

**Electromagnetic Simulation Software** 

### Wireless Insite Training (3.3) Chinese Version (Communication System Analysis, Output, Visualization)

• 這份教材歡迎任何有需要的用戶索取,並且可以自由分享或是引用其內容

315 S. Allen St., Suite 416 | State College, PA 16801 USA | +1.814.861.1299 phone | +1.814.861.1308 fax | sales@remcom.com | www.remcom.com | © Remcom Inc. All rights reserved.

### 從物理到電信

- 未進行其他後處理的情况下,單純完成射綫跟踪模擬的部分,用戶得到的是大多是基于電場和能量等基礎 物理量爲主的輸出,形式上是以發射器對接收機點對點的關係來呈現。
- 由于Wireless Insite 的基礎是建立在一對一的點對點路徑關係上,因此要呈現出多對一或多對多的系統性 通信網路會需要另外建立通信系統來描述這個關係從而求得相關的性能指標預測。
- 基于射綫跟踪算法取得的物理量僅直接反應起點(TX)至終點(RX)的關係,無法直接反應出其他發射端口的 影響,如相鄰的發射機互相干擾或一個接收機接收多個發射器信號的總功率這些系統性的模擬輸出會需要 進一步後處理。
- Wireless Insite 透過整合用戶指定的發射器和接收機建立通信系統(Communication System),將相關的物 理量依照用戶的設置進行後處理和分析,就可以突破路徑點對點的限制,建立起網狀的系統性關係,把模 擬從物理層面延申到電信/信息層面。



- Wireless Insite 除了提供各種物理量作爲輸出,也可以將發射器和接收機組成系統,對這些物理量做進一步後處理,求得電信相關的各種性能指標。
- Wireless Insite 的 Communication System Analysis 需要基于至少一次完整的射綫跟踪模擬的輸出來做後 處理計算,如果所需的數據有欠缺,會在log文檔留下記錄提醒用戶並終止計算。
- Communication System Analysis屬後處理,可以獨立于射綫跟踪的模擬本身進行,只要所需數據完整, 用戶可以設置多個不同組合或參數/規格的分析,基于既有的輸出數據個別獨立運作,不需要每一次都重 新跑完整的模擬。
- Wireless Insite 的Communication System Analysis提供三種類型的分析,分別是誤碼率/比特誤碼率(Bit Error Rate, BER),吞吐量(Throughput),以及干擾噪聲相關分析(Interference and Receiver summary file), 吞吐量分析支持最新的5G通信網路以及波束賦形技術。



- 用戶可以在建模的過程之中設置一組或多組通信系統分析,也可以在模擬完成完成之後添加通信系統分析 設置,各組可以有各種不同的設置。
- 用戶如果添加了發射器或接收機在模型裏, 會需要完成相關的(射綫跟踪)模擬才能基于這些模擬的輸出進 行後續分析。
- 進行BER分析用需要另外安裝Remcom提供的可分享Matlab應用程式來進行(可以在沒有安裝Matlab的電 腦運行),如果沒有安裝這個工具程式,BER分析會報錯中斷,需要的用戶可以向REMCOM或代理等相關 方詢問。



Wireless InSite 3.3.4.1 - Main: (Untitled	RX road 2 Indoor mmWave RX grid 3 fave Indoor mmWave FX grid 2 for the second s	
oject Edit View Help ✓ È✓ 🖬 🐼 💿 🖺 <table-cell> É Images 🔐 Features 📰 Materials Active Description Yes Outdoor MIMO Yes Open area WiFi Yes Indoor mm Wave</table-cell>	<ul> <li>M Waveforms</li></ul>	■◆ Output 到通信系統
通信系統分析組合是否啓用 Yes : 啓用,進行分析 No : 停用,不執行分析	Active Description Yes Outdoor MIMO Yes Open area WiFi Yes Indoor mm Wave Den Duplicate Duplicate Properties Duplicate Properties	5啓用 • 值

### 用戶可以用不同的方式來執行



僅執行 communication system analysis

REMC

### Communication System Properties

REMC

											Communication System Propertie	es				
Short description:  WiFi Throughput	Role	No. point	Receiver sets	No. points	No. Antennas	1					Short description: Outdoor MIMO					
V Ceiling TxRx V Office Table TxRx	Base Station Base Station	1	Ceiling TxRx  Office Table TxRx  Letropic crid Ry	1 1 2.960	1						Transmitter sets           Image: MIMO TX1           Image: MIMO TX2	Role Base Station	No. point	Receiver sets RX on road RV mod 2	No. points 92 74	No. Antennas
			Laptop grid Rx     Conference Table Laptop Rx	3,869	1 1		✓ <u>A</u> ctive				WIFI	Date Station	1 1 1	Grid 1 Route 3	126 24	1
							New	> <u>P</u> roje	ct		Indoor mm Wave 3		1	Indoor mm Wave RX grid	100	1
							<u>O</u> pen <u>I</u> mport	> <u>F</u> eatu > <u>M</u> ate	re >					☐ Indoor mm Wave grid 2 ☐ Indoor mm Wave RX grid 3	50 100	1
All Transmitters	No Transmitt	ters	All Receivers	1	No Receivers	1	Duplicate	Wave	form		<		>			
é valurio Turna			- MIMO Method			,	<u>D</u> elete	Anter	ina		All Transmitters	No Transmi	tters	All Receivers		No Receivers
Bit Error Rate     Throughput     Interference and Receiver Su	unmary Files Only		<ul> <li>Beamforming / Diversity</li> <li>Tx Beamforming / Preco</li> <li>Precoding Table</li> <li>Rx Diversity Combining</li> <li>Closed-Loop Spatial Multiple</li> </ul>	ling No E Selec xing (SVD)	eamforming/Precoding 💌	•	Properties	T <u>r</u> ans R <u>e</u> cei Trans <u>S</u> tudy	mitter Set > ver Set > ceiver Set > area n. system		Analysis Type © Bit Error Rate © Throughput © Interference and Receiver Su	unmary Files Only		MIMO Method	ding Max Ra Max Ra Max Ra exing (SVD)	tio Trans (MRT)
Interference and Noise			Throughput Options			1					_Interference and Noise			Bit Error Rate Options		
Global Interference Options			Wireless Access Metho	d: 802.11ac	<b></b>						-Global Interference Options-			Signal Bandwidth (GH	z): 0.100	
Inoise rower Density (aBm/H:	z): [-174.000		Simal Bandwidth (ME	e: internal						-	Noise Power Density (dBm/H	z): -174.000		Modulation Scher	ne: DPSK	-
Noise (dBn	n): [-97.979			<sup>4/.</sup> [40	<u> </u>	•	用戶可以在[ 右鍵,在選]	吶値祝銜∷ 單中選擇№	±恴處按下消頭 <mark>lew -&gt; Comm</mark> .	式 ·	Uniform Interference (dBr Noise (dBr	n): -250.000 n): -94.000		Alphabet Si Spread Spectrum Processing Ge	ze: 2 in: 1.000	•
Base Station Interference Option — Include Interference between	Base Stations		/				System, 建	立新的通	信系統設置。		-Base Station Interference Option	1 Base Stations		BER meth Bit Rate (br Outage BER Thresho	od: AWGN (s): 1.000e+06 ld: 0.001	<b></b>
		+			OK Cancel	•	用戶可以在 種設置	<b>妾著彈出</b> 自	的視窗中進行名	<b>Z</b>					,	OK Cancel
• 在模型 用戶使 Methoo	中不含使用MIM 用的並非MIMC 」區塊會被關閉	MO天綫的 D版Wirel 。	向MIMO類型TX/RX, ess Insite 時, MIMO	或							<ul> <li>使用 MIMO版 天綫的 TX/R 戶可以進行B</li> </ul>	Wireless Insi X 時, MIMO M eamforming等	ite,並且 lethod 區 相關設置	且包含使用 <b>MIMO</b> [塊會被啓用,用 置。		





### • 發射器選擇與設置, 勾選方 框將TX納入通信系統 • 接收機選擇與設置 • **TX**群組中每 • **RX**群組中的 • RX群組中每一個接 • TX點或群組 • TX群組中的 一個發射器配 • TX點或TX群 接收機點數。 收機配置的天綫數量。 扮演的角色。 • RX點或RX群 發射器點數。 置的天綫數量。 **組的名稱**。 組的名稱。 No. points No. Transmitter sets Role MIMO TX1 MIMO TX2 Ba 🧹 Role Base Station Transmitter sets No. points No. Antennas No. Antennas Receiver sets No. points 🔲 WIFI MIMO TX1 Base Station 1 4 RX on road 92 1 Interferer Indoor mmWave ✓ MIMO TX2 Base Station 🖌 RX road 2 74 Indoor mm Wave 2 🗌 WIFI Grid 1 126 1 - T. 1 ☐ Indoor mmWave Route 3 24 Indoor mmWave 2 🔲 Indoor mm Wave RX 56 □ Indoor mmWave 3 Indoor mmWave RX grid 100 • 使用滑鼠右鍵選單切換發射器的 ☐ Indoor mmWave grid 2 50 1 角色 Indoor mm Wave RX grid 3 100 1 Base Station: 在發射接收關係中演 基站的角色、發射有意義的信號。 All Transmitters No Transmitters All Receivers No Receivers Interferer:在發射接收關係中演干擾 源的角色。 • 選擇所有的**TX** • 取消選擇所有的TX • 取消選擇所有的RX • 選擇所有的RX

- 當TX/RX爲單點的時候, No. points 爲1, 如果是非單點的形態如Route, No. points 則爲該組TX/RX的點數
- 每一個點的天綫數量(No. Antennas)在SISO的TX/RX都是1,而MIMO的TX/RX則 爲MIMO天綫陣列中天綫單元數量,如2\*2陣列天綫這個數值就是4.



