

行動化中長距離影像及物理量無線傳輸技術之整合研究

執行單位：逢甲大學

執行期間：108年02月20日至108年12月31日

計畫主持人：林秉賢 助理教授

計畫參與人：連惠邦、鍾侑達、陳偉強、許惠綺、黃永毅、金瀚林、顏熙蓁



簡報大綱



✓ 前言

✓ 工作執行方法

✓ 工作進度與步驟

✓ 工作成果

✓ 結論與建議

前言

計畫緣由

不論是固定式、行動式或簡易型土石流觀測站皆將所有觀測資訊處理、通訊傳輸及電力供應等集中於儀器屋或儀器箱上，而各項觀測設備則多以有線網路或訊號線或**短距離無線**方式向外延伸觀測，惟因延伸距離畢竟**有限**，加上有線網路傳輸具限制不易擴大其有效的觀測範圍，尤其是**影像**觀測結果更是受到傳輸距離之限制；且因存在道路可及、通訊傳輸及電力等問題，也**無法深入溪流上游段**直接觀測土石流發生的完整過程

優化既有行動式及簡易型土石流觀測站觀測資料(含影像)之無線傳輸性能
(包括距離、品質、載量及經濟行等)

透過設備整合
(LPWAN)，搭載
低頻率高載量無線
電之影像壓縮技術

將高品質影像及各
種物理量同步回傳
到微型整合器中

透過公眾網路(4G
或有線網路)將遠
端監測成果進行後
台展示與分析

因容易架設及拆卸，
有助於行動化觀測
技術及產品之研發
及精進

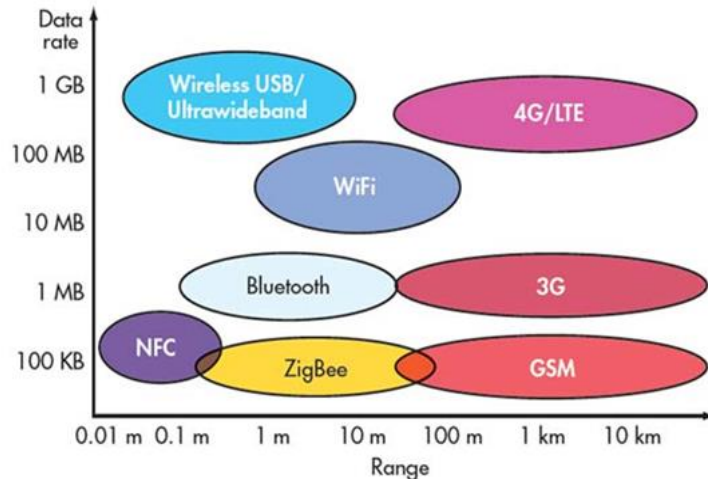
傳統現地有線觀測

上網類別	光纖	ADSL	電視線	社區網路	行動上網
上網方式	利用光線在光纖內反射來傳送訊號，可以大量傳輸訊號且衰退少，訊號穩定，獨立線路	利用一般的傳統電話線來進行高速上網的技術，獨立線路	利用有線電視傳送節目的Cable同軸纜來做網路訊號傳輸的工作，多人共享有線電視同軸纜	網路線隨地到整棟社區，然後拉網路線到社區每戶	使用手機的行動網路分享給家中其他設備
下載上傳速度	中華電信光世代 6M/2M 20M/5M 60M/20M 100M/40M 100M/100M 300M/100M 500M/250M 1G/600M	中華電信 ADSL 2M/64K 5M/384K 8M/640K	XX寬頻 8M / 1M 15M / 2M 30M / 4M 60M / 5M 120M / 10M 200M/20M 300M/30M	台南XX168 社區網路 不固定	中華電信 不同區域有不同速度(以吉米使用經驗) 4G:

Parameters	Wired	Wireless
Communication Medium	Copper, Fiber etc.	Air
Standard	IEEE 802.3	802.11 family
Mobility and Roaming	Limited	Higher
Security	High	Lower than Wired. Also easy to hack
Speed / Bandwidth	High Speed upto 1 Gbps	Lower speed than Wired Network.
Access to Network	Physical Access Required	Proximity Required
Delay	Low	High
Reliability	High	Lower than Wired
Flexibility to change	Less flexible to changes	More flexible configuration
Working principle	CSMA/CD, operates by detecting the occurrence of a collision.	CSMA/CA, hence reduces possibility of collision by avoiding collision from happening
Interference and Fluctuations vulnerability	Very Less	High
Installation activity	Cumbersome and manpower intensive	Less labor intensive and easy
Installation Time	Takes longer time to perform installation	Very less deployment time
Dedicated / Shared Connection	Dedicated	Shared
Installation Cost	High	Low
Maintenance (Upgrade) cost	High	Low
Related equipment	Router, Switch, Hub	Wireless Router, Access Point
Benefits	<ul style="list-style-type: none"> Greater Speed Higher noise immunity Highly reliable Greater Security 	<ul style="list-style-type: none"> No Hassles of Cable Best for mobile devices Greater mobility Easy installation and management

