红外光谱等光谱仪中是典型的。

绝对测量值：在这种情况下，分光光度计经过校准，可以直接提供光的绝对强度的测量。为了获得绝对测量值，需要对仪器进行非常仔细的校准，其中可能包括使用校准后的标准光源或具有已知灵敏度的检测器。

光谱仪的特点

摘自：[海洋光学术语](#)

相对测量：大多数光谱仪用于相对分析，将样品的光谱强度与空白或已知参考的光谱强度进行比较。这种类型的分析在紫外-可见光谱、荧光和其他类似技术中很常见。

绝对测量校准：虽然海洋光学光谱仪主要用于相对测量，但如果正确校准，也可以使用这些仪器进行绝对测量。绝对校准需要使用校准光标准和特定程序来建立光谱仪检测器响应和绝对光强度之间的关系。

配件和软件：Ocean Optics 提供有助于绝对校准的附件和软件，例如校准灯和软件模块，可让您执行校正以获得绝对强度测量。然而，**这些操作需要一定程度的准备和额外的设备。**

仪器响应功能 (IRF)

每个海洋光学光谱仪都有所谓的仪器响应函数 (IRF)。IRF 表征了光谱仪如何响应其波长范围内的光。

这种反应远非统一：光谱仪将在每个像素产生不同的响应（此处定义为针对固定数量的光子产生的快速查看模式计数）。

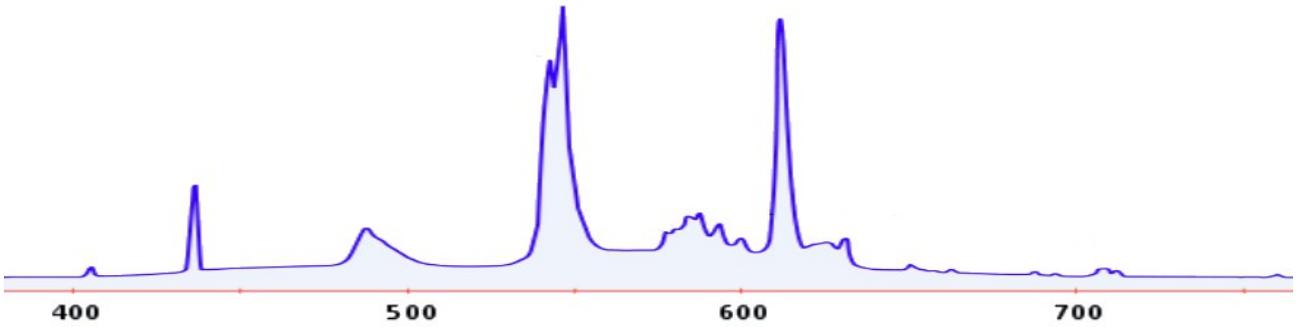
由于光路中光学效率低下的累积效应，IRF 不均匀。这些包括但不限于以下与波长相关的效应：光缆中的光衰减；镜子对光的吸收；晶格效率；和探测器响应。

每个光谱仪的 IRF 都是唯一的，无法实际测量。然而，可以补偿 IRF。两种常见的校正是相对辐照度和绝对辐照度计算。

**尽管理论上可行，但所讨论的校准
在实践中将证明极其复杂
由于购买大量校准源，成本高昂
或者与更昂贵的仪器进行比较。**

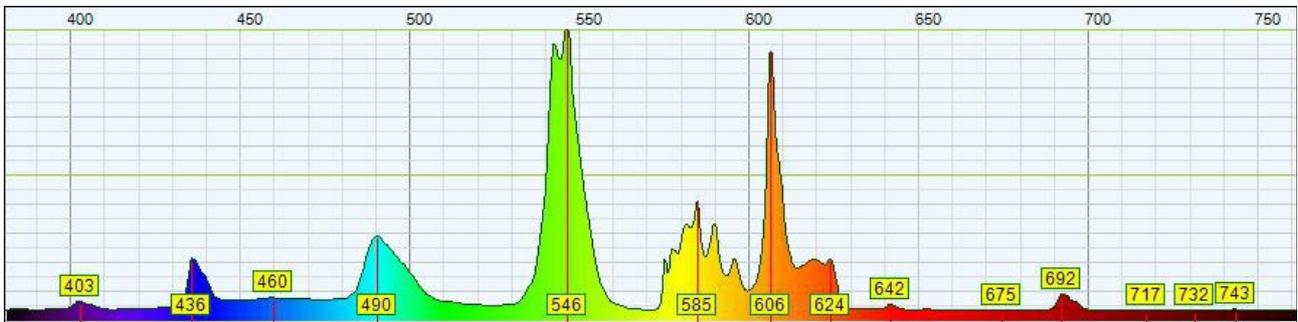
表现

通过良好的结构，可以获得与中级专业光谱仪（几千欧元）相似甚至更好的图表。



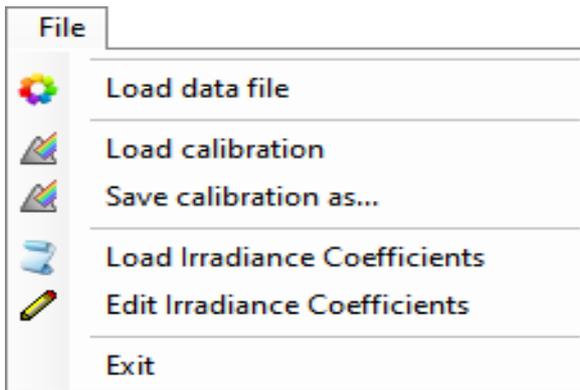
通过专业设备获得的荧光灯光谱（“Ocean Optics HR2000 高分辨率光纤光谱仪”售价 1200 美元左右，有兴趣的可以在 eBay 上找到，售价 300 美元左右）