lysis Type		<ul> <li>指定要參與分析的TX/RX</li> <li>BER,吞吐量,干擾及接 勿略不做分析的部分及其</li> </ul>	之後,用戶接者可以在三種分析 收端總結信息等三種分析方式- 輸出	析模式中選擇要進行的分析, 各自獨立運作,用戶也可以另	用戶界面也曾因之調整。 R對其中之一做詳細設置,
C Throughput			±11 0 LLL 0		
C Interference and Receiver Summary File	s Only				
Communication System Properties		Communication System Properties			
Short description: Outdoor MIMO				Communication System Properties	
Transmitter sets Role No. point	Receiver sets No. points No. Antennas	Short description: Outdoor MIMO		Short description: Outdoor MIMO	
MIMO TX1 Base Station 1     MIMO TX2 Base Station 1		Transmitter sets Role No. points No. Antennas	Receiver sets No. points No. Antennas	Transmitter sets Role No. points No. Antennas	Receiver sets No. points No. Antennas
	♥ Grid 1 126 1	MIMO TX2 Base Station 1 4	▼RX road 2 74 1	MIMO TX1 Base Station 1 4	☑ RX on road 92 1
Indoor mmWave 1 Indoor mmWave 2	Route 3 24 1 Indoor mmWave RX 56 1		☑ Grid 1 126 1	WIFI Base Station 1 4	
Indoor mmWeve 3 1	Indoor mm Weve RX grid         100         1           Indoor mm Weve RX grid         50         1           Indoor mm Weve RX grid         100         1	indoor muWwee 2 1 1 1   Indoor muWwee 2 1 1 1   Indoor muWwee 3 1 1	Kouns J     Kouns J	Indoor mmWeve     1     1     Indoor mmWeve     1	Route 3         24         1           Indoor mm Weve RX         56         1           Indoor mm Weve RX grid         100         1           Indoor mm Weve RX grid         50         1           Indoor mm Weve RX grid         30         1
All Transmitters No Transmitters	All Receivers No Receivers				
Analyzis Type	MIMO Method	All Transmitters No Transmitters	All Receivers No Receivers	All Transmitters No Transmitters	All Receivers No Receivers
Bit Ermy Rate	Beamforming / Diversity	Analytis Type	MIMO Method	- Analysis Type	- MIMO Method
	Tx Beamforming / Precoding Max Ratio Trans (MRT)	C Bit Error Rate	Beamforming / Diversity	C Di Ferre Dete	C Prostania / Dismite
○ Thuoughput	Precoding Table		Tx Beamforming / Precoding Max Ratio Trans (MRT)	· Dif Eller New	Tx Beamforming / Precoding Max Ratio Trans (MRT)
○ Interference and Receiver Summary Files Only	Rx Diversity Combining Max Ratio Combining 💌	Throughput	Precoding Table	C Throughput	Precoding Table
	C Closed-Loop Spatial Multiplexing (S∀D)	C Interference and Receiver Summary Files Only	Rx Diversity Combining Max Ratio Combining -	Interference and Receiver Summary Files Only	Rx Diversity Combining Max Ratio Combining -
×.			○ Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)		C Closed-Loop Spatial Multiplexing (S∀D)
Interference and Noise	Bit Enor Rate Options				
Global Interference Options	Signal Bandwidth (GHz): 0.100	Interference and Noise	Throughput Options	Interference and Noise	- Signal Parameters
Noise Power Density (dBm/Hz): [-174.000	Modulation Scheme: DPSK	- Global Interference Options	Wireless Access Method: WiMax	Global Interference Options	Signal Bandwidth (MHz): 1.000
Unatorm Interference (dBm): [-250.000	Alphabet Size: 2	Noise Power Dennity (dBm/Hz): -174.000	Throughput File: internal	Noise Power Density (dBm/Hz): [-174.000	
Note (dBm):  -94.000	opreau oper u um r rocetting Utin:   1.000	Uniform Interference (dBm): -250.000	Signal Bandwidth (MHz): 20	Uniform Interference (dBm): [-250.000	
- Base Station Interference Ontion	Bit Rate (ana): 11 000ea06	Noise (dBm): -100.990		Note (aBm): 1-100.540	
✓ Include Interference between Base Stations	Outage BER Threshold: [0.001	Para Station Indextoren Contine		- Base Station Interference Option	
		✓ Include Interference between Base Stations		₩ Include Interference between Base Stations	
L	ov 1 cml				
					OK Cancel
• 選擇BER, 右下角的選項區:	<b>咳曾變</b> 成調製相關選項。				
				• THE INTERIOR ON A ROCO	



- 在Output頁面在代表一次模擬設置的Study area節點底下會有一個 Communication System Analysis 的輸出節點,樹狀展開之後, 裏面會有代表每一個 Communication System Analysis 的的輸出節點,會使用用戶取的名字來標注。
- Wireless Insite會把每一個Study area設置的模擬輸出文檔放在工程文件夾裏面和Study area同名的文件夾, Communication System Analysis的輸出也會被放在同一個文件夾裏面對應的文件夾。





• 當一個工程裏面有多個Study area的時候,用戶新建一個Communication System Analysis的話,執行這個 Communication System Analysis 只會對被設置爲 active 的 Study area 的輸出進行後處理,用戶可以基于這個特性來挑選要做後處理的對象與不同設置。



Graphs



### 環境中的干擾與噪聲

• 用戶可以先在Communication System Analysis 界面中作環境噪聲相關設置, Wireless Insite, 會根據這些設置求得信 噪比(Signal-to-Interference-plus-Noise Ratios, SINR),進一步用于誤碼率(BER)以及吞吐量的計算。

No. points tion 1 tion 1	No. Antennas	Parajaar esta				
1 1 1 1 1	4 1 1 1 1	Necerva ans ♥ RX one da ♥ RX one da ♥ Grid 1 □ Route 3 □ Indoor mm.Wave RX grid □ Indoor mm.Wave RX grid 2 □ Indoor mm.Wave RX grid 3	No. points           92           74           126           24           56           100           50           100	No. Antennas           1           1           1           1           1           1           1           1           1           1           1           1           1           1           1	Global Interference Options Noise Power Density (dBm/Hz): [-174.000 Uniform Interference (dBm): [-250.000 Noise (dBm): [-100.990]	
No Tran	ansmitters	All Receivers MIMO Method © Beamforming / Diversity Tx Beamforming / Prec Precoding Table Rx Diversity Combinin, C Closed-Loop Spatial Multip	oding Max Ra Max Ra Max Ra lexing (SVD)	No Receivers	Base Station Interference Option	
: [-174.000 : [-250.000 : [-100.990 Base Stations		Signal Parameters Signal Bandwidth (M	1000		• 基站間的互相干擾現象,勾選 考慮	则納入
	No Tr ary Files Only [174.000 [250.000 [100.990] w Stations	No Transmitters  No Transmitters  I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	All Receivers      Mo Transmitters      Mo Transmitters      Millio Method      G Beamforming / Diversity      Tx Beamfor	1     1       1     1.000 miRWee git 2       1     1.000 miRWee git 2 <td< td=""><th>A     A</th><td>1 Informative gif2 100 1 Informative gif2 100 1 Informative gif2 100 1 Informative gif2 100 1 Noise (dBm): -250.000 Noise (dBm): -100.990 Base Station Interference Option Informative gif2 100.990 Include Interference between Base Stations C Closel-Loo Spain Multipleing (STD) Signal Beadwith Miltip 1000 C Cusel</td></td<>	A     A	1 Informative gif2 100 1 Informative gif2 100 1 Informative gif2 100 1 Informative gif2 100 1 Noise (dBm): -250.000 Noise (dBm): -100.990 Base Station Interference Option Informative gif2 100.990 Include Interference between Base Stations C Closel-Loo Spain Multipleing (STD) Signal Beadwith Miltip 1000 C Cusel



### 環境中的干擾與噪聲

• Wireless Insite 中的各種干擾與噪聲來源,這些設置會用來作爲信噪比計算中的噪聲部分,用戶可以 自行設置,或先使用默認值。

Transmitter sets          Image: MIMO TX1         Image: MIMO TX2         Image: WIFI         Image: Mimo TX2	Role     No. points       Base Station     1       Interferer     1       1     1	8 No. Antenna 4 4 1 1	<ul> <li>滑鼠右鍵選單切換發射器的角色,被設置爲interferer 的發 射器會成爲噪聲來源。</li> </ul>
- Interference and Noise - Global Interference Option Noise Power Density Uniform Interference No -Base Station Interference O ↓ Include Interference	(dBm/Hz): -174.000 nce (dBm): -250.000 nise (dBm): -100.990 Option between Base Stations		<ul> <li>Noise Power Density:傳播環境中,噪聲在信號頻帶上每一赫茲的功率。</li> <li>Uniform Interference:對整個場景中所有的接收機設置一個一致的固定噪聲干擾。</li> <li>Noise:在整個模擬場景中透過上面設置的 Noise Power Density 以及信號頻寬 (Signal Bandwidth)來計算的噪聲强度。</li> </ul>

 勾選這個選項Wireless Insite 會考慮角色設置爲Base Station 的發射器之間的互相干擾。

### REMC

- 在干擾,噪聲等各種消極性影響下傳輸數據會發生錯誤,造成通信品質降低的現象。
- Bit Error Rate, BER, 即誤碼率, 指的是單位時間之內傳輸錯誤對總傳輸比特數的百分比, 是無綫電數據 鏈路的重要性能指標。
- Wireless Insite 可以透過後處理求得用戶自定的通信系統中發射器對接收機的BER值。
- 用戶除了需要完成射綫跟踪模擬之外還需要安裝REMCOM提供的工具程式來進行BER的計算,否則會報 錯,通信系統分析計算會中斷。





• BER的計算會需要用戶設置計算方式,信號調製方式,以及信號頻寬等條件。





• 用戶可以選擇不同的信息調製方式,同時不同的BER的計算方法支持的調製方式也有不同。

Modulation Scheme:	DPSK
Alphabet Size: rum Processing Gain: BER method:	PAM QAM PSK DPSK FSK MSK

- Pulse Amplitude Modulation (PAM), 脉幅調製, 脉衝調幅。
- Quadrature Amplitude Modulation (QAM),正交振幅調製,正交調幅。
- Phase Shift Keying (PSK),相移鍵控,相位鍵控。
- Differential Phase Shift Keying (DPSK),差分相移鍵控,差動相移鍵控。
- Frequency Shift Keying (FSK), 頻移鍵控, 移頻鍵控。
- Minimum-Shift Keying (MSK), 最小相位頻移鍵控, 最小頻移鍵控。



• BER的計算會需要用戶設置計算方式, 信號調製方式, 以及信號頻寬等條件。

Bit Error Rate Options	BER method:
Signal Bandwidth (GHz): 0.100	Bit Rate (bps): A WGN Theoretical Fading BER Threshold: Semi-Analytic
Alphabet Size: 2	• 用戶可以從3種分析方式選擇,如果選用的TX/RX包含MIMO的TX/RX,用戶就只能選擇AWGN。
BER method: AWGN  Bit Rate (bps): 1.000e+06	BER method: Semi-Analytic  Bit Rate (bps): 1.000e+06
Outage BER Threshold: 0.001	Outage BER Threshold: 0.001
	<ul> <li>當用戶選用Semi-Analytic方法時,由于會考慮到信道的delay spread,因而會需要用戶設置Bit Rate這個參數。</li> </ul>
• 用戶可以在此設置 的RX就會中斷工作	一個BER值作爲門檻,BER超過這個數值 E。



### • Wireless Insite 提供用戶三種不同的 BER計算方式。

BER method:	A WGN
Bit Rate (bps):	A WGN Theoretical Fading
BER Threshold:	Semi-Analytic

- Additive White Gaussian noise, AWGN,加性高斯白噪聲干擾模型,數學的部分參考說明書 (Reference Manual) 14.2.5.2一節,公式14.1
- 目前的版本(Wireless Insite 3.3.x) 僅 AWGN支持5G/MIMO系統的BER分析, 當用戶建立的通信系統包含使用MIMO天綫的TX/RX時, 只能選擇AWGN作BER分析。
- Additive White Gaussian noise, AWGN, 支持以下的調製方式及字元大小(Alphabet Size)範圍:
  - PAM, 字元大小 2至1024
  - QAM, 字元大小 4至1024
  - PSK, 字元大小2至4
  - DPSK, 字元大小2至1024
  - FSK, 字元大小2至64
  - MSK,字元大小2
- Theoretical Fading (瑞利/萊斯衰落信道模型),這個方法假設衰落的信道包絡爲瑞利或萊斯分布。
- Theoretical Fading 僅支持SISO通信系統,支持以下的調製方式及字元大小(Alphabet Size)範圍:
  - PAM, 字元大小 2至1024
  - QAM, 字元大小 4至1024
  - PSK, 字元大小2至4
  - DPSK, 字元大小2至1024
  - FSK, 字元大小2



• Wireless Insite 提供用戶三種不同的 BER計算方式。

BER method:	AWGN 💌
Bit Rate (bps):	A WGN Theoretical Fading
BER Threshold:	Semi-Analytic

• Semi-Analytic 是基于:

M. C. Jeruchim, P. Balaban, and K. S. Shanmugan, Simulation of Communication Systems. New York: Plenum Press, 1992.

這一篇論文的數學方法作BER的計算

- Semi-Analytic 方法僅支持SISO通信系統, 並支持以下的調製方式及字元大小(Alphabet Size)範圍:
  - QAM, 字元大小 4至1024
  - PSK, 字元大小2至4
  - DPSK, 字元大小2至4
  - MSK,字元大小2



