



# Development of a Remote Ecological Monitoring System

**Prof. Joe-Air Jiang, Ph.D., P. Eng.**

**Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University**



# Outline

- 害蟲獵人的目標 — 緣起(東方果實蠅、斜紋夜蛾)
- 害蟲獵人使用的技術 — M2M, WSN技術簡介
- 害蟲獵人精良的武器 — 植物動態疫情監測系統
- 害蟲獵人的成果 — 疫情監測系統實際佈建展示
- 害蟲獵人的夥伴 — M2M網路相關延伸應用
- 害蟲獵人的夢想 — M2M網路未來應用潛力

# 緣起



縷縷陽光透過茂密的枝葉，無數的金黃與嫩綠錯落於繁盛枝桠中。一隻隻小小的果實蠅由遠飛近四處盤旋，最後在一顆顆漂亮的柑橘上稍做停留，尾部似乎做了什麼動作，然後頭也不回地離去。

日落月升，月沉日出。

金黃色的水果卻慢慢地變形，然後從樹梢墜落。伴隨著腐爛的酸氣，一隻隻乳黃色的幼蟲從中蠕動而出。

幼蟲逐漸長大，換上黑棕色相間的外衣，長出翅膀，向下一個目標飛去。

每當果實蠅經過，金黃色的水果就越來越少，乳黃色的幼蟲就越來越多，果實蠅也越來越多……。



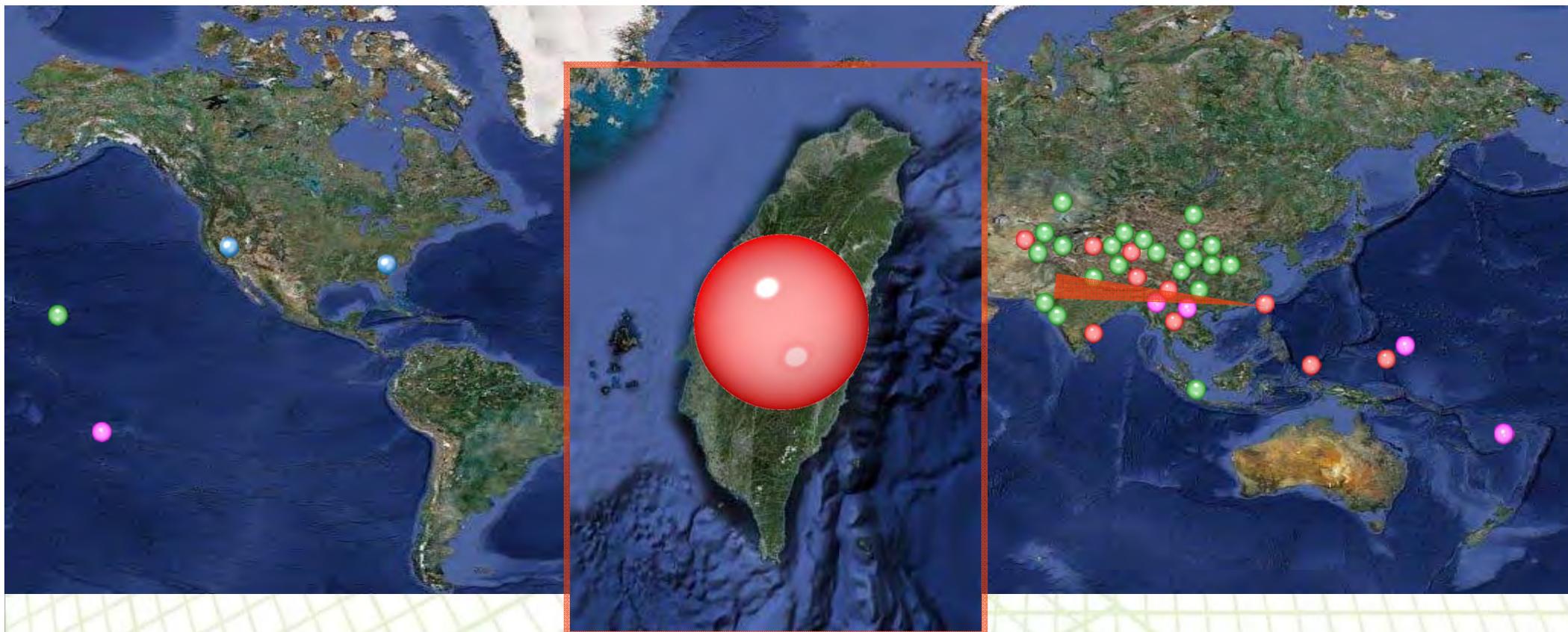
# 緣起

臺灣，位處熱帶與亞熱帶交界，又擁有陡峭多變的地形，綜合氣候以及地形的特性，形成豐富的生態環境，肥沃的土地孕育出許多的作物。

臺灣水果世界聞名，如愛文芒果，嘉義高接梨和牛番茄等等，都是農業外銷的主力，其他主要作物以及花卉，也在國際上有一定的地位。然而這些高經濟作物卻深受**東方果實蠅**、**斜紋夜蛾**等重大的傷害，每年導致我國農業達**數十億**之損失。



## Distribution Maps of Oriental Fruit Fly



**National record**

**Subnational record**

**2006/9/19**

 **Present**

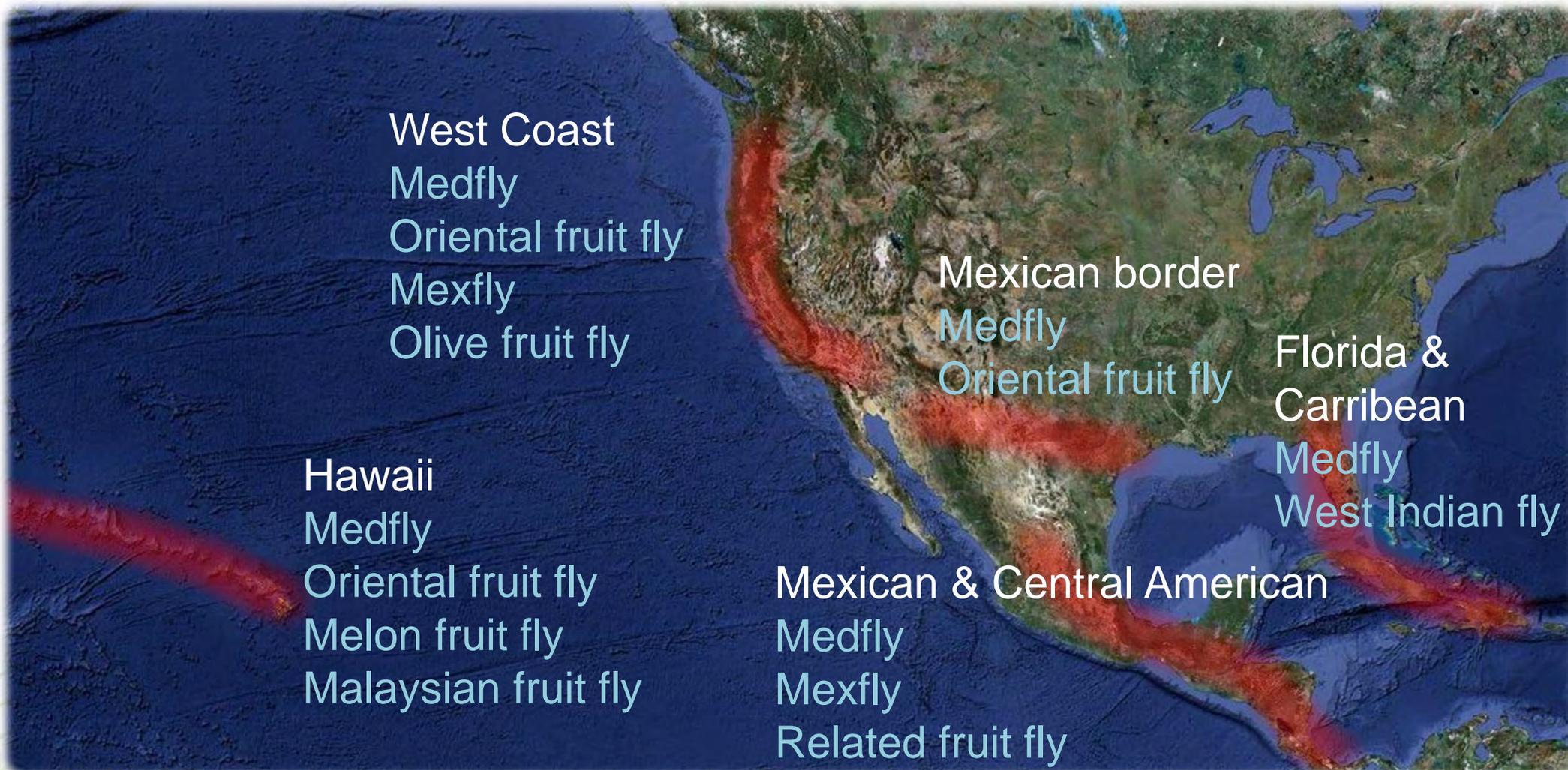
 **Present**

 **Present only in some areas**

 **Present only in some areas**

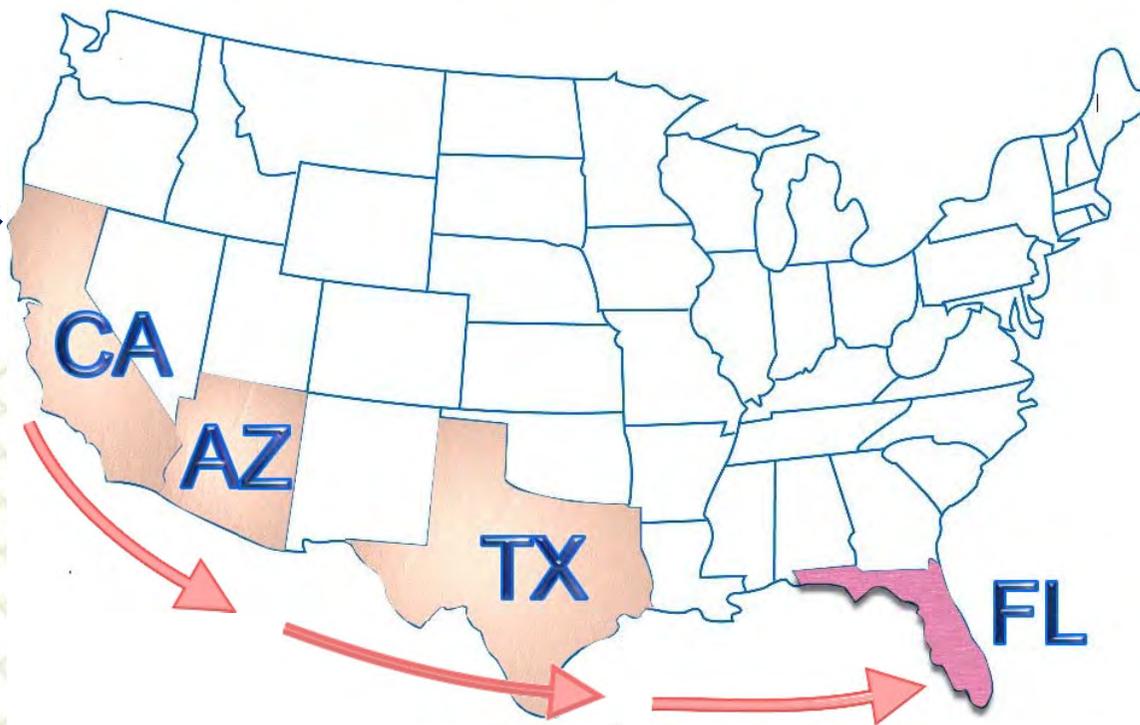


# 緣起



## STRATEGIC GOALS: 2006 - 2010

- 2006 ~ 2010
- 160,000 traps in 10 southern States & Puerto Rico
- Early detection purpose



- Prevent individual fruit fly introductions from becoming established populations
- Prevent the spread of exotic fruit flies from infested areas within the United States.
- Mitigate the risk of introductions of exotic fruit flies from offshore sources.

# 緣起

## 臺灣東方果實蠅族群監測系統

- 成立於1994年
- 共有613個GPS站分佈於 61個鄉鎮 (2008年新增16個位置)
- 每個鄉鎮設置9個誘蟲器
- 東方果實蠅密度監測採旬報發行，每月3次，約略10天一次

自數量統計到發佈資料大約需要20天，  
無法即時反應果實蠅大量發生時機



## 研究動機與目的

- 東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))為臺灣果樹重要害蟲，也是全世界非疫區國家急欲防堵的重要檢疫害蟲。臺灣地區有記錄之危害果樹達八十餘種。
- 斜紋夜蛾(*Spodoptera litura* (Fabricius))為雜食性害蟲，寄主廣泛，初孵化之幼蟲有聚集性，多以啃食葉肉為生，被啃食葉片多具不規則孔洞或殘缺葉面，危害作物包括蔬菜、花卉、雜糧及果樹等作物，全年皆可發生。
- 目前政府部門與農民皆倚賴人工計算由誘捕器所捕獲的害蟲數量，來判斷害蟲危害情況與決定化學防治的時機。本研究藉由無線感測器網路技術(Wireless Sensor Network, WSN)實地進行區域性的害蟲棲群監測，建構出自動化植物疫情動態監測網。

# 緣起

## 傳統棲群密度調查

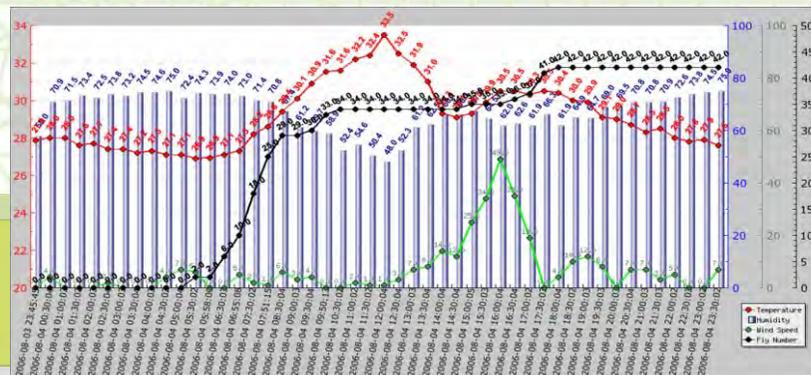


以人力計數方式進行調查統計，受限於空間、地形、時間、人力

## 自動化ICT技術

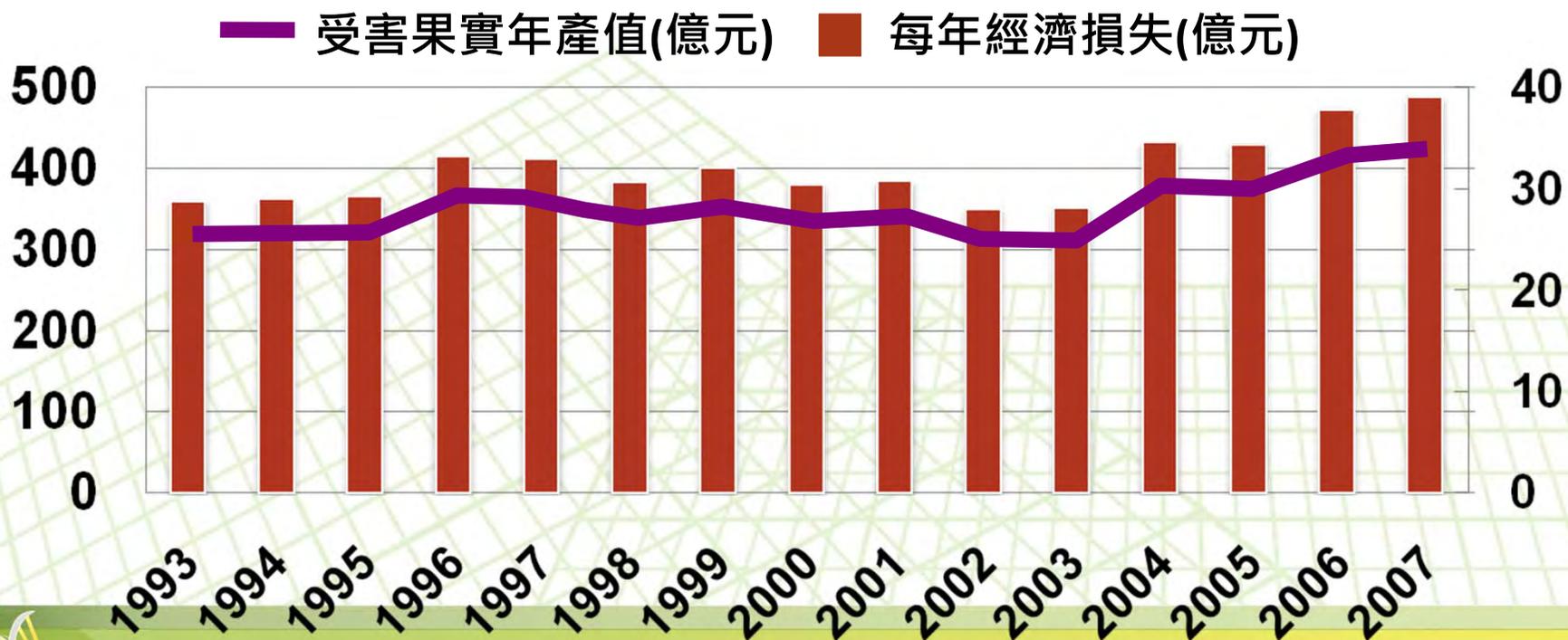


藉此強化工作效能與即時有效監控，藉以提升農業資訊監測自動化在果園作物生產管理工作上的實質效能。

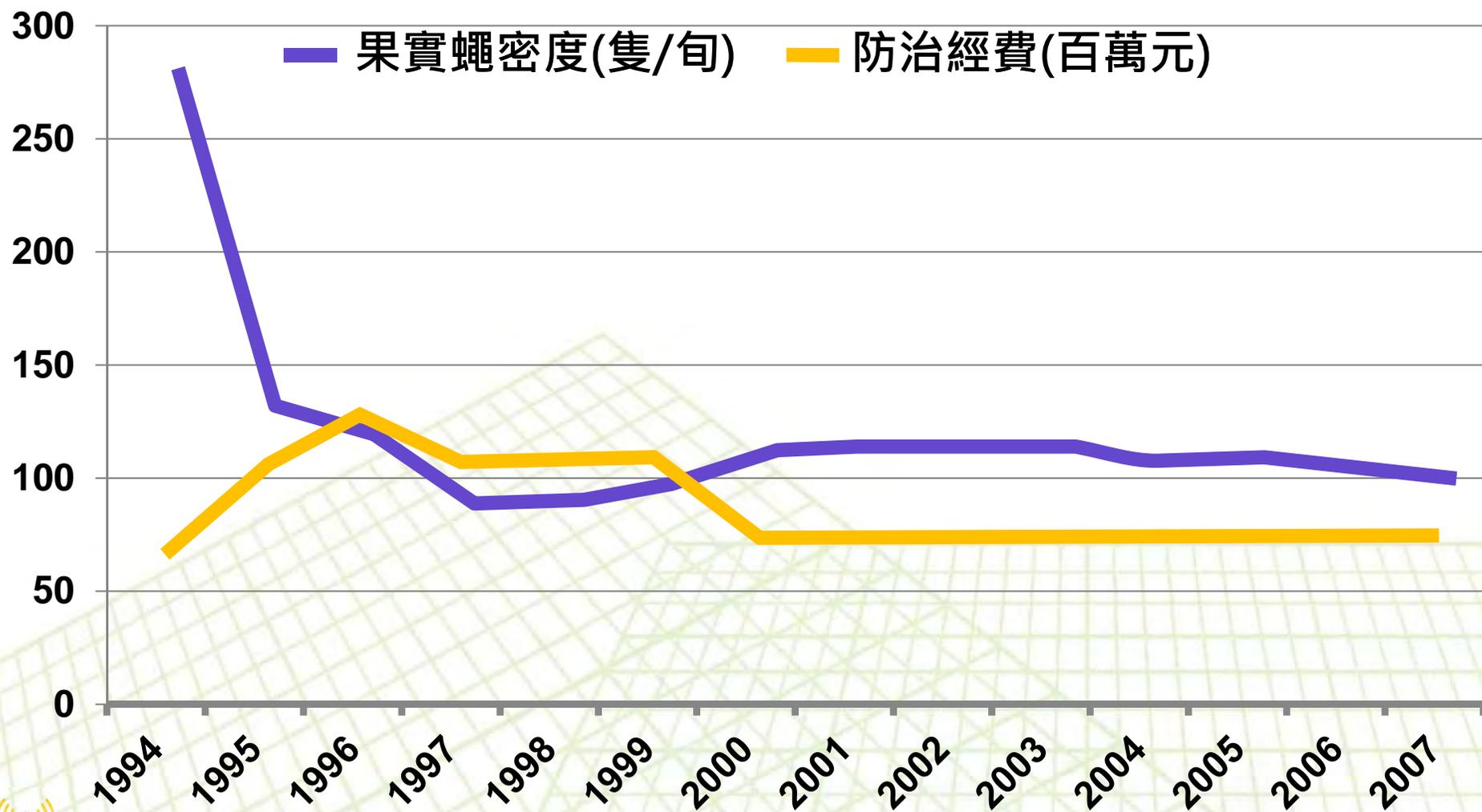


# 緣起

- ❏ 受害果實年產值近**400億元** (2007年)，以受害率10%來估算，**每年**直接經濟損失約**40億元**。
- ❏ 除直接經濟損失外，尚有農民防治成本、政府防治經費、研發經費、出口檢疫處理。



