



Electromagnetic Simulation Software

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

- 这份教材欢迎任何有需要的用户索取，并且可以自由分享或是引用其内容

从物理到电信

- 未进行其他后处理的情况下，单纯完成射线跟踪仿真的部分，用户得到的是大多是基于电场和能量等基础物理量为主的输出，形式上是以发射器对接收机点对点的关系来呈现。
- 由于Wireless Insite 的基础是建立在一对一的点对点路径关系上，因此要呈现出多对一或多对多的系统性通信网路会需要另外建立通信系统来描述这个关系从而求得相关的性能指标预测。
- 基于射线跟踪算法取得的物理量仅直接反应起点(TX)至终点(RX)的关系，无法直接反应出其他发射端口的影响，如相邻的发射机互相干扰或一个接收机接收多个发射器信号的总功率这些系统性的仿真输出会需要进一步后处理。
- Wireless Insite 透过整合用户指定的发射器和接收机建立通信系统(Communication System)，将相关的物理量依照用户的设置进行后处理和分析，就可以突破路径点对点的限制，建立起网状的系统性关系，把仿真从物理层面延申到电信/信息层面。



Communication System Analysis

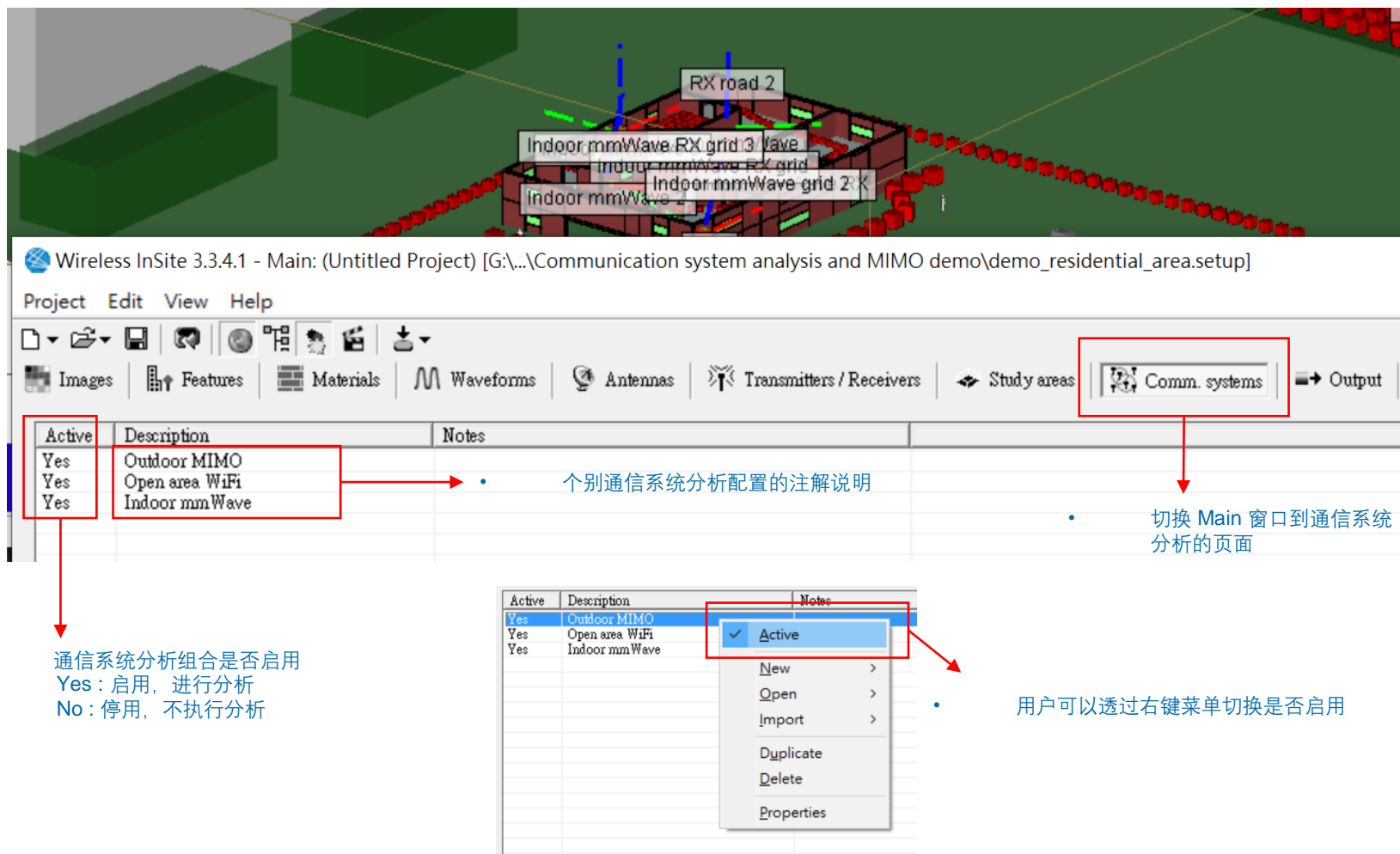
- Wireless Insite 除了提供各种物理量作为输出，也可以将发射器和接收机组成系统，对这些物理量做进一步后处理，求得电信相关的各种性能指标。
- Wireless Insite 的 Communication System Analysis 需要基于至少一次完整的射线跟踪仿真的输出来做后处理计算，如果所需的数据有欠缺，会在log文档留下记录提醒用户并终止计算。
- Communication System Analysis属于后处理，可以独立于射线跟踪的仿真本身进行，只要所需数据完整，用户可以设置多个不同组合或参数/规格的分析，基于既有的输出数据个别独立运作，不需要每一次都重新跑完整的仿真。
- Wireless Insite 的Communication System Analysis提供三种类型的分析，分别是误码率/比特误码率(Bit Error Rate, BER), 吞吐量(Throughput), 以及干扰噪声相关分析(Interference and Receiver summary file), 吞吐量分析支持最新的5G通信网路以及波束赋形技术。



Communication System Analysis

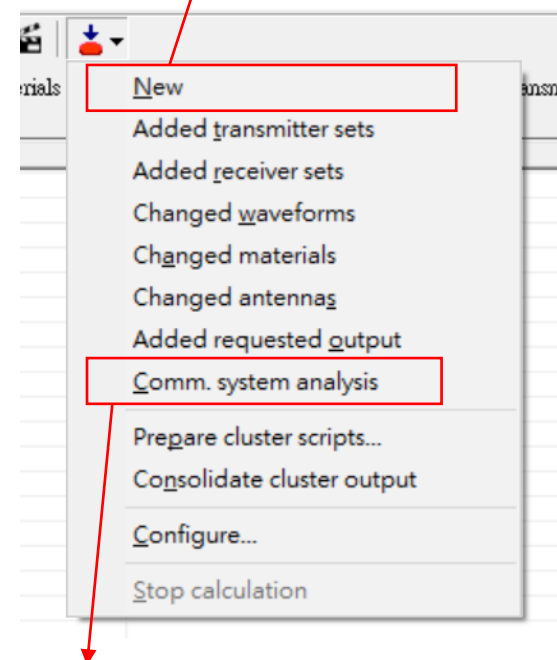
- 用户可以在建模的过程之中设置一组或多组通信系统分析，也可以在仿真完成完成之后添加通信系统分析设置，各组可以有各种不同的设置。
- 用户如果添加了发射器或接收机在模型里，会需要完成相关的(射线跟踪)仿真才能基于这些仿真的输出进行后续分析。
- 进行BER分析用需要另外安装Remcom提供的可分享Matlab应用程序来进行(可以在没有安装Matlab的电脑运行)，如果没有安装这个工具程序，BER分析会报错中断，需要的用户可以向REMCOM或代理等相关方询问。

Communication System Analysis



- 用户可以用不同的方式来执行

- 从头开始执行全部的仿真



- 仅执行 communication system analysis

Communication System Analysis

Communication System Properties

Short description: WiFi Throughput

Transmitter sets	Role	No. point
<input checked="" type="checkbox"/> Ceiling TxRx	Base Station	1
<input checked="" type="checkbox"/> Office Table TxRx	Base Station	1

Receiver sets	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> Ceiling TxRx	1	1
<input checked="" type="checkbox"/> Office Table TxRx	1	1
<input checked="" type="checkbox"/> Isotropic grid Rx	3,869	1
<input checked="" type="checkbox"/> Laptop grid Rx	3,869	1
<input type="checkbox"/> Conference Table Laptop Rx	6	1

Analysis Type

☐ Bit Error Rate

☒ Throughput

☐ Interference and Receiver Summary Files Only

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: No Beamforming/Precoding

Precoding Table: []

Rx Diversity Combining: Selection Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -97.979

Base Station Interference Option

☐ Include Interference between Base Stations

Throughput Options

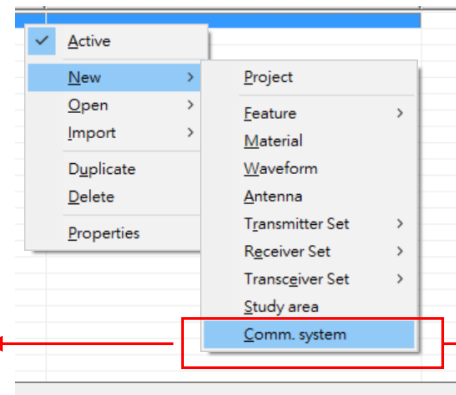
Wireless Access Method: 802.11ac

Throughput File: Internal

Signal Bandwidth (MHz): 40

OK Cancel

- 在模型中不含使用MIMO天线的MIMO类型TX/RX, 或用户使用的并非MIMO版Wireless Insite 时, MIMO Method区块会被关闭。



- 用户可以在两个窗口任意处按下鼠标右键, 在菜单中选择New -> Comm. System, 建立新的通信系统设置。
- 用户可以在接着弹出的视窗中进行各种设置

Communication System Properties

Short description: Outdoor MIMO

Transmitter sets	Role	No. point
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Base Station	1
<input type="checkbox"/> WIFI		1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave		1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 2		1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 3		1

Receiver sets	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> RX on road	92	1
<input checked="" type="checkbox"/> RX road 2	74	1
<input checked="" type="checkbox"/> Grid 1	126	1
<input type="checkbox"/> Route 3	24	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX	56	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid	100	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave grid 2	50	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid 3	100	1

Analysis Type

☒ Bit Error Rate

☐ Throughput

☐ Interference and Receiver Summary Files Only

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: Max Ratio Trans (MRT)

Precoding Table: []

Rx Diversity Combining: Max Ratio Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -94.000

Base Station Interference Option

☒ Include Interference between Base Stations

Bit Error Rate Options

Signal Bandwidth (GHz): 0.100

Modulation Scheme: DPSK

Alphabet Size: 2

Spread Spectrum Processing Gain: 1.000

BER method: AWGN

Bit Rate (bps): 1.000e+06

Outage BER Threshold: 0.001

OK Cancel

- 使用 MIMO版 Wireless Insite, 并且包含使用MIMO天线的 TX/RX 时, MIMO Method 区块会被启用, 用户可以进行Beamforming等相关设置。

Communication System Analysis

- 用户可以在此添加简短说明或加以命名 (必须填写)。

- 选择要纳入通信系统的 TX 并指定其角色。

- 选择要进行的后处理分析种类。

- 环境噪声等相关设置

- 用户的操作顺序为：

1. 在Short description栏位输入名称
2. 选择要考虑的TX/RX，并设置TX的角色
3. 选择要进行的分析并做适当设置
4. 按下OK，完成设置

Communication System Properties

Short description: Outdoor MIMO

Transmitter sets	Role	No. points
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Base Station	1
<input type="checkbox"/> WIFI		1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave		1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 2		1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 3		1

All Transmitters No Transmitters

Receiver sets	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> RX on road	92	1
<input checked="" type="checkbox"/> RX road 2	74	1
<input checked="" type="checkbox"/> Grid 1	126	1
<input type="checkbox"/> Route 3	24	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX	56	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid	100	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave grid 2	50	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid 3	100	1

All Receivers No Receivers

Analysis Type

☒ Bit Error Rate

☐ Throughput

☐ Interference and Receiver Summary Files Only

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: Max Ratio Trans (MRT)

Precoding Table:

Rx Diversity Combining: Max Ratio Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -94.000

Base Station Interference Option

☒ Include Interference between Base Stations

Bit Error Rate Options

Signal Bandwidth (GHz): 0.100

Modulation Scheme: DPSK

Alphabet Size: 2

Spread Spectrum Processing Gain: 1.000

BER method: AWGN

Bit Rate (bps): 1.000e+06

Outage BER Threshold: 0.001

OK Cancel

Notes

Short description: Outdoor MIMO

Notes:

- 输入较详细的注解说明

- 选择要纳入通信系统的 RX

- MIMO / 5G相关设置，仅MIMO版的用户在模型中存在使用MIMO天线的TX/RX时本区块会变为可用

- 随选择的分析种类改变的参数设置区块

Communication System Analysis

- 发射器选择与设置，勾选方框将TX纳入通信系统

Transmitter sets	Role	No. points	No.
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1	4
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Base Station	1	4
<input type="checkbox"/> WIFI			
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave			
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 2		1	1

- 使用鼠标右键菜单切换发射器的角色

Base Station : 在发射接收关系中演基站的角色，发射有意义的信号。

Interferer : 在发射接收关系中演干扰源的角色。

- TX点或TX群组的名称。
- TX点或群组扮演的角色。
- TX群组中的发射器点数。
- TX群组中每一个发射器配置的天线数量。

Transmitter sets	Role	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1	4
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Base Station	1	4
<input type="checkbox"/> WIFI		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 2		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 3		1	1

All Transmitters No Transmitters

- 选择所有的TX

- 取消选择所有的TX

- 当TX/RX为单点的时候，No. points 为1，如果是非单点的形态如Route，No. points 则为该组TX/RX的点数
- 每一个点的天线数量(No. Antennas)在SISO的TX/RX都是1，而MIMO的TX/RX则为MIMO天线阵列中天线单元数量，如2*2阵列天线这个数值就是4.

- 接收机选择与设置

- RX点或RX群组的名称。
- RX群组中的接收机点数。
- RX群组中每一个接收机配置的天线数量。

Receiver sets	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> RX on road	92	1
<input checked="" type="checkbox"/> RX road 2	74	1
<input checked="" type="checkbox"/> Grid 1	126	1
<input type="checkbox"/> Route 3	24	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX	56	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid	100	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave grid 2	50	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid 3	100	1

All Receivers No Receivers

- 选择所有的RX

- 取消选择所有的RX

Communication System Analysis

- 指定要参与分析的TX/RX之后，用户接着可以在三种分析模式中选择要进行的分析，用户界面也会因之调整。
- BER，吞吐量，干扰及接收端总结信息等三种分析方式各自独立运作，用户也可以只对其中之一做详细设置，忽略不做分析的部分及其输出。

Analysis Type

☒ Bit Error Rate

☐ Throughput

☐ Interference and Receiver Summary Files Only

Communication System Properties

Short description: Outdoor MIMO

Transmitter sets	Role	No. points	No. antennas
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1	4
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Base Station	1	4
<input type="checkbox"/> WiFi		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave 2		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave 3		1	1

Receiver sets	No. points	No. antennas
<input checked="" type="checkbox"/> RX on road	92	1
<input checked="" type="checkbox"/> RX road 2	74	1
<input checked="" type="checkbox"/> Grid 1	126	1
<input type="checkbox"/> Route 3	24	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX	56	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX grid	100	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave grid 2	50	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX grid 3	100	1

Analysis Type

☒ Bit Error Rate

☐ Throughput

☐ Interference and Receiver Summary Files Only

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: Max Ratio Txas (MRT)

Precoding Table: [Empty]

Rx Diversity Combining: Max Ratio Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (GYD)

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -94.000

Base Station Interference Option

☒ Include Interference between Base Stations

Bit Error Rate Options

Signal Bandwidth (GHz): 0.100

Modulation Scheme: DP3K

Alphabet Size: 2

Spectral Spectrum Processing Gain: 1.000

BER method: AWGN

Bit Rate (bps): 1.000e+06

Outage BER Threshold: 0.001

OK Cancel

- 选择BER，右下角的选项区域会变成调制相关选项。

Communication System Properties

Short description: Outdoor MIMO

Transmitter sets	Role	No. points	No. antennas
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1	4
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Base Station	1	4
<input type="checkbox"/> WiFi		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave 2		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave 3		1	1

Receiver sets	No. points	No. antennas
<input checked="" type="checkbox"/> RX on road	92	1
<input checked="" type="checkbox"/> RX road 2	74	1
<input checked="" type="checkbox"/> Grid 1	126	1
<input type="checkbox"/> Route 3	24	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX	56	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX grid	100	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave grid 2	50	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX grid 3	100	1

Analysis Type

☐ Bit Error Rate

☒ Throughput

☐ Interference and Receiver Summary Files Only

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: Max Ratio Txas (MRT)

Precoding Table: [Empty]

Rx Diversity Combining: Max Ratio Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (GYD)

Throughput Options

Wireless Access Method: WiMax

Throughput File: Internal

Signal Bandwidth (MHz): 20

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -100.990

Base Station Interference Option

☒ Include Interference between Base Stations

OK Cancel

- 选择Throughput，右下角的选项区域会变成通信协议等相关。

Communication System Properties

Short description: Outdoor MIMO

Transmitter sets	Role	No. points	No. antennas
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1	4
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Base Station	1	4
<input type="checkbox"/> WiFi		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave 2		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave 3		1	1

Receiver sets	No. points	No. antennas
<input checked="" type="checkbox"/> RX on road	92	1
<input checked="" type="checkbox"/> RX road 2	74	1
<input checked="" type="checkbox"/> Grid 1	126	1
<input type="checkbox"/> Route 3	24	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX	56	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX grid	100	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave grid 2	50	1
<input type="checkbox"/> Indoor numWave RX grid 3	100	1

Analysis Type

☐ Bit Error Rate

☐ Throughput

☒ Interference and Receiver Summary Files Only

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: Max Ratio Txas (MRT)

Precoding Table: [Empty]

Rx Diversity Combining: Max Ratio Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (GYD)

Signal Parameters

Signal Bandwidth (MHz): 1.000

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -100.990

Base Station Interference Option

☒ Include Interference between Base Stations

OK Cancel

- 选择 Interference and Receiver Summary Files Only，右下角的选项区域会变成信号带宽。

Communication System Analysis

- 在Output页面在代表一次仿真设置的Study area节点底下会有一个 Communication System Analysis 的输出节点，树状展开之后，里面会有代表每一个 Communication System Analysis 的输出节点，会使用用户取的名字来标注。
- Wireless InSite会把每一个Study area设置的仿真输出文档放在工程文件夹里面和Study area同名的文件夹， Communication System Analysis的输出也会被放在同一个文件夹里面对应的文件夹。

Wireless InSite 3.3.4.1 - Main: (Untitled Project) [G:\...\Communic

Active	Description	Notes
Yes	Outdoor MIMO	
Yes	Open area WiFi	
Yes	Indoor mmWave	
Yes	LTE	

Wireless InSite 3.3.4.1 - Main: (Untitled Project) [G:\...\Com

Area: Demo communication system analysis

- Point to multipoint
- Communication systems
 - Outdoor MIMO
 - Open area WiFi
 - Indoor mmWave
 - LTE
- Channel Data for MIMO Analysis
- Graphs

Communication system analysis a... > Demo communication system analysis

名稱	修改日期
cir	2020/11/3 下午 04:07
hmatrix	2020/11/3 下午 04:07
Indoor mmWave	2020/9/25 下午 04:37
LTE	2020/12/3 下午 05:08
Open area WiFi	2020/9/25 下午 04:37
Outdoor MIMO	2020/12/3 下午 05:15
status	2020/9/25 下午 03:37
demo_residential_area.antenna.rx03.bin.ant	2020/9/25 下午 03:37
demo_residential_area.antenna.rx04.bin.ant	2020/9/25 下午 03:37

Communication System Analysis

- 当一个工程里面有多个Study area的时候，用户新建一个Communication System Analysis的话，执行这个 Communication System Analysis 只会对被设置为 active 的 Study area 的输出进行后处理，用户可以基于这个特性来挑选要做后处理的对象与不同设置。

The screenshot illustrates the workflow for selecting a study area for communication system analysis. It shows a table of study areas, a 'Waveforms' tab, a context menu, and a tree view of the analysis results.

A	V	C	Description	Model	Boundary
A	V	C	X3D	X3D Ray	Auto
	V	C	300 GHz	X3D Ray	Auto
A	V	C	600 GHz	X3D Ray	Auto
	V	C	1000 GHz	X3D Ray	Auto
	V	C	2000 GHz	X3D Ray	Auto
A	V	C	1500 GHz	X3D Ray	Auto

The 'Waveforms' tab is selected, showing a table with columns 'Active', 'Description', and 'Notes'. The 'Active' column is set to 'Yes' for the 'comm analysis test'.

The context menu is open, showing options for 'Comm. system analysis'.

The tree view on the right shows the analysis results for the selected study area, including 'Area: X3D', 'Area: 300 GHz', 'Area: 600 GHz', 'Area: 1000 GHz', 'Area: 2000 GHz', and 'Area: 1500 GHz'. Each area has a 'Point to multipoint' and 'Communication systems' sub-item, and a 'comm analysis test' sub-item.

环境中的干扰与噪声

- 用户可以先在Communication System Analysis 界面中作环境噪声相关设置，Wireless Insite，会根据这些设置求得信噪比(Signal-to-Interference-plus-Noise Ratios, SINR),进一步用于误码率(BER)以及吞吐量的计算。

Communication System Properties

Short description: Outdoor MIMO

Transmitter sets	Role	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TK1	Base Station	1	4
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TK2	Base Station	1	4
<input type="checkbox"/> WIFI		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 2		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 3		1	1

All Transmitters No Transmitters

Receiver sets	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> RX on road	92	1
<input checked="" type="checkbox"/> RX road 2	74	1
<input checked="" type="checkbox"/> Grid 1	126	1
<input type="checkbox"/> Route 3	24	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX	56	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid	100	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave grid 2	50	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid 3	100	1

All Receivers No Receivers

Analysis Type

☐ Bit Error Rate

☐ Throughput

☒ Interference and Receiver Summary Files Only

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -100.990

Base Station Interference Option

☒ Include Interference between Base Stations

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -100.990

Base Station Interference Option

☒ Include Interference between Base Stations

- 基站间的互相干扰现象，勾选则纳入考虑

环境中的干扰与噪声

- Wireless Insite 中的各种干扰与噪声来源，这些设置会用来作为信噪比计算中的噪声部分，用户可以自行设置，或先使用默认值。

Transmitter sets	Role	No. points	No. Antenna
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1	4
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Interferer	1	4
<input type="checkbox"/> WIFI		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave		1	1

- 鼠标右键选单切换发射器的角色，被设置为interferer 的发射器会成为噪声来源。

Interference and Noise

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -100.990

Base Station Interference Option

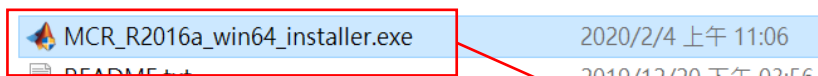
☒ Include Interference between Base Stations

- Noise Power Density : 传播环境中，噪声在信号频带上每一赫兹的功率。
- Uniform Interference : 对整个场景中所有的接收机设置一个一致的固定噪声干扰。
- Noise : 在整个仿真场景中透过上面设置的 Noise Power Density 以及信号带宽 (Signal Bandwidth) 来计算的噪声强度。

- 勾选这个选项Wireless Insite 会考虑角色设置为Base Station 的发射器之间的互相干扰。

Bit Error Rate

- 在干扰，噪声等各种消极性影响下传输数据会发生错误，造成通信质量降低的现象。
- Bit Error Rate, BER, 即误码率，指的是单位时间之内传输错误对总传输比特数的百分比，是无线电数据链路的重要性能指标。
- Wireless Insite 可以透过后处理求得用户自定的通信系统中发射器对接收机的BER值。
- 用户除了需要完成射线跟踪仿真之外还需要安装REMCOM提供的工具程序来进行BER的计算，否则会报错，通信系统分析计算会中断。



- 由 REMCOM 提供的Matlab redistributable 工具程序。
- 用户需要安装此程序进行BER计算，但是不需要同时安装MATLAB，可以在没有安装MATLAB的电脑正常运作。

Bit Error Rate

- BER的计算会需要用户设置计算方式，信号调制方式，以及信号带宽等条件。

• 信号带宽

The main dialog box, titled "Bit Error Rate Options", contains the following fields:

- Signal Bandwidth (GHz): 0.100
- Modulation Scheme: DPSK
- Alphabet Size: 2
- Spread Spectrum Processing Gain: 1.000
- BER method: AWGN
- Bit Rate (bps): 1.000e+06
- Outage BER Threshold: 0.001

Callouts point from these fields to detailed views of the dropdown menus:

- The "Modulation Scheme" dropdown is expanded, showing options: PAM, QAM, PSK, DPSK, FSK, and MSK.
- The "Alphabet Size" dropdown is expanded, showing options: 2, 4, 8, and 16.

