

An aerial photograph of a large agricultural field, likely a cornfield, with rows of crops. The field is overlaid with a digital phenotyping map. The map uses a color gradient: green for healthy or high-performing plants, yellow and orange for plants with lower performance or stress, and dark blue/black for plants that are dead or severely stressed. The background shows rolling green hills under a clear sky, with a line of tall, thin trees and a small building in the distance.

# Digital Field Phenotyping 数字化植物田间表型研究

KWS SAAT SE

周伟 Richard Zhou | 2021 6月

ZUKUNFT SÄEN  
SEIT 1856







## ■ 什么是精准农业?

- Jacob van den Borne 对其的解释是 (德国范登土豆公司CEO 2019年 在 IIRB 研讨会上的发言):
  - “在正确的时间，正确的地点做正确的事。”

## ■ 什么是植物表型?

- Achim Walter (苏黎世联邦理工学院教授在《Plant Methods》杂志 2015年 11卷, 文章14中提到):
  - “植物表型是基于植物结构，个体发育，生理和生化性质的定量描述。”



## 感知

- 识别植物并且评估植物的色彩性状

Pheno-  
typing

## 决策

- 决定是否采取行动, 比如设定一个特定的阈值

## 行动

- 执行决策, 比如应用喷洒技术



- 田间出苗和植株计数



- 植株高度和发育状况



- 植株的非生物威胁

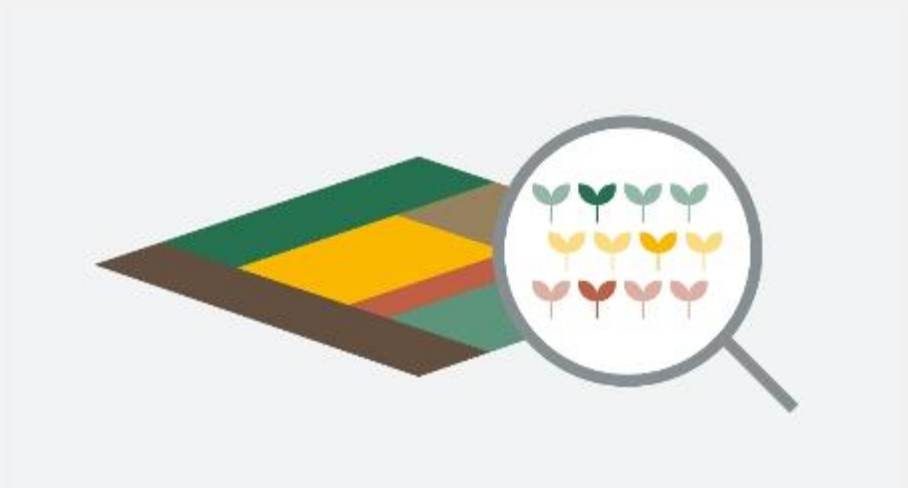


- 病虫害

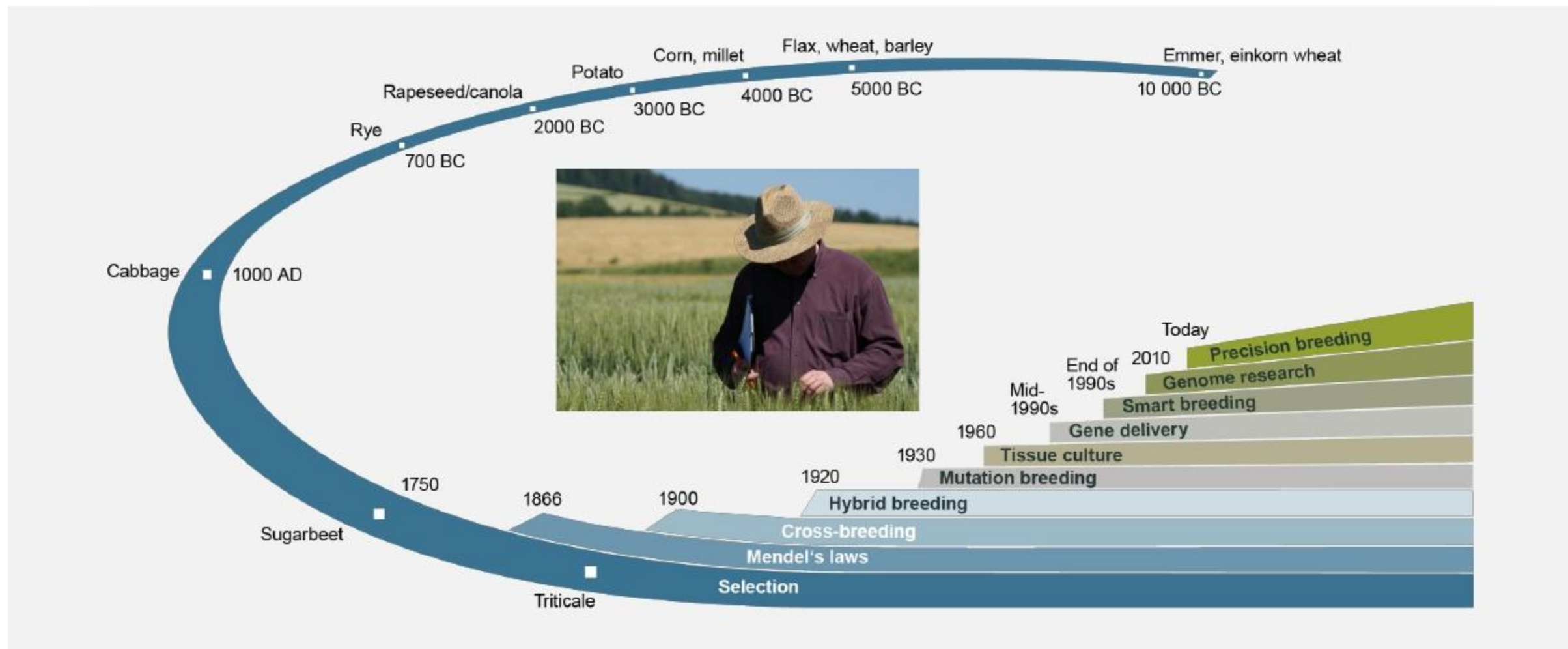
# 数字化表型试验是什么意思？



I. “... 植物表型试验是一种新兴的实验技术...”



植物的育种历史开始于12,000年前。  
今天，我们使用一切可以获得的技术手段来育种



Source: BDP, modified



## 基因型试验

在过去几十年飞速发展



## 表型试验

没有什么重大变化



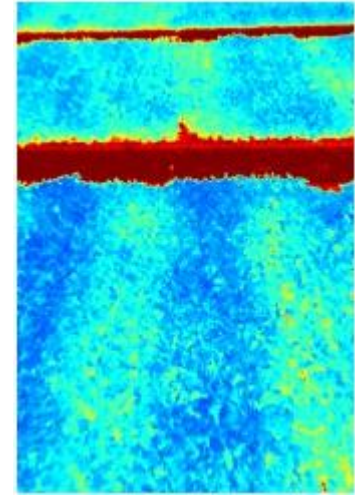
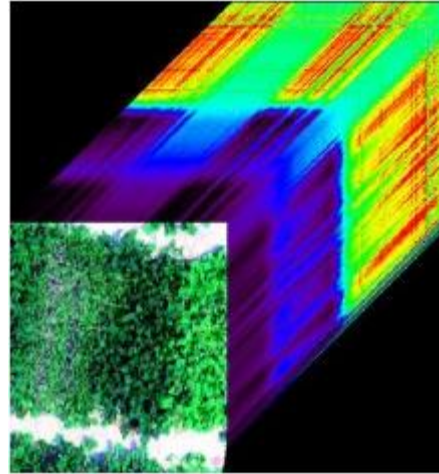
## 基因型试验 在过去几十年飞速发展



## 数字表型试验 新兴技术







## 红绿蓝 (RGB) 颜色感应技术

- 颜色检测
- 目标检测
- 目标的形状和大小
- 数字平面模型

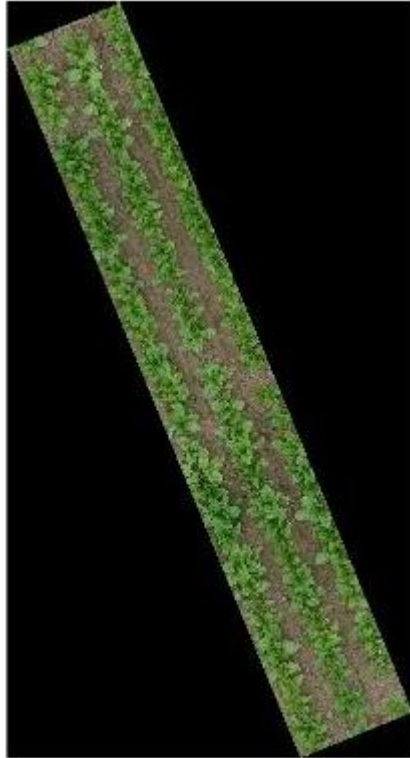
## 高光谱图像感应技术

- 植被指数
- 颜色检测
- 光谱特征

## 热成像感应技术

- 测量每个像素的温度

# 运用红绿蓝（RGB）感应技术计算甜菜的植被覆盖情况



$$\text{植物覆盖率} = 100 \times \frac{\text{植物覆盖的面积 [单位: 像素]}}{\text{地块的面积 [单位: 像素]}}$$



图像裁剪以后彩色的部分  
= 整个地块的面积 [单位: 像素]



图像通过技术手段分离后  
= 植物覆盖的面积 [单位: 像素]