現代無線傳輸監測

	2G	3G	4G	5G
推出時間	1991	1998	2008	預估 2020
可使用頻寬 (上傳/下載)	9.6K/14.4K	64K/2M	50M/100M	預估 500M/1G
多工方式	FDMA/TDMA	FDMA/CDMA	FDMA/OFDM	未定
通道頻寬	200KHz	5MHz	20MHz	未定
附加用途	收發簡訊	收發簡訊 上網瀏覽	收發簡訊 上網瀏覽 觀看 FHD 影片	收發簡訊 上網瀏覽 觀看 4K 影片 整合物聯網



物聯網主流短距離無線傳輸比較表

	RFID	Bluetooth	ZigBee
傳輸標準	ISO 18000/EPCglobal	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4
使用頻率	LF : 125或134.2KHz HF : 13.56MHz UHF : 433或868~956MHz MW : 2.45GHz	2.4GHz	2.4GHz、868MHz、915MHz
網路連線方式	P2P	P2P、Star、Ad-hoc	P2P、Star、Mesh、Hybrid
傳輸速度	4~424Kbps	356~723Kbps	250Kbps
最大網路節點數	> 256	9	256
傳輸距離	LF<0.5m、HF<0.5m、UHF<15m、MW<100m	< 10m	< 300m

	Wi-Fi	Bluetooth 4.0	ZigBee
國際標準	IEEE 802.11	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4
傳輸距離(公尺)	35(室內)	60	10-75
傳輸速度	11-54Mbps	3-24Mbps	10-250Kbps
頻段(Hz)	2.4G+5G	2.4G	2.4G
網路節點數	32	8	65000
網路架構	Star	Star	Mesh
安全性	低	高	中
功耗	高	低	極低
抗干擾能力	低	高	中

技術協定	主要推動者	成立	目前佈建國家	基站連接數目	使用頻段	傳輸距離	傳輸速度	技術範疇	產業生態系
SIGFOX Company	Sigfox	2009	17	100萬個	ISM Band Sub-1GHz	市區：10KM 郊區：50KM	100bps	終端設備至前端應用	已發展
LoRaWAN Alliance	IBM/Cisco	2015	12	25萬個	ISM Band Sub-1GHz	市區：3~5KM 郊區：15KM	300bps~50kbps	通訊協定	已發展
Weightless SIG	ARM/neul	2015	3	100萬個	ISM Band Sub-1GHz	5KM+(-N) 2KM+(-P)	300bps~100kbps(-N) 100kbps(-P)	通訊協定	尚未發展
RPMA Company	Ingenu	2008	25	20萬個	2.4GHz	4KM	8bps~8kbps	通訊協定及硬體規格	已發展
HaLow Alliance	IEEE	2013	NA	~1萬個	ISM Band Sub-1GHz	1KM	>100kbps	通訊協定	尚未發展
NB-IoT Alliance	3GPP	2016	NA	10萬個	GSM or LTE Band	20KM	~50kbps	通訊協定	尚未發展

COMPARING LPWAN TECHNOLOGIES

Technology	Frequency	Data rate (max)	Range	Power	Cost
2G/3G	Cellular bands	~10 Mb/s	Several km	High	High
Ingenu	2.4 GHz	624 kb/s	Many km	Low	Medium
LoRa	915 MHz	<50 kb/s	15 km	Low	Low
LTE-M	Cellular bands	1 Mb/s	Several km	Medium	High
NB-IoT	Cellular bands	250 kb/s	Several km	Medium	High
SigFox	<1 GHz	100-1000 b/s	Several km	Low	Medium
Symphony	915 MHz	<50 kb/s	Up to 10 km	Low	Medium
Weightless	<1 GHz	0.1-24 Mb/s	Several km	Low	Low
Wi-Fi (11af/ah)	<1 GHz	0.1-1 Mb/s	Several km	Medium	Low

各單位行動觀測車

環保局行動觀測車

軍方行動通訊觀測車

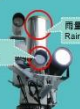
土石流行動觀測站



觀測儀器 Observation Instrument

行動式土石流觀測站裝設儀器包含雨量計、攝影機等。

The mobilized debris flow monitoring vehicle contains the rain gauge the camera, etc.