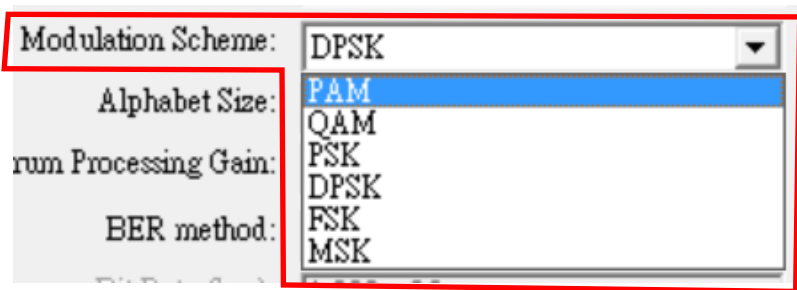
• 调制方式选项，用户依照规格选择。

• 描述一个扩频系统时，Spread Spectrum Processing Gain (L)值可以改善在每一个接收机上的信噪比。

• 字节长度，不同调制方式，可选择的范围不同。

Bit Error Rate

- 用户可以选择不同的信息调制方式，同时不同的BER的计算方法支持的调制方式也有不同。



- Pulse Amplitude Modulation (PAM), 脉幅调制, 脉冲调幅。
- Quadrature Amplitude Modulation (QAM), 正交振幅调制, 正交调幅。
- Phase Shift Keying (PSK), 相移键控, 相位键控。
- Differential Phase Shift Keying (DPSK), 差分相移键控, 差动相移键控。
- Frequency Shift Keying (FSK), 频移键控, 移频键控。
- Minimum-Shift Keying (MSK), 最小相位频移键控, 最小频移键控。

Bit Error Rate

- BER的计算会需要用户设置计算方式，信号调制方式，以及信号带宽等条件。

Bit Error Rate Options

Signal Bandwidth (GHz): 0.100

Modulation Scheme: DPSK

Alphabet Size: 2

Spread Spectrum Processing Gain: 1.000

BER method: AWGN

Bit Rate (bps): 1.000e+06

Outage BER Threshold: 0.001

BER method: AWGN

Bit Rate (bps): AWGN

BER Threshold: Theoretical Fading
Semi-Analytic

- 用户可以从3种分析方式选择，如果选用的TX/RX包含MIMO的TX/RX，用户就只能选择AWGN。

BER method: Semi-Analytic

Bit Rate (bps): 1.000e+06

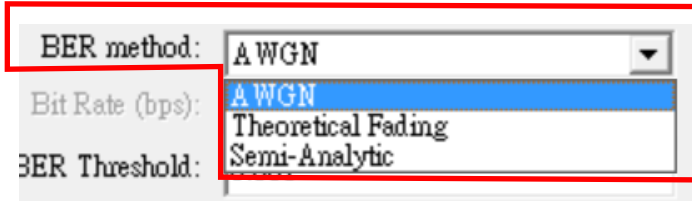
Outage BER Threshold: 0.001

- 当用户选用Semi-Analytic方法时，由于会考虑到信道的delay spread, 因而会需要用户设置Bit Rate这个参数。

- 用户可以在此设置一个BER值作为门槛，BER超过这个数值的RX就会中断工作。

Bit Error Rate

- Wireless Insite 提供用户三种不同的 BER 计算方式。



- Additive White Gaussian noise, AWGN**, 加性高斯白噪声干扰模型, 数学的部分参考说明书 (Reference Manual) 14.2.5.2一节, 公式14.1

- 目前的版本(Wireless Insite 3.3.x) 仅 AWGN支持5G/MIMO系统的BER分析, 当用户建立的通信系统包含使用MIMO天线的TX/RX时, 只能选择AWGN作BER分析。

- Additive White Gaussian noise, AWGN, 支持以下的调制方式及字元大小(Alphabet Size)范围:

- 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

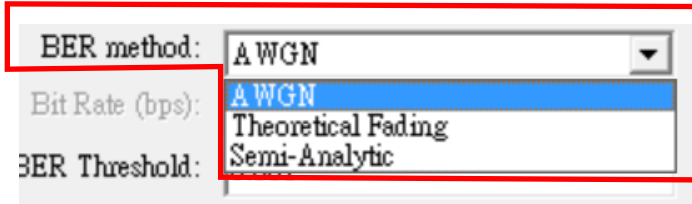
- Theoretical Fading (瑞利/莱斯衰落信道模型)**, 这个方法假设衰落的信道包络为瑞利或莱斯分布。

- Theoretical Fading 仅支持SISO通信系统, 支持以下的调制方式及字元大小(Alphabet Size)范围:

- 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

Bit Error Rate

- Wireless Insite 提供用户三种不同的 BER 计算方式。



- Semi-Analytic** 是基于：

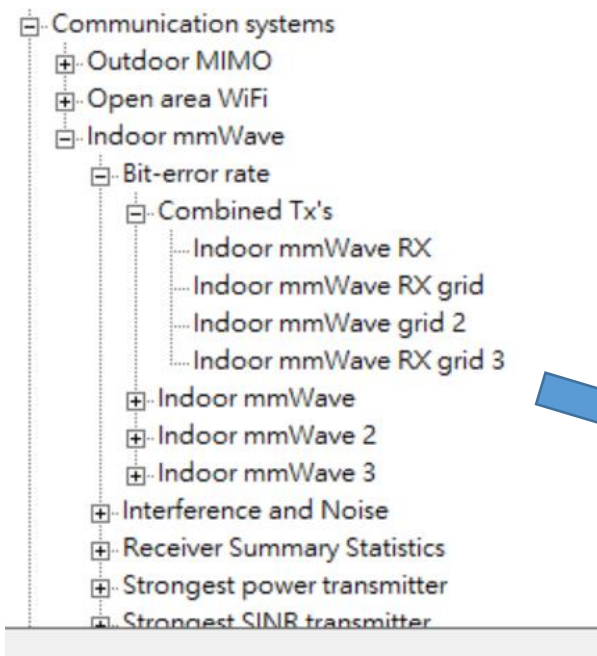
M. C. Jeruchim, P. Balaban, and K. S. Shanmugan, Simulation of Communication Systems. New York: Plenum Press, 1992.

这一篇论文的数学方法作BER的计算

- Semi-Analytic 方法仅支持SISO通信系统，并支持以下的调制方式及字元大小(Alphabet Size)范围：
 - 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

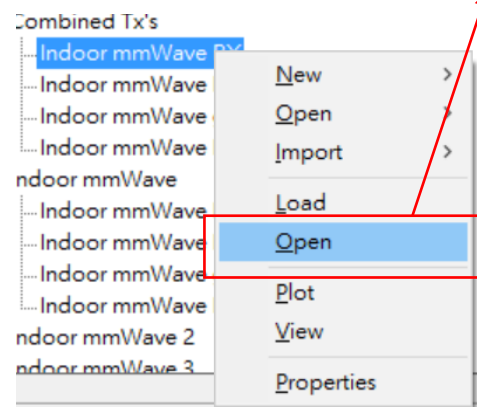
Bit Error Rate

- BER的计算完成后用户可以在Main窗口的Output页面展开检视，或是打开输出文档直接截取数据。



- 在Output页面展开Communication Systems, 找到Bit-error-rate

```
# Transmitter Set: All Tx
# Receiver Set: Indoor mmWave RX
# Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : Distance (m) : Bit-error rate (Log10( Bit-error rate ))
1 7.1994050761e+01 7.4611740653e+01 4.5000000000e+00 0.0000000000e+00 -5.1852822199e-01
2 7.1661461864e+01 7.3668668744e+01 4.5000000000e+00 1.0000000000e+00 -5.2816300052e-01
3 7.1328872966e+01 7.2725596835e+01 4.5000000000e+00 2.0000000000e+00 -3.4158564474e-01
4 7.0996284069e+01 7.1782524926e+01 4.5000000000e+00 3.0000000000e+00 -4.9239603699e-01
5 7.0663695171e+01 7.0839453017e+01 4.5000000000e+00 4.0000000000e+00 -7.3532447757e-01
6 7.0368781090e+01 6.9889069740e+01 4.5000000000e+00 5.0000000000e+00 -7.3532447757e-01
```



- 选择Open打开txt格式的输出文档，里面有每一个RX点的BER。

- 用鼠标右键菜单选择在画面中显示或打开输出文档

Throughput (一般)

- Wireless Insite 可以透过 Communication System Analysis 运用接收功率进行后处理 求得吞吐量以及相关性能指标。
- 进行 Throughput 分析的先决条件是先完成一个完整的仿真，并且纳入系统的RX都有完整的接收功率输出。
- Professional版的Wireless Insite 可以进行LTE, WiFi (802.11n, 802.11ac), WiMax 三种标准通信协议以及用户自定的通信协议的吞吐量分析。
- MIMO版的Wireless Insite 的用户可以在设置好MIMO method栏位后，接着在Throughput Options载入用户准备好的Throughput文档，即可基于仿真结果进行5G/MIMO的后处理，求得吞吐量。
- 除了吞吐量之外，也会同时求得信道容量等性能指标，具体的计算方式可以参考Reference Manual 14.2.6.1。

Throughput (一般)

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: Max Ratio Trans (MRT)

Precoding Table: [empty]

Rx Diversity Combining: Max Ratio Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)

Throughput Options

Wireless Access Method: WiMax

Throughput File: internal

Signal Bandwidth (MHz): 20

- MIMO 版 Wireless Insite 在模型中有使用MIMO天线的发射器/接收机的用户界面，MIMO Method区块被激活。

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: No Beamforming/Precoding

Precoding Table: [empty]

Rx Diversity Combining: Selection Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)

Throughput Options

Wireless Access Method: 802.11ac

Throughput File: internal

Signal Bandwidth (MHz): 40

- MIMO 版 Wireless Insite 在模型中没有使用MIMO天线的发射器/接收机或 Wireless Insite Professional 版的用户界面，MIMO Method 区块未被激活。

Throughput Options

Wireless Access Method: LTE

Throughput File: internal

Signal Bandwidth (MHz): 20

Throughput Options

Wireless Access Method: WiMax

Throughput File: [empty]

Signal Bandwidth (MHz): [empty]

Options: LTE, WiMax, 802.11ac, 802.11n, User-defined Table

- 从菜单中选择用于吞吐量分析的通信协议，软件自带三种，分别为WiMax, LTE,以及WiFi (802.11n, 802.11ac)，用户可以选择 User-defined Table另外载入自定义通信协议对应的文档。

Wireless Access Method: User-defined Table

Throughput File: Select a File -->

- 用户选择 User-defined Table时，从这边另外载入自定义通信协议对应的文档，其他三个自带的通信协议不需用户自行载入通信协议文档。

Throughput Options

Wireless Access Method: LTE

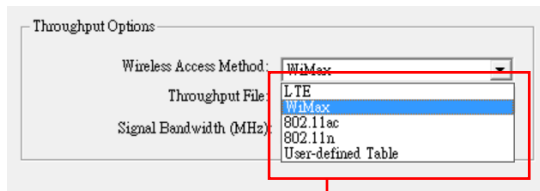
Throughput File: internal

Signal Bandwidth (MHz): 20

Options: 1.4, 3, 5, 10, 15, 20

- 依据用户选择的通信协议，可以从菜单中选择对应的信号带宽，这个设置会覆盖波形的信号带宽设置，使用用户自定义的通信协议时，用户会需要自行输入设定值。

Throughput (一般)



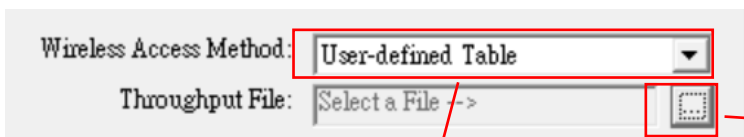
- 从菜单中选择用于吞吐量分析的通信协议，之后，用户可以设置信号带宽。
- LTE, WiMax, WiFi等通信协议可供选择的信号带宽为工业标准允许的选项，用户自定的通信协议则需要用户自行设置信号带宽。
- 不同的通信协议支持不同的调制方式

通信协议	调制方式	Coding rate	可选择的信号带宽 (MHz)
WiMax	QPSK	1/12 , 1/8 , 1/4 , 1/2	1.25, 5, 10, 20
	16QAM	1/2	
	64QAM	1/2, 2/3, 3/4	
LTE	QPSK	1/10, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4	1.4, 3, 5, 10, 15, 20
	16QAM	2/5, 9/20, 1/2, 11/20, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6	
	64QAM	1/2, 3/5, 5/8, 2/3, 17/24, 3/4, 4/5, 5/6, 7/8, 9/10	
802.11ac	BPSK	1/2	20, 40, 80, 160
	QPSK	1/2, 3/4	
	16QAM	1/2, 3/4	
	64QAM	1/2, 2/3, 3/4	
802.11n	256QAM	3/4, 5/6	20, 40
	BPSK	1/2	
	QPSK	1/2, 3/4	
	16QAM	1/2, 3/4	
	64QAM	1/2, 2/3, 3/4	

Throughput (一般)

- 除了LTE, WiMax 以及 802.11n, 802.11ac之外用户也可以自行定制通信协议用于分析。

- 在菜单中选择User-defined Table



Message

×

Unable to open WAM throughput lookup table from file.

Please verify that the file exists and proper permissions are set.

確定

- 关闭Message窗口之后，按下 Throughput File后面的按钮，导入用户自定的通信协议文档



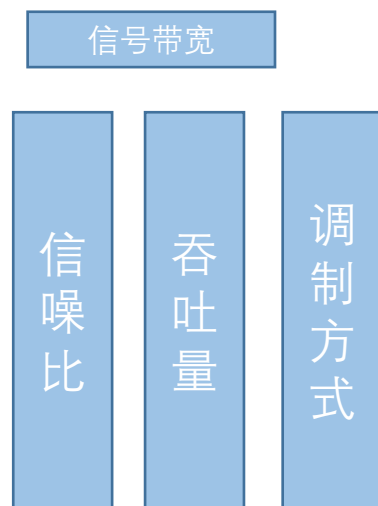
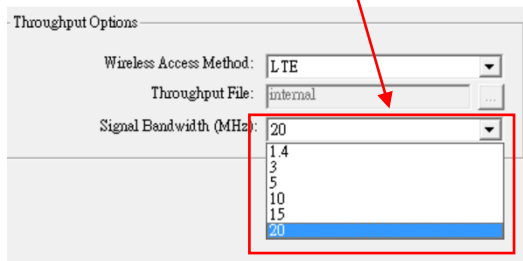
- 在菜单中选择User-defined Table之后会弹出信息告知用户，目前还不存在这个新的通信协议文档，要用户指定通信协议文档给Wireless Insite.
- 用户需要继续操作，指定文档给 Communication System Analysis.

- Communication System Analysis 支持 txt 格式的通信协议文档，用户可以直接编辑一个txt文档，然后把副档名改成 **wam (wireless access method)** 即可。

Throughput (一般)

• Throughput 文档的内容与编辑说明

- 用户依照说明书的格式建立通信协议文档，文档本身为 txt 格式纯文字文件。
- 文件内容用照信号带宽分段，每一段落描述在对应的信号带宽下信噪比，吞吐量以及对应的调制方式，用户可以设置多个段落对应不同信号带宽。
- 每一段落，第一列为信号带宽 格式为英文 bandwidthMHz 空一格后面加一个数字，以下分为三行，第一行为信噪比(SINR)，单位为 dB，第二行为吞吐量，单位为Mbit/sec，第三行为调制方式。
- 文档种列出的信号带宽也会作为选项出现在 Signal Bandwidth菜单。



bandwidthMHz 20			• 信号带宽	bandwidthMHz 100			←
-2.40	4.584	LTE_MCS_QPSK_1_5	• 信噪比	0.21	53.87	QPSK_0.40	• 信噪比
-0.72	7.224	LTE_MCS_QPSK_1_3		4.54	101.01	QPSK_0.75	
1.54	10.296	LTE_MCS_QPSK_1_2		6.94	107.74	QPSK_0.80	
3.53	14.112	LTE_MCS_QPSK_2_3		8.48	134.68	QPSK_1.00	
6.36	17.568	LTE_MCS_16QAM_9_20		10.84	202.02	16QAM_0.75	
6.94	19.848	LTE_MCS_16QAM_1_2		12.41	215.48	16QAM_0.80	
7.92	22.92	LTE_MCS_16QAM_11_20		13.78	269.36	16QAM_1.00	
8.48	25.456	LTE_MCS_16QAM_3_5		16.46	303.02	64QAM_0.75	
9.44	28.336	LTE_MCS_16QAM_2_3		18.15	323.23	64QAM_0.80	
10.84	30.576	LTE_MCS_16QAM_3_4		26.0	404.03	256QAM_0.75	
12.41	32.856	LTE_MCS_16QAM_5_6		27.5	430.97	256QAM_0.80	
13.10	36.696	LTE_MCS_64QAM_1_2		33.3	538.71	256QAM_1.00	
13.78	39.232	LTE_MCS_64QAM_3_5					
14.13	43.816	LTE_MCS_64QAM_5_8					
			• 吞吐量				• 吞吐量
			• 调制方式				• 调制方式

Throughput (一般)

- 教程范例中的 5GNR_100MHz_3GPPSpec.wam 文档

```
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 256QAM_0.75↵  
27.5 430.97 256QAM_0.80↵  
33.3 538.71 256QAM_1.00 ↵
```

- 调制方式
- Coding Rate, 以浮点数格式书写

- Reference Manual 中 I.2.1 一节的LTE通信协议范例

```
bandwidthMHz 20  
-2.40 4.584 LTE_MCS_QPSK_1_5  
-0.72 7.224 LTE_MCS_QPSK_1_3  
1.54 10.296 LTE_MCS_QPSK_1_2  
3.53 14.112 LTE_MCS_QPSK_2_3  
6.36 17.568 LTE_MCS_16QAM_9_20  
6.94 19.848 LTE_MCS_16QAM_1_2  
7.92 22.92 LTE_MCS_16QAM_11_20  
8.48 25.456 LTE_MCS_16QAM_3_5  
9.44 28.336 LTE_MCS_16QAM_2_3  
10.84 30.576 LTE_MCS_16QAM_3_4  
12.41 32.856 LTE_MCS_16QAM_5_6  
13.10 36.696 LTE_MCS_64QAM_1_2  
13.78 39.232 LTE_MCS_64QAM_3_5  
14.13 43.816 LTE_MCS_64QAM_5_8
```

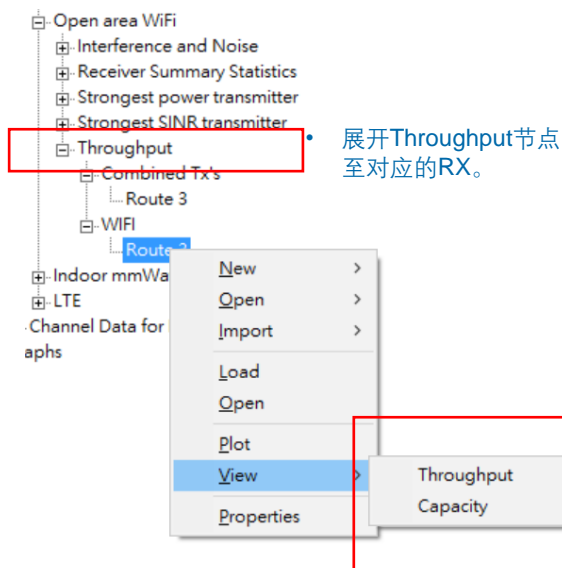
- 通信协议 LTE_MCS 表示LTE Modulation Coding Scheme

- 调制方式
- Coding Rate, 以分子与分母格式书写, 5_8 表示 5/8

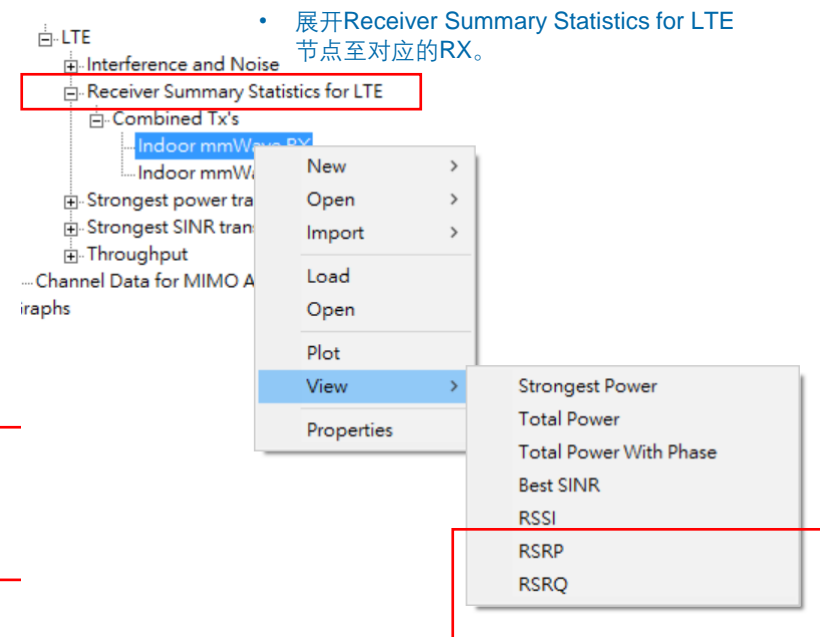
- 调制方式中可以不标示通信协议
- 最后一项的调制方式中的coding rate可以用浮点数或分数的方式来书写。
- 用户可以自由搭配 SINR, 吞吐量, 以及调制方式, 不受限于LTE等标准通信协议支持的范围, 如Reference Manual 附录 I.2.1 中将LTE和256QAM搭配。
- 描述通信协议的段落可以用底线“_”符号连接调制方式和coding rate, 如 QPSK_0.75
- 256QAM_tbs32 中的 tbs 为 transport block size的缩写。

Throughput (一般)

- Communication System Analysis 的Throughput 环节在正确的设置后，会在两个output1页面的节点产生四种输出。
 - 基于LTE, WiMax, 802.11n, 802.11ac, 以及用户自订通信协议的吞吐量。
 - 基于Shannon-Hartley理论的信道容量 (Capacity)。
 - LTE系统的Reference signal received power, (RSRP)。
 - LTE系统的Reference signal received quality, (RSRQ)。



- 按下鼠标右键，菜单中选择 View，即可选择检视吞吐量或信道容量。



- 按下鼠标右键，菜单中选择 View，即可选择检视 RSRP 或 RSRQ。

Throughput

- 用户可以从 **Output** 页面的右键菜单选择**Open**,或者直接到工程文件夹里面的与**Communication System Analysis** 同名的文件夹中找到对应的输出文档并用Word等文书软件直接打开这些TXT格式的文档。

demo_residential_area_tp2.r7.p2m - 記事本

檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明

Transmitter Set: All Tx

Receiver Set: Route 3

Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : Distance (m) : Throughput (MBit/sec) : Capacity (MBit/sec) : Encoding Scheme

1 7.4570165437e+01 5.0819717342e+01 2.0000000000e+00 0.0000000000e+00 2.6325000000e+02 7.3162229014e+02 WIFI_802_11ac_MCS_64QAM_2_3

2 7.1592010202e+01 5.1181091652e+01 2.0000000000e+00 3.0000000000e+00 2.6325000000e+02 7.6381289776e+02 WIFI_802_11ac_MCS_64QAM_2_3

3 6.8731749824e+01 5.1245528016e+01 2.0000000000e+00 6.0000000000e+00 1.7550000000e+02 6.0699839849e+02 WIFI_802_11ac_MCS_16QAM_3_4

4 6.6812555028e+01 4.8939732854e+01 2.0000000000e+00 9.0000000000e+00 2.6325000000e+02 7.7574575994e+02 WIFI_802_11ac_MCS_64QAM_2_3

5 6.4893360231e+01 4.6633937691e+01 2.0000000000e+00 1.2000000000e+01 1.7550000000e+02 6.1449577149e+02 WIFI_802_11ac_MCS_16QAM_3_4

6 6.0000000000e+01 4.0000000000e+01 2.0000000000e+00 1.5000000000e+01 2.0000000000e+02 8.5164551185e+02 WIFI_802_11ac_MCS_64QAM_2_3

demo_residential_area_rsum.te.r10.p2m - 記事本

檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明

Transmitter Set: All Tx

Receiver Set: Indoor mmWave RX

Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : 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 4.5000000000e+00 0.0000000000e+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 4.5000000000e+00 1.0000000000e+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 4.5000000000e+00 2.0000000000e+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 4.5000000000e+00 3.0000000000e+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 4.5000000000e+00 4.0000000000e+00 -9.8372921197e+01 -9.8372921197e+01 -9.8372921197e+01 -3.8322115315e-01 -9.5166785108e+01 -1.2916473366e+02 -1.3997948549e+01

6 7.0368781090e+01 6.9889069740e+01 4.5000000000e+00 5.0000000000e+00 -1.0136142151e+02 -1.0136142151e+02 -1.0136142151e+02 -3.3717214704e+00 -9.6345950858e+01 -1.3215323397e+02 -1.5807283116e+01

- 吞吐量输出文档中有“tp2” 词缀

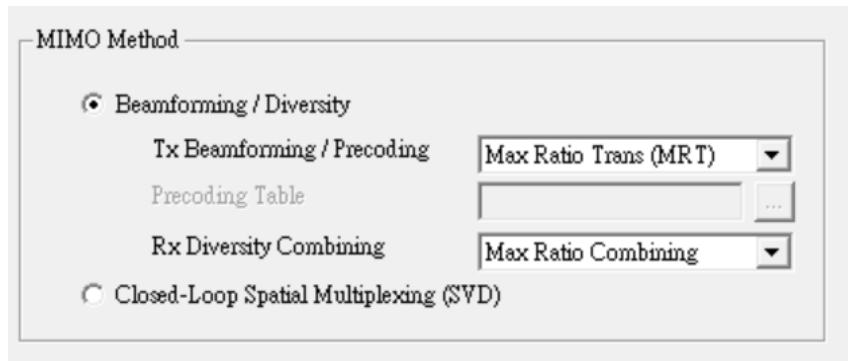
- 数据从左至右为RX点的编号, XYZ坐标, 和RX起点的距离(文档中忽略故为0), 吞吐量信道容量, 调制方式

- Receiver Summary输出文档中有“rsum” 词缀

- 数据从左至右为RX点的编号, XYZ坐标, 和RX起点的距离(文档中忽略故为0), 多个信号来源的TX中最高的接收功率, 接收功率总和, 接收功率总和含相位, 最佳SINR, RSSI, RSRP, RSRQ

Throughput (MIMO)

- 当通信系统中包含使用 MIMO 天线的 TX/RX 时可以进行基于5G通信协议和运用波束赋形等技术的吞吐量分析。
- 用户需要将 MIMO Method 以及 Throughput Options 两个区块作正确设置才能得到有意义的正确结果。
- 在 MIMO Method 区块用户需要设置发射端的信号发射方式，如何投射波束，必要时载入描述天线单元参数的波束文档，以及设置接收端最佳化信号接收的方法。
- 在 Throughput Options 区块用户会需要在Wireless Access Method 选择 User-defined Table 并且载入用户针对这一组 5G 通信系统建立的通信协议文档并设置对应的信号带宽。
- MIMO Throughput 后处理的输出也会在 Output 页面的 Communication Systems 节点内。



MIMO Method

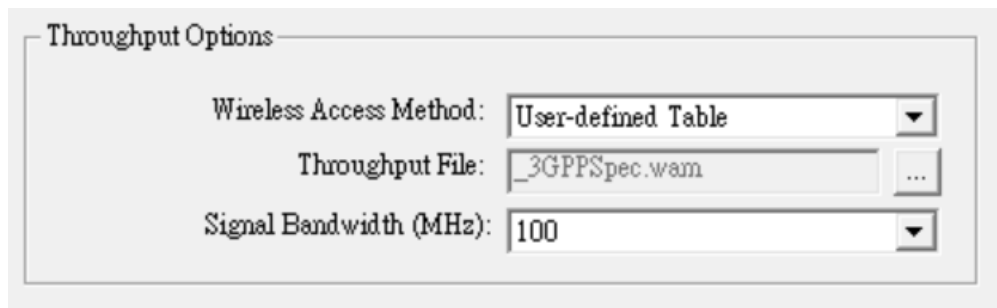
☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding: Max Ratio Trans (MRT) ▼

Precoding Table: [] ...

Rx Diversity Combining: Max Ratio Combining ▼

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)



Throughput Options

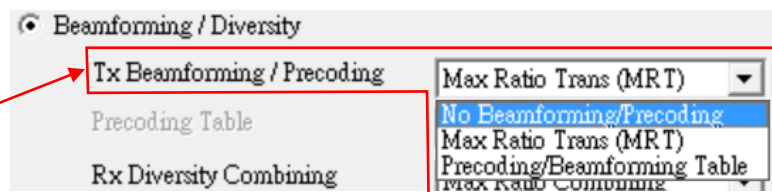
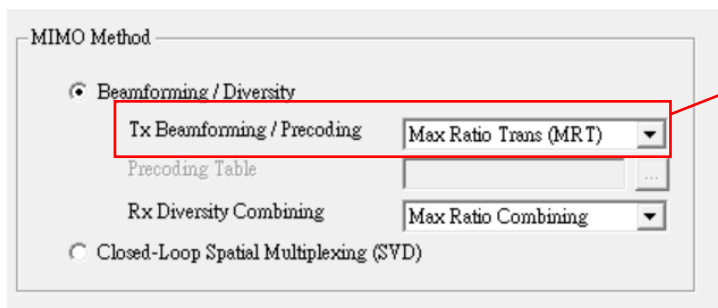
Wireless Access Method: User-defined Table ▼

Throughput File: _3GPPSpec.wam ...

