

第十六届中美碳联盟(USCCC)年会

The 16th China-US Carbon Consortium Annual Workshop

物候数据处理



北京华益瑞科技有限公司

姚永军

2019-07-25

提 纲

- 物候观测意义与数据处理流程简介
- 物候数据的处理软件介绍
- 图像处理工具—ENVI + IDL及应用介绍
- 物候观测图片开发软件—Python语言应用介绍
- MATLAB处理方法
- Pix4D软件处理及介绍
- 全自动叶面积仪和叶绿素监测应用

高光谱成像自动监测

开展植物物候研究不仅有助于增进植被对气候变化响应的理解,而且对提高气候—植被之间物质与能量交换的模拟精度、准确评估植被生产力与全球碳收支均具有重要意义



光谱仪通量塔上自动监测



数据验证方法--真值(标准值)获取设备的认定

▶ 自动测量时如果使用白板, 则可能**有以下问题**:

- 频繁移动带来的可靠性问题;
- 褪色带来的定期定标的问题;
- 灰尘等污染消除的问题;
- 等等!

▶ 为保证测量精度, 我们的方案:

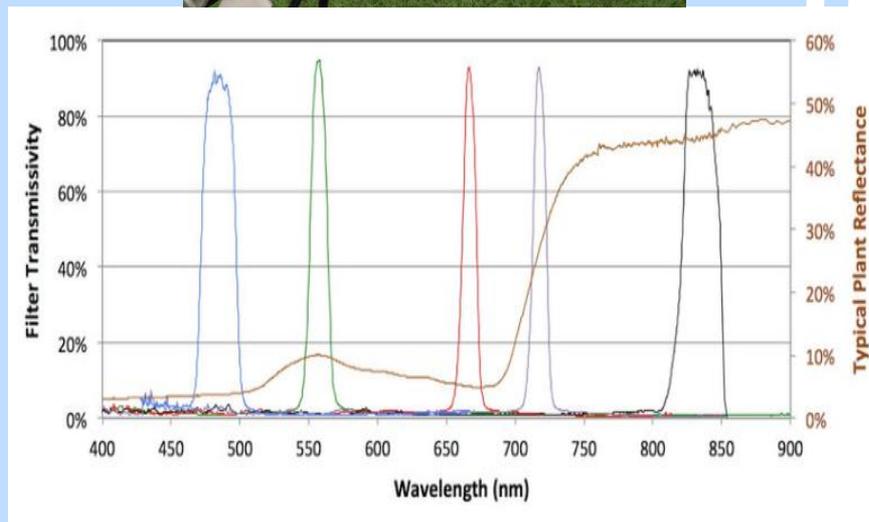
- 业务测量期间不使用白板!
- 安装时不同场站使用同一白板做初始定标。
 - 此初始定标用的白板和数据必须保存良好;
 - 在规定的测量时间点做一次性白板参比定标;
- 安装时考虑测量时段做初始定标**(规定好时段)**;
 - 定标时白板的位置和角度必须重点考虑**(制定规范时候)**;
- 为解决白板参比和测量不再同一时间的难题, 在测量时段内(卫星过境时间附近 ± 1 小时)采用日光辐照度计做修正;



数据验证方法--真值(标准值)获取设备的认定

— 我们以多光谱相机获取的数值作为真值(标准值)。理由如下:

- 多相机经典结构;
- 光谱方面的优势:
 - 滤光片技术, 带宽较小, 各波段之间几乎没有交趾干扰;
 - 太阳辐射计监测日照情况的变化, 用以纠正由于太阳辐射变化带来的反射率变化(光谱重整)

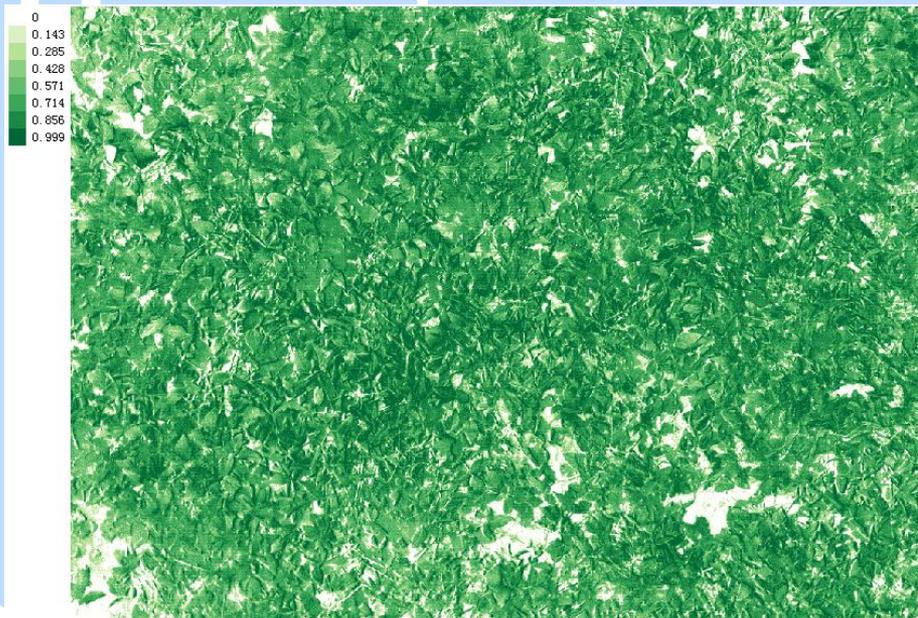


参与检验的测量仪器介绍

多光谱相机

- 净月潭获得的植被覆盖度影像数据；
- 20170901-12:00

20170929-12:00



参与检验的测量仪器介绍

多光谱相机 – 五个通道和RGB合成影像



BLUE_201709041300.tif



GREEN_201709041300.tif



NIR_201709041300.tif



RED_EDGE_201709041300.tif



RED_201709041300.tif



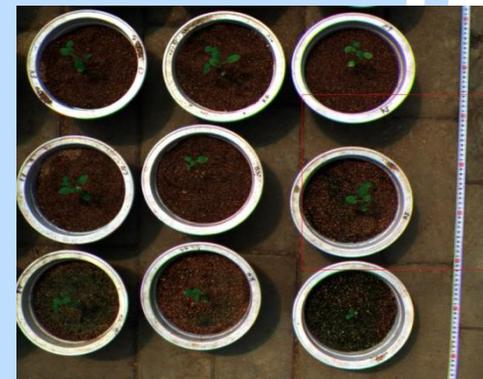
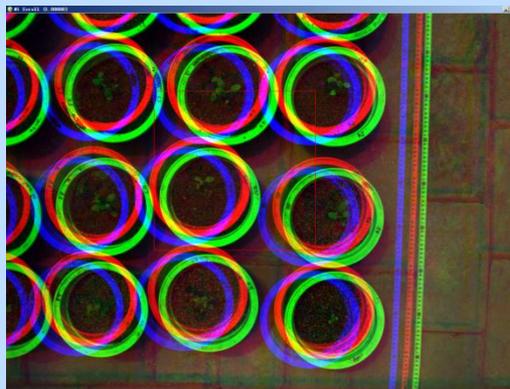
数据验证方法--真值(标准值)获取设备的认定

— 几何校正方面的优势。包括：

- 畸变校正 — 针对影像边缘畸变的校正
- 影像配准 — 针对多个相机成像位置不一致的校正；
- 多个相机的校正 — 针对每一台相机性能不均匀性的校正(一致性针对NDVI)；



畸变校正精度优于1个像元



配准精度： $< 1/2$ 像元

单次曝光光谱图像数据处理

1. 在对应波段的反射板（标定板）照片中画出感兴趣区域（ROI）。
2. 在软件工具中打开感兴趣区域，将所有像元的DN值求平均。
3. 用同样的工具跟方法将该波段的所有像元的DN值做平均。
4. 利用步骤3中得到的平均值除去步骤2中得到的平均值，并乘以校准版次波段的反射率。这样就得到了该波段的平均反射率。
5. 利用此方法将所有需要的波段的平均反射率计算出来。
6. 利用计算工具按照公式计算出所需的指数。

注意：

- ▶ 主要RGB波段
- ▶ – 近红外(NIR)过滤
- ▶ – 固定白平衡，自动曝光(曝光率不断的变化)
- ▶ – 照片JPEG压缩存储
- ▶ – 照片所见模式与定量植被参数无直接关系

自动天顶角计算(根据日期和经纬度海拔)

一、拍摄角度分析

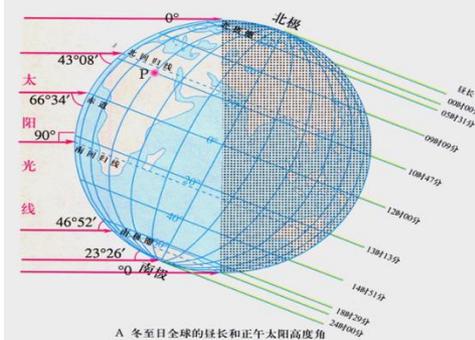
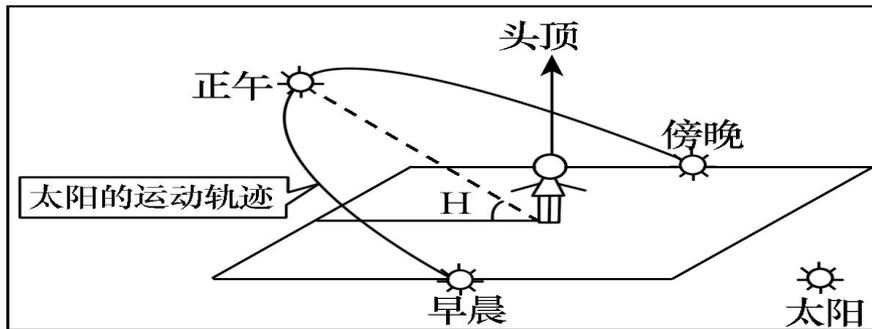
多光谱相机的理想拍摄条件是天顶角近于0度，太阳天顶角不低于相机视场角的 $1/2$ ，而该相机的视场角约为 $30.6^\circ \times 23.2^\circ$ ，因此，该相机合适的拍摄条件是太阳天顶角大于 15° ，也即太阳高度角小于 75° 。

例如在7月中旬到9月中旬，拍摄时间介于09时 -17时比较好，太阳高度角介于 $20^\circ \sim 70^\circ$ ，符合拍摄条件。

二、如何获得太阳位置

我们可以通过经纬度及当地时间，对太阳位置进行计算。找到合适的拍摄时间。附录有算法，图示，公式等

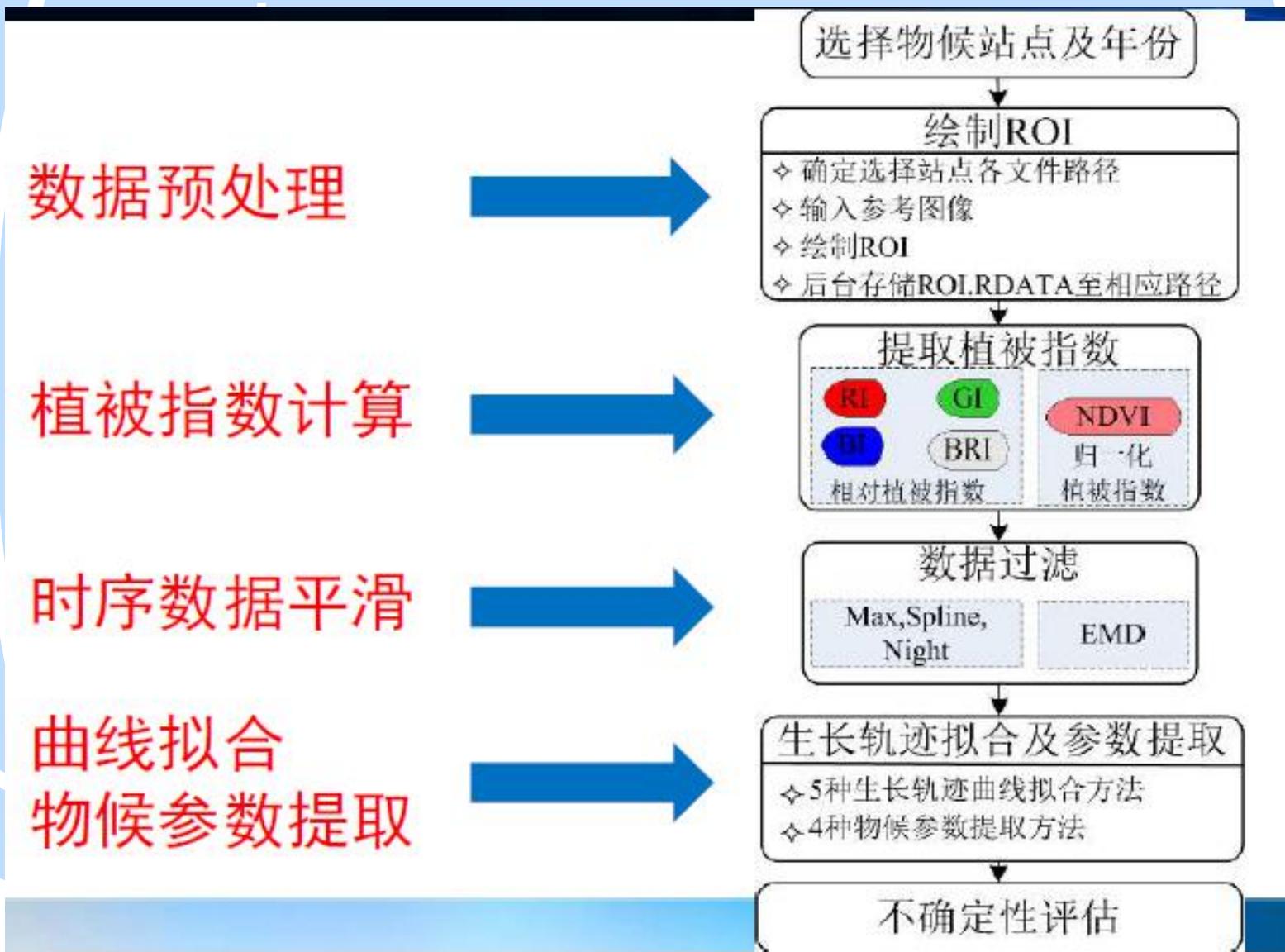
下图为一个典型的北半球冬季的太阳轨迹图。在夏季其正午已经超过了头顶在北侧。



照片的抖动，成像的位移

- ▶ 网络摄像机非常适合现场监控应用，因为使用互联网连接(使用手机调制解调器，即使在远程现场站点，现在也可以将这些图像存档到场外服务器)，并可以远程监控摄像机功能。此外，**由于这消除了手动交换存储卡的需要，所以可以使相机对准中的移位的可能性最小化**，从而更容易维持恒定的视野。这有利于图像处理并提高数据质量
- ▶ 我们承认，主要为精密农业应用而设计的具有红色和近红外灵敏度的摄像机已经开发并可商业使用(例如，加拿大Chatsworth的Tetracam公司的农业数码相机，其售价为4800美元)。这些已被用于生态研究(例如，Steltzer and Welker, 2006; Higgins等, 2011)，但是我们并不知道这种类型的相机被安装在现场用于连续的长期监测应用。传统的数码相机也被定制并用于类似的工作，但是它们通常使用双摄像机系统，一个摄像机对可见波长进行滤波，另一个摄像机用于近红外波长(例如，Shibayama等人, 2009年, 2011年; Sakamoto等人, 2010, 2012; see also Nijland等人, 2013)。目前方法的独特之处在于，通过控制摄像机的红外线截止滤波器，我们可以从单个传感器获取连续的图像，而不是从两个传感器的同步图像。单相机方法不仅可以降低成本，还可消除与平行相关的问题，传感器校准和图像对齐。

中国科学院地理科学与资源研究所(CERN综合中心)周玉科



数码照片数据预处理



利用通量数据获取物候信息-物候期定义

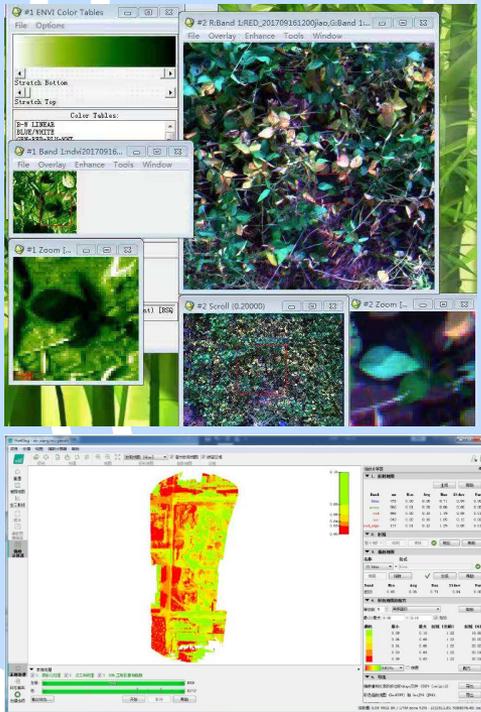
- ▶ Piao et al : 对每日生态系统净交换量(Net Ecosystem Exchange)进行5天平均, 其值大于零时, 作为碳吸收期的开始
- ▶ Hu et al : 利用3-9天的滑动窗口对NEE进行平滑, 求导数最大值作为春季的开始日期, 最小处最为秋季衰老的日期
- ▶ Churkina et al : 将生态系统为碳汇的日期作为生长季的开始日期
- ▶ 总生态系统生产力(Gross Ecosystem Productivity)的1%和99%分别作为生长季的开始和结束日期
- ▶ Net Ecosystem Productivity在春天的积累量最小, 在秋天的积累量最大, 作为生长季的开始和结束

提 纲

- 物候观测意义与数据处理的流程简介
- 物候数据的处理软件介绍
- 图像处理工具—ENVI + IDL及应用介绍
- 物候观测图片开发软件—Python语言应用介绍
- MATLAB处理方法
- Pix4D软件处理及介绍
- 全自动叶面积仪和叶绿素监测应用

成像图片数据—处理软件工具

图像数据
处理软件
后台数据
管理软件



图像处理工具——
pix4D

图片处理工具——
Matlab

图像处理工具——
ENVI + IDL

图像处理工具——
QGIS

物候观测图片开发软件——
Python语言，R语言

物候观测图片开发软件——
Java语言，C++语言

感兴趣区域 (ROI)

- ▶ 图片的场景很少仅包含目标展示机架，因此用户将需要在场景中选择特定的区域进行分析。更经常的是，不仅仅是对于某种混合森林的关注，例如在混合林中，可能独立地分析不同的落叶种类和永恒性（例如，Ahrends等人，2008）。DrawROI()函数允许用户在屏幕上绘制一个或多个感兴趣的区域，在所选参考图片上使用鼠标光标。

Table 1

Main characteristics of the selected PhenoCam sites.