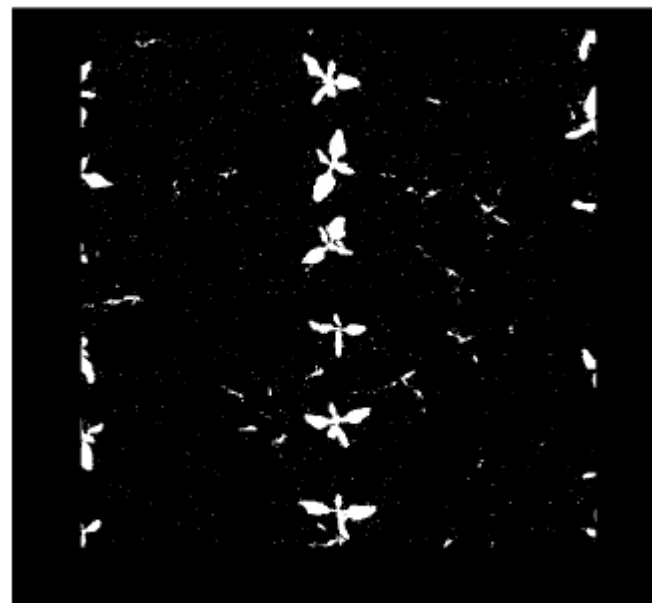
# 运用RGB颜色感应方法进行植株计数



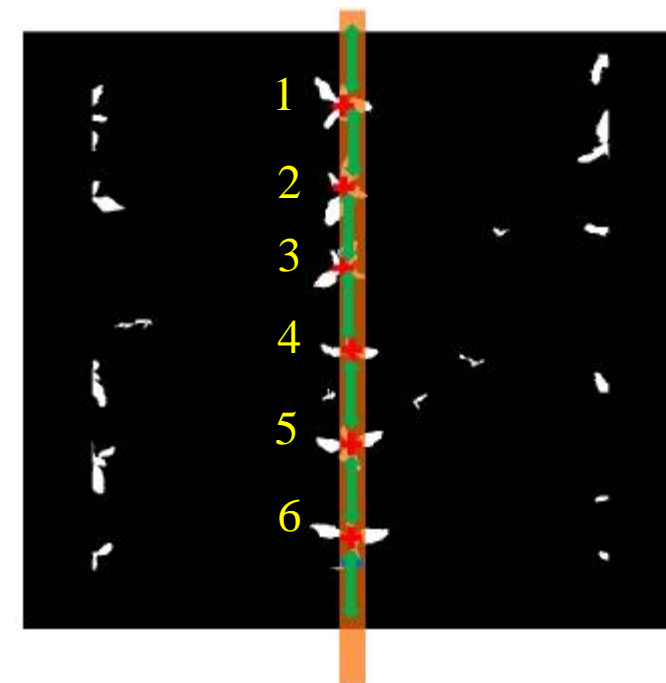
RGB 图像



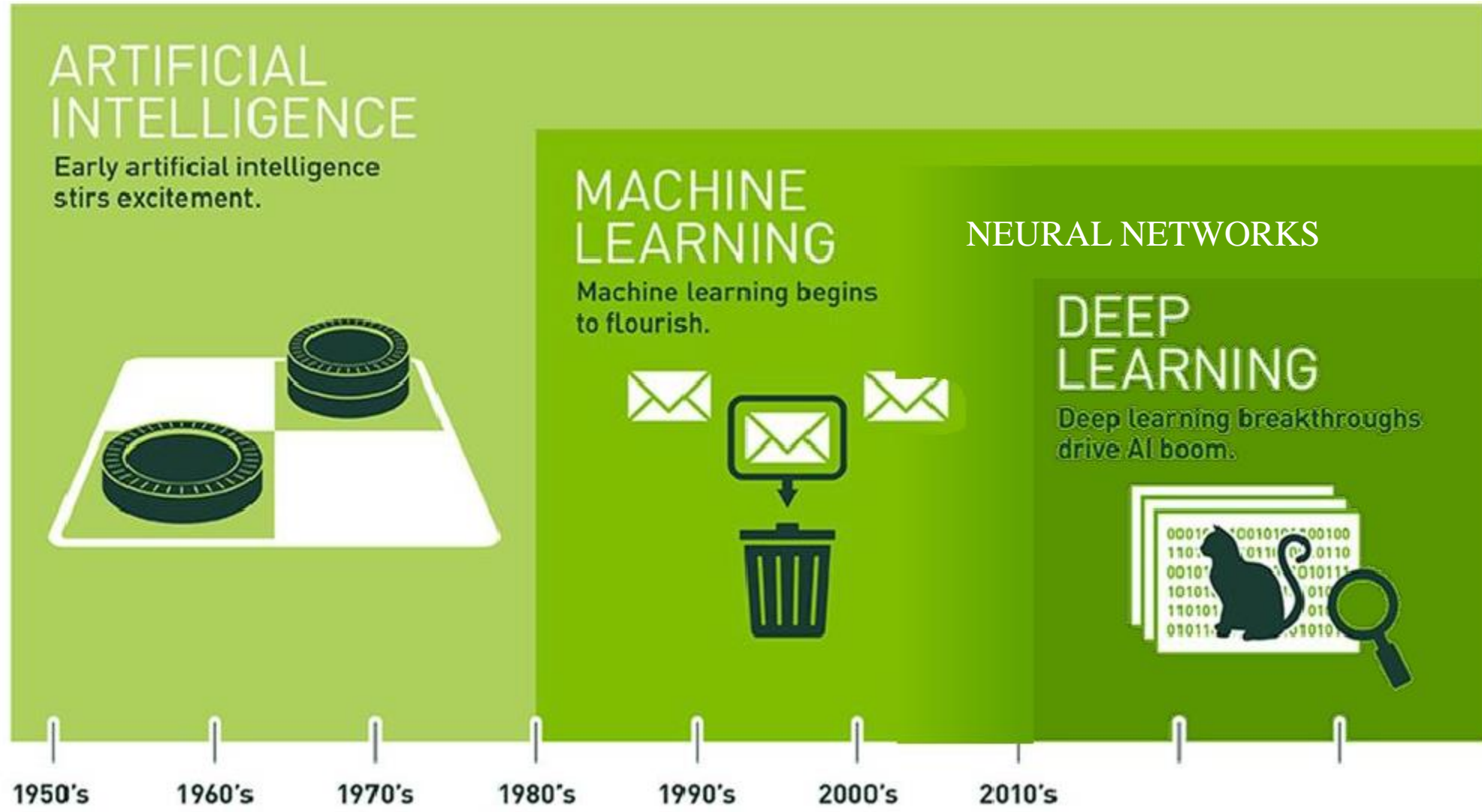
分离图像



添加数量标记





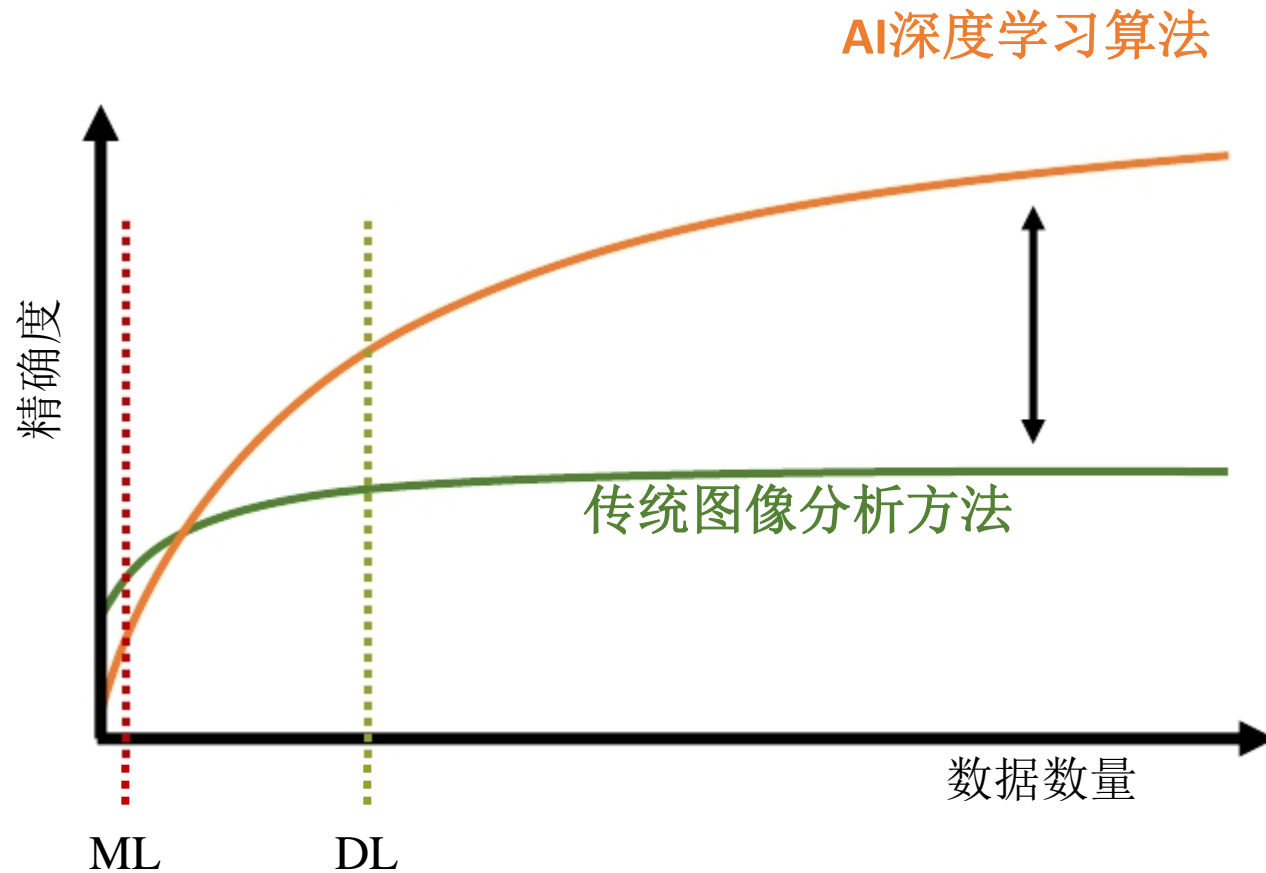