使用 Theremino 光谱仪获得的荧光灯光谱



如果镜头制作精良，动态和分辨率即使不是更出色，也是可比的
对于花费几千欧元的设备，我们的软件比其他类似的软件更好。

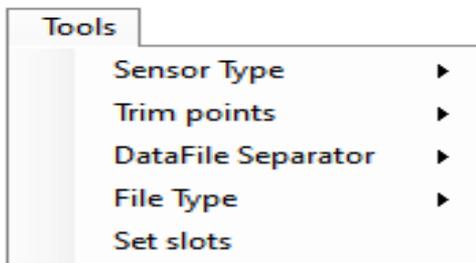
菜单命令 - 第 1 部分



“加载数据文件”允许您加载以前保存的光谱文件。附录 1 中解释了如何加载和保存校准

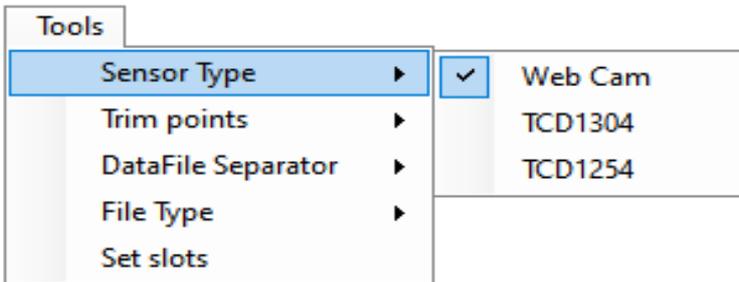
“加载辐照系数”允许您加载系数文件。辐射系数解释见附录 7

“退出”关闭应用程序。



这是工具菜单，从版本 4 开始还包含更改传感器类型的可能性。

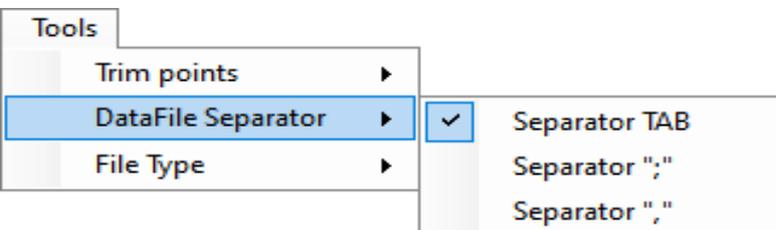
最后一项“设置插槽”用于设置外部命令的插槽。请参阅本文件末尾的“附录 4”。



设置传感器类型，可以是直接连接到 USB 的网络摄像头，也可以是通过 Nano 模块连接的线性传感器。



设置标准校准和替代校准。



用于光谱数据文件的分隔符。

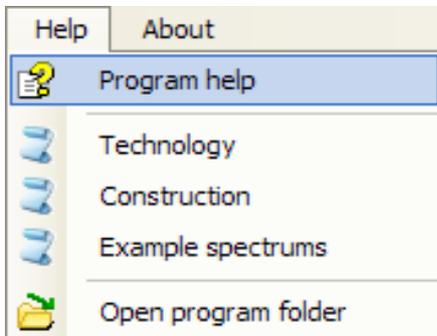


用于保存光谱数据文件的文件类型。

菜单命令 - 第 2 部分



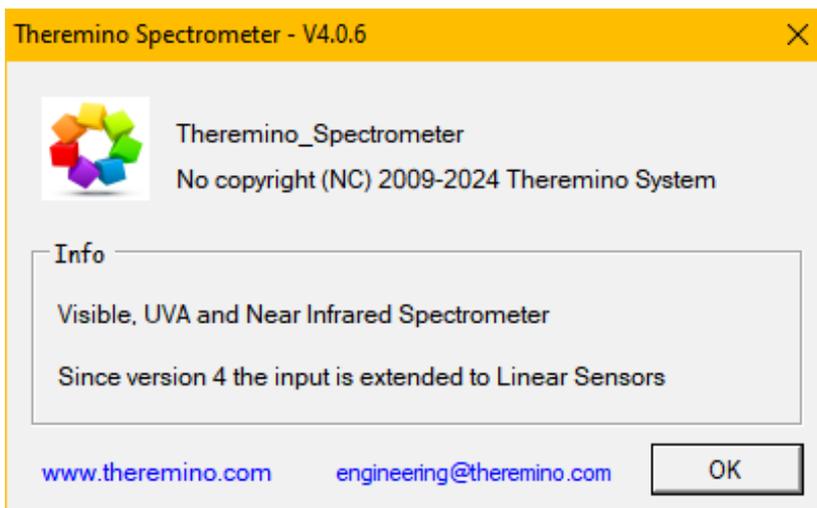
语言选择



应用程序的说明文件。

构建说明和示例光谱。

最后一行打开软件工作文件夹，可以检查和编辑语言文件和其他文件。



最后一个菜单项打开此页面，其中包含有关应用程序的信息。

在下面的最后一行中，您将找到该网站的链接以及给我们写信的电子邮件地址。

顶栏命令



保存频谱

使用此按钮您可以仅保存光谱区域的图像。

节省总计

使用此按钮您可以保存应用程序的整体图像。

保存数据文件

使用此按钮您可以将光谱数据写入文件中。数据文件不包含在“刻度对数”框中以及下部状态栏中找到的其他命令所做的更改。

时间盒

这是等待时间。当按下按钮时它开始，并在这次结束时写入数据文件。

重复

使用此按钮可以启用重复。如果启用时间计数，则一旦写入文件，它就会重新开始。

如果启用“重复”，文件的保存也将在“平均”周期结束时重复

选项

使用此按钮，您可以隐藏很少使用的命令并放大频谱区域，如下一页所示。

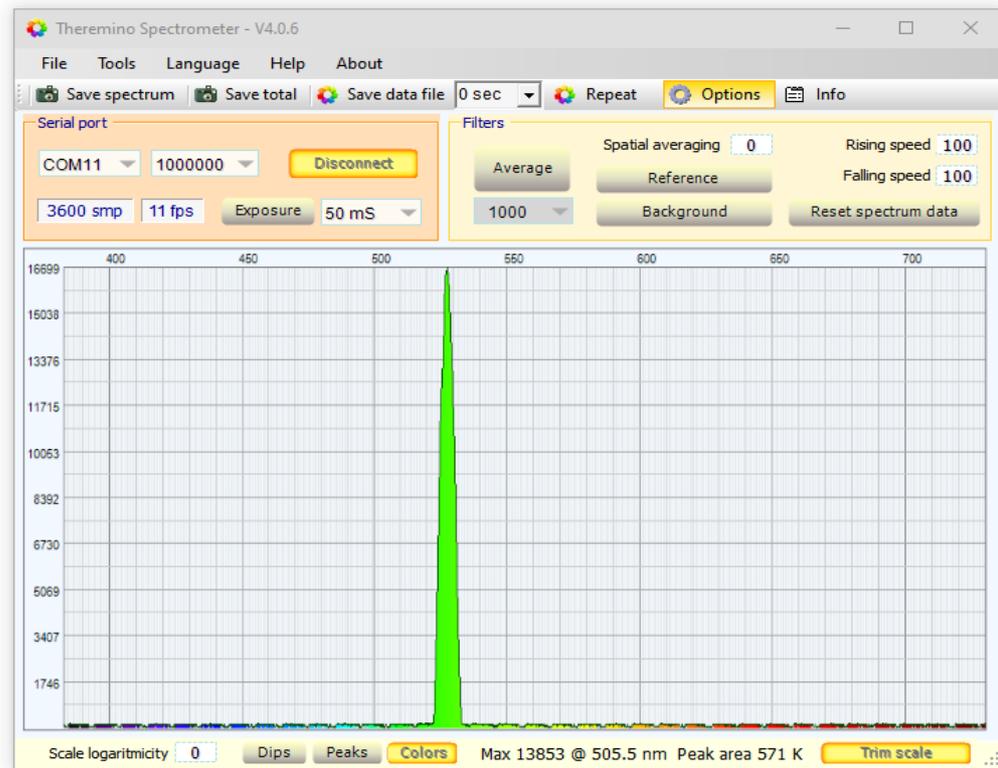
信息

使用此按钮可以打开和关闭下一页显示的信息窗口。

选项和信息

选项

使用“选项”按钮，您可以隐藏很少使用的命令并放大光谱区域，如此图中所示。



信息

使用“信息”按钮，您可以打开和关闭下图所示的信息窗口。

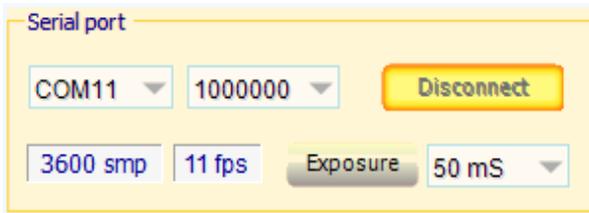
根据程序是否正在运行或停止，或者是否正在查看已保存的文件，信息会发生变化。

```
Theremino Spectrometer - V4.0
Sensor TCD1304 running
-----
Rec.Samples 3600 smp
FramesPerSec 11 fps
Exposure 50 mS
Average 1000 INACTIVE
Spatial avg. 0
RisingSpeed 100
FallingSpeed 100
NanometersMax 798.66
NanometersMin 353.16
Peak Area 50804.4
-----
Integration times to precision
-----
Rising times = 0 seconds
Falling times = 0 seconds
```

```
Theremino Spectrometer - V4.0
Not connected
-----
Samples 3600
AdcSpeed 3
Exposure 50 mS
Average 50 INACTIVE
Rec.Samples 3600
FramesPerSec 0
RisingSpeed 100
FallingSpeed 100
NanometersMax 722.00
NanometersMin 326.00
Peak Area 50804.4
-----
Integration times to precision
-----
Rising times = 0 seconds
Falling times = 0 seconds
```

```
Theremino Spectrometer - V4.0
FILE: Test1_012.csv
-----
Samples 3600
AdcSpeed 3
Exposure 50 mS
Average 50 INACTIVE
Spatial avg. 0
RisingSpeed 100
FallingSpeed 100
NanometersMax 722.00
NanometersMin 326.00
Peak Area 50804.4
```

串口面板



该面板仅在您在“工具”菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254。

如果您使用网络摄像头，它将被视频输入面板取代。

串口必须设置为与读取传感器的模块通信。

要了解哪个是正确的 COM 端口：

- 断开模块与 USB 的连接
- COM 框打开并记住存在哪些端口
- 将模块重新连接至 USB
- COM 框再次打开
- 出现的新门是您可以选择的一扇门

沟通缺陷

- 如果未出现端口，请检查 USB 电缆
- 如果它不依赖于电缆，则模块可能尚未编程
- 或者 CH340 驱动尚未安装

“波特率”通信速度必须始终设置为每秒 1 兆位 (1000000)。仅当您使用的固件与我们为 Nano 模块编写的固件不同时，才应更改它。

当您使用“连接/断开连接”按钮启用连接时，该面板的底部应该闪烁，如果它不闪烁，则表明传感器没有数据到达。



闪烁速度表示数据到达的频率，每次数据到达面板底部都会改变颜色。

串行端口面板 - 第 2 部分



该面板仅在您在“工具”菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254。

如果您使用网络摄像头，它将被视频输入面板取代。

“曝光”按钮左侧的框

这两个框中的第一个表示传感器实际接收到的样本数量（在本例中为 3600 个样本）。

第二个框表示每秒接收多少个完整光谱（在本例中为每秒 9 个光谱）。

接触

该时间可调范围为 10 微秒到很长的时间。

传感器在曝光时间内积累光子，并且变得极其敏感。

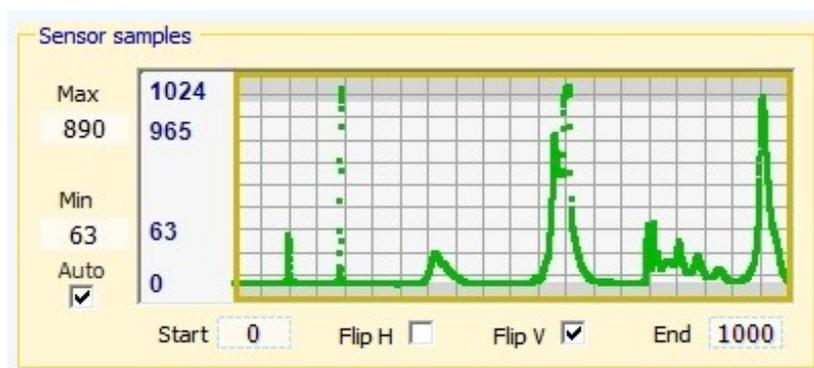
通过将曝光时间增加到超过 100 毫秒，采集频率会大大降低。

自我曝光

通过单击“曝光”框，您可以启用自动曝光，它会根据可用光线自动调整曝光。

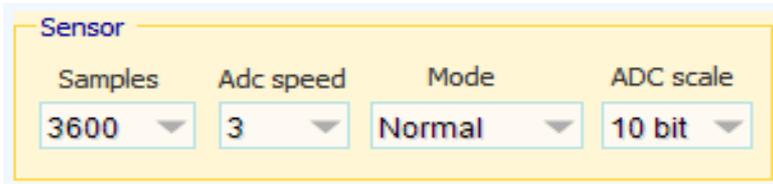
自动曝光最多限制为两秒。较长的时间是手动设置的，在这些情况下，采集频率会大大降低。

为了使自动曝光正常工作，需要手动调整“来自传感器的样本”面板中的“最大”框，如下所述。



- 首先增加曝光并提供足够的光线，直到传感器饱和并且您看到尖端变平。
- 然后将“最大”值设置得非常高并启用自动曝光。
- 最后，“Max”值逐渐减小，直到曝光自动降低并且尖端不再饱和。

传感器调节面板



Sensor

Samples	Adc speed	Mode	ADC scale
3600	3	Normal	10 bit

该面板仅在您在“工具”菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254。

如果您使用网络摄像头，它将被视频输入面板取代。

冠军

调整要读取的样本（传感器像素）数量。

TCD1304DG 传感器

TCD1304DG 传感器可在多达 3600 个样本的情况下正常工作。在某些情况下，通过设置 2000，测量结果可以稍微稳定一些。我们建议始终将其设置为 3600。

TCD1304AP 传感器

TCD1304AP 传感器最多只能处理 1200 个样本。将其设置为 1000 或更好，但仍为 800 它的动态范围稍大一些。我们建议将其设置为 1000。

TCD1254 传感器

TCD1254 传感器应在 2500 个样本下运行。在某些情况下，通过设置 2500 以外的值，测量结果可以稍微稳定一些。

重要的

校准仅对传感器和执行校准的样本数量有效。更改样本数量将导致校准变得不准确。通过改变传感器，它们将变得完全错误。

模数转换器速度

ADC 速度通常设置为 3

我们使用较低的速度进行测试，但我们不建议使用它们。固件文件将 ADC 时钟频率列出为 3、2 和 1

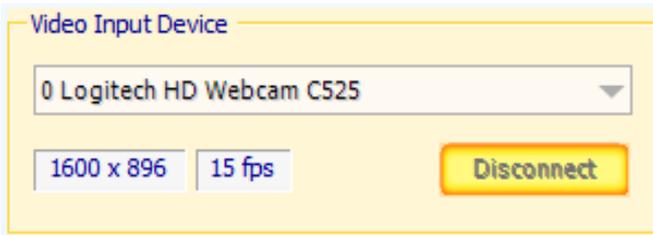
方式

将其设置为“正常”。其他选项仅用于验证模块和 USB 的操作，无需连接传感器。

Adc 量表

通常（Nano 模块）ADC 规模为 10 位。仅当您使用 Nano 以外的模块并且编写特定固件时，才应更改此值。

视频输入设备面板



该面板仅在使用网络摄像头时可见。

如果是在工具菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254，则此面板将替换为串口面板。

带有网络摄像头名称的上框

单击它会显示当前连接到 PC 的视频设备列表。

“断开连接”按钮左侧的框

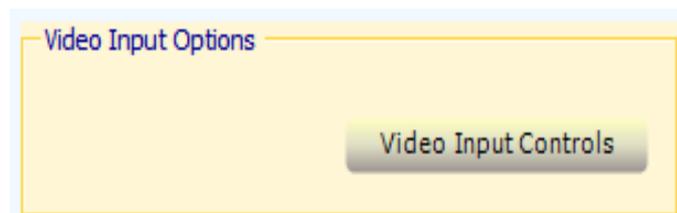
这两个框中的第一个表示网络摄像头实际接收到的像素数量（在本例中，水平像素为 1600，垂直像素为 896）