攝影機及投射燈 CCD and IR Lamp

通訊系統 Communication System

為求即時將現場資訊傳回災害應變中心，採用C頻衛星通訊傳輸，確保其通訊品質。

Using the C band satellite communication transmission for sending back the scene information, guarantees the communication quality and promptness.

衛星天線 Satellite Antenna



傳輸的載量

考量水土保持局的監測常用設備的特性，並透過微型電腦的計算整合，了解各設備偵測數據整合的最大檔案大小以及壓縮後的量體，接著透過無線電設備的頻寬調整，可做3-4種不同載量的傳輸以及傳輸速率的偵測與完整性監控

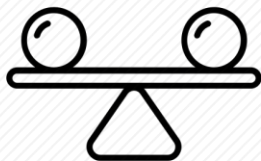


種類	規格限制	偵測頻率
雨量計	1mm精度	至少10分鐘一筆
水位計	以非接觸式水位計為主其觀測距離可達10m，惟若環境限制，則考量採用接觸式水位計。	至少10分鐘一筆
土壤含水量計	1% RO	至少10分鐘一筆
傾斜計	0-15度，精度0.1度	至少10分鐘一筆
位移計	0-2m，精度0.5	至少10分鐘一筆
攝影機	具有至少25m夜視紅外線功能	靜態影響720P，動態連續影響至少15fps以上

種類	載量	傳輸速率/傳輸時間
物理量	4種載量	XXX bps/ YYY sec
影像	靜態影像3種尺寸(640P、720P、1080P)、3種數量(1支、3支、5支) 動態影像3種尺寸(15fps、20fps、30fps)、3種數量(1支、2支、3支)	XXX bps/ YYY sec

傳輸的距離

針對上述組合，在調整天線真義大小 (3種為限)，找出line on site直線路段及line off site非通視環境的測試成果，距離變異條件亦以3種為限，找出傳輸最佳方案。



傳輸的穩定性

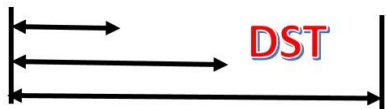
針對上述變異條件，選擇不同測試環境，在有降雨或樹木較多之區域進行資料的傳送，了解其傳輸的穩定性，並且針對行動中的傳輸做偵測，了解銜接設備的傳輸效能。

針對**物理量**與**影像**設備傳輸效能做**傳輸載量**、**傳輸速度**以及**傳輸距離**的變異分析外，亦透過**經費**的分析、**電力**分析做討論