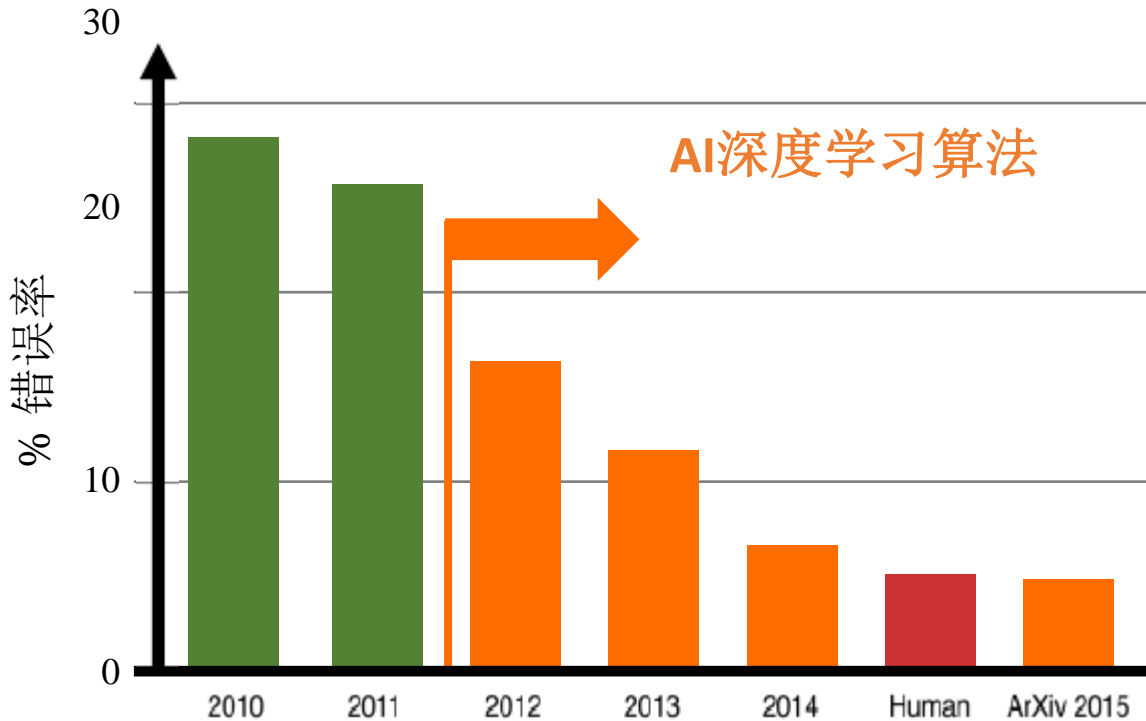


<https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/>

# AI的深度学习算法可以帮助提高图像分析的准确性



### AI 图像识别的表现

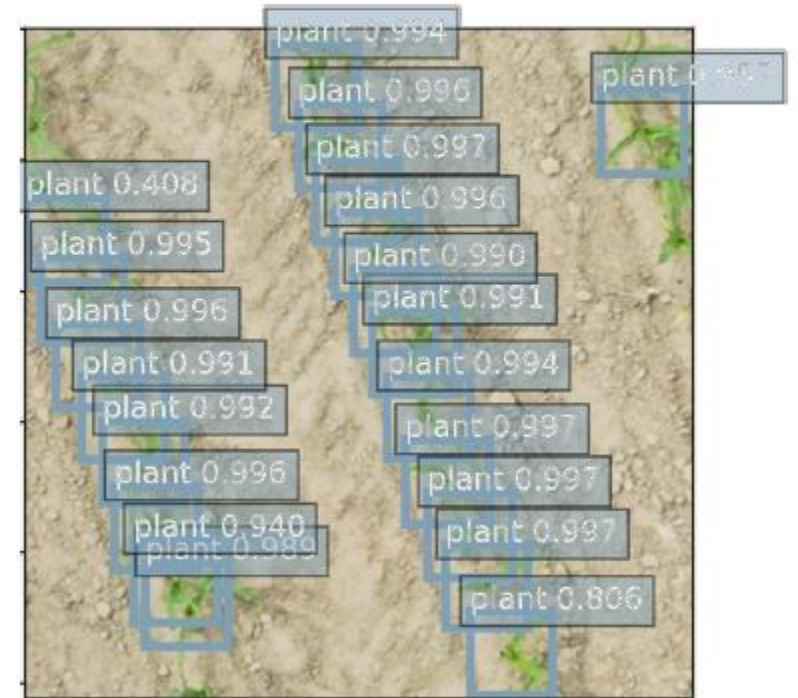




有多少植株?