Signal Bandwidth (MHz): 100 ▼

Throughput (MIMO)

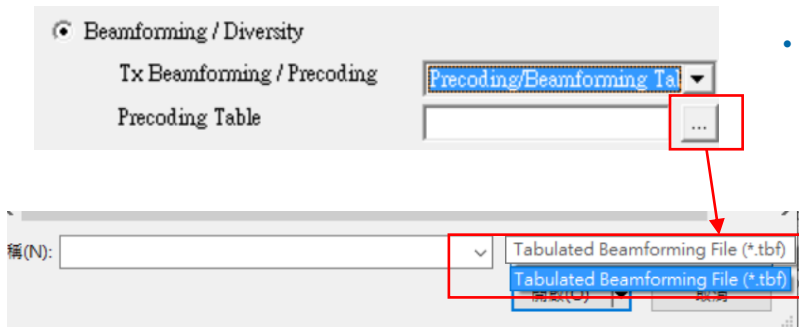
- 从Tx Beamforming / Precoding 菜单中选择调制波束的方式，有三种选择。
 - No Beamforming/Precoding
 - Max Ratio Trans (MRT)
 - Precoding/Beamforming Table



- No Beamforming, 不使用波束赋形技术。
- Maximum Ratio Transmission (MRT) : 基于通道矩阵计算权重，产生最佳化的波束，让接收端有最理想的接收功率，在一个多径效应影响明显的环境，则可能会产生多个瓣而不是指向单一方向的波束，如果接收端是天线阵列，则会针对接收端天线阵列第一个天线单元做最佳化，再透过接收端的天线分集(diversity)技术运用其它天线单元来优化增益。
- Precoding/Beamforming Table : 载入用户自行定制的权重参数表单，Wireless Insite 会尝试所有的权重组合并选择有最好的信噪比 (SINR) 的那一组作为传输使用，。

Throughput (MIMO)

- Precoding 文档的内容与编辑说明



- 选择 Precoding/Beamforming table 之后会需要载入用户自定的文档。

- Precoding/Beamforming table 是txt格式文档，用户自行建立后，将副档名改成 tbf 即可。

- 文档本身分为表头和权重两个环节

- 标头环节， 定义权重环节的数据格式

- 固定格式的表头

```
begin_<parameters>
name (short description)
format mag_phase <or> real_imag
mag_scale decibel <or> linear (only required when mag_phase is specified)
phase_units deg <or> rad (only required when mag_phase is specified)
num_sets 3
num_elements 4
end_<parameters>
```

- 权重参数的分组数

- 阵列中的天线单元数量

- 固定格式的表尾

- Table的名称，name 单字之后用户自行命名

- 权重环节的数据格式，mag_phase 为振幅-相位，real_imag为实部虚部格式，填写在 format 之后。

- 格式选择 mag_phase 时用户在这边指定振幅的单位。

- 格式选择 mag_phase 时用户在这边指定相位的单位，角度或弧度。

Throughput (MIMO)

```
begin_<parameters>
name 4ElementScanningDipoleArray
format mag_phase
mag_units linear
phase_units deg
num_sets 3
num_elements 4
end_<parameters>
```

• 表头段落

```
e1 1.0 0.00
e2 1.0 180.0
e3 1.0 360.0
e4 1.0 540.0
```

• num_sets 为 3, 所以有三组权重组合。

```
e1 1.0 0.00
e2 1.0 155.8846
e3 1.0 311.7691
e4 1.0 467.6537
```

• num_elements 为 4, 所以每一组权重组合有 4 个天线单元, 也就是说阵列里面有四个天线, 用 e1 e2 e3 e4 来代表。

```
e1 1.0 0.00
e2 1.0 90.0
e3 1.0 180.0
e4 1.0 270.0
```

• 用户可以视需要扩充这个区块

• Format mag_phase 的格式

天线单元编号	振幅	相位
--------	----	----

• Format real_imag 的格式

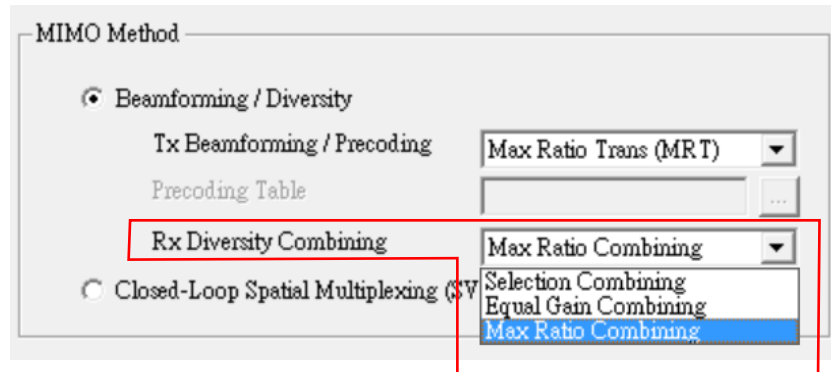
天线单元编号	实部	虚部
--------	----	----

```
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 设为 mag_phase, 同时 mag_units 设为 linear, phase_units 设为 deg 时的权重段落范例。
- 第一行是天线单元, 第二行是振幅, linear 的数值是 1 的话换算成 dB 是 0, 第三行相位则是角度。

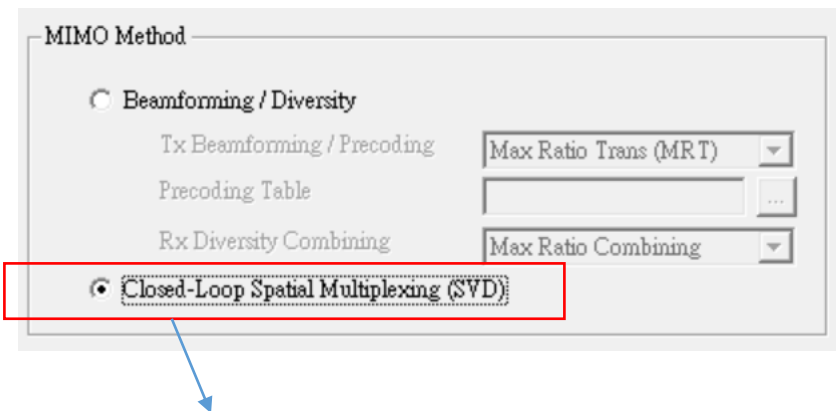
Throughput (MIMO)

- 将发射端 (Tx) 的 Beamforming / Precoding 等发射相关设置完成之后，用户需要接着设置接收端 (Rx) 如何接收和结合或挑选信号。
- Communication System Analysis 提供以下三种接收端设置方式
 - Selection Combining
 - Equal Gain Combining
 - Max Ratio Combining

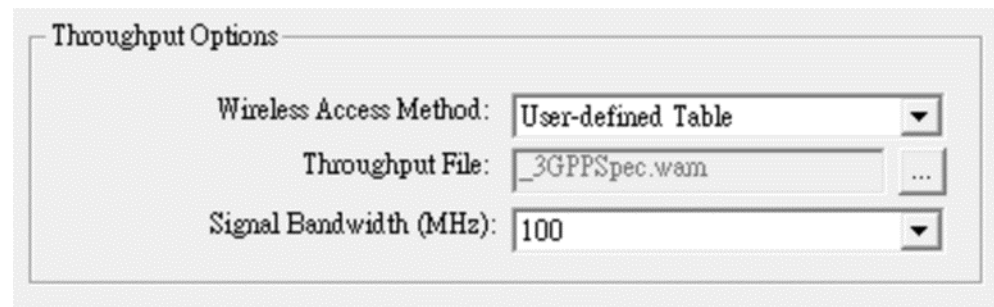


- **Selection Combining** : RX端天线如果是阵列的话，从里面有最佳SINR的值的天线单元的接收信号作为这个RX的接收信号。
- **Equal Gain Combining** : 调整权重来调节接收端每一个天线单元接收到的电压信号的相位，然后加总接收信号的振幅，提升接收信号的电压值。
- **Max Ratio Combining** : 用一组权重调整每一个RX天线单元的接收信号的相位以及振幅，以求在加总后有最好的SNR值。
- 数学的部分可以参考Wireless Insite Reference Manual 17.4 Receiver Diversity Techniques 一节。

Throughput (MIMO)



- 除了对于发射器以及接收机个别设置之外，用户也可以直接选用 Singular Value Decomposition (SVD) 方法。
- SVD 是同时对发射端和接收端做调节，形成多个独立的通道，建立互相不干涉的数据流，在发射/接收端之间形成闭回路，类似多个 SISO 通道同时工作。
- 数学的部分可以参考 Reference Manual 17.5 一节，在此不做赘述。



- MIMO Method 设置完成后，接着设置 Throughput Option 区块，操作和非 MIMO 的情况相同。
- 用户可以选择软件自带的标准通信协议或是自定 Throughput File 并载入。

Interference and Receiver Summary Files Only

- Interference and Receiver Summary Files Only 这个选项会提供一组综合性的信道相关输出。

Communication System Properties

Short description: Outdoor MIMO

Transmitter sets	Role	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX1	Base Station	1	4
<input checked="" type="checkbox"/> MIMO TX2	Base Station	1	4
<input type="checkbox"/> WIFI		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 2		1	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave 3		1	1

All Transmitters No Transmitters

Receiver sets	No. points	No. Antennas
<input checked="" type="checkbox"/> RX on road	92	1
<input checked="" type="checkbox"/> RX road 2	74	1
<input checked="" type="checkbox"/> Grid 1	126	1
<input type="checkbox"/> Route 3	24	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX	56	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid	100	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave grid 2	50	1
<input type="checkbox"/> Indoor mmWave RX grid 3	100	1

All Receivers No Receivers

Analysis Type

☐ Bit Error Rate

☐ Throughput

☒ Interference and Receiver Summary Files Only

MIMO Method

☒ Beamforming / Diversity

Tx Beamforming / Precoding Max Ratio Trans (MRT)

Precoding Table

Rx Diversity Combining Max Ratio Combining

☐ Closed-Loop Spatial Multiplexing (SVD)

Signal Parameters

Signal Bandwidth (MHz): 1.000

Global Interference Options

Noise Power Density (dBm/Hz): -174.000

Uniform Interference (dBm): -250.000

Noise (dBm): -100.990

Base Station Interference Option

☒ Include Interference between Base Stations

OK Cancel

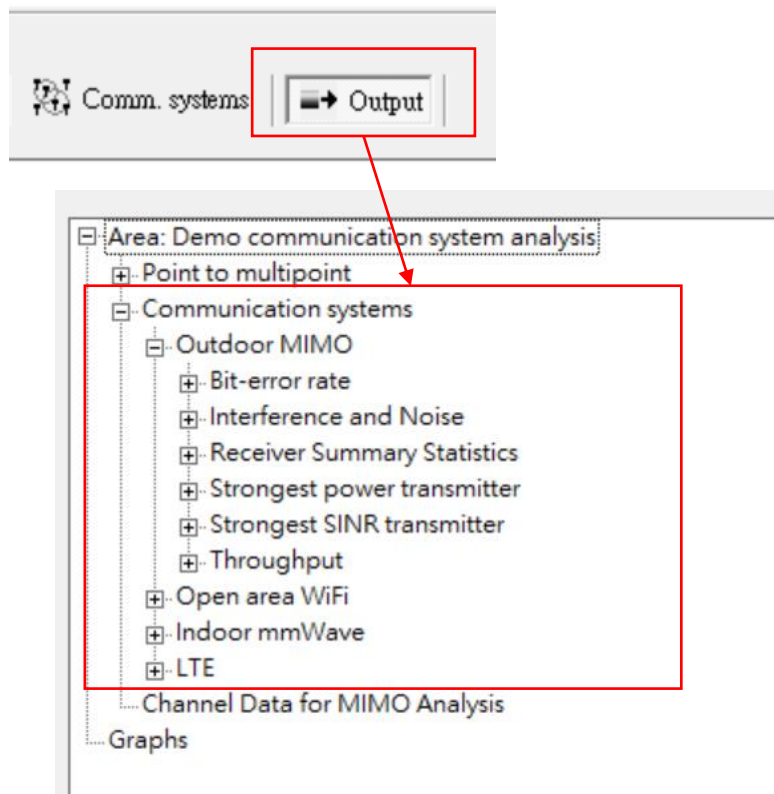
- 这个部分的后处理结果会分别存放在几个不同的文档，包括以下的输出

- 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

- 后处理的数学细节可以参考 Reference Manual 第21章 (21.1.2)

- 用户需输入对应的信号带宽

Communication System Analysis 输出



- 进入Output页面，Communication System Analysis的输出会在Communication systems节点内，用户打开这个节点，就可以做各种可视化。



- 噪声与干扰相关输出会存放在有 noise 赘词的文档内。

Communication System Analysis 输出

- P2m格式的 Communication System Analysis输出文档是txt格式的文件，可以直接用word等软件打开。

```
# Transmitter Set: All Tx
```

```
# Receiver Set: Indoor mmWave RX
```

```
# Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : Distance (m) : Bit-error rate (Log10( Bit-error rate ))
```

```
1 7.1994050761e+01 7.4611740653e+01 4.5000000000e+00 0.0000000000e+00  
00 -5.1852822199e-01
```

- BER 文档内部的数据格式。

```
# Transmitter Set: Tx #1 MIMO TX1 - Point 1
```

```
# Receiver Set: RX on road
```

```
# Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : Distance (m) : Interference (dBm) : Noise (dBm) :  
SNR (dB) : SIR (dB) : SINR (dB)
```

```
1 1.0731623053e+02 1.9670890655e+02 2.0000000000e+00 0.0000000000e+00 -8.4246521375e+  
01 -9.1000000000e+01 1.1016289499e+01 4.2628108739e+00 3.4307250959e+00
```

- noise 文档内部的数据格式。

```
# Transmitter Set: All Tx
```

```
# Receiver Set: RX on road
```

```
# Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : Distance (m) : Strongest Power (dBm) : Total Power  
(dBm) : Total Power With Phase (dBm) : Best SINR (dB) : RSSI (dBm)
```

```
1 1.0731623053e+02 1.9670890655e+02 2.0000000000e+00 0.0000000000e+00 -7.8225921462e+  
01 -7.6006184276e+01 -7.3039825624e+01 6.5840424911e+00 -7.7363813177e+01
```

- rsum 文档内部的数据格式。
- LTE 系统为rsumlte文档。

Communication System Analysis 输出

```
# Transmitter Set: All Tx  
# Receiver Set: RX on road
```

```
# Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : Distance (m) : Strongest power transmitter (Tx Set# :  
Tx Point#)
```

```
1 1.0731623053e+02 1.9670890655e+02 2.0000000000e+00 0.0000000000e+00 2 0  
2 1.0734791945e+02 1.9470915761e+02 2.0000000000e+00 2.0000000000e+00 2 0
```

• st2r 文档内部的数据格式。

```
# Transmitter Set: All Tx  
# Receiver Set: RX on road
```

```
# Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : Distance (m) : Strongest SINR transmitter (Tx Set# :  
Tx Point#)
```

```
1 1.0731623053e+02 1.9670890655e+02 2.0000000000e+00 0.0000000000e+00 2 0  
2 1.0734791945e+02 1.9470915761e+02 2.0000000000e+00 2.0000000000e+00 2 0
```

• st2rsinr 文档内部的数据格式。

```
# Transmitter Set: All Tx  
# Receiver Set: RX on road
```

```
# Receiver Point (#) : X(m) : Y(m) : Z(m) : Distance (m) : Throughput (MBit/sec) : Capacity  
(MBit/sec) : Encoding Scheme
```