# 緣起





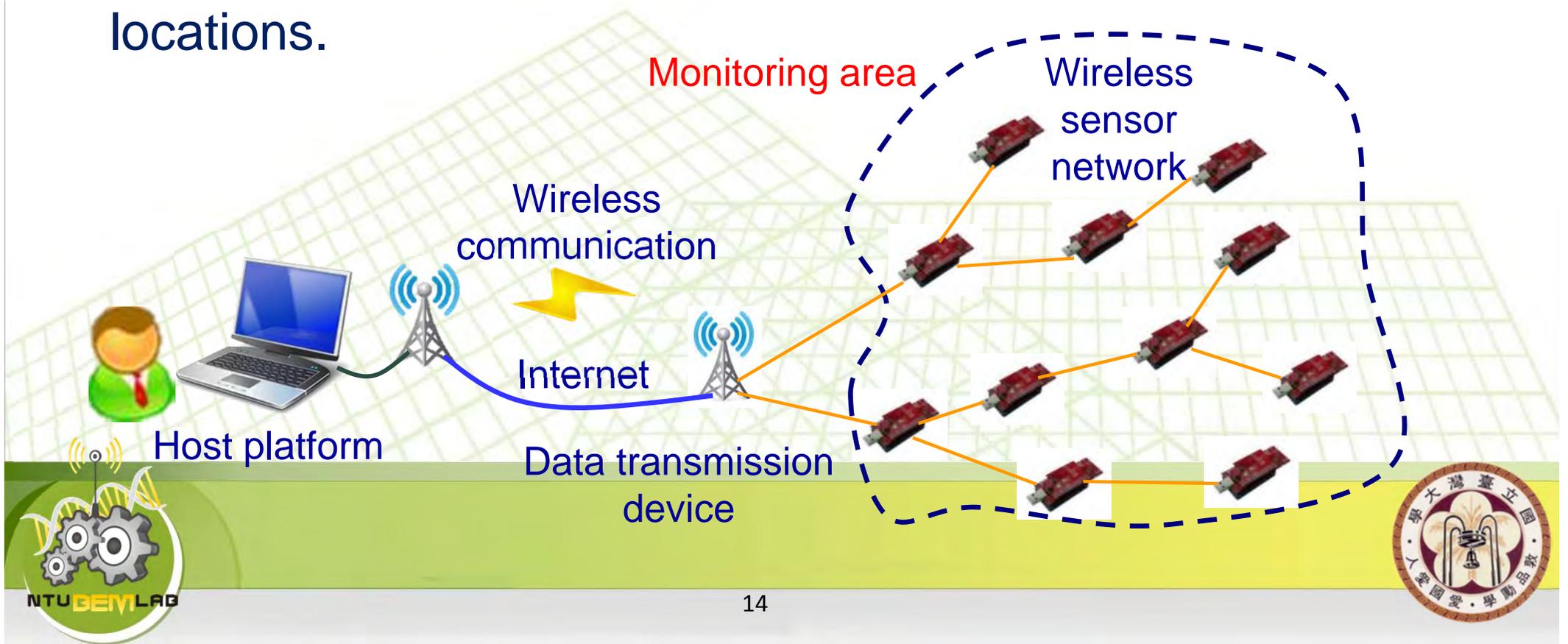
NTU BEM LAB

# M2M、 WSN技術簡介



# M2M、WSN技術簡介

A wireless sensor network (WSN) is a wireless network consisting of spatially distributed autonomous devices using sensors to cooperatively monitor physical or environmental conditions, such as temperature, sound, vibration, pressure, motion or pollutants, at different locations.



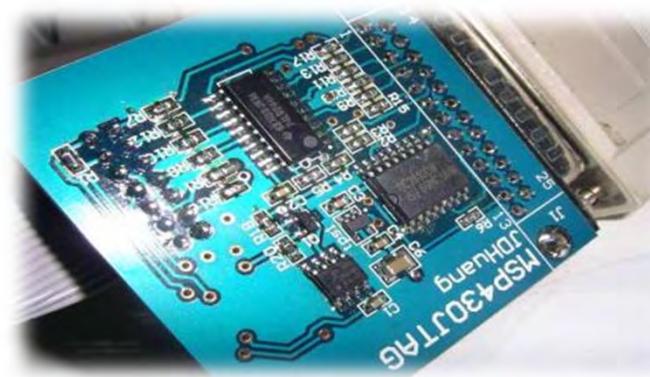
# M2M、WSN技術簡介

## ❑ Sensor nodes developed in Taiwan:

Simple Node (NTU, 2007)



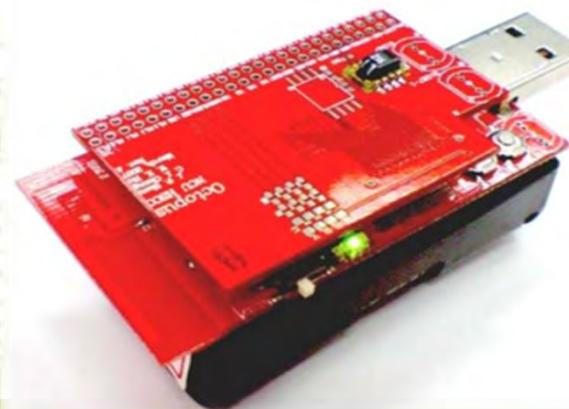
Super Node (NTU, 2007)



Gateway USB dongle (NTU, 2007)



Octopus II (NTHU, 2007)



摘自: WSN計畫辦公室展示網頁 (<http://www.wsnc.ntu.edu.tw/>, 2007/10/5)

# M2M、WSN技術簡介

## ❏ Characteristics of Wireless Sensor Networks

- Deployment of WSN is easy.
- Wiring cost of WSN is pretty low.
- WSN is suitable for the place where wiring is difficult.
- WSN can be deployed in no power supply areas.
- WSN belongs to dynamic and autonomous operation network.

## ❏ Limitations of Wireless Sensor Networks

- Limited power supply
- Limited memory or processing capability



# M2M、WSN技術簡介

## Advantages in ecological monitoring

- Remote distance between the researcher and observational sites.
- The temporally and spatially dense monitoring afforded by this technology promises to reveal previously unobservable phenomena.
- Sampling intensively over large spatial scales which otherwise would not be feasible even with an army of graduate students
- Making high-frequency observations that create enormous data streams.
- Observing phenomena unobtrusively (e.g. viewing cryptic or secretive animals, capturing events not possible before without imposing impacts on the local environment.)

John Porter, Peter Arzberger, Hans-Werner Braun et al. "Wireless Sensor Networks for Ecology," *Bioscience*, 55(7), 561-572, July 2005





NTU BEM LAB

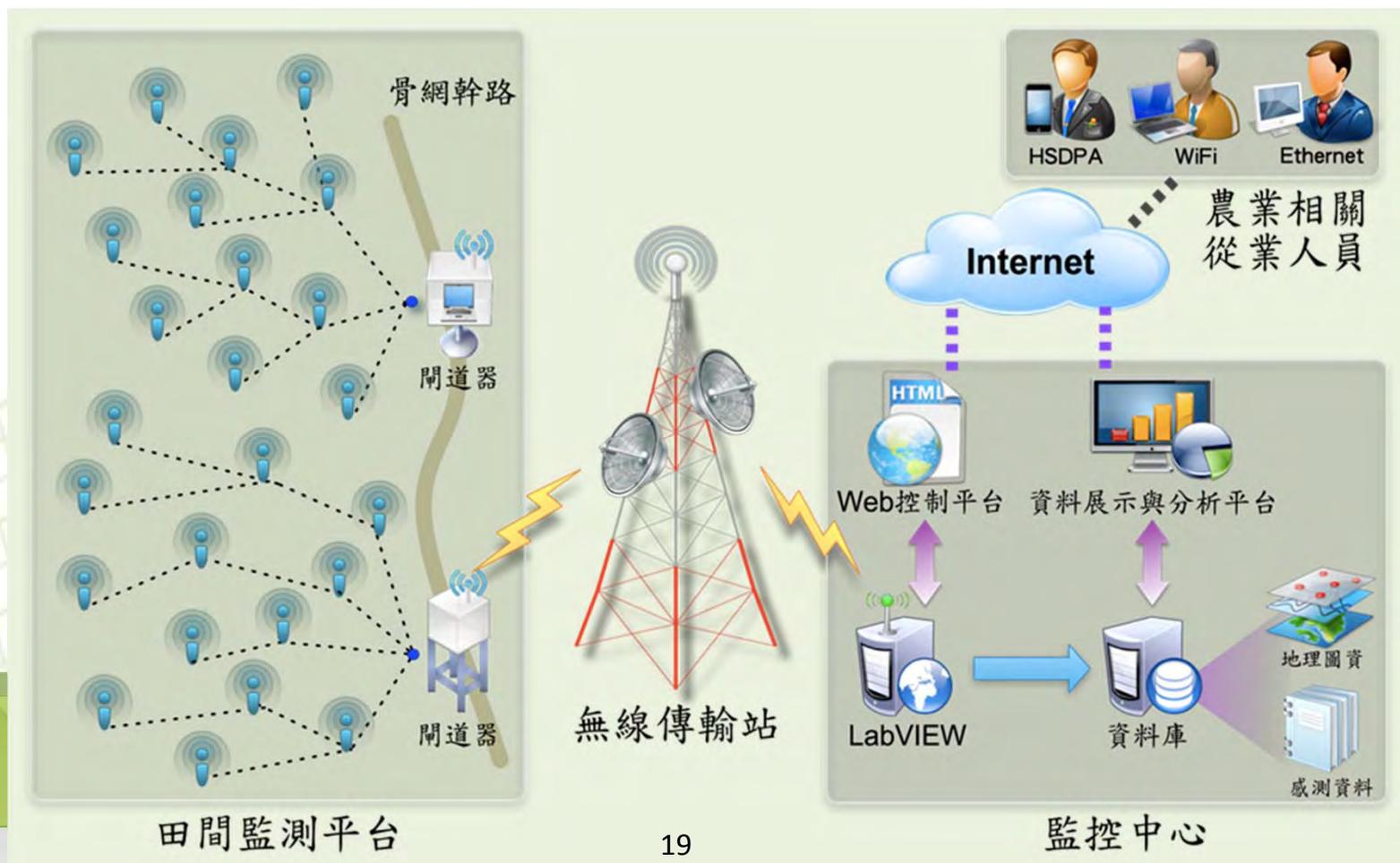
# 植物疫情 動態監測網



# 植物疫情動態監測網

## 運用機電整合技術結合

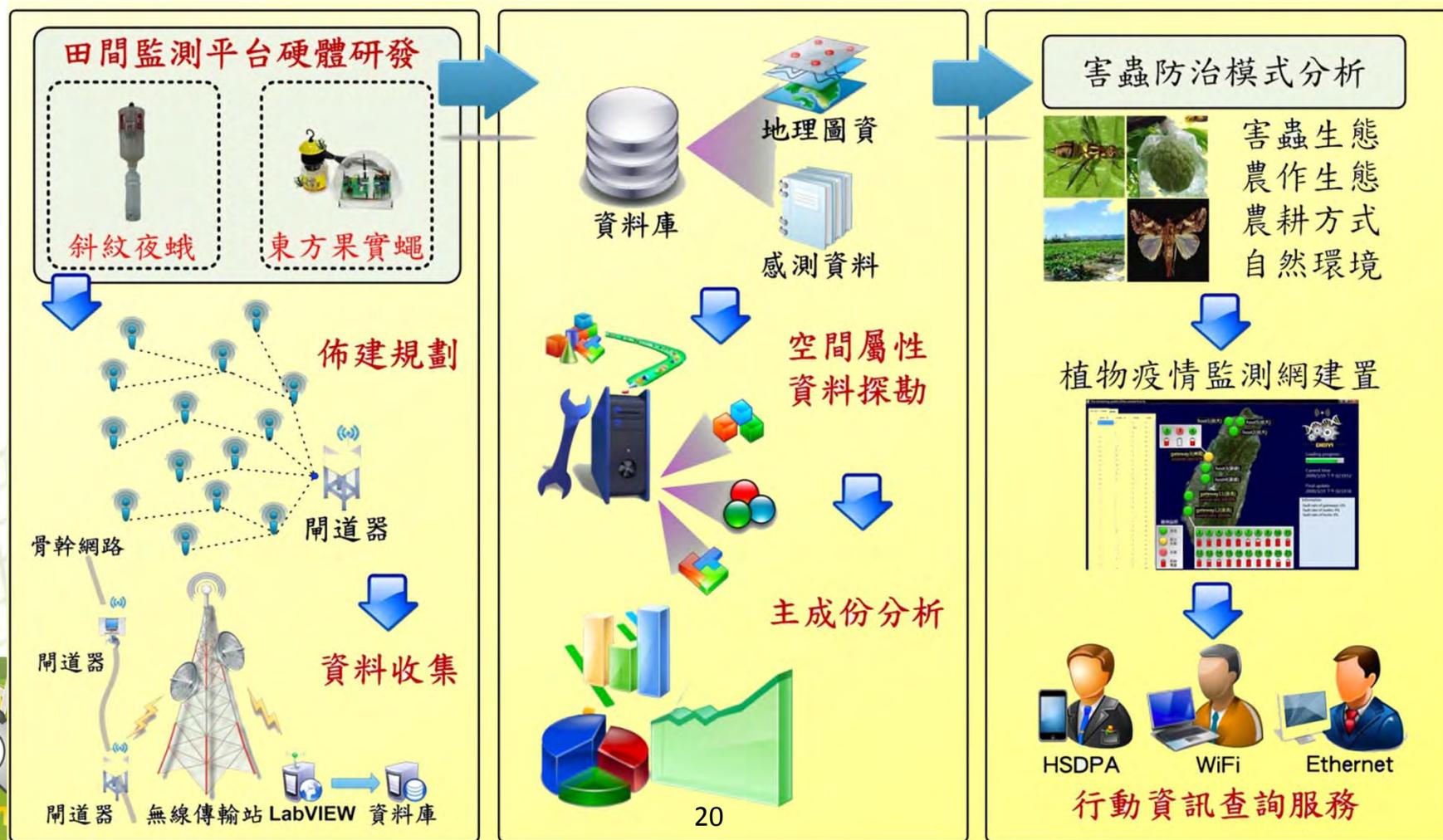
- 無線感測器網路技術
- GSM行動傳輸技術
- 網際網路技術



# 植物疫情動態監測網

## 系統架構圖

- 本系統之架構包含田間監測平台以及監控中心，閘道器彙整資料後，透過GSM行動通訊技術，將資料傳送至後端監控中心，利用LabVIEW程式存放至MySQL所架設之資料庫系統中，以利相關人員查詢。



# 植物疫情動態監測網

## 智慧型無線自動化誘捕節點

- ▶ 多個無線感測器節點構成一監測網：整合果實蠅自動計數偵測電路與內裝誘引劑之蟲筒，利用無線感測器通訊模組接力傳輸執行即時資料監測，可量測果園栽植區之溫度、溼度、照度與果實蠅蟲數。

(this figure is removed)

# 植物疫情動態監測網

## ☒ 無線感測器節點研製-東方果實蠅誘捕裝置

- 誘引通道以一體成型方式加工，在製作上可以節省人力時間。除此之外，我們亦設計了兩段式紅外線計數機制，可使蟲數計數更為準確。

(this figure is removed)

# 植物疫情動態監測網

## 斜紋夜盜蛾監測與預警系統

- ▶ 臺灣地區各類型農作物栽植區容易受到各類害蟲影響，其中斜紋夜盜蛾啃食菜葉類食物尤其嚴重，目前監測斜紋夜盜蛾的方法多利用性費洛蒙搭配傳統誘殺器加以捕捉，再以人工計數方式進行統計，因此傳統的調查監測方式，無法達到全面性的監測分佈與即時回報性！



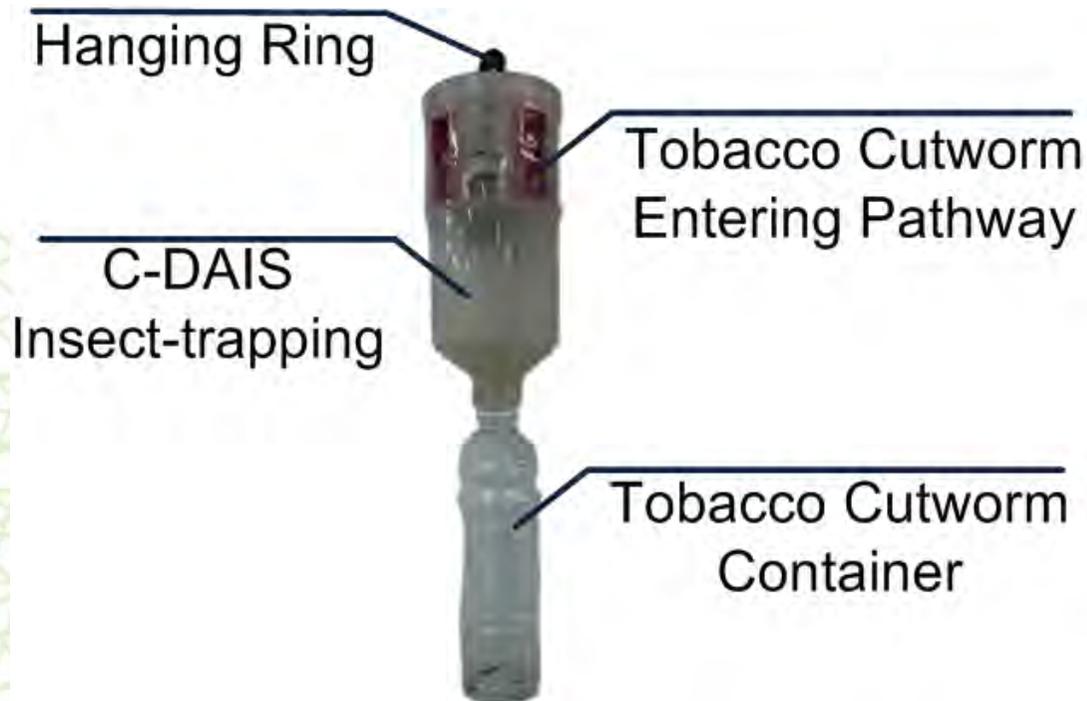
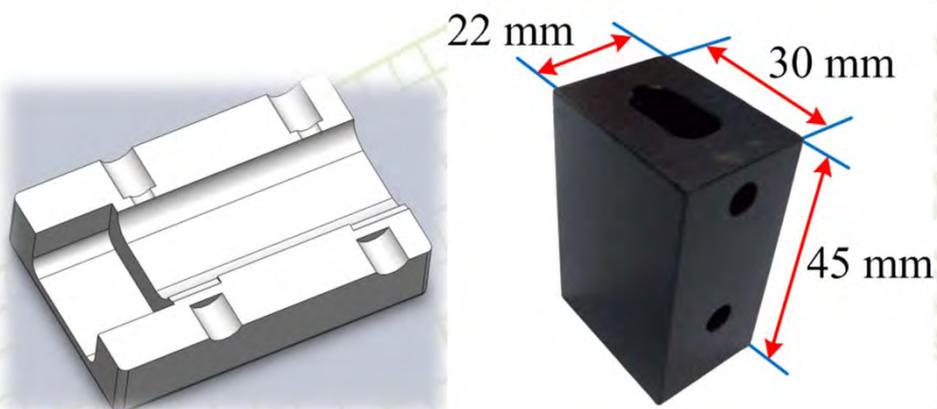
斜紋夜盜蛾