• BER的計算完成後用戶可以在Main視窗的Output頁面展開檢視,或是打開輸出文檔直接截取數據。



- Wireless Insite 可以透過 Communication System Analysis 運用接收功率進行後處理 求得吞吐量以及相關 性能指標。
- 進行 Throughput 分析的先决條件是先完成一個完整的模擬,並且納入系統的RX都有完整的接收功率輸出。
- Professional版的Wireless Insite 可以進行LTE, WiFi (802.11n, 802.11ac), WiMax 三種標準通信協議以及 用戶自定的通信協議的吞吐量分析。
- MIMO版的Wireless Insite 的用戶可以在設置好MIMO method欄位後, 接著在Throughput Options載入用 戶準備好的Throughput文檔, 即可基于模擬結果進行5G/MIMO的後處理, 求得吞吐量。
- 除了吞吐量之外,也會同時求得信道容量等性能指標,具體的計算方式可以參考Reference Manual 14.2.6.1。



### 

## Throughput (一般)

	Throughput Options
MIMO Method	<ul> <li>Wireless Access Method: WiMax</li> <li>Throughput Flei</li> <li>Signel Bendwidth (MHz):</li> <li>WiMex</li> <li>802.11n</li> <li>User-defined Table</li> <li>●</li> <li>●</li></ul>
Wireless Access Method: WiMax	
Throughput File: internal	
Signal Bandwidth (MHz): 20	Wireless Access Method: User-defined Table
MIMO 版 Wireless Insite 在模型中有使用MIMO天綫的發射	Throughput File: Select a File>
器/接收機的用戶界面, MIMO Method區塊被激活。	Signal Bandwidth (MHz):       20         • 用戶選擇 User-defined Table時,從這邊另外載入自定通信協議對應的文檔,其他三個自帶的通信協議不需用戶自行載入通信協議文檔。
Ty Deamforming (Presiding Ty D. A. : D. Y.	
No Beamforming/riccoding	
Precoding Table	- Throughput Options
Rx Diversity Combining Selection Combining	
🔿 Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)	Wireless Access Method: LTE
	Throughput File: internal
Throughput Options	Simel Bendwidth (MIIa)
Wimber Gener Method: 000 44	Signal Banowiout (MIR2). 20
Themeters Files internet	1.4
Signal Bandwidth (MHz): 40	5 10 15 20
• MIMO 版 Wireless Insite 在模型中沒有使用MIMO天綫的發射器/接收機或	• 依據用戶選擇的通信協議,可以從選單中選擇對應的信號頻寬,這個設置會覆蓋波形的信號
Wireless Insite Professional 版的用戶界面,MIMO Method 區塊未被激活。	頻寬設置,使用用戶自定的通信協議時,用戶會需要自行輸入設定值。

REMC

Throughput Options	
Wireless Access Method :	WiMex
Signal Bandwidth (MHz)	WiMax 802.11ac 802.11m
	User-defined Table
	•

- 從選單中選擇用于吞吐量分析的通信協議,之後,用戶可以設置信號頻寬。
- LTE, WiMax, WiFi等通信協議可供選擇的信 號頻寬爲工業標準允許的幾個選項, 用戶自定 的通信協議則需要用戶自行設置信號頻寬。
- 不同的通信協議支持不同的調製方式

通信協議	調製方式	Coding rate	可選擇的信號頻寬 (MHz)	
	QPSK	1/12 , 1/8 , 1/4 , 1/2		
WiMax	16QAM	1/2	1.25, 5, 10, 20	
	64QAM	1/2, 2/3, 3/4		
	QPSK	1/10, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4		
LTE	16QAM	2/5, 9/20, 1/2, 11/20, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6	1.4, 3, 5, 10, 15, 20	
	64QAM	1/2, 3/5, 5/8, 2/3, 17/24, 3/4, 4/5, 5/6, 7/8, 9/10		
	BPSK	1/2		
	QPSK	1/2, 3/4		
802.11ac	16QAM	1/2, 3/4	20, 40, 80, 160	
	64QAM	1/2, 2/3, 3/4		
	256QAM	3/4, 5/6		
802 11n	BPSK	1/2		
	QPSK	1/2, 3/4	20, 40	
	16QAM	1/2, 3/4	,	
	64QAM	1/2, 2/3, 3/4		



- 除了LTE, WiMax 以及 802.11n, 802.11ac之外用戶也可以自行定制通信協議用于分析。 ٠
- 在選單中選擇User-defined Table



• 用戶需要繼續操作,指定文檔給 Communication System Analysis.

method) 即可。



比

- Throughput 文檔的內容與編輯說明
- 用戶依照說明書的格式建立通信協議文檔 文檔本身爲 txt 格式純文字文件。
- 文件內容用照信號頻寬分段,每一段落描述 在對應的信號頻寬下信噪比,吞吐量以及對 應的調製方式,用戶可以設置多個段落對應 不同信號頻寬。
- 每一段落,第一列爲信號頻寬格式爲英文 bandwidthMHz空一格後面加一個數字,以下 分爲三行,第一行爲信噪比(SINR),單位爲 dB,第二行爲吞吐量,單位爲Mbit/sec,第 三行爲調製方式。
- 文檔種列出的信號頻寬也會作爲選項出現在 Signal Bandwidth選單。





### REMC

• 教程範例中的 5GNR\_100MHz\_3GPPSpec.wam 文檔

bandwidthMHz 100 ↔ 0.21 53.87 QPSK\_0.40↔ 4.54 101.01 QPSK 0.75↔ 6.94 107.74 QPSK 0.80↔ 8.48 134.68 QPSK 1.00← 10.84 202.02 16QAM 0.75↔ 12.41 215.48 16QAM 0.80↔ 13.78 269.36 16QAM 1.00↔ 16.46 303.02 64QAM 0.75↔ 18.15 323.23 64QAM 0.80↔ 26.0 404.03 2560AM 0.75↔ 27.5 430.97 256QAM\_0.80↔ 33.3 538.71 256QAM 1.00 • Coding Rate, 以 調製方式 浮點數格式書寫

• Reference Manual 中 I.2.1一節的LTE通信協議 範例





- Communication System Analysis 的Throughput 環節在正確的設置後,會在兩個output1頁面的節點產生四種輸出。
  - 基于LTE, WiMax, 802.11n, 802.11ac, 以及用戶自訂通 信協議的吞吐量。
  - 基于Shannon-Hartley理論的信道容量 (Capacity)。
  - LTE系統的Reference signal received power, (RSRP)。
  - LTE系統的Reference signal received quality, (RSRQ)。



即可選擇檢視 RSRP 或 RSRQ。



## Throughput

• 用戶可以從 Output 頁面的右鍵選單選擇Open,或者直接到工程文件夾裏面的與Communication System Analysis 同名的文件夾中找到對應的輸出文檔並用Word等文書軟體直接打開這些 TXT格式的文檔。

<i>[]]</i> ] demo_residential_area.tp2.r7.p2m - 記事本		-
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明	• 吞吐量輸出文檔中有 "tp2" 詞綴	
# Transmitter Set: All Tx	• 數據從左至右爲RX點的編號, XYZ坐標, 和RX起點的距離(文檔中忽略故爲0), 吞	仕量信道容量, 調製方式
# Receiver Set: Route 3 # Receiver Point (#) · X(m) · Y(m)	· Z(m) · Distance (m) · Throughput (MBit/sec) · Canacity (MBit/sec) · Encoding Schem	ie.
1 7.4570165437e+01 5.0819717342e+01	2.000000000e+00 0.000000000e+00 2.6325000000e+02 7.3162229014e+02 WIFI_802_11ac_M	CS_64QAM_2_3
2 7.1592010202e+01 5.1181091652e+01	2.000000000e+00 3.000000000e+00 2.6325000000e+02 7.6381289776e+02 WIFI_802_11ac_M	CS_64QAM_2_3
4 6.6812555028e+01 4.8939732854e+01	2.000000000e+00 0.000000000e+00 1.7550000000e+02 0.0699859849e+02 WIFI_802_11ac_M	CS_10QAM_5_4 CS_640AM_2_3
5 6.4893360231e+01 4.6633937691e+01	2.000000000e+00 1.200000000e+01 1.7550000000e+02 6.1449577149e+02 WIFI_802_11ac_M	CS_16QAM_3_4
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	A BURNERS IN TRACTORY AND A STATE OF TAKEN AND A STATE OF TAKEN	/ 11 / / / / A / A / A / A

🧐 demo_residential_area <mark>.</mark> rsum <mark>)</mark> te.r10.p2m - 記事本	• Receiver Summary輸出文檔中有 "rsum" 詞綴 # 培供去表示表系及影響 # ACT # 標本 和 R X 和 R # ACT # # ACT # A
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明	• 數據從左至石爲KX點的編號, XYZ坐標, 和KX起點的距離(又福中忽略故爲U), 多個信號來源的IX甲最高的接收切率, 接收 功率總和一拉收功率總和会相位, 臺供SIND, DSSL, DSDD, DSDO
# Transmitter Set: All Tx	功率總和,按收功率總和召相位,取任SINK,KSSI,KSKP,KSKQ
# Receiver Set: Indoor mmWave RX	
# Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m	n) : Distance (m) : Strongest Power (dBm) : Total Power (dBm) : Total Power With Phase (dBm) : Best SINR (dB) : RSSI (dBm) : RSRP (dBm) : RSRQ (dB)
1 7.1994050761e+01 7.4611740653e+01 4.50	J00000000e+00 0.000000000e+00 -8.5874221151e+01 -8.3052962472e+01 -8.0044813139e+01 1.0438541238e-01 -8.2915800287e+01 -1.1666603361e+02 -1.3750233325e+01
2 7.1661461864e+01 7.3668668744e+01 4.50	J00000000e+00 1.000000000e+00 -8.3091933806e+01 -8.3059820060e+01 -8.2374135486e+01 1.4001400244e+01 -8.2922444515e+01 -1.1388374627e+02 -1.0961301751e+01
3 7.1328872966e+01 7.2725596835e+01 4.50	J00000000e+00 2.000000000e+00 -9.6333158442e+01 -9.3744207957e+01 -9.0745221921e+01 -1.7550000003e+00 -9.2357304943e+01 -1.2712497090e+02 -1.4767665959e+01
4 7.0996284069e+01 7.1782524926e+01 4.50	J00000000e+00 3.000000000e+00 -8.5329043408e+01 -8.5147143040e+01 -8.3696208922e+01 1.0133826831e+01 -8.4927113650e+01 -1.1612085587e+02 -1.1193742218e+01
5 7.0663695171e+01 7.0839453017e+01 4.50	J00000000e+00 4.000000000e+00 -9.8372921197e+01 -9.8372921197e+01 -9.8372921197e+01 -3.8322115315e-01 -9.5166785108e+01 -1.2916473366e+02 -1.3997948549e+01
5 7 0368781090e+01 6 9889069740e+01 4 50	JOOOOOOO0₽±00 5 00000000₽±00 1 0136142151₽±02 1 0136142151₽±02 1 0136142151₽±02 3 3717214704₽±00 =9 6345950858₽±01 1 3215323397₽±02 1 5807283116₽±01