```
1 1.0731623053e+02 1.9670890655e+02 2.0000000000e+00 0.0000000000e+00 1.0101000000e+  
02 2.4735577461e+02 QPSK_0.75
```

• tp2 文档内部的数据格式。

Output

- 仿真完成之后，用户可以在 **Output** 页面展开输出节点在软件界面内视觉化各种数据，用户可以绘制曲线图，在**View**窗口用温度图的方式显示，或者是只看数据，也可以制作视频。
- **Wireless Insite** 的 output 除了MIMO的路径信息之外，都是以纯文字(TXT)格式存盘，副档名为p2m,用户可以直接用Office word 或 Wordpad打开。
- MIMO相关仿真的路径输出文档中有bin赘词，副档名也是p2m，但是不能直接用文字编辑软件打开，要另外导出成excel格式文档。
- 也可以用一些第三方工具如**MTALAB**打开这些文档并作编程，直接将数据导入到第三方的环境做后续处理。
- 这份教材重点在操作，大多内容基于X3D传播模型的输出，数学理论推导的部分用户可以参考Reference Manual 第16章以及第21章。

Output 文档

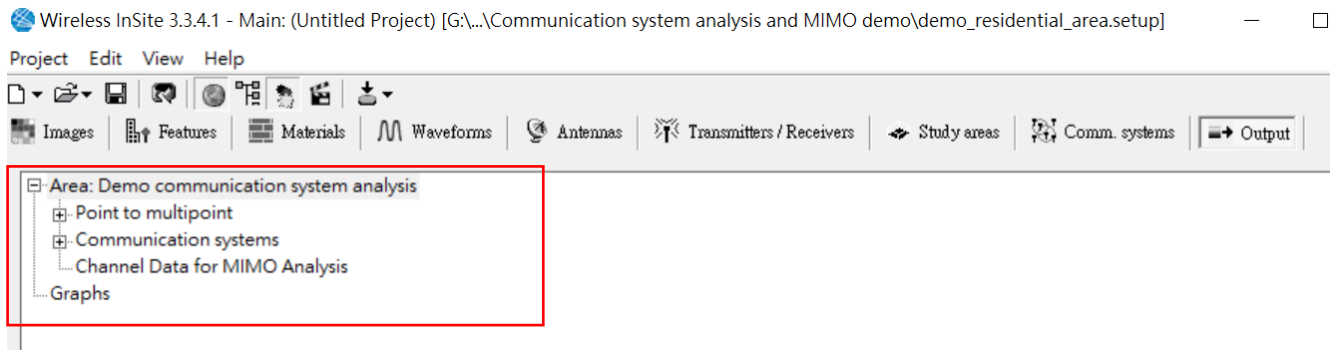
- Wireless Insite 的 output文档会依照归属放在不同路径，路径结构如下图。



- 工程文件夹底下会有一个到多个和用户在模型中建立的Study area同名的文件夹，依照这个Study area 的设置跑的仿真产生的输出会被放在这个文件夹底下。
- 用户可以设置多个不同仿真条件的Study area一次仿真activate一个或多个Study area ,比方说一个Study area 反射6次，另一个反射8次，两者的propagation model 都选择X3D，则 Wireless Insite 会依照这两个条件跑两次ray tracing，仿真结果个别放在对应的文件夹。
- 用户也可以一次activate一个Study area 配合不同的设置来管理仿真，比方说设置多个不同频率的波形如900 MHz, 1.8GHz, 2.5GHz，再设置3个Study area, 每一个Study area 对应一个频率，每一次仿真只使用一个频率并activate 一个 Study area，这样就可以把不同频率的仿真结果分别放在对应的文件夹里面而不会混肴。
- 当用户设置一个到多个 Communication System Analysis 时，Study area 文件夹底下会有同名的一个到多个文件夹，对应的 Communication System Analysis 输出文档会在里面。
- Study area 文件夹里面只会有被设为启用(activate)的Communication System Analysis 对应的文件夹，非启用的通信系统分析不会执行，因而不会建立对应的文件夹。

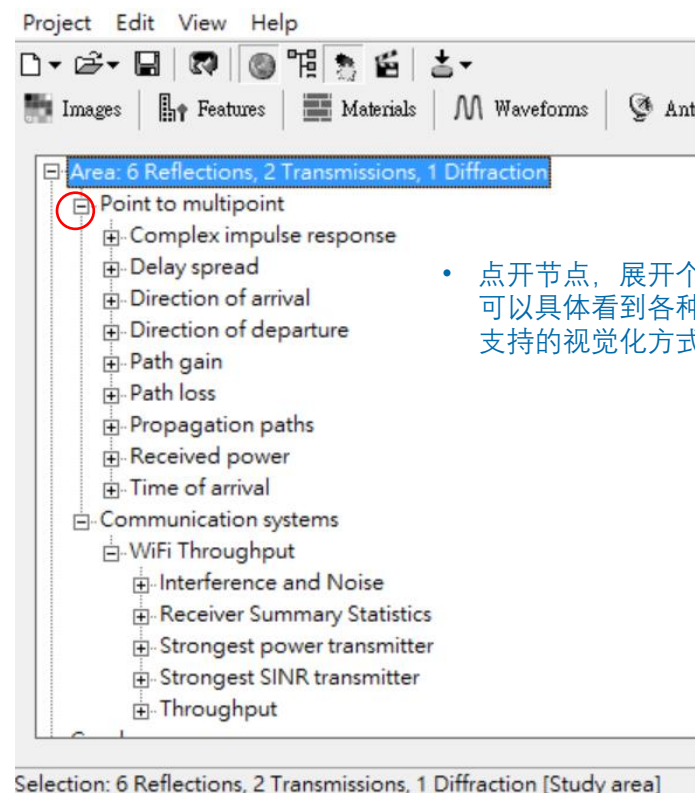
Output GUI

- Wireless Insite 的 output 会被集中放在Main窗口的Output页面



- 至少完成过第一次仿真的output页面，已经可以看到各种节点。

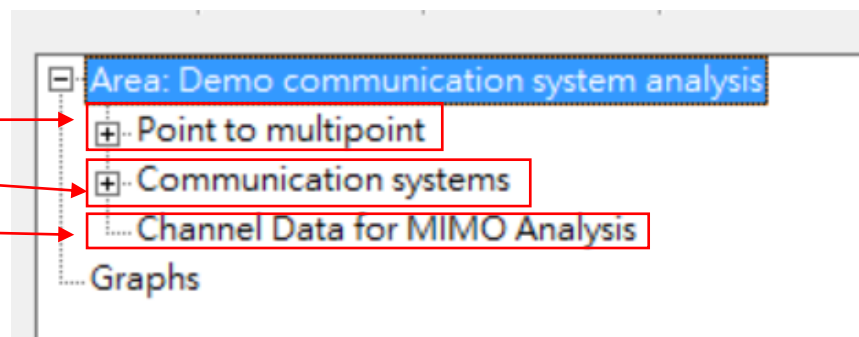
- 按下Output按键，切换至Output页面。



Output GUI

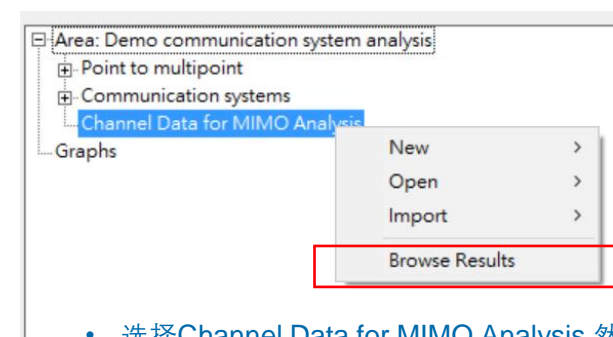
- Wireless Insite 的 仿真输出(output)来源大致归类为三种:

- 来自于包含X3D, Full-3D等传播模型的仿真输出
- 来自于communication system analysis的后处理输出
- 来自于MIMO相关仿真的输出



- 三种不同来源的仿真输出会个别放置在Output页面的对应节点, 用户个别展开Point to multipoint以及Communication system即可检视这两种输出。

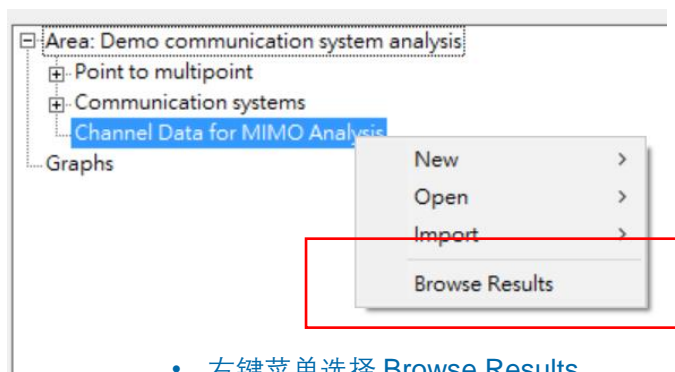
- MIMO仿真输出则由右键菜单选择Browse Results 打开。



- 选择Channel Data for MIMO Analysis 然后按下右键, 在菜单中选择Browse Results 即可打开MIMO相关输出的浏览页面。

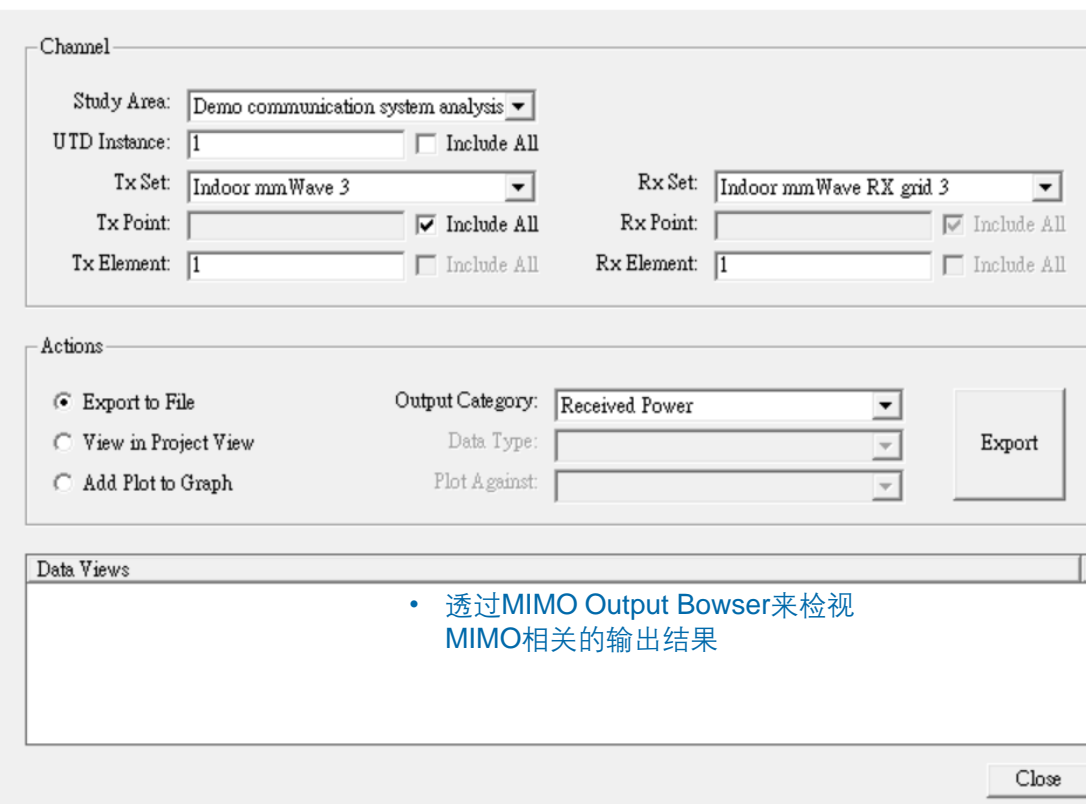
Output GUI

- 由于MIMO仿真阵列天线复杂的收发关系会产生大量路径，这些数据会被存放在binary格式的数据库文档，不能直接从外部打开。
- 用户会需要在Output页面，打开MIMO Output Browser来检视或导出MIMO仿真结果。



- 右键菜单选择 Browse Results

MIMO Output Browser



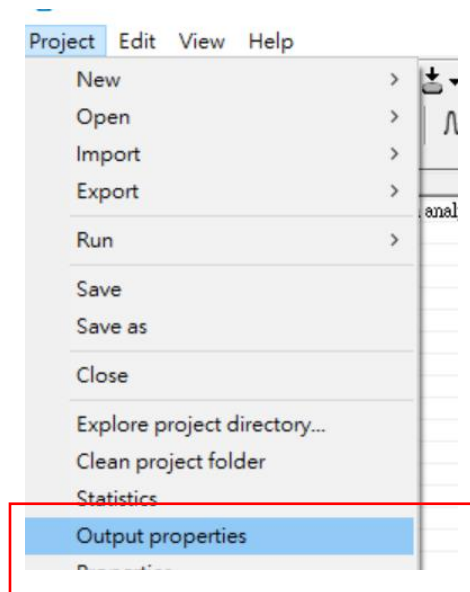
- 透过MIMO Output Browser来检视MIMO相关的输出结果



Output Request

- 用户可以在建模型的时候设置要Wireless Insite 提供的 output，在仿真完成后Wireless Insite 会从从路径相关信息开始的原始数据中截取出用户要求的部分并保存在硬盘。
- 保存在硬盘的输出数据在Output页面就会有对应的节点让用户检视。
- 有的输出需要有其他的输出作为前置资料，如要求得 Doppler Shift 会需要用户勾选Time of Arrival, Wireless Insite会基于前置资料去计算 Doppler Shift。
- 用户可以选择的是Ray Tracing的仿真输出，MIMO的提供的输出种类为固定，Communication System Analysis 为后处理，基于仿真原始输出做后处理提供的输出种类也是固定的。

Output Request



- 从 Project 菜单选择 Output properties 打开输出相关的全局设置。

Project output properties

A screenshot of the 'Project output properties' dialog box. It has three main sections: 'Reference frame', 'Field animation', and 'Other options'. In the 'Reference frame' section, 'Origin' is set to 'Using local origin' and 'Elevation' is set to 'From sealevel'. In the 'Field animation' section, 'Timesteps / image' is set to 10, and the 'Time-averaged fields' checkbox is checked. In the 'Other options' section, 'Maximum rendered paths' is 25, 'Maximum stored paths' is 250, and 'Farzone range (m)' is 5.000e+03. There are 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom. Red boxes highlight the 'Origin' and 'Elevation' dropdowns, the 'Timesteps / image' text box, the 'Time-averaged fields' checkbox, and the 'Maximum rendered paths', 'Maximum stored paths', and 'Farzone range (m)' text boxes. Red arrows point from these boxes to explanatory text blocks.

- 这个选项在Wireless Insite 没有作用，用户可以忽略。

A close-up of the 'Origin' and 'Elevation' dropdown menus. The 'Origin' menu has 'Using local origin' selected. The 'Elevation' menu has 'From sealevel' selected. Red arrows point from these menus to explanatory text blocks.

- 设置输出的参考原点XY坐标
- Use global origin : 以模型全局原点作TX参考原点。
- Use local origin : 以TX本身的第一个点(起点)的X及Y坐标参考原点X/Y坐标。

A close-up of the 'Elevation' dropdown menu. It has 'From sealevel' selected. Red arrows point from this menu to explanatory text blocks.

- 设置输出的Z方向参考基准
- From Terrain : 以地面为Z方向参考原点。
- From sealevel: 以海平面为参考原点。

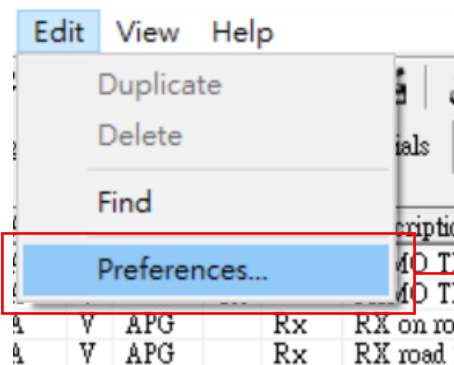
- 设置输出视频类型的每一Frame时间间距

- 设置输出视频类型的物理量是否为时间间距的平均值。

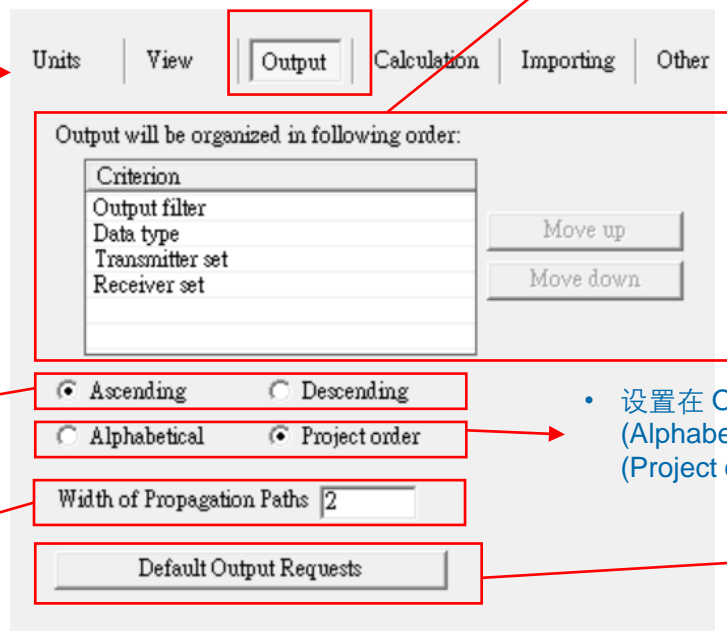
- 设置在Output区域显示的路径数量，默认值为25，如果有有效路径数量小于这边设置的数字，就只会显示出所有有效路径。
- 想看比较多路径的用户可以提高这个数字，但是可以显示的有效路径不一定会那么多。

- 设置在输出文档中最大储存的路径数量。

Output Request



- 从 Edit 菜单选择 Preferences 打开偏好设置窗口，选择 Output 页面作输出相关的偏好设置。



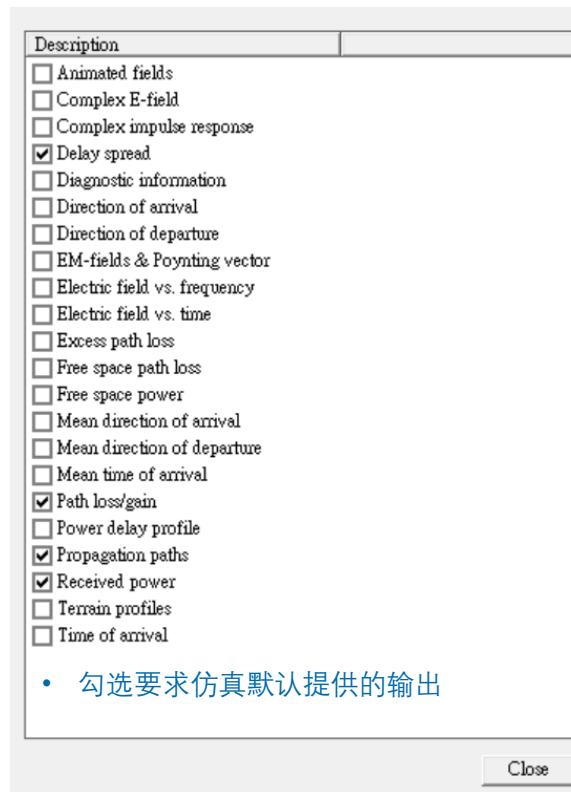
- 设置在 Output 页面的排序规则为递升(Ascending)或递减(Descending)。
- 设置Project View中显示的路径线条的粗细。

- 设置在 Output 页面的树状结构里面类别排序方式，可以选择其中一项用旁边的 Move up 或 Move down 来改变。

- 设置在 Output 页面的排序参考名称 (Alphabetical)或项目中的编号 (Project order)。

- 设置仿真默认提供的输出

Requested Output Categories



- 勾选要求仿真默认提供的输出

Output Request

Study area properties

Short description: Demo communication system analysis ...

Propagation model: X3D

Default

Ray spacing (?): ☒ 0.2500

Number of reflections: ☐ 8

Number of transmissions: ☐ 2

Number of diffractions: ☒ 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: ☒ APG Acceleration

MC Enabled: ☐ Monte Carlo

MPE Enabled: ☐ MPE

Diffuse Scattering Enabled: ☐ Diffuse Scattering

Output Requests

Boundary

- 按下 Output Request 键，打开输出选择窗口。

- 用户可以在Study area窗口设置传播模型(propagation model)在仿真后提供的输出种类，用户可以斟酌所需的数据，不需要勾选全部的输出，以免占用大量硬盘空间。
- Full 3D, X3D, Urban Canyon, Vertical Plane, Real-Time Triple Path Geodesic, Real-Time VPUP 这几个传播模型支持用户自选所需的输出，但是提供的内容不尽相同。

Requested Output Categories

Description

☐ Complex E-field

☒ Complex impulse response

☒ Delay spread

☐ Direction of arrival

☐ Direction of departure

☐ EM-fields

☐ Excess path loss

☐ Free space path loss

☐ Free space power

☐ Mean direction of arrival

☐ Mean direction of departure

☐ Mean time of arrival

☒ Path loss/gain

☒ Propagation paths

☒ Received power

☐ Time of arrival

Project Edit View Help

Images Features Materials Waveforms

Area: Demo communication system analysis

Point to multipoint

Complex impulse response

Delay spread

Path gain

Path loss

Propagation paths

Received power

Communication systems

Channel Data for MIMO Analysis

Graphs

- 用户在输出选择窗口勾选的输出会显示在Output页面。

Output Type

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

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

- Ray Tracing 模型提供的输出类别一览，输出文档会将物理量进一步细分

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

Requested Output	COST Hata	Free Space	Hata	OPAR	Triple Path	VPUP	Walfisch Ikegami
Complex E-Field					✓	✓	
Complex Impulse Response					✓	✓	
Delay Spread					✓	✓	
Direction of Arrival					✓	✓	
Direction of Departure					✓	✓	
EM-fields and Poynting Vector					✓**	✓**	
Mean Direction of Arrival					✓	✓	
Mean Direction of Departure					✓	✓	
Mean time of Arrival					✓	✓	
Excess path Loss					✓	✓	
Free space path loss					✓	✓	
Free space Power					✓	✓	
Path loss/gain	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Propagation Paths					✓	✓	
Received Power					✓	✓	

** E-Fields only - no Poynting Vector

- 经验值模型提供的输出类别一览

Propagation Model Output Overview

- **Wireless Insite** 的仿真和后处理提供数十种的 **output**，这边对其中一部分输出的定义和相关信息做简单介绍，便于用户了解如何选择与识别所需输出，数学相关细节以及推导，用户可以参考**Reference** 第21章，这份教材着重于操作，数学部分就不作赘述。
- 软件实际上提供的输出包含更多细节，用户可以直接打开除了 **MIMO** 输出文档以外的 **Output** 文档检视里面的内容了解细节。
- 有一部分的输出会受到其他仿真设置的影响产生延申性的输出

名称	物理意义	注解
Received Power / 接收功率	发射端产生的诸多有效路径传递到接收端的能量/功率之和	使用X3D进行仿真，并开启Diffuse Scattering功能时，会产生Specular Power, Diffuse Power (coherent sum), Diffuse Power (power sum), Total Power (coherent sum), Total Power (power sum)等衍生输出。
Path Loss / 路径损耗	波在传播的运动过程中环境互动产生的的能量损耗	Reference manual 公式 21.13
Path Gain / 路径增益	和路径损耗数值相同，仅有正负号的差异，可视为同一物理量另一种表述方式	
Propagation Paths / 传播路径	射线跟踪产生的路径，包含几何以及物理上的信息，是 Wireless Insite 所有输出的基础	细节于本教材后续页面解释
Time of Arrival / 抵达时间	个别路径抵达RX的时间（公式 21.19）	用户要求得多普勒频偏时，需要勾选这个项目
Mean Time of Arrival / 平均抵达时间	从功率的角度求得的平均抵达时间	Reference Manual 公式 21.20
Delay Spread / 延迟扩展	以功率作为权重的时延均方根值，评估多径效应的影响	Reference Manual 公式 21.21
Electric Field Magnitude / 电场值	个别路径对接收点贡献的电场绝对值	Reference Manual 公式 21.22
Electric Field Phase / 电场相位	电场的卡氏坐标分量相位值	Reference Manual 公式 21.23

Propagation Model Output Overview

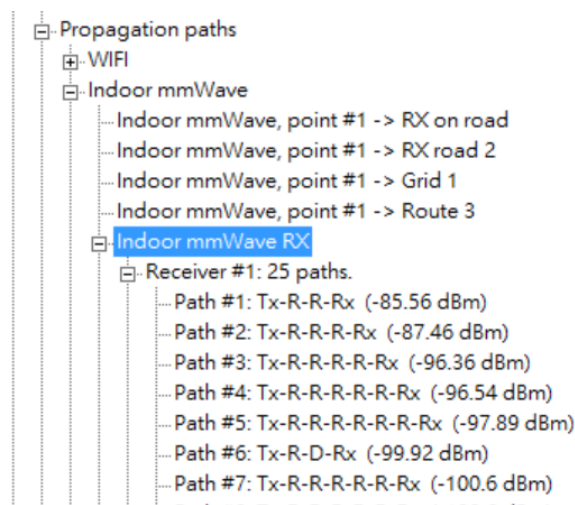
名称	物理意义	注解
Poynting Vector / 坡印廷向量	在接收点电磁场的时均能量通量	Reference Manual 公式 21.24
Animated Fields	将电场对时间的变化以视频方式输出	
Complex Electric Field	每一条路径的球坐标/卡氏坐标在接收点的电场数据(忽略接收天线的影响)	由于数据格式复杂，无法在用户界面内打开，用户需要自行打开输出文档检视，
Direction of Arrival / 抵达方向	描述路径抵达接收点的方向	Reference Manual 公式 21.25
Mean Direction of Arrival	透过能量作加权平均求得的抵达方向	Reference Manual 公式 21.26， 21.27
Direction of Departure / 抵达方向	描述路径从发射点出发的方向	Reference Manual 公式 21.28
Mean Direction of Departure	透过能量作加权平均求得的出发方向	Reference Manual 公式 21.29， 21.30
Complex Impulse Response (CIR)	每一条路径在接收天线的feed位置上产生的电压的复数数学形式	Reference Manual 公式 21.31， 21.32
Power Delay Profile / 功率延迟分布, 功率时延谱...	描述信道在时间上的色散	不同特性的波形计算方式不同，参考Reference Manual 公式 21.33~21.36
Electric Field vs. Frequency		只在使用dispersive波形时提供，Reference Manual 公式 21.37
Electric Field vs. Time		不同特性的波形计算方式不同，参考Reference Manual 公式 21.38~21.39
Doppler Shift / 多普勒偏移	信号由于发射器或接收机运动造成的频率偏移	用户给与TX/RX 速度并且要求输出time of arrival时会一并提供，会以有doppler词缀的的p2m文档方式提供

Propagation Path

- Wireless Insite 是基于射线跟踪算法的仿真软件，因而路径(propagation path)是所有仿真输出的基石,除经验值模型之外，其他的传播模型都是基于路径做相关物理量的计算，进而提供各种输出。
- 用户可以透过观察传播路径了解仿真输出是否合理，并对模型作必要的修正，不同的传播模型对路径的注记也会有差异。
- 基于其重要性故单独列出说明

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	T	T	T	T
Diffraction	D	D or d*	D	D
Enter/leave foliage	F/X	F/X	—	—
Diffuse Scattering	DS	—	—	—

- 不同的传播模型对反射等路径上的互动可能有不同的注记方式



- Output 页面可以展开，浏览每一条路径的细节
- Tx-R-R-Rx表示经过两次反射抵达目标，以此类推。
- 如果是直线，则会是Tx-Rx这样的表示直接到达。

Communication System Analysis Output Overview

- Wireless Insite 的 Communication System Analysis 是基于前面的 Ray Tracing 仿真的接收功率等结果做后处理，进一步的推算出电信/信息相关的性能指标。
- Communication System Analysis 的输出也是以p2m的格式存盘，用户一样可以直接打开这些格式文档。
- 这些输出也可以在 Project View 窗口的 Output 页面检视。
- Wireless Insite 提供的输出包含但不限于以下列出的重要输出

名称	物理意义	注解
Signal-to-Interferer Ratio (SIR)	接收端来自对应发射器的接收功率对所有干扰源的功率比值	Reference Manual 公式 21.41
Signal-to-Noise Ratio (SNR)	接收端来自对应发射器的接收功率对所有噪声的功率比值	Reference Manual 公式 21.42
Signal-to-Interferer-Plus-Noise Ratio (SINR)	接收端来自对应发射器的接收功率对所有干扰源以及噪声源的功率总和之比值	Reference Manual 公式 21.43
Receiver Signal Strength Indicator (RSSI)	在接收端的接收功率，干扰源以及噪声的功率总和	Reference Manual 公式 21.44
Reference Signal Received Power (RSRP)	RSRP仅于LTE系统提供	Reference Manual 公式 21.45
Reference Signal Received Quality (RSRQ)	RSRQ仅于LTE系统提供	Reference Manual 公式 21.46
Total Received Power	一个接收机从所有发射器得到的信号功率总和，分成包含相位(phase)与不包含两种计算方式。	Reference Manual 公式 21.47~21.48
Strongest Transmitter	在接收端的总接收功率中占最大比重的发射器	
Strongest SINR Transmitter	在接收端有最好SINR表现的发射器	
Channel Capacity / 信道容量	基于Shannon-Hartley theorem估算的信道最大数据传输率	Reference Manual 公式 21.49


MIMO Output Overview

- Wireless Insite 的 MIMO 仿真不同于一般的 Ray Tracing 或通信系统分析等后处理，由于MIMO仿真会产生大量的路径数据，考虑到效能不适合用txt格式存盘，因而用户需要在Wireless Insite用户界面内检视或导出。
- 在 Output 页面的 Channel data for MIMO analysis 用右键菜单打开 MIMO Browser 从数据文档提取输出检视或导出。
- MIMO 仿真产生的输出包含但不限于以下输出。

名称	物理意义	注解
Complex Impulse Response		和一般仿真输出相同
Direction of Arrival		和一般仿真输出相同
Direction of Departure		和一般仿真输出相同
Received Power		和一般仿真输出相同
H-Matrix	MIMO 通道矩阵	Reference Manual 公式 21.50
RMS delay Spread	透过功率加权来自MIMO阵列发射天线各天线单元路径的时延均方根值	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 仿真输出除 MIMO 输出之外，大多会存盘在 .p2m 文档，用户可以从文档名称识别其内容并将之视为一般TXT格式文档开启。
- 副档名 p2m 代表 point-to-multi point，内含一TX 点对多 RX点的数据。
- 由于TXT格式文档并没有很好的排版功能，所以可能会稍显凌乱，用户最好先厘清里面的数据格式，也可以尝试写一些脚本从外部截取这些数据。

 demo_residential_area.paths.t001_06.r003.p2m

- 项目名称，会和存盘时的.setup 文档同名。

- 数据类型。

- 发射器的编号，t001_06代表 Project ID 为 6 的这一组 TX 中的第1个点。

- 接收机的编号，r003 就代表 Project ID 为 3 的这一组 RX。

ID	A	V	APG	Tx	Rx	Description	Type
1	A	V		Tx		MIMO TX1	points
2	A	V		Tx		MIMO TX2	points
3	A	V	APG		Rx	RX on road	route
4	A	V	APG		Rx	RX road 2	route
5	A	V	APG		Rx	Grid 1	grid
6	A	V		Tx		WIFI	points
7	A	V	APG		Rx	Route 3	route
8	A	V		Tx		Indoor mmWave	points
9	A	V		Tx		Indoor mmWave 2	points
10	A	V	APG		Rx	Indoor mmWave RX	route
11	A	V	APG		Rx	Indoor mmWave RX grid	grid
12	A	V	APG		Rx	Indoor mmWave grid 2	grid
13	A	V		Tx		Indoor mmWave 3	points
14	A	V	APG		Rx	Indoor mmWave RX grid 3	grid

- 发射器/接收机的 Project ID。

Output Files

- [Wireless Insite](#) 输出文档的数据类型会以不同赘词来标示, 依据用户设置, 通常会看到列出来的数据类型中的一部分数据。

赘词	意义	赘词	意义
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	Magnitude of H-field X/Y/Z components
dod	Direction of departure for strongest paths	hYmag	
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	Magnitude of E-field X/Y/Z components	hYphs	
eYmag		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

赘词	意义	赘词	意义
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	Cartesian X/Y/Z components of the Poynting vector		
sY			
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 仿真也会随着用户的设置输出单点对单点的文档，这类文档副档名为p2p, 为 point-to-point 之意。
- 由于这类文档数量庞大，建议用户在需要的时候才设置。
- 文档命名规则类似p2m文档，不过 rx的词缀会细分。

Demo_system_analysis.pdp.t003_04.r005_02.p2p

项目名称，会和存盘时的.setup文档同名。

数据类型。

发射器的编号，t003_04代表 Project ID 为 4 的这一组 TX 中的第3个点。

接收机的编号，r005_02 就代表 Project ID 为 2 的这一组 RX中的第2个点。

赘词	意义
fdef	Cartesian components of electric field vs. frequency
pdp	Power delay profile (received power vs. time)
tdef	Cartesian components of electric field vs. time

Layout properties

Default

Spacing (m): 2.000000

Rendered size (m): ☒ 0.250

Average velocity (m/s): 10.000

Edit control points

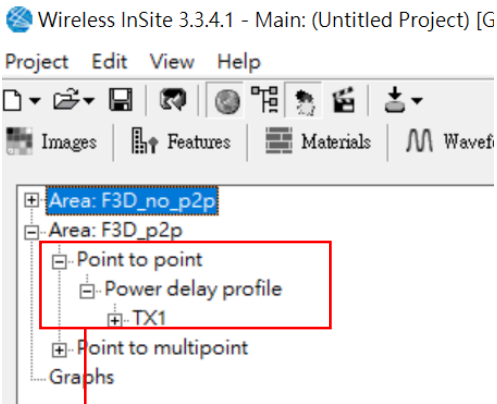
Generate p2p output: Yes

☒ Enable APG for X3D

Adjacency Distance (m): ☒ Use Study Area Override

OK Cancel

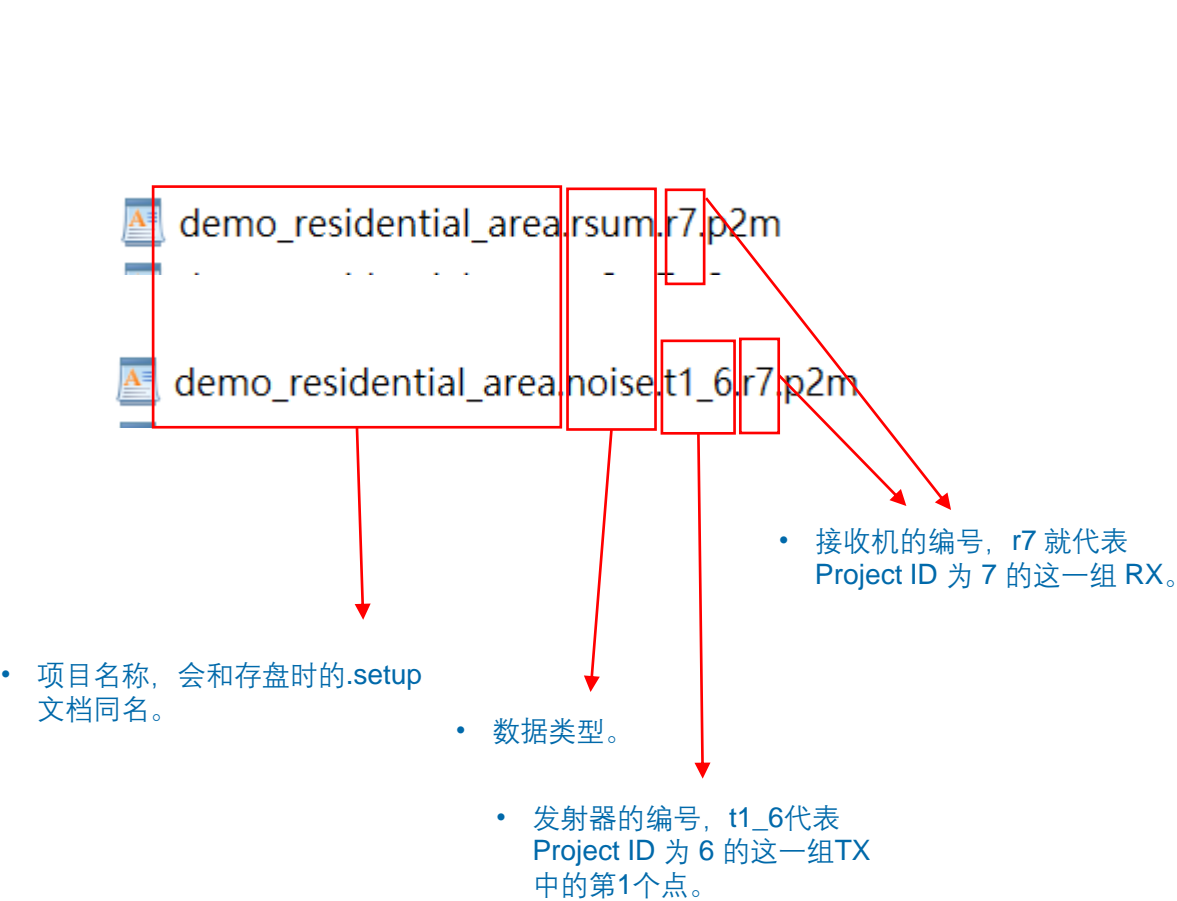
在RX 的 Layout Properties 窗口需要设置 Generate p2p output 为 Yes。



Output页面会增加一个 Point to point节点

Output Files (Communication System Analysis)

- Wireless Insite 通信系统分析工具也会产生 p2m 格式输出文档，命名方式类似一般输出文档，但是有的输出由于内含的物理量是多个信号源的效应总和因而不包含 TX 赘词。



赘词	意义
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

Output 文档内容

- Wireless Insite 的 p2m格式输出文档一般会有特定格式，有的文档在前面会有一段档头描述数据格式，也会有很简单只包含数据的文档，用户可以在reference manual附录 J 找到相关信息。
- 由于TXT格式的文档不能很好的编排，所以内容有时候看起来会有点乱。
- 下面就几个具代表性的文档内容做说明。

- 档头部分，对文档内容的注释

```
# <Transmitter Set: Tx: 6 WIFI - Point 1>
# <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)>
#     <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)
```

- 内容数据部分

```
92
1 25
-105.101 7.36594e-07 9.79081e-08
1 2 -106.015 -7.57307 7.81293e-07 90.3366 -53.0908 98.3521 -48.4857
Tx-D-R-Rx
40.4684 54.0891 5
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
57.046 120 1.41706
```

Output 文档内容

- path 文档是最典型的输出文档，有较为详细的档头和完整的数据。

```
# <Transmitter Set: Tx: 6 WIFI - Point 1>
# <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)>
#   <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)
```

• 这一组RX中的RX点数

• RX点编号，路径数量

• 由左到右 received power, mean time of arrival, delay spread

• 由左到右 路径编号，路径中和环境反射等互动次数，接收功率，相位，抵达时间，抵达角 theta分量，抵达角phi分量，出发角 theta 分量，出发角phi分量

• 从上至下为路径链路中从 TX 开始到 RX 的各作用点坐标。

• 路径链路，起点固定为Tx，终点固定为Rx。

#	<cartesian locations of interactions> (including Tx and Rx)
92	
1 25	
-105.101 7.36594e-07 9.79081e-08	
1 2 -106.015 -7.57307 7.81293e-07 90.3366 -53.0908 98.3521 -48.4857	
Tx-D-R-Rx	
40.4684 54.0891 5	
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	
62.946 130 1.41796	

Output 文档内容

- 特定物理量的输出文档，内容可能较为简单，有一个描述内容的档头以及表列方式的数据。

```
# <Transmitter Set: Tx: 8 Indoor mmWave - Point 1>  
# <Receiver Set: Rx: 5 Grid 1>  
# <X(m)> <Y(m)> <Z(m)> <Distance(m)> <PathLoss(dB)>
```