Site ID	Coords (°)	Elev (m)	PFT	Camera type	Dominant species
Torgnon-ND	45.8 N 7.6 E	2160	GRA	Nikon D5000	<i>Nardus stricta</i>
Kamuella	20.0 N -155.7 E	850	GRA	Stardot	C3/C4 grasses
Bartlett	44.1 N -71.3 E	268	DBF	Axis 211	<i>Acer rubrum</i> ; <i>Fagus grandifolia</i>
Harvard	42.5 N -72.1 E	340	DBF	Stardot	<i>Quercus rubra</i> ; <i>Acer rubrum</i>
Mammothcave	37.2 N -86.1 E	226	DBF	Stardot	<i>Quercus sp.</i> ; <i>Carya sp.</i>
Torgnon-LD	45.8 N 7.6 E	2091	DNF	Nikon D5000	<i>Larix decidua</i>
Harvardhemlock	42.5 N -72.2 E	345	ENF	Stardot	<i>Tsuga canadensis</i>

PFT: plant functional type, GRA: grassland, DBF: deciduous broadleaf forest, DNF: deciduous needle-leaf forest, ENF: evergreen needle-leaf forest.

完成不同步骤所需的计算时间(小时)

基于像素的分析处理从**5000**的季节性时间序列处理**10,000**像素,在三台不同的计算机上使用单个处理器的图像。

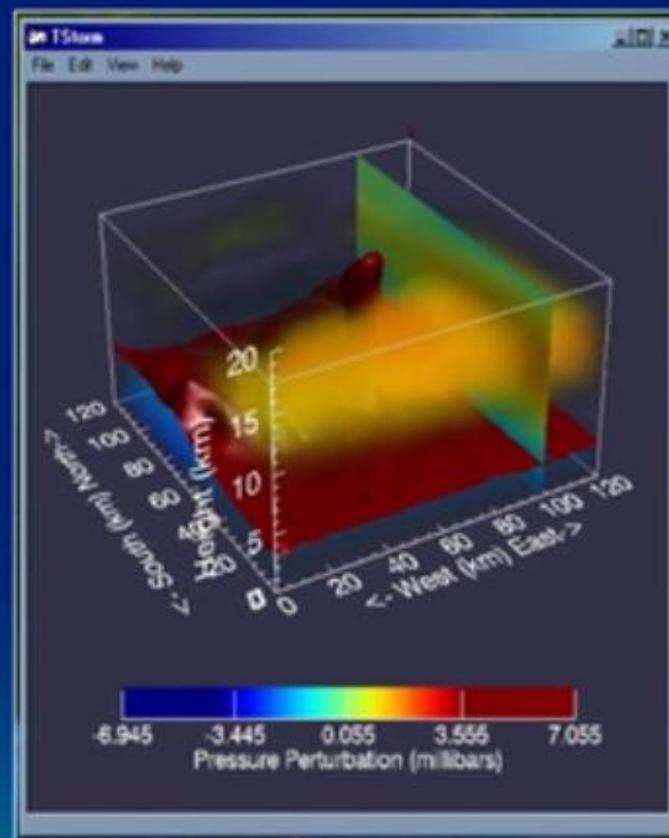
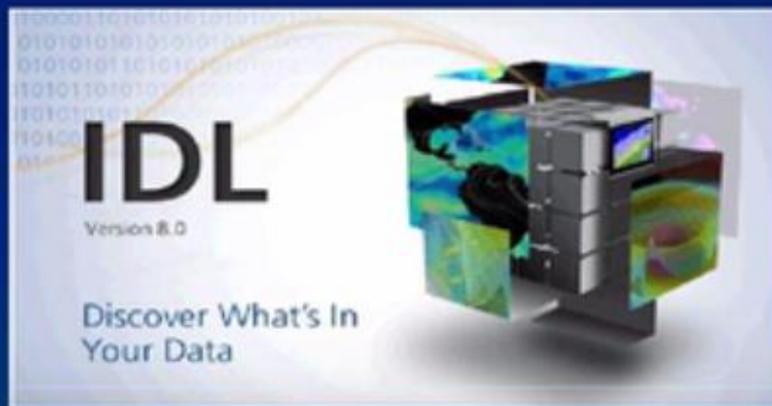
Step	3.07 GHz	2.60GHz	2.13 GHz
Filtering	28	49	52
Spline	0.02	0.02	0.04
Beck	36	63	69
Elmore	0.7	0.8	1.5
Klosterman	10	16	19
Gu	22	37	42

提 纲

- 物候观测意义与数据处理流程简介
- 物候数据的处理软件介绍
- 图像处理工具—ENVI + IDL及应用介绍
- 物候观测图片开发软件—Python语言应用介绍
- MATLAB处理方法
- Pix4D软件处理及介绍
- 全自动叶面积仪和叶绿素监测应用

IDL介绍-什么是IDL?

- **I**nteractive **D**ata **L**anguage (交互式数据语言)
 - 第四代计算机语言
 - 跨平台应用开发
 - 科学数据分析
 - 可视化表达



背景

- ITT Visual Information Solutions

- 1975年，美国科罗拉多州立大学负责NASA的火星计划中的影像处理，实现了IDL
- 1994年，用IDL开发ENVI
- 2006年，RSI公司重组为 ITT Visual Information Solutions（简称 ITT VIS）
- 2008年，IDL7.0发布，全新的基于Eclipse的开发环境；
- 2010年7月，IDL8.0正式发布，改进的开发环境、强大的可视化功能、完善的语法结构



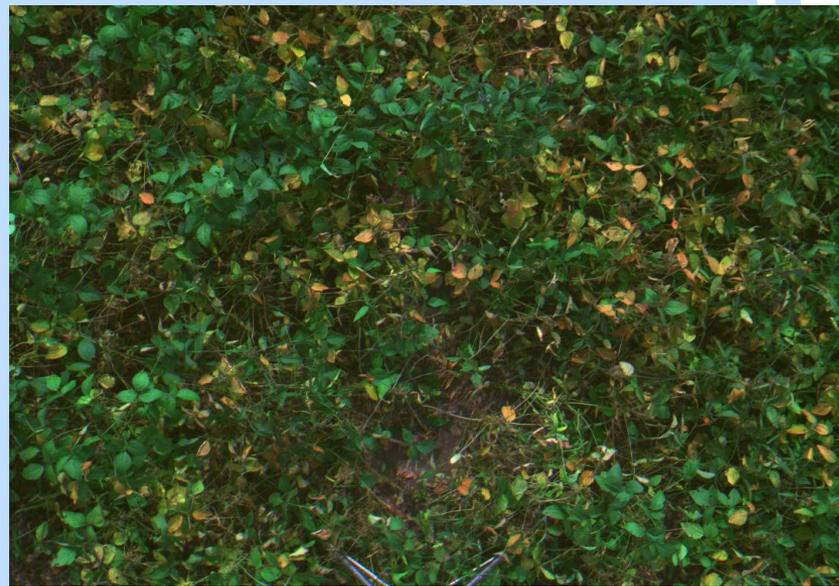
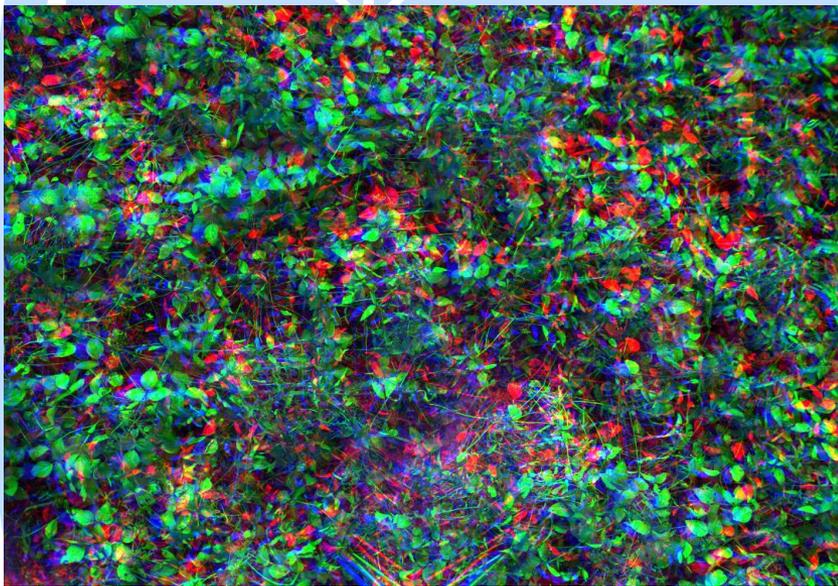
ITT

Visual Information Solutions

多光谱相机成像的图象配准(ENVI IDL处理)

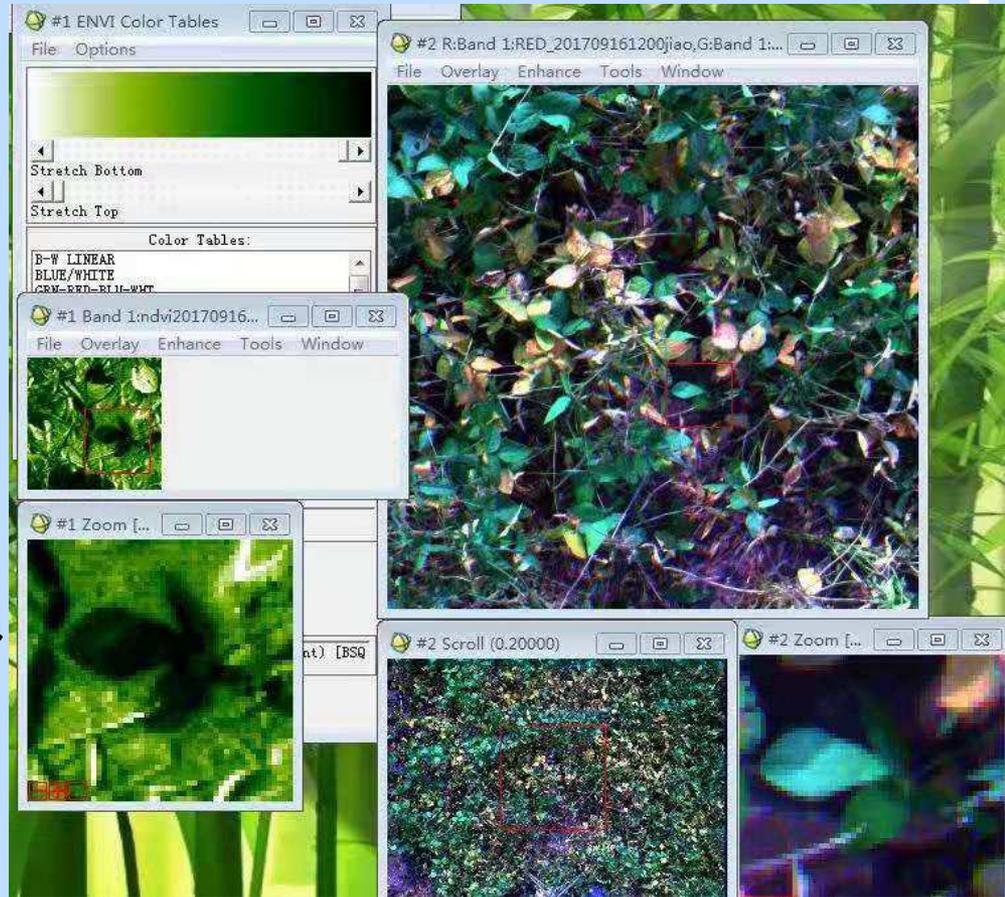
处理前

处理后



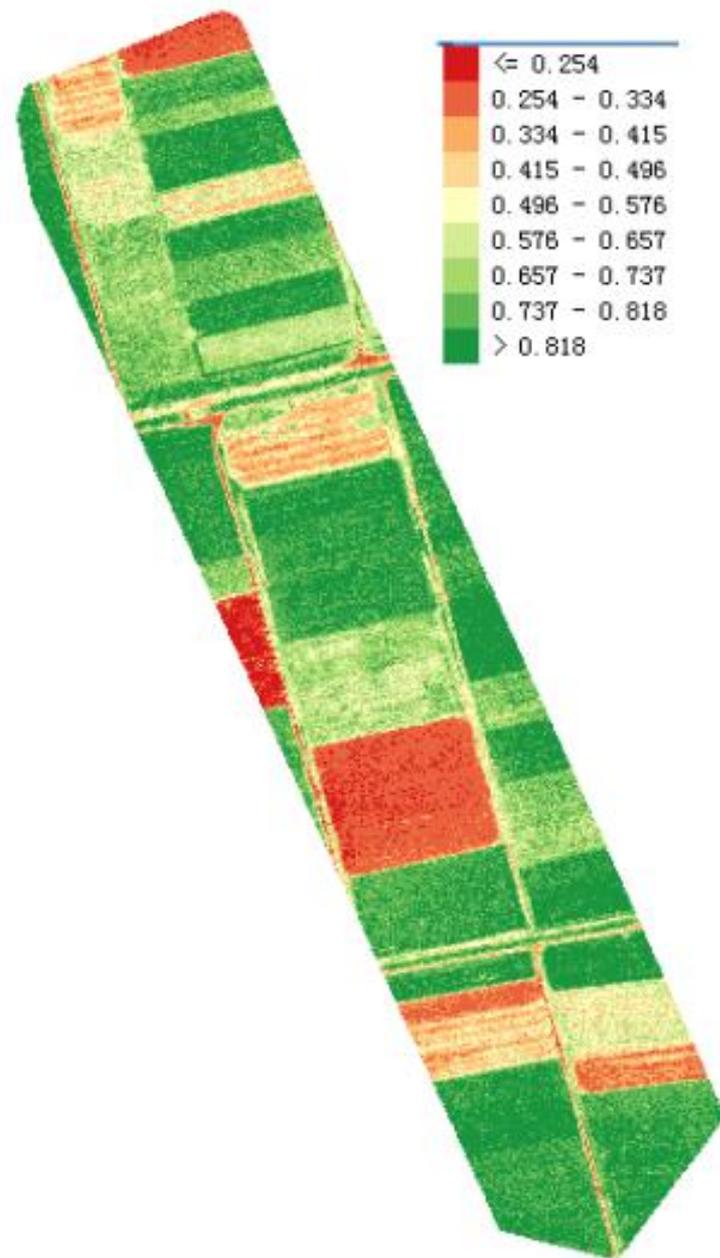
植被指数计算

▶ 左边是NDVI指数图，采用色彩显示，颜色越黑绿，NDVI值越高，颜色偏白，NDVI值越小。右下角是对应的RGB图，可见绿叶的NDVI值大，黄叶的NDVI值小

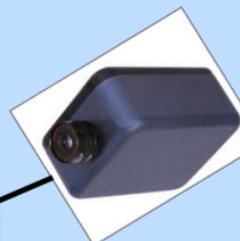
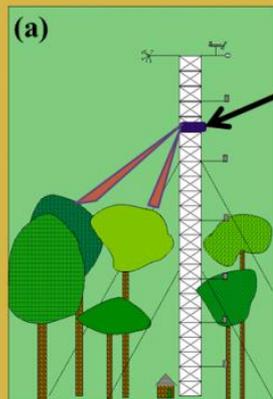