第二个框表示每秒接收多少图像（帧）（在本例中为每秒 15 个图像）。

连接/断开按钮

它用于启动或停止从网络摄像头接收数据。

视频输入选项面板



该面板仅在使用网络摄像头时可见。

如果是在工具菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254，则此面板将替换为串口面板。

视频输入控制

此按钮可打开和关闭网络摄像头设置面板，下一页将对此进行说明。

此面板中的空座位仅专门保留
也能够添加网络摄像头的曝光时间。

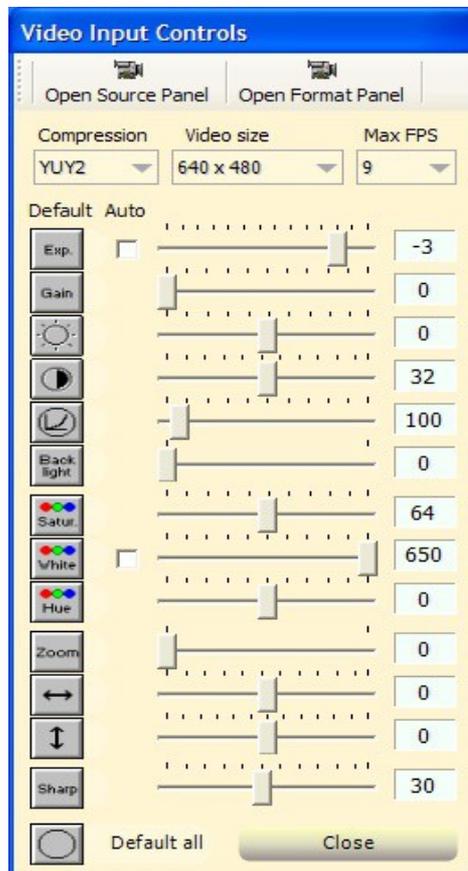
如果我们能找到可调节曝光时间的网络摄像头
我们将在未来的版本中添加它。

网络摄像头调节面板

仅当您使用带有“WDM”类型驱动程序的视频设备时才可以访问这些属性。如果您只有“VFW”（Windows 视频）驱动程序，则必须需要“开源面板”和“开放格式面板”，如下页所示。

根据所选的视频设备，其中一些属性可能会丢失或禁用。

- 接触时间
- 我赚
- 亮度
- 对比
- 范围
- 背光
- 饱和
- 白平衡
- 着色
- 飞涨
- 平底锅
- 倾斜
- 清晰度
- 所有参数的默认值



许多视频设备驱动程序包含错误或编写得“糟糕”。最常见的缺陷之一是丢失设置（您重新打开程序，此面板中的某些内容已更改）。每次打开计算机或更改 USB 端口时，某些驱动程序都会重新启用“自动”复选框。在其他情况下，启动时也会发生实际的“白平衡”或“压缩”设置不是此面板中显示的设置。

这些缺陷不是由于 Theremino 光谱仪应用程序造成的，如果您更换驱动程序，一切都会好起来的（或者缺陷会改变）。

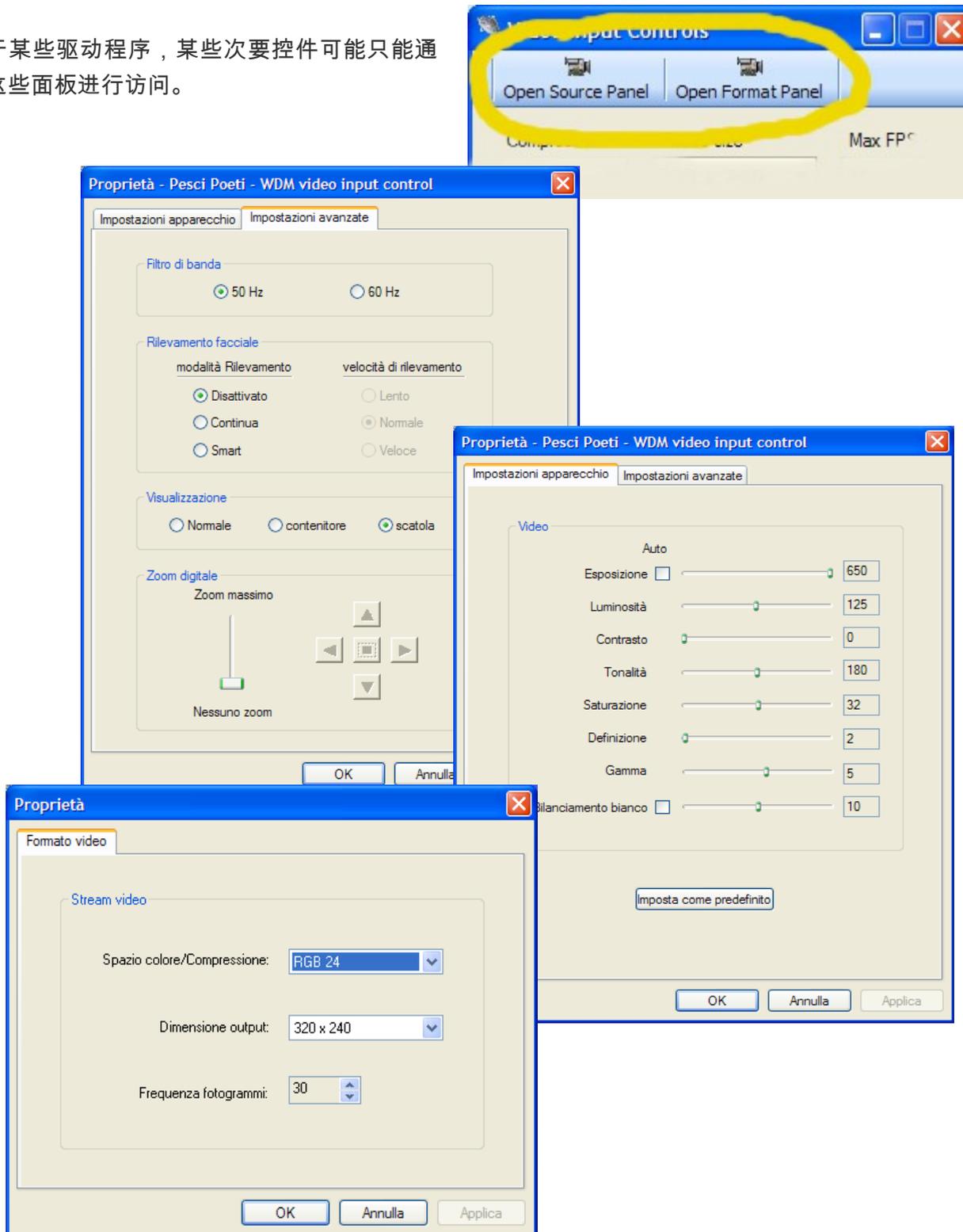
如果您找不到更好的驱动程序，您将不得不习惯它的缺陷。每次开始测量会话时请查看这些设置，并可能调整一些控件，直到视频设备正常运行。

该面板可以停靠在主窗口的右侧或左侧，或者放置在屏幕上您喜欢的任何位置。通过用鼠标移动它，它的位置就会被记住。

VFW 网络摄像头的调整

如果视频设备驱动程序 (WebCam) 属于 VFW 类型，则只能通过“调整面板”和“格式面板”访问其属性。

对于某些驱动程序，某些次要控件可能只能通过这些面板进行访问。

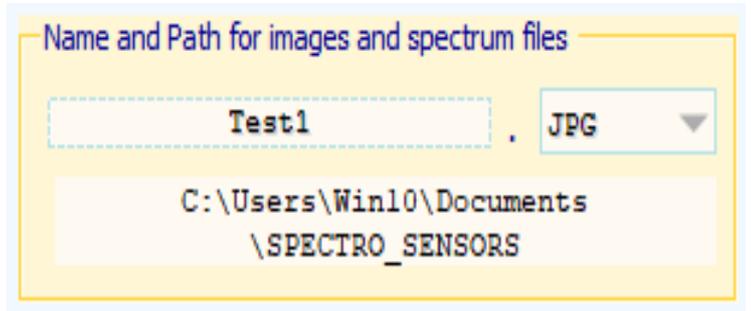


控制板用于图像和数据文件

姓名

您可以在此处为要保存的图像和文件设置名称，每次拍摄时，最终数字都会自动递增。

位数是受到尊重的，因此如果您想要四位数编号，则必须以“xxxx 0001”开头，它将增加到“xxxx 0002”，“xxxx 0003”等...



无论数字左边是什么、空格或破折号或其他什么，右边的第一个非数字字符都被视为名称的结尾。

名称不能以空格开头或结尾，任何前导或尾随空格都会自动删除。

小路

这是图像和光谱数据文件的目标文件夹，要更改它，请双击该框，选择一个文件夹，然后按“确定”。

您还可以手动或通过复制和粘贴更改路径。

您可以通过用鼠标右键单击此框来轻松打开该文件夹。

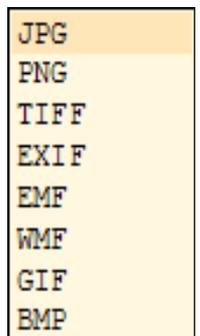
打开文件夹后，还可以通过用鼠标将光谱数据文件从文件夹拖动到应用程序来读取光谱数据文件。

文件格式

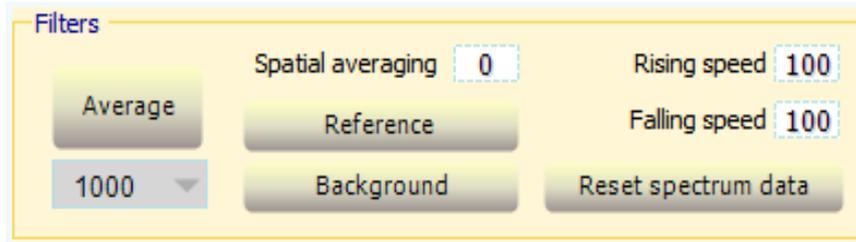
通常我们使用质量为 100 的 JPG 格式。如果你想要更高的质量，一个好的格式是 PNG，它使用无损压缩。

如果加载并保存 JPG 图像非常多次，理论上它应该逐渐变得更糟（但实际上没有明显的变化）。另一方面，PNG 图像可以保存和重新加载无数次，并且始终保持与原始图像相同。