# 植物疫情動態監測網

## ☒ 無線感測器節點研製- 斜紋夜盜蛾誘捕裝置

- ▶ 針對**特定種類**的害蟲，設計誘引**通道**，搭配不同類型的誘捕裝置。並且利用性費洛蒙誘引原理，在裝置內擺放性費洛蒙，使誘捕裝置擁有**專一性**。



# 植物疫情動態監測網

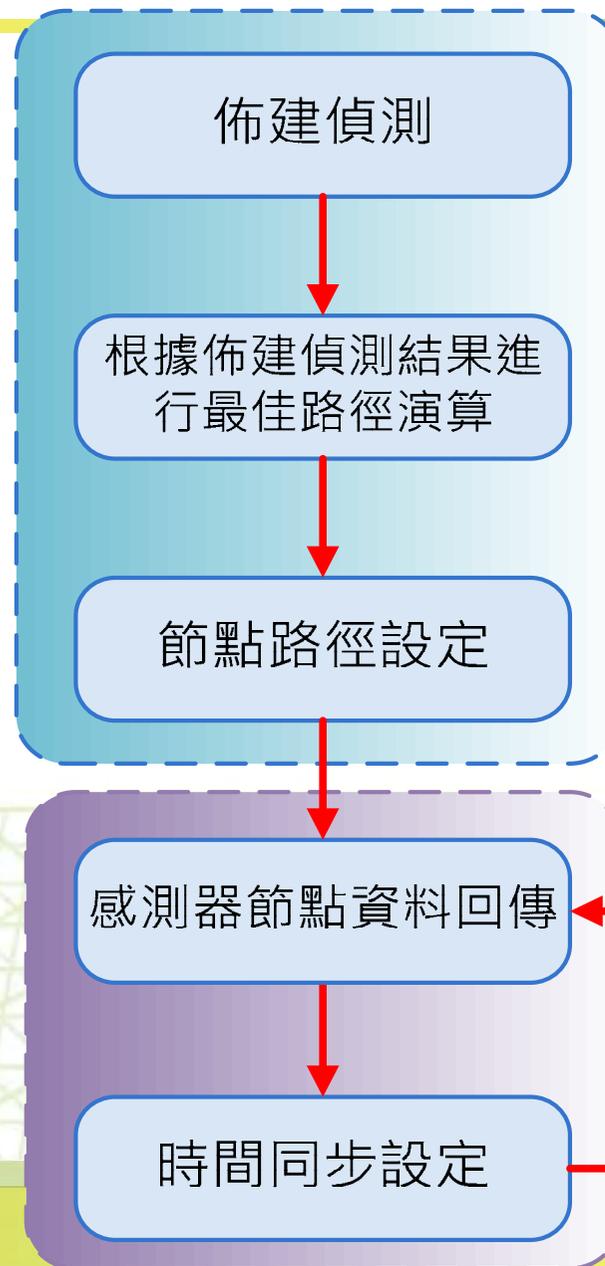
## 田間監測平臺通訊協定設計

### S-MAC 動作流程

- 佈建偵測
- 根據結果進行最佳路徑演算
- 節點路徑設定
- 時間同步設定
- 感測器節點資料回傳

佈建設定

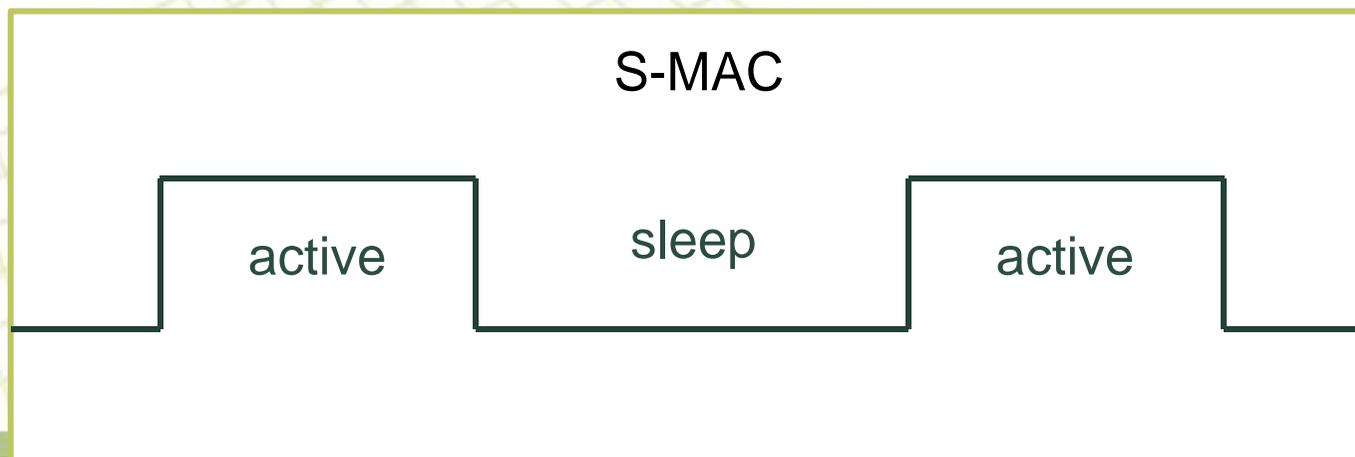
資料回傳



# 植物疫情動態監測網

## 田間監測平臺通訊協定設計 S-MAC (Sensor-MAC)

- 感測器網路的封包傳輸量少。
- 節點需要共同合作以完成傳輸任務。
- 感測器網路系統內部之節點具有封包的處理及融合能力。
- 感測器網路能夠容忍一定程度的通訊延遲。
- 該協定提供良好的擴充性。
- 可以有效的減少節點能量的消耗。

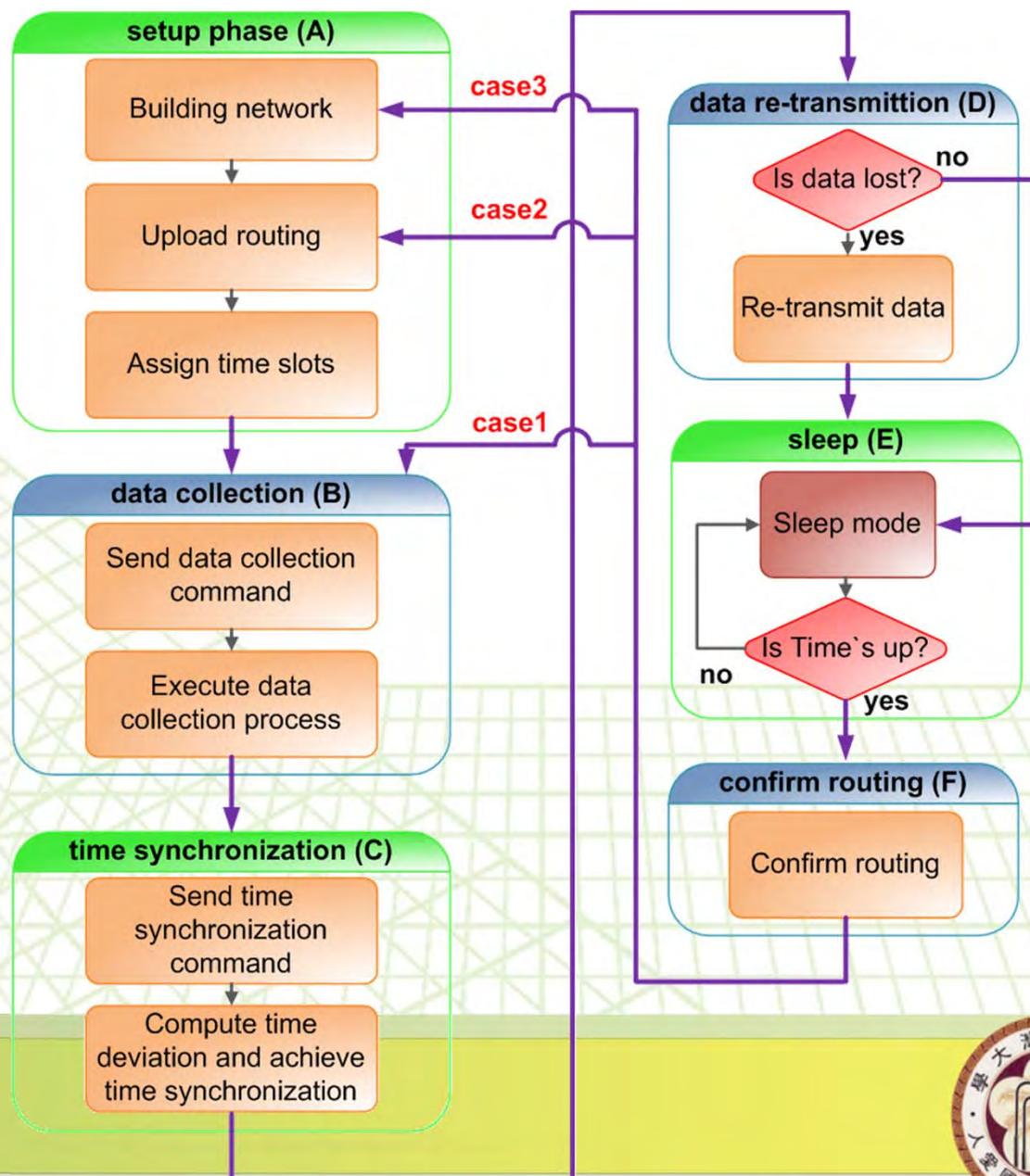


# 植物疫情動態監測網

## 田間監測平臺 通訊協定設計 F-MAC程式流程

➤ 可分為六大部分：

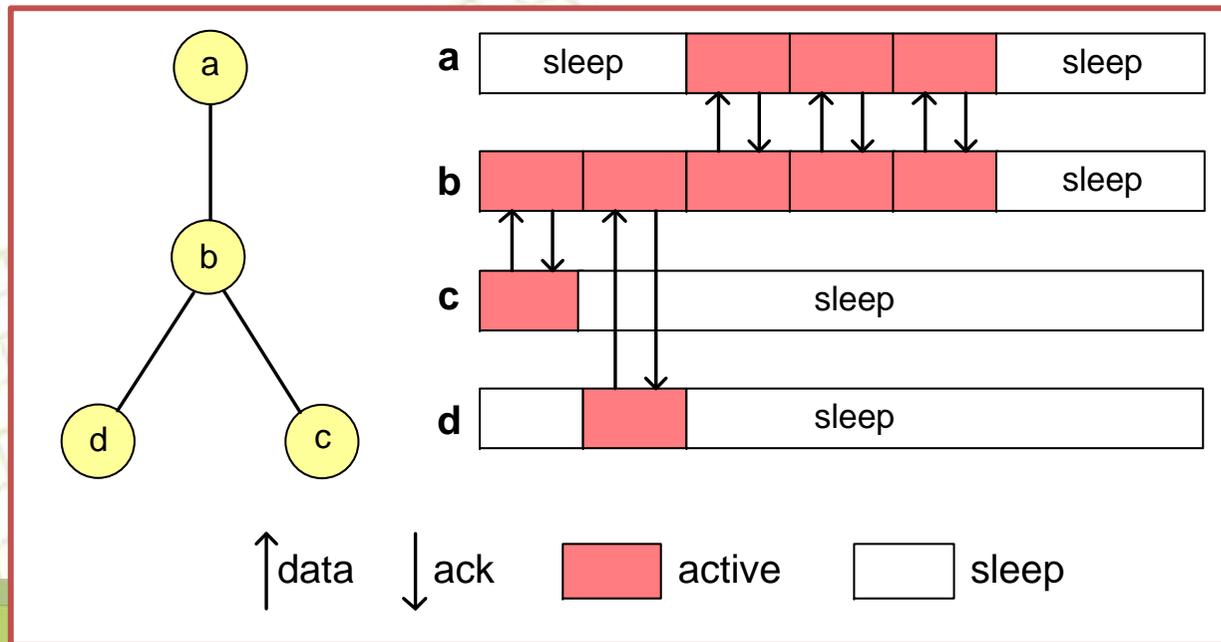
- 網路佈建流程(A)
- 資料傳輸流程(B)
- 網路對時流程(C)
- 資料補傳流程(D)
- 睡眠節能流程(E)
- 節點路徑確認(F)



# 植物疫情動態監測網

## 田間監測平臺通訊協定設計 F-MAC (Field MAC)

- 配合生態環境監測的需求及無線感測器網路本身的限制，在無線感測器網路MAC協定的設計上必須要能省電、維持網路穩定、完整且持續的資料收集，及簡單、容易配置等特點。為了符合生態監測系統的需求，本團隊今年度設計了一個新的MAC (Field MAC)協定，並使用在節能型田間閘道器上。



F-MAC資料  
傳輸示意圖

# 植物疫情動態監測網

## PC型田間閘道器研發

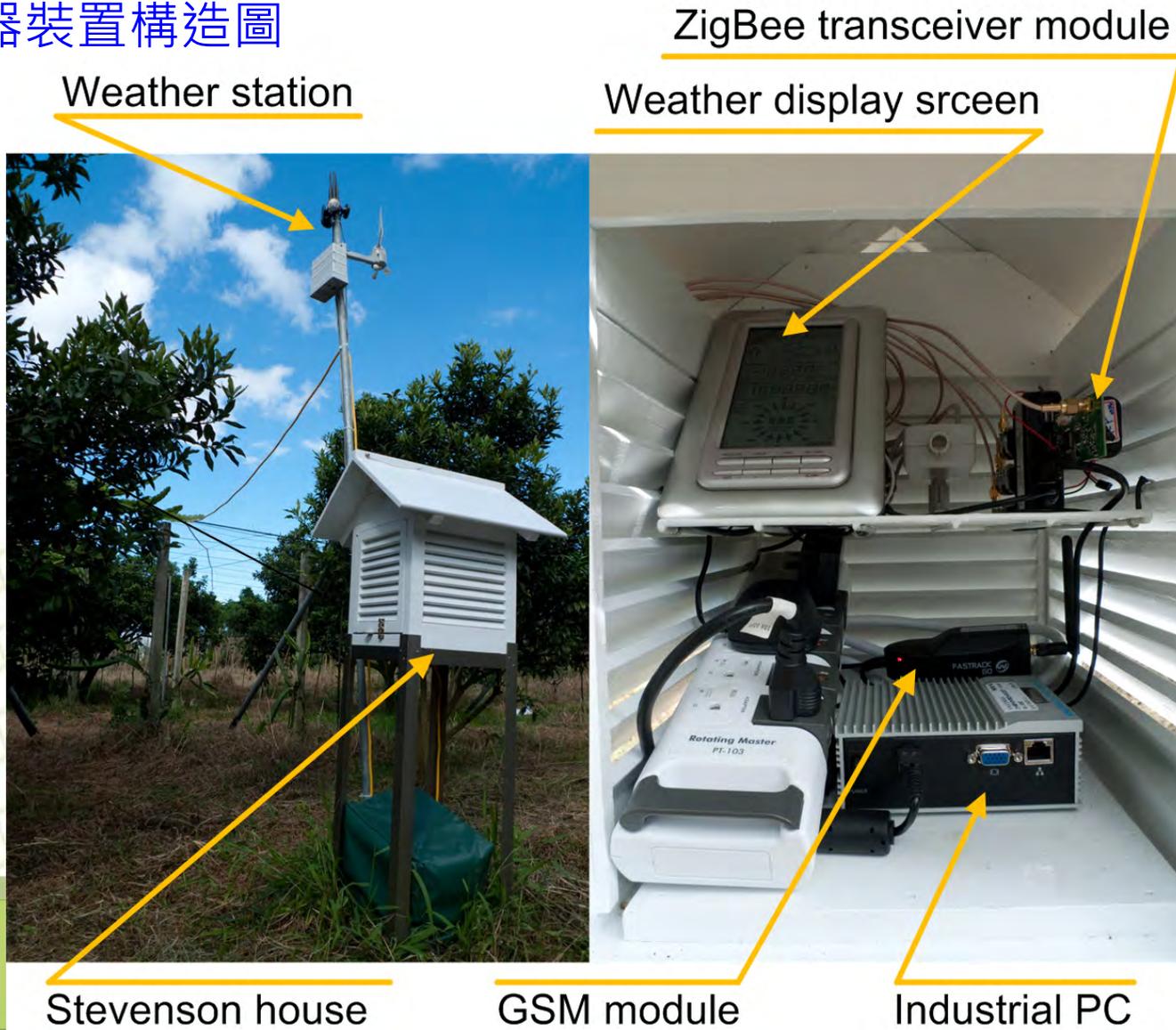
- 本閘道器內裝置一顆Basenode負責RF傳送與接收，藉此可透過TOSBase、JAVA、TinyOS Library來管理、收集感測器節點的資料，並將所收集的資料透過手機模組經由GSM系統傳送到遠端主控平台。
- PC型田間閘道器擁有下列功能：
  - 遠端簡訊重新佈建功能
  - 遠端簡訊調整訊號強度功能
  - 檢訊通報功能
  - 遠端系統重置功能
  - 即時影像回傳功能



# 植物疫情動態監測網

## PC型田間閘道器研發

### 閘道器裝置構造圖



Weather station

ZigBee transceiver module

Weather display screen

Stevenson house

GSM module

Industrial PC

# 植物疫情動態監測網

## PC型田間閘道器研發

- PC型田間閘道器採用La crosse technology所代理的WS-2316 氣象模組。如下圖所示，該氣象模組為一整合型環境參數感測系統，搭配LCD顯示器可顯示即時氣象資訊供現場人員參考。



Wind sensor



PC interface



WS-2316



Thermo-hygro sensor



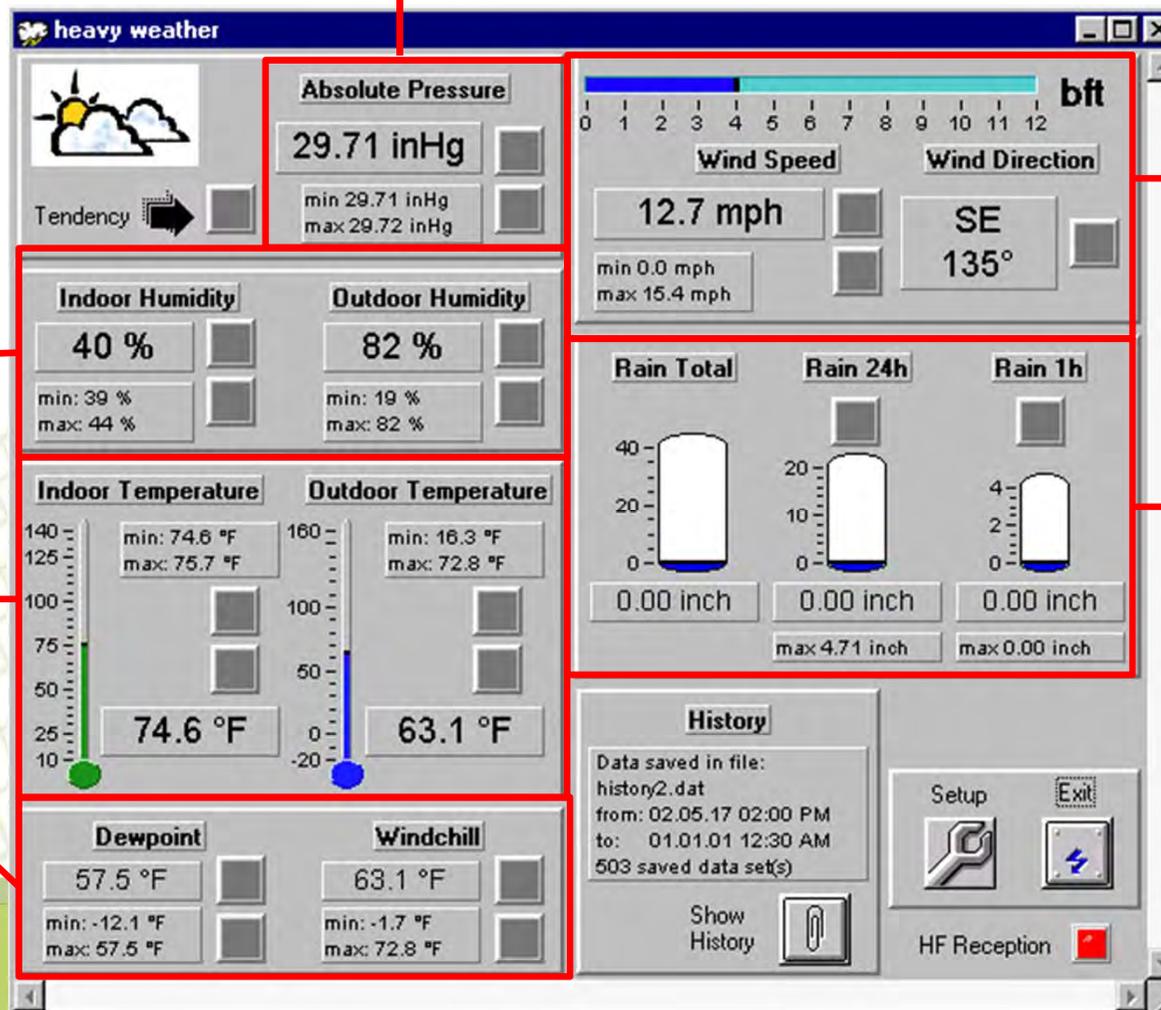
Rain sensor

# 植物疫情動態監測網

## PC型田間閘道器研發

➤ 氣象模組套裝軟體使用介面

絕對氣壓



風速和風向

室內溼度和  
室外濕度

室內溫度和  
室外溫度

露點溫度和  
風寒指數

雨量

# 植物疫情動態監測網

## PC型田間閘道器研發

- ▶ PC型田間閘道器之程式為**JAVA**撰寫，此程式採用圖形化人機介面設計，對於使用者操作起來十分便利。

The screenshot displays the NTU BEM LAB software interface, which is divided into several functional areas:

- System Information:** Displays WSN ID: 50, Node ID: 2,3,4,5,6,7, and Total Number of Nodes: 6. This area is labeled "目前系統資訊".
- System Operation:** A vertical sidebar on the right containing buttons for Data Collecting, Power Saving on, Power Saving off, Screen Clearing, Deployment, Node Info, Node Connection, Node Record, Test SMS, Route Info, and Del SMS. This area is labeled "功能按鍵選單".
- Configuration Options:** A section with four rows of settings, each with "Enable" and "Disable" radio buttons: Auto Rerouting, Timing Check, Power Saving Mode, and Auto Switch Tosbase. This area is labeled "功能操作選單".
- Network State Monitoring:** A large text area at the bottom showing real-time data and messages, such as "[temper=0x0]", "[hum=0x0]", and "Message <Packetform>". This area is labeled "閘道器即時運作視窗".