图像拼接

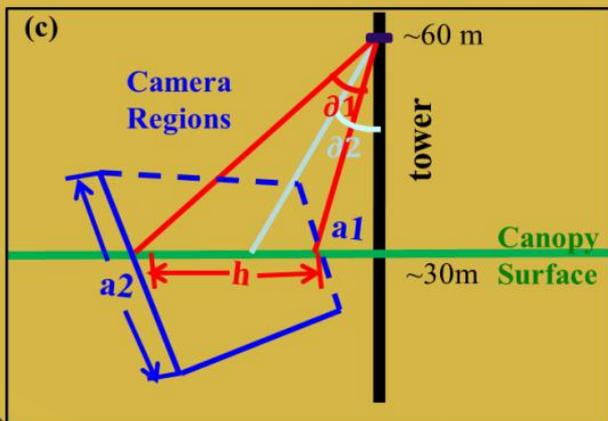
▶ 图像拼接后
植被指数图



SOC710 高光谱成像仪



SOC-710 VS



400-1000nm

1392*1040 面阵

内置平移推扫

双CCD 可预览

61m 通量塔高

45° 太阳高度角

自动连续测量

无线远程控制

通量塔高光谱成像自动监测系统



第一部分、SOC-710植被高光谱成像仪主机

扫描方式——内置平移扫描图像无畸变

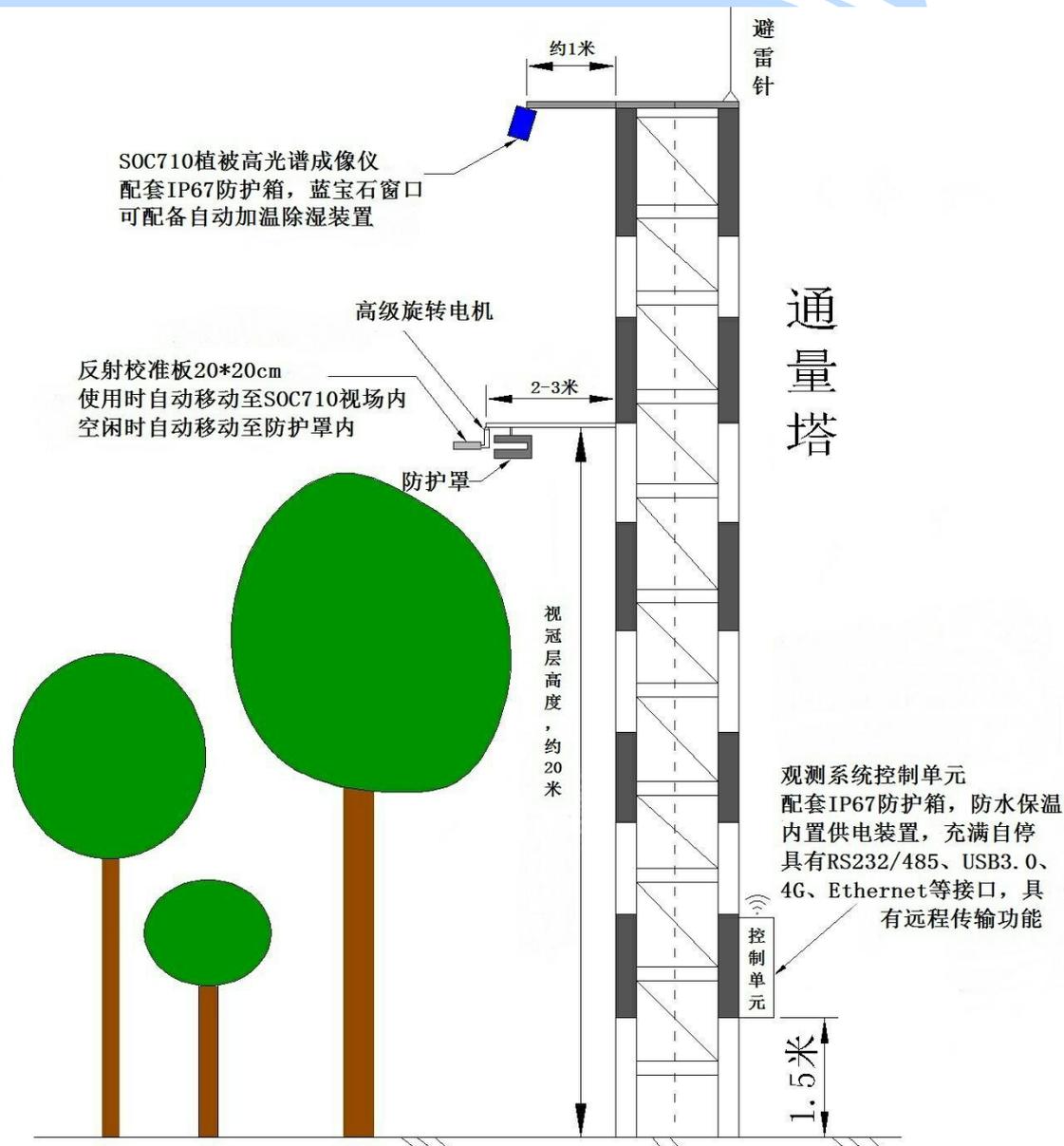
第二部分、高光谱测量反射率校准板自动模块

全自动测量——高度智能化运行

行

第三部分、系统控制和数据采集处理系统

稳定可靠，数据处理成熟



多光谱成像系统自动标定机构

一种基于多/高光谱成像技术的野外监控系统，自动标分子系统、数据采集器以及无线传输子系统；所述数据采集器分别与所述多光谱/高光谱成像子系统。优点为：结构简单、工作可靠性高、功能多样、自动化程度高，数据采集科学准确，提高观测效率，填补了物候监测领域自动化的空白。

证书号第5671980号



实用新型专利证书

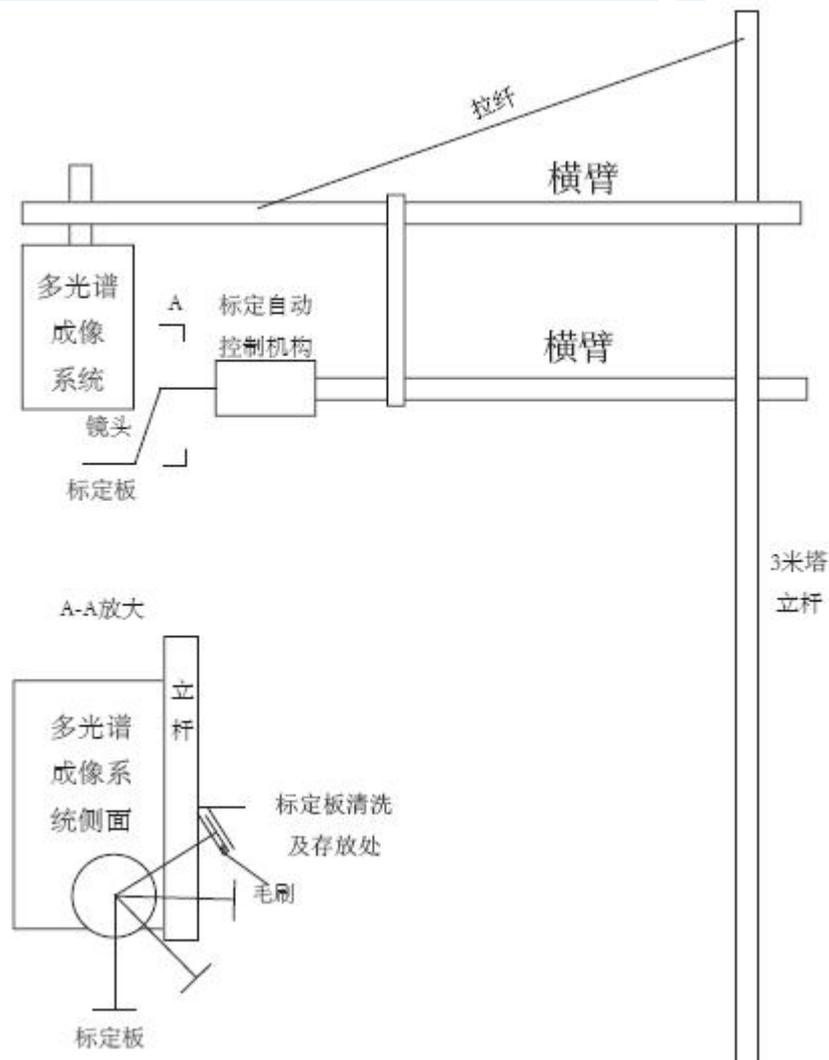
实用新型名称：基于多光谱/高光谱成像技术的野外监控系统

发明人：姚永军；覃小林；朱道敏；林文

专利号：ZL 2016 2 0632370.1

专利申请日：2016年06月23日

专利权人：北京华益瑞科技有限公司





一、实验基本情况介绍

2, 概况

时间:

2017年8月28-9月17日

地点:

长春

实验场地:

净月潭实验基地

场地测量地物:

大豆作物

用于安装测量仪器的观测塔高度:5米(如右侧现场图所示);



实验基本情况介绍

参与测试的设备安装情况简要介绍

- ▶ 所有参与测试的设备分别安装于塔身和伸出的塔臂上的不同位置。如右图所示的标注；
- ▶ 为了便于数据比对，我们特意多安装了一些仪器，包括VNIR高光谱传感器和NDVI传感器。
- ▶ 各仪器的安装方式为：
 - 多光谱相机垂直向下测量；
 - 两台Stardot网络相机分别垂直和倾斜测量；
 - NDVI传感器垂直向下测量；
 - 光谱辐射计垂直向下测量；
- ▶ 备注：本次安装完全为了系统检验。因而，没有特别注意安装角度等。

多光谱相机

高光谱传感器



垂直NetCam相机

NDVI 传感器

见左侧详细

倾斜NetCam相机



二、参与检验的测量仪器介绍

1、参与测量与检验的仪器或者项目列表：

- ▶ 安防摄像机；
- ▶ MicaSense五通道多光谱相机；
- ▶ Stardot网络相机；
- ▶ S-110高光谱辐射计；
- ▶ NDVI sensor
- ▶ 供电模块；
- ▶ 数据传输模块；
- ▶ 数据管理软件模块；

多光谱相机



Stardot网络相机



S-110
高光谱
传感器



NDVI sensor

数据处理方法

1、多光谱数据的处理

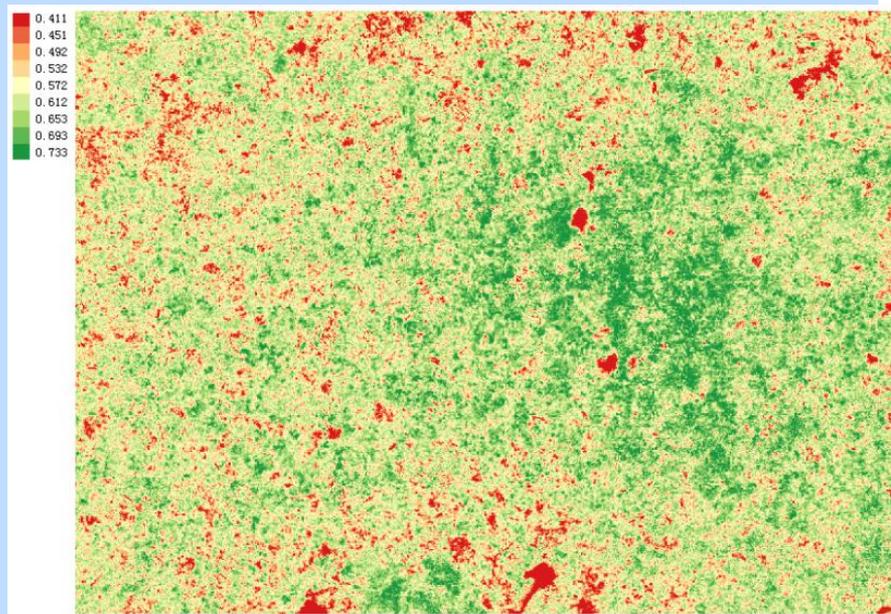
* 从多光谱相机的相应波段影像可以**直接精确地得到NDVI影像**。如图所示。

* 影像数据格式为.tiff

* 用于本计算的软件和图像显示软件很多，比如：ENVI。

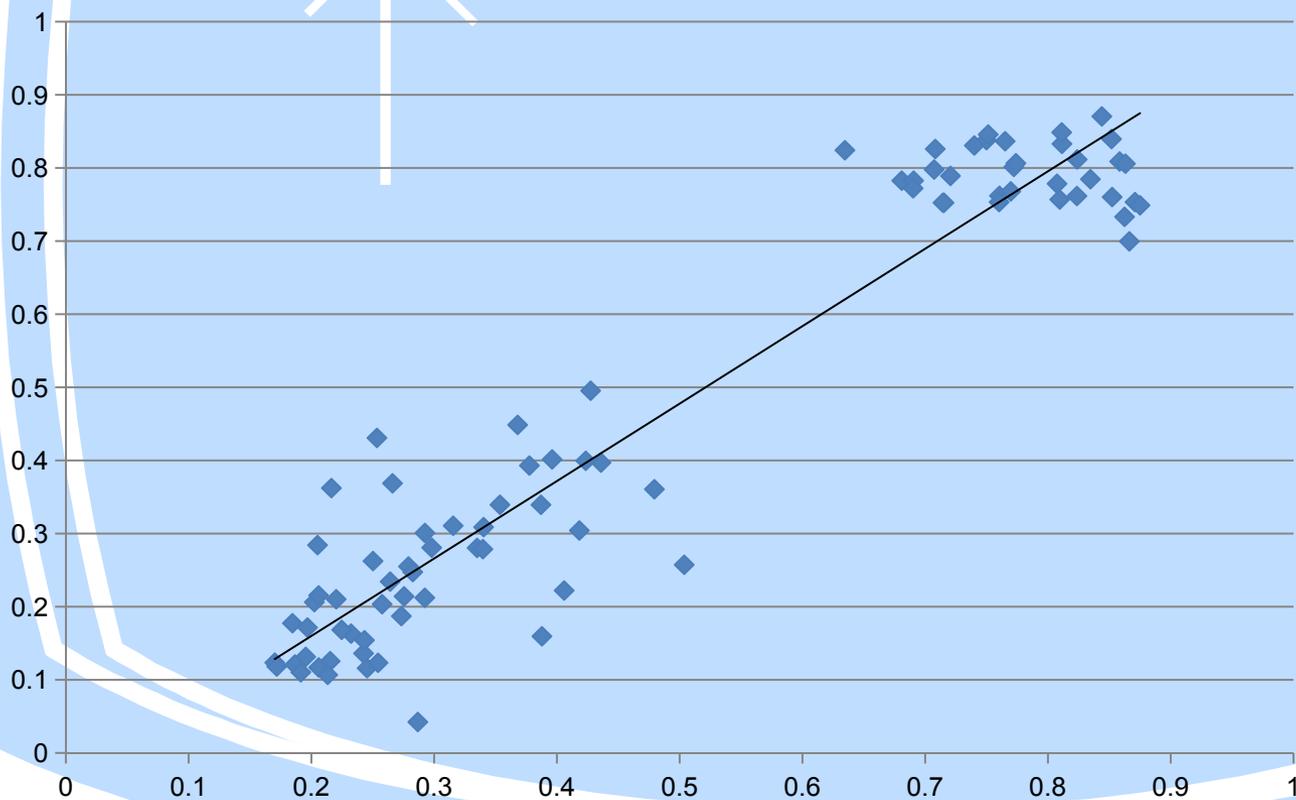
* 由于我们参与测试的设备还有一些非成像的仪器或者像元数和像元尺寸不同的仪器，为便于与其它传感器所获得的数据进行对比，我们同时将有效测量范围内所有像元的NDVI值做了简单算术平均。