TIFF、EXIF 和 BMP 也是无损格式，但会产生不必要的大文件。



滤镜面板



平均的

通常您将此值保持为 1，但您可以将其提高到 1000 以平均数据并消除噪声。

在按下“平均”按钮启用平均功能之前，平均功能不会起作用。

在某些情况下，可能需要几个小时才能完成平均

请参阅下一页的详细说明。

空间平均

该滤波器在相邻值之间执行“平滑”插值。如果您不夸张地使用它，它可以显著减少噪声，而不会改变您想要测量的数据。

通常在 0 到 3 之间调整。将此值提高到 5，或者在极端情况下提高到 10，可以消除图表中的噪音和阶跃。作为交换，必须接受线路的扩大和分辨率的降低。

参考

通过按下此按钮，光谱的所有值都会“均衡”到最大测量值。通过这种方式，可以检测到后续的变化，无论是积极的（光的增加）还是消极的（光的减少）。

该参考的主要用途之一是进行吸收测量，例如测量滤色片的响应曲线或各种物质的吸收。

请参阅“附录 3”中有关吸收测量的注释

减去背景

背景扣除用于消除频谱低部分中发现的噪声和干扰。从本质上讲，它允许您从测量信号中消除所有那些不直接归因于正在分析的样品但可能影响测量的成分。

减去背景可以显著提高信噪比，从而更容易识别样品的特征峰。

“参考”和“背景扣除”都应立即使用。

如果过了一段时间，您稍后使用它们，也许在使用文件几天后，

由于变化，减法的质量显著下降

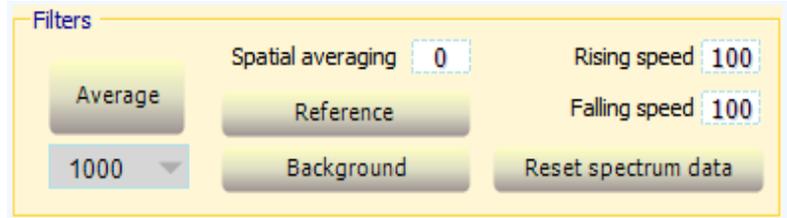
发生在传感器、样本和软件调整中。

滤镜面板 - 平均效果

正如 Ocean Optics 在图 7 中所解释的那样，该技术显著提高了数据的稳定性和质量。[本页](#)，但您必须记住在某些情况下，可能需要几个小时才能完成平均值。

例如，如果您设置 1000 并每秒接收 10 个样本（正如下一章所解释的）那么需要 100 秒来平均所有 1000 个接收到的光谱。

通常您将此值保持为 1，但您可以将其提高到 1000 以平均数据并消除噪声。



- 要使用平均值，您必须使用“平均值”按钮启用它
- 在整个平均创建时间内，传感器接收到的每个新光谱都会显示截至该时刻的平均值，并且会出现渐进数字而不是“平均值”一词。
- 完成设置平均值后，数据文件将自动保存。
- 保存文件后，应用程序将与传感器断开连接，除非启用了顶部工具栏中的“重复”按钮。
- 如果启用“重复”按钮，则在保存文件后，平均将从头开始，并且该过程将继续重复，直到您禁用平均或“重复”按钮。

每秒采样数

使用 Nano 和 TCD1304DG 或 TCD1254 很容易设置 **Adc 速度 = 3** 在此设置下，ADC 采样时间为 26 uS

因此，对于 3600 个样本，采样时间为 93.6 mS，这导致每秒最多 11 个光谱。

通过 TCD1254 的 2500 个样本，每秒可以达到大约 16 个光谱。

对于 500 个样本，您每秒应该获得 76 个光谱，但实际上最大值为 64 个，因为 USB 通信会产生其他小的延迟。

下表列出了从传感器读取样本所需的时间。

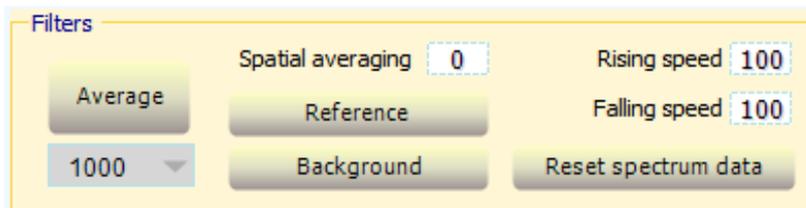
样品	3600	3000	2500	2000 年	1500	1200	1000	800	600	500
采样时间 mS	93.6	78	65	52	39	31.2	26	20.8	15.6	13
每秒帧数	11	13	16	20	26	32	40	50	64	64

这些是可以达到的最大速度
它们只能通过设置非常短的曝光时间来获得。
(10 毫秒或更短)。

过滤器面板 - 上升和下降率

这两种速度对数据影响很大，可以有效降低噪声。

如果您不使用它们，请小心将它们保持在 100，因为它们的数量非常少积分时间可能会变得非常长，如下页所述。



爬升速度

将此速度提高到 100 会将光谱数据更新为每个频率接收到的光的峰值。如果数字较小，则对当前值和来自相机的新数据进行平均。

下降速度

这是存储的数据随着时间的推移而消失的速率。您可以将此速度降低至零，在这种情况下，频谱中累积的数据不会衰减，而是保持不变，直到您按“频谱重置”。

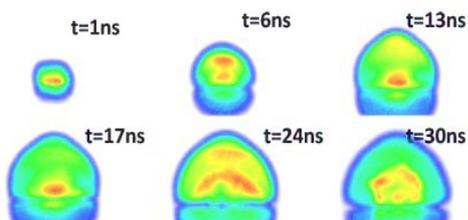
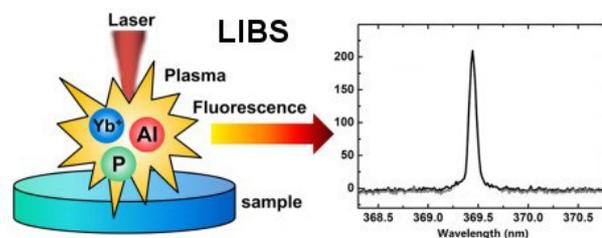
清晰的光谱数据

使用此按钮您可以手动重置光谱。没有必要使用它，但有些人可能希望在开始新测量之前看到光谱完全变白。

上升和下降速度的操作

通常这两个速度都保持在 100。将它们降低到 30 可以提供随时间的积分，从而减少噪音，同时保持对光线变化的相当快的响应。

可以降低这两个值以获得长甚至无限的积分时间（下降速度等于零）。然后可以累积来自多个单一事件的传入数据，例如，这可能是 LIBS 光谱仪中激光激发等离子体引起的短暂光发射。



长积分时间可以降低噪声并提高对小信号的灵敏度和光谱分辨率。

积分时间

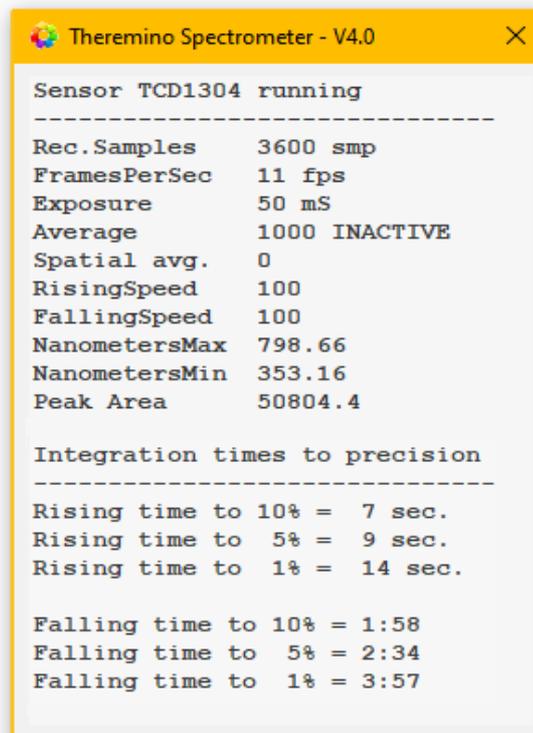
这些调整使用 IIR 滤波器逐渐逼近最终值，并具有渐近稳定的趋势。

Rising speed 100

Falling speed 100

IIR 滤波器可以对重大变化做出快速响应，但随着信号稳定而逐渐适应。此功能使它们成为降低噪声而不影响动态条件下响应速度的理想选择。

与具有固定响应时间的 FIR 滤波器不同，IIR 滤波器提供自适应响应，根据信号调整逼近速度。



```
Theremino Spectrometer - V4.0
Sensor TCD1304 running
-----
Rec.Samples      3600 smp
FramesPerSec    11 fps
Exposure        50 mS
Average         1000 INACTIVE
Spatial avg.    0
RisingSpeed     100
FallingSpeed    100
NanometersMax   798.66
NanometersMin   353.16
Peak Area       50804.4

Integration times to precision
-----
Rising time to 10% = 7 sec.
Rising time to 5% = 9 sec.
Rising time to 1% = 14 sec.

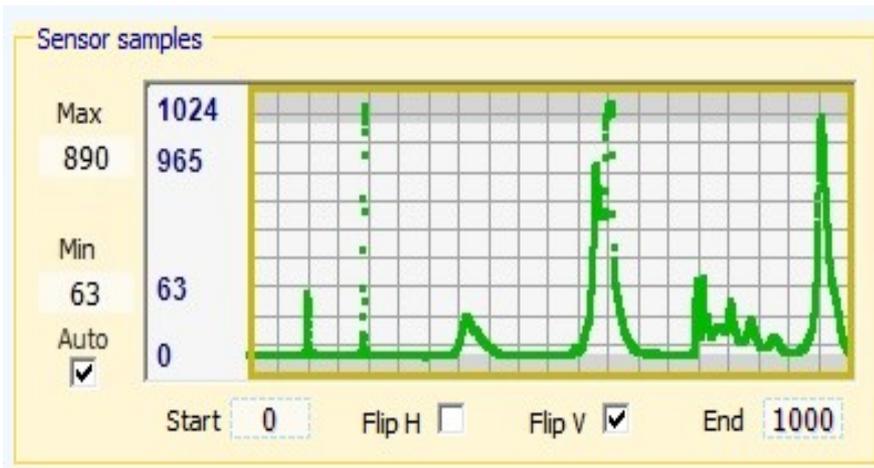
Falling time to 10% = 1:58
Falling time to 5% = 2:34
Falling time to 1% = 3:57
```

因此，我们在信息窗口中添加了上升和下降时间（上升时间和下降时间）的计算，以在 10%、5% 和 1% 的公差范围内达到最终值。

上升时间和下降时间的计算取决于所使用的传感器类型：网络摄像头或线性传感器。

- 对于网络摄像头，计算基于帧速率 (fps)，因此要求网络摄像头处于活动状态，或者自应用程序启动以来至少处于活动状态一次。
- 对于线性传感器，计算基于考虑曝光时间和其他传感器设置的公式，即使传感器处于非活动状态也可以进行估计。