```
1 137.399 11.8891 1 93.3636 126.821  
2 140.399 11.8891 1 95.7188 119.333  
3 143.399 11.8891 1 98.1091 124.666  
4 146.399 11.8891 1 100.532 119.121  
5 149.399 11.8891 1 102.985 110.971  
6 152.399 11.8891 1 105.467 122.245  
7 137.399 14.8891 1 91.5176 118.807  
8 140.399 14.8891 1 93.919 115.75  
9 143.399 14.8891 1 96.354 112.972  
10 146.399 14.8891 1 98.82 113.832
```

- 档头部分，对文档内容的注释

- 数据内容部分

```
# <Transmitter Set: Tx: 6 WIFI - Point 1>  
# <Receiver Set: Rx: 5 Grid 1>  
# <X(m)> <Y(m)> <Z(m)> <Distance(m)> <Power(dBm)> <Phase(deg)>
```

```
1 137.399 11.8891 1 105.794 -76.0364 49.7276  
2 140.399 11.8891 1 108.549 -83.5045 -159.545  
3 143.399 11.8891 1 111.317 -77.9456 -76.7443  
4 146.399 11.8891 1 114.097 -73.5177 34.8193  
5 149.399 11.8891 1 116.888 -71.1953 118.141  
6 152.399 11.8891 1 119.688 -70.5167 -177.868  
7 137.399 14.8891 1 104.634 -76.5539 155.505  
8 140.399 14.8891 1 107.419 -72.563 -107.217  
9 143.399 14.8891 1 110.215 -70.6332 -36.4834
```

- 由左到右 RX 点编号，X，Y，Z 坐标，接收功率，相位

- 由左到右 RX 点编号，X，Y，Z 坐标，路径损耗

Output 文档内容

- 输出文档的档头会有不同的形式，也会有像是用 Full 3D 传播模型计算产生的输出，文档中会没有档头部分的情况，用户可以参考X3D输出文档的格式。

```
# <Transmitter Set: Tx: 1 TX route 1 - Point 3>
# <Receiver Set: Rx: 2 RX1 >
# <number of receiver points>
# <receiver point number> <number of paths for this point>
# <path number> <phase value(deg)> <mean time of arrival(sec)> <received power(dBm)>
```

- 档头部分，对文档内容的注释

1

- RX点的数量

1 25

- 从左到右为 RX点的编号， 路径的数量。

```
1 -157.236 3.59906e-07 -84.3703
2 -151.584 3.60154e-07 -87.7179
3 -161.774 1.06852e-06 -106.081
4 -161.811 1.0686e-06 -107.194
5 104.88 1.07212e-06 -136.539
6 17.124 9.57404e-07 -140.242
```

- 由左到右为 路径编号， 相位， 平均抵达时间， 接收功率

```
# Receiver Set: rx
```

- Full 3D 传播模型产生的多普勒频偏
输出文档没有档头

4

- RX点的数量

1 25

- 从左到右为 RX点的编号， 路径的数量。