- 當通信系統中包含使用 MIMO 天綫的 TX/RX 時可以進行 基于5G通信協議和運用波束賦形等技術的吞吐量分析。
- 用戶需要將 MIMO Method 以及 Throughput Options 兩 個區塊作正確設置才能得到有意義的正確結果。
- 在 MIMO Method 區塊用戶需要設置發射端的信號發射方式,如何投射波束,必要時載入描述天綫單元參數的波束 文檔,以及設置接收端最佳化信號接收的方法。
- 在 Throughput Options 區塊用戶會需要在Wireless Access Method 選擇 User-defined Table 並且載入用戶針 對這一組 5G 通信系統建立的通信協議文檔並設置對應的 信號頻寬。
- MIMO Throughput 後處理的輸出也會在 Output 頁面的 Communication Systems 節點內。

Beamform	iing / Diversity		
Tx Bea	amforming / Precoding	Max Ratio Trans (MRT)	•
Precod	ing Table		
Rx Div	versity Combining	Max Ratio Combining	•

- Throughput Options		
Wireless Access Method:	User-defined Table	•
Throughput File:	_3GPPSpec.wam	
Signal Bandwidth (MHz):	100	•



- 從Tx Beamforming / Precoding 選單中選擇調製波束的方式,有三種選擇。
  - No Beamforming/Precoding
  - Max Ratio Trans (MRT)
  - Precoding/Beamforming Table

MIMO Me	thod		
юB	eamforming / Diversity		
	Tx Beamforming / Precoding	Max Ratio Trans (MRT)	•
	Precoding Table		
	Rx Diversity Combining	Max Ratio Combining	-
C CI	loæd-Loop Spatial Multiplexing (\$	SVD)	

• B	eamforming / Diversity	
	Tx Beamforming / Precoding	Max Ratio Trans (MRT) 💌
	Precoding Table	No Beamforming/Precoding
	Rx Diversity Combining	Precoding/Beamforming Table

- No Beamforming, 不使用波束賦形技術。
- Maximum Ratio Transmission (MRT):基于通道矩陣計算權重,產生最佳化的波束,讓接收端有最理想的接收功率, 在一個多徑效應影響明顯的環境,則可能會產生多個瓣而不是指向單一方向的波束,的如果接收端頁是天綫陣列,則 會針對接收端天綫陣列第一個天綫單元做最佳化,再透過接收端的天綫分集(diversity)技術運用其它天綫單元來優化 增益。
- Precoding/Beamforming Table: 載入用戶自行定制的權重參數表單, Wireless Insite 會嘗試所有的權重組合並選擇 有最好的信噪比 (SINR) 的那一組作爲傳輸使用, 。



## Throughout (N/IN/O)

### Throughput (MIMO)

### • Precoding 文檔的內容與編輯說明



### REMC



e1	1.0	0.00
e2	1.0	180.0
e3	1.0	360.0
e4	1.0	540.0
e1	1.0	0.00
e2	1.0	155.8846
e3	1.0	311.7691
e4	1.0	467.6537
e1	1.0	0.00
e2	1.0	90.0
e3	1.0	180.0
e4	1.0	270.0

- Format 設爲 mag\_phase, 同時mag\_units 設爲 linear, phase\_units 設爲 deg 時的權重段落範例。
- 第一行是天綫單元, 第二行是振幅, linear 的數 值是 1 的話換算成 dB 是 0, 第三行相位則是角度。



- 將發射端 (Tx) 的 Beamforming / Precoding 等發射相關設置完成之後,用 戶需要接著設置接收端 (Rx) 如何接收和結合或挑選信號。
- Communication System Analysis 提供以下三種接收端設置方式
  - Selection Combining
  - Equal Gain Combining
  - Max Ratio Combining

MIMO Method		
• Beamforming / Diversity		
Tx Beamforming / Precoding	Max Ratio Trans (MRT)	•
Precoding Table		
Rx Diversity Combining	Max Ratio Combining	•
Closed-Loop Spatial Multiplexing (\$V	Selection Combining Equal Gain Combining	
	Max Ratio Combining	
	Max Ratio Combining	

- Selection Combining: RX端天綫如果是陣列的話,從裏面有最佳SINR的值的天綫單元的接收信號作爲這個RX的接收信號。
- Equal Gain Combining: 調整權重來調節接收端每一個天綫單元接收到的 電壓信號的相位, 然後加總接收信號的振幅, 提升接收信號的電壓值。
- Max Ratio Combining:用一組權重調整每一個RX天綫單元的接收信號的 相位以及振幅,以求在加總後有最好的SNR值。
- 數學的部分可以參考Wireless Insite Reference Manual 17.4 Receiver Diversity Techniques 一節。



MIMO Method		
C Beamforming / Diversity		
Tx Beamforming / Precoding	Max Ratio Trans (MRT)	~
Precoding Table		
Rx Diversity Combining	Max Ratio Combining	-
<ul> <li>Closed-Loop Spatial Multiplexing (</li> </ul>	SVD)	
Closed-Loop Spatial Multiplexing (	SAD)	

- 除了對于發射器以及接收機個別設置之外,用戶也可以直接選用 Singular Value Decomposition (SVD)方法。
- SVD 是同時對發射端和接收端做調節,形成多個獨立的通道, 建立互相不干涉的數據流,在發射/接收端之間形成閉回路,類 似多個SISO通道同時工作。
- 數學的部分可以參考Reference Manual 17.5一節, 在此不做贅 述。

Wireless Access Method:	User-defined Table	-
Throughput File:	_3GPPSpec.wam	
Signal Bandwidth (MHz):	100	•

- MIMO Method 設置完成後,接著設置Throughput Option區塊, 操作和非MIMO的情况相同。
- 用戶可以選擇軟體自帶的標準通信協議或是自定Throughput File 並載入。

### REMC

### Interference and Receiver Summary Files Only

### • Interference and Receiver Summary Files Only 這個選項會提供一組綜合性的信道相關輸出。

Communication System Properties

I ransmitter sets	Role	No. points	No. Antennas	Receiver sets	No. points	No. Antennas	
MIMO TX1	Base Station	1	4	RX on road	92	1	
MIMO TX2	Base Station	1	4	✓ RX road 2	74	1	
WIFI		1	1	Grid 1	126	1	
Indoor mm Wave		1	1	Route 3	24	1	
Indoor mm Wave 2		1	1	☐ Indoor mmWave RX	56	1	
Indoor mmWave 3		1	1	🔲 Indoor mm Wave RX grid	100	1	
				☐ Indoor mmWave grid 2	50	1	
				☐ Indoor mmWave RX grid 3	100	1	
All Transmit	ters	No Tra	nsmitters	All Receivers	1	No Receivers	
Interference and	d Receiver Summary	Files Only	$\mathbb{Z}$	Rx Diversity Combinin	g Max Ra dexing (SVD)	io Combining	•
Interference and Noise				Signal Parameters—			
	ptions			Signal Bandwidth (M	Hz): 1.000		
-Global Interference O		4.000					
– Global Interference O Noise Power De	nsity (dBm/Hz): -17	Uniform Interference (dBm): 250 000					
– Global Interference O Noise Power De: Uniform Inte	nsity (dBm/Hz): -17 ference (dBm): -25	0.000					
– Global Interference O Noise Power De Uniform Inte	nsity (dBm/Hz): -17 rference (dBm): -25	0.000		<ul> <li>用戶需輸/</li> </ul>	∖對應的信	諕頻寬	

- 這個部分的後處理結果會分別存放在幾個不同的文檔,包括以下的輸出
  - Interference
  - Noise
  - Signal-to-noise ratio (SNR)
  - Signal-to-interferer ratio (SIR)
  - Signal-to-interference-plus-noise ratio (SINR)
  - Strongest Power
  - · Total Power summed without phase
  - Total Power summed with phase
  - Best SINR
  - Receiver signal strength indicator (RSSI)
  - · Receiver's strongest transmitter
  - Strongest SINR transmitter
- 後處理的數學細節可以參考 Reference Manual 第21章 (21.1.2)



REMC



© Remcom Inc. All rights reserved.
### Communication System Analysis 輸出

### • P2m格式的 Communication System Analysis輸出文檔是txt格式的文件,可以直接用word等軟體打開。



### Communication System Analysis 輸出





# Output

- 模擬完成之後,用戶可以在 Output 頁面展開輸出節點在軟體界面內視覺化各種數據,用戶可以繪製曲綫 圖,在View視窗用溫度圖的方式顯示,或者是只看數據,也可以製作視頻。
- Wireless Insite 的 output 除了MIMO的路徑信息之外,都是以純文字(TXT)格式存盤,副檔名爲p2m,用戶可以直接用Office word 或 Wordpad打開。
- MIMO相關模擬的路徑輸出文檔中有bin贅詞,副檔名也是p2m,但是不能直接用文字編輯軟體打開,要另 外導出成excel格式文檔。
- 也可以用一些第三方工具如MTALAB打開這些文檔並作編程,直接將數據導入到第三方的環境做後續處理。
- 這份教材重點在操作,大多內容基于X3D傳播模型的輸出,數學理論推導的部分用戶可以參考Reference Manual 第16章以及第21章。



### **Output** 文檔

REMC

• Wireless Insite 的 output 文檔會依照歸屬放在不同路徑,路徑結構如下圖。



用戶也可以一次activate一個Study area 配合不同的設置來管理模擬,比万說設置多個不同頻率的波形如900 MHz, 1.8GHz, 2.5GHz,再設置3個Study area,每一個Study area 對應一個頻率,每一次模擬只使用一個頻率並activate一個Study area,這樣就可以把不同頻率的模擬結果分別放在對應的文件夾裏面而不會混肴。

# Output GUI

• Wireless Insite 的 output 會被集中放在Main視窗的Output頁面

See Wireless InSite 3.3.4.1 - Main: (Untitled Project) – [	
Project Edit View Help	
D + 😂 + 🗟   🚳 🎬 🦣 🖆   🛓 -	• 按下Output按鍵, 切換至Output頁面。
🎫 Images 🕼 Features 📑 Materials M Waveforms 🔮 Antennas 💥 Transmitters/Receivers 🐟 Study areas 💥 Comm. systems 🖬 Output	Project Edit View Help
─-Graphs ● 新的空白project,或尚未執行第一次模擬的output頁面。	
	🎫 Images 🛛 👫 Features 📄 📰 Materials 🦳 Waveforms 🛛 父 Ant
Service Content and the service of t	Area: 6 Reflections, 2 Transmissions, 1 Diffraction     Point to multipoint     Decomplex impulse response
Hojeet Edit View Help □ ▼ ☞ □   ☞   ◎ ℡ 系 ≦   ≛ ▼ ■ Images   ♣↑ Features   ■ Materials   M Waveforms   ♀ Antennas   꺄 Transmitters/Receivers   ♣ Study areas   ♀ Comm. systems   ➡ Output	<ul> <li>Delay spread</li> <li>Direction of arrival</li> <li>Direction of departure</li> <li>Sh開節點,展開個別輸出項目,用戶 可以具體看到各種模擬輸出並且選擇 支持的視覺化方式。</li> </ul>
Point to multipoint ■ Communication systems ■ Channel Data for MIMO Analysis Graphs <ul> <li>• 至少完成過第一次模擬的output頁面,已經可以看到各種節 點。</li> </ul>	Path gain     Path loss     Propagation paths     Propagation paths     Prove of arrival     Communication systems     Prove of arrival     Prove of ar

Selection: 6 Reflections, 2 Transmissions, 1 Diffraction [Study area]

# Output GUI

Wireless Insite 的 模擬輸出(output)來源大致歸類爲三種:



- Communication system即可檢視這兩種輸出。
- MIMO模擬輸出則由右鍵選單選擇Browse Results 打開。



選擇Channel Data for MIMO Analysis 然後按下右鍵,在 選單中選擇Browse Results 即可打開MIMO相關輸出的瀏 覽頁面。