来自传感器的样本面板



该面板仅在您在“工具”菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254。

如果您使用网络摄像头，它将被显示图像的面板取代网络摄像头的功能，这将在下一页中进行解释。

最大、最小,车

这三个命令使软件适应传感器，并在下一页进行解释。

开始

使用此框可以设置比例的起点，从而扩大光谱的有限区域。

编号 H

来自传感器的信号的水平翻转。

投资五

来自传感器的信号的垂直翻转。

对于 TCD1304 和 TCD1254 传感器，使用我们的固件和“Nano”模块，必须启用此框。

结尾

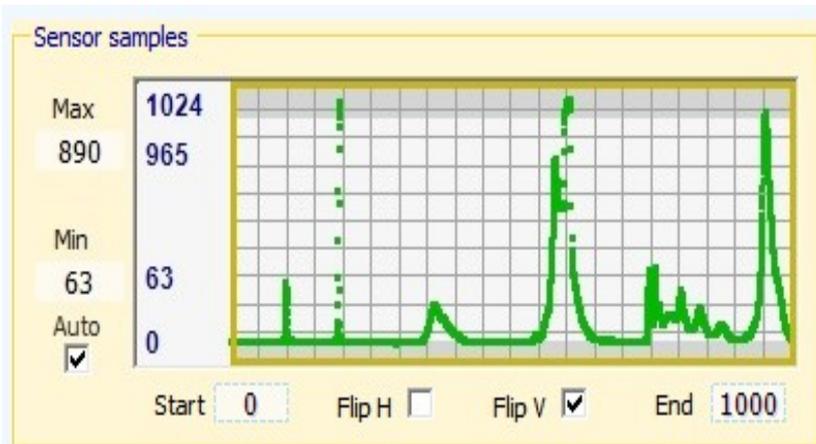
使用此框可以设置刻度的末端，从而扩大光谱的有限区域。

参数可调整开始和结尾
还可以使用鼠标滚轮缩放和移动频谱图
如下页所述。

最大和最小调整

这些调整使软件适应传感器，因为传感器彼此不同并且具有非常大的公差。

通常，传感器产生的值覆盖大约三分之一的比例（该图像中的明亮区域），但在某些情况下，可以使用运算放大器和两个微调器来扩展该区域。



该面板仅在您在“工具”菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254。

如果您使用网络摄像头，它将被显示图像的面板取代网络摄像头的功能，下一页将对此进行说明。

最大限度

该值对于“自动曝光”的正常运行至关重要

您应该对其进行调整，使上部灰色带略低于尖端饱和并在顶部变平时获得的最大信号。

如果将“最大值”调整得太高，“自动曝光”在某些情况下可能会产生饱和峰值（尖端变平）。

如果将“最大值”调整为太低的值，“自动曝光”在某些情况下可能会产生太低的峰值，因此无法充分利用可用的垂直空间。

Max 框右侧的值（本图中的 685）表示最高峰尖端的价值。您可以使用该值作为调整最大值的指示。

最小

它用于设置底部有用比例的起点。

当较低的灰色带刚好触及信号的最低部分时，即可实现正确的设置。

通常，您可以通过选中“自动”框来自动设置它。但在某些情况下，您可能希望以稳定的方式修复它，并且不受照明条件变化时可能产生的微小变化的影响。

车

通常，您启用此框并自动设置最小值。

来自网络摄像头的传入样本面板



该面板仅在使用网络摄像头时可见。

如果是在“工具”菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254，然后该面板将替换为前几页中介绍的传感器面板。

尺寸 Y

该值确定用于分析的像素行数。该软件对所有行的值进行平均，这提高了灵敏度并减少了噪声。使用由多条线组成的区域的另一个优点是，即使由于光谱仪的不完美对准而导致的很小的垂直位置误差也是可以忍受的。

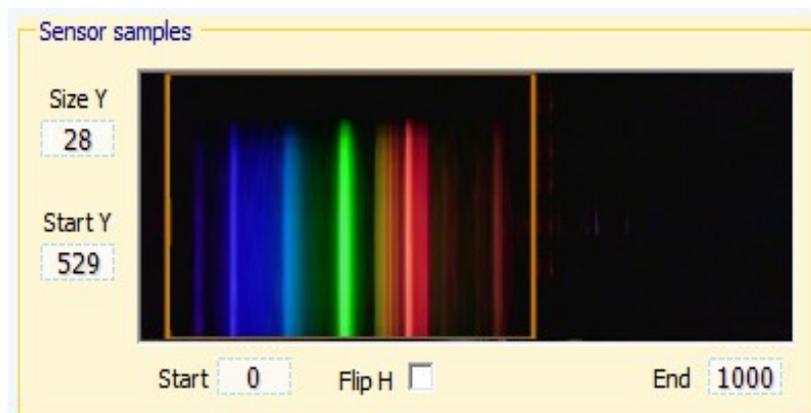
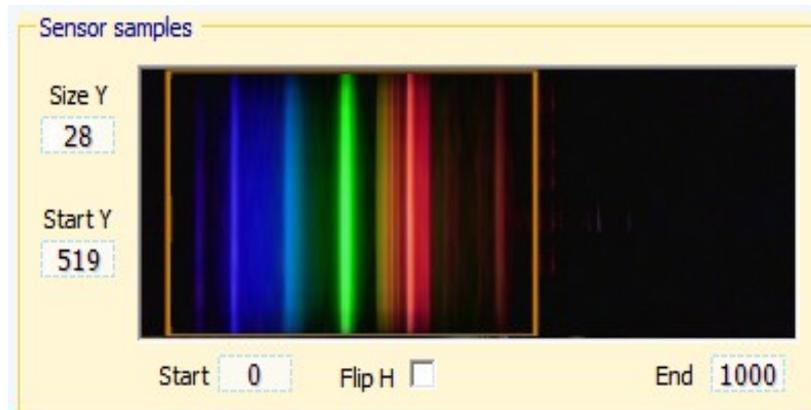
在频谱上方和下方留出一些余量。在某些特殊情况下（衍射光栅对准不良），可以通过垂直放大光谱直到仅可见中心部分来稍微提高分辨率。这或多或少是推荐的放大级别。

您也可以放大一点，但不要夸大，因为在许多垂直像素上进行平均是件好事。

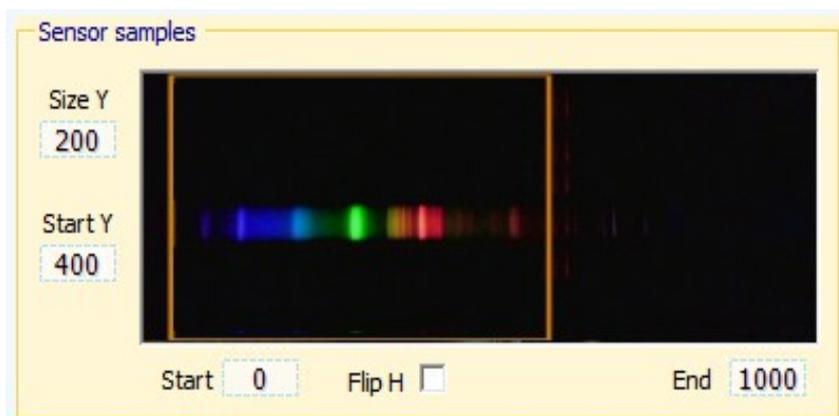
开始 Y

进行调整，使光谱垂直居中。

这里的频谱太低，因此必须使用 StartY 校正垂直位置。



开始和结束调整



该面板仅在使用网络摄像头时可见。

如果是在“工具”菜单中设置线性传感器 TCD1304 或 TCD1254，然后该面板将替换为前几页中介绍的传感器面板。

开始

使用此框可以设置比例的起点，从而扩大光谱的有限区域。

变型 H

图像的水平翻转。使用此命令会给 CPU 带来少量额外负载。因此，仅当您将网络摄像头固定在光谱仪的错误墙壁上或颠倒时才应使用它。如果可能，修改光谱仪以避免必须使用它。