神经网络

- + 优点: 能够准确分辨图像的材质/形状  
不会发生图像识别重叠的问题
- 缺点: 事先需要给神经网络提供标注好的图片用来训练算法



显示20个植株的位置



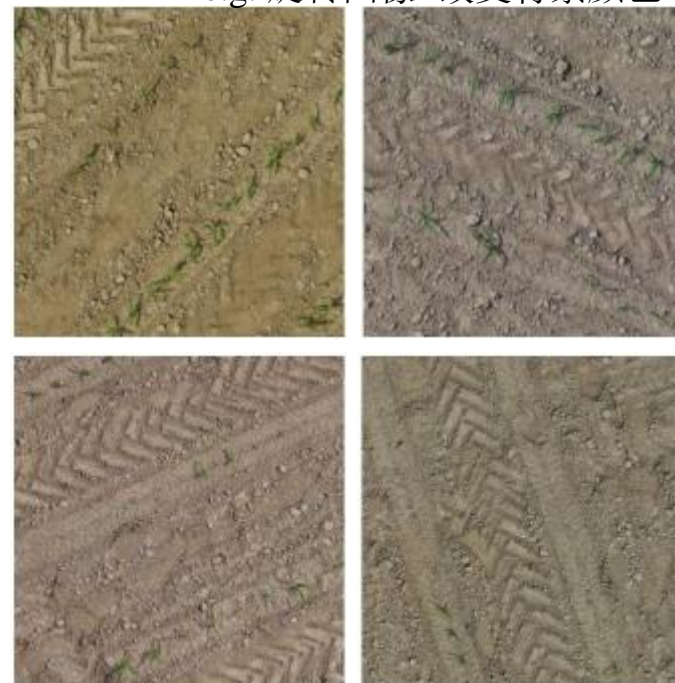
## 人工手动标记



需要大量的标记数据来训练AI

## 为数据添加更多变量

e.g. 旋转图像+改变背景颜色



## RGB图像分析方法的局限性- 类似的颜色难以分辨

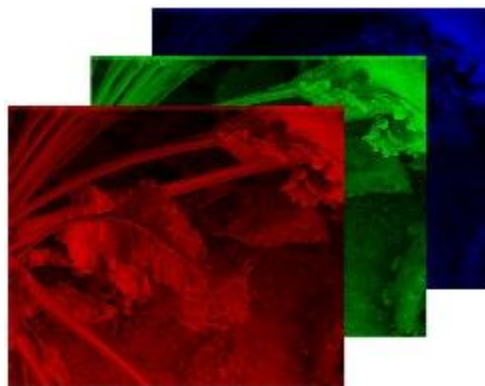


植物叶面的坏死部分和土壤的颜色就很难分清。

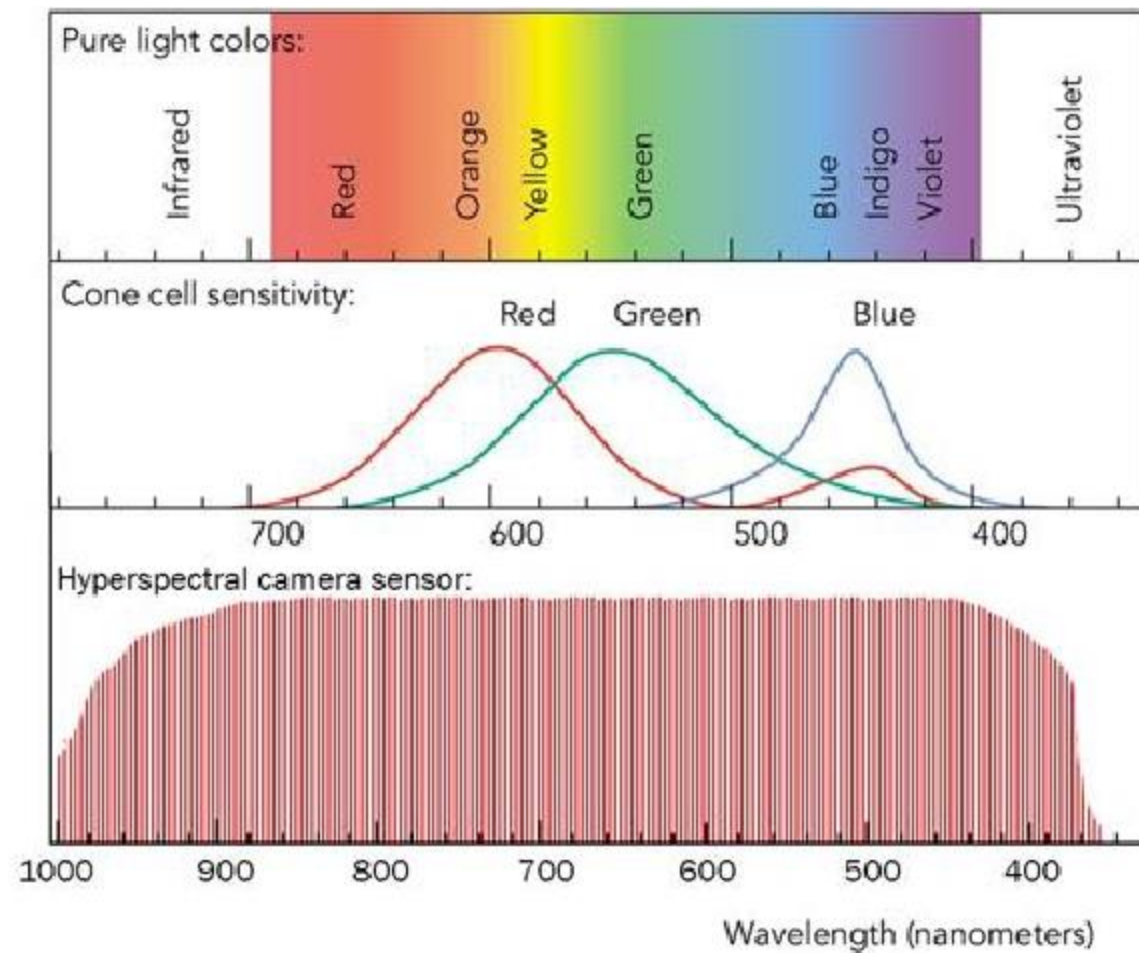
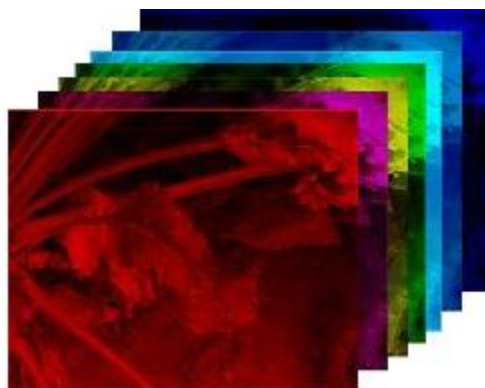
# 从 RGB 到高光谱传感技术