主要包含**電力**銜接、**UHF**無線電天線銜接與**4G**網卡及天線的銜接，並能做到設備防水，且能進行**微運算**



IOT SENSOR
物理量

IOT無線電(TX)
12V26aH電池

IOT SENSOR
物理量

IOT無線電(TX)
12V26aH電池

IOT SENSOR
物理量

IOT無線電(TX)
12V26aH電池

IOT無線電(RX)
12V26aH電池

RS485

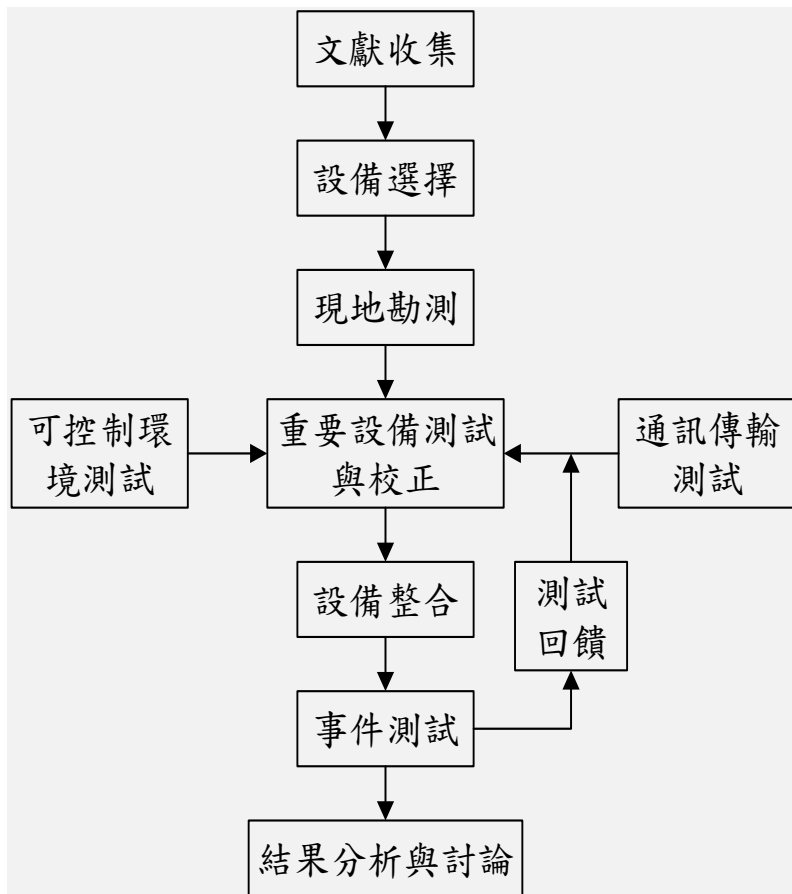


12V100aH電池

RJ45



工作步驟



文獻蒐集：針對中長距離影像及物理量無線傳輸技術之優缺點及國內各單位在長期監測、固定目標式觀測及行動觀測其使用之傳輸設備限制，包含傳輸功率、能耗、載量進行比較優略分析。

設備選擇：藉由設備的精緻化與節電化為設計的主軸，參考國內外常用的防水機箱，以微型處理器將物理量偵測設施以最高**不超過三項監控設備做整合**，通訊界面分別以搭配LPWAN物連網式低功耗遠距傳輸的LoRaWAN或其他低頻無線電傳輸器做低載量物理偵測模組之通訊銜接，其機箱內以蓄電池初步供應連續**72小時**之監測使用，其設備以**每10分鐘**為單元進行資料偵測，並做訊號解讀與編碼。另一組傳輸方案，整合以攝影機為本體，搭配其他兩種物理量之偵測設施，利用**2.4GHz或5.8GHz**無線WIFI做**802.11b/g**的規範，搭配UHF無線傳輸器，分別無線傳輸到資料彙集器，最後透過本彙集器，進行資料訊號與編碼，將影像與整合的物理量，選擇適當頻段進行**UHF頻段/5.8G/4G LTE**無線電做中長距離的傳輸。

工作步驟

通訊測試：傳輸部分則分為四大部分，分別為(1) 2.4G/5.8G WIFI (2)LoRaWAN (3)610-675MHz UHF無線電傳輸及(4)4G傳輸。測試內容主要以個別在平地與山區環境的傳輸品質與距離作測試，並考量不同天氣類型作測試與分析。

可控制環境測試：設備為多合一的整合，於微型處理器後，各項偵測設施的同步資料準確性進行軟硬體測試與資訊調校。參考水土保持局各項設備輸出的標準格式為基礎，並將前端偵測設施，同步進行環境人為變動，包含降雨量的給予、設備的傾斜位移變化，土壤含水量及水位的變動，以及影像與物理量的雙向測試，將資料進行核對分析與彙整。

現地勘測：可控制環境測試受到尺度及環境組成限制，無法真實地反映現地狀況。選擇本局既有土石流觀測站作為基礎，選定南投縣神木村為背景，於計劃期間，進行集水區環境的踏查。勘測重點包含：

- (一)選擇觀測標的：**坡面、野溪及兼具坡面及野溪者。**
- (二)蒐集周邊保全對象：選擇適合做**多路影像及物理量通訊**的測試區位與電力供應方式。
- (三)量測各項觀測標的基本資訊：**高度、深度、正常數值**等。

事件測試：透過長時間的測試，於**逢甲大學及南投縣信義神木村及南投縣國姓鄉九份二山**進行實際測試，並將觀測成果進行分析，就既有觀測站的成果做競合分析，以了解本項設計的成效與後續改進之依據。

逢甲大學校園測試



基站位置	攝影機	RSSI	TX RATE	RSSI	RX RATE
	位置1080P	TX	(Mbps)	RX	(Mbps)
B0 實驗室中央 走廊	T1	-81	9.10	-74	13.62
	T2	-94	2.83	-96	3.46
	T3	-82	9.07	-79	12.86
	T4	-	-	-	-
	T5	-	-	-	-
	T6	-76	12.57	-79	12.15
B1 室外角落	T1	-77	12.36	-79	13.02
	T2	-88	7.23	-90	8.34
	T3	-65	22.75	-58	22.77
	T4	-79	11.96	-82	12.55
	T5	-73	11.59	-71	13.87