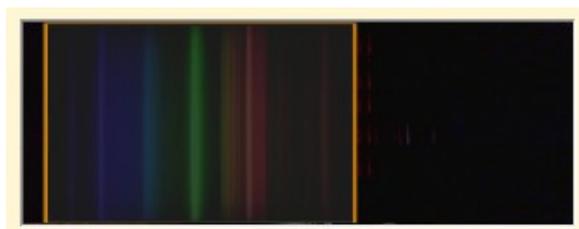
结尾

使用此框可以设置刻度的末端，从而扩大光谱的有限区域。

方便快捷地调整箱体
在它们上按鼠标左键
并按住它，上下移动鼠标。

自动收益

从5.0版本开始，WebCam信号显示窗口自动适应低亮度。

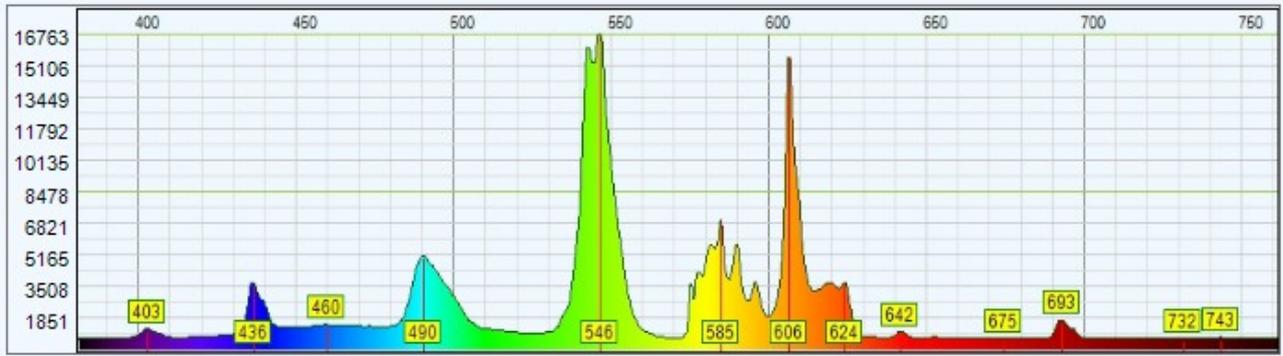


版本 4 信号较差



版本 5 修正的相同信号

频谱显示区域



扩大频谱用鼠标左键单击它，然后使用滚轮。

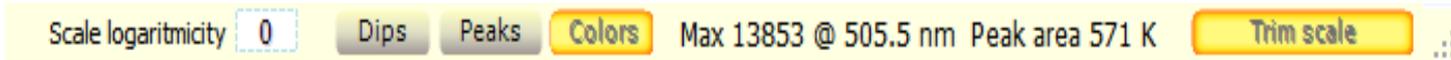
移动它单击鼠标左键，然后左右移动鼠标，并按住该按钮。



频谱可以多种方式显示，相关命令将在下一页中解释。



下方命令栏



测量指标

该栏左侧的第一个框有两个功能：

Value 8223 @ 505.5 nm Peak area 571 K

当鼠标光标位于图形区域时，该框指示所有可见峰的（相对）强度值、纳米和面积计算。

Max value 16763 @ 505.5 nm Peak area 571 K

当光标位于图形区域之外时，框指示最高峰的值和纳米以及所有可见峰的面积计算。

峰面积值是可见区域中所有峰的积分的度量。
要使用它，您必须手动剪掉感兴趣的峰值。

对数性

如果设置为零，垂直刻度是线性的。

通过增加值（最多 10），标度将变为对数，并且低值会增强。

通过增加值（最高 -10），比例会呈指数变化，谱线会变得更窄。

山谷

启用图表低点的度量标签。

峰

启用图表最大值的测量标签。

颜色

启用与波长相关的着色。

使用“对数”、“谷”、“峰”和“颜色”命令进行的校正
它们只作用于频谱显示窗口
并且不要更改保存到磁盘的数据文件的值。

秤校准

启用水平刻度（纳米）校准标签。

有关校准的详细信息，请参阅下一页。

附录 1 - 校准规模的

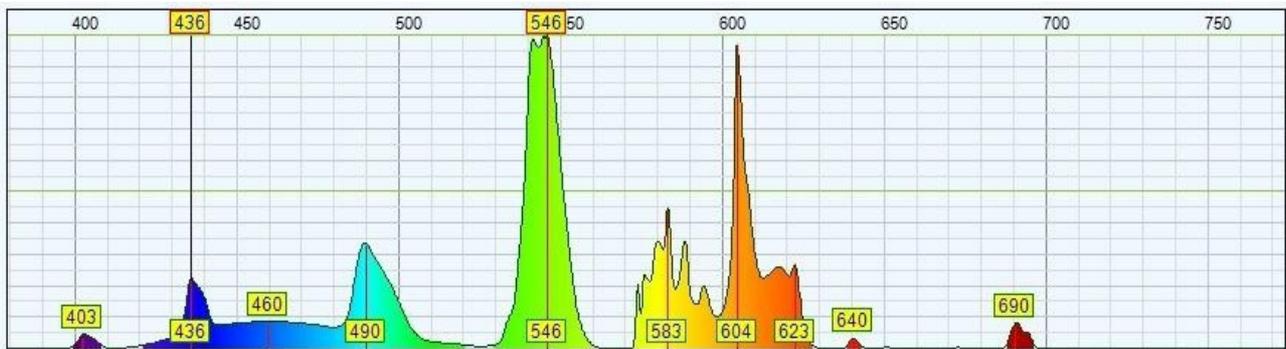
要校准光谱仪的刻度，您需要荧光灯。

您可以使用一种用于家庭照明的节能灯，或者您可以按照“Theremino 光谱仪构造”文件最后几页中的说明准备一个方便的校准源。



进行校准

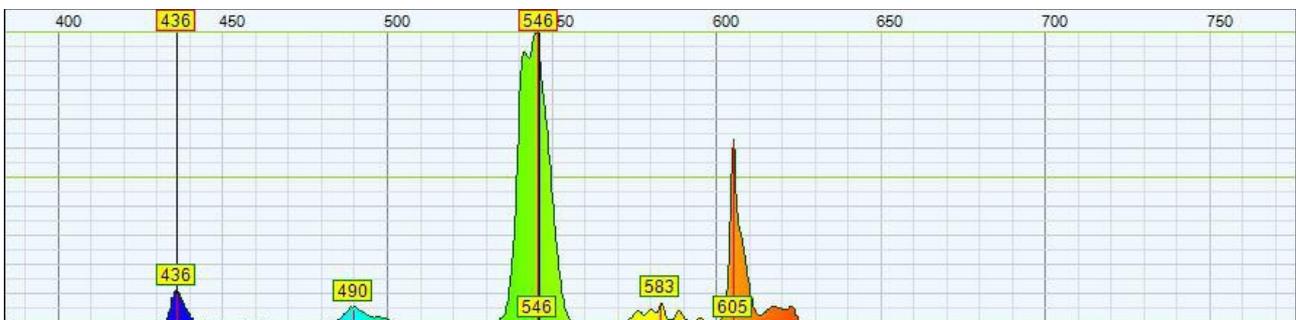
- ◆ 将灯放置在光谱仪的输入槽附近并调整“曝光”以获得类似于下图的图表。
- ◆ 确保未按下“参考”和“谷”按钮，而按下“峰”和“颜色”按钮。
- ◆ 按“秤校准”按钮，找到秤编号区域顶部出现的两个新标签。
- ◆ 一次拖动一个标签，按住鼠标左键的同时，直到它们位于 436 和 546 nm 处汞的两个特征峰的尖端。



在这里您可以看到两个汞峰以及 436 和 546 处出现的标签。

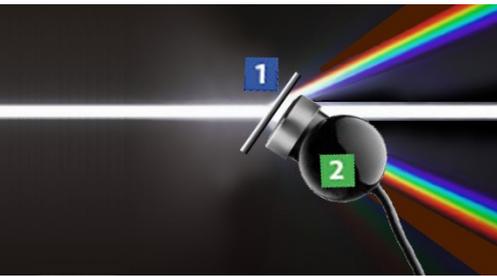
校准点可能不是 436 和 546。要设置它们，请参阅第 4 页的菜单命令。

要更精确地校准，请使用滚轮和鼠标左键放大感兴趣的区域。还要将灯移开，以便峰没有扁平的尖端，并且它们的最大值更明显。



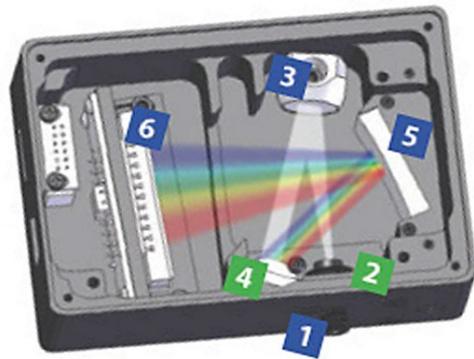
通过将灯移得更远，峰值会变窄，并且它们的最大值会变得更加精确。

附录 2 - 多点校准



在该应用程序的早期版本中，始终有两个校准点，通常为 436 纳米和 546 纳米，通过两个点，您可以获得一条直线的校准。其斜率和位置可以用两点定义。

当使用透射衍射光栅 (1) 和终止于网络摄像头 (2) 或线性传感器的简单光路时，两点校准就足够了。



然而，有些光具座使用准直镜 (3)、反射光栅 (4)、聚焦镜 (5) 和线性传感器 (6)。

这些组的优点是可以更好地将可用光集中在传感器上，但另一方面，它们也调节非常困难并且有明显的线性缺陷。

使用这些工作台时，简单的直线不再足够，而是必须将其分成几个部分并用两个以上的校准点进行定义。

为什么从版本 4 开始，我们增加了进行校准的可能性多点，在存在非线性的情况下获得更高的精度。

可以添加的点的数量没有限制，但我们建议不要夸大，这不仅是因为对于每个点，您都应该有一个安全的参考，而且还因为如果这些点彼此距离太近，其中一个点的最轻微变化就会增加。两个会导致坡度变化过大。这些不自然的坡度变化不会响应物理现实，并且会产生比纠正更多的错误。

- 要添加校准点，请转到光谱上方的区域，远离已经黄色的标签现有并按鼠标右键。
- 要删除校准点，请转到光谱上方、现有点的黄色标签上方的区域，然后按鼠标右键。
- 要移动校准点，请转到其标签，按住鼠标左键，然后向右或向左移动标签。
- 要更改校准点的纳米值，请按键盘上的 CTRL 键并使用鼠标左键就像移动它一样。

调整校准点时，下部栏的中央部分会出现橙色标签。

TRIM: 658.38 nm +1.12%

Trim scale

该标签指示所选点的精确纳米值以及该点在校准曲线上产生的非线性百分比。

为了执行更准确的校准
使用鼠标滚轮放大相对光谱区域是很好的。

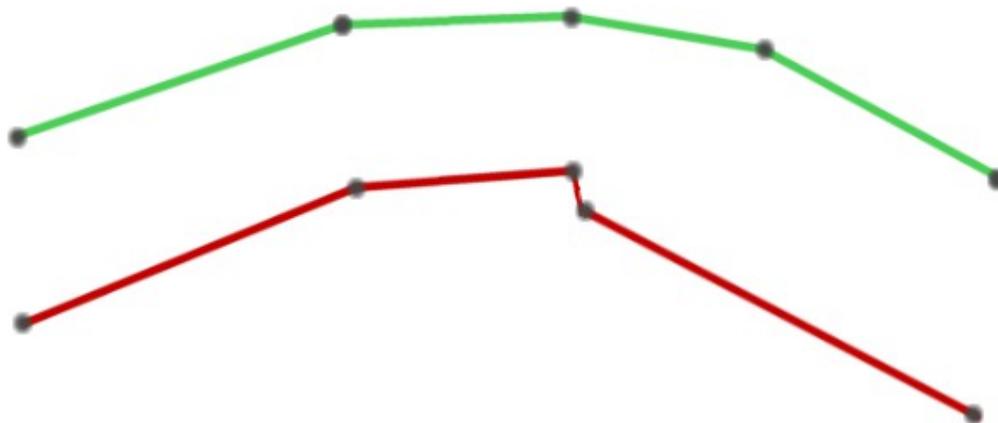
附录 2 - 不正确的校准

如果你只是凡人，你将不会拥有一套校准源，例如空心阴极灯和其他类似的、昂贵且易碎的小工具。

因此，您拥有的唯一两个真正安全的校准点是 436 和 546。所有其他校准点都受到高达许多纳米的误差的影响，您不应该使用它们。

因此，避免添加不安全的校准点，更糟糕的是，将它们放置得彼此靠近，原因如下：

- **源冗余**：每个点都需要一个精确的来源。与少数安全点相比，过多的点会带来更大的误差。
- **不自然的跳跃**：距离太近的点会导致校准曲线发生突然且不可靠的变化。
- **曲线不稳定**：相邻点的最小变化会导致夸张且不自然的坡度（参见红线）。这种变化在物理上是不可能的，并且会引入比我们想要纠正的更多的错误。