RGB 图像  
= 3 层



高光谱图像:  
上百层



Source: <https://app.griffith.edu.au/sciencesimpact/hyperspectral-imaging>

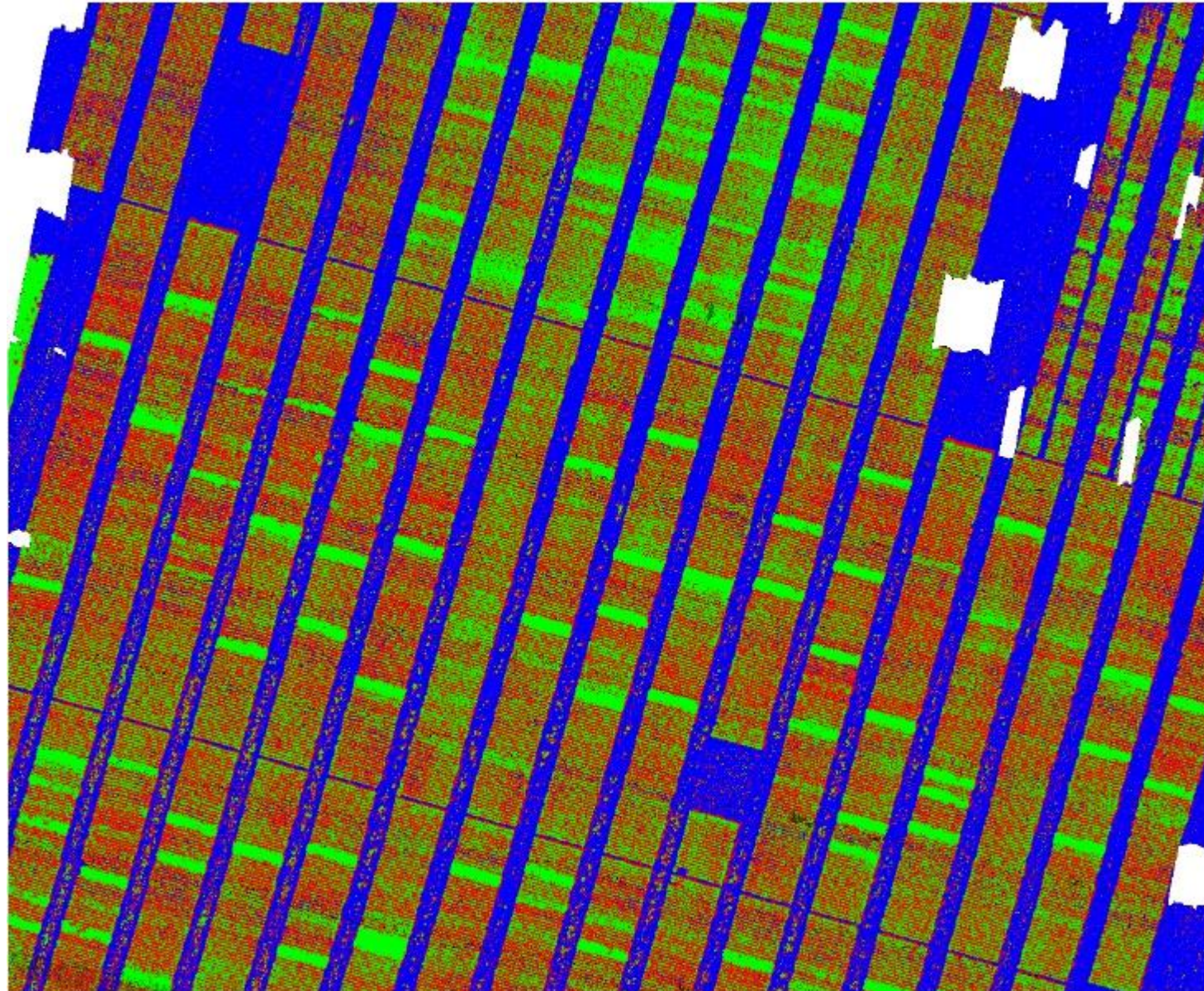


Classification works on field scale and is automatic assigned to individual plots  
图像分类可以自动将每个小的区域图像拼接，并扩大到整个地块的规模

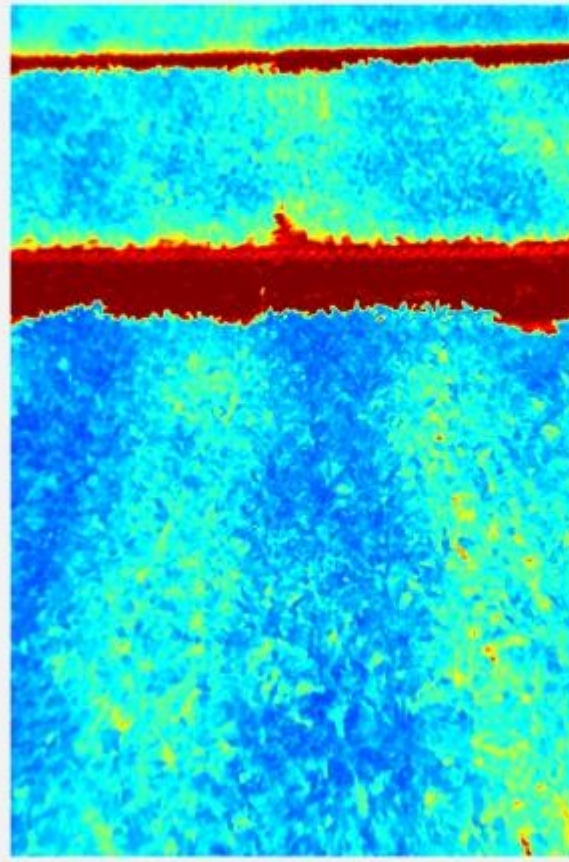
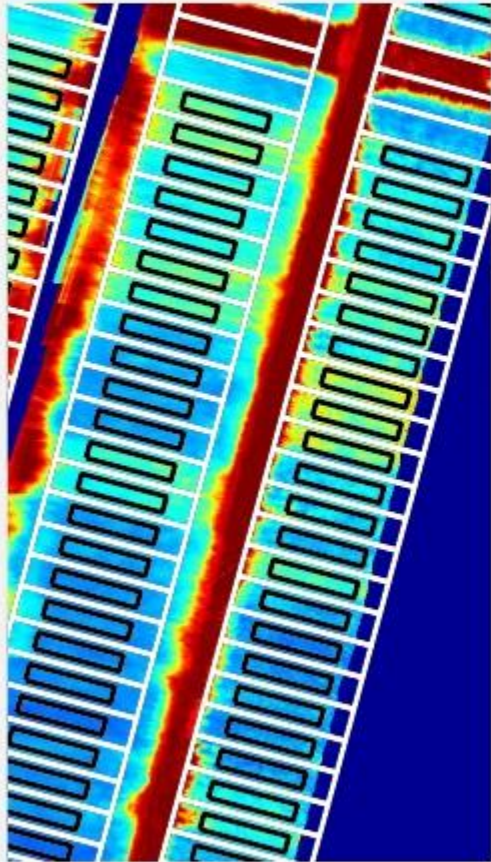
(patent filed)