# Output GUI

- 由于MIMO模擬陣列天綫複雜的收發關係會產生大量路徑, 這些數據會被存放在binary格式的數據庫文檔,不能直接從 外部打開。
- 用戶會需要在Output頁面,打開MIMO Output Browser來檢 視或導出MIMO模擬結果。



### MIMO Output Browser

Study Area:	Demo communication	n system analysis	•			
UTD Instance:	1	🗌 🗌 Include	e A 11			
Tx Set:	Indoor mmWave 3		•	Rx Set:	Indoor mmWave RX gr	id 3 💌
Tx Point:		🔽 Include	e A 11	Rx Point:		🔽 Include A
Tx Element:	1	🔲 Include	e All	Rx Element:	1	🔲 Include A
○ Add Plot to	Graph	Plot A ga	inst:		Υ.	
Data Views						
		• 透過 MIM	MIN O相	<b>IO Output Bo</b> 關的輸出結果	owser來檢視 <sup>艮</sup>	



- 用戶可以在建模型的時候設置要Wireless Insite 提供的 output, 在模擬完成後Wireless Insite 會從從路徑 相關信息開始的原始數據中截取出用戶要求的部分並保存在硬盤。
- 保存在硬盤的輸出數據在Output頁面就會有對應的節點讓用戶檢視。
- 有的輸出需要有其他的輸出作爲前置資料,如需要求得 Doppler Shift 會需要用戶勾選Time of Arrival, Wireless Insite會基于前置資料去計算 Doppler Shift。
- 用戶可以選擇的是Ray Tracing的模擬輸出, MIMO的提供的輸出種類爲固定, Communication System Analysis 爲後處理, 基于模擬原始輸出做後處理提供的輸出種類也是固定的。





戶可以忽略。





### Study area properties

Short description:		Demo communication system analysis	
Propagation model:		X3D 💌	
,	Defer		
Ray spacing (?:		0.2500	
Number of reflections:		8	
Number of transmissions:		2	
Number of diffractions:	5	1	
Include Terrain Diffractions:		]-	
		Ray Casting Limits	
CPU Threads:		4	
		Partitioning and Queuing	
Foliage Model:		Weissberger Model	
Foliage attenuation (dB/m):		1.000	
Mobility Platform Time Interval (s):		1	
		Atmosphere	
APG Enabled:	$\overline{}$	APG Acceleration	
MC Enabled:		Monte Carlo	
MPE Enabled:	Г	MPE	
Diffuse Scattering Enabled:	Γ.	Diffuse Scattering	
		Output Requests	_
		Boundary	

• 按下 Output Request 鍵, 打開輸出 選擇視窗。

- 用戶可以在Study area視窗設置傳播模型(propagation model)在模擬後提供的輸出種類,用戶可以斟酌所需的數據,不需要勾選全部的輸出,以免占用大量硬盤空間。
- Full 3D, X3D, Urban Canyon, Vertical Plane, Real-Time Triple Path Geodesic, Real-Time VPUP 這幾個傳播模型支持用戶自選所需的輸出,但是提供的內容不盡相同。

### Requested Output Categories

	Hoject Lat Hell Help
Description	D + ☞ - 🖬 🐼 🔕 °∄ 🍢 🖆 📥 -
Complex E-field	🦷 Images 🗒 🖶 Features 🔤 Materials ΔΛ Waveforms
Complex impulse response	
✓ Delay spread	Area: Demo communication system analysis
Direction of arrival	Point to multipoint
Direction of departure	Complex impulse response
EM-fields	Delay spread
Excess path loss	⊕ Path gain
Free space path loss	⊕ Path loss
Free space power	Propagation paths
Mean direction of arrival	Received power
Mean direction of departure	Communication systems
Mean time of arrival	Channel Data for MIMO Analysis
✓ Path loss/gain	Graphs
Propagation paths	
Received power	
│□ Time of annival • 円尸仕期出選捧	況國內进的制山曾線亦在Output貝則。
1	

Project Edit View Help

## Output Type

REMC

### Table 21.3: Requested p2m Outputs and Associated Output Names for Ray-tracing Models

Requested Output	Output Tree Label	File	Full 3D	X3D	Urban	Vertical
		Name			Canyon	Plane
		Key	,			,
Animated Fields	Animated Fields	tdEF	¥		<b>√</b>	V
Complex E-Field	Complex E-field	cef	$\checkmark$	$\checkmark$	✓	$\checkmark$
Complex Impulse Response	Complex Impulse Response	cir	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Delay Spread	Delay Spread	spread	$\checkmark$	1	$\checkmark$	$\checkmark$
Direction of Arrival	Direction of Arrival	doa	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Direction of Departure	Direction of Departure	dod	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
EM-fields and Poynting Vector	E-field RMS	erms	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
	E-field X, Y, Z Magnitude	e*mag	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
	E-field X, Y, Z Phase	e*phs	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
	H-field RMS	hrms	$\checkmark$		$\checkmark$	$\checkmark$
	H-field X, Y, Z Magnitude	h*mag	$\checkmark$		$\checkmark$	$\checkmark$
	H-field X, Y, Z Phase	h*phs	$\checkmark$		$\checkmark$	$\checkmark$
	Poynting vector magnitude	savg	$\checkmark$		$\checkmark$	$\checkmark$
	Poynting vector X, Y, Z	s*	$\checkmark$		$\checkmark$	$\checkmark$
Excess path Loss	Excess Path Loss with antenna	xpl	$\checkmark$	$\checkmark$	1	$\checkmark$
	Excess Path loss without antenna	xpl0	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Free space path loss	Free space Path loss with antenna	fspl	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
	Free space Path loss without antenna	fspl0	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Free space Power	Free-space Power with antenna	fspower	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
	Free-space Power without antenna	fspower0	1	1	$\checkmark$	$\checkmark$
Mean Direction of Arrival	Mean Direction of Arrival	mdoa	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Mean Direction of Departure	Mean Direction of Departure	mdod	1	1	$\checkmark$	$\checkmark$
Mean time of Arrival**	Mean time of Arrival	mtoa	$\checkmark$	$\checkmark$	✓	$\checkmark$
Path loss/gain	Path gain	pg	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
	Path loss	pl	1	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Propagation Paths	Paths	paths	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Received Power	Received power	power	1	1	✓	$\checkmark$
	Received power with diffuse scatter- ing	dspower		~		
Time of Arrival ***	Time of Arrival	toa	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
	1					

• Ray Tracing 模型提供的輸出類別一覽,輸出文檔會將物理量進 一步細分

Requested Output	COST	Free	Hata	OPAR	Triple	VPUP	Walfisch
	Hata	Space			Path		Ikegami
Complex E-Field					$\checkmark$	$\checkmark$	
Complex Impulse Response					$\checkmark$	$\checkmark$	
Delay Spread					$\checkmark$	$\checkmark$	
Direction of Arrival					$\checkmark$	$\checkmark$	
Direction of Departure					$\checkmark$	$\checkmark$	
EM-fields and Poynting Vector					<b>√</b> **	<b>√</b> **	
Mean Direction of Arrival					$\checkmark$	$\checkmark$	
Mean Direction of Departure					$\checkmark$	$\checkmark$	
Mean time of Arrival					$\checkmark$	$\checkmark$	
Excess path Loss					$\checkmark$	$\checkmark$	
Free space path loss					$\checkmark$	$\checkmark$	
Free space Power					$\checkmark$	$\checkmark$	
Path loss/gain	$\checkmark$						
					_	_	

### Table 21.4: Requested Outputs and associated output names for Real Time Models

\*\* E-Fields only - no Poynting Vector

Propagation Paths

Received Power

• 經驗值模型提供的輸出類別一覽

© Remcom Inc. All rights reserved.

 $\checkmark$ 

 $\checkmark$ 

 $\checkmark$ 

 $\checkmark$ 

### Propagation Model Output Overview

- Wireless Insite 的模擬和後處理提供數十種的 output,這邊對其中一部分輸出的定義和相關信息做簡單介紹,便于用戶瞭解如何選擇與 識別所需輸出,數學相關細節以及推導,用戶可以參考Reference 第21章,這份教材著重于操作,數學部分就不作贅述。
- 軟體實際上提供的輸出包含更多細節,用戶可以直接打開除了 MIMO 輸出文檔以外的 Output 文檔檢視裏面的內容瞭解細節。
- 有一部分的輸出會受到其他模擬設置的影響產生延申性的輸出

名稱	物理意義	注解
Received Power / 接收功率	發射端產生的諸多有效路徑傳遞到接收端的能量/功率之和	使用X3D進行模擬,並開啓Diffuse Scattering功能時,會産生Specular Power,Diffuse Power (coherent sum),Diffuse Power (power sum),Total Power (coherent sum),Total Power (power sum)等衍生輸出。
Path Loss / 路徑損耗	波在傳播的運動過程中環境互動產生的的能量損耗	Reference manual 公式 21.13
Path Gain / 路徑增益	和路徑損耗數值相同,僅有正負號的差异,可視爲同一物 理量另一種表述方式	
Propagation Paths / 傳播路徑	射綫跟踪産生的路徑,包含幾何以及物理上的信息,是 Wireless Insite 所有輸出的基礎	細節于本教材後續頁面解釋
Time of Arrival / 抵達時間	個別路徑抵達RX的時間(公式 21.19)	用戶要求得多普勒頻偏時,需要勾選這個項目
Mean Time of Arrival / 平均抵 達時間	從功率的角度求得的平均抵達時間	Reference Manual 公式 21.20
Delay Spread / 延遲擴展	以功率作爲權重的時延均方根值,評估多徑效應的影響	Reference Manual 公式 21.21
Electric Field Magnitude / 電場 值	個別路徑對接收點貢獻的電場絕對值	Reference Manual 公式 21.22
Electric Field Phase / 電場相位	電場的卡氏坐標分量相位值	Reference Manual 公式 21.23



### Propagation Model Output Overview

名稱	物理意義	注解
Poynting Vector / 坡印廷向量	在接收點電磁場的時均能量通量	Reference Manual 公式 21.24
Animated Fields	將電場對時間的變化以視頻方式輸出	
Complex Electric Field	每一條路徑的球坐標/卡氏坐標在接收點的電場數據(忽 略接收天綫的影響)	由于數據格式複雜,無法在用戶界面內打開,用戶需要自行打開輸出文 檔檢視,
Direction of Arrival / 抵達方向	描述路徑抵達接收點的方向	Reference Manual 公式 21.25
Mean Direction of Arrival	透過能量作加權平均求得的抵達方向	Reference Manual 公式 21.26 , 21.27
Direction of Departure / 抵達方向	描述路徑從發射點出發的方向	Reference Manual 公式 21.28
Mean Direction of Departure	透過能量作加權平均求得的出發方向	Reference Manual 公式 21.29 , 21.30
Complex Impulse Response (CIR)	每一條路徑在接收天綫的feed位置上產生的電壓的複數 數學形式	Reference Manual 公式 21.31 , 21.32
Power Delay Profile / 功率延遲分布, 功率時延譜	描述信道在時間上的色散	不同特性的波形計算方式不同,參考Reference Manual 公式 21.33~21.36
Electric Field vs. Frequency		只在使用dispersive波形時提供,Reference Manual 公式 21.37
Electric Field vs. Time		不同特性的波形計算方式不同,參考Reference Manual 公式 21.38~21.39
Doppler Shift / 多普勒偏移	信號由于發射器或接收機運動造成的頻率偏移	用戶給與TX/RX 速度並且要求輸出time of arrival時會一並提供,會以有 doppler詞綴的的p2m文檔方式提供