* 后面提到的一些对比数据涉及到多光谱的都是使用了上述算术平均值。



RGB相机和多光谱相机

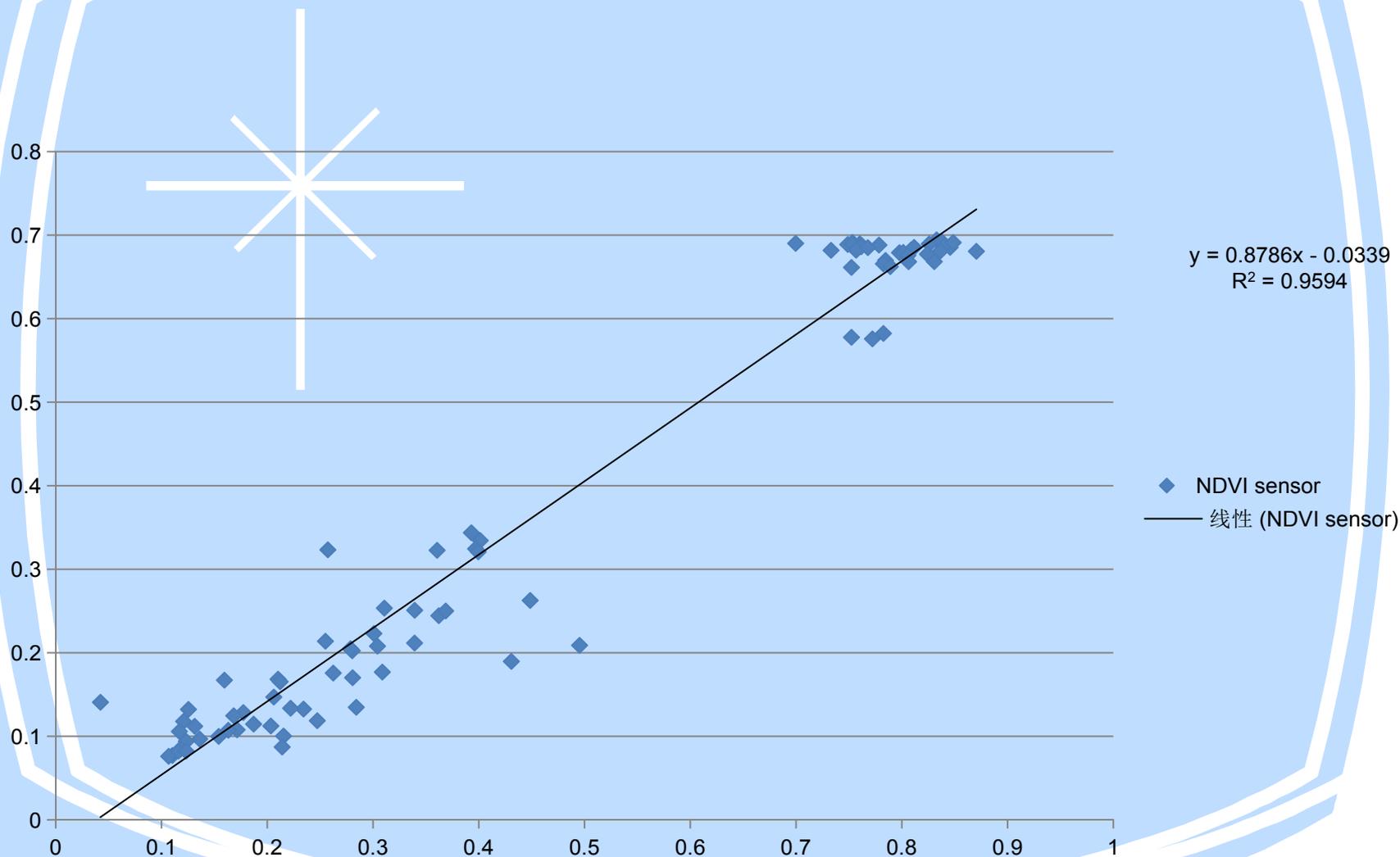
多光谱相机和垂直RGB相关



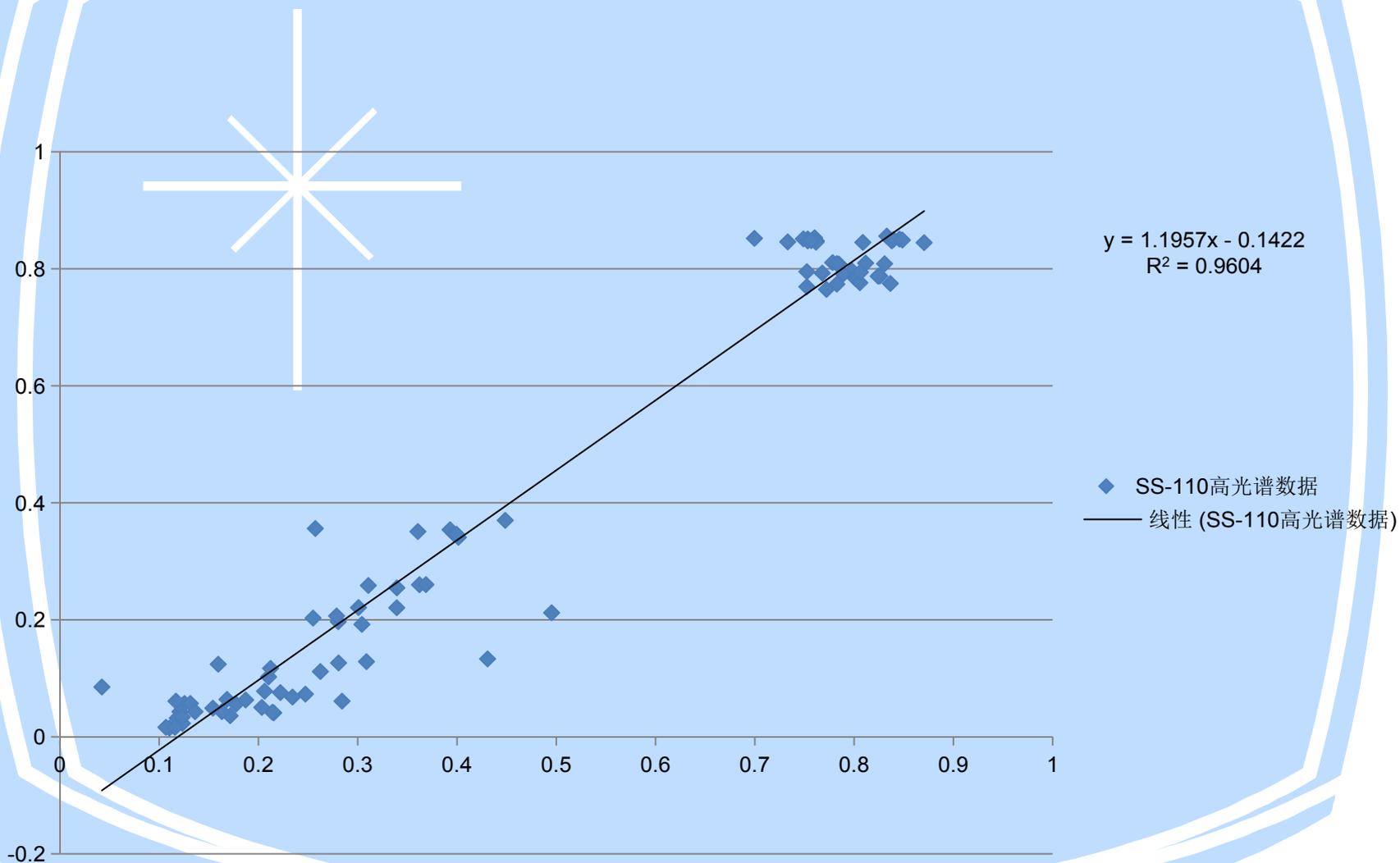
$$y = 1.0591x - 0.0518$$
$$R^2 = 0.9085$$

- ◆ 光谱相机有效数据
- 线性 (光谱相机有效数据)

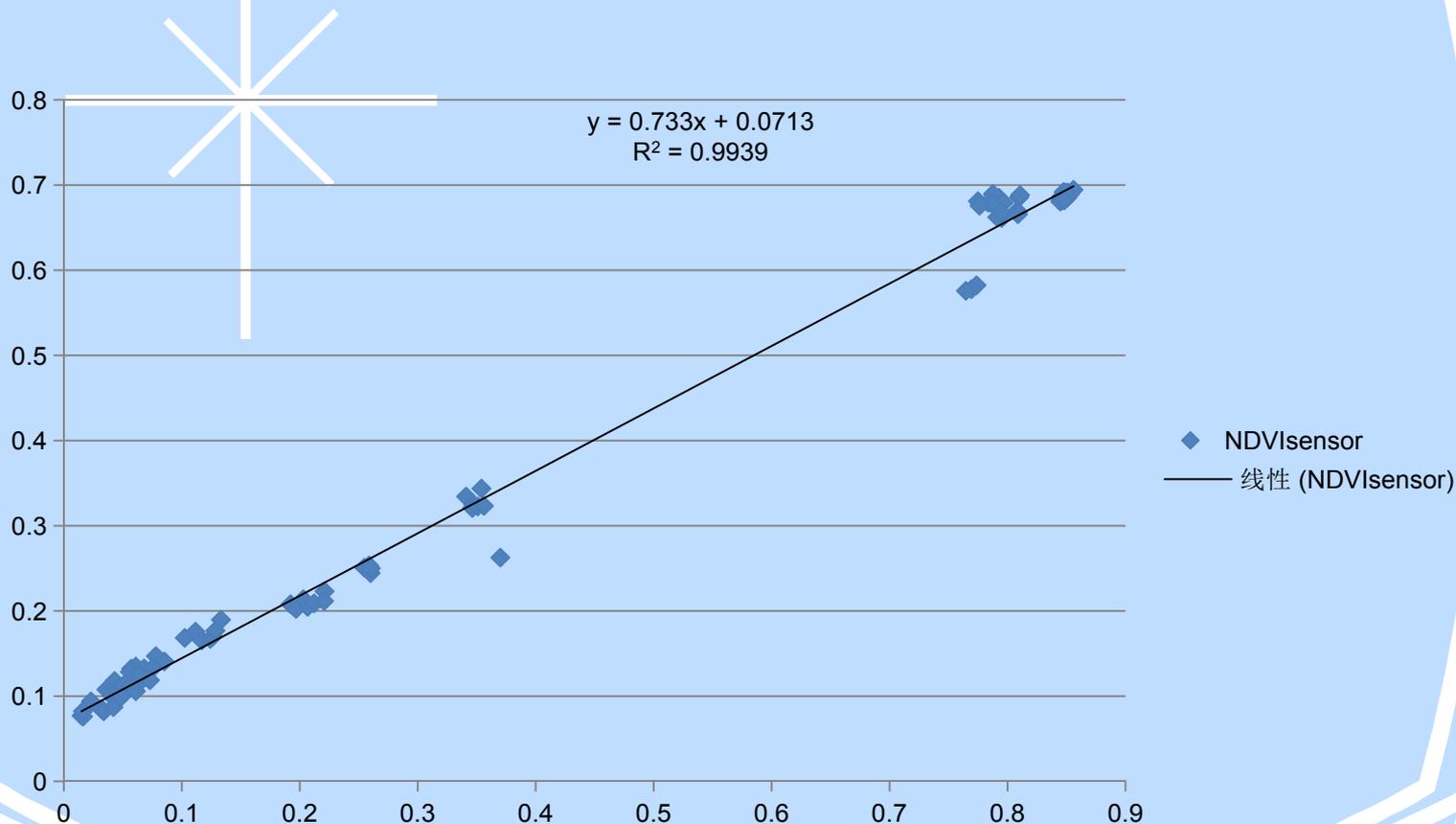
多光谱相机和NDVI sensor



多光谱相机和高光谱传感器



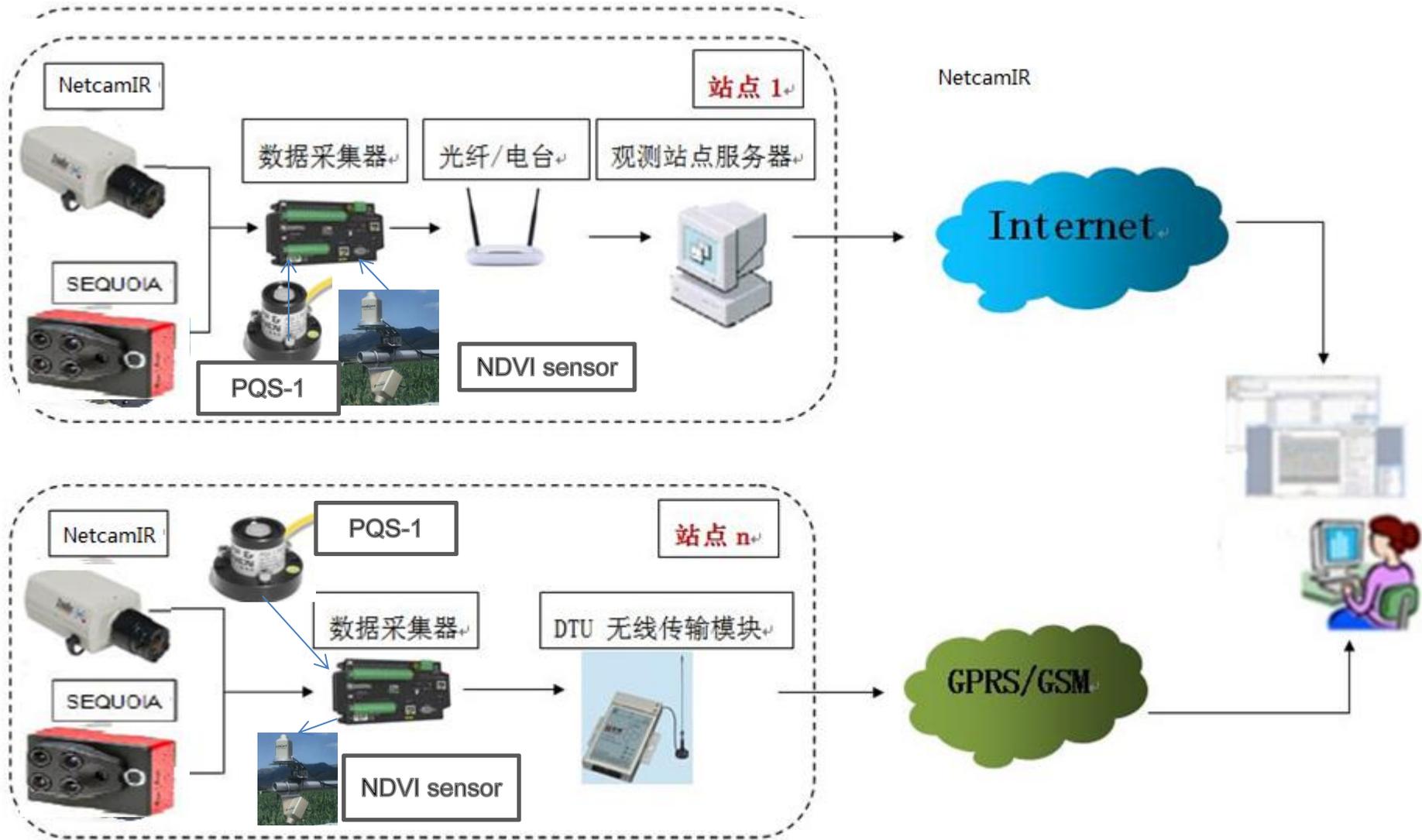
高光谱传感器和NDVI sensor相关性



提 纲

- 物候观测意义与数据处理的流程简介
- 物候数据的处理软件介绍
- 图像处理工具—ENVI + IDL及应用介绍
- 物候观测图片开发软件—Python语言应用介绍
- MATLAB处理方法
- Pix4D软件处理及介绍
- 全自动叶面积仪和叶绿素监测应用

物候自动观测系统



NDVI sensor (1850)

We used field data from an ongoing measurement campaign at the 40 m “Barn Tower” (42.5353° N 72.1899° W) at the Harvard Forest, near the town of Petersham, MA, 110 km west of Boston. Mixed forest stands surrounding the tower are dominated by the deciduous species red oak (*Quercus rubra* L., ~40% of basal area) and red maple (*Acer rubrum* L., ~20% of basal area), with evergreen white pine (*Pinus strobus* L.) the dominant conifer. The MODIS land cover classification for the tower, and the land immediately surrounding the tower, is deciduous broadleaf forest.

We used imagery (April 1, 2012 through March 30, 2013) from a StarDot camera that is mounted at the top of the tower. The camera points north and is inclined ~30° below horizontal. As in the lab experiments, command scripts on the camera trigger the infrared cut filter and obtain successive (about 30 s apart) color RGB and monochrome RGB+NIR imagery. Automatic exposure is used for each image. Images are uploaded by FTP to a remote server every 15 min between 4 a.m. and 10 p.m.

$$\rho_i = k_i \left(\frac{Q_i^\uparrow}{Q_i^\downarrow} \right) \quad (2)$$

We calculated two indices from the narrowband radiometric sensors: radiometer NDVI (Eq. (3a)) and radiometer g_{CC} (Eq. (3b)):

$$\text{radiometer NDVI} = \frac{\rho_{750} - \rho_{605}}{\rho_{750} + \rho_{605}} \quad (3a)$$

$$\text{radiometer } g_{CC} = \frac{\rho_{557}}{\rho_{605} + \rho_{557} + \rho_{470}} \quad (3b)$$

Also mounted atop the same tower is a pair of 4-channel blue: 470 ± 20 nm, green: 557 ± 25 nm, red: 605 ± 35 nm, NIR: 750 ± 42 nm) narrowband radiometric sensors (Model 1850, Skye Instruments, Llandrindod Wells, UK). One unit with a cosine diffuser is pointed upwards to measure incident solar radiation, while the second unit, with a 25° field of view, is pointed in the same direction as the StarDot camera to measure radiation reflected by the canopy. We log measurements every 15 s and record 30 min averages on a datalogger (CR1000, Campbell Scientific, Logan, UT). From these data, we calculated canopy reflectance (ρ_i) as in Eq. (2), where Q_i^\downarrow and Q_i^\uparrow are measurements of the incident and reflected quantum flux, respectively, for each band i , and the calibration constant (k_i) determined under natural (sunlit) conditions using a Spectralon panel.