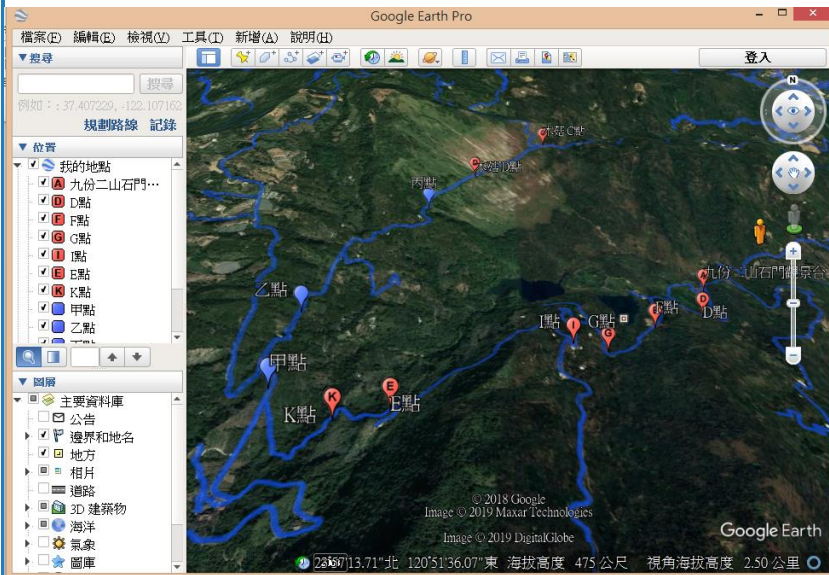


室內



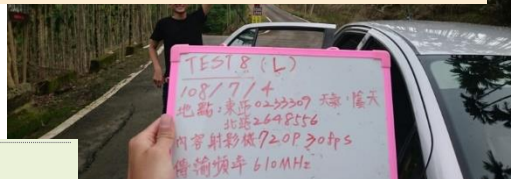
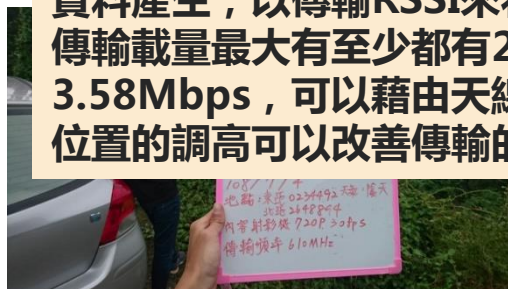
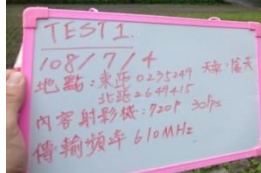
穿牆

九份二山測試



base

由於地形影響，受到樹木及河道蜿蜒影響，有2處沒有資料產生，以傳輸RSSI來看，最差也有-86左右，其傳輸載量最大有至少都有22.75Mbps最少也有3.4-3.58Mbps，可以藉由天線的改變或是功率的提升與位置的調高可以改善傳輸的品質。



Wireless 2 **Pause** <<

Status: MESH mode Enabled
 Channel: 675.000MHz
 Bit Rate: 25.27 Mbps
 Associated: 1

N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.17	-101	0/0	4.55Mbps	0Kbps	SS QPSK 1/2	