# **Propagation Path**

- Wireless Insite 是基于射綫跟踪算法的模擬軟體,因而路徑(propagation path)是所有模擬輸出的基石,除經驗值模型之外,其他的傳播模型都是基于路徑做相關物理量的計算,進而提供各種輸出。
- 用戶可以透過觀察傳播路徑瞭解模擬輸出是否合理,並對模型作必要的修正,不同的傳播模型對路徑的注記也會有差异。
- 基于其重要性故單獨列出說明

Interaction Description	X3D	Full 3D	Urban Canyon	Vertical Plane
Transmitter	Tx	Tx	Tx	Tx
Receiver	Rx	Rx	Rx	Rx
Reflection	R	R	R	R
Ground Bounce	R	G	G	G
Transmission	Т	Т	Т	Т
Diffraction	D	D or d*	D	D
Enter/leave foliage	F/X	F/X	_	_
Diffuse Scattering	DS	-	_	_

• 不同的傳播模型對反射等路徑上的互動可能有不同的注記方式



- Output 頁面可以展開,瀏覽每一條路徑的細節
- Tx-R-R-Rx表示經過兩次反射抵達目標,以此類推,
- 如果是直綫,則會是Tx-Rx這樣的表示直接到達。



### **Communication System Analysis Output Overview**

- Wireless Insite 的 Communication System Analysis 是基于前面的 Ray Tracing 模擬的接收功率等結果做後處理,進一步的推算出電信/信息相關的性能指標。
- Communication System Analysis 的輸出也是以p2m的格式存盤,用戶一樣可以直接打開這些格式文檔。
- 這些輸出也可以在 Project View 視窗的 Output 頁面檢視。
- Wireless Insite 提供的輸出包含但不限于以下列出的重要輸出

名稱	物理意義	注解
Signal-to-Interferer Ratio (SIR)	接收端來自對應發射器的接收功率對所有 <mark>幹擾源</mark> 的功率比值	Reference Manual 公式 21.41
Signal-to-Noise Ratio (SNR)	接收端來自對應發射器的接收功率對所有 <mark>噪聲</mark> 的功率比值	Reference Manual 公式 21.42
Signal-to-Interferer-Plus-Noise Ratio (SINR)	接收端來自對應發射器的接收功率對所有 <mark>幹擾源</mark> 以及 <mark>噪聲源</mark> 的 功率總和之比值	Reference Manual 公式 21.43
Receiver Signal Strength Indicator (RSSI)	在接收端的接收功率,干擾源以及噪聲的功率總和	Reference Manual 公式 21.44
Reference Signal Received Power (RSRP)	RSRP僅于LTE系統提供	Reference Manual 公式 21.45
Reference Signal Received Quality (RSRQ)	RSRQ僅于LTE系統提供	Reference Manual 公式 21.46
Total Received Power	一個接收機從所有發射器得到的信號功率總和,分成包含相位 (phase)與不包含兩種計算方式。	Reference Manual 公式 21.47~21.48
Strongest Transmitter	在接收端的總接收功率中占最大比重的發射器	
Strongest SINR Transmitter	在接收端有最好SINR表現的發射器	
Channel Capacity / 信道容量	基于Shannon-Hartley theorem估算的信道最大數據傳輸率	Reference Manual 公式 21.49

### **MIMO Output Overview**

- Wireless Insite 的 MIMO 模擬不同于一般的 Ray Tracing 或通信系統分析等後處理,由于MIMO模擬會產生大量的路徑數據,考慮到效能不適合用txt格式存盤,因而用戶需要在Wireless Insite用戶界面內檢視或導出。
- 在 Output 頁面的 Channel data for MIMO analysis 用右鍵選單打開 MIMO Browser 從數據文檔提取輸出檢視或導出。
- MIMO 模擬産生的輸出包含但不限于以下輸出。

名稱	物理意義	注解
Complex Impulse Response		和一般模擬輸出相同
Direction of Arrival		和一般模擬輸出相同
Direction of Departure		和一般模擬輸出相同
Received Power		和一般模擬輸出相同
H-Matrix	MIMO通道矩陣	Reference Manual 公式 21.50
RMS delay Spread	透過功率加權來自MIMO陣列發射天綫各天綫單元路徑的時延 均方根值	Reference Manual 公式 21.51~ 21.53
RMS Angle Spread of Arrival		Reference Manual 公式 21.54~ 21.65
RMS Angle Spread of Arrival		Reference Manual 公式 21.66~ 21.77



# Output Files

- Wireless Insite 模擬輸出除 MIMO 輸出之外,大多會存盤在 .p2m 文檔,用戶可以從文檔名稱識別其內容並將之視爲一般TXT格式文檔 開啓。
- 副檔名 p2m 代表 point-to-multi point, 內含一TX 點對多 RX點的數據。
- 由于TXT格式文檔並沒有很好的排版功能,所以可能會稍顯淩亂,用戶最好先厘清裏面的數據格式,也可以嘗試寫一些脚本從外部截取 這些數據。





# Output Files

• Wireless Insite 輸出文檔的數據類型會以不同贅詞來標示, 依據用戶設置, 通常會看到列出來的數據類型中的一部分數據。

贅詞	意義	贅詞	意義	
cef	Complex electric field for strongest paths	fspower	Received power in free space in dBm	
cir	Complex impulse response for strongest paths	fspower0	Received power in free space with Isotropic Antennas	
doa	Direction of arrival for strongest paths	hXmag		
dod	Direction of departure for strongest paths		Magnitude of H-field X/Y/Z components	
doppler	Change in frequency due to motion of transmitter and receiver	hZmag		
dspower	Received power with diffuse scattering	hXphs	Phase of H-field X/Y/Z components	
eXmag		hYphs		
eYmag	Magnitude of E-field X/Y/Z components	hZphs		
eZmag		hrms	Time averaged H-field magnitude	
erms	Time averaged E-field magnitude	mdoa	Mean direction of arrival at receiver	
fspl	Path loss in free space in dB	mdod	Mean direction of departure from the transmitter	
fsp10	Free space path loss with Isotropic Antennas	mtoa	Mean time of arrival in seconds	



# Output Files

贅詞	意義	贅詞	意義		
mxtoa	Mean delay	xpl	Excess path loss in dB		
paths	Geometrical propagation paths	xpl0	Excess path loss using Isotropic Antennas for free space loss		
pg	Path gain in dB	xtoa	(Excess time-of-arrival) delay of strongest paths in seconds		
pl	Path loss in dB				
power	Received power in dBm				
sX					
sY	Cartesian X/Y/Z components of the Poynting vector				
sZ					
savg	Time averaged (RMS) magnitude of the Poynting vecto				
srms	Time averaged propagation field magnitude				
spread	Delay spread in seconds				
toa	Time of arrival of strongest paths in seconds				

# Output Files (p2p)

- Wireless Insite 模擬也會隨著用戶的設置輸出單點對單點的文檔,這類文檔副檔名爲p2p,爲 point-to-point 之意。
- 由于這類文檔數量龐大,建議用戶在需要的時候才設置。
- 文檔命名規則類似p2m文檔,不過 rx的詞綴會細分。



# **Output Files (Communication System Analysis)**

• Wireless Insite 通信系統分析工具也會產生 p2m 格式輸出文檔,命名方式類似一般輸出文檔,但是有的輸出由于內含的物理量是多個信號源的效應總和因而不包含 TX 贅詞。



贅詞	意義
noise	Total interference, total noise, signal-to-noise ratio (SNR), signal-to-interference ratio (SIR), signal-to-interference- plus-noise ratio (SINR)
rsum	Strongest power, total power summed without phase, total power summed with phase, best SINR, receiver signal strength indicator (RSSI)
rsumlte	Specific to throughput of LTE systems, contains the same values as the rsum plus received signal received power (RSRP) and received signal received quality (RSRQ)
st2r	Receiver's strongest transmitter
st2rsinr	Transmitter providing the best signal-to-noise-plus- interference ratio
ber	Bit error rate
tp2	Throughput, capacity, and modulation and coding scheme



- Wireless Insite 的 p2m格式輸出文檔一般會有特定格式,有的文檔在前面會有一段檔頭描述數據格式,也會有很簡單只包含數據的文檔, 用戶可以在reference manual附錄 J 找到相關信息.
- 由于TXT格式的文檔不能很好的編排,所以內容有時候看起來會有點亂。
  - # <Transmitter Set: Tx: 6 WIFI Point 1> 以下就幾個具代表性的文檔內容做說明。 # <Receiver Set: Rx: 3 RX on road > # <number of receiver points> # <receiver point number> <number of paths for this point> rx pt summary: <received power (dBm)> # <mean time of arrival (sec)> # <delay spread (sec)> path summary: <path number> <total interactions for path> (not including Tx and Rx) <received power(dBm)> <phase(deg)> • 檔頭部分,對文檔內容的注釋 <time of arrival(sec)> <arrival theta(deg)> <arrival phi(deg)> <departure theta(deg)> <departure phi(deg)> interactions summary: <interaction description> (Tx:transmitter, Rx:receiver, T:transmission, R:reflection, D:diffraction) <cartesian locations of interactions> (including Tx and Rx) 1 25 -105.101 7.36594e-07 9.79081e-08 12-106.015 -7.57307 7.81293e-07 90.3366 -53.0908 98.3521 -48.4857 Tx-D-R-Rx 40.4684 54.0891 5 內容數據部分 59.4554 32.639 0.794359 • 145 146.536 1.63131 107.316 196.709 2 2 5 -107.058 -161.424 6.64398e-07 90.4162 -123.629 98.6657 179.438 Tx-D-F-X-T-T-Rx 40,4684 54,0891 5 12.6369 54.3622 0.758024 55 118.053 1.31373 56.2947 120 1.33071

CO 04C 100 1 4170C



٠

### • path 文檔是最典型的輸出文檔, 有較爲詳細的檔頭和完整的數據。

# <transmitter -="" 1="" 6="" point="" set:="" tx:="" wifi=""> # <page 2="" dru="" dv="" on="" read="" set:=""></page></transmitter>	# <cartesian interactions="" locations="" of=""> (including Tx and Rx)</cartesian>
# <receiver 5="" on="" road="" rx="" rx:="" set:=""> · · · · · RX點編號, 路徑數量</receiver>	● 由左到右 received power, mean time of arrival, delay spread
# <receiver number="" point=""> <number for="" of="" paths="" point="" this=""></number></receiver>	-105.101 7.36594e-07 9.79081e-08
# rx pt summary:	1 2 - 106.015 - 7.57307 7.81293e-07 90.3366 - 53.0908 98.3521 - 48.4857
# <received (dbm)="" power=""></received>	• 由左到右 路徑編號,路徑中和環境反射等互動次數,接收功率,相位,抵達時間,抵
# <mean (sec)="" arrival="" of="" time=""></mean>	
# value of the summary:	59.4554 32.639 0.794359
# <pre></pre>	
# $\langle \text{total interactions for path} \rangle$ (not including Tx and Rx)	• 從上至下鳥路徑鏈路甲從TX 開始到 RX 的各作用點坐標。
# <received power(dbm)=""></received>	2.5-107.058 -161.424 6.64398e-07 90.4162 -123.629 98.6657 179.438
# <phase(deg)></phase(deg)>	Tx-D-F-X-T-T-Rx
# <time arrival(sec)="" of=""></time>	10 1684 54 0801 5
# <arrival theta(deg)=""></arrival>	40.4064 54.0691 5
# <arrival phi(deg)=""></arrival>	12.6369 54.3622 0.758024
# <departure theta(deg)=""></departure>	55 118.053 1.31373
# <departure phi(deg)=""></departure>	56.2947 120 1.33071
# interactions summary:	62.946 130 1.41796
# <interaction description=""> (Tx:transmitter, Rx:receiver, T:transmission,</interaction>	
R:reflection, D:diffraction)	