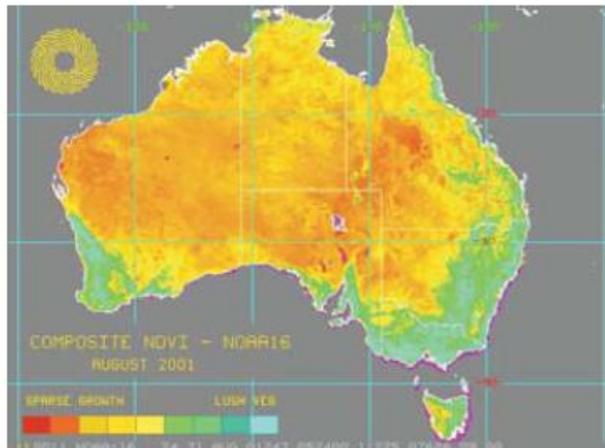
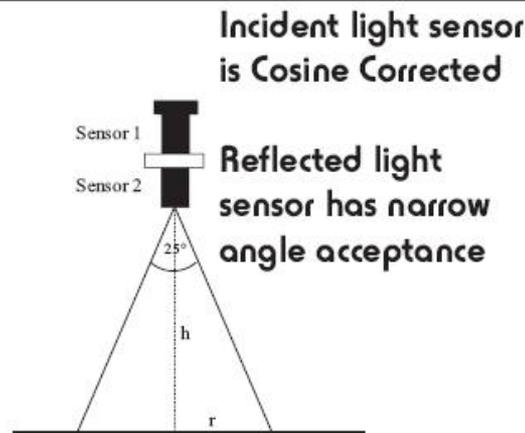


NDVI sensor

- › NDVI is defined as the Normalised Difference Vegetation Index. NDVI is
- › calculated from observations made by earth orbiting meteorological satellites such as LANDSAT, SPOT, NOAA AVHRR, MODIS etc.

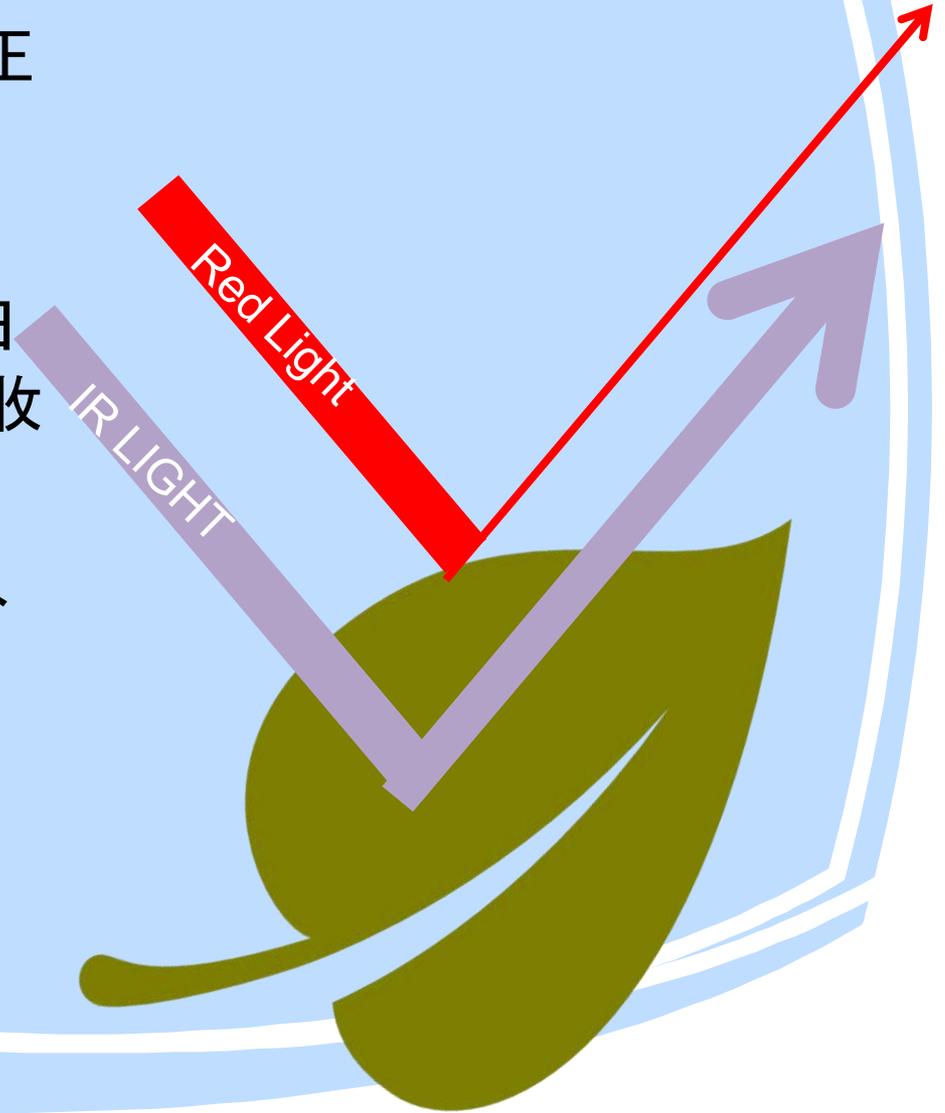


Pair of NDVI light sensors



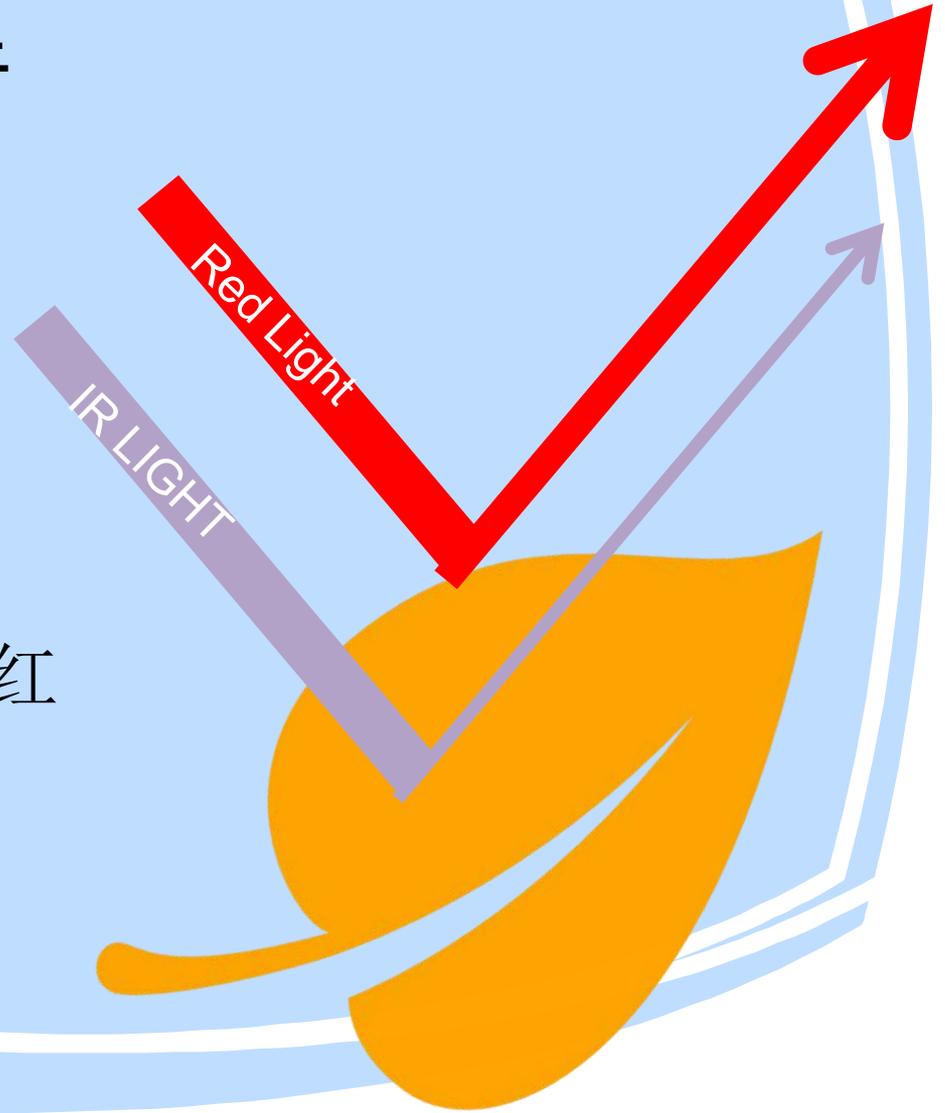
How does it work? 工作原理

- ▶ In a healthy plant 对于正常的植物
- ▶ Red light is absorbed 日光中的红色光可以被吸收
- ▶ IR light is reflected 红外光被反射



How does it work? 工作原理

- ▶ Unhealthy plant 对于不健康的植物
- ▶ Red light is reflected 红光被反射
- ▶ IR light is absorbed 红外光被吸收



PQS-1 光合有效辐射



主要技术参数

传感器类型: 硅光电二极管

光谱范围: (400~700) nm \pm 4nm

灵敏度: 4~10 μ V/ μ mol/m²/s

非稳定性(年变化): <2%

非线性: <1% (0~10000 μ V/ μ mol/m²/s)

温度依赖性: <-0.12%/°C

响应时间(95%): <1 μ s

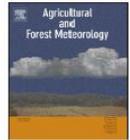
Agricultural and Forest Meteorology 195–196 (2014) 143–151



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Agricultural and Forest Meteorology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agrformet



Short communication

Monitoring vegetation phenology using an infrared-enabled security camera



Anika R. Petach^a, Michael Toomey^b, Donald M. Aubrecht^b, Andrew D. Richardson^{b,*}

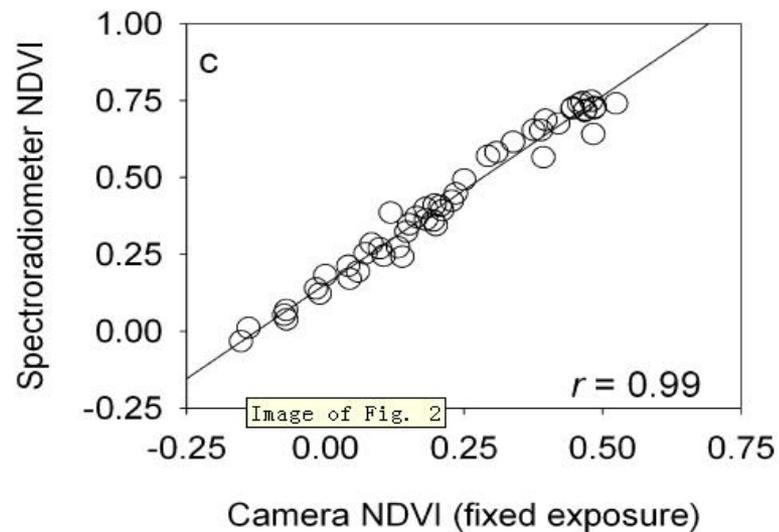
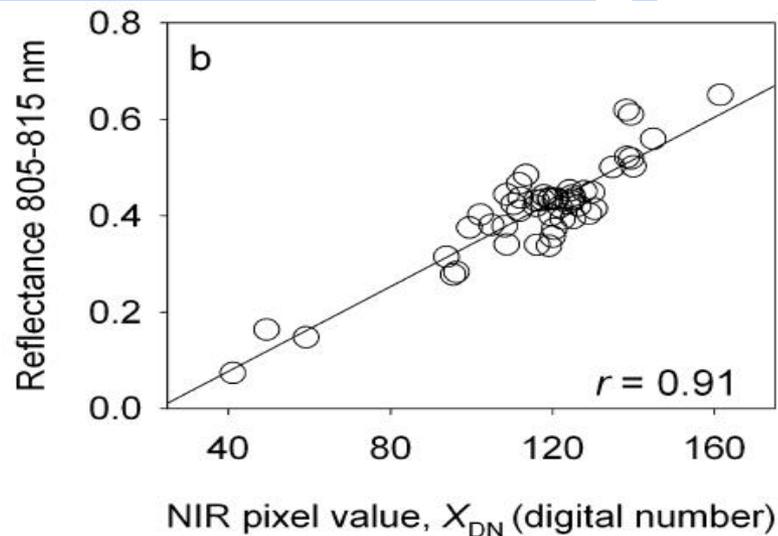
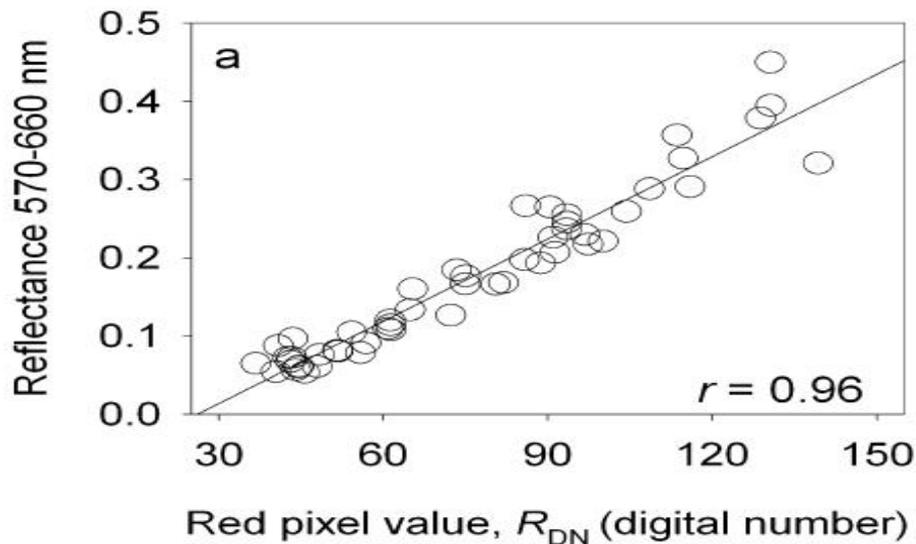
^a Harvard University, Department of Earth and Planetary Sciences and School of Engineering and Applied Sciences, Cambridge MA, United States

^b Harvard University, Department of Organismic and Evolutionary Biology, Cambridge MA, United States

For both radiometer and camera data, there was substantial variability in the derived indices at the 30 min time step, which may be associated with factors such as overall light levels, cloudiness, and illumination geometry (see further analysis in Section 3). After comparing various averaging, quantile, and filtering methods, we derived daily estimates by calculating the arithmetic mean across all observations where the incident photosynthetic photon flux density (PPFD; measured at the top of the tower using a PQS-1 quantum sensor, Kipp & Zonen, Delft, the Netherlands) was greater than 200 μ mol m⁻²s⁻¹. **This method reduced day-to-day variability in the resulting time series better than the 90th percentile approach used by Sonnentag et al. (2012),** although an obvious advantage of the latter approach is that it does not require solar radiation data.