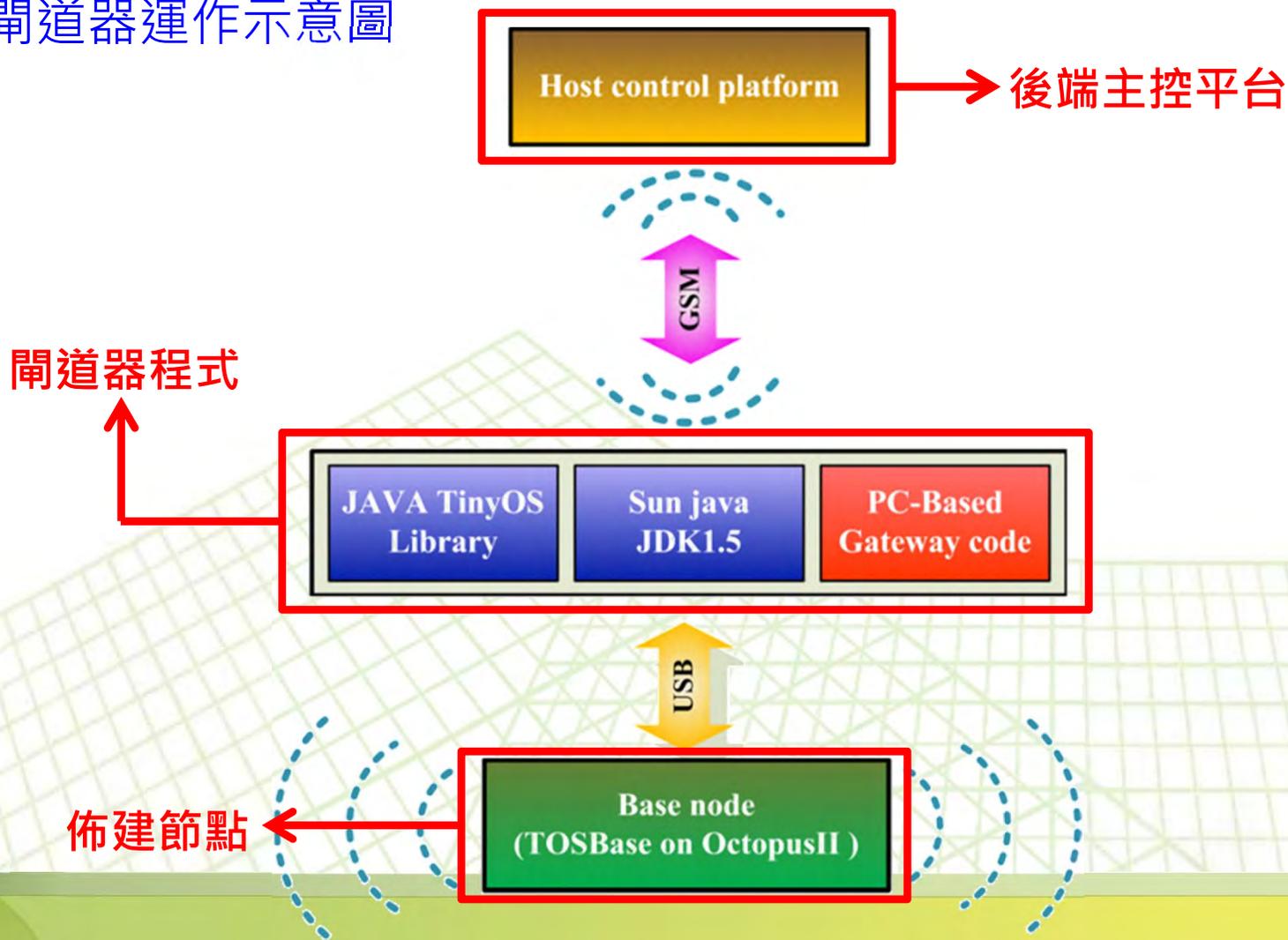
閘道器即時運作視窗



# 植物疫情動態監測網

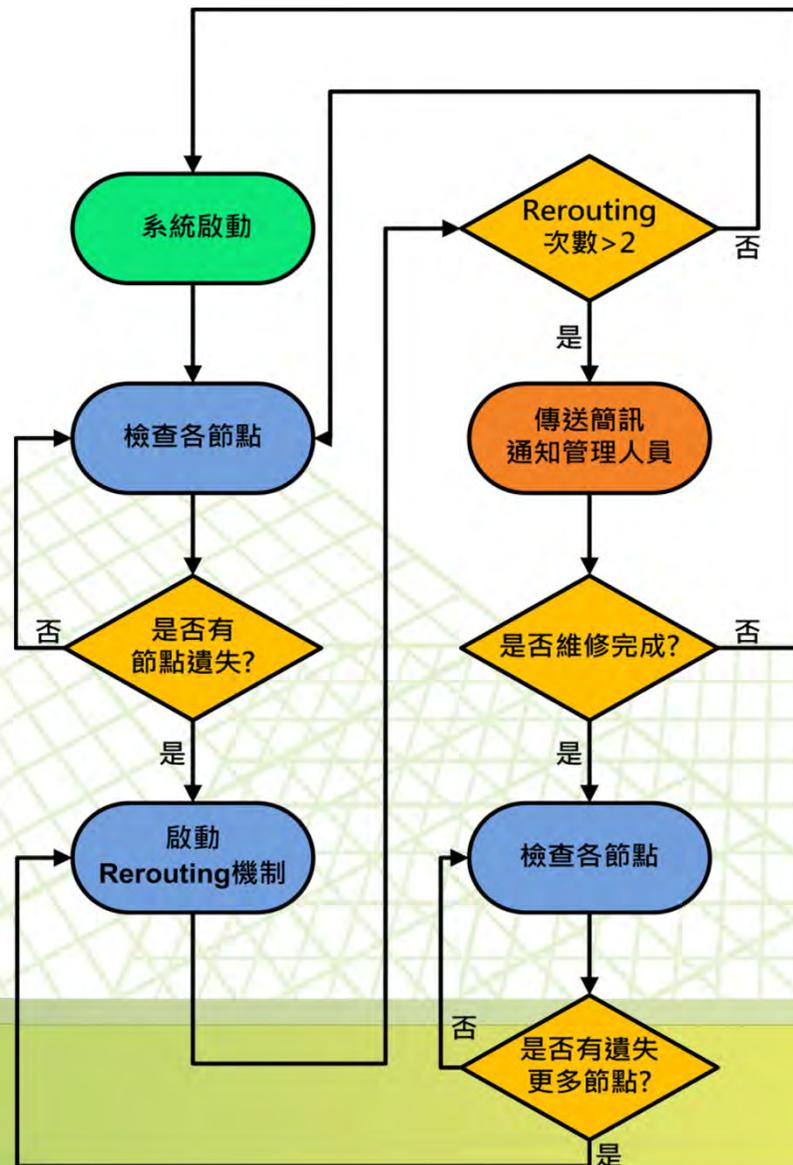
## PC型田間閘道器研發

### 閘道器運作示意圖



# 植物疫情動態監測網

## Auto-Rerouting 流程圖



# 植物疫情動態監測網

## ☒ 節能型田間閘道器研製

- 在電力供應不易取得的監測區域，本計畫另行開發以單晶片為核心的閘道器，期能達到低功耗的目的。並以RF模組加強無線傳輸訊號，供給更堅固的網路系統。
- 以德州儀器公司所發展的MSP430FG4619微控制器(microcontroller)為核心控制晶片，用以執行田間閘道器與各感測器節點間之資料傳輸與指令傳達等功能。