• 特定物理量的輸出文檔,內容可能較爲簡單,有一個描述內容的檔頭以及表列方式的數據。



• 由左到右 RX 點編號, X, Y, Z 坐標, 路徑損耗



• 輸出文檔的檔頭會有不同的形式,也會有像是用 Full 3D 傳播模型計算產生的輸出,文檔中會沒有檔頭部分的情况,用戶可以參考X3D 輸出文檔的格式。



• 由左到右爲 路徑編號, 多普勒頻偏 (Hz), 接收功率 (dBm)



- Wireless Insite 可以用數種方式將模擬或後處理的輸出視覺化, 依據輸出的特性和用戶的需求可以有不同 選擇。
- 一般模擬輸出和 Communication System Analysis 可以直接在 Output 操作, MIMO的模擬則需要再另外 透過右鍵選單打開 MIMO Browser操作。
- 用戶可以選擇的方式包括:
  - 針對距離或其他特定自變量繪製曲綫圖。
  - 將射綫路徑在 Project View 場景中視覺化。
  - 用場型圖/溫度圖的形式在 Project View 場景中顯示物理量的分布。
  - 用視頻的方式將特定的輸出以動態的方式導出。
  - 在用戶界面內檢視數值。
  - 用 Excel 格式導出MIMO相關輸出。



Images Features Materials	M Waveforms	🔮 Antenr
Area: Demo communication sys Point to multipoint Complex impulse respon Delay spread Path gain Path loss	<u>N</u> ew <u>O</u> pen <u>I</u> mport Load <u>O</u> pen	> > >
Propagation paths  WIFI WIFI, point #1 -> R WIFI, point #1 -> R WIFI, point #1 -> G WIFI, point #1 -> R	<u>P</u> lot <u>V</u> iew <u>P</u> lay <u>P</u> roperties	
WIFI, point #1 -> Indoor WIFI, point #1 -> Indoor	rmmWave RX rmmWave RX gri	d

• 透過滑鼠右鍵選單操作一般模擬以及通信系統分析的輸出。

Area: Demo communication syste Point to multipoint Communication systems Channel Data for MIMO Analy Graphs	em analysis New > Open > Import > Browse Results MIMO Output Browser	MIMO的模擬輸出 節點用滑鼠右鍵)	出則是從 Ch. 選單打開。	annel Data for M	IIMO Analys
	Channel Study Area: Demo comm UTD Instance: 1 Tx Set: Indoor mmW Tx Point:	unication system analysis  Include All Jave 3 Include All Include All	Rx Set: Rx Point:	Indoor mmWave RX grid	3 💌
	Tx Element: 1	🗖 Include All	R× Element:	1	🗖 Include All
	<ul> <li>Export to File</li> <li>View in Project View</li> <li>Add Plot to Graph</li> </ul>	Output Category: Data Type: Plot Against:	Received Power	• •	Export
	Data Views				I
					Close



• 路徑數據是堪稱最重要的模擬輸出, 在 Output 會分成三層展開



- 在 Propagation paths 之下會用 模擬中有使用的 TX作爲第一層,展開後底下是和這個TX有互動 的RX。
- 選擇這些 RX 打開滑鼠右鍵選單,選擇 Load, 就會載入路徑數據,但是暫時還不會在 Project View 裏面顯示。
- 如果右鍵選單選擇 View 則會顯示在 Project Output Properties中設置的最大顯示數量的路徑, 如果有效路徑少于這個數字,就只會顯示所有 的有效路徑。





- 點開RX這一層就會列出這一組 RX 裏面的每一個RX點。
- 點開個別RX點這一層就會列出這一個RX點裏面的每抵達該點的路徑。
- 用戶可以檢視每一條路徑的構成以及功率。



• 右鍵選單用于做一般視覺化操作,但是對不同的輸出數據格式,右鍵選單也會有變化





© Remcom Inc. All rights reserved.

• 根據輸出數據的特性, 滑鼠右鍵選單也會有變化。

RX on roa	d						
RX road 2							
Grid 1	-Grid 1						
Route 3							
Indooi	New	>					
Indooi	Open	>					
Indooi	Import	>					
Indoor	· ·						
indoor m	Load						
⊡ Indoor m	Open						
indoor m							
Propagation	Plot						
	View						
🕀 Indoor m							
🕀 Indoor m	Properties						
Indoor mmW	lave 2						

• 標準 Output 右鍵選單。



• CIR 的 Output 右鍵選單,由于數據格 式無法視覺化檢視,只能看數字所以 Plot 和 View 均無法使用。

<ul> <li>Open area WiFi</li> <li>Interference a</li> <li>Receiver Sum</li> <li>Strongest po</li> <li>Combined</li> </ul>	and Noise mary Statistics wer transmitter d Tx's	r
Strongest	New	>
⊕ Throughp	Open	>
⊡ Indoor mmW	Import	>
-Channel Data fc	Load	
aphs	Open	
	Plot	
	View	
	Properties	

• 提供最高接收功率的發射器可以在 Project View視窗中表示出來,但是無 法繪製曲綫圖,所以Plot 無法使用。

### • 根據輸出數據的特性, 滑鼠右鍵選單也會有變化。



• 干擾與噪聲 Output 右鍵選單, 可以從子選單分項檢視干擾, 噪 聲, SNR, SIR, SINR等輸出。



 接收端綜合參數 Output 右鍵選單,可以從子 選單分項檢視Strongest Power, Total Power, Total Power with Phase, best SINR, RSSI 等 輸出。



• 吞吐量 Output 右鍵選單,可以從子選單分項 檢視吞吐量和信道容量等輸出。

• 根據輸出數據的特性, 滑鼠右鍵選單也會有變化, 傳播路徑的右鍵選單也有額外的特殊選項。。

<ul> <li>→ WIFI, point #1 -&gt; Route 2</li> <li>→ Receiver #1: 25 paths</li> <li>→ Receiver #2: 4 paths.</li> <li>→ Receiver #3: 6 paths.</li> </ul>	New Open Import	> > >	・ 點選 Play 可以進ノ	入建立/演示視頻的視窗。		Route 3 25 paths. New Open	>	
<ul> <li>Receiver #4: 9 paths.</li> <li>Receiver #5: 6 paths.</li> <li>Receiver #6: 7 paths</li> </ul>	Load			Phybeck Control     Comput Election     Comput Election     Substance     Group or annummization system analysis     Substance     Substa	⊕ Receiver # ⊕ Receiver #	Import	>	
Receiver #7: 5 paths.     Receiver #8: 9 paths.     Receiver #8: 9 paths.     Receiver #8: 9 paths.	Plot			Very law         Select receiver and transmitter wit to view.           t=1.045e-07 s         Very laws horizont fill           Wrate horizont fill         RX can zool           Wrate horizont fill         RX mod 2           Wrate horizont fill         Grad 1           Wrate 3         Wrate horizont fill	⊕ Receiver # ⊕ Receiver #	View all paths View some paths		
Receiver #9: 8 paths.     In Receiver #10: 7 paths	Play			Timetep:         4 544e-09         (i)         Indoor mmWw MINO TXL yount #1           Prementent:         50         (finmetelse)         Indoor mmWw MINO TXL yount #1           Path segment length         5000e-10         (i)         Indoor mmWw MINO TXL yount #1           Output         Indoor mmWw MINO TXL yount #1         Indoor mmWw MINO TXL yount #1	⊕ Receiver #	Sort	>	by path #
⊕ Receiver #11: 25 p <del>ati</del> ⊕ Receiver #12: 9 paths	Sort	>	by receiver #	State         Set all beausurbers to .           Playing movie.         Yarw none         Yarw nil	⊕ Receiver # ⊕ Receiver #	Properties		by power by time of arrival
Receiver #13: 9 paths     Receiver #14: 8 paths     Receiver #14: 8 paths     Receiver #15: 7 paths.     Receiver #16: 4 paths	Properties	_	by # of paths by power by mean time of arrival	<u>Mini ployer</u> Clow	Receiver #12: Receiver #13:	9 paths. 9 paths. 8 paths		
Receiver #10: 4 paths.			by delay spread		<ul> <li>傳播路徑在個別 分項選擇依照路</li> </ul>	RX點層的右鍵選單,回 巠數量,接收功率,抵	」以從 <sup>-</sup> 達時間	子選單 引等不

• 傳播路徑在RX層的右鍵選單,可以從子選單分項選 擇依照接收點編號,路徑數量,接收功率,平均抵 達時間,時延擴展等不同條件來排序。

• 用戶也可以用 View all paths 和 View some paths 來控制檢視路徑的數量。

同條件來排序。

### Visualization Line Plot

- Wireless Insite 的視覺化功能,最基本的就是用Plot功能繪製曲綫圖,用戶可以將數據用XY軸的二維曲綫來呈現,X軸是距離等自變量, Y軸爲接收功率等應變量。
- 一張二維的曲綫圖可以包含一條或多條數據曲綫,用戶可以自由調整其內容,方便分析比較。
- Wireless Insite 的Plot繪製的曲綫圖會在Output 頁面的 Graphs 節點出現,用戶可以一層一層的展開,Graph 指的是整張圖面,plot指的 是每一條曲綫,一個Graph可以有好幾個plot。
- 在Graph 節點的圖是一個數據容器而不是內容固定的點陣圖,用戶可以添加,删除以及做各種編輯,圖形也會實時的反應這些改變。
- 在打開一個工程的時候,如果軟體找不到 Graphs 鏈接的數據,就會報錯。
- 發生數據遺失報錯的情形時,用戶可以删除對應的圖來解决這個情况。
- 用戶可以透過右鍵選單將Graph以JPG圖檔的格式導出。

⊕ Area: Demo communication system analysis

Graphs

- WIFI (#1) --> Route 3 : Received power
  - WIFI (#1) --> Route 3 : Received power
- indoor mmWave (#1) --> Indoor mmWave RX grid : Received power
  - --- Indoor mmWave (#1) --> Indoor mmWave RX grid : Received power
  - Indoor mmWave 2 (#1) --> Indoor mmWave RX grid : Received power



## **Visualization Line Plot**



### REMC

### © Remcom Inc. All rights reserved.

### **Visualization Line Plot**


• 在Graph上按下右鍵叫出選單,可以進行進階的設置。









REMC



.150 L

Y: -121.347

20

• Lines, 有完整格綫。

X: 66.000 (Indoor mm Wave (#1) --> Route 2 · Paceived ro

40 Distance (m)



關閉圖例欄位。

• 圖例欄位至于第1區。

REMC







```
© Remcom Inc. All rights reserved.
```

## Visualization path

• Wireless Insite 的路徑(path)輸出可以在project view場景裏面檢視,用戶可以看到路徑一路發展到接收點的過程。



## Visualization path



- 在 Wireless Insite載入(Load)輸出之後,點開節點, 可以看到路徑用樹狀圖的方式列出。
- 滑鼠點選想要檢視的路徑,就可以在Project View 的場景裏面顯示這條路徑。





### Visualization path



- 選擇 View all paths 檢視所有的路 徑。
- 這個部分可能會由于用戶的設置或 模擬實際輸出的情况導致顯示的路 徑數量不同。
- 軟體默認是25條路經,用戶可以修 改output properties 視窗來改變數 量。



. (Unutieu Project)

View	Out	tput	Select Help	
	~	Vie	w	切す影
		Cle	ar all output (no render)	
		Flue	h output (unload)	
		Rel	oad output	

- 用戶可以從Project View 視窗的 Output 選單清除顯示的路徑或溫度圖。
- Clear all output: 清除 project view 裏 面顯示的輸出,但是保留output頁面的 載入。
- Flush output : 清除顯示的輸出同時從 output頁面卸載。