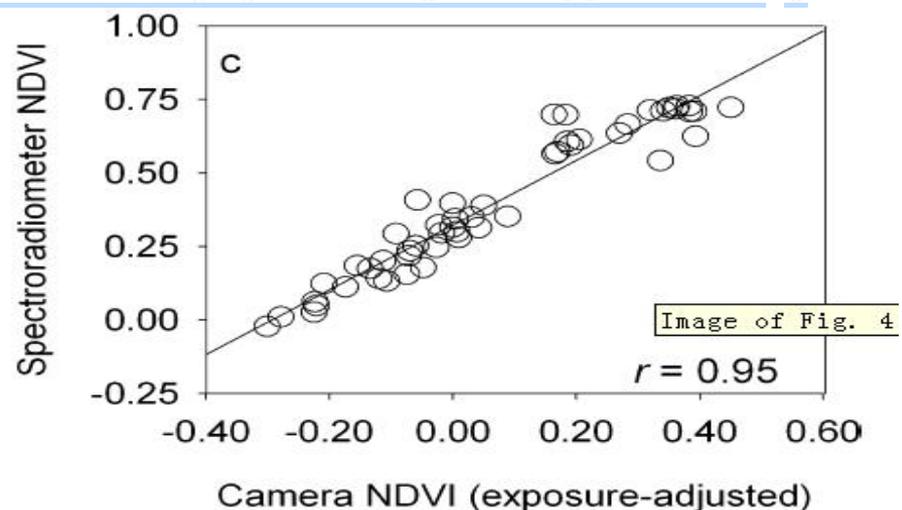
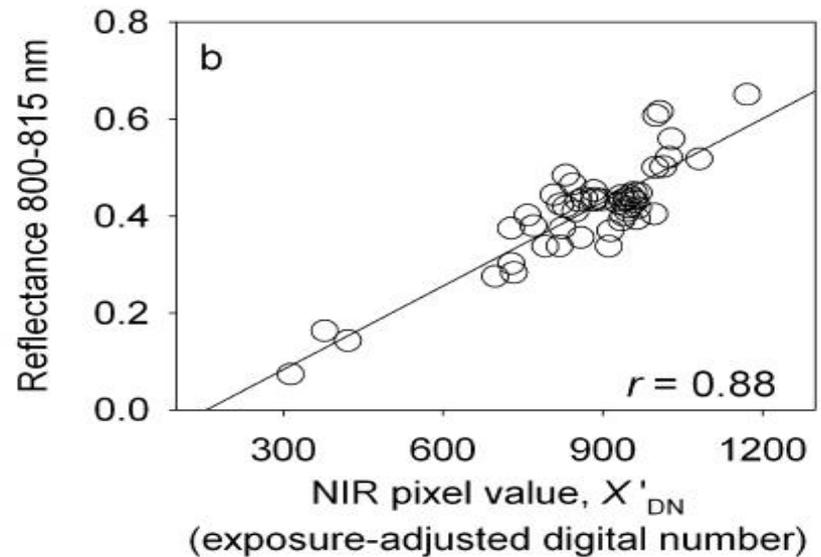
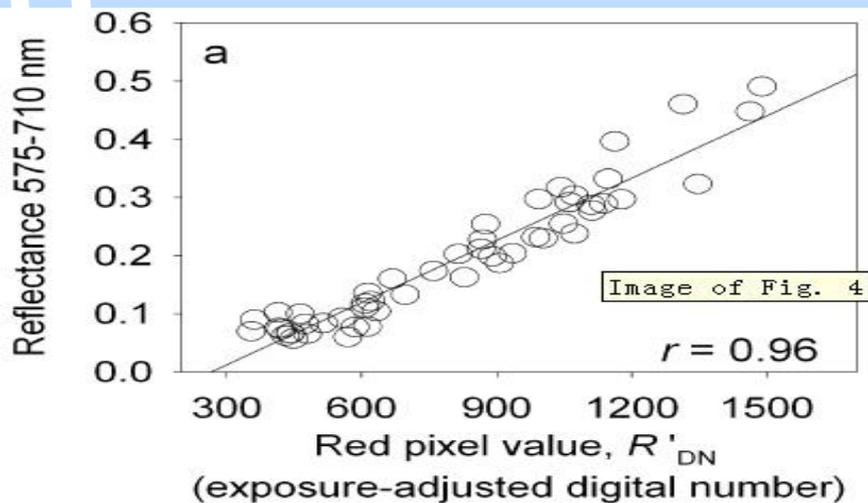
实验室实验对比(固定曝光)

▶ 数码数值(从固定曝光摄影机图像提取的色带)与平均反射率(用光谱辐射计测量)相差不大于51个样品。(a)相对于红外线信道(RDN)的数字,平均反射率为570~660nm。(b)805-815 nmvs的平均反射率。相机RGB + NIR图像(XDN)的数字 NIR分量数字;(c)使用RDN和XDN计算的光谱仪NDVI与摄像机NDVI。



实验室实验中(自动曝光)

从曝光相机图像提取的色带和平均反射率(用光谱仪测量)的相关性。(a) 相对于照相机红色通道(RDN)的曝光调整后的数字数字, 平均反射率为757至710nm; (b) 相机RGB + NIR的曝光调整数字NIR分量的800至815nm的平均反射率 图像(XDN); (c) 使用RDN和XDNvs计算的光谱辐射计NDVI与摄像机NDVI。光谱仪NDVI。



数据处理方法

2、Stardot网络相机的数据处理 – 自动批处理！

▶ 我们针对这款相机计算NDVI时采用了如下的解算手段

- 鼠标左键选择ROI区域后，根据需要选择是否保存图片，点击开始按钮后，软件分离ROI区域内RGB图片的红光值(R)、绿光值(G)、蓝光值(B)的各自平均值，以及RGB图片的曝光率 E_y ，根据修正公式得出：

$$Y = 0.30 \times R + 0.59 \times G + 0.11 \times B$$

- 分离出IR图片中Z值，以及IR图片的曝光率 E_z ，根据公式 $Z-Y$ 得出近红外的值X，即 $X=Z-Y$ 。根据以下公式算出 X' 以及 R'

$$Z' = Z / \sqrt{E_z}$$

$$Y' = Y / \sqrt{E_y}$$

$$R' = R / \sqrt{E_y}$$

$$X' = Z' - Y'$$

最终可得NDV值： $NDVI = (X' - Y') / (X' + Y')$

- ▶ 这个解算方式带有经验的特征，并且每个相机的技术参数并非完全一致。因此，对由此得到的数据需要进行必要的标定或者比对工作！

植被指数计算

曝光率字样坐标

左 0	右 217
上 57	下 83

保存

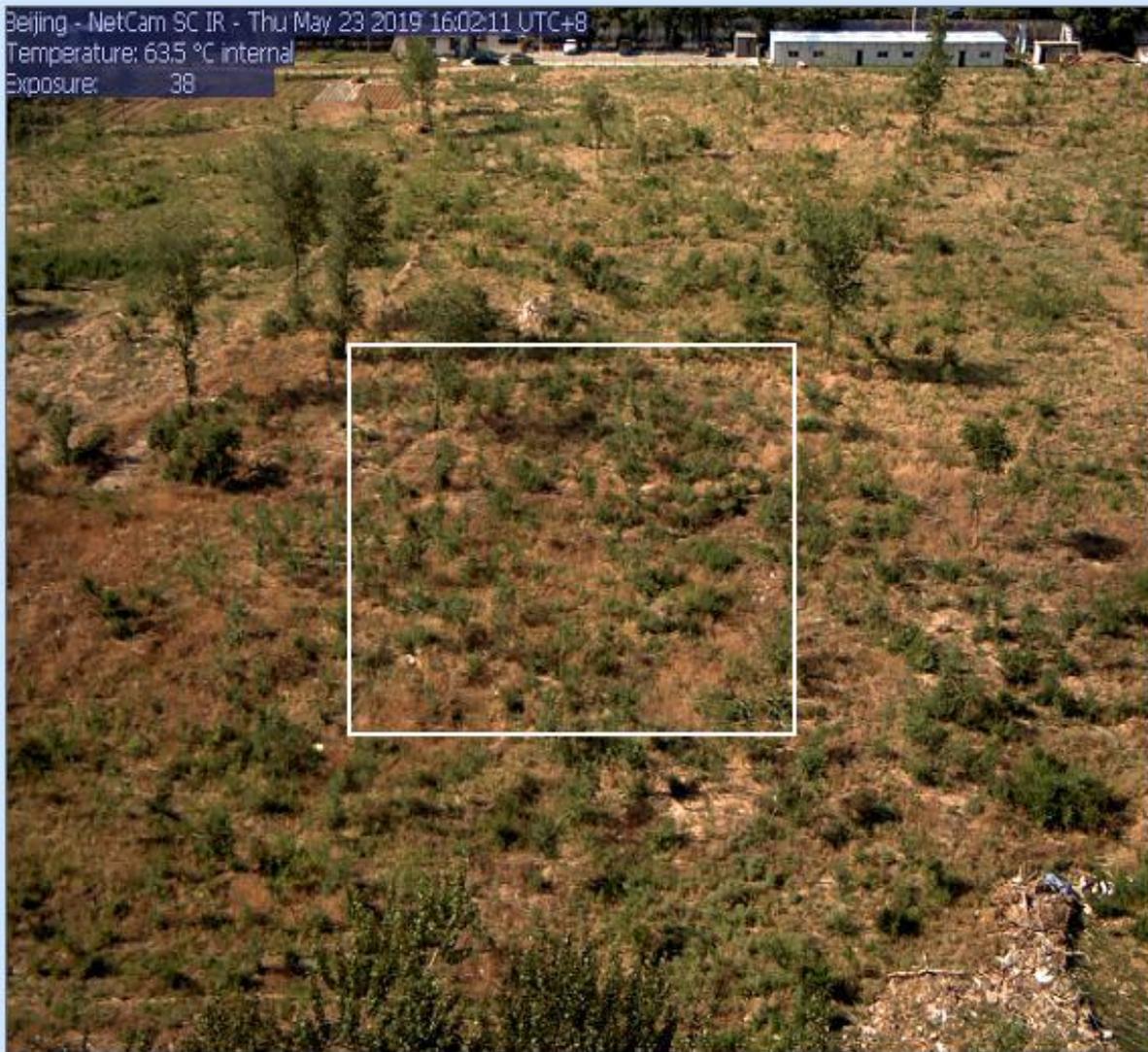
覆盖度计算

阈值:

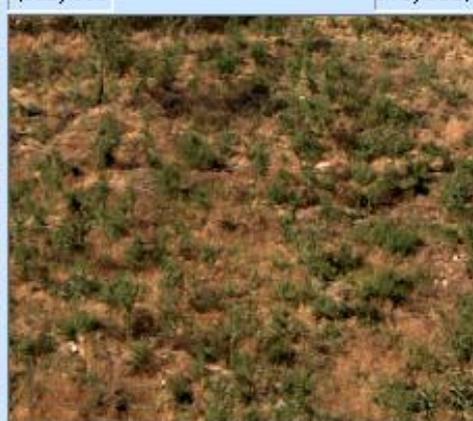
RGB文件夹路径:

解析数据存储路径:

Beijing - NetCam SC IR - Thu May 23 2019 16:02:11 UTC+8
Temperature: 63.5 °C internal
Exposure: 38



(382, 310) 879, 310)



(382, 66 879, 667)

NDVI图片

保存NDVI图片

操作

进度条



0%

开始

关于

信息通知

NDVI Normalized Difference Vegetation Index

归一化植被指数

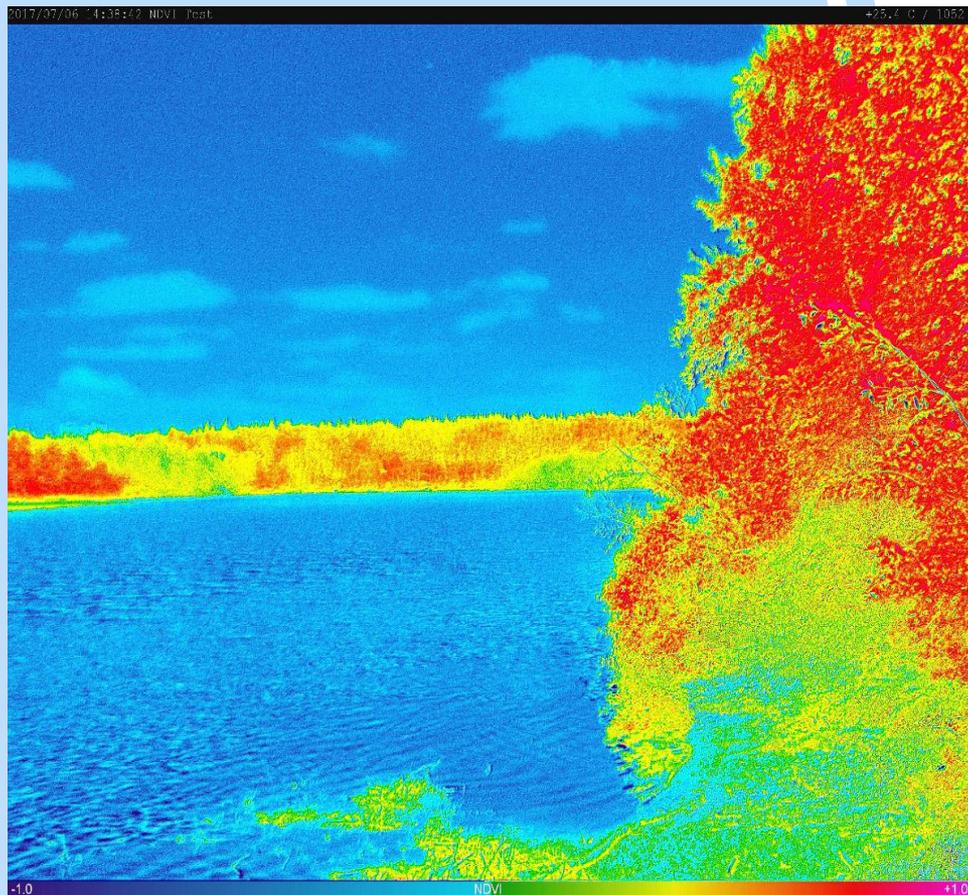
- ▶ Identify vegetation coverage
识别植被覆盖度
- ▶ Understand health of plants
了解植物生命状态



NDVI Normalized Difference Vegetation Index

归一化植被指数

- ▶ Identify vegetation coverage
识别植被覆盖度
- ▶ Understand health of plants
了解植物生命状态



NDVI Normalized Difference Vegetation Index

归一化植被指数

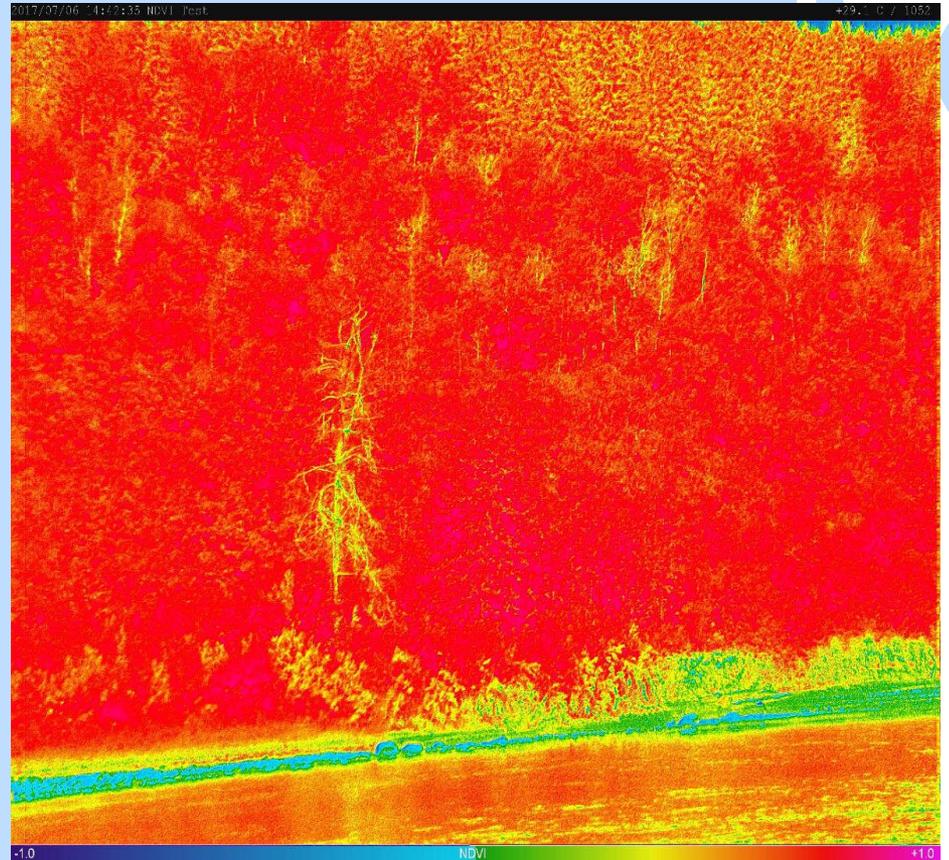
- ▶ Identify vegetation coverage
识别植被覆盖度
- ▶ Understand health of plants
了解植物生命状态



NDVI Normalized Difference Vegetation Index

归一化植被指数

- ▶ Identify vegetation coverage
识别植被覆盖度
- ▶ Understand health of plants
了解植物生命状态



提 纲

- 物候观测意义与数据处理流程简介
- 物候数据的处理软件介绍
- 图像处理工具—ENVI + IDL及应用介绍
- 物候观测图片开发软件—Python语言应用介绍
- MATLAB处理方法
- Pix4D软件处理及介绍
- 全自动叶面积仪和叶绿素监测应用

提 纲

- 物候观测意义与数据处理流程简介
- 物候数据的处理软件介绍
- 图像处理工具—ENVI + IDL及应用介绍
- 物候观测图片开发软件—Python语言应用介绍
- **MATLAB处理方法**
- Pix4D软件处理及介绍
- 全自动叶面积仪和叶绿素监测应用