校准点彼此距离太近会导致不自然的斜率变化
如红线所示。

这些斜率变化在现实中显然是不可能的
他们制造的错误比他们想要纠正的还要多。

校准是精确性和简单性之间的微妙平衡。过多的点可能会导致明显的准确性，但会牺牲模型的简单性和精度。过于复杂的曲线无法充分描述系统的行为。

如需更完整的解释，请阅读以下页面[维基百科“过度拟合”](#)。。

附录 3 - 吸收测量

吸收测量通过“参考”按钮进行，用于测量彩色滤光片的响应曲线和各种物质（例如橄榄油）的吸收。

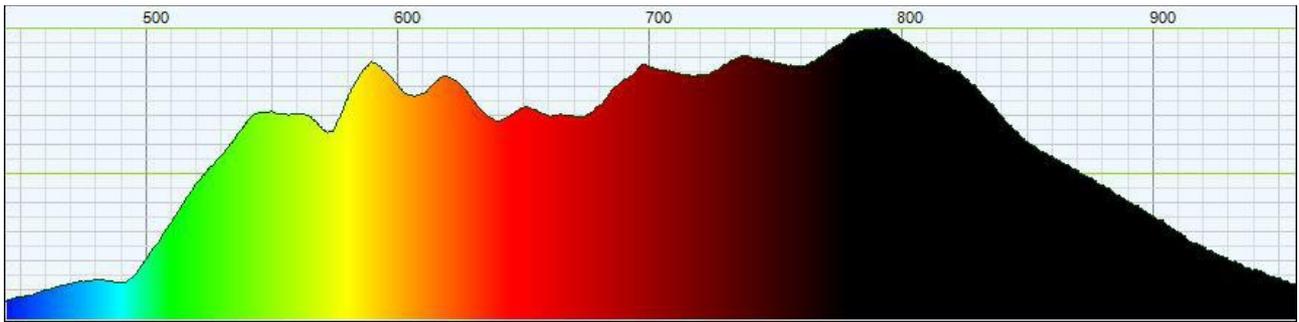
对于这些测量，必须有一个能够在整个光谱（或至少在要测量的区域）发射光的光源。这种类型的来源称为“宽带”。准备宽带源的说明位于“Theremino 光谱仪构造”文件的最后几页。

进行吸收测量

- ◆ 确保未按下“Valleys”和“Peaks”按钮，而按下“Colors”按钮。
- ◆ 完全打开隔膜以获得尽可能多的光（滤光片测量不需要太多分辨率）。
- ◆ 将“Filter”和“Speed”控件调整为值 30（值非常高或太低，则难以进行吸收测量）。
- ◆ 将“宽带”灯放置在靠近光谱仪输入槽的位置，但在灯和光谱仪之间留有足够的空间用于要测量的滤光片或管。
- ◆ 调整灯的位置以获得良好的照明。
- ◆ 提高曝光控制以覆盖光谱的广泛区域。但一定不能夸大光线和曝光，否则会出现眩光现象（在相机的黑色窗口中可见）并且测量结果会失真。如果光线过多且曝光过多，光谱永远不会为零，即使在滤光片吸收所有光线的区域也是如此。
- ◆ 按“参考”按钮测试覆盖的面积是否足够。
- ◆ 使用“Start X”和“End X”或使用鼠标框出感兴趣的区域。
- ◆ 在插入待测样品之前，按下“Reference”按钮
- ◆ 从此时起，牢牢握住灯和光谱仪。如果您通过插入样品来触摸它们，那么您将必须重复参考。
- ◆ 插入样品，检查光谱，并可能在不花太多时间的情况下保存其图像（由于光源加热和其他机械原因，参考值会随着时间的推移而恶化）。
- ◆ 如果经过很长时间或光源已移动，请取出样品并检查参考是否仍然有效（光谱顶部与顶部对齐）。
- ◆ 要恢复参考，请首先删除示例，然后禁用并重新启用“参考”按钮。

在接下来的几页中，通过图像解释了测量过程。

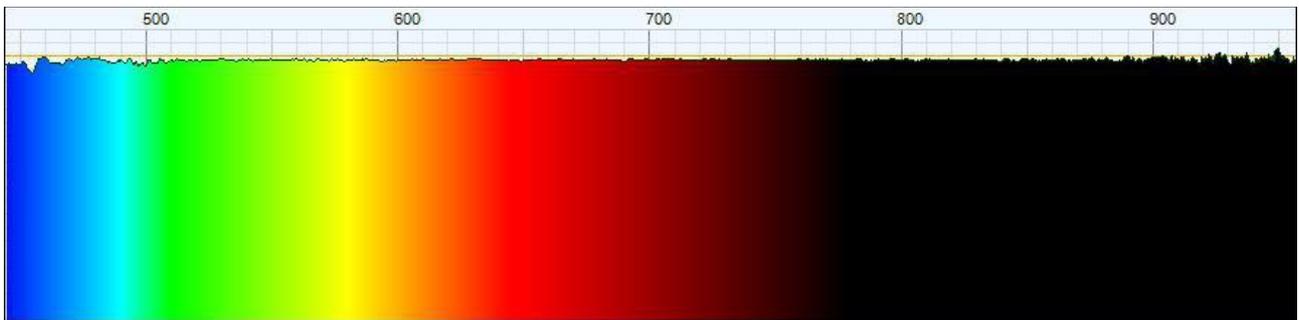
附录 3 - 吸收测量



这是小型白炽灯的光谱。

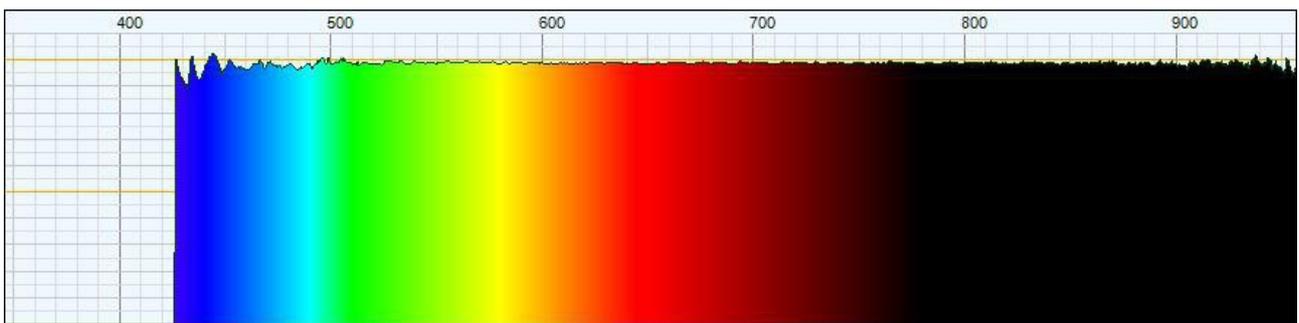
对于该灯，有用区域从 450 纳米到 950 纳米，因此我们调整了比例以仅看到该区域。（灯发出至少 15-20% 能量的区域被视为“有用区域”。