```
1 0.21521582E+02 -58.532
2 0.21482307E+02 -60.467
3 0.14490439E+02 -66.833
4 0.13617907E+02 -67.033
5 0.14478922E+02 -67.881
6 0.21365749E+02 -68.002
7 0.13651215E+02 -68.084
8 0.24113490E+00 -68.512
9 0.22901165E+00 -69.385
```

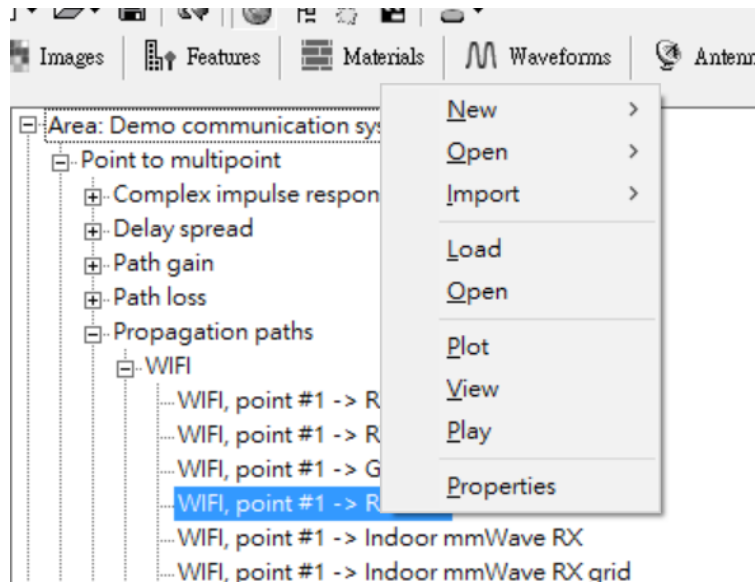
- 由左到右为 路径编号， 多普勒频偏 (Hz)， 接收功率 (dBm)



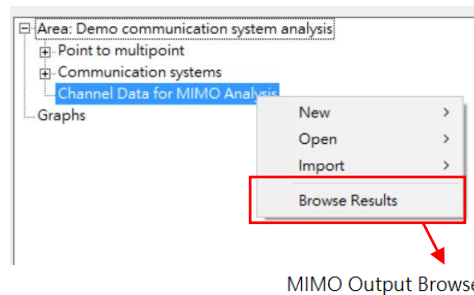
Visualization

- Wireless Insite 可以用数种方式将仿真或后处理的输出视觉化，依据输出的特性和用户的需求可以有不同选择。
- 一般仿真输出和 Communication System Analysis 可以直接在 Output 操作，MIMO的仿真则需要再另外透过右键菜单打开 MIMO Browser操作。
- 用户可以选择的方式包括：
 - 针对距离或其他特定自变量绘制曲线图。
 - 将射线路径在 Project View 场景中视觉化。
 - 用场型图/温度图的形式在 Project View 场景中显示物理量的分布。
 - 用视频的方式将特定的输出以动态的方式导出。
 - 在用户界面内检视数值。
 - 用 Excel 格式导出MIMO相关输出。

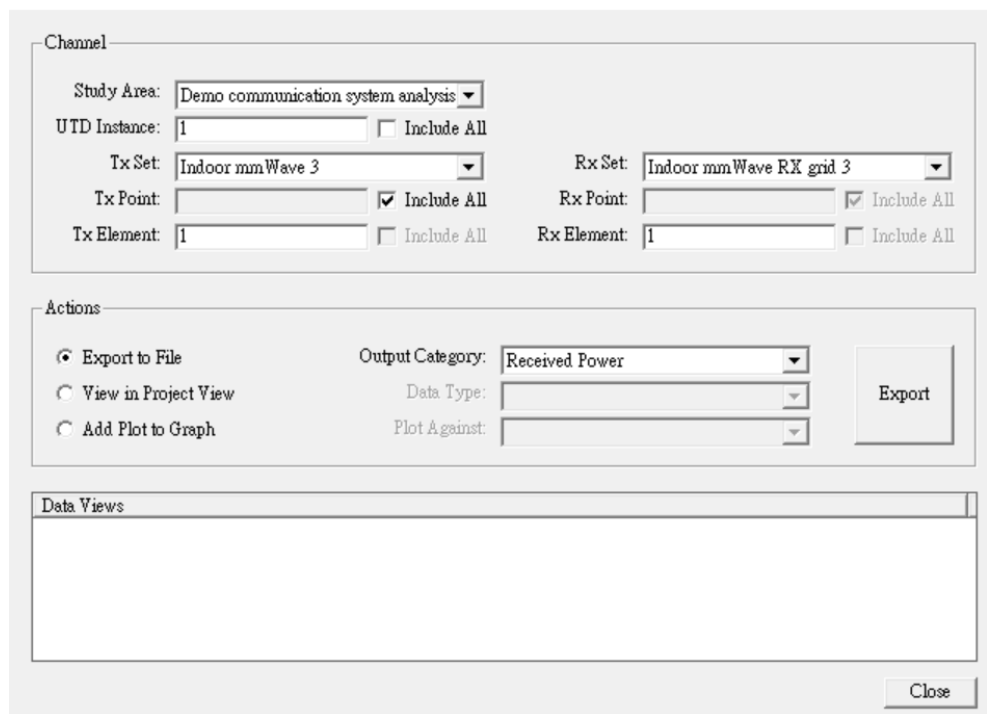
Visualization



- 透过鼠标右键菜单操作一般仿真以及通信系统分析的输出。

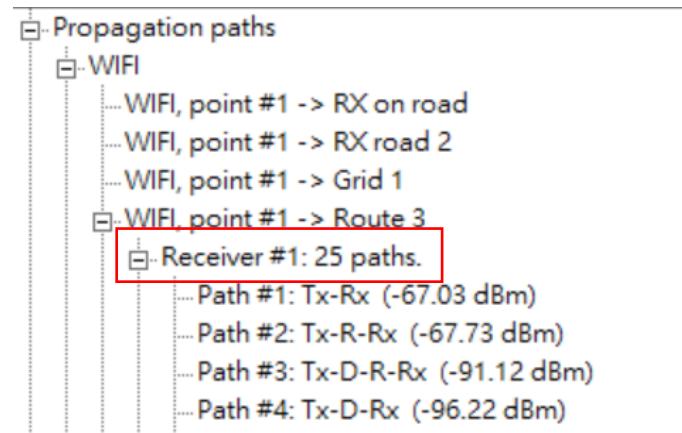
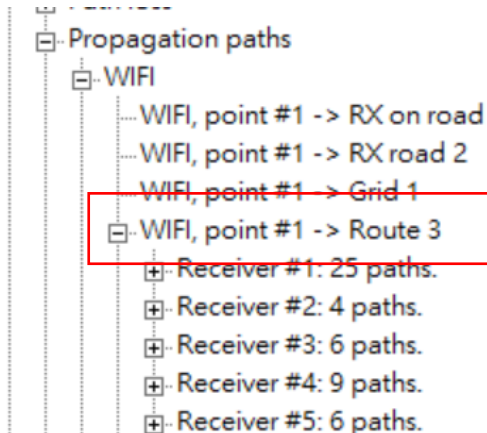
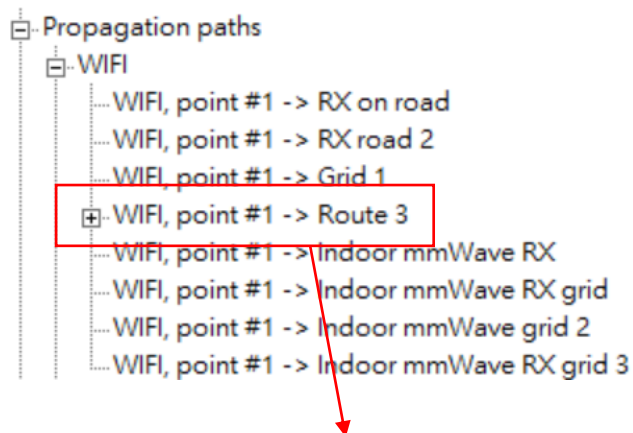


- MIMO的仿真输出则是从 Channel Data for MIMO Analysis 节点用鼠标右键菜单打开。



Visualization

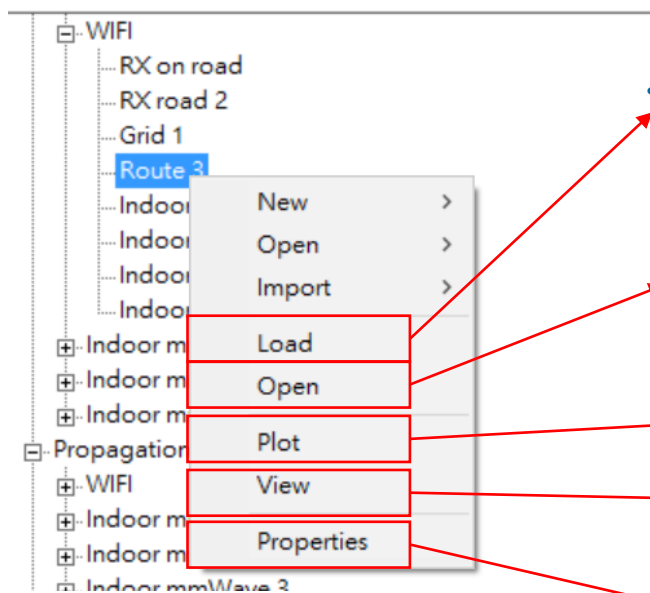
- 路径数据是堪称最重要的仿真输出，在 Output 会分成三层展开



- 在 Propagation paths 之下会用 仿真中有使用的 TX作为第一层，展开后底下是和这个TX有互动的RX。
- 选择这些 RX 打开鼠标右键选单，选择 Load，就会载入路径数据，但是暂时还不会在 Project View 里面显示。
- 如果右键菜单选择 View 则会显示在 Project Output Properties中设置的最大显示数量的路径，如果有效路径少于这个数字，就只会显示所有的有效路径。
- 点开RX这一层就会列出这一组 RX 里面的每一个RX点。
- 点开个别RX点这一层就会列出这一个RX点里面的每抵达该点的路径。
- 用户可以检视每一条路径的构成以及功率。

Visualization

- 右键菜单用于做一般视觉化操作，但是对不同的输出数据格式，右键菜单也会有变化



• 选择 Load 载入输出数据便于随时检视。

• 选择 Open 开启输出文档。

Choose plot

Select data: Power
Select axis -
☒ Distance
☐ log(Distance)
☐ Receiver number
☐ Probability density
☐ Cumulative distribution

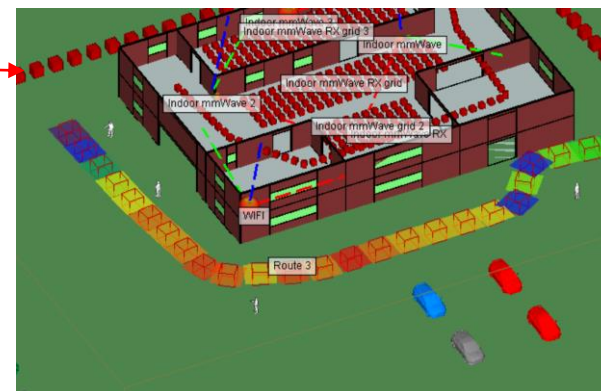
• 选择 Plot 开启曲线图绘制窗口

Output file properties

Type: Propagation paths
Location: /Demo communication system analysis
Filename: demo_residential_area_paths.r001_06.r007.p2m
Size: 33563 (bytes)
Created: Fri Sep 25 15:37:14 2020
Modified: Fri Sep 25 15:37:14 2020
Accessed: Fri Sep 25 15:37:14 2020
Number of receivers: 24
Minimum power (dBm): -118.756
Maximum power (dBm): -52.632
Minimum time of arrival (s): 2.404e-08
Maximum time of arrival (s): 4.544e-07

Open OK

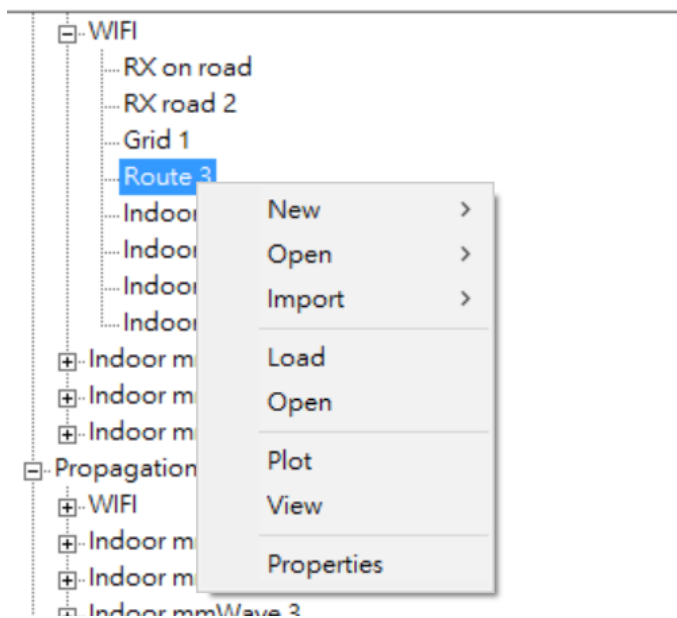
• 选择 Properties 检视输出的摘要。



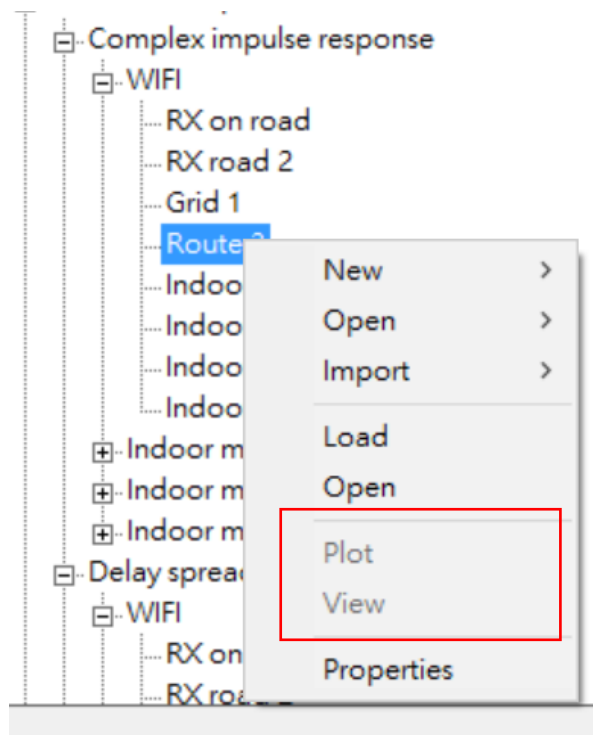
• 选择 View 在Project View检视温度图

Visualization

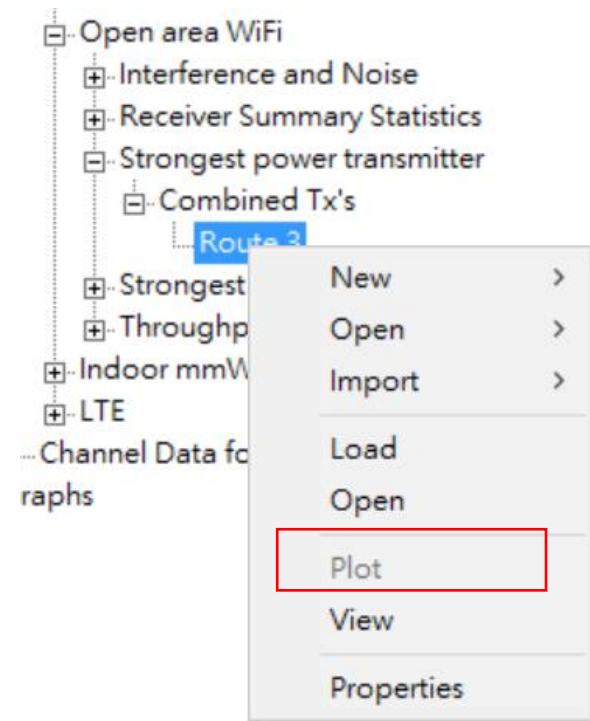
- 根据输出数据的特性，鼠标右键菜单也会有变化。



- 标准 Output 右键菜单。



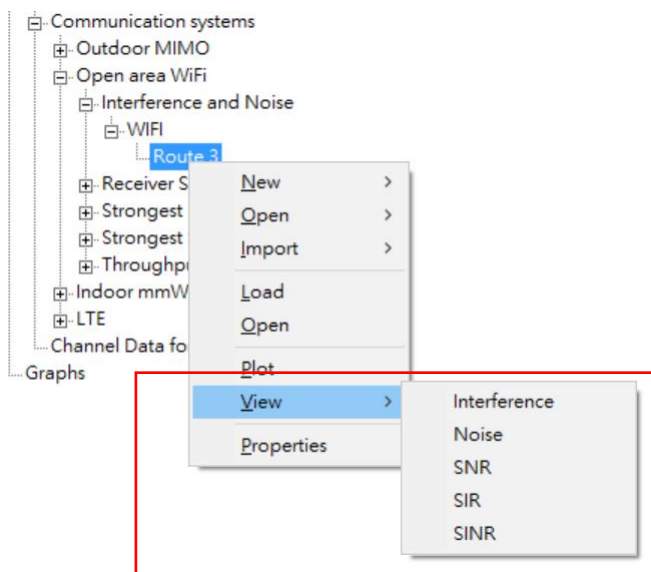
- CIR 的 Output 右键菜单，由于数据格式无法视觉化检视，只能看数字所以 Plot 和 View 均无法使用。



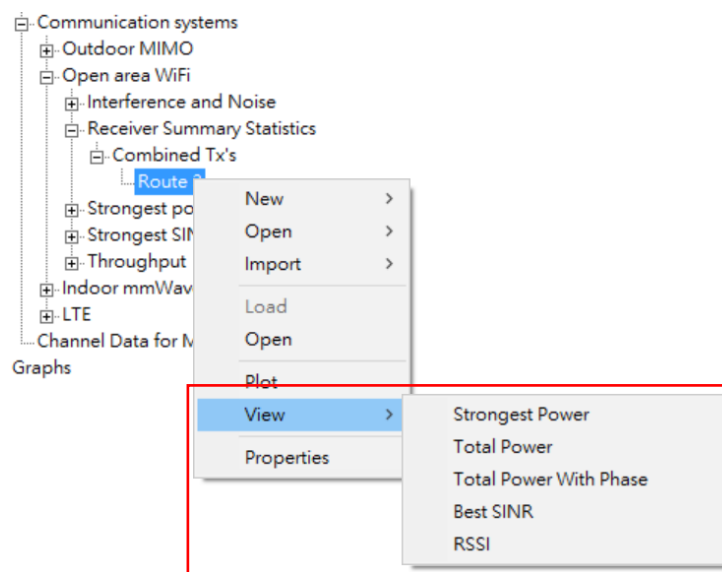
- 提供最高接收功率的发射器可以在 Project View 窗口中表示出来，但是无法绘制曲线图，所以 Plot 无法使用。

Visualization

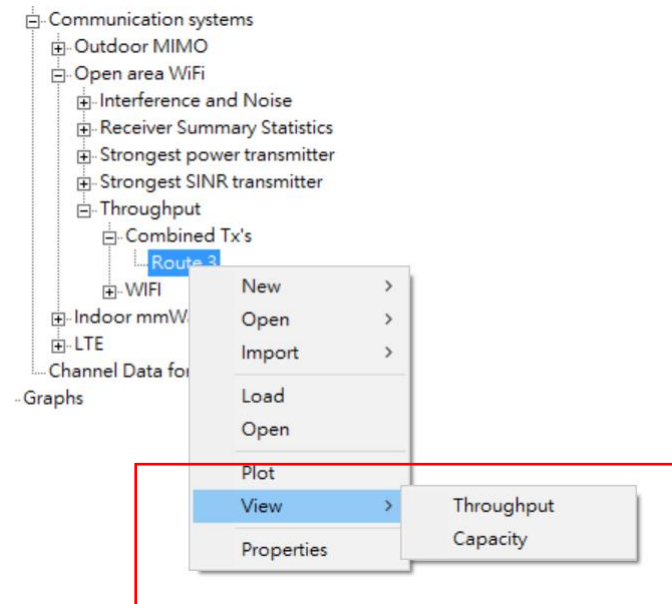
- 根据输出数据的特性，鼠标右键菜单也会有变化。



- 干扰与噪声 Output 右键菜单，可以从子菜单分项检视干扰，噪声，SNR，SIR，SINR等输出。



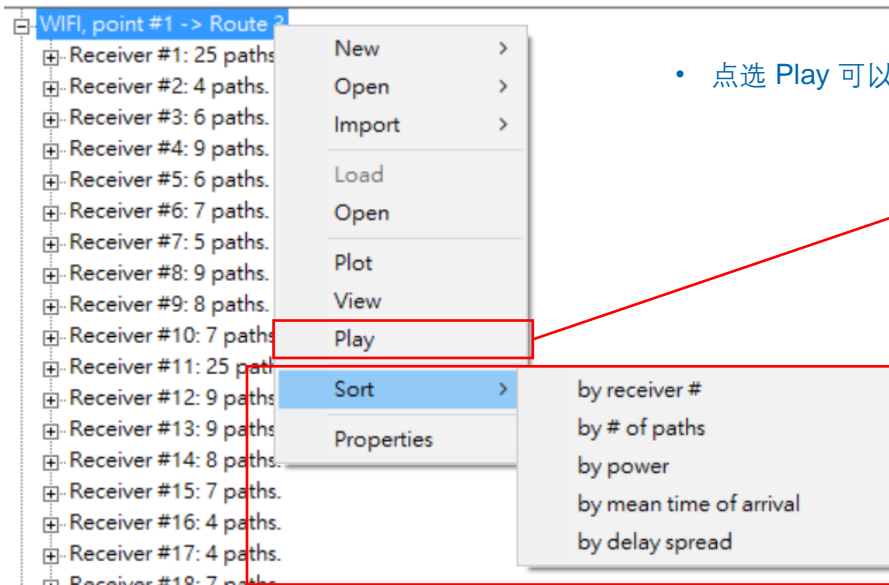
- 接收端综合参数 Output 右键菜单，可以从子菜单分项检视Strongest Power, Total Power, Total Power with Phase, best SINR, RSSI 等输出。



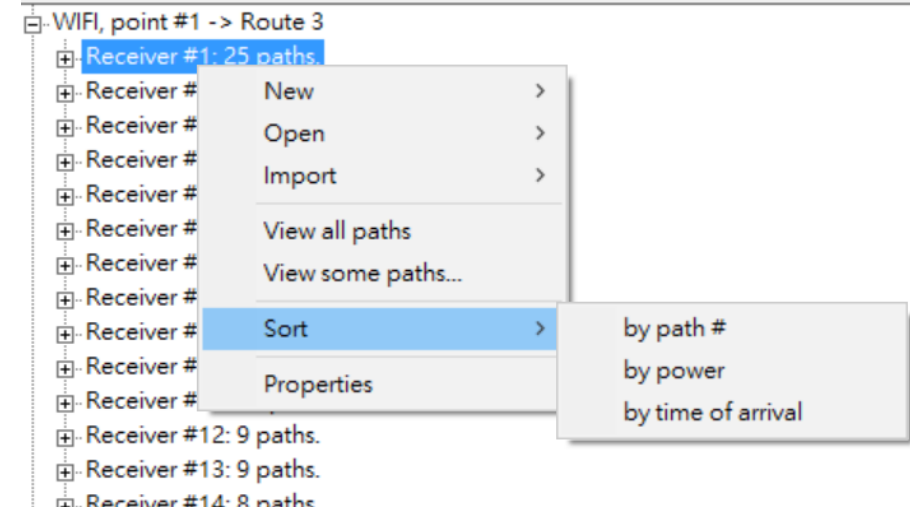
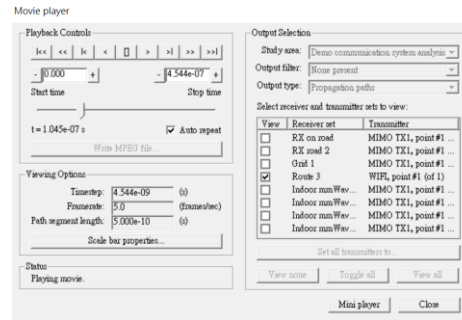
- 吞吐量 Output 右键菜单，可以从子菜单分项检视吞吐量和信道容量等输出。

Visualization

- 根据输出数据的特性，鼠标右键菜单也会有变化，传播路径的右键菜单也有额外的特殊选项。。



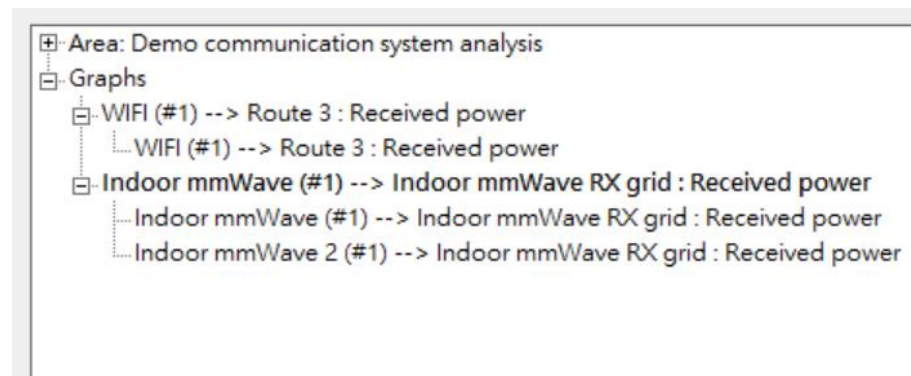
- 传播路径在RX层的右键菜单，可以从子菜单分项选择依照接收点编号，路径数量，接收功率，平均抵达时间，时延扩展等不同条件来排序。



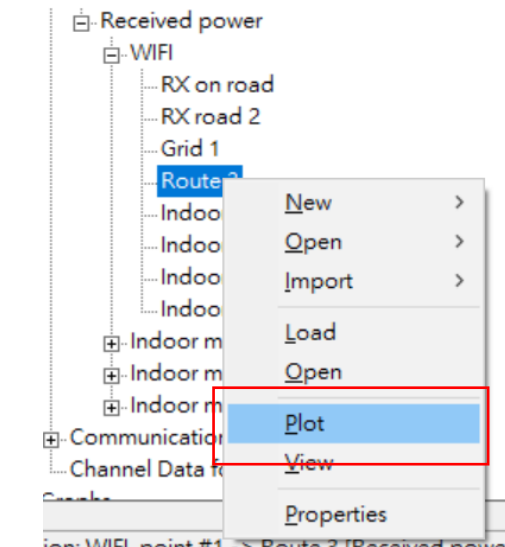
- 传播路径在个别RX点层的右键菜单，可以从子菜单分项选择依照路径数量，接收功率，抵达时间等不同条件来排序。
- 用户也可以用 View all paths 和 View some paths 来控制检视路径的数量。

Visualization Line Plot

- Wireless Insite 的视觉化功能，最基本的就是用Plot功能绘制曲线图，用户可以将数据用XY轴的二维曲线来呈现，X轴是距离等自变量，Y轴为接收功率等应变量。
- 一张二维的曲线图可以包含一条或多条数据曲线，用户可以自由调整其内容，方便分析比较。
- Wireless Insite 的Plot绘制的曲线图会在Output 页面的 Graphs 节点出现，用户可以一层一层的展开，Graph 指的是整张图面，plot指的是每一条曲线，一个Graph可以有好几个plot。
- 在Graph 节点的图是一个数据容器而不是内容固定的点阵图，用户可以添加，删除以及做各种编辑，图形也会实时的反应这些改变。
- 在打开一个工程的时候，如果软件找不到 Graphs 链接的数据，就会报错。
- 发生数据遗失报错的情形时，用户可以删除对应的图来解决这个情况。
- 用户可以透过右键菜单将Graph以JPG图档的格式导出。



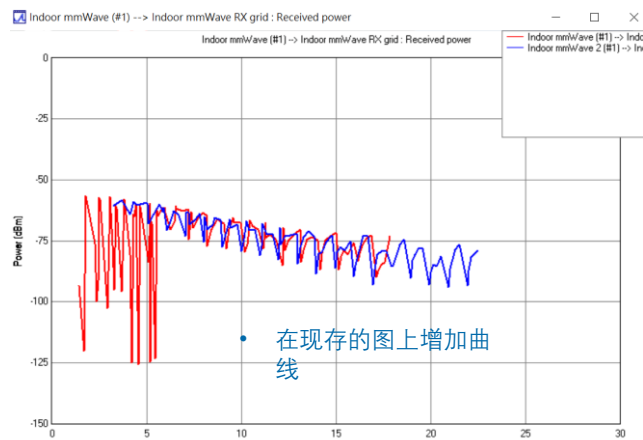
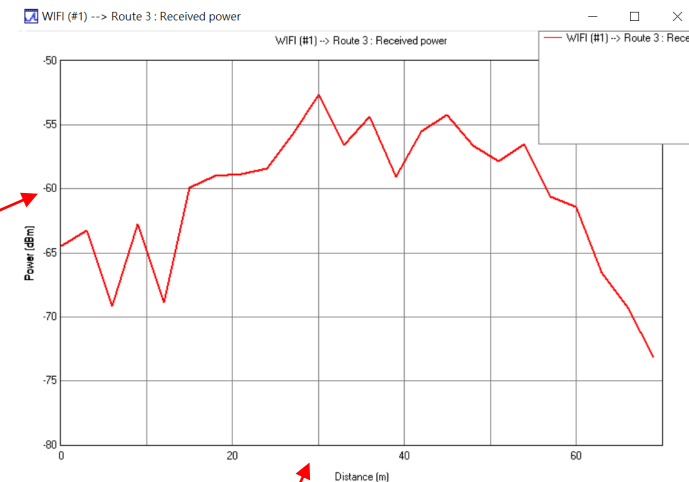
Visualization Line Plot



- 右键菜单中选择Plot绘制曲线图。

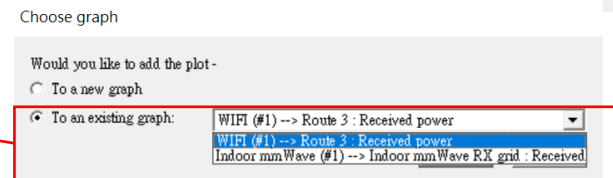


- 选择要绘制的物理量，即Y轴数据。
- 没有其它Graph存在的时候，会直接展开一张新的图
- 选择X轴的自变量，可能会由于数据特性而有不同。
- 从上到下为距离，距离对数值，接收机编号，概率密度，累积分布



- 在现存的图上增加曲线

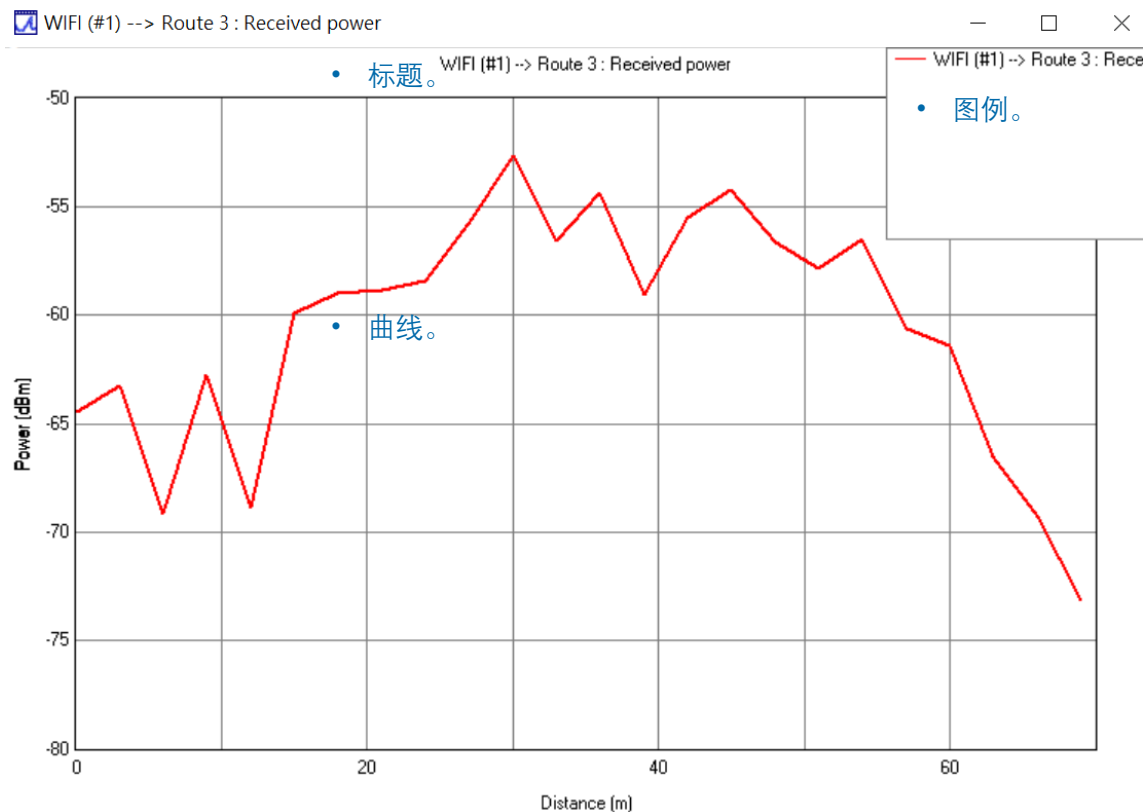
- 有其他Graph存在的时候，用户可以选择要把曲线绘制在现存的图还是绘制一张新图



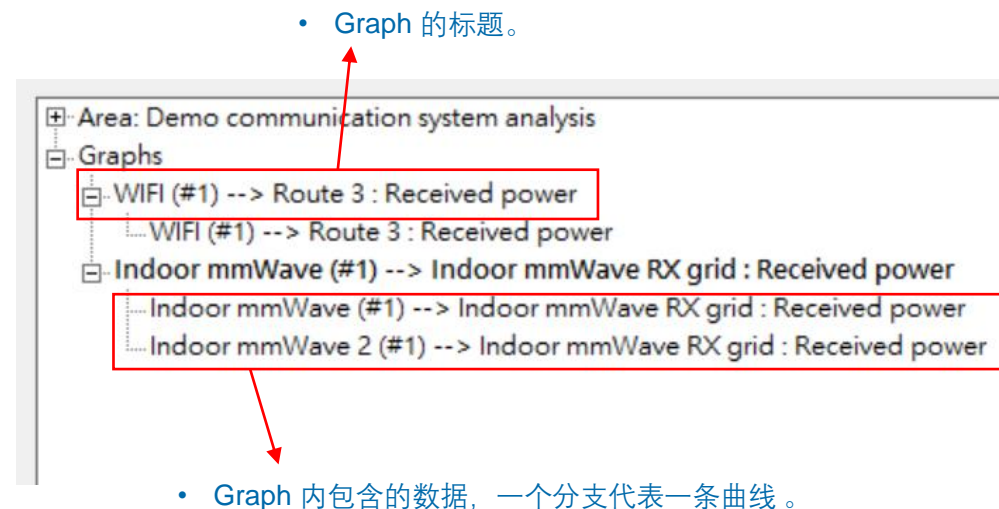
- 选择To an existing graph 接着在菜单中选择目标图

- 选择To a new graph绘制一张新图

Visualization Line Plot



- 默认的Graph格式。



- Graph 标题的默认格式。

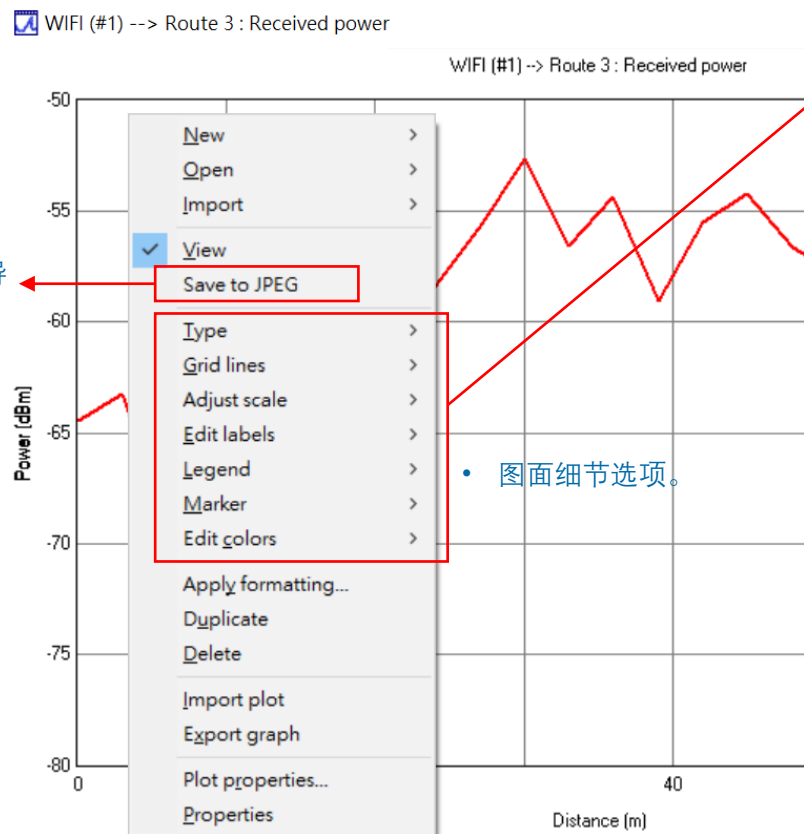
Indoor mmWave 2 (#1) --> Indoor mmWave RX grid Received power

- 发射器名称。
- 接收机名称。
- 物理量。

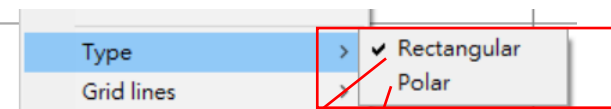
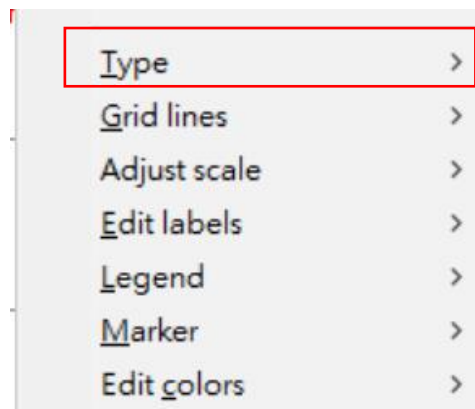
Visualization Line Plot

- 在Graph上按下右键叫出菜单，可以进行进阶的设置。

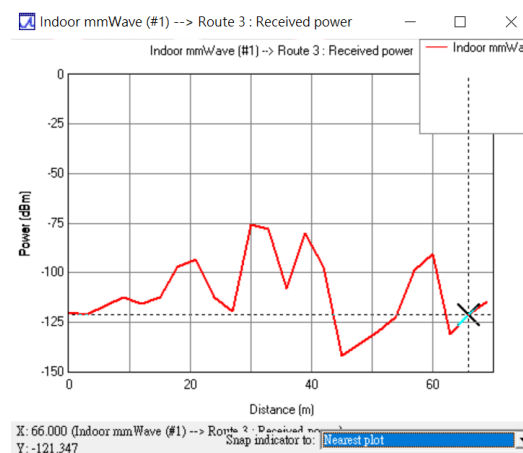
- 以JPG格式导出图档。



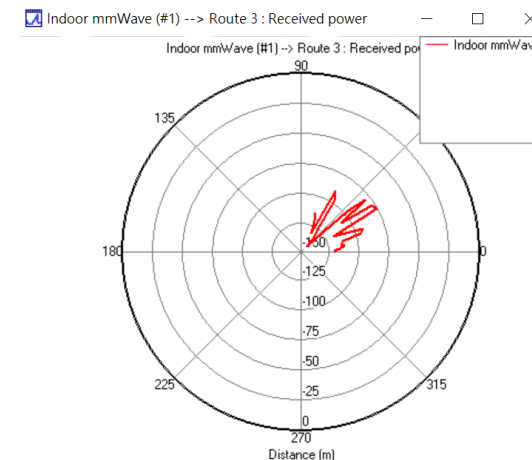
- 图面细节选项。



- 切换图面格式。



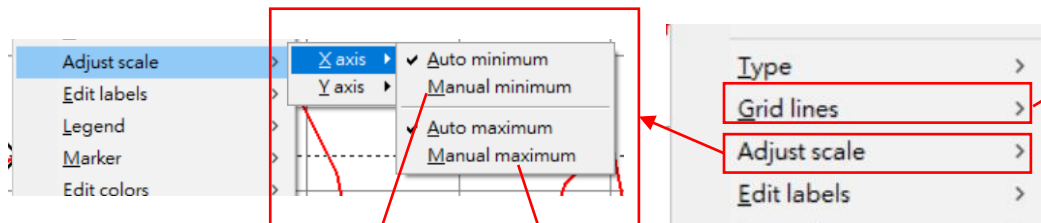
- Rectangular, 卡式坐标图。



- Polar, 极坐标图。

Visualization Line Plot

- 调整坐标轴范围，可以让软件自动调整(Auto)或是手动调整(Manual)。



X Minimum

Set the minimum X value for the graph:

Minimum (m):

- 手动输入最小值。

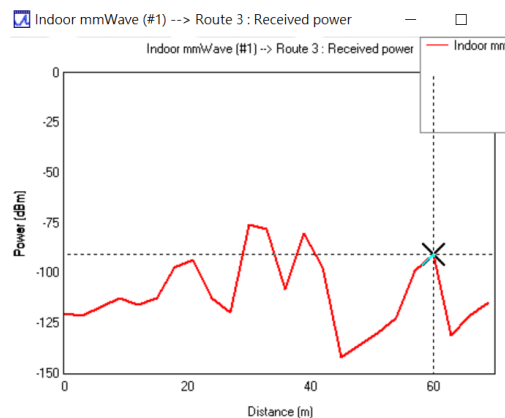
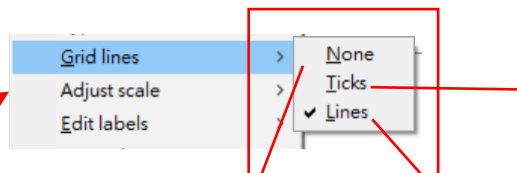
X Maximum

Set the maximum X value for the graph:

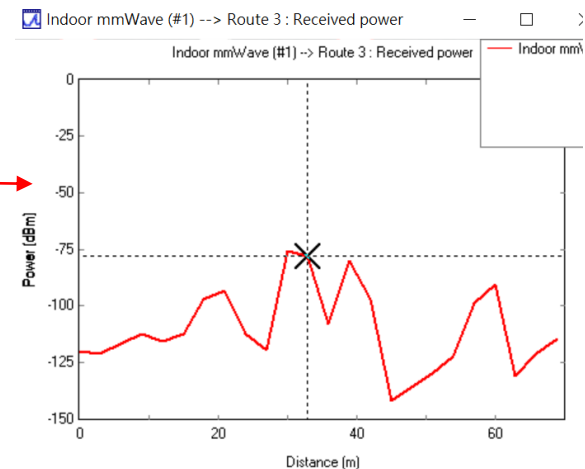
Maximum (m):

- 手动输入最大值。

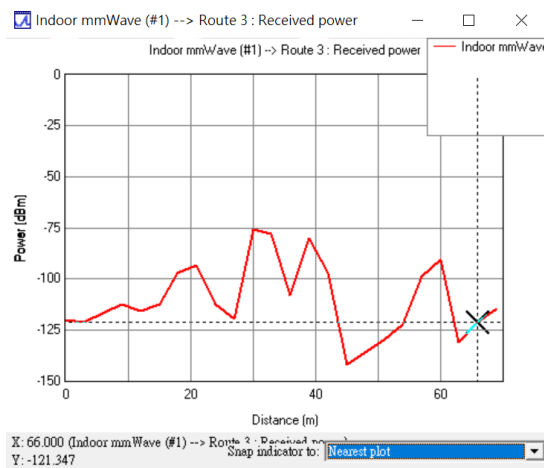
- 切换图面格线显示方式。



- None, 无格线或刻度。



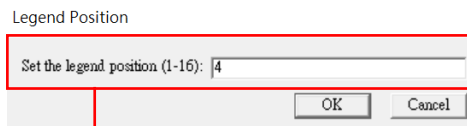
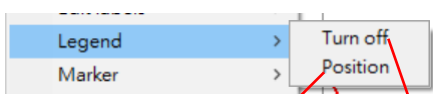
- Ticks, 仅坐标轴上有刻度。



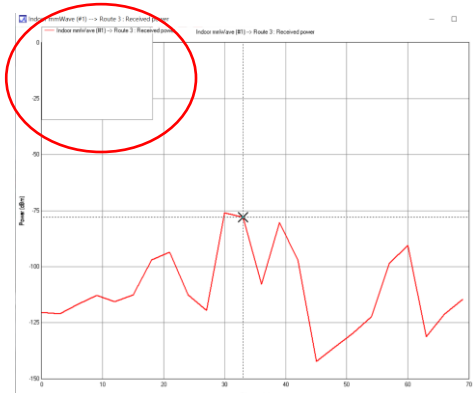
- Lines, 有完整格线。

Visualization Line Plot

- 编辑或调整图例栏位。

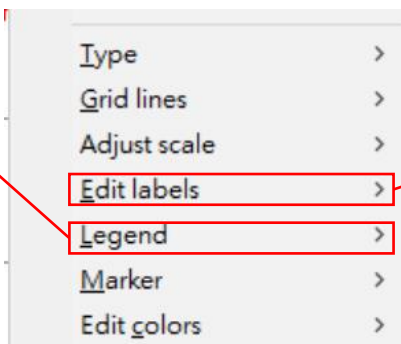


- 调整图例栏位的位置。
- 整张图从上到下，从左到右分为16区，最左上为1区，最右下为16区，默认置于4区



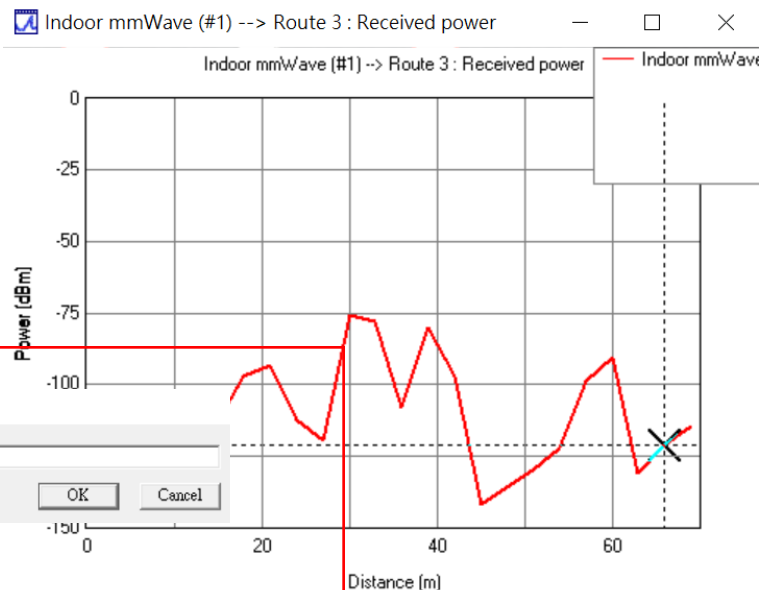