Gcc数据的获取

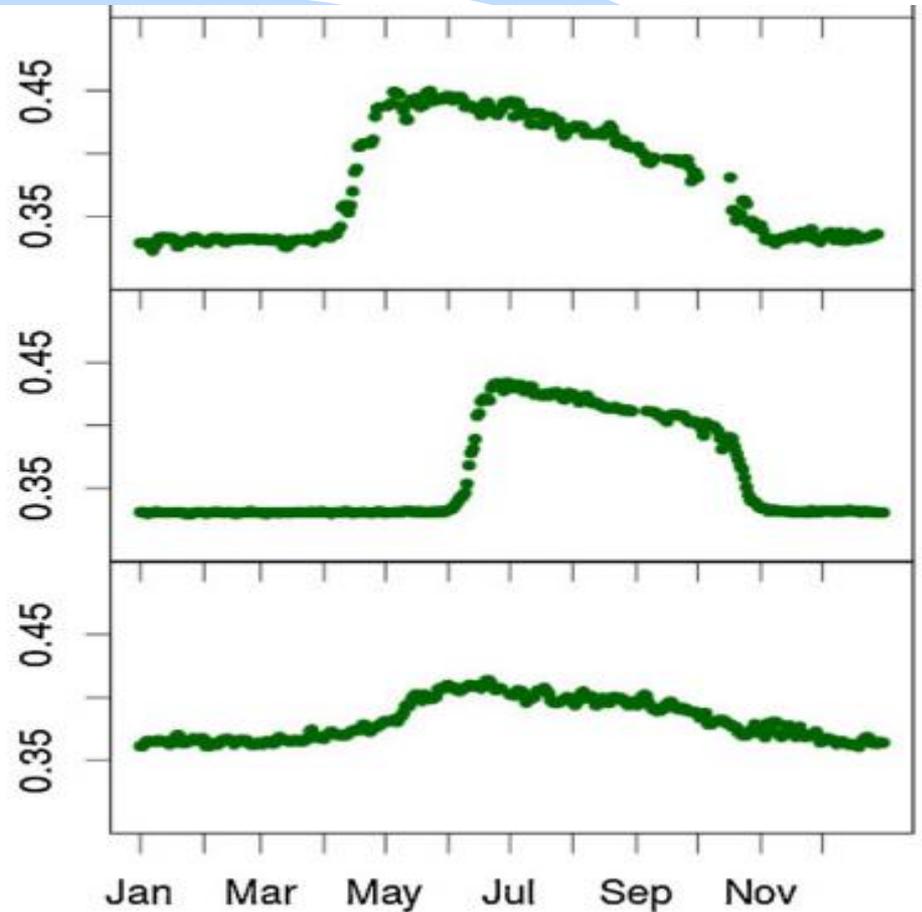
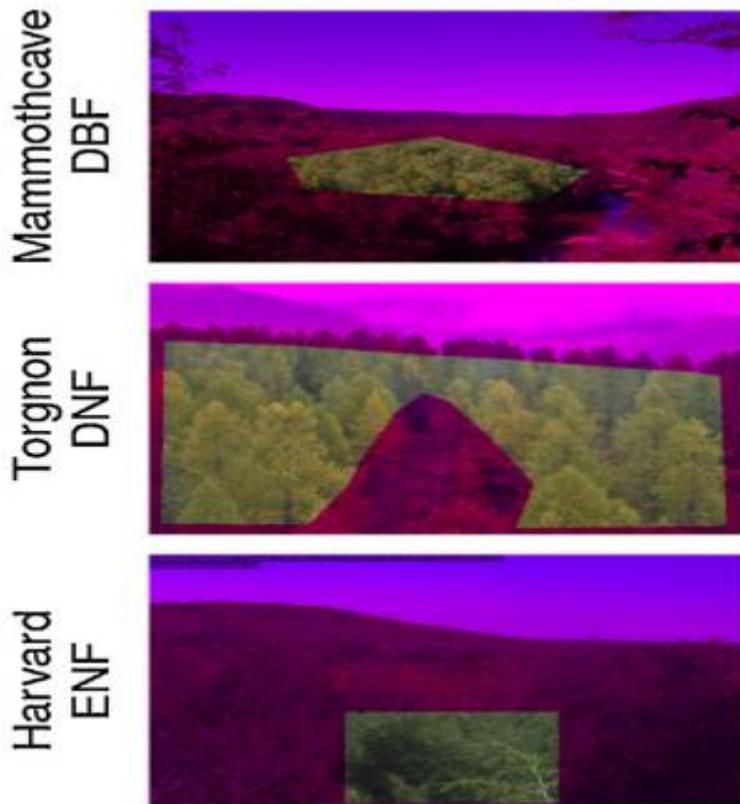
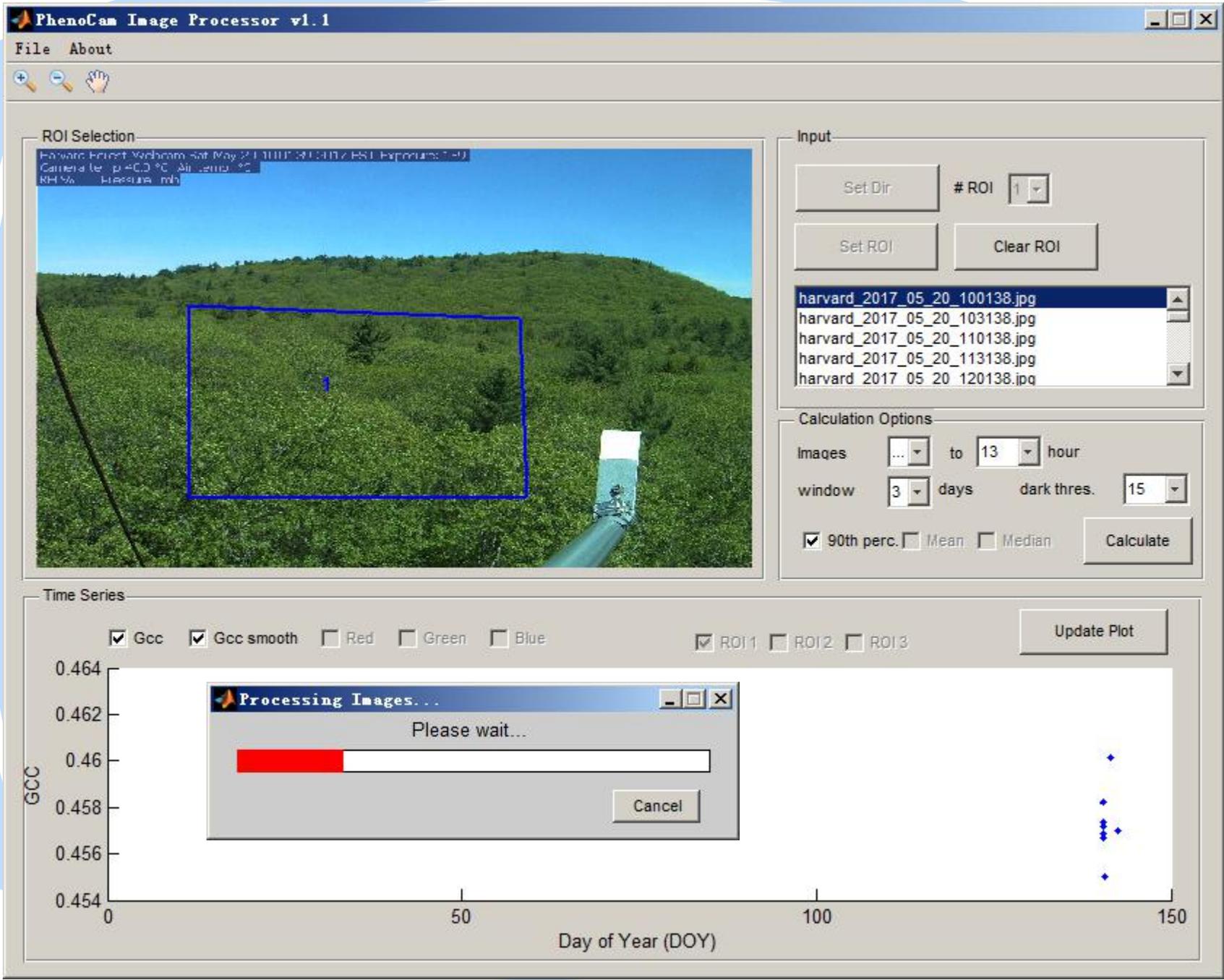


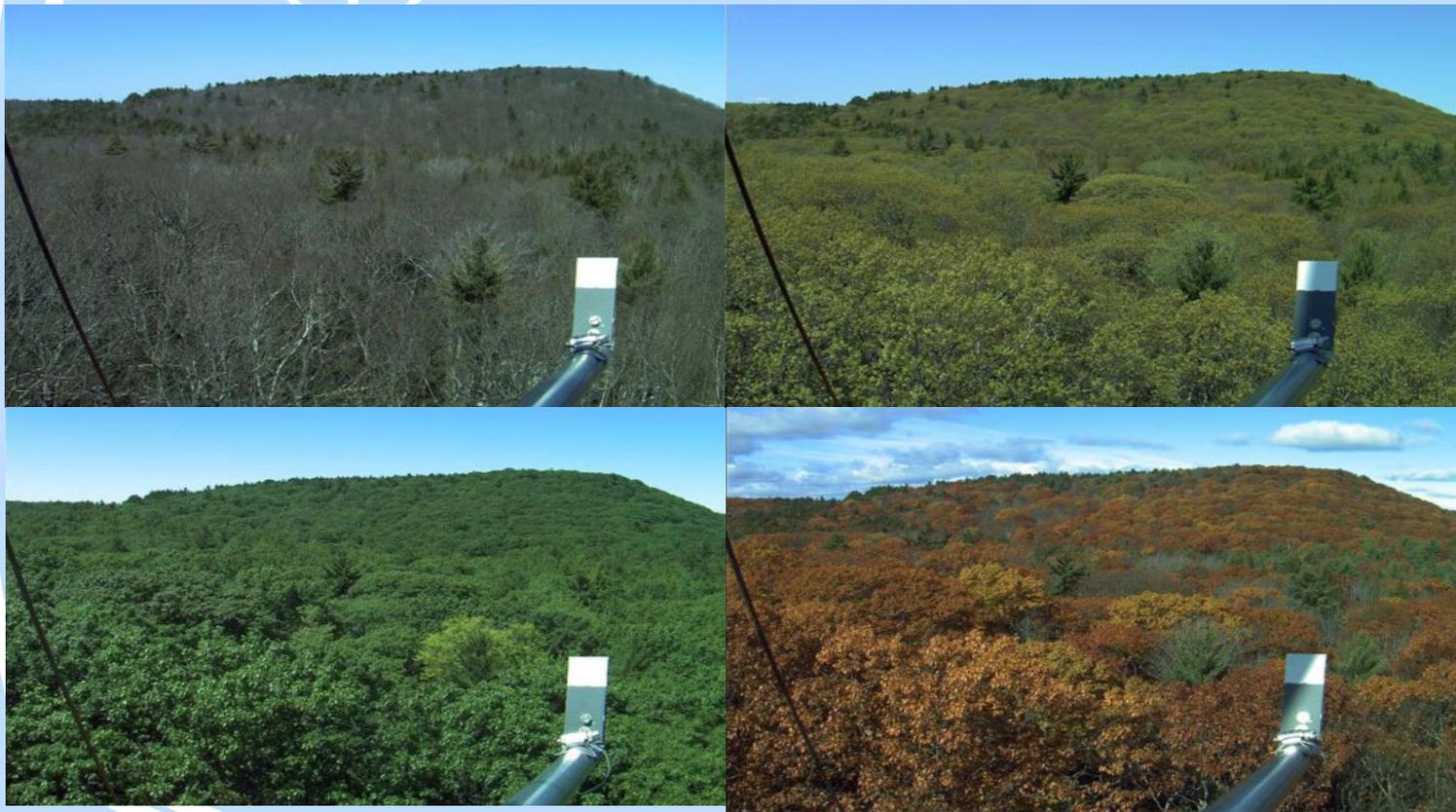
Image Filenames are in the form: `sitename_YYYY_MM_DD_hhmmss.jpg` where,

YYYY - year
MM - month
DD - day of month
hh - hour
mm - minute
ss - second.



软件——物候观测图片批处理软件

Matlab软件：



提 纲

- 物候观测意义与数据处理的流程简介
- 物候数据的处理软件介绍
- 图像处理工具—ENVI + IDL及应用介绍
- 物候观测图片开发软件—Python语言应用介绍
- MATLAB处理方法
- Pix4D软件处理及介绍
- 全自动叶面积仪和叶绿素监测应用

多种类型应用库和工具，使用简洁

标准

- Ag Multispectral

快速检测

- Ag Modified Camera - Rapid/Low Res
- Ag RGB - Rapid/Low Res

高级

- Ag Modified Camera
- Ag RGB
- Thermal Camera
- ThermoMAP Camera

农业多光谱

使用相机上的专用传感器生成精准农业准确的反射率，指数，分类和应用地图。

图像采集

正射拍摄 多光谱相机

输出质量/可靠性

低 高

处理速度

慢 快

输入图像建议

使用特定波段的多光谱相机航拍，必须采用较高重叠度的网格飞行计划。

兼容相机示例

- Parrot Sequoia
- Micasense RedEdge
- Airinov multiSPEC

输出结果

反射地图 指数地图 (NDVI, NDRE.)

开始处理

新项目

该向导将帮助您创建一个新的项目文件，
请为您的新项目选择类型，名称及路径。

项目名称:

创建在:

使用默认的项目位置

项目类型

- 新项目
- 合并已有项目来创建新项目

反射地图 (Blue)

统计计算器

1. 反射地图

Band	aa	Min	Avg	Max	Stdev	Var
blue	475	0.00	0.06	0.71	0.04	0.00
green	500	0.01	0.08	0.86	0.06	0.00
red	568	0.00	0.10	1.39	0.08	0.01
air	840	0.02	0.16	1.25	0.12	0.02
red_edges	717	0.01	0.12	1.25	0.08	0.01

2. 区域

3. 反射地图

名称: 公式:

Band	Min	Avg	Max	Stdev	Var
反射1	0.00	0.06	0.71	0.04	0.00

4. 彩色地图及配方

带阶数: 5 同等面积

颜色	最小	最大	区隔 (公顷)	区隔 (K)
0.09	0.09	0.18	1.22	19.96
0.06	0.06	0.09	1.22	20.00
0.04	0.04	0.06	1.22	20.00
0.03	0.03	0.04	1.22	20.01
0.00	0.00	0.03	1.22	20.01

5. 导出

输出值和匹配的坐标的多边形 shape 文件 (.shp) [w/pix4d]

彩色反射地图 GeoTIFF 和 GeoJSON (.tif)

精度: 0.09 WGS 84 / UTM zone 52N - (122613.80, 5068076.46) [m]

辐射校准 - RedEdge_5.5_1280x960 (Blue)(1)

文件名称:

pix4d workflow presentation

本地处理

1. 辐射校准 2. 点云处理 3. DSM, 正射影像和倾斜

进度: 0%

4/12

开始 取消 帮助

WGS84 - (443,7440802), 126,8192250 / WGS 84 / UTM zone 52N - (1,200962,507, 5067926,493) [m]

提 纲

- 物候观测意义与数据处理流程简介
- 物候数据的处理软件介绍
- 图像处理工具—ENVI + IDL及应用介绍
- 物候观测图片开发软件—Python语言应用介绍
- MATLAB处理方法
- Pix4D软件处理及介绍
- 全自动叶面积仪和叶绿素监测应用

全自动野外叶面积指数联网观测系统

植被叶面积指数联网观测矩阵—LAINet

简介：

LAINet在国际上第一次实现了叶面积指数联网观测，突破了国外商业仪器在该领域的垄断地位。LAINet以具有无线功能收发功能的光量子传感器为基础，实现植被透过辐射实时监测，并基于自主研发的高精度算法，计算得到植被冠层结构信息，如叶面积指数、平均叶倾角、聚集指数以及冠层覆盖度等。