Enabled

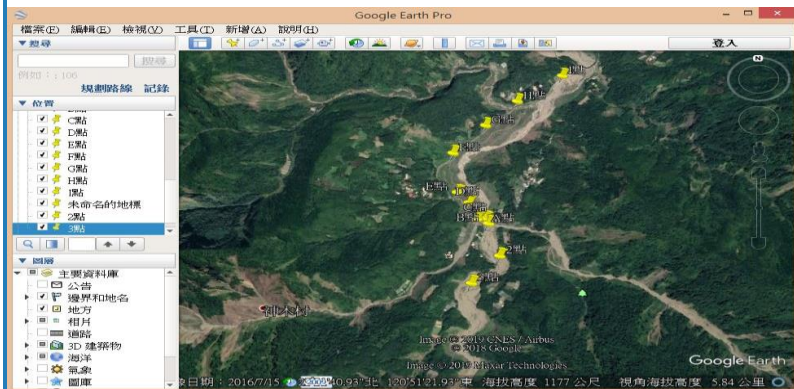
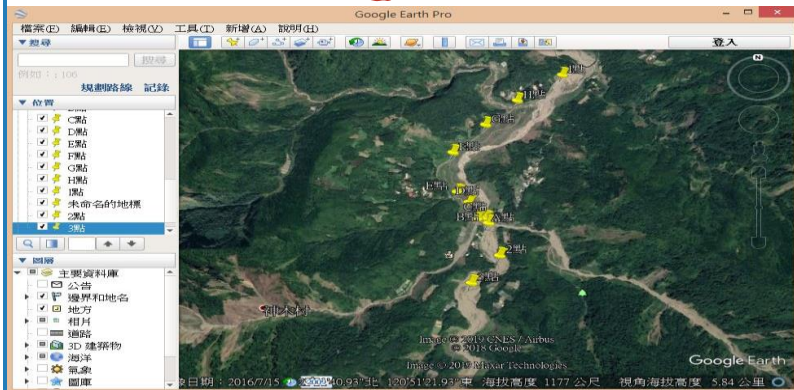
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	TX Rate	RX Rate	TX Modulation	RX Modulation
1	00:1b:5c:00:2f:4b	192.168.168.16	-71	-68	18.20Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 2/3	SS 64QAM 5/6

神木村測試

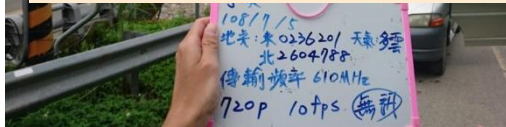
Wireless 2 **Finis** CC

Status: Mesh Mode Enabled
 Channel: 675.000MHz
 Bit Rate: 25.27Mbps
 Associated: 1

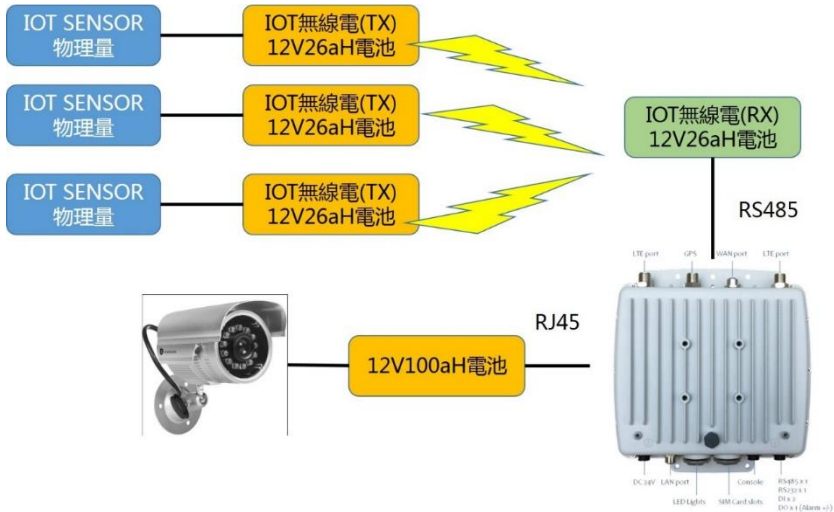
N	MAC Address	IP Address	Local RSSI	Remote RSSI	Tx Rate	Rx Rate	Tx Modulation	Rx Modulation
1	00:15:00:27:4b	192.168.168.17	-54	-62	22.75Mbps	22.75Mbps	SS 64QAM 5/6	SS 64QAM 5/6



由於地形開闊度較佳，但是受到河道蜿蜒影響，僅有一處沒有資料產生，以傳輸RSSI來看，最差也有**-90**左右，其傳輸載量至少都有**2.3-2.5Mbps**，可以藉由天線的改變或是功率的提升與位置的調高可以改善傳輸的品質。