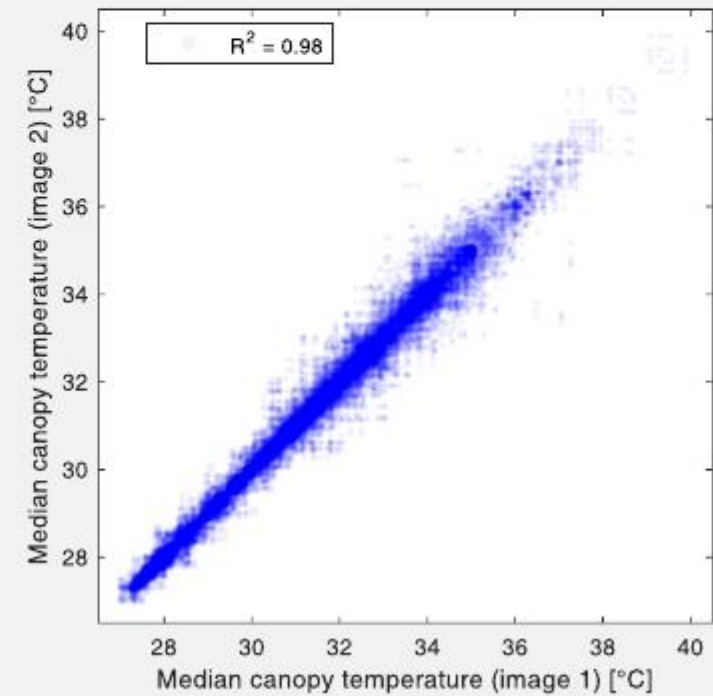
- Ground (地块)
- Damaged  
(损坏的部分)
- Healthy  
(健康的部分)







Technical repeatability (技术上的可重复性)  
(one plot, multiple images) (一个图上有许多图像)





## Drone systems (无人机系统)

- Fast and easy usage (方便快捷)
- Very high throughput (图像数据产出量大)

## Mobile ground systems (移动地面系统)

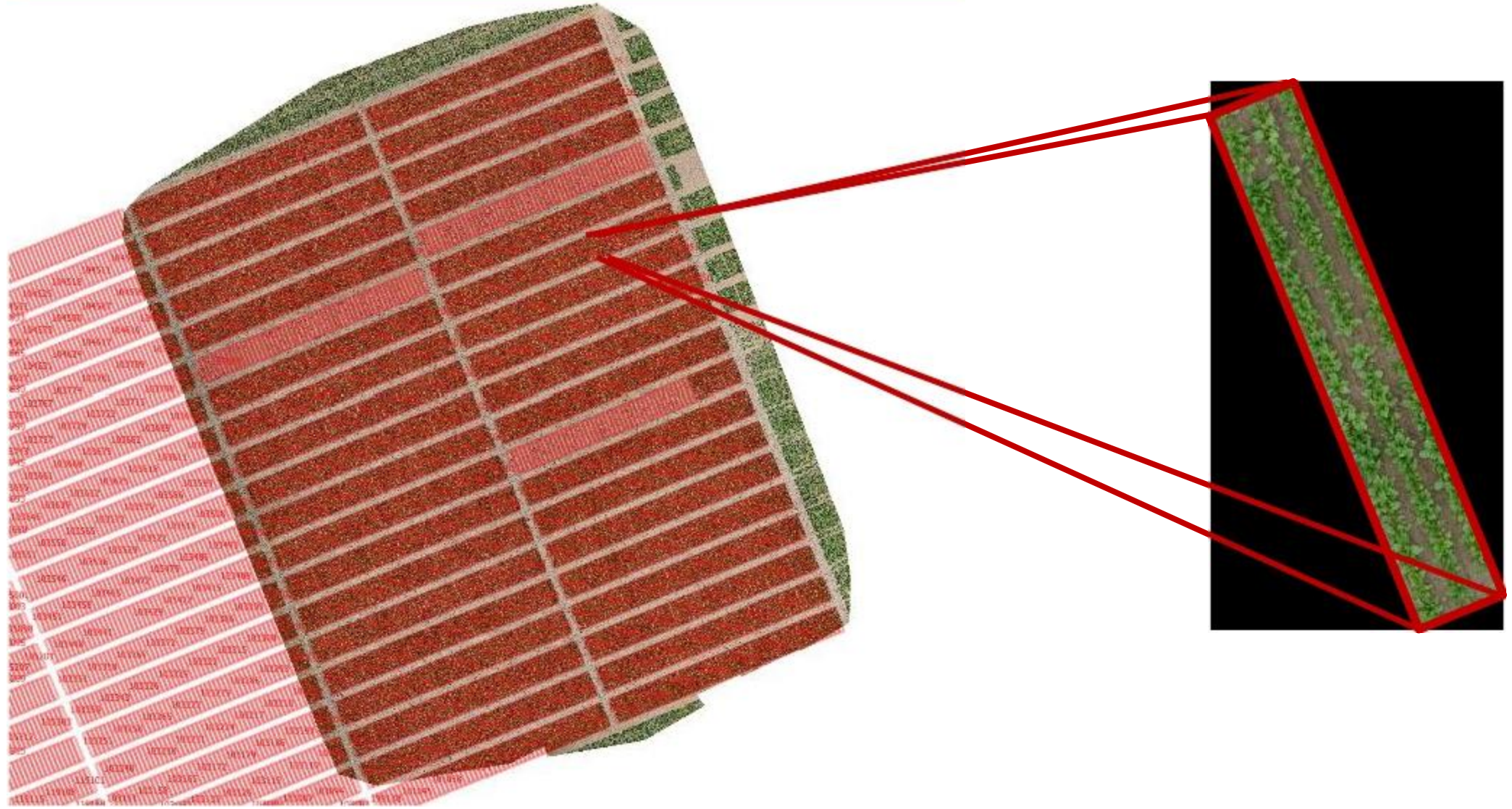
- Multiple sensors (多种传感器)
- Alternative, if drones are not usable (属于无人机的替代品)

## Stationary ground systems (固定地面系统)

- Multiple sensors (多种传感器)
- Especially suitable for high temporal resolution (特别适用于瞬时清晰度)



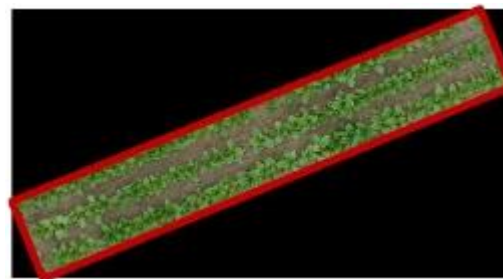
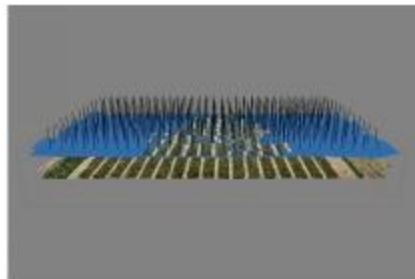
# Automation enables high-throughput ... starting with digital sowing (自动化可以实现很高的图像产出率, 从而数字化播种开始)