太阳能供电系统



冠层上节点



汇聚节点



冠层下节点

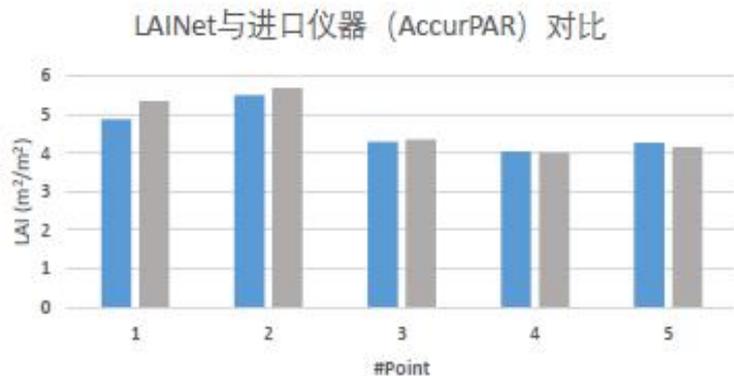
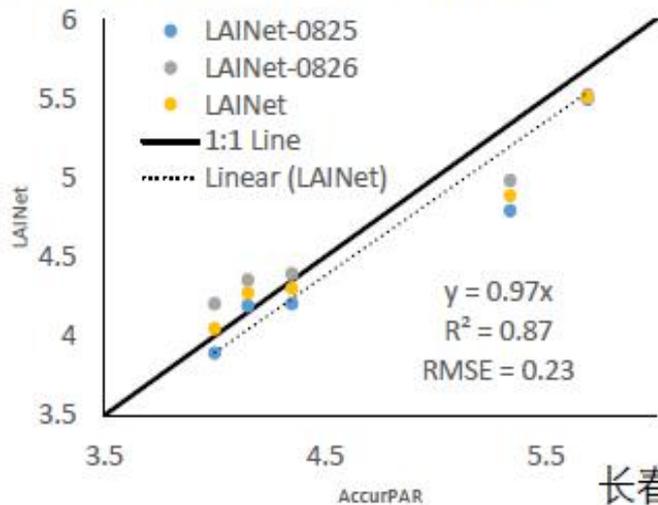
系统组成：

LAINet由部署在野外的无线传感器网络节点，包括冠层下节点、冠层上节点、汇聚节点，以及太阳能供电系统组成。

应用领域： 植被生长状态长时间监测领域，如生态固定站、农业长期观测站等

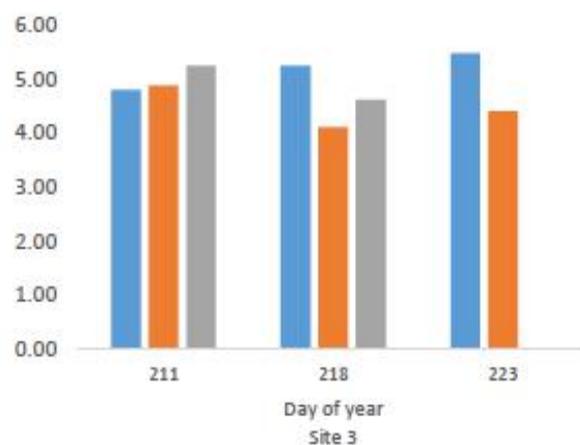
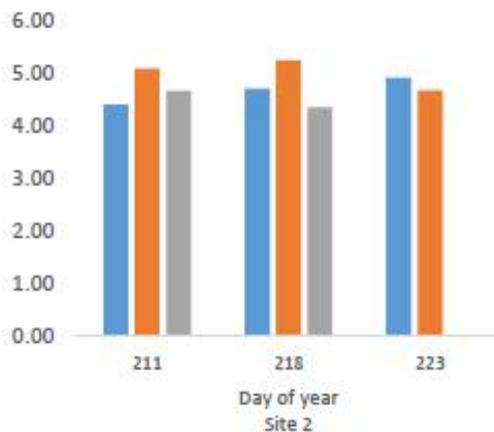
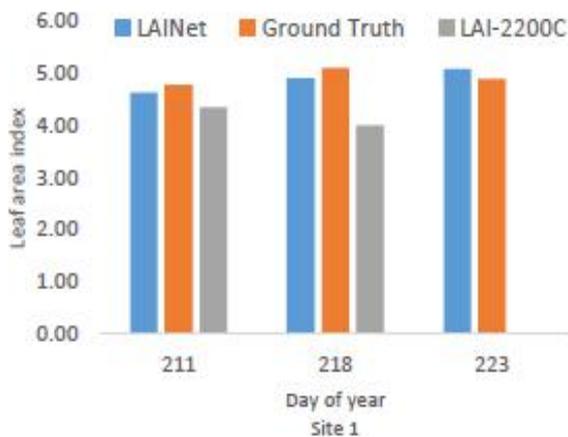
北京师范大学屈永华老师

产品精度评价 (LAINet)



长春净月潭2017年实验

■ LAINet ■ LAI (AccurPAR)



甘肃张掖2018年实验。LAINet与进口仪器 (LAI-2200) 以及破坏性测量 (LI-3000) 比较)

光合有效辐射—PARNet

简介：

FAPAR, 即Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation, 是指被植被光合作用器官吸收的太阳辐射占总入射辐射的比例。FaparNet将FAPAR测量与数据在线采集与无线传输功能进行集成, 实现了多个传感器同时自动测量与数据自动汇集功能, 大大提高用户数据采集效率, 降低数据采集成本。



冠层上节点



冠层透射与土壤反射节点

系统组成：

FaparNet由FAPAR传感器、无线数传以及数据接收控制系统组成。其中FAPAR采用阵列式高灵敏度数字光电传感器, 配备余弦校正器, 消除光源入射角度变化的影响。

整体部署图



主要特点：

1. 将冠层FAPAR测量与无线数传无缝集成, 减少用户部署成本。
2. FaparNet可同时测量9个点数值, 能够捕捉冠层内部光合有效辐射的不均匀分布。
3. FaparNet特别适合大范围内长时间序列自动测量, 可以为遥感产品真实性检验提供地面测量数据。

应用领域： 植被生产力估算、植被生物量估算、遥感产品真实性检验

共和国第一个大型通量塔建设纪实（二）

北京华益瑞科技有限公司 2018-09-06

中国科学院长白山森林生态系统定位研究站是中国科学院林业土壤研究所(现沈阳应用生态研究所)于1979年正式创建，并加入了联合国MAB计划。1993年加入“国际长期生态学研究网络(LTER)”，2000年被批准为国家重点开放实验站试点站，2005年被批准为国家野外站。2014年6月召开的“院地合作与野外台站党建工作研讨会”再次讨论了长白山站的发展规划。



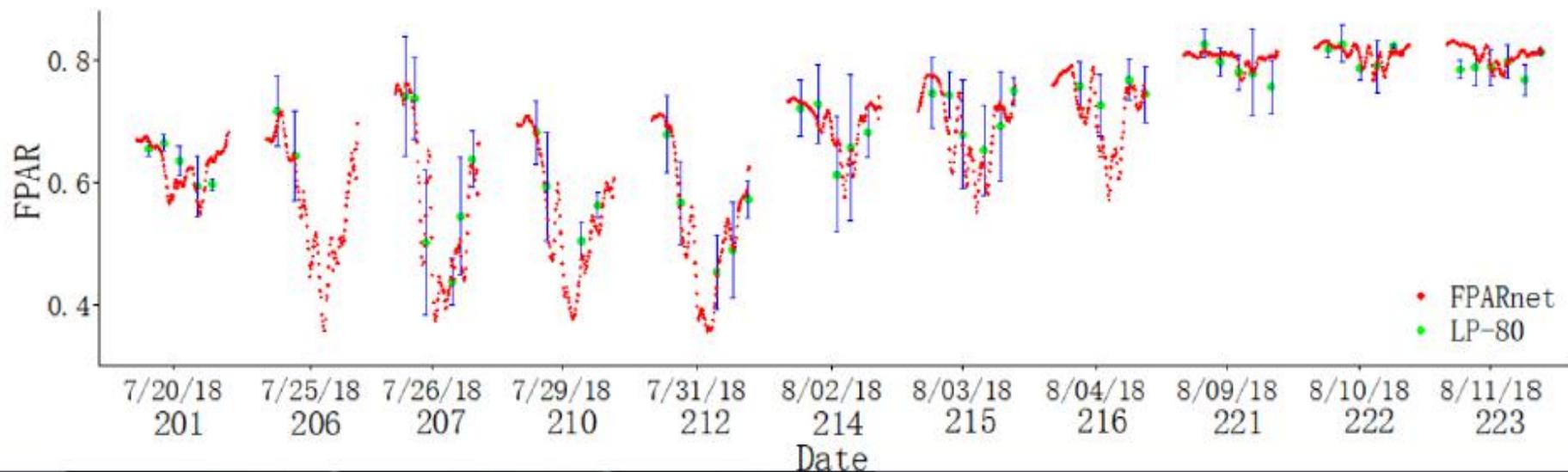
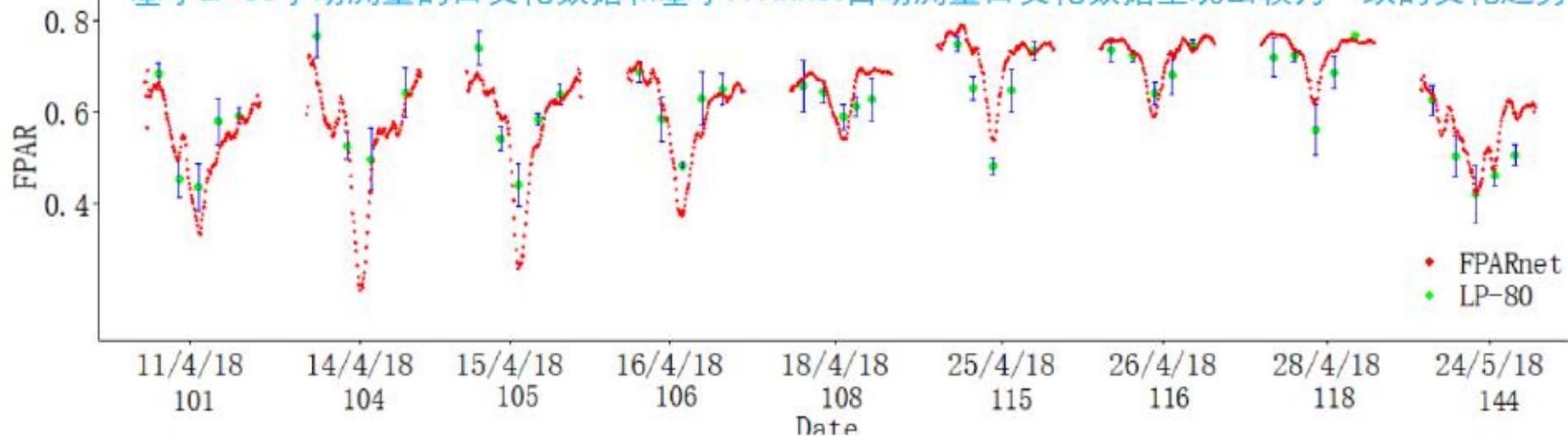
长白山站与千烟洲站的光合有效矩阵 (2002)



屈永华老师

产品精度评价——光合有效辐射

基于LP-80手动测量的日变化数据和基于FPARnet自动测量日变化数据呈现出较为一致的变化趋势



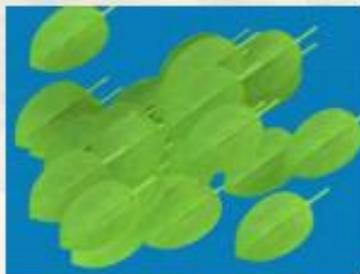
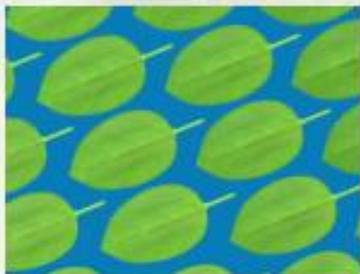
叶面积指数与覆盖度关系

* 叶面积指数 (LAI) 与植被覆盖度 (FVC) 的区别?

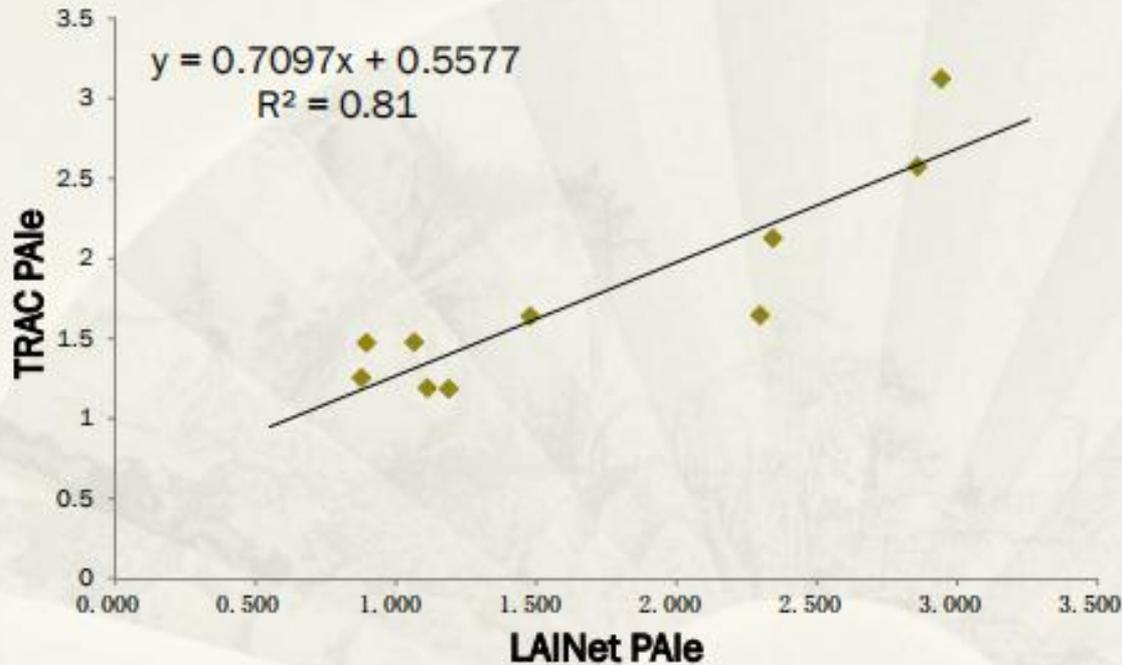


植被覆盖度：某一地域植物垂直投影面积与该地域面积之比，用百分数表示。

叶面积指数：单位地表面上叶片表面积的一半



应用1：内蒙古根河针叶林（2013）



2013年
LAINet与加拿大 3rd Wave 公司的TRAC比较



LAINet对比测量情况小结

- * 对针叶林，与TRAC比较， $R^2 = 0.79$ ， $RMSE = 0.41$.
- * 对农作物，与LAI-2000比较， $R^2 = 0.70$ ， $RMSE = 0.80$.
- * 对农作物，与AccuPAR比较， $R^2 = 0.95$ ， $RMSE = 0.23$
- * 对农作物，与手工测量（LI-3000）比较，LAINet的平均测量误差2.3% – 8.7%，精度优于LAI-2000。

由于TRAC和AccurPAR和LAINet原理相同（均采用直射光），能够减少散射光的影响，故测量结果更接近。与LAI-2000相比较，LAINet略微高估，但更接近真实值。主要原因是LAI-2000依据散射光透过率，有文献证明LAI-2000普遍低估真实值。

叶绿素荧光传感器（自动站的一部分）

传统的植物光合作用仪只能通过气体交换的方法定期的检测植物CO₂浓度变化和相關光合参数，生态研究领域中所要求的长期监测无法实现。长时间的闭合叶室将严重影响植物的正常生长，而且仪器笨重、电池电量有限、不防水，因此根本不能用于连续监测。

调制叶绿素荧光仪可以简单、迅速、灵敏、可靠的测量光合作用，同时开放式叶夹（或非接触测量）不干扰样品的自然生长。虽然PAM-2500、MINI-PAM等仪器也可部分满足连续监测的需要，但受电池、不防水等因素的限制，在实际操作中可行性不高。

全新设计的叶绿素荧光传感器采用调制技术和饱和脉冲方法，通过连续监测植物的荧光参数，从而在线反映植物的光合作用状况。可以同时连接多个探头（推荐2个或更多探头），对多个不同的叶片进行长时间连续监测，所有野外配件均为全防水设计，坚固耐用。



植物生理自动观测系统

特点:

- 同一主机同时连接多个探头
- 可测量荧光诱导曲线并进行淬灭分析
- 可测量 PAR 和温度
- 可做长期定位监测, 数据采集间隔时间自定义, 测量过程不影响植物正常生长
- 全防水设计, 适合任何气象和环境条件下工作
- 可太阳能电池板供电
- 专业数据采集器采集荧光数据
- 可 U 盘下载数据, 也可无线发送数据到 Email 或 FTP 服务器

测量参数:

F_0 、 F_m 、 F_v/F_m 、 F_t 、 F_m' 、 F_0' 、 $\Delta F/F_m'$ 、 qP 、 qL 、 qN 、 NPQ 、 $Y(NO)$ 、 $Y(NPQ)$ 、 $rETR$ 、PAR 和温度等。

应用领域:

为长期连续监测植物光合作用变化设计的调制荧光仪, 可作长期定位生态学研究, 农作物生理监测、植物冠层光合监测、温室植物生理监测、水中藻类监测等, 适合于植物生理学、植物生态学、园艺学、花卉培养、微藻生物技术、水生生物学与海洋生物学等领域。

可在野外连续监测植物生理活性(光合活性)变化, 结合其它指标, 可用于长期生态学定位监测、农林气象预报、指导灌溉决策等。



请批评指正!