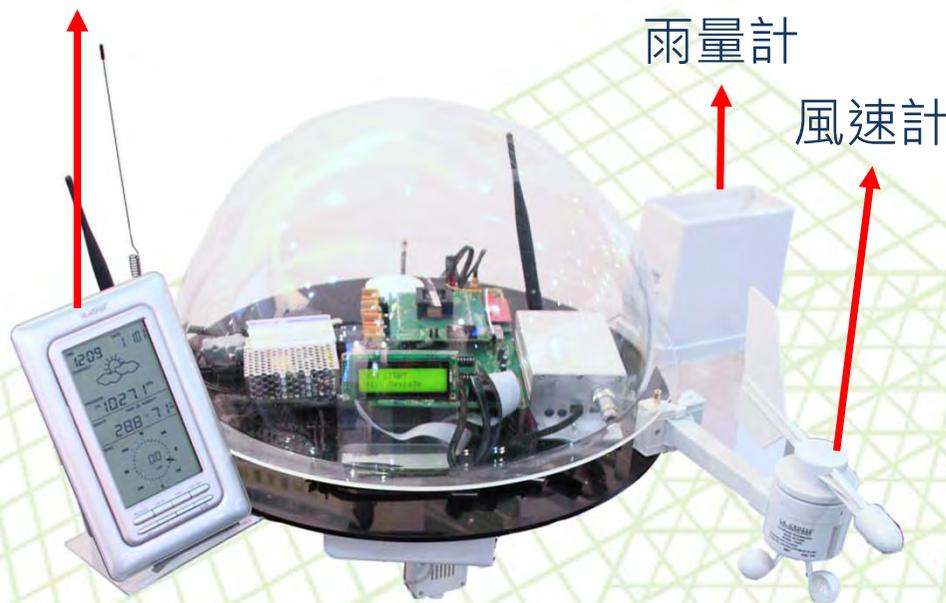


# 植物疫情動態監測網

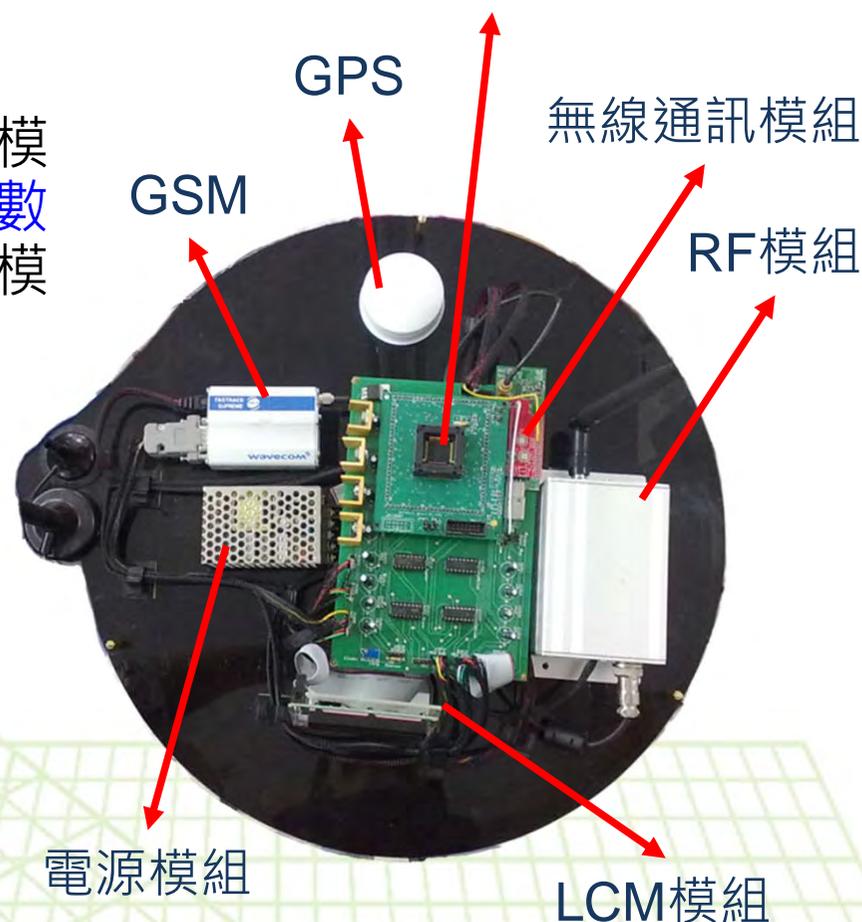
## ☒ 節能型田間閘道器研製

- ▶ 利用MSP微控制器的串列埠與周邊模組進行溝通，收集量測點的**氣象參數資訊**與**地理位置資訊**，再藉由GSM模組將感測資料傳送至上主控平台。

氣象模組面板



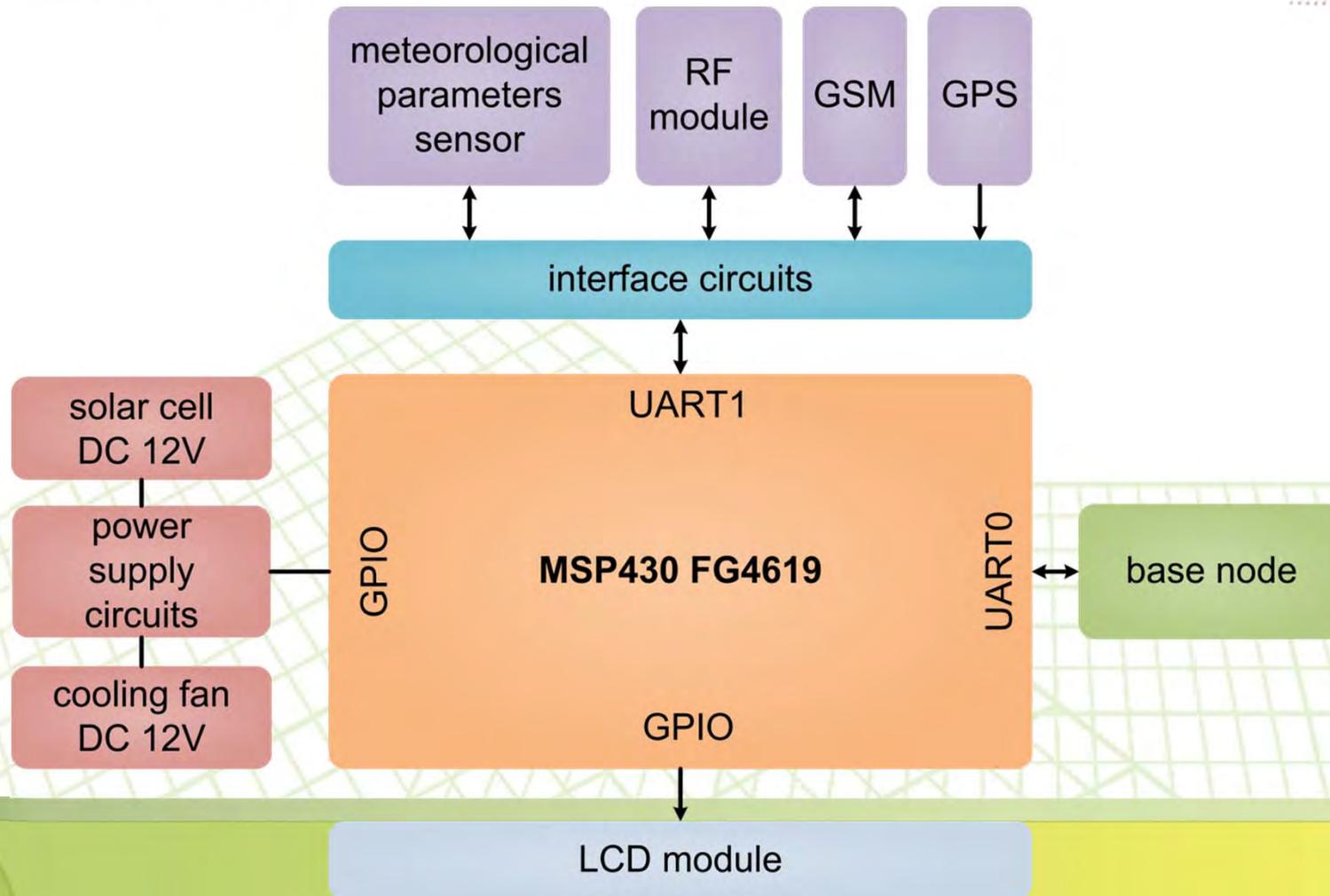
MSP430微控制器



# 植物疫情動態監測網

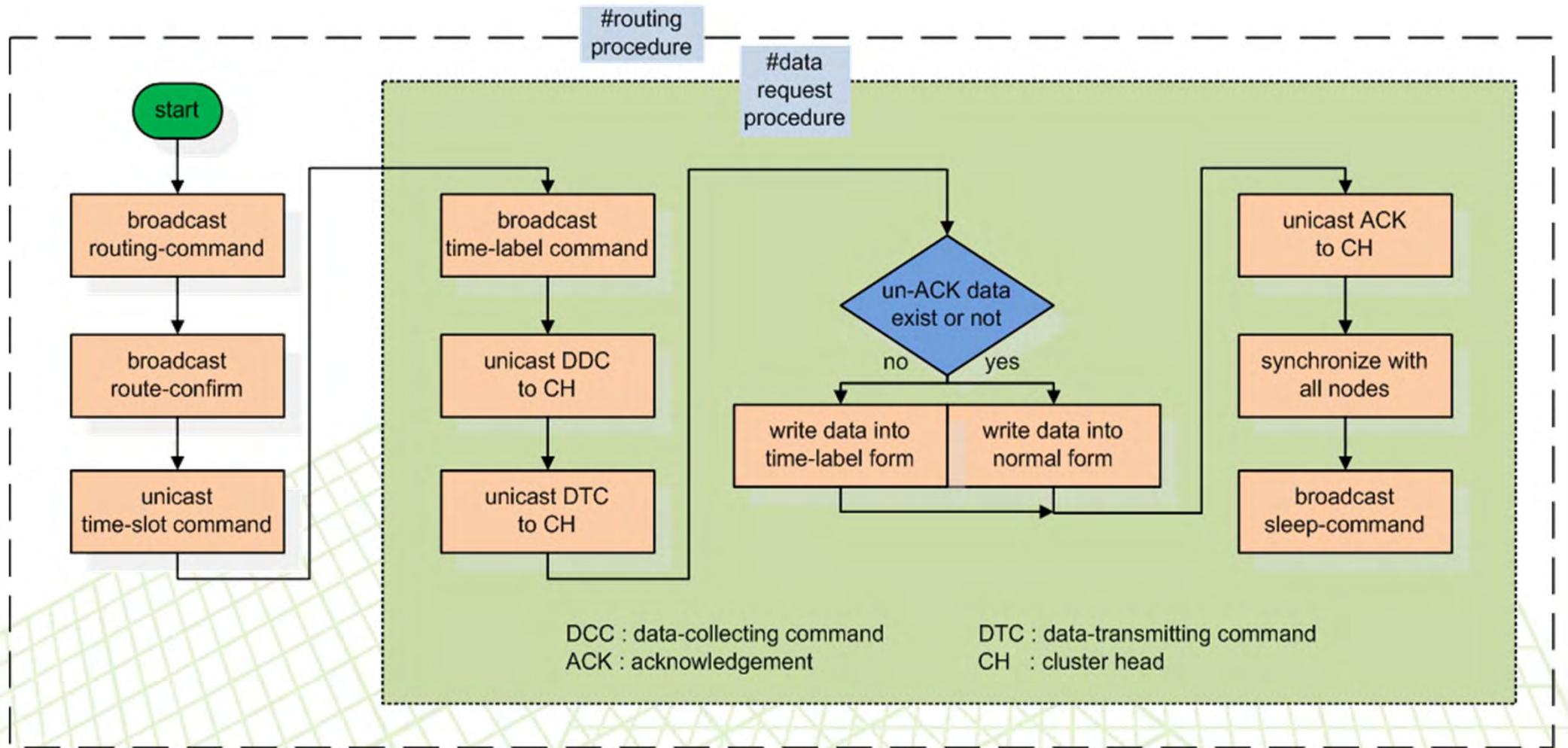
## ☒ 節能型田間閘道器研製

➤ 以MSP430FG4619設計之閘道器系統架構



# 植物疫情動態監測網

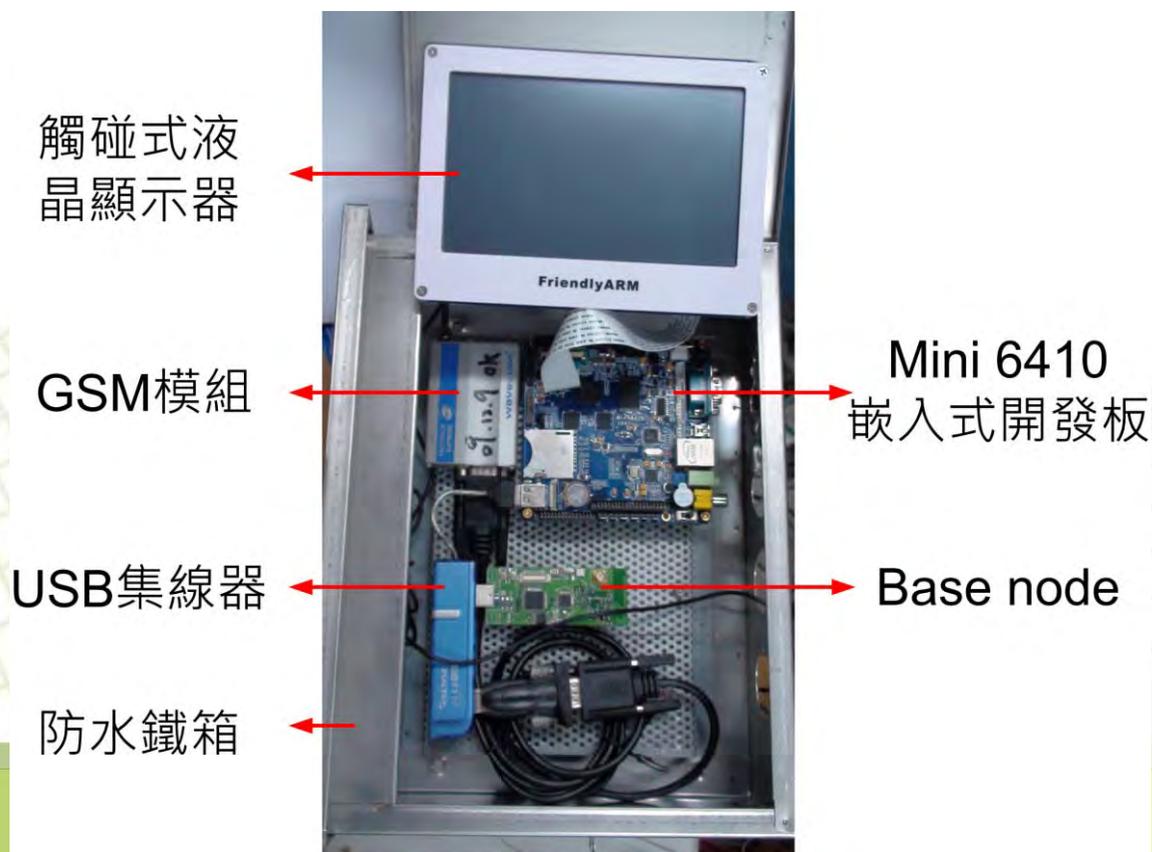
## 資料自動記錄暨補傳功能



# 植物疫情動態監測網

## ☒ 綜合導向型之閘道器研製

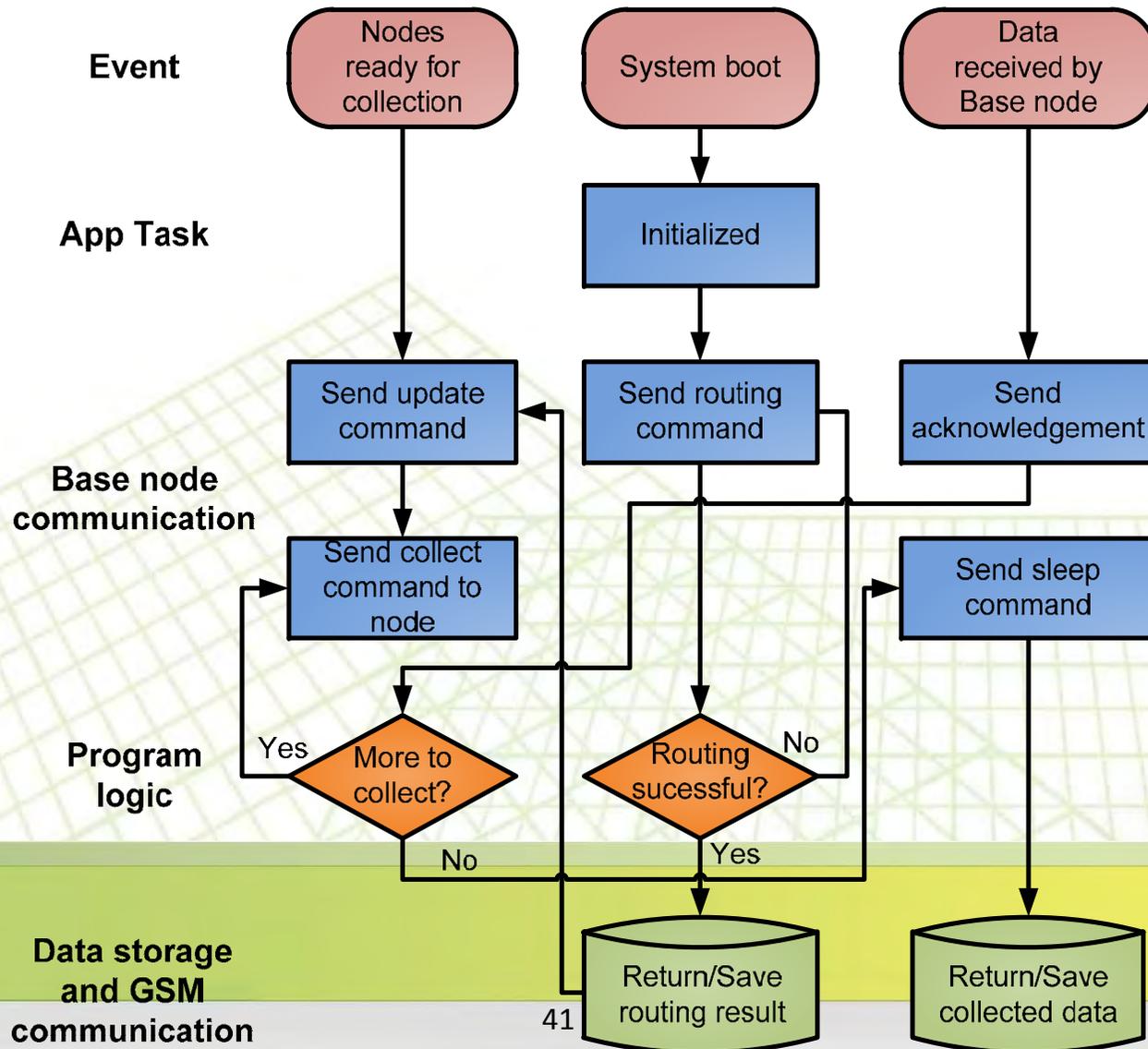
- 此型閘道器介於多功能型PC田間閘道器與低耗能型MSP田間閘道器之間。低耗能之嵌入式閘道器不必依賴市電而是利用蓄電池來維持工作時間，符合佈建地點多在野外田野、果園間的系統。



# 植物疫情動態監測網

## 綜合導向型之閘道器研製

### 綜合導向型閘道器程式運作流程圖



# 植物疫情動態監測網

## 綜合導向型之閘道器研製

- ▶ 記錄畫面分為通訊記錄畫面與狀態記錄畫面兩個標籤頁。通訊記錄畫面顯示閘道器由Basenode發送或接收之封包，以及經GSM模組之通訊結果；狀態記錄畫面顯示閘道器狀態，如佈建開始與否、佈建情形與結果、以及轄下節點資料回傳狀態等系統狀況。



Control Buttons

# 植物疫情動態監測網

## ☒ 後端主控平台GUI規劃

- 植物疫情動態監測屬於長時間且持續性之作業，為了節省人力並達到精簡、有效率的管理，本計畫開發出一套全自動化監控介面程式，其功能如右所示。
- 此項人機介面可執行即時資料顯示、儲存及整合，並進行長期資料之分析、統計及管理。

## LabVIEW主控端即時監控平台

### 簡訊收發功能



### 綜合查詢功能



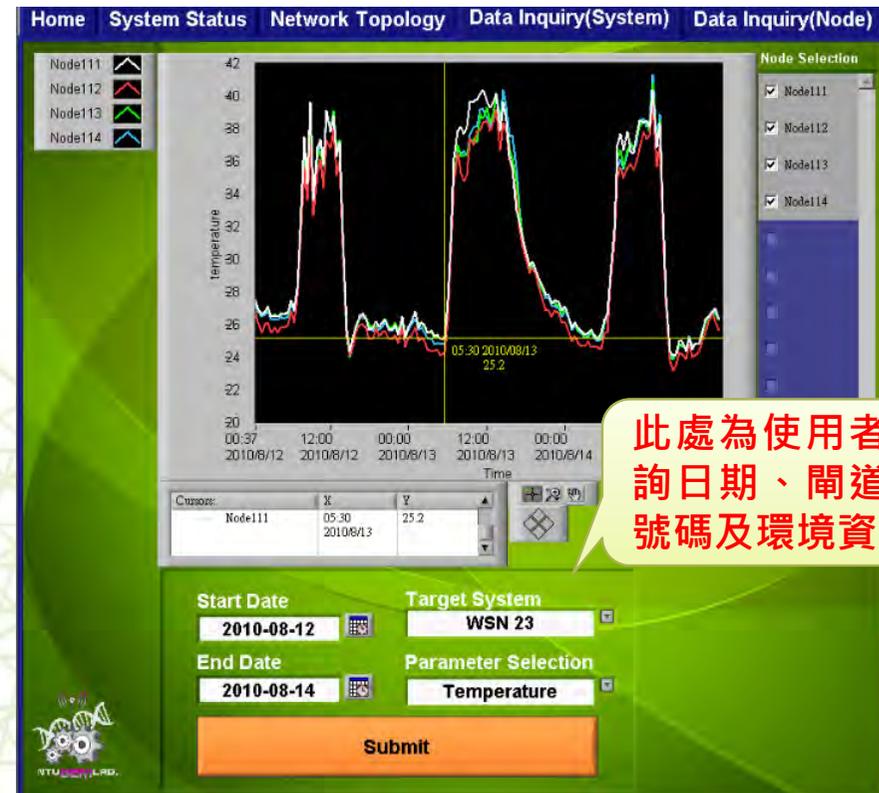
### 網頁遠端控制功能



# 植物疫情動態監測網

## 主控平台端人機介面

- 主控平台端主要分為**管理者監控介面**與**使用者監看網頁**。本團隊以LabVIEW Express 8.6 (Nation Instruments, NI) 為開發平台撰寫相關監控介面。



# 植物疫情動態監測網

## ☒ 管理者監控介面

### ➤ 系統狀態顯示介面

The screenshot shows the 'WSN 國科會\_V13.vi' application window. It features a menu bar (File, Edit, View, Project, Operate, Tools, Window, Help) and a main menu (Home, System Status, Network Topology, Data Inquiry(System), Data Inquiry(Node)).

**System Status Section:**

- Current Time: 2010/06/14 22:20:34
- Latest Update Time: 2010/06/14 22:20:34

**Map Section:** A map of Taiwan with several WSN nodes marked. Each node has a green indicator and a survival rate:

- Pinglin: WSN\_23 (100%)
- shengang: WSN\_3 (100%)
- Chiayi: WSN\_11 (92%), WSN\_12 (83%)
- Pingtung: WSN\_20 (88%), WSN\_21 (79%), WSN\_22 (100%), WSN\_24 (100%)

**Received Message Table:**

Gateway Number	Survival Rate
12	98.77%
20	98.77%
21	98.77%
22	100.00%
23	13.58%
24	98.77%

**Task Selection Panel:**

- Power saving (selected)
- Gateway survival rates (inquiry)
- Node survival rates (inquiry)
- Gateway data (inquiry)
- Node data (inquiry)
- Manual Redeployment
- Power saving

**Power Saving Panel:**

- Node115: OFF
- Node116: OFF
- Node117: OFF
- Node118: OFF
- Node119: OFF

**Execute Button:** A large orange button labeled 'Execute' is located at the bottom right of the interface.

WSN  
存活率、環境參數查詢  
結果顯示表格

手動重新佈建功能

WSN存活率  
即時顯示功能

蟲數計數  
紅外線開關功能



# 植物疫情動態監測網

## ☒ 管理者監控介面

### ➤ 蟲數和雨量警戒操作介面

蟲數和雨量警戒功能

The screenshot displays the 'Alert Setting' interface of the plant disease monitoring system. On the left, a map of Taiwan shows the locations of various Wireless Sensor Network (WSN) nodes. Each node is represented by a colored circle and a percentage indicating its status. The nodes shown are WSN\_23 (100%), WSN\_3 (100%), WSN\_11 (92%), WSN\_12 (100%), WSN\_20 (96%), WSN\_21 (100%), WSN\_22 (100%), and WSN\_24 (100%). The map also labels several locations: Pinglin, Shengang, Chiayi, and Pingtung. On the right, the 'Alert Setting' table lists the configuration for each WSN node, including the System Number, Alert Level (Pests and Rainfall), and the Correspondent (Phone Number). The table is as follows:

System Number	Alert Level		Correspondent (Phone Number)
	Pests	Rainfall	
WSN 3	20	50	0987654321
WSN 11	20	50	0987123456
WSN 12	20	60	0987666555
WSN 20	20	60	0987222222
WSN 21	15	70	0987333333
WSN 22	15	70	0987888999
WSN 23	15	80	0987111444
WSN 24	15	80	0987333222