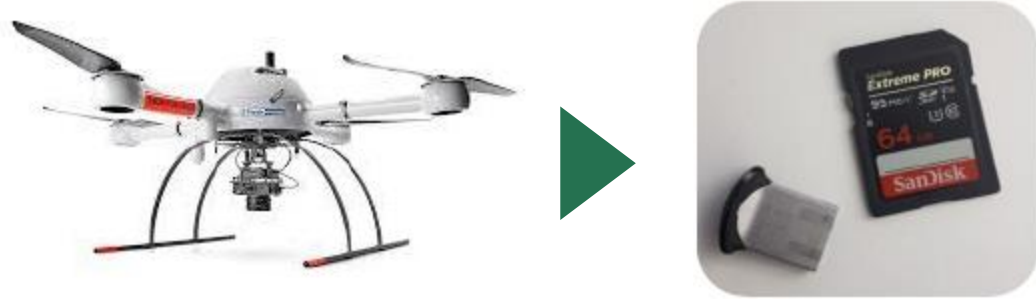
... followed by data acquisition and data analysis.  
随之而来的是数据的采集和分析



data analysis pipeline for phenotypic data (对表型数据进行分析的流程)



# Phenotyping dataflow (表型数据流)



Data acquisition  
数据采集

processing software  
软件处理

Traits & Maps  
性状及分布图

Breeding Database  
育种数据库

Digital fieldplan  
数字地块规划  
Trait selection  
性状选择

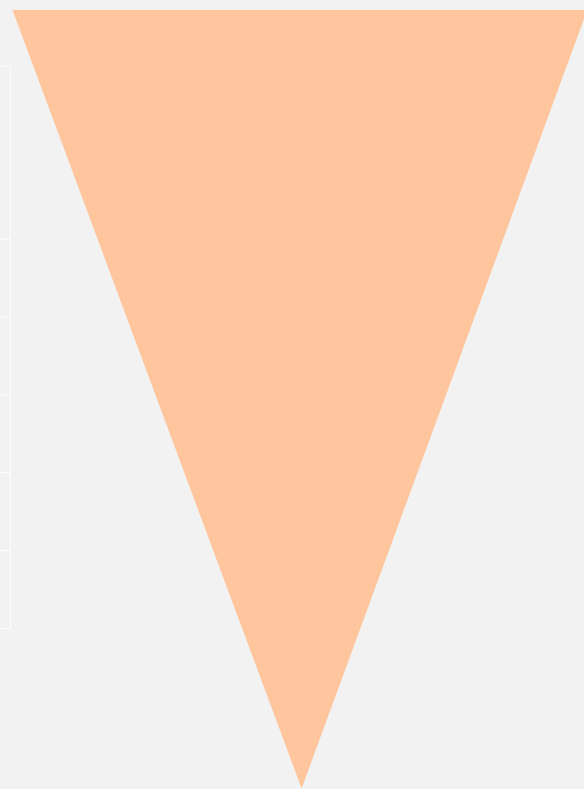


# Selection process (选择过程)



Number of tested varieties 测试品种的数量

| year<br>(年) | #varities<br>(品种数量) | (x) |
|-------------|---------------------|-----|
| 1           | 20000               |     |
| 2           | 4000                |     |
| 3           | 400                 |     |
| 4           | 100                 |     |
| 5           | 20                  |     |



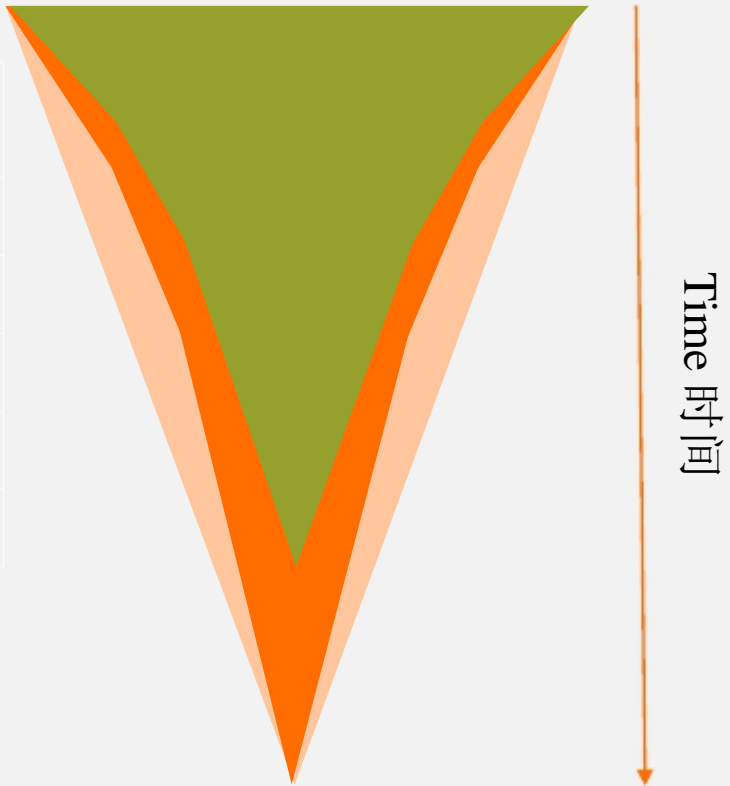
Time 时间





Number of tested varieties (测试品种的数量)

| year | #varities | (x) |
|------|-----------|-----|
| 年 1  | 20000     |     |
| 2    | 4000      |     |
| 3    | 400       |     |
| 4    | 100       |     |
| 5    | 20        |     |



Added value of digital value: 数字化的额外价值

- Reducing amount of varieties 减少品种数量
- Reducing time of whole breeding process 减少育种需要的时间

- I. 无损的植物测量方法
- II. 试验产出量大
- III. 更加精确的植物测量方法（基于时间和地点的标准化流程）
- IV. 能够识别复杂的植物特征
- V. 为我们作物的生物多样性提供了数字化的描述方法





感谢关注！

Christian Jebsen RD-LS-PT KWS Saat SE

ZUKUNFT SÄEN  
SEIT 1856