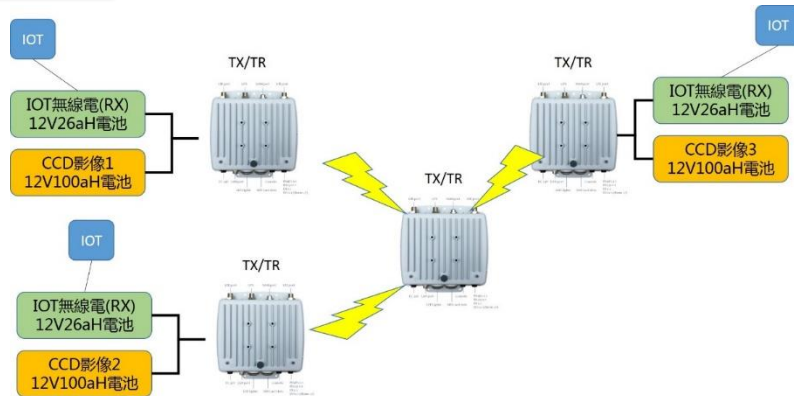
偵測端銜接架構



(1) 因為LPWAN設備無法傳遞大載量之影像，因此採用物理量獨立銜接IoT傳輸設備，並於接收端與本次PWS測試設備透過**RS485**進行整合，做內部資訊轉傳。

(2) 影像部分，透過PWS設備之RJ45孔做銜接，將影像大小設為1080P 20FPS進行資料傳遞。

傳輸架構



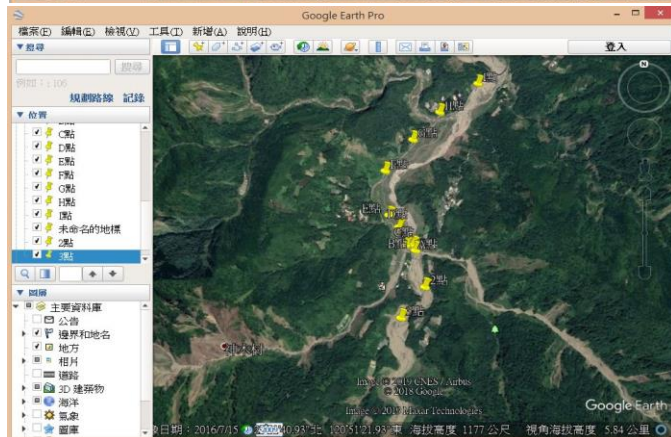
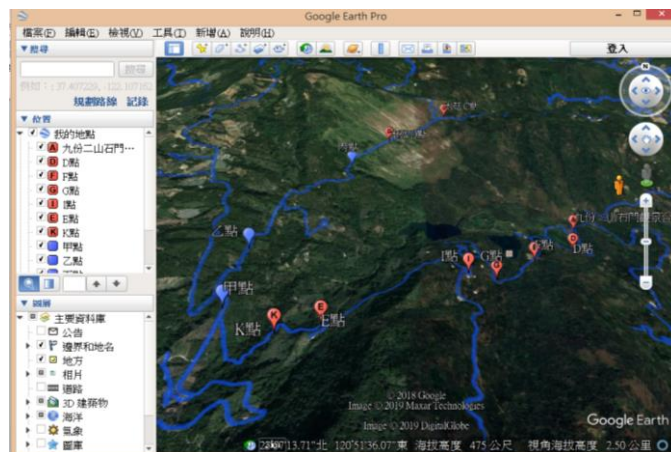
電力規劃

類型	名稱	1日	3日	7日
物理量	雨量計IOT偵測器傳輸模組	6.0W	18.0W	42.0W
	水位計IOT偵測器傳輸模組	7.68W	23.04W	53.76W
	傾斜計IOT偵測器傳輸模組	7.2W	21.6W	50.4W
影像	CCD攝影機	36W	108W	252W
傳輸	PWS傳輸模組	240W	720W	1680W

工作成果

訊號品質測試

Result	一日		三日		七日	
	TX/RX MAX	TX/RX MIN	TX/RX MAX	TX/RX MIN	TX/RX MAX	TX/RX MIN
九份二山甲- BASE	-92/ 2.75M	-98/ 1.76M	-94/ 1.83M	-96/ 1.88M	-94/ 1.57M	-97/ 1.64M
九份二山 A-BASE	-77/ 12.55M	-81/ 9.28M	-79/ 11.18M	-82/ 9.12M	-82/ 9.28M	-84/ 7.88M
九份二山 D-BASE	-62/ 20.86M	-64/ 18.57M	-63/ 20.76M	-65/ 17.22M	-63/ 20.43M	-66/ 15.33M
九份二山天氣 狀況	晴天(2019/9/30)		陰雨(2019/10/1)		晴轉陰雨轉陰天	
神木村 B-BASE	-68/ 22.75M	-71/ 21.76M	-72/ 20.83M	-76/ 19.88M	-73/ 20.27M	-77/ 19.64M
神木村 F-BASE	-84/ 4.55M	-87/ 2.28M	-85/ 4.18M	-89/ 2.12M	-86/ 3.28M	-91/ 1.88M
神木村 H-BASE	-82/ 4.86M	-84/ 4.57M	-82/ 4.76M	-85/ 4.22M	-83/ 4.43M	-86/ 3.33M
神木村	陰天轉雨天		陰雨天		雨轉陰天	