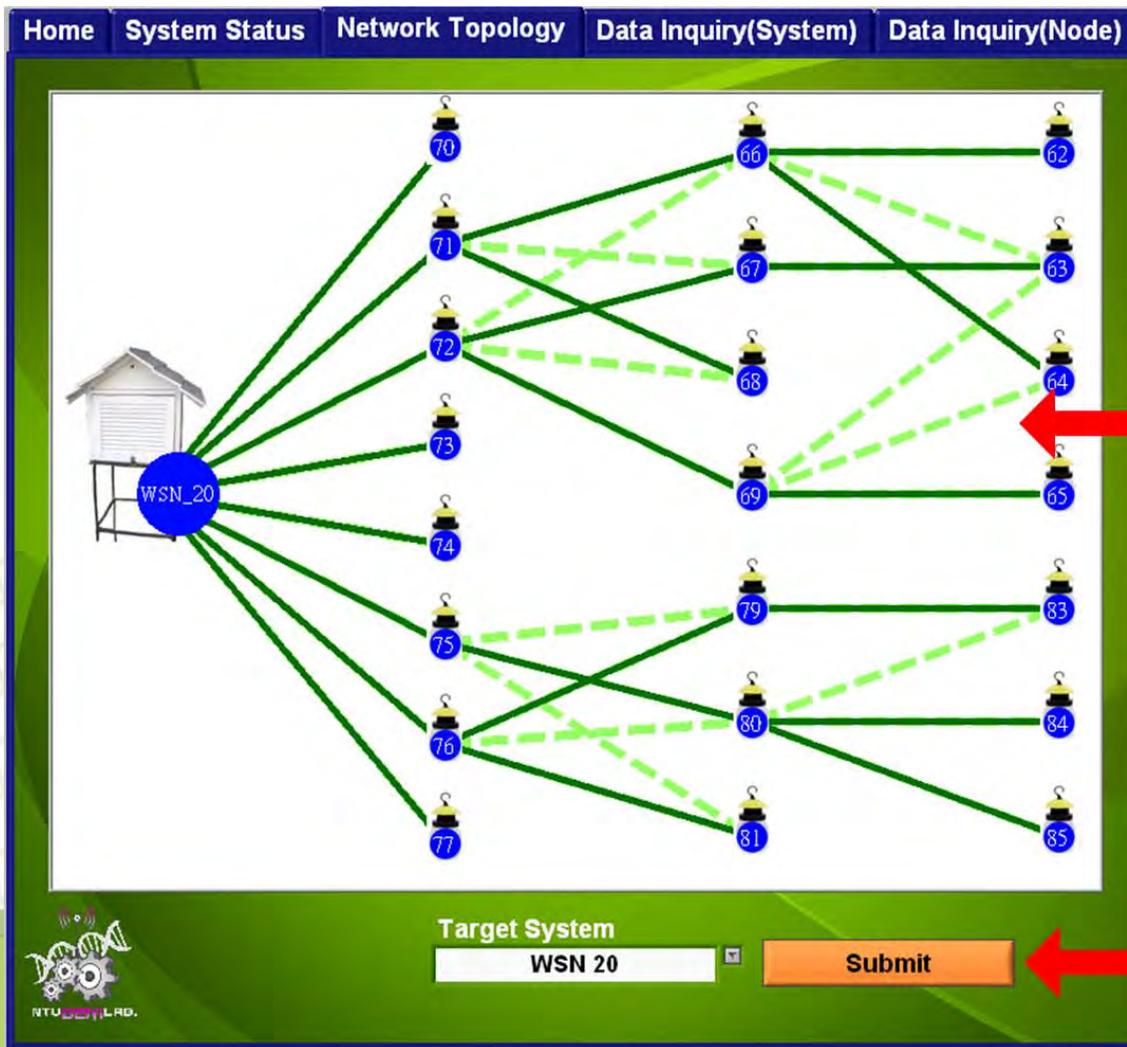
通報人員的  
電話號碼

蟲數和雨量  
數值的設定

# 植物疫情動態監測網

## ☒ 管理者監控介面

### ➤ 植物疫情監測網結點路徑拓樸圖



WSN 20號  
最新一筆  
網路拓樸路徑圖

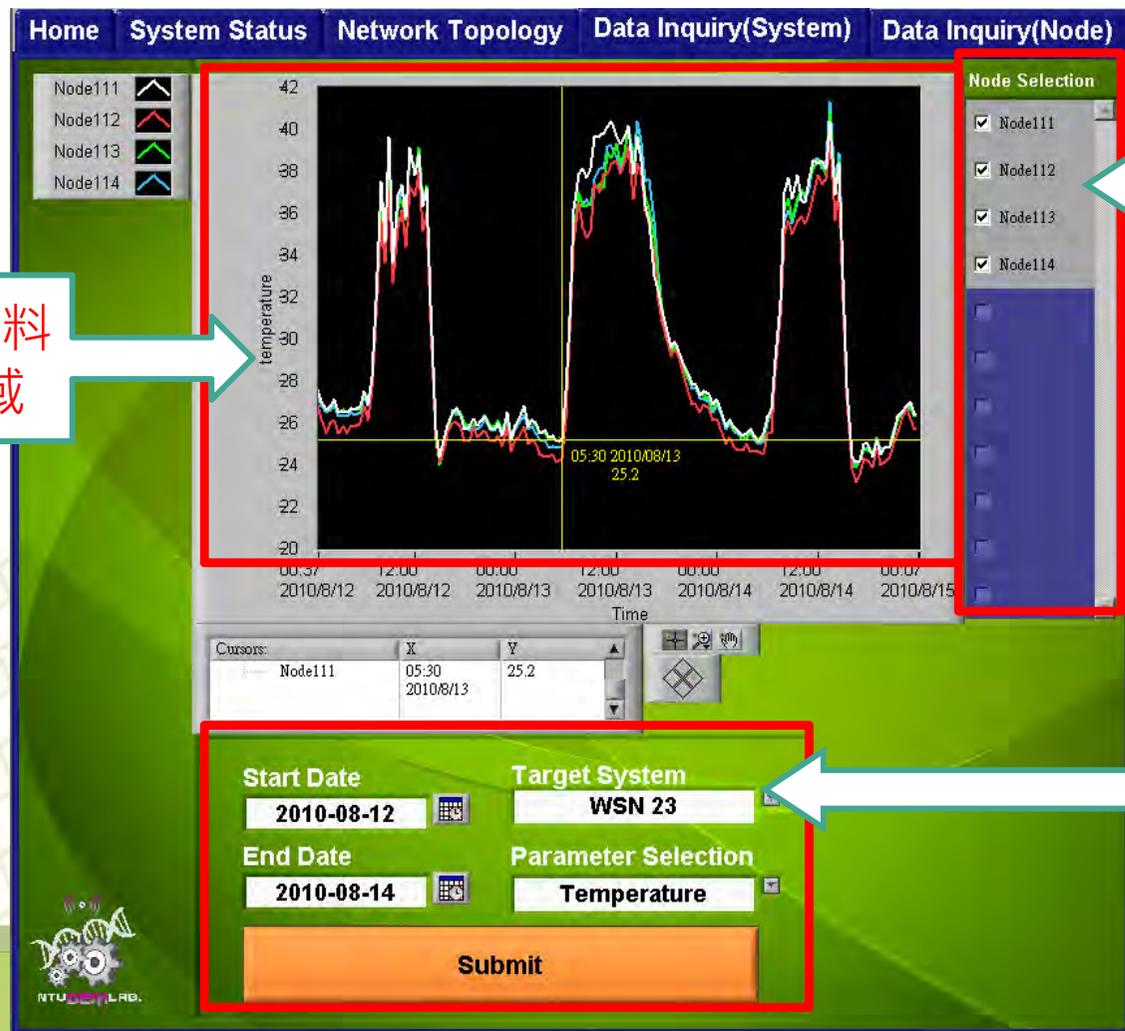
選擇欲查看的  
網路拓樸路徑圖



# 植物疫情動態監測網

## ☒ 管理者監控介面

### ➤ 多節點歷史感測資料查詢介面



查詢的資料  
顯示區域

此區域為使用者  
自行選擇欲顯示  
資料的節點

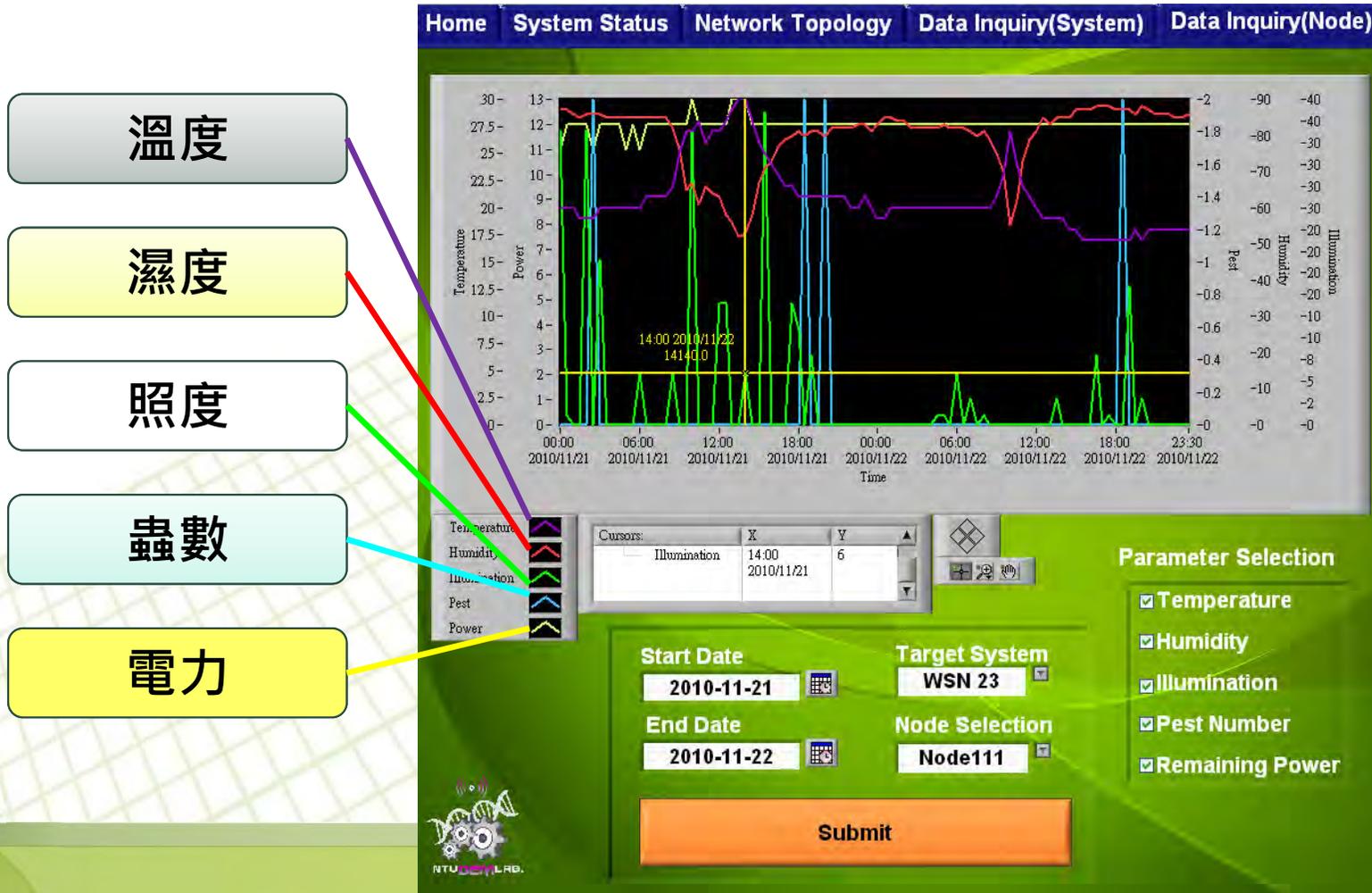
此區域為使用者  
自行設定欲查詢  
的資料



# 植物疫情動態監測網

## ☒ 管理者監控介面

### ➤ 節點歷史感測資料查詢介面



溫度

濕度

照度

蟲數

電力

# 植物疫情動態監測網

## 後端主控平台資料庫系統

- 本系統所採用之資料庫系統為MySQL，將所收集之感測資料進行分類儲存以及簡易的分析統計，以利使用者日後便於查詢分析歷史資料

The screenshot displays the MySQL Workbench interface. The SQL Editor window contains the following query:

```
select * from n_records where sink_id = 22  
and date(time) = '2011-01-15' order by time
```

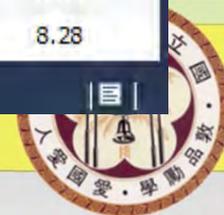
The Results window shows the following data:

id	sink_id	node_id	temperature	humidity	illumination	pest	power
2740087	22	110	22.5	71.4	0	NULL	8.88
2740167	22	110	22.7	70.4	0	NULL	8.8
2740244	22	110	22.7	68.4	133	NULL	7.88
2740322	22	110	22.3	69.4	142	NULL	7.9
2740398	22	110	21.7	71.2	133	NULL	7.86
2740472	22	110	22.1	70.4	26	NULL	8.53
2740549	22	110	22.1	70.4	26	NULL	8.28