最好有一个更均匀的光源（宽带光源或至少是卤素光源），但这种光源价格昂贵，难以建造，而且温度很高。所以对于这些例子我们会感到满意。



通过按“参考”按钮，您可以验证所选区域实际上完全可用。

请注意，在能量较低的终端区域，线条变得更粗糙。在这些区域，测量仍然是可能的，但精度会降低。



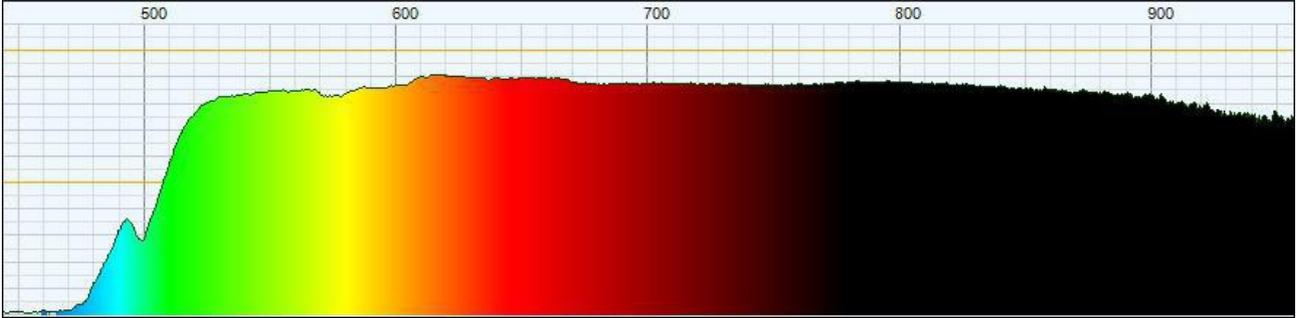
在这里您可以看到如果您使用太大的区域按“参考”会发生什么。

450 nm 以下的区域光线太少，无法进行测量，并且逐渐变得不那么光滑。在这里你看不到运动，但这个区域不仅不精确，而且非常不稳定。

再往下，在 425 nm 以下，软件认为该区域太弱且不稳定，并将其完全丢弃。

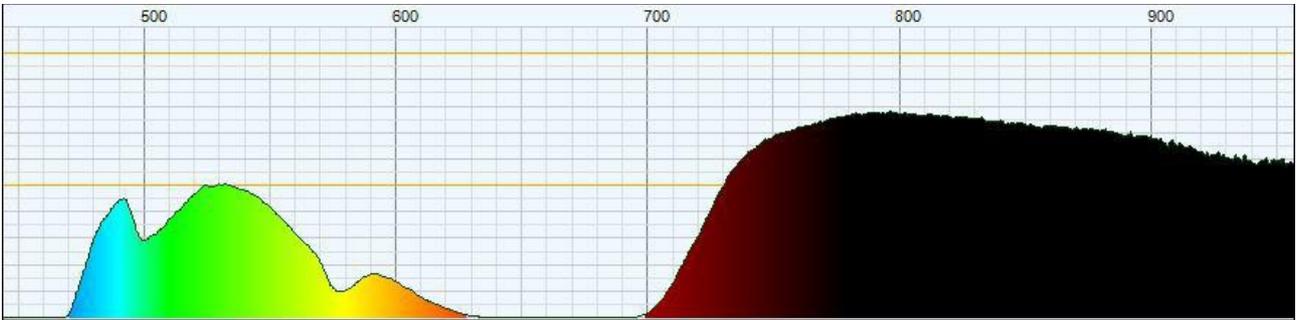
附录 3 - 吸收测量

在接下来的图像中，您可以看到一些彩色滤光片的光谱。



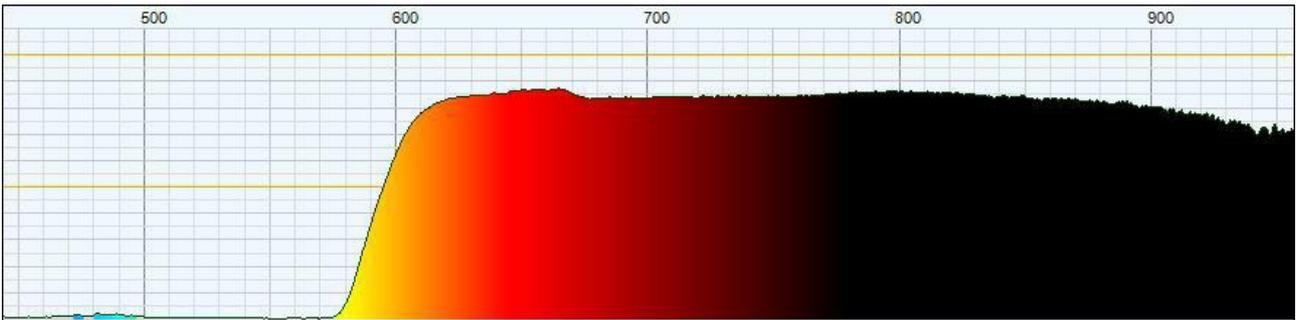
通过插入黄色滤光片，光谱不再是 100% (上面的彩色线所在的位置)。

这种黄色滤光片从 500 nm 开始明显衰减，让所有其他颜色都能很好地通过，从 80% 到 90%，直至红外。



这是绿色滤光片的光谱。

该滤光片通过 50% 能量的绿色，并减弱除红外光之外的所有其他颜色。几乎所有滤光片都会让红外线通过，否则车头灯会将它们加热到损坏的程度。



这是红色滤光片的光谱。

这种滤光片除了它最喜欢的颜色外，还可以很好地让红外线通过。

这些光谱显示光穿过，而不是吸收。将它们称为“透射光谱”会更正确，但术语“吸收”更常用。

需要明确的是，当光谱线较高时，意味着大量的光已成功通过，而当光谱线较低时，则意味着样品“吸收”了大量的光。

附录 3 - 吸收测量

在这里，您可以看到一个使用手电筒制成的小灯泡来测量滤色镜的简单装置。

为了减少消耗并延长电池的使用寿命，我们使用了略高于 1 瓦（6 伏时 300 毫安）的灯泡，在 4.5 伏供电时仅消耗 200 毫安。

由于功率如此之小，还需要一个良好的抛物面反射器。

灯泡和反射镜都可以从火炬中获得，或者可以使用完整的火炬。



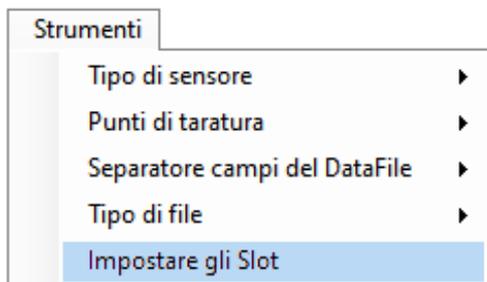
像这样的小型钨丝灯泡只发出很少的蓝光，几乎不发出紫外线。

最好使用宽带氙灯或卤素灯。

请阅读“光谱仪结构”文档最后几页中的灯建议。



附录 4 - 命令槽



工具菜单“设置插槽”中的最后一项允许您更改两个命令插槽。

命令槽 (通常为 31) 来自外部应用程序的命令的槽数。

答案槽 (通常为 32) 响应发送到的槽号。

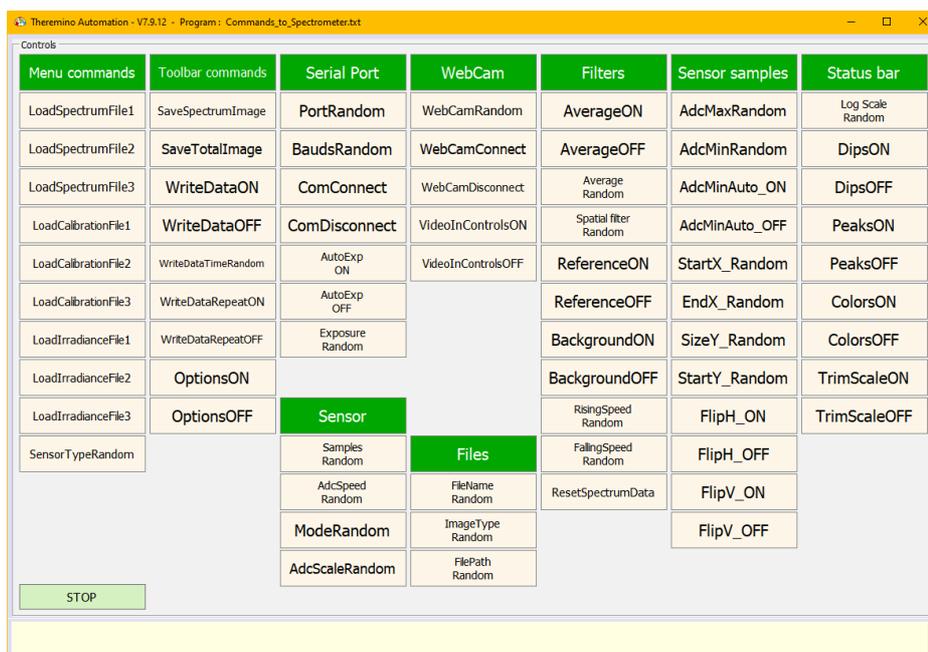
老虎机的操作

通过 Slots，theremino 系统的其他应用程序可以发送命令 (文本字符串) 来指导光谱仪的运行。如果命令是从光谱仪应用程序接收到的，则命令槽将被清空，可能的响应为“OK”或“命令无法识别”。

如果未收到命令，它将保留在命令槽中并且不会有响应。在这种情况下，您需要检查光谱仪应用程序是否处于活动状态，以及命令是否发送到应用程序中设置的命令槽中。

命令列表在下一页。使用自动化应用程序试验右侧的示例。

每个按钮都会发送一个命令，通过查看它们的编写方式，您可以轻松地自己的应用程序中执行相同的操作。



您将在示例文件夹“Automation_Examples \ Programs”中找到名为“Commands_to_Spectrometer”的示例，该文件夹位于用于启动此光谱仪的文件“Theremino_Spectrometer.exe”旁边。

程序文件夹还包含创建系数文件的有用示例 (参见附录 7)

要使用示例，请启动 Automation.exe，
然后使用 LOAD 按钮选择它们并使用 RUN 执行它们。

附录 5 - 外部命令 (第 1 部分)

这些命令与在应用程序窗口上使用鼠标所使用的命令完全相同。

在下面的列表中，参数由一个或多个空格分隔的命令仅是示例。要找出空格后可以使用的所有值，请打开应用程序的相关框并在下拉列表中检查可以使用哪些值。

在命令中，大小写字符并不重要，分隔命令与参数的空格数量也无关紧要。

CONTROLS	PARAMETERS
..... Menu	
LoadSpectrumFile	Test_001.csv
LoadCalibrationFile	Calib_WEBCAM.txt
LoadIrradianceFile	Coeffs_FLAT.txt
SensorType	TCD1304
..... Top command bar	
SaveSpectrumImage	
SaveTotalImage	
WriteDataON	
WriteDataOFF	
WriteDataTime	3.0 sec
WriteDataRepeatON	
WriteDataRepeatOFF	
OptionsON	
OptionsOFF	
..... "Serial Port" Panel	
ComPort	COM1
Bauds	1000000
ComConnect	
ComDisconnect	
AutoExpON	
AutoExpOFF	
Exposure	100 ms
..... "Sensor" panel	
Samples	3600
AdcSpeed	3
Fashion	Normal
AdcScale	10 bit
..... "Web Cam" panel	
WebCam Index0	
WebCamConnect	
WebCamDisconnect	
VideoInControlsON	
VideoInControlsOFF	

附录 5 - 外部命令 (第 2 部分)

CONTROLS

PARAMETERS

..... "Files" panel

File Name Test1
ImageType Jpg
FilePath C:\Users\Win10\Documents

..... "Filters" panel

AverageON
AverageOFF
Average 1
SpatialFilter 0
Reference_ON
Reference_OFF
Background_ON
Background_OFF
Rising Speed 100
Falling Speed 100
ResetSpectrumData

..... "Samples from sensor" panel

AdcMax 800
AdcMin 320
AdcMinAuto_ON
AdcMinAuto_OFF
StartX 0
EndX 1000
SizeY 20
StartY 40
FlipH_ON
FlipH_OFF
FlipV_ON
FlipV_OFF

..... Lower status bar

LogScale 0
Dips_ON
Dips_OFF
Peaks_ON
Peaks_OFF
Colors_ON
Colors_OFF
TrimScale_ON
TrimScale_OFF

附录 6-调整数字框

Theremino 光谱仪（以及 Theremino 系统的所有其他应用程序）的数字框由我们开发（注 1），比原始的 Microsoft 文本框更加舒适和灵活。



数值可通过多种方式调整

- ◆ 通过单击并按住鼠标左键并上下移动鼠标。
 - ◆ 用鼠标滚轮。
 - ◆ 使用键盘上的向上箭头和向下箭头键。
 - ◆ 按照通常的方法用键盘书写数字。
 - ◆ 使用正常的选择和复制粘贴方法。
 - ◆ 使用 CTRL-CLICK 设置默认值（仅在某些提供默认值的框中）
-
- ➔ 上下移动鼠标的方法可以进行大幅度且快速的调整。
 - ➔ 鼠标滚轮可以方便快捷地进行调整。
 - ➔ 箭头键可以进行微调，您的视线无需离开正在进行的操作。

(注1)与我们所有的软件一样，源文件是可用的（知识共享许可下的免费软件和开源文件），可以从这里下载：www.theremino.com/downloads/uncategorized（“自定义控件”部分）即使不命名源，也可以在任何项目中根据需要使用这些控件。“开放”来源还可以保证我们没有包含恶意软件。

Appendix 7 - Irradiance coefficients

从版本 5 开始，可以使用包含校正系数的文件来校正接收到的能量值。

这可以补偿不同波长的光学元件效率的差异。

- 系数文件将包含每行一对以空格分隔的值。
- 第一个值表示纳米 (nm) 的波长。
- 第二个值代表相应的校正系数。
- 波长值必须在十至一万纳米之间。
- 校正系数必须大于零 (通常为 0.1 至 100) 。
- 您可以使用句点或逗号作为小数分隔符。
- 所有不包含恰好两个有效值的行都将被丢弃。
- 该文件必须包含按升序排列的纳米和至少两行有效行。

“Files/IrradianceCoeffs”文件夹包含一些示例文件。您可以通过“文件”菜单加载它们来查看其效果。您还可以根据需要按照上面描述的规范创建自定义文件。

插值和外推

未指定波长 (纳米) 的校正系数通过在两个最接近的波长之间进行插值自动计算。该过程根据已知的数据趋势估计缺失校正系数。

如果波长比最后指定的波长长或比第一个指定的波长短，则使用外推法。在这种情况下，我们将数据扩展到已知范围之外，保持最后两个可用值的斜率不变。

辐照度测量单位

使用合适的光源和校准的设备，还可以根据具体需要以不同的测量单位校准垂直刻度。例如：每平方米瓦特 (W/m^2)、每平方厘米瓦特 (W/cm^2)、每平方厘米毫瓦 (mW/cm^2)、每平方厘米微瓦 ($\mu W/cm^2$) 或每秒每单位面积的光子数，勒克斯 (Lux)、毫勒克斯 (MilliLux)、微勒克斯 (MicroLux)。或 Lumen 等等。

根据测量的预期亮度选择合适的测量单位非常重要。计量单位过大可能导致数值过小，且损失精度，而单位过小则可能导致数字过大，难以管理。

垂直刻度上测量的值应在十到十万之间的范围内，校正系数大约在0.1至100之间。

此外，为了保持校准的有效性，还需要保持相同的您正在使用的 WebCam 或线性传感器的设置。