電力耗損測試

Result	一日後		三日後		七日後	
	IOT 電力	PWS 電力	IOT 電力	PWS 電力	IOT 電力	PWS 電力
九份二山 甲-BASE	12.6V/ 330W	12.4V/ 2250W	12.1V/ 310W	11.9V/ 1240W	11.4V/ 284W	9.6V/ 343W
V九份二山 A-BASE	12.4V/ 324W	12.25V/ 2138W	11.9V/ 299W	11.75V/ 1160W	11.26V/ 276W	9.4V/ 318W
九份二山 D-BASE	12.25V/ 320W	12.1V/ 2125W	11.85V/ 290W	11.8V/ 1089W	11.3V/ 280W	8.9V/ 283W
九份二山天氣狀況	晴天(2019/9/30)		陰雨(2019/10/1)		晴轉陰雨轉陰天	
神木村 B-BASE	12.4V/ 330W	12.6V/ 2290W	11.91V/ 293W	11.9V/ 1240W	11.42V/ 286W	9.6V/ 343W
神木村 F-BASE	12.1V/ 316W	12.48V/ 2165W	11.8V/ 292W	11.65V/ 1070W	11.22V/ 266W	9.2V/ 301W
神木村 H-BASE	12.2V/ 320W	12.17V/ 2105W	11.75V/ 283W	11.6V/ 1029W	11.32V/ 273W	8.6V/ 274W
神木村 天氣狀況	陰天轉雨天(2019/9/26)		陰雨天 (2019/9/27-28)		雨天轉陰天	

滿電時，IOT設備約13.3-13.1V，26ah電池總功率約340-350W，而PWS設備，因為較耗電，外加攝影機模組，設備起始電量將2顆電池進行串聯，合計約**2350-2400W**。

IOT設備因為較為省電，在7日過後，設備多數仍有很多電量，但是，銜接CCD攝影機及傳輸的PWS設備，因耗電量較大，電池在七日後幾乎呈現關閉休眠狀態，產生低電壓保護，表示該設備可能已經接近停止運作。

經濟分析

傳輸品質

傳輸距離至少達**2-3Km**，且並非直線通視，因此傳輸的載量以考量1080P 20FPS影像，其大小大約為1.8M，表示本設備在通訊良好情況下，最大載量可以達**22M**，考量設備受天氣、周邊環境及設備本衰減影響，建議最大傳輸影像數約為**8支攝影機**，但是當訊號品質降到僅有4.8-4.5M時，該環境建議降低為720P 15FPS，單張影像約為1.1M，此時安全載量約為3影像。

電力成效

考量測試7日後整體成效，設備總耗電量與計算成果相差不多，若以設備消耗能力，如果僅有IOT物理設備的傳輸，該設備電力耗損甚小，但是加入攝影機，該設備整體耗電量甚大。建議若要監測3日以上，需要加裝太陽能板做電力補充。

設備費用

整體設備配置，包含設備支撐架、保護殼、電池、天線，整體費用估算如下表，IOT設備整體費用大約8000元，而能整合多組偵測設配及影像傳輸的設備，花費大約120000元。

項目	保護殼	支撐架	電池	傳輸/CPU	總和
IOT	1,500	600	1,200	4,600	7,900
PWS	8,000	1,800	25,000	84,000	118,800

結論與建議

1

利用低頻無線電的繞射能力以及軟體壓縮括頻寬技術的整合，建立一套行動化無線電基站(PWS)可有效將頻寬約20M的頻帶載入多路影像進行測試，成效甚好，可在不同阻礙與蜿蜒峽谷進行設備的傳輸。

2

利用**PWS**設備已可多元整合其他設備的銜接，包含節能且遠距傳輸低載量的**IOT**設備，可有效多元將偵測設備往更深山去偵測，有效擴大整體監測功能。

3

本項設備因為傳輸載量較高，設備較為耗電，建議日橫設備的整合銜接，需搭配穩定的電力補充，可有效延長服務能力與成效

簡報完畢!



敬請指教