查詢指令

感測數據  
資料表

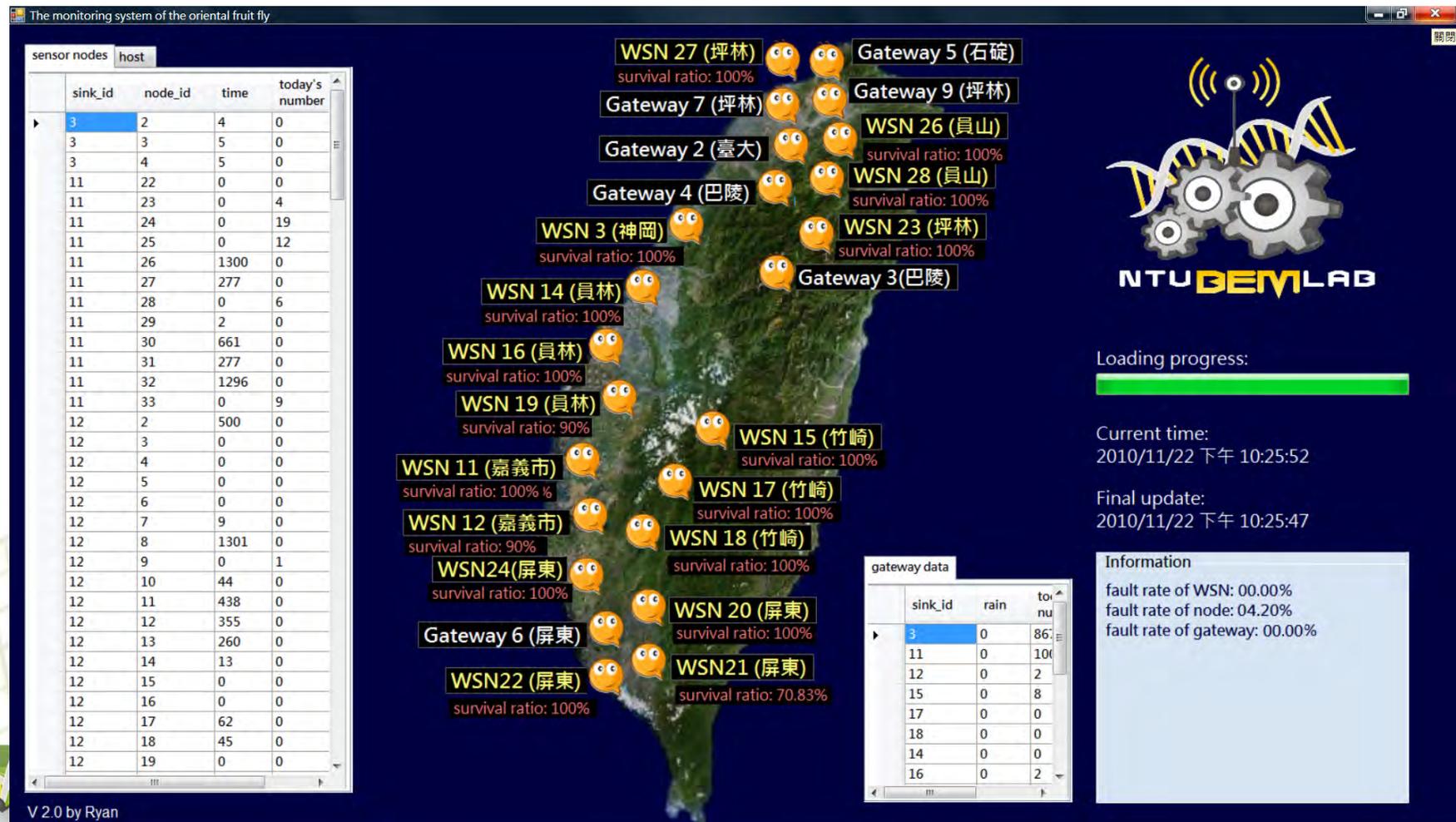
感測數據



# 植物疫情動態監測網

## 圖形化資訊展示系統

### 害蟲疫情戰情系統



# 植物疫情動態監測網

## 提供三種資料查詢介面：



### 導覽系統展示介面

- 為 3D 虛擬介面的植物疫情監測網導覽系統
- 供一般民眾了解植物疫情監測網所使用的監測技術與理念



### Web控制平臺暨使用者即時資訊查詢介面

- 使用 ASP.NET 開發 Web 控制平台暨使用者即時資訊查詢介面
- 控制平台結合 Google Earth 與 Google Map 介面

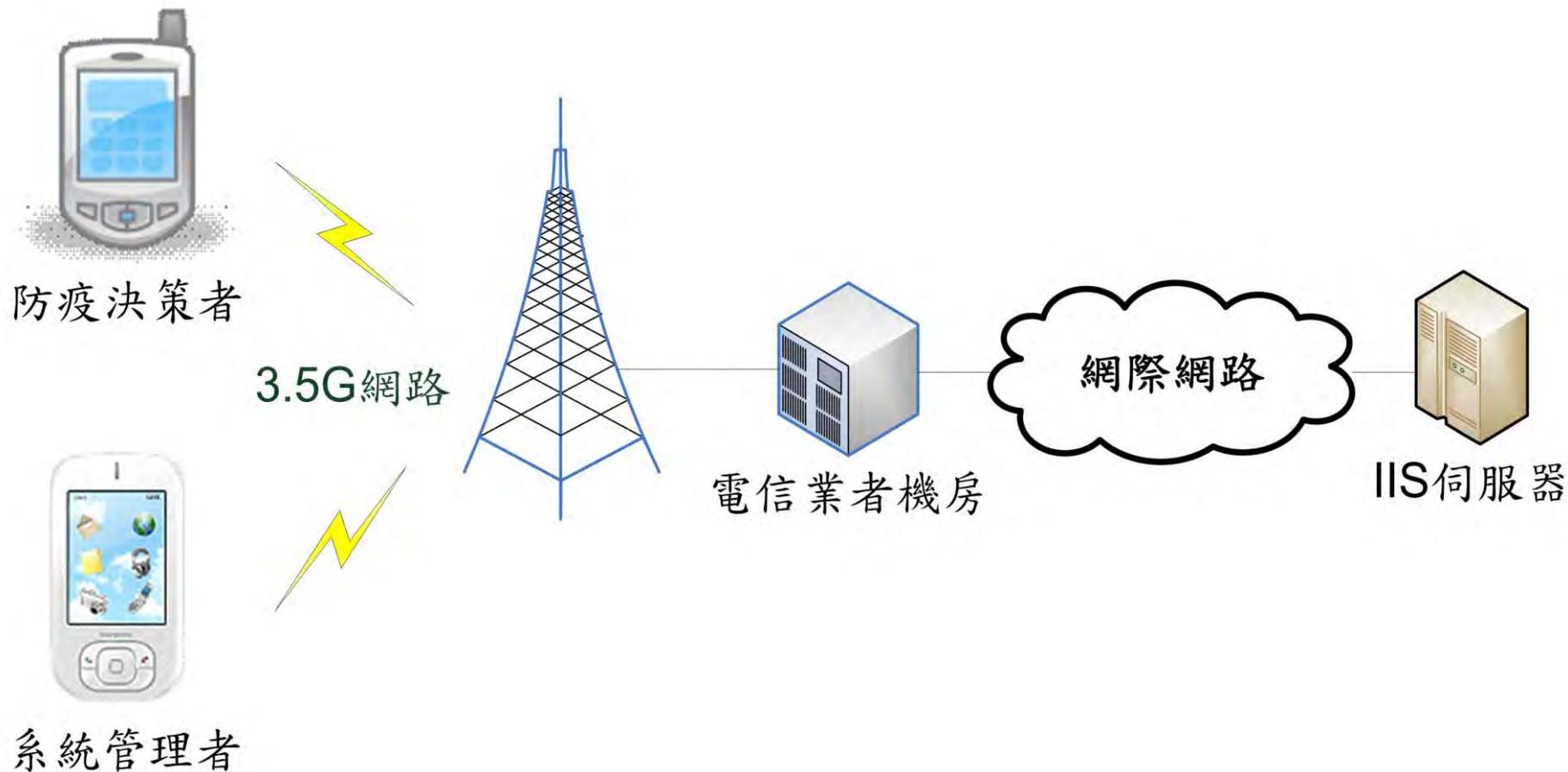


### 行動資訊查詢服務介面

- 結合 GPS 全球定位系統與 Google Map 獲取各地圖資
- 提供最新回傳資訊、歷史資料查詢及疫情預警

# 植物疫情動態監測網

## 行動服務平台系統架構圖





NTU BEM LAB

# 疫情監測系統 實際佈建展示



# 疫情監測系統實際佈建展示

## 疫情監測系統分布圖

### ✓ 監測網19個

- 包含 19 台 閘道器裝置、213個監測點

### ✓ 獨立疫情監測點 8處

- 包含 8 台 閘道器裝置



# 疫情監測系統實際佈建展示

## 北部地區佈建情形

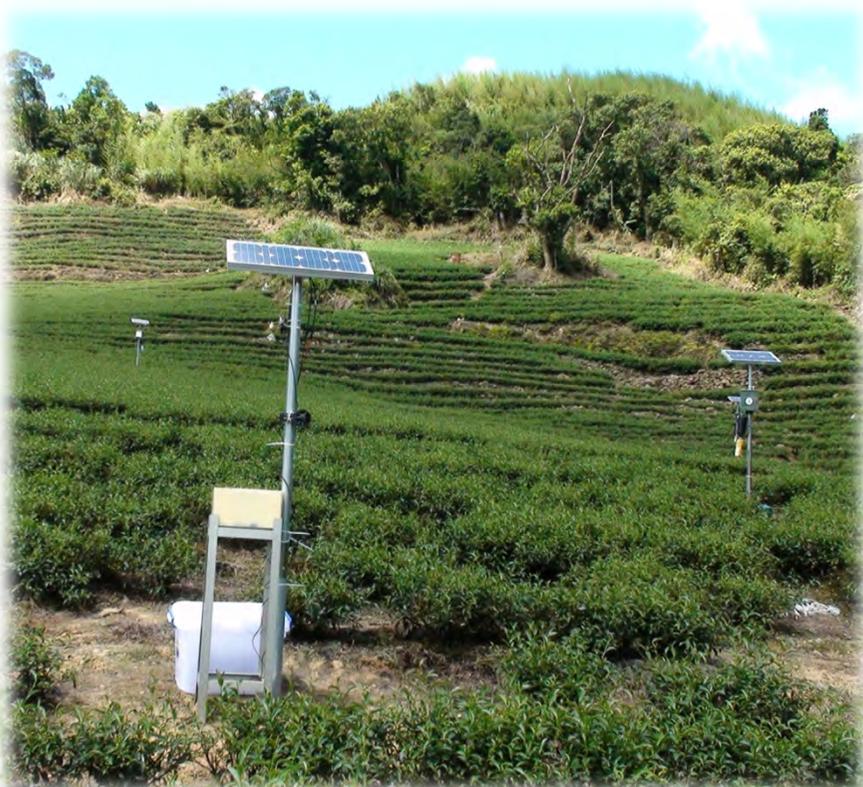
- 圖示為本團隊在宜蘭縣員山鄉桶柑與金棗園佈建WSN東方果實蠅系統情形



# 疫情監測系統實際佈建展示

## 北部地區佈建情形

➤ 圖示為本團隊在新北市坪林區茶園佈建WSN斜紋夜盜蛾系統情形



# 疫情監測系統實際佈建展示

## 北部地區佈建情形

- 圖示為本團隊在宜蘭縣羅東鎮茶園佈建WSN斜紋夜盜蛾系統情形



# 疫情監測系統實際佈建展示

## 中部地區佈建情形

- 圖示為本團隊在台中市神岡區金三角蔬果運銷合作社佈建WSN東方果實蠅系統情形



# 疫情監測系統實際佈建展示

## 中部地區佈建情形

➤ 圖示為本團隊在彰化林厝佈建WSN東方果實蠅系統情形



# 疫情監測系統實際佈建展示

## ☒ 南部地區佈建情形

➤ 圖示為本團隊在嘉義農試分所佈建WSN東方果實蠅系統情形



# 疫情監測系統實際佈建展示

## 南部地區佈建情形

- 圖示為本團隊在高雄區農業改良場佈建WSN東方果實蠅系統情形



# 疫情監測系統實際佈建展示

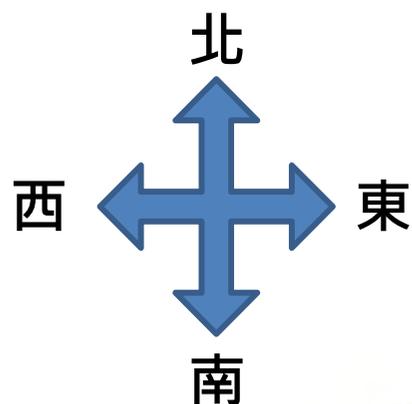
## 🏠 南部地區佈建情形

- 圖示為本團隊在高雄區農業改良場佈建WSN斜紋夜盜蛾系統情形

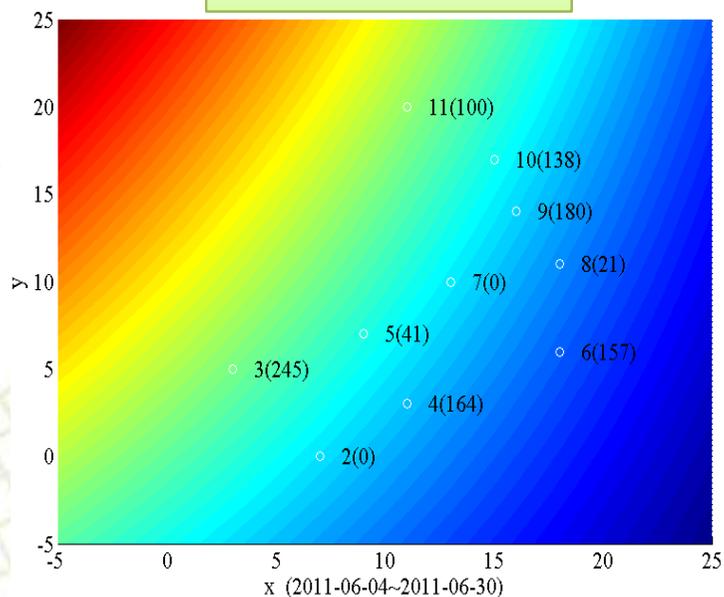


# 監測網量測資料分析結果

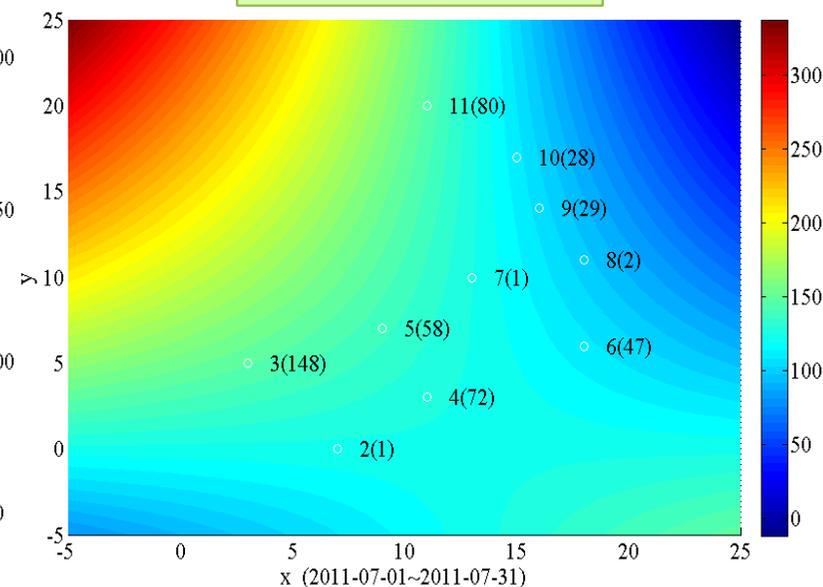
## 斜紋夜蛾空間分佈情形



2011年6月



2011年7月



宜蘭縣冬山鄉29號監測網資料

# 監測網量測資料分析結果

## VARMAX蟲數分析預測

高雄改良場WSN 20號監測網  
監測對象：東方果實蠅

(this figure is removed)

# 監測網監測資料分析結果

## ■ 全台監測網VARMAX蟲數分析預測

(this figure is removed)



NTU BEMLAB

# M2M網路 相關延伸應用



# M2M網路相關延伸應用

## ☒ 微型空氣品質監測網

- 以**基隆路羅斯福路圓環鄰近**地區為範圍，進行空氣品質監測。
- 部署**微型無線感測網**，測試並解決在**都會區的應用可行性**
- 以OGC SWE 標準建立感測網資訊系統，建立**開放式架構**，實現不同無線感測系統可互相分享資料的環境。
- 搭配空氣污染擴散模型，發展市區內環境品質的**預警系統**。



# M2M網路相關延伸應用

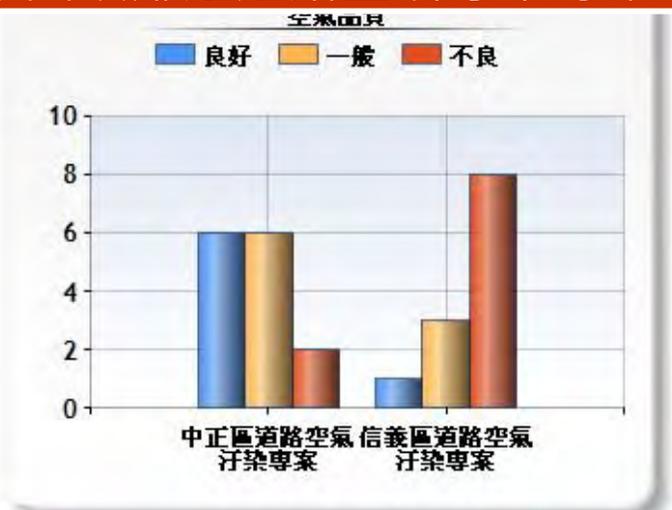
## ☒ 微型空氣品質監測網



### 即時品質狀況

專案名稱	良好	一般	不良
中正區道路空氣汙染專案	6	6	2
信義區道路空氣汙染專案	1	3	8

### 公館圓環鄰近道路空氣汙染專案



### 6小時汙染擴散狀況



### 氣象資訊

台北市

11/12  
溫度 undefined  
降雨 undefined

11/13  
溫度 undefined  
降雨 undefined

11/14  
溫度 undefined  
降雨 undefined

iTenki

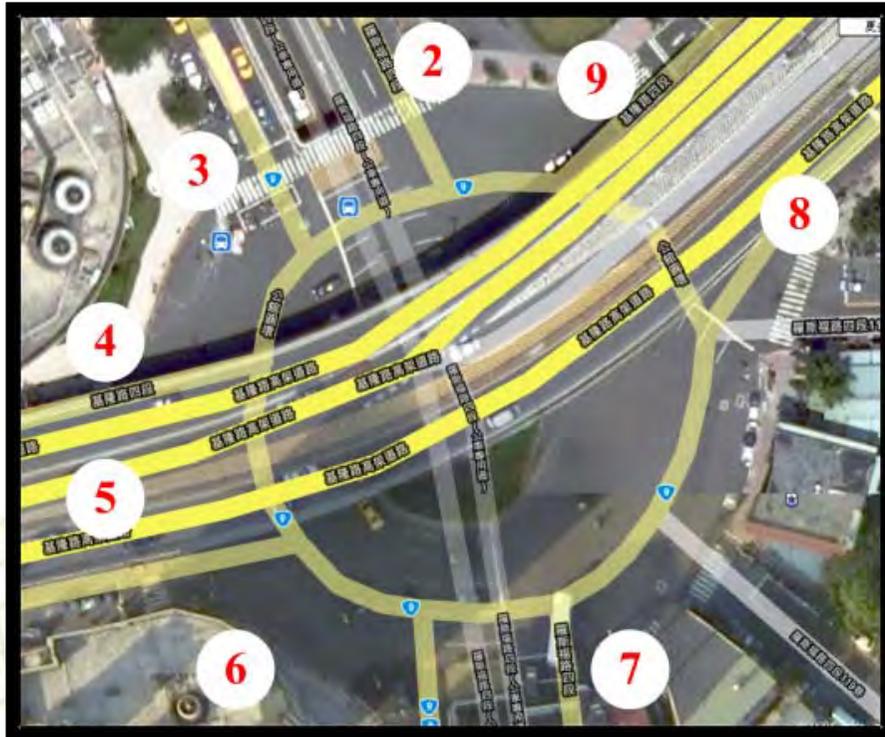
每天給你好天氣



# M2M網路相關延伸應用

## ☒ 微型空氣品質監測網—實際佈建情形

將感測節點在車流量大的臺北市羅斯福路與基隆路口的圓環進行監測，系統包含一台閘道器以及22個感測器節點。



# M2M網路相關延伸應用

## ☒ 微型空氣品質監測網—氣體感測節點內部實際情況

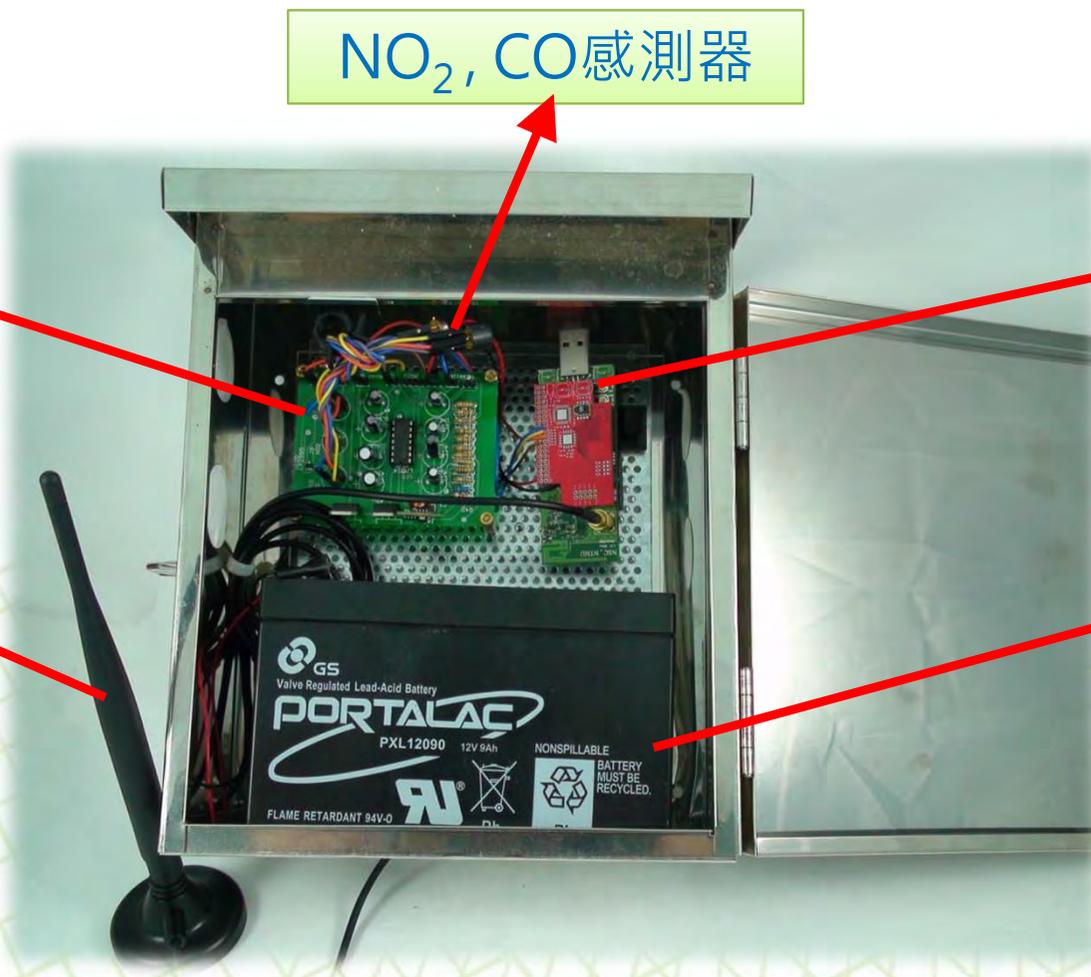
NO<sub>2</sub>, CO感測器

轉壓電路

溫溼度  
感測節點

傳輸天線

12 V  
車用電池



# M2M網路相關延伸應用

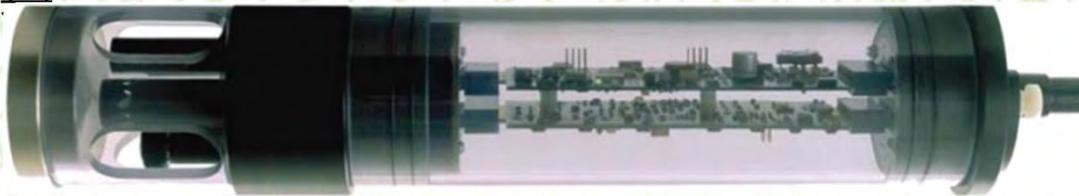
## 遠端自動化農業生態監測系統

### 濕地生態監測網

- 為了監測系統主要功能為收集水溫、酸鹼度、電導度、鹽度等各項水質環境感測資料。透過本研究所開發的遠端無線自動化水質監測系統，可使研究人員免去耗時費力的現場採樣過程，並能直接透過網際網路連結資料庫，將量測所得數據以網頁圖形化方式呈現，以了解環境變化情況，並實現全目的。對於人員不易到達的偏遠監測地區，本系統為一強而有力的監測工具。



新莊大漢橋下濕地



水質感測器(Eureka公司)

# M2M網路相關延伸應用

## ☒ 自動化生態監測系統

### 鳥類行為及棲地監管計畫

- 此監測系統主要功能為拍攝影像、側錄聲音、影像及聲音完整性之回傳等各項感測資料。透過本團隊開發的WSN感測器系統及RFID監測技術，即使監測地域為保護區，亦能透過此套系統，將量測所得影像聲音完整回傳至後端呈現，以了解鳥類生長及活動資訊。對於人員無法於現地觀測及活動地區，本系統為一強而有力的監測工具。

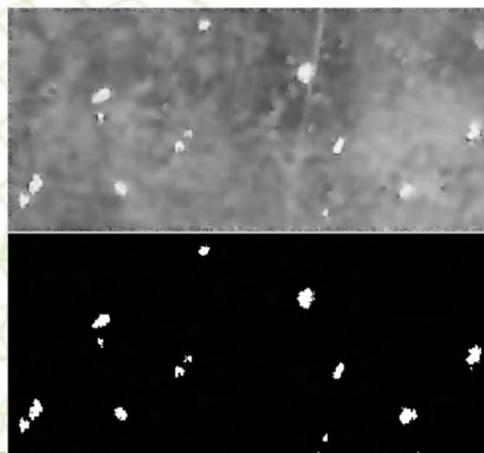


神話之鳥 - 黑嘴端鳳頭燕鷗

# M2M網路相關延伸應用

## 福壽螺疫情監測系統

- 因福壽螺對環境適應力甚強，遂在各地溝渠、池塘及稻田大量繁殖。且其食性屬雜食，目前已成為水稻的主要害蟲，嚴重影響稻米產量與農民收益。此監測系統結合無線傳輸以及影像分析技術，針對灌溉溝渠中的福壽螺數量與水質參數進行自動化連續偵測，以提高生態監測的時間解析度。



影像處理後的  
福壽螺卵塊



# M2M網路相關延伸應用

## ☒ 自動化監測外來種

- 在港口或機場周圍為外來害蟲最容易擴散的區域，因此設置在港口或機場外圍警戒外來種入侵的系統上，必須具有高度偵測與即時反應偵測狀態的能力，並能夠即時傳輸影像至後端監測人員，故本團隊研發自動攝影感測器，以提高空間與時間解析度，增加後端人員掌控疫情準確度。

FPGA開發套件

電源供應電路

(this figure is removed)