### **Visualization Field**

- Wireless Insite 的 output 中大多數都可以用二維場型圖/溫度圖的方式來呈現,用戶可以在Project View 視窗直接看到用顏色區塊顯示的物理量變化以及分布趨勢,是最爲直觀的視覺化方式,典型的像是 Received Power就很適合這樣檢視。
- 用戶在 Output 頁面中點選滑鼠右鍵選單的 View 就可以在 Project View 視窗檢視場型,並且作所需調整。





• 視窗下方的光譜可以進行顯示相關設置



## **Visualization Field**



### • 在視窗下方的光譜叫出滑鼠右鍵選單進行顯示相關設置。

### REMC

## **Visualization Animation**

• Wireless Insite 的部分輸出可以用動畫的方式來呈現,並且導出爲視頻的形式保存。



### REMC

MIMO Output Browser

## Visualization MIMO

• MIMO的模擬輸出則是從 Channel Data for MIMO Analysis 節點用滑鼠右鍵選單選擇Browse Results 打開。

Point to multipoint		
Communication system	s	
Channel Data for MIMC	) Analysis	
Graphs	New	>
	Open	>
	Import	>
	Browse Result	s

- 用戶需要操作 MIMO Output Browser 指定要檢視 的通道以及處理的方式。
- 可以將數據導出成excel格式文檔, 在Project View 視窗中檢視場型或者繪製曲綫圖。

Channel	
<ul> <li>Study Area: Demo communication system analysis ▼</li> </ul>	要檢視的通道。
UTD Instance: 1 Include All	
Tx Set: Indoor mmWave 3 Rx Set: Indoor mmWave RX g	rid 3 💌
Tx Point: 🔽 Include All Rx Point:	🔽 Include All
Tx Element: 1 Include All Rx Element: 1	🔲 Include All
Actions————————————————————————————————————	後圖。
O View in Project View Data Type:	Export
C Add Plot to Graph Plot Against:	
Data Views	ĺ



- 用戶可以指定到天綫單元對天綫單元這一層的通道關係來檢視MIMO 模擬 的結果。
- TX/RX set 指的是一組發射器或接收機, 裏面會包含一個到多個單體發射 器(Tx point), 如常用的 Route 就是Tx/Rx set, Route 裏面的單點發射機就 是Tx/Rx point.
- Tx/Rx Element 指的是安裝在單體發射機/接收機 (Tx/Rx point) 上的天綫 單元,如果是單天綫就只有一個Element,如果是MIMO天綫則會有多個, 如4\*4的MIMO天綫就會有Element 1~16 可以選擇。

include all

Tx Set:

Tx element 的順序可以參考MIMO天綫編輯界面的天綫單元列表。





Tx Set: MIMO TX1 Tx Point: 1	▼ Include All	
Tx Element: 1	Include All ties	
	Short description: MIMO Waveform: 3.5 GHz band	Element Rendered Size (m): 0.019
• 使用MIMO天綫的 Tx / Rx 其 Tx/Rx Element 的編號可見于MIMO天綫的編 輯界面。	Description     Type     Details       Half-wave dipole     Half-wave dipole       Image: state st	
	Edit Array Elements Build Element Array	
	Index Antenna Position Rotation	
	1         Half-wave dipole         (-0, -0.0214137, -0.0214137) m         (0, 0, 0)?           2         Half-wave dipole         (-0, -0.0214137, 0.0214137) m         (0, 0, 0)?           3         Half-wave dipole         (-0, 0.0214137, -0.0214137) m         (0, 0, 0)?           4         Half-wave dipole         (-0, 0.0214137, 0.0214137) m         (0, 0, 0)?	



- 設置好發射器和接收機的通道關係後,可以進一步設置要如何處理哪些數據。
- Export to File 可以將用戶設定的通道關係的特定物理量以excel文檔的格式導出。

Actions - 點選 Expo	ort to File。			
<ul> <li>Export to File</li> <li>View in Project View</li> <li>Add Plot to Graph</li> </ul>	Output Category Data Type Plot Against	Received Power	Export	<ul> <li>按下 Export 導出 csv 文檔。</li> <li>Wireless Insite 會同時打開導出文檔所在的文件夾。</li> <li>名稱</li> <li>◎ cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt001.txEl001.rxEl001.inst001.csv</li> <li>◎ cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt002.txEl001.rxEl001.inst001.csv</li> <li>◎ cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt003.txEl001.rxEl001.inst001.csv</li> </ul>
	Output Category: R	eceived Power	•	<ul> <li>cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt004.txEl001.rxEl001.inst001.csv</li> <li>cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt005.txEl001.rxEl001.inst001.csv</li> <li>cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt006.txEl001.rxEl001.inst001.csv</li> </ul>
	Data Type: D Plot Against: H R R R R	omplex Impulse Response irection of Arrival irection of Departure -Matrix eccived Power MS Angle Spread of Arrival MS Angle Spread of Departure MS Delay Spread		<ul> <li>文檔的命名邏輯用戶可以參考 Wireless Insite Reference manual (3.3版) 的附錄 K.</li> </ul>

• 從選單中選擇要導出的物理量。

C Export to File	Output Ca	ategory: Recei	ved Power	•	
View in Project View	Dat	a Type: Recei	ved Power	•	View
C Add Plot to Graph	Plot	Against:			
		,			
Actions					
⊂ Export to File		Output Category	Received Power	•	
	iew	Data Type	Received Power	•	View
View in Project V					
<ul> <li>View in Project V</li> <li>Add Plot to Graph</li> </ul>	h	Plot Against	Phase Received Power		

- 在 Output Category中選擇 Received 之後 Data Type選單以及 View 按鍵會變成可以操作。
- 用戶可以在Data Type 中選擇 Phase, Received Power, Path Loss, Path Gain其中之一檢視場型。

a Maria	
ctions	
C Export to File	Output Category: Complex Impulse Response
View in Project View	Data Type: 🗾 👻
C Add Plot to Graph	Plot Against:
- Actions C Expor C View i C Add P	to File Output Category: Direction of Arrival
Actions	
C Export to File	Output Category: Direction of Departure
View in Project	View Data Type: 🔽 View
C Add Plot to Gray	Actions
Actions	C Export to File     Output Category:     H-Matrix       C View in Project View     Data Type:     Image: Compare the second secon
C Export to File	Output Category: RMS Angle Spread of Arrival
View in Project Vi	w Data Type:
C Add Plot to Graph	Plot Against:
Actions C Export to View in F C Add Plot	File     Output Category:     RMS Angle Spread of Departure       roject View     Data Type:     Image: Compare the system of the system
C Executio E2-	
C View in Project View	Date Tyme: KMS Delay Spread
C Add Plot to Graph	Plot Against:

- 選擇的輸出無法或不適合在Project View 視窗用場型圖形式檢視時, View 按鍵會無法操作。
- 目前提供場型檢視的爲 Received Power.



• 選擇 Received Power 並設置要檢視的物理量之後, 按下 View 按鍵, 即可在 Project View 中檢視溫度圖/場型圖。









- 從Data Type 選單中選擇要繪製曲綫圖的物理量,根據輸出的不同,可能不 止一個物理量可以選擇。
- 要繪製的物理量確認後,從 Plot Against 選擇曲綫圖X軸的自變量。



•

٠

•

○ Export to File	Output Category:	Complex Impulse Response	•	
C View in Project View	Data Type:	Received Power	-	Plot
Add Plot to Graph	Plot Against:	Phase	-	
		Phase		
		Time of Arrival		
D.1. U				1

### • CIR 曲綫圖的繪製選項。

Actions				
C Export to File	Output Category:	Direction of Arrival	•	
○ View in Project View	Data Type:	Received Power of Path	•	Plot
<ul> <li>Add Plot to Graph</li> </ul>	Plot Against:	Theta	•	
		Theta		
		Phi		

### • Direction of Arrival 曲綫圖的繪製選項。

Actions				
C Export to File	Output Category:	Direction of Departure	-	
O View in Project View	Data Type:	Received Power of Path	-	Plot
<ul> <li>Add Plot to Graph</li> </ul>	Plot Against:	Theta	-	
		Theta Phi		

• Direction of Departure 曲綫圖的繪製選項。

Actions						
C Export to F	File	Output Category:	Received Powe	r 💌	]	
C View in Pro	oject View	Data Type:	Received Power	r 💌	Plot	
<ul> <li>Add Plot to</li> </ul>	o Graph	Plot Against:	Phase Received Power	-		
			Path Loss Path Gain			
	Actions				1	
	C Export to File	(	Output Category:	Received Power	•	1
	O View in Project View	v	Data Type:	Received Power	•	Plot
	Add Plot to Graph		Plot Against:	Receiver Number	-	
				Distance Receiver Number		
	Data Visua					

• Received Power 曲綫圖的繪製選項。

- Actions-			
○ Export to File	Output Category:	H-Matrix	1
C View in Project View	Data Type:	<b></b>	Plot
Add Plot to Graph	Plot Against:	<b>v</b>	

• H Matrix 無法繪製曲綫圖。

### REMC

C Export to File	Output Category:	tput Category: RMS Angle Spread of Arrival 💌			
🔿 View in Project View	Data Type:	Data Type: Vertical		Plot	
<ul> <li>Add Plot to Graph</li> </ul>	Plot Against:	Against: Vertical Horizontal Total			
Actions					
	<u> </u>				
C Export to File	Output Cat	egory:	RMS Angle Spread of Arrival	-	
<ul> <li>C Export to File</li> <li>C View in Project View</li> </ul>	Output Cat Data	egory: Type:	RMS Angle Spread of Arrival Vertical	• •	Plot
<ul> <li>C Export to File</li> <li>View in Project View</li> <li>Add Plot to Graph</li> </ul>	Dutput Cat Data Plot A;	egory: Type: gainst:	RMS Angle Spread of Arrival Vertical Receiver Number	• •	Plot

• RMS Angle Spread of Arrival 曲綫圖的繪製選項。

Export to File	Output Category:	RMS Angle Spread of Departure		
View in Project View	Data Type:	Vertical	•	
Add Plot to Graph	Plot Against:	Vertical Horizont Total	al	
Actions				
C Export to File	Output Category:		RMS Angle Spread of Departure	-
O View in Project View	D	ata Type:	Vertical	•
	Plot Against:			

• RMS Angle Spread of Departure 曲綫圖的繪製選項。

Actions			
C Export to File	Output Category:	RMS Delay Spread	•
O View in Project View	Data Type:	Delay Spread	•
<ul> <li>Add Plot to Graph</li> </ul>	Plot Against:	Receiver Number	•
		Receiver Number	

• RMS Delay Spread 曲綫圖的繪製選項。



# Summary

- Wireless Insite 提供了從作圖建模到後處理一系列的功能讓用戶完全掌控場景以及各種發射接 收的關係設置,進行模擬並得到輸出。
- Linux 版的 Wireless Insite 沒有用戶界面只能輸入指令進行計算,用戶需要先在Windows 版進 行建模或用其他方式準備好項目文件。
- Wireless Insite 也提供可用于2次開發的C語言API讓用戶調用X3D傳播模型開發自己的應用, 不過這份教材不涉及編程的部分。
- 這份教材適用于Wireless Insite 3.3,後續版本可能會有改善和功能增加或界面變化,之後教材 也會隨之更新。







### 微信公衆號: Remcom模擬模擬世界



QQ群: REMCOM模擬軟體信息 QQ群號: 439531441

### Wechat ID : CAEsoftware0822

手機號 + 86 18411033831 李先生 + 86 13524674000 馬小姐