攝影機

無線通訊節點

# M2M網路相關延伸應用

## 氣象即時監測

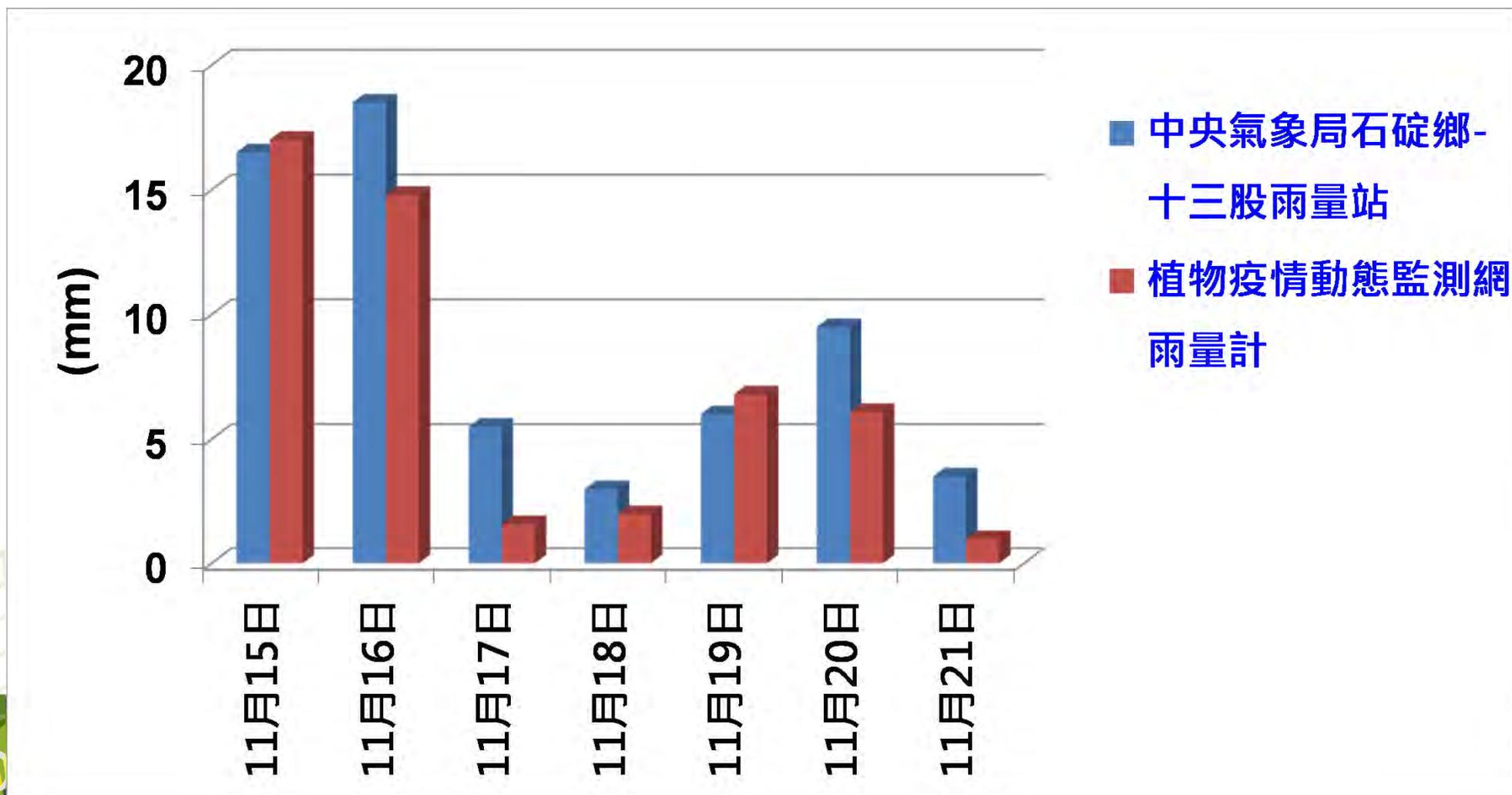
### 觀測地點示意圖



# M2M網路相關延伸應用

## 氣象即時監測

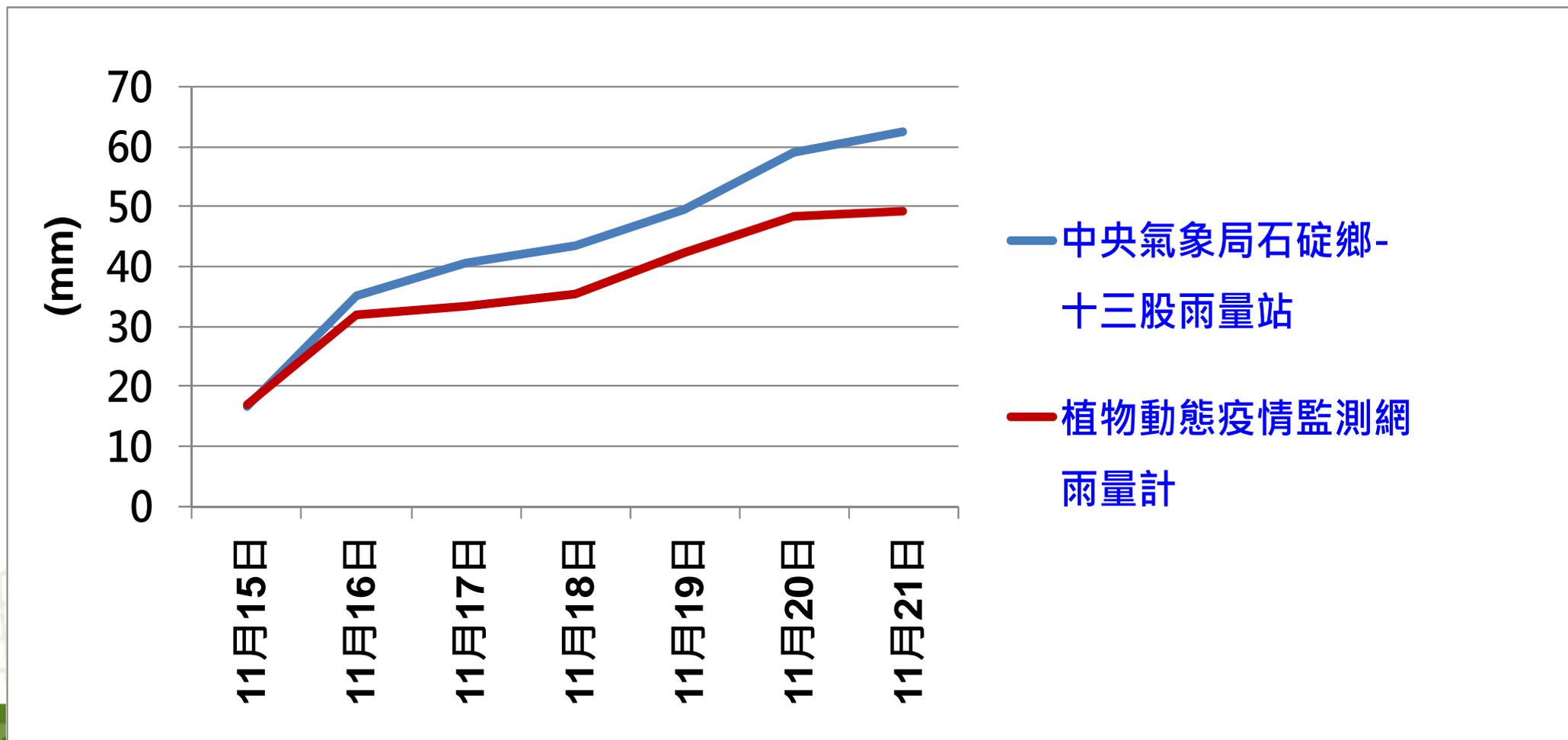
### 雨量統計圖



# M2M網路相關延伸應用

## 氣象即時監測

### ➤ 累積雨量統計圖





NTU BEM LAB

# M2M網路 未來應用潛力



# M2M網路未來應用潛力



能量採集  
技術

智慧型空間  
智慧型感測

綠能感測  
自主重組

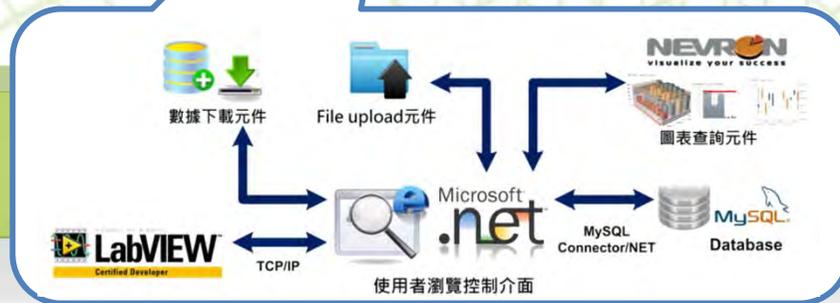


行動智慧型  
資訊網

串流編碼與  
安全性



遠距遙控



# M2M網路未來應用潛力

外來種害蟲偵測、動態植物疫情  
通報與IPM即時決策支援系統

斜紋夜蛾自動監測  
與警示通報系統

東方果實蠅自動檢疫  
預警系統

機場

港口

© CSRSR/CNES 2005  
SP5.05-201-0

[http://iws.csrnr.ncu.edu.tw:8080/SRSL/CSRSR/Value\\_Added\\_PRODS\\_detail.jsp?product\\_id=SP505-201-0](http://iws.csrnr.ncu.edu.tw:8080/SRSL/CSRSR/Value_Added_PRODS_detail.jsp?product_id=SP505-201-0)

CSRSR  
國立中央大學生命科學院研究中心

雲嘉南  
旱作區

81

高屏  
農產區



# M2M網路未來應用潛力

## 感測網資訊與定位技術應用

(this figure is removed)

# M2M網路未來應用潛力

## 智慧型電網監控系統

(this figure is removed)

# M2M網路未來應用潛力

## 智慧型綠能、分散式能源監控系統

(this figure is removed)

# M2M網路未來應用潛力

## 登革熱管制與病媒蚊監測網

(this figure is removed)

# 結論

## 運用WSN監測系統之優勢

- ▶ 即時且連續獲得環境間感測資料
  - ▶ 規劃綜合病蟲害防治法 (IPM)
  - ▶ 害蟲族群分布與族群大小估測
    - ▶ 統計方法、智慧型演算法
- ▶ 微型化監測設備不會影響農作環境
- ▶ 運用WSN可省去實體佈線之困擾
- ▶ 監測點分布範圍彈性大、數量多
- ▶ 便於結合自動化農作設備
- ▶ 利用太陽能設備可長期不間斷運作



# 結論

## WSN害蟲監測系統與傳統人工監測系統比較

	WSN害蟲監測系統	傳統人工監測系統
所需人力	人力需求低	採用人工計數 需大量人力
計數周期	害蟲進入誘捕裝置 立即計數	因耗費人力 數天才計數一次
監測範圍	可任意選擇監測點 大範圍監測	農作地內單點
監測精度	各監測點 同時同步採計數據	各監測點無法 同時同步採計數據
即時回報	超過警戒蟲數立即 通報使用者加強撲殺	無法即時通報

# Acknowledgements

This work was financially supported by the National Science Council of Taiwan under Contract No.: NSC 95-2218-E-002-073, NSC 96-2218-E-002-015, NSC 97-2218-E-002-006, NSC 98-2218-E-002-039, NSC 99-2218-E-002-015, NSC 99-2218-E-002-016.



行政院國家科學委員會

National Science Council



# Acknowledgements

This work was financially supported by the Agriculture and Food Agency and Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan under Contracts No.: 97AS-9.1.1-FD-Z1(3), 98AS-6.1.5-FD-Z1, 99AS-9.2.1-BQ-B2(4), and 99AS-6.1.4-FD-Z1



# Acknowledgements

臺中農試所蔡致榮主任秘書、陳健忠博士、徐武煥博士，嘉義分所何坤耀博士及臺中農試所臺南改良場、嘉義農試分所、高雄改良場、臺東改良場、茶業改良場文山分場、員山鄉農會、提供實驗試場之農民等相關害蟲防治管理人員的大力協助，使本研究的田野試驗得以順利進行，謹此致謝。



*Thanks for Your Attention!*



# 參考文獻

- [1] Handbook of Sensor Networks : Algorithms and Architectures (Ivan Stojmenovic)
- [2] Information Processing and routing in wireless sensor network (Ya. Yu, V. K. Prasanna, B. Krishnamachari)
- [2] A real-time wireless smart sensor array for scheduling irrigation (2007, G. Vellidis, M. Tucker, C. Perry, C. Kvien, C. Bednarz)
- [3] Wireless sensor networks for habitat monitoring (2003, A. Mainwaring, J. Polastre, R. Szewczyk, D. Culler, J. Anderson)
- [4] Vineyard computing: sensor networks in agricultural production (2004, J. Burrell, T. Brooke, R. Beckwith)
- [5] Wireless underground sensor networks: Research challenges (2006, Ian F. Akyildiz, Erich P. Stuntebeck)
- [6] Design and Implementation of Wireless Sensor Networks for Habitat Monitoring (J. R. Polastre)
- [7] Wireless Sensor Networks for Habitat Monitoring (2002, A. Mainwaring, J. Polastre, R. Szewczyk, D. Culler, J. Anderson)
- [8] 25mm sensor-actuator layer: A miniature, highly adaptable interface layer (2006, J. Barton , G. Hynes, B. O'Flynn, K. Aherne, A. Norman, A. Morrissey)
- [9] ZigBee-based wireless sensor networks for monitoring animal presence and pasture time in a strip of new grass (2007, E.S. Nadimi, H.T. Sogaard, T. Bak, F.W. Oudshoorn)



# 參考文獻

- [10] Regional and on-farm wireless sensor networks for agricultural systems in Eastern Washington (2007, F.J. Pierce, T.V. Elliott)
- [11] A wireless floating base sensor network for physiological responses of livestock (2005, C. S. Silva, A. C. Arce, S. Souto, E. X. Costa)
- [12] Handbook of Sensor Networks : Algorithms and Architectures (Ivan Stojmenovic)
- [13] Underwater acoustic sensor networks: research challenges (2005, I. F. Akyildiz, D. Pompili, T. Melodia)
- [14] Demo Abstract: Programming Wireless Sensor Networks with Logical Neighborhoods: A Road tunnel Use Case (2007, L. Mottola, G. P. Picco)
- [15] Animals as Mobile Biological Sensors for Forest Fire Detection (2007, Yasar Guneri Sahin)
- [16] <http://www.cpu.com.tw/kh/sensor/s11.html>
- [17] <http://www.bosch-sensortec.com/content/language1/html/3474.htm>
- [18] <http://www.xbow.com>
- [19] [http://kingkong.me.berkeley.edu/~nota/blog/?page\\_id=3](http://kingkong.me.berkeley.edu/~nota/blog/?page_id=3)
- [20] <http://www.moteiv.com/>
- [21] <http://www.zigbee.org/en/>
- [22] <http://www.themegallery.com/english>



# 討論

- ❑ M2M網路除了在科技技術上的應用外，在環境監測上是否還具有其他潛在應用價值？
- ❑ M2M在通訊上頻寬與功率的要求有哪些？未來是否有更佳符合M2M應用的通訊協定或標準？
- ❑ M2M網路未來是否需要統一的軟硬體架構的標準？可行性為何？

# ZigBee/802.15.4 無線通訊

IEEE 802.15.4 是與 IEEE 802.11 標準互補，著重於低成本、低耗能、短距離與小尺寸之網路協定

ZigBee 採用 IEEE 802.15.4 標準作為對等通訊的基礎，由 ZigBee Alliance 開發並管理



**ZigBee® Alliance**  
Wireless Control That Simply Works

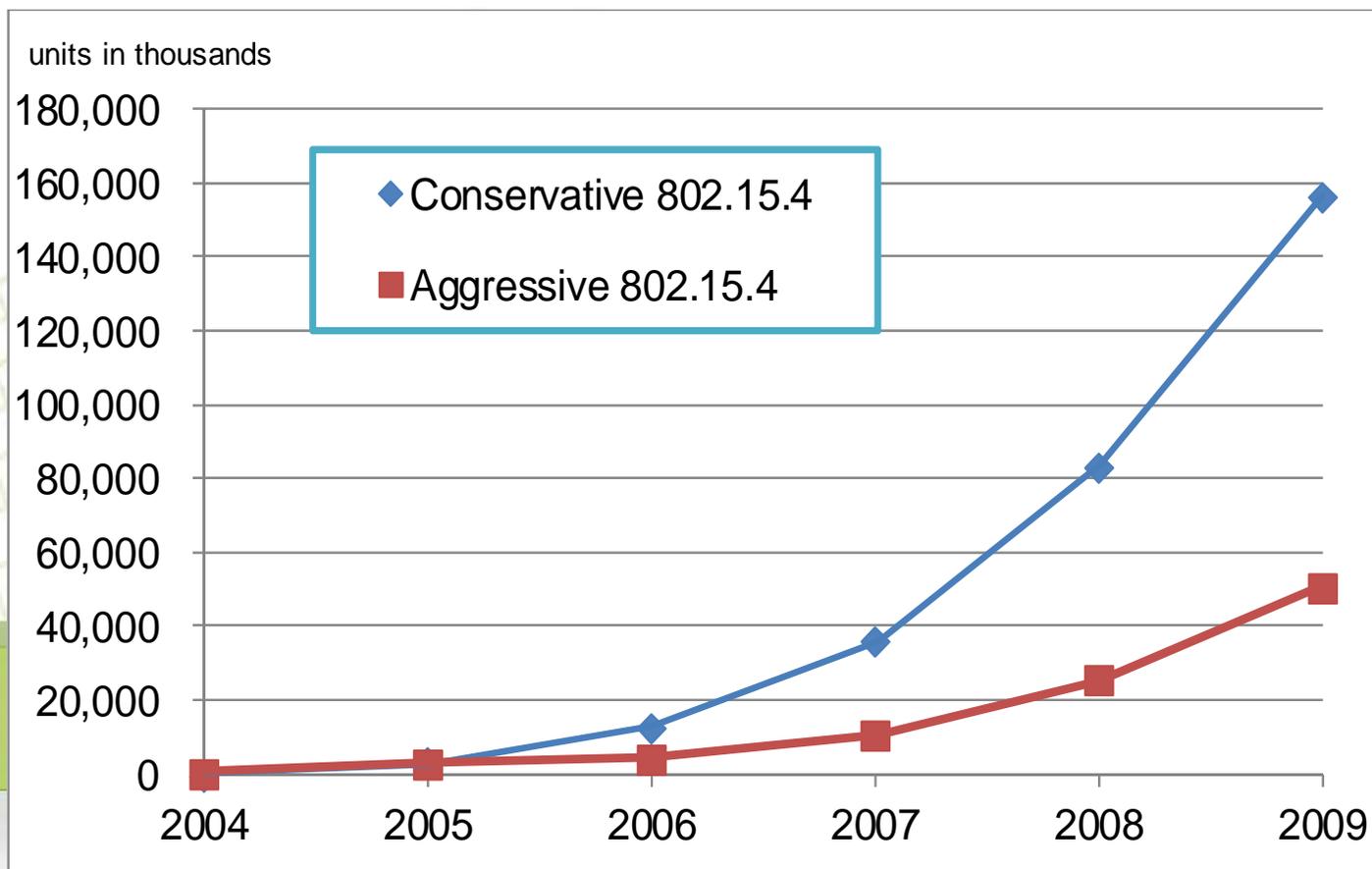


# Comparison of Wireless Solutions

	ZigBee 802.15.4	Bluetooth 802.15.1	Wi-Fi 802.11g	UWB
工作頻率	868MHz、915MHz、 2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz	3.1GHz~ 10.6GHz(US)
網路節點 數	255 / 65K+	7	32	---
傳輸速率	20K~250Kbps	1Mbps	54Mbps	480Mbps
傳輸距離	100M	1~10M	1~100M	10M
功率消耗	低	中	高	低
保密	128bit AES	64bit, 128bit	---	---
優點	可靠、低功耗、低成本 、網路容量大、安全	低成本 易操作	高速 適應性強	傳輸量大

# ZigBee/802.15.4 Market Forecast

The market for 802.15.4, a wireless Personal Area Networking technology, or PAN, and the ZigBee specification network layer could grow by a CAGR of 200% from 2004 to 2009, In-Stat forecasts (6/8/2005), with annual shipments surpassing 150 million units in 2009.



# ZigBee/802.15.4 Market Forecast

Conservative Scenario		2004	2005	2006	2007	2008	2009	CAGR 04-09
802.15.4 Chipsets (# 000)		642	1,850	3,500	10,000	25,000	50,000	138.9%
	GR%	-	188%	89%	186%	150%	100%	
Chipset Average Sales Price (\$)		\$6.70	\$6.00	\$4.90	\$4.08	\$3.44	\$2.95	-15.1%
	GR%	-	-10%	-18%	-17%	-16%	-14%	
Chipset Revenue (\$ 000)		\$4,301	\$11,100	\$17,150	\$40,800	\$86,000	\$147,500	102.8%
	GR%	-	158%	55%	138%	111%	72%	

Aggressive Scenario		2004	2005	2006	2007	2008	2009	CAGR 04-09
802.15.4 Chipsets (# 000)		642	4,000	13,000	36,000	83,100	156,800	200.3%
	GR%	-	523%	225%	177%	131%	89%	
Chipset Average Sales Price (\$)		\$6.35	\$5.60	\$4.40	\$3.52	\$2.85	\$2.35	-18.0%
	GR%	-	-12%	-21%	-20%	-19%	-18%	
Chipset Revenue (\$ 000)		\$4,077	\$22,400	\$57,200	\$126,720	\$236,835	\$368,480	146.2%
	GR%	-	449%	155%	122%	87%	56%	

Source : In-Stat, 2005/05

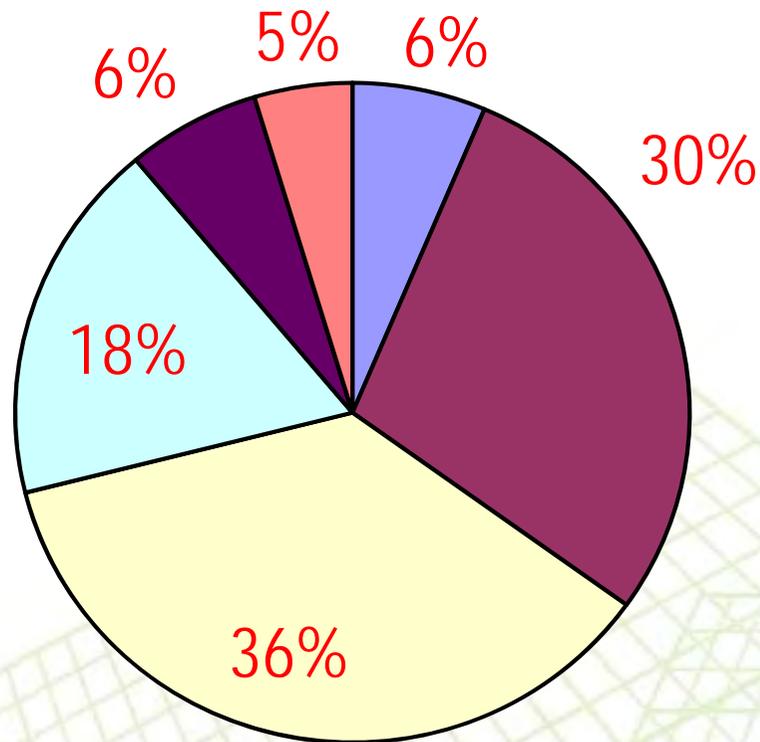
Note 1: ASP includes RF, MAC & MCU in SoC, SiP or additional cost to upgrade host MCU.

Note 2: ASP is based on all shipments, not high-volume announced prices.

Note 3: Module cost not included.



# ZigBee/802.15.4 Applications



- Residential Automation-Consumer Retail Purchased
- Residential Automation-Pro Install
- Commercial Building Control
- Industrial : AMR
- Industrial : Process Control & Other
- Other : Medical, Vending & Other

# ZigBee/802.15.4 Applications

<p><b>Energy Management and Comfort Functions:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermostats</li> <li>• Heating , ventilation , air-conditioning(HVAC)</li> <li>• Control of blinds/shades/rollers/windows</li> </ul>	<p><b>Lighting Control Systems:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Power outlets</li> <li>• Dimmers</li> <li>• Switches</li> <li>• Remote Controls</li> </ul>
<p><b>Environmental and Agricultural Monitoring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperature</li> <li>• Carbon dioxide</li> <li>• Humidity</li> <li>• Vibration</li> </ul>	<p><b>Industrial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrial plant monitoring and control</li> <li>• Wireless embedded sensor networks in general</li> <li>• Inventory control</li> <li>• Asset tracking</li> </ul>
<p><b>Automatic Meter Reading Systems:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electricity</li> <li>• Gas</li> <li>• Water</li> </ul>	<p><b>Health Care/Medical:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patient Monitoring</li> </ul>
<p><b>Alarm and Security Systems:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Home security</li> <li>• Smoke detectors</li> <li>• Burglary and social alarms</li> <li>• Access control with location detection</li> <li>• Water leakage systems</li> </ul>	<p><b>Consumer Electronics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remote Controls</li> <li>• ZigBee enabled mobile phones, e.g. supporting general remote control functionality</li> <li>• Set-Top boxes</li> <li>• PC-peripherals</li> </ul>