- 图例栏位至于第1区。

- 编辑标题。



Graph title

- 编辑抬头标题。



Axis label

- 编辑Y轴标题。

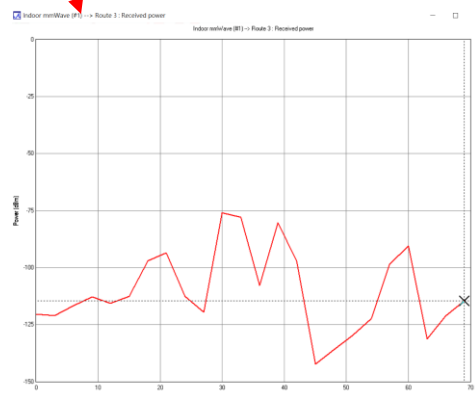


X: 66.000 (Indoor mmWave (#1) -->) Axis label
Y: -121.347

- 编辑X轴标题。

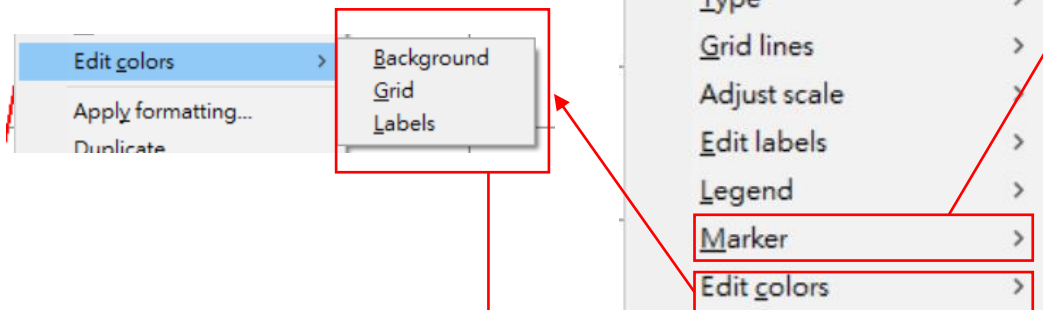


- 关闭图例栏位。

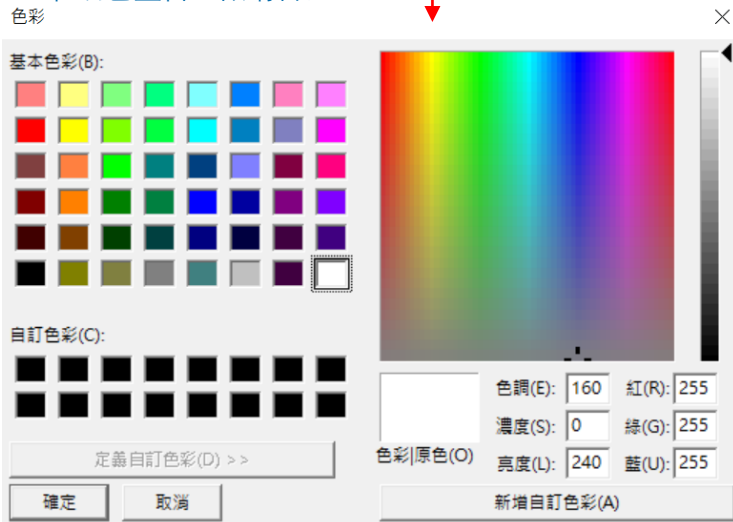


Visualization Line Plot

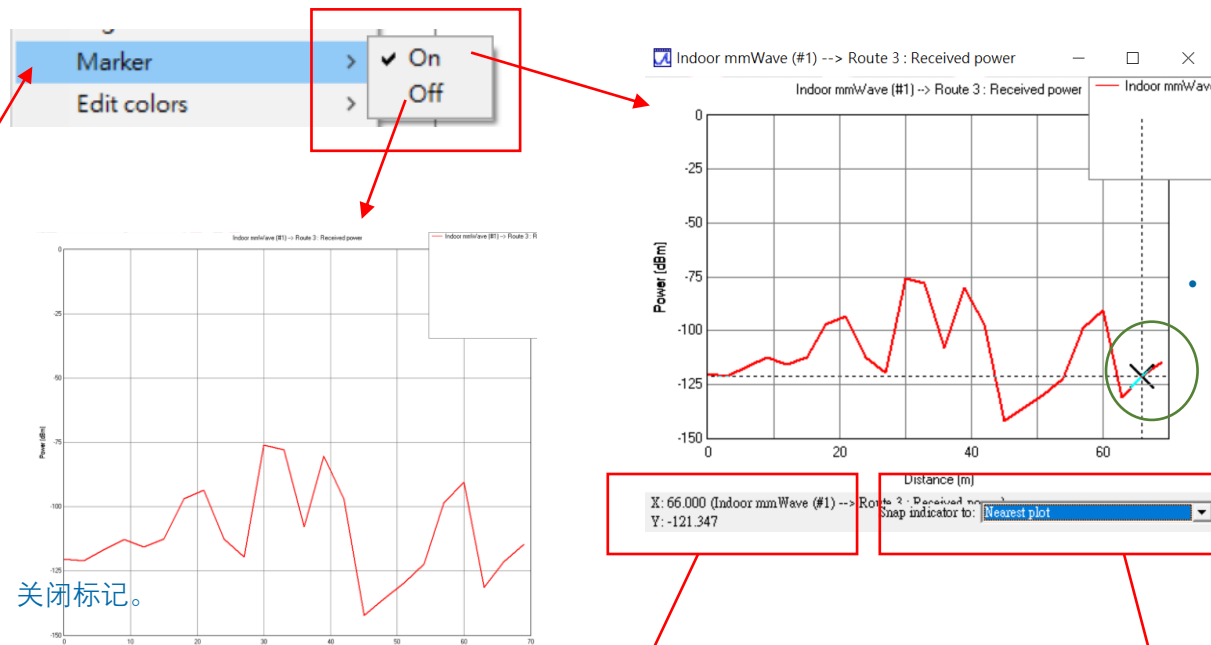
- 调整背景，格线或图例的颜色。



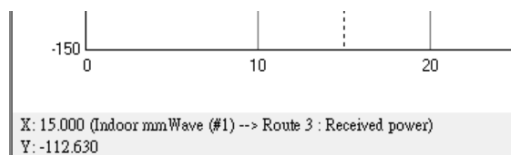
- 在调色盘窗口做编辑。



- 当鼠标在途面上移动时，是否跟随显示一个标记。

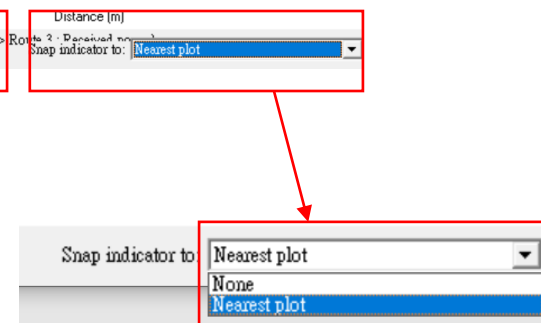


- 关闭标记。



- 图面左下角显示标记所在位置坐标。

- 开启标记。



- 图面右下角菜单可切换是否将标记锁在最靠近鼠标的曲线位置。

Visualization Line Plot

Choose graph

Indoor mmWave (#1) --> Route 3 : Received power

OK

Cancel

- 从菜单中选择要套用到Graph。

- 导入从其他Graph导出的曲线数据，副档名为plt。

- 将图面设置以及曲线导出，曲线副档名为plt，图面副档名为grf。

- 用户需注意plt以grf都不是jpg之类的一般点阵图档。

- Graph的整体设置窗口，用户可以在此做调整。

套用其他Graph的设置。

Apply formatting...

Duplicate

Delete

Import plot

Export graph

Plot properties...

Properties

Graph properties

Title: Indoor mmWave (#1) --> Route 3 : Recei

X label: Distance

Y label: Power

Marker: ☒ On ☐ Off

Legend: ☒ On ☐ Off

Legend position (1-16): 4

Graph type: Rectangular

Grid lines: Lines

X Min (m): 0.000000e+00 ☒

X Max (m): 69.000000 ☒

Y Min (dBm): -142.279999 ☒

Y Max (dBm): -75.967598 ☒

Background color:

Line color:

Text color:

Export graph

Plot properties

OK

Cancel

Apply

Plot properties

- 曲线(plot)相关设置。

Filename: /Demo communication system analys...

Legend: Indoor mmWave (#1) --> Route 3 : Recei

Drawing style: Lines

Color:

Source

OK

Cancel

- 设置线条或点的颜色。

Drawing style: Lines

Color: Lines
Points
Lines with points
Stem
Stem with points
Step
Step with points
Bar
Bar with points

- 从菜单中选择plot的呈现方式。

Output file properties

Type: Received power
Location: /Demo communication system analysis
Filename: demo_residential_area_power_001_08.x007.p2m
Size: 1147 (bytes)
Created: Fri Sep 25 15:37:21 2020
Modified: Fri Sep 25 15:37:21 2020
Accessed: Wed Dec 30 10:31:12 2020
Number of receivers: 24
Minimum (dBm): -142.280
Maximum (dBm): -75.968
Average (dBm): -110.317
Standard deviation (dBm): 17.636

Open

OK

- plot数据来源的p2m文档内容摘要。

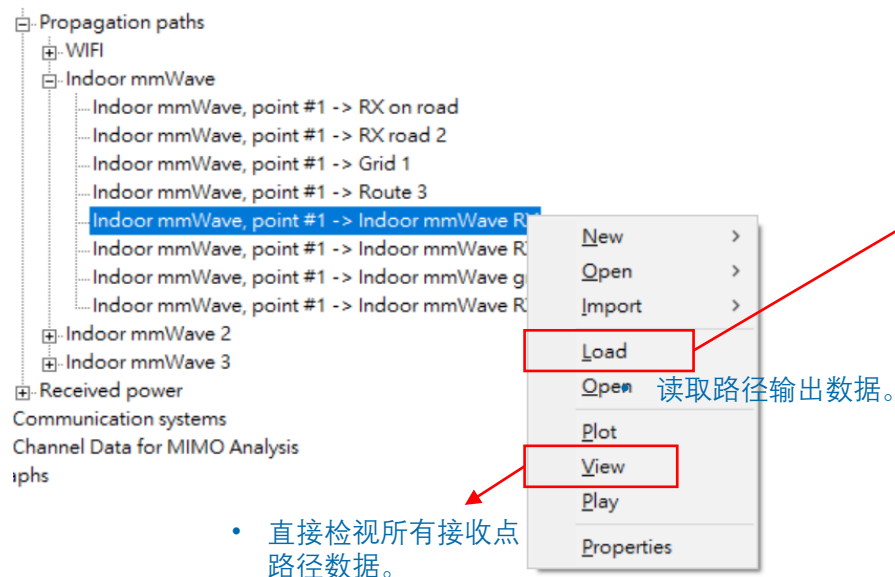
- 选择plot数据来源的p2m文档。

Output (*.p2m)

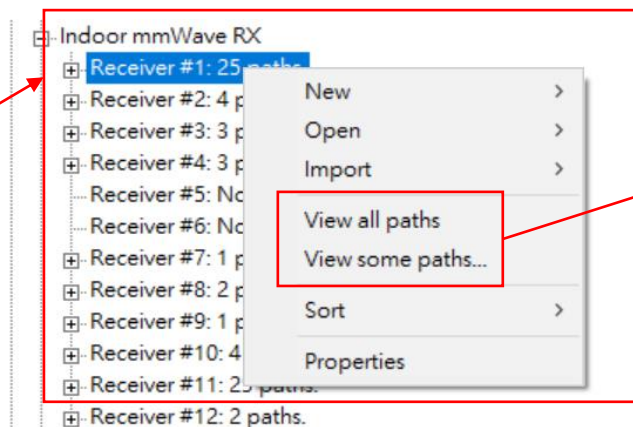
開啟(O) 取消

Visualization path

- Wireless Insite 的路径(path)输出可以在project view场景里面检视，用户可以看到路径一路发展到接收点的过程。

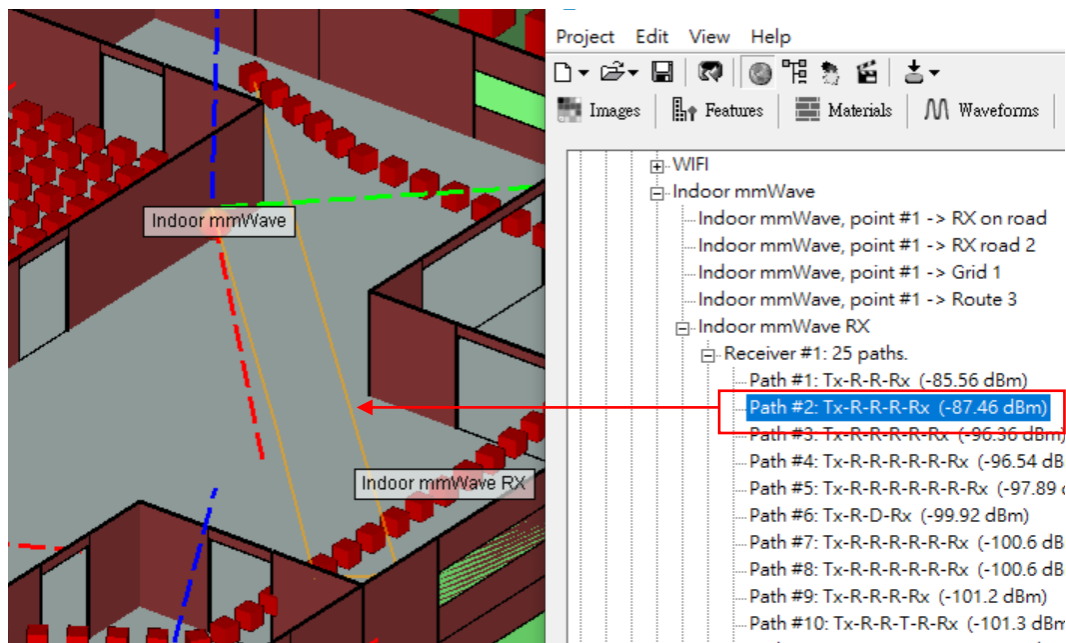


- 直接检视所有接收点路径数据。

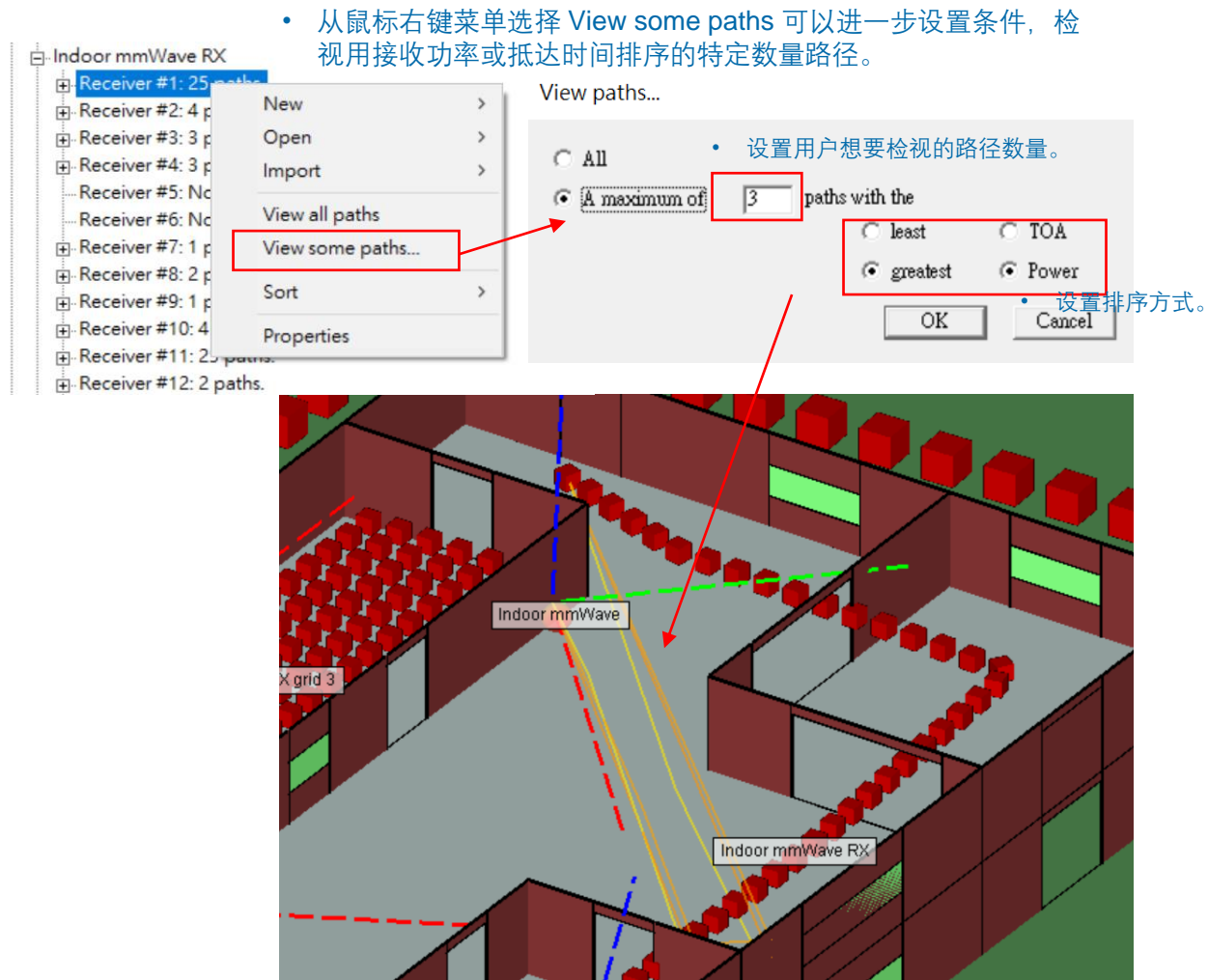


- 点选单一接收点，从鼠标右键选择检视方式。
- View all paths : 显示这个接受点的所有有效路径。
- View some paths : 显示部分有效路径
- 显示路径的上限可以在 output properties 窗口设置。

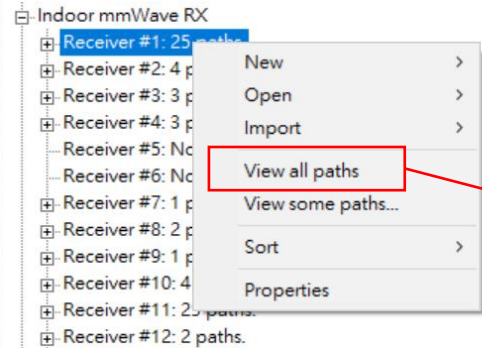
Visualization path



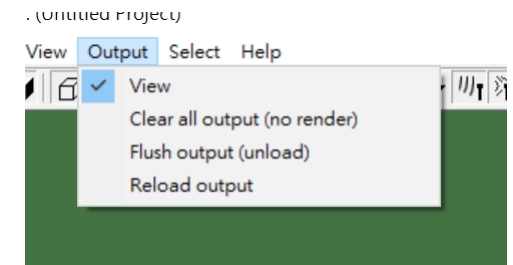
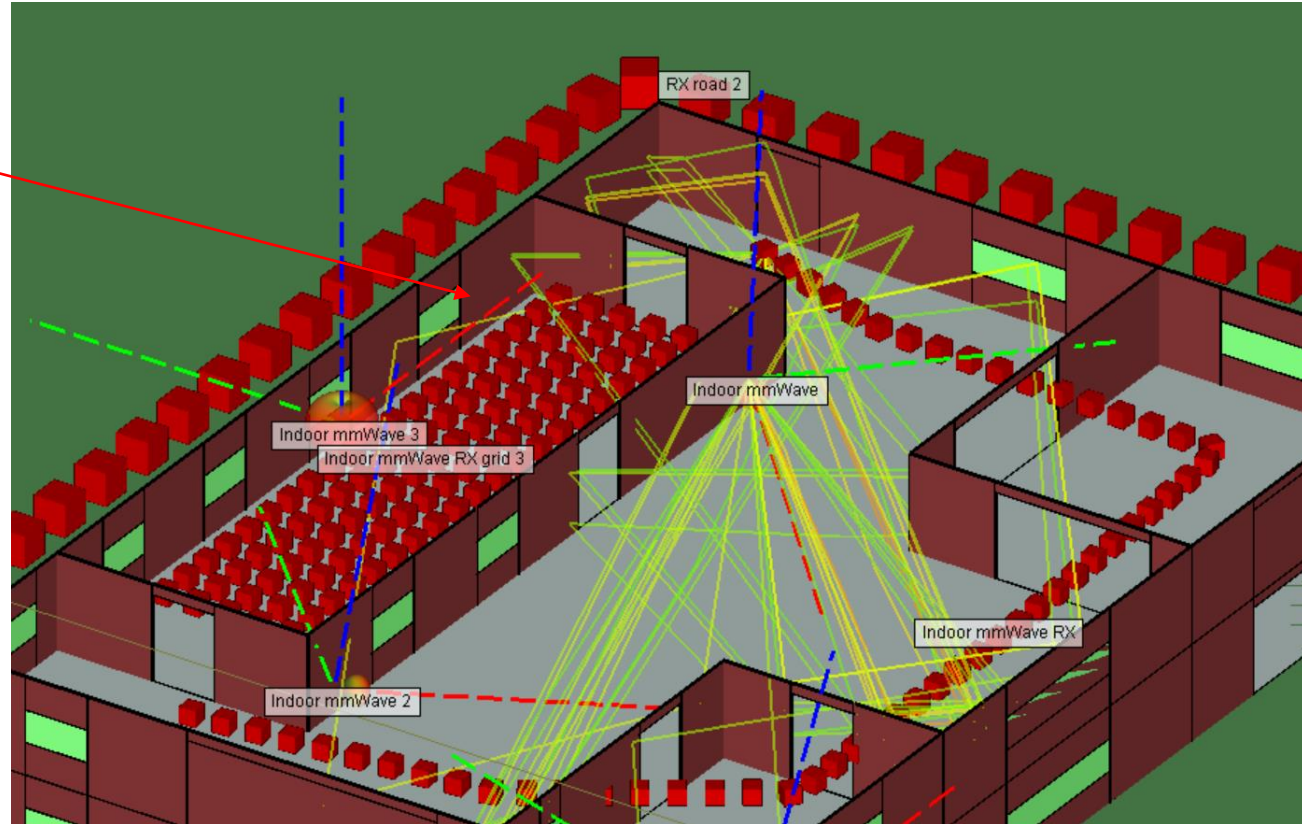
- 在 Wireless Insite 载入(Load)输出之后，点开节点，可以看到路径用树状图的方式列出。
- 鼠标点选想要检视的路径，就可以在Project View 的场景里面显示这条路径。



Visualization path



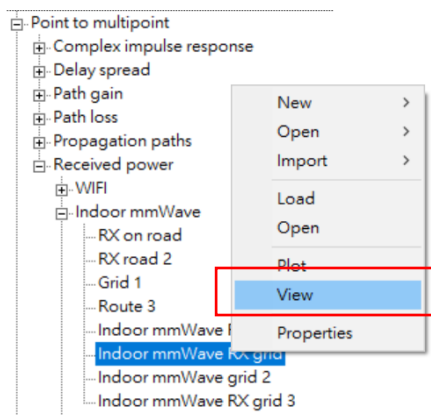
- 选择 View all paths 检视所有的路径。
- 这个部分可能会由于用户的设置或仿真实际输出的情况导致显示的路径数量不同。
- 软件默认是25条路径，用户可以修改output properties 窗口来改变数量。



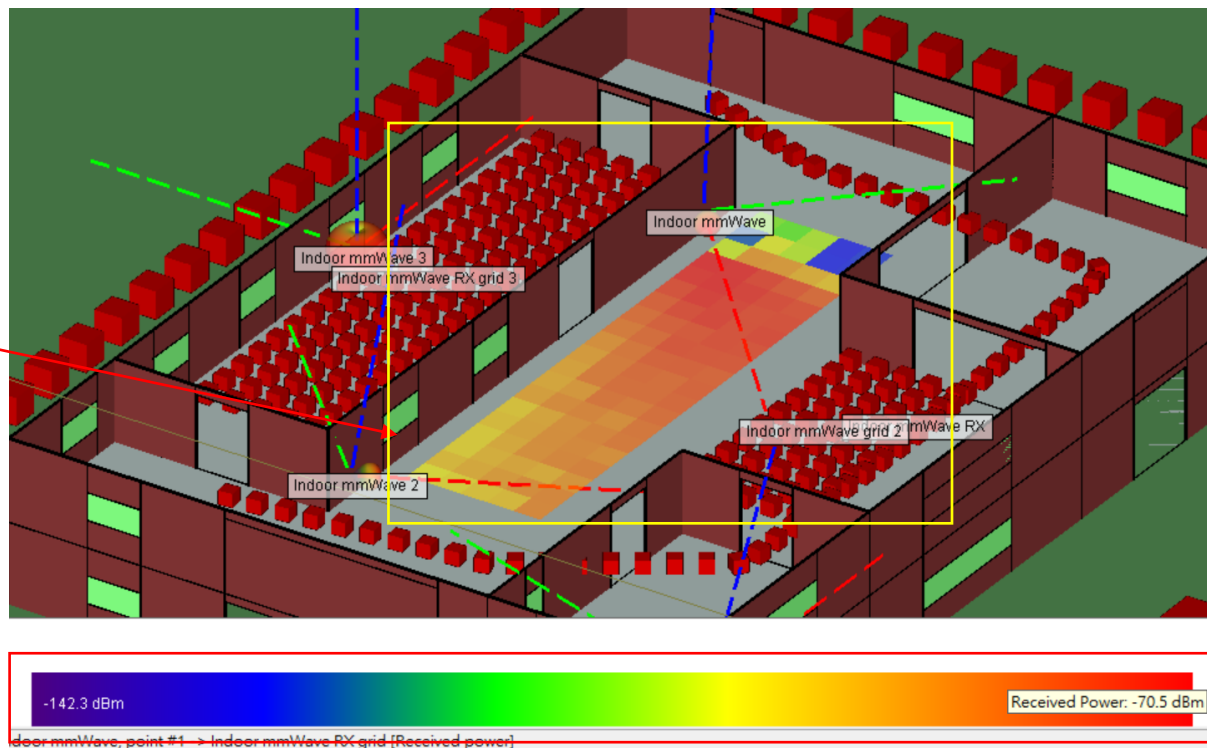
- 用户可以从Project View 窗口的 Output 菜单清除显示的路径或温度图。
- Clear all output : 清除 project view 里面显示的输出，但是保留output页面的载入。
- Flush output : 清除显示的输出同时从output页面卸载。

Visualization Field

- Wireless Insite 的 output 中大多数都可以用二维场型图/温度图的方式来呈现，用户可以在Project View 窗口直接看到用颜色区块显示的物理量变化以及分布趋势，是最为直观的视觉化方式，典型的像是 Received Power就很适合这样检视。
- 用户在 Output 页面中点选鼠标右键菜单的 View 就可以在 Project View 窗口检视场型，并且作所需调整。



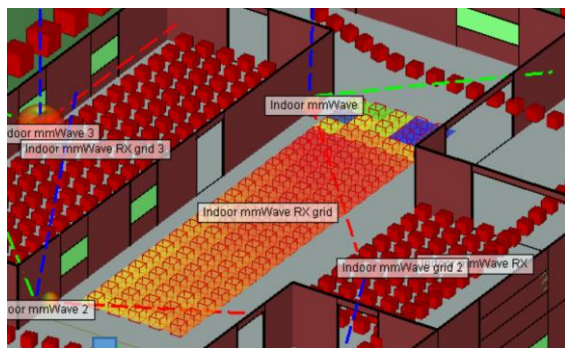
- 鼠标右键菜单点选View 直接检视场型图。



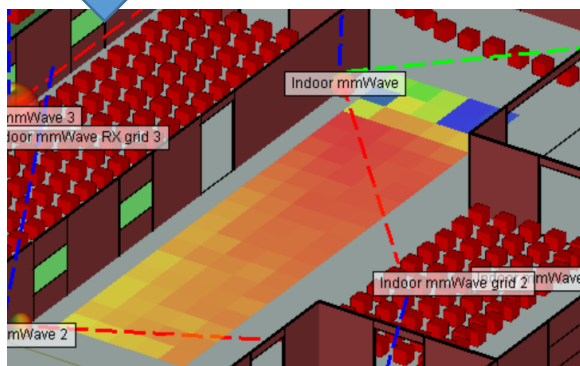
- 窗口下方的光谱可以进行显示相关设置。

Visualization Field

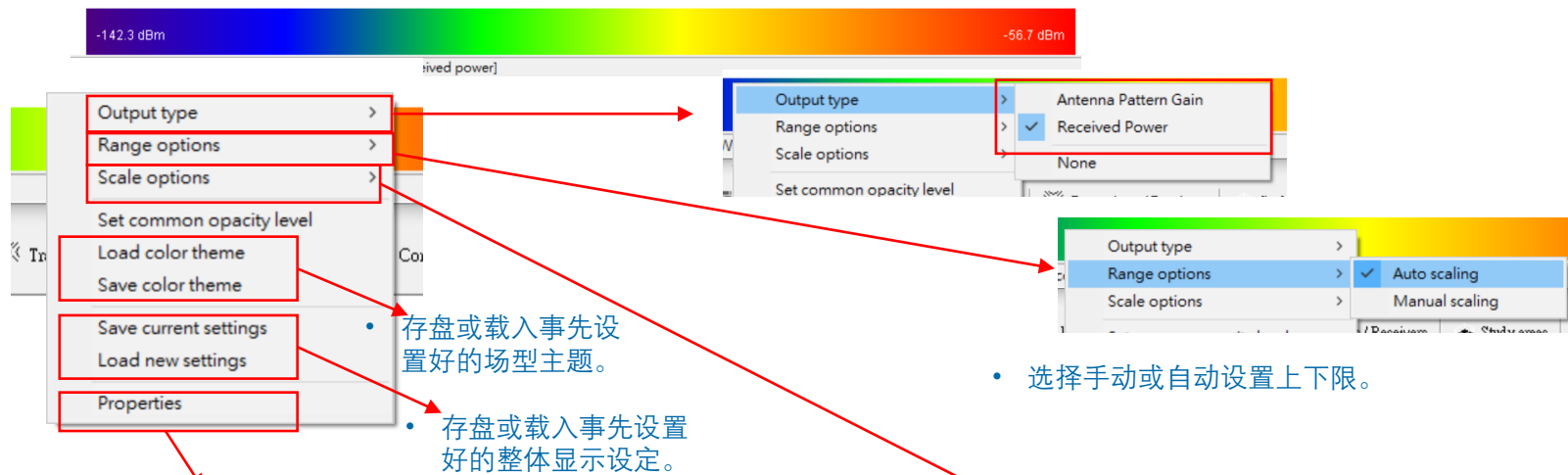
- 在窗口下方的光谱叫出鼠标右键菜单进行显示相关设置。



- RX的方块图示可能会妨碍检视场型。



- 将RX隐藏之后便于检视场型。

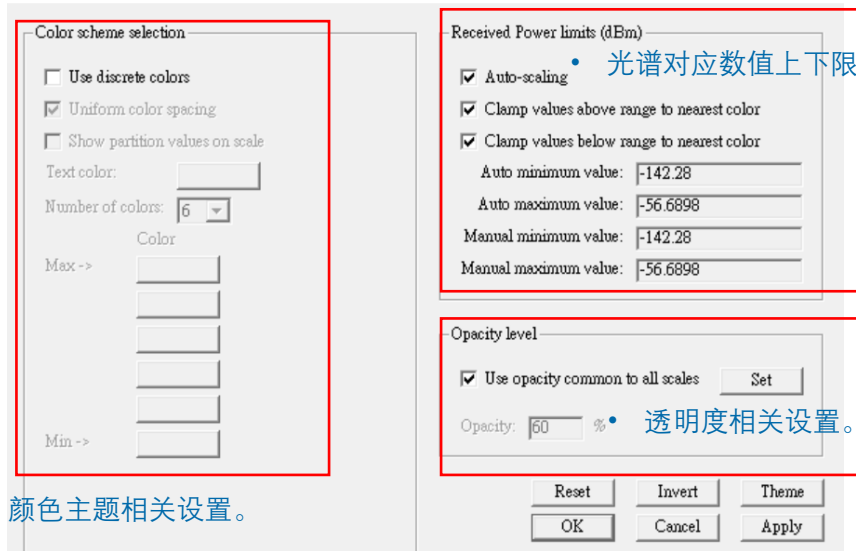


- 存盘或载入事先设置好的场型主题。

- 存盘或载入事先设置好的整体显示设定。

- 选择手动或自动设置上下限。

Scale Properties for Received Power



- 光谱对应数值上下限相关设置。

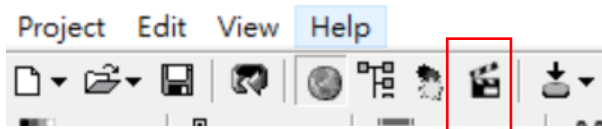
- 透明度相关设置。

- 颜色主题相关设置。

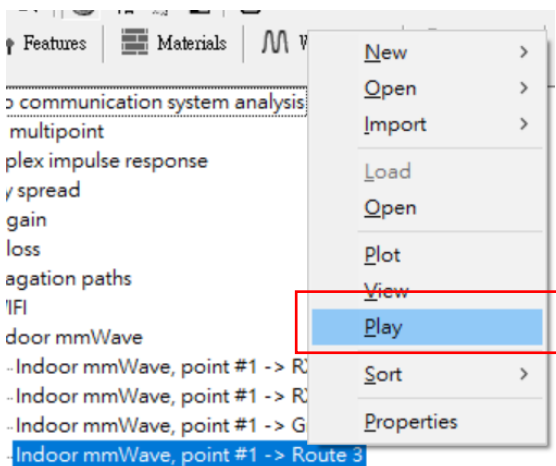
- 选择光谱的颜色为连续变化或用数个颜色分区显示。

Visualization Animation

- Wireless Insite 的部分输出可以用动画的方式来呈现，并且导出为视频的形式保存。



- 按下用户界面上的按钮打开 Movie player。



- 在右键菜单选择 Play 打开 Movie player。

Movie player

Playback Controls

- 播放相关操作界面。

Output Selection

- WI 输出仿真输出和 Study area 相依，用户需要先选择要看哪一个 Study area 的相关输出。
- 选择检视的输出。

View	Receiver set	Transmitter
<input type="checkbox"/>	RX on road	MIMO TX1, point #1 ...
<input type="checkbox"/>	RX road 2	MIMO TX1, point #1 ...
<input type="checkbox"/>	Grid 1	MIMO TX1, point #1 ...
<input type="checkbox"/>	Route 3	MIMO TX1, point #1 ...
<input type="checkbox"/>	Indoor mmWav...	MIMO TX1, point #1 ...
<input type="checkbox"/>	Indoor mmWav...	MIMO TX1, point #1 ...
<input type="checkbox"/>	Indoor mmWav...	MIMO TX1, point #1 ...
<input type="checkbox"/>	Indoor mmWav...	MIMO TX1, point #1 ...

- 选择对应的 RX。

Viewing Options

- 将输出导出为视频。

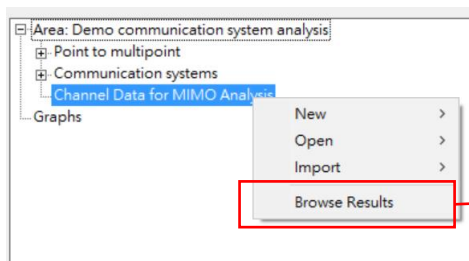
Status

Ready.

Buttons: View none, Toggle all, View all, Mini player, Close

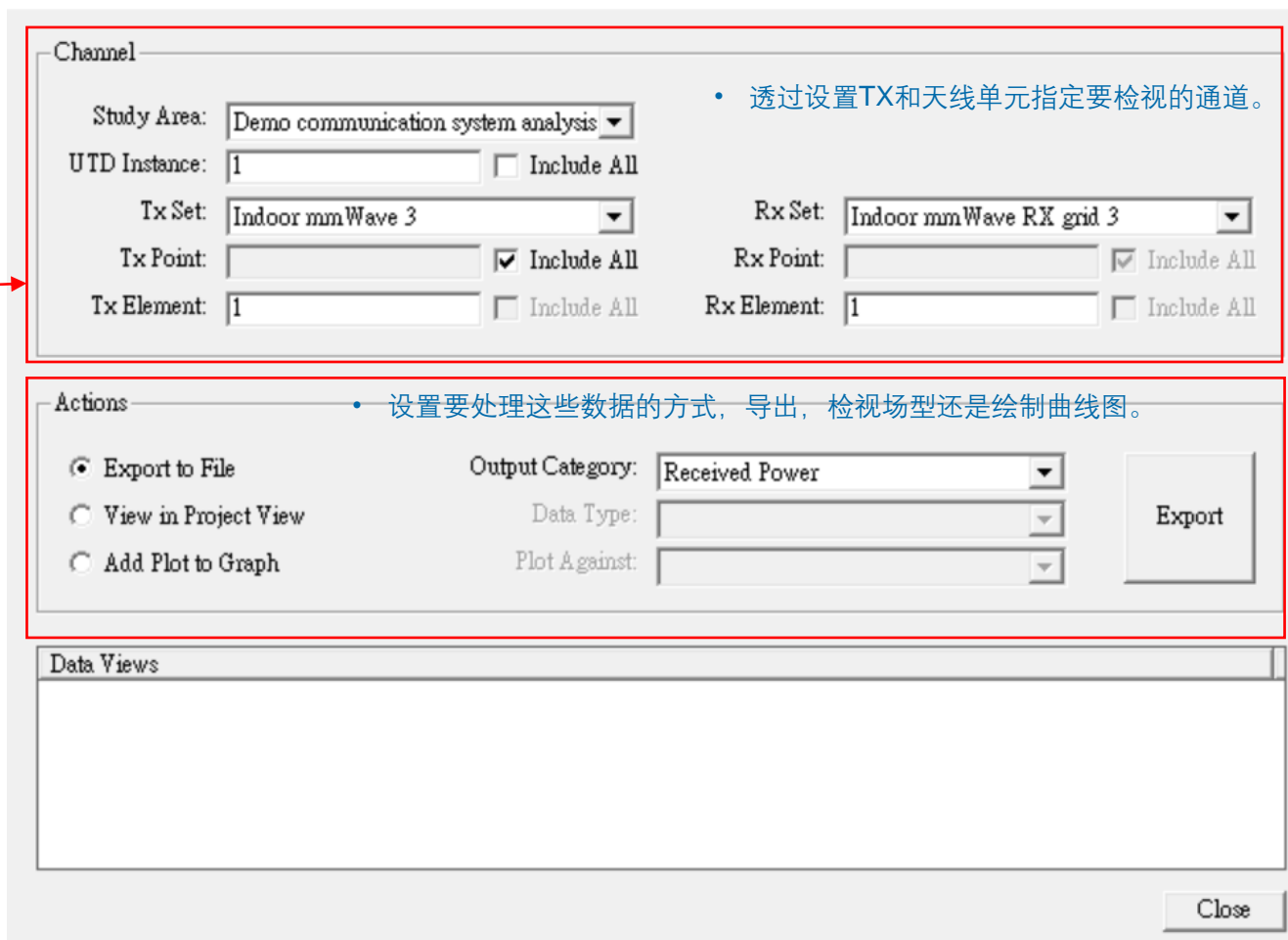
Visualization MIMO

- MIMO的仿真输出则是从 Channel Data for MIMO Analysis 节点用鼠标右键菜单选择Browse Results 打开。



- 用户需要操作 MIMO Output Browser 指定要检视的通道以及处理的方式。
- 可以将数据导出成excel格式文档，在Project View 窗口中检视场型或者绘制曲线图。

MIMO Output Browser



Channel

Study Area: Demo communication system analysis

UTD Instance: 1 ☐ Include All

Tx Set: Indoor mmWave 3 Rx Set: Indoor mmWave RX grid 3

Tx Point: ☒ Include All Rx Point: ☒ Include All

Tx Element: 1 ☐ Include All Rx Element: 1 ☐ Include All

Actions

☒ Export to File ☐ View in Project View ☐ Add Plot to Graph

Output Category: Received Power

Data Type:

Plot Against:

Export

Data Views

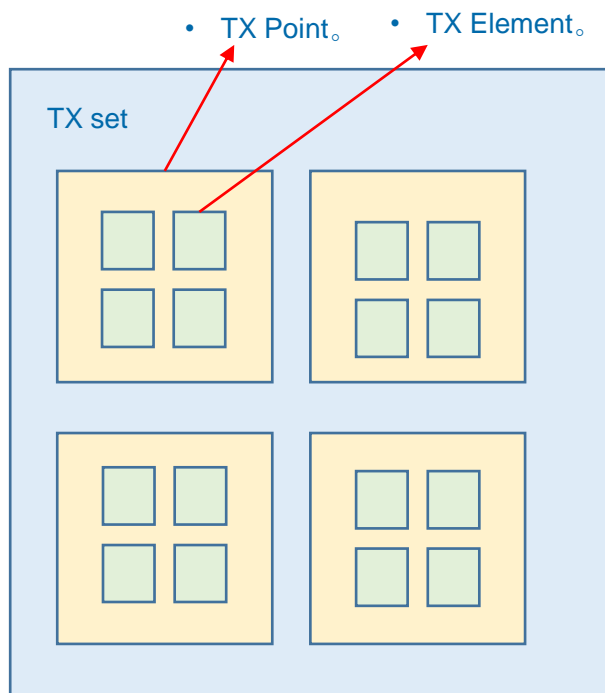
Close

- 透过设置TX和天线单元指定要检视的通道。

- 设置要处理这些数据的方式，导出，检视场型还是绘制曲线图。

Visualization MIMO

- 用户可以指定到天线单元对天线单元这一层的通道关系来检视MIMO 仿真的结果。
- TX/RX set 指的是一组发射器或接收机，里面会包含一个到多个单体发射器(Tx point), 如常用的 Route 就是Tx/Rx set, Route 里面的单点发射机就是Tx/Rx point.
- Tx/Rx Element 指的是安装在单体发射机/接收机 (Tx/Rx point) 上的天线单元，如果是单天线就只有一个Element, 如果是MIMO天线则会有多个，如4*4的MIMO天线就会有Element 1~16 可以选择。
- Tx element 的顺序可以参考MIMO天线编辑界面的天线单元列表。



- 通常一个 Study area 只有一个UTD instance, 这个栏位用户可以选择使用默认值 1 或勾选 include all。

Tx Set: MIMO TX1
Tx Point: 1 ☐ Include All
Tx Element: 1 ☐ Include All

- 用户可以指定要检视的Tx 或勾选 Include All 选择全部。
- 选择的TX配置MIMO天线时, 用户可以指定Tx element, 或勾选 Include All 选择所有的天线单元。

- WI 输出仿真输出和Study area 相依, 用户需要先选择要看哪一个 Study area的相关输出。

Channel

Study Area: Demo communication system analysis

UTD Instance: 1 ☐ Include All

Tx Set: Indoor mmWave 3

Tx Point: ☐ Include All

Tx Element: 1 ☐ Include All

Rx Set: Indoor mmWave RX grid 3

Rx Point: ☐ Include All

Rx Element: 1 ☐ Include All

Tx Set: Indoor mmWave 3

Tx Point: MIMO TX1
MIMO TX2
WIFI
Indoor mmWave
Indoor mmWave 2
Indoor mmWave 3

Tx Element: ☐ Include All

Actions

- 从菜单中选择对应的TX

Tx Set: WIFI

Tx Point: 1 ☐ Include All

Tx Element: 1 ☐ Include All

- 用户可以指定要检视的Tx 或勾选 Include All 选择全部。
- 选择的TX配置单天线时, 用Tx element 固定为 1。

Rx Set: Route 3

Rx Point: RX on road
RX road 2
Grid 1
Route 3
Indoor mmWave RX
Indoor mmWave RX grid
Indoor mmWave grid 2
Indoor mmWave RX grid 3

Rx Element: ☐ Include All

- 从菜单中选择对应的RX, 其余关系的设置和TX相同。

Visualization MIMO

Tx Set: **MIMO TX1**

Tx Point: 1 ☐ Include All

Tx Element: 1 ☐ Include All

Short description: MIMO

Waveform: 3.5 GHz band

Available Antennas

Description	Type	Details
Half-wave dipole	Half-wave dipole	

Element Rendered Size (m): 0.019

Use MIMO antenna Tx / Rx Element number visible in MIMO antenna edit interface.

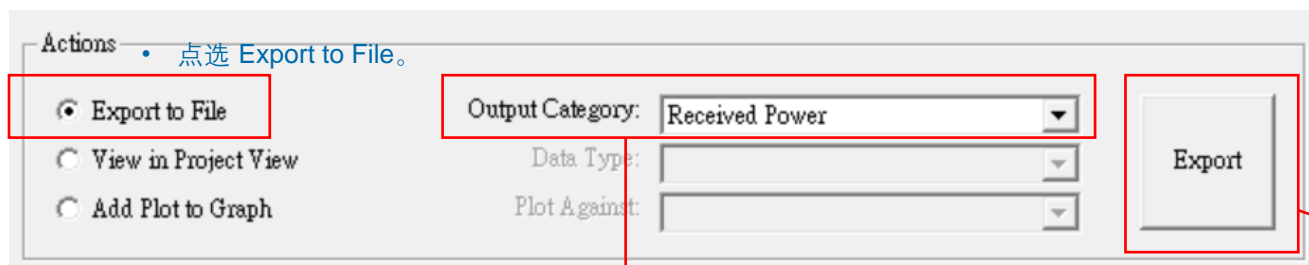
Edit Array Elements

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) ?

Build Element Array

Visualization MIMO

- 设置好发射器和接收机的通道关系后，可以进一步设置要如何处理哪些数据。
- Export to File 可以将用户设定的通道关系的特定物理量以excel文档的格式导出。



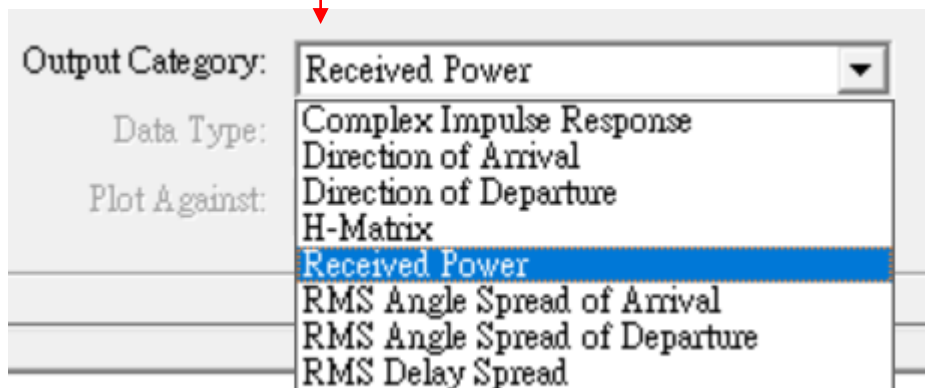
- 按下 Export 导出 csv 文档。
- Wireless Insite 会同时打开导出文档所在的文件夹。

名稱

^

cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt001.txEl001.rxEl001.inst001.csv
cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt002.txEl001.rxEl001.inst001.csv
cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt003.txEl001.rxEl001.inst001.csv
cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt004.txEl001.rxEl001.inst001.csv
cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt005.txEl001.rxEl001.inst001.csv
cir.txSet001.txPt001.rxSet014.rxPt006.txEl001.rxEl001.inst001.csv

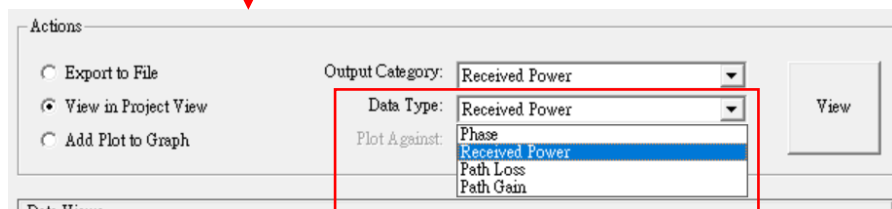
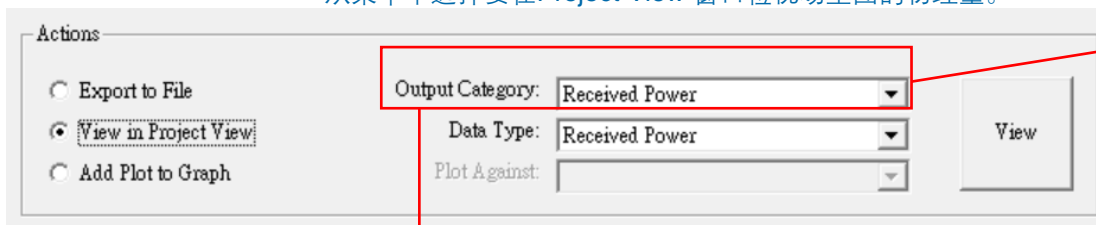
- 文档的命名逻辑用户可以参考 Wireless Insite Reference manual (3.3版) 的附录 K.



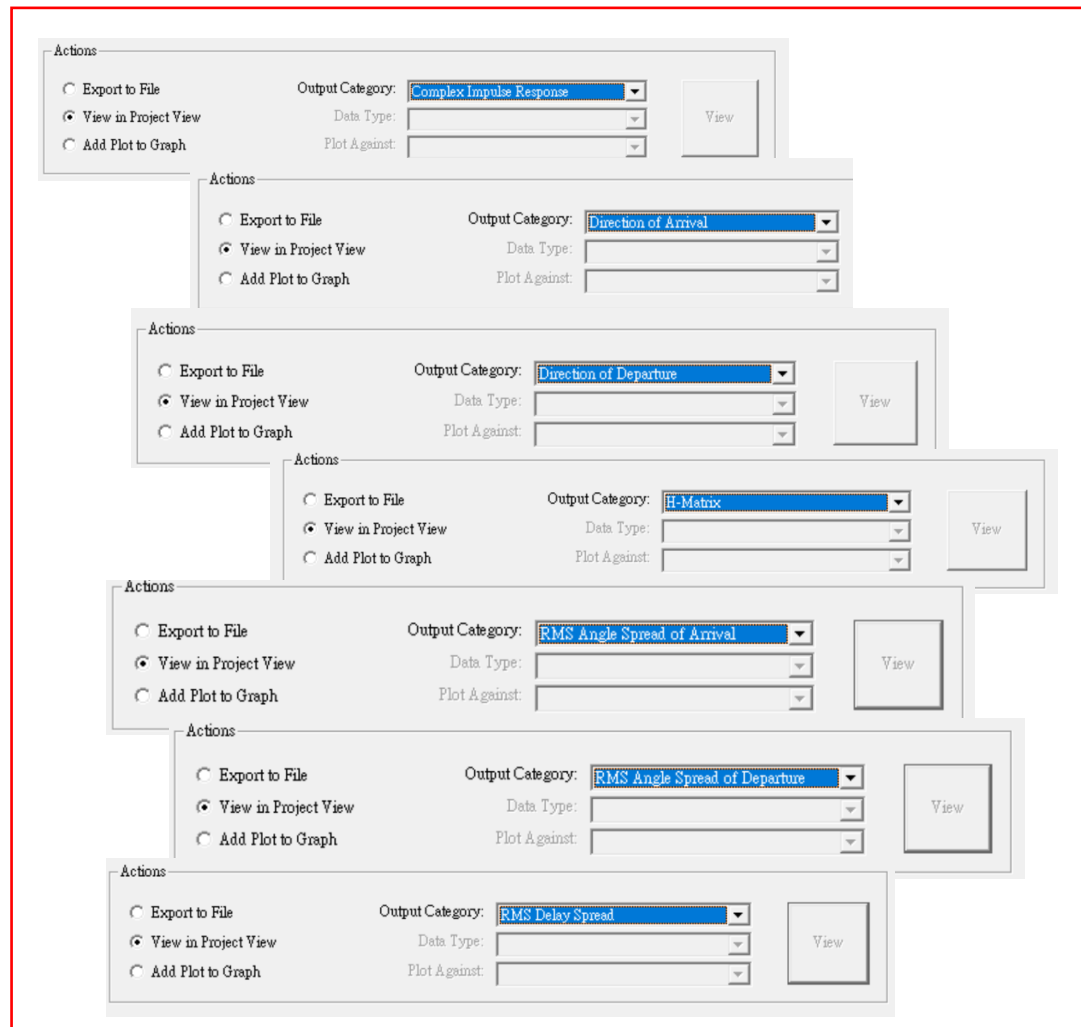
- 从菜单中选择要导出的物理量。

Visualization MIMO

- 从菜单中选择要在Project View 窗口检视场型图的物理量。

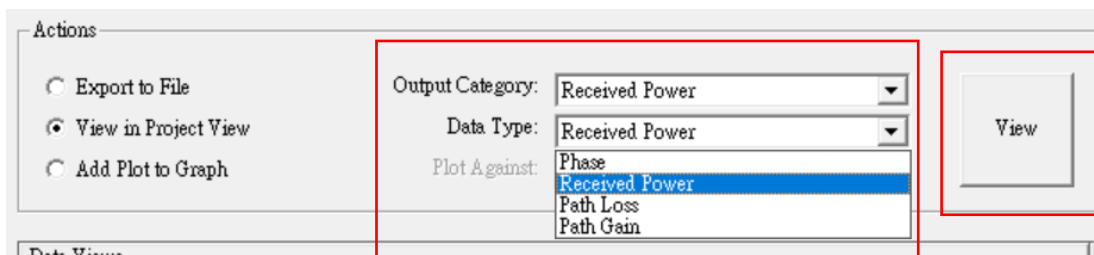


- 在 Output Category 中选择 Received 之后 Data Type 菜单以及 View 按键会变成可以操作。
- 用户可以在 Data Type 中选择 Phase, Received Power, Path Loss, Path Gain 其中之一检视场型。



- 选择的输出无法或不适合在Project View 窗口用场型图形式检视时, View 按键会无法操作。
- 目前提供场型检视的为 Received Power.

Visualization MIMO



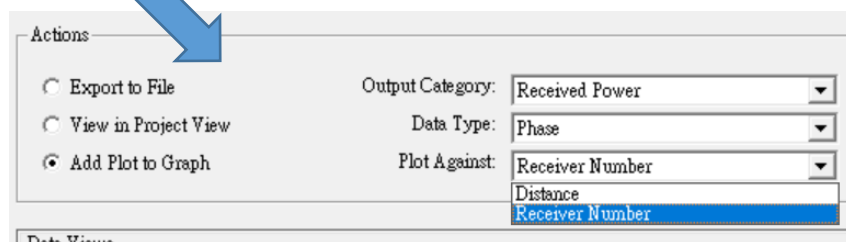
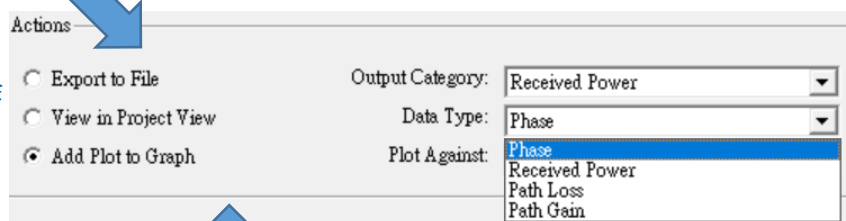
- 选择 Received Power 并设置要检视的物理量之后，按下 View 按键，即可在 Project View 中检视温度图/场型图。



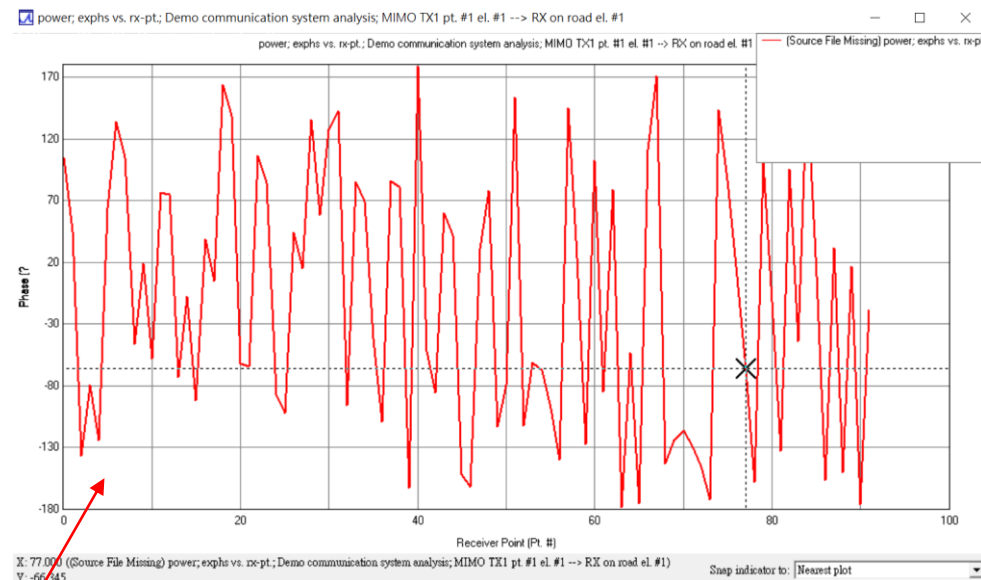
Visualization MIMO



- 从Output Category 选择要中绘制曲线图的输出。
- 除了H martix之外均可绘制曲线图。
- 不同的输出可以绘图的物理量也不同，对应的X轴自变量也可能有差异，图中以接收功率为例，用户可以多加尝试。



- 从Data Type 菜单中选择要绘制曲线图的物理量，根据输出的不同，可能不止一个物理量可以选择。
- 要绘制的物理量确认后，从 Plot Against 选择曲线图X轴的自变量。



- 相关设置完成后按下 Plot 按键即可绘制曲线图。

Visualization MIMO

Actions

☐ Export to File

☐ View in Project View

☒ Add Plot to Graph

Output Category: Complex Impulse Response

Data Type: Received Power

Plot Against: Phase

Phase

Time of Arrival

Plot

- CIR 曲线图的绘制选项。

Actions

☐ Export to File

☐ View in Project View

☒ Add Plot to Graph

Output Category: Direction of Arrival

Data Type: Received Power of Path

Plot Against: Theta

Theta

Phi

Plot

- Direction of Arrival 曲线图的绘制选项。

Actions

☐ Export to File

☐ View in Project View

☒ Add Plot to Graph

Output Category: Direction of Departure

Data Type: Received Power of Path

Plot Against: Theta

Theta

Phi

Plot

- Direction of Departure 曲线图的绘制选项。

Actions

☐ Export to File

☐ View in Project View

☒ Add Plot to Graph

Output Category: Received Power

Data Type: Received Power

Plot Against: Phase

Received Power

Path Loss

Path Gain

Plot

- Received Power 曲线图的绘制选项。

Actions

☐ Export to File

☐ View in Project View

☒ Add Plot to Graph

Output Category: Received Power

Data Type: Received Power

Plot Against: Receiver Number

Distance

Receiver Number

Plot

Actions

☐ Export to File

☐ View in Project View

☒ Add Plot to Graph

Output Category: H-Matrix

Data Type:

Plot Against:

Plot

- H Matrix 无法绘制曲线图。

Visualization MIMO

The screenshot shows two instances of the 'Actions' panel. The top instance has 'Output Category' set to 'RMS Angle Spread of Arrival', 'Data Type' set to 'Vertical', and 'Plot Against' set to 'Vertical'. The bottom instance has 'Output Category' set to 'RMS Angle Spread of Arrival', 'Data Type' set to 'Vertical', and 'Plot Against' set to 'Receiver Number'. Both instances have 'Add Plot to Graph' selected.

- RMS Angle Spread of Arrival 曲线图的绘制选项。

The screenshot shows two instances of the 'Actions' panel. The top instance has 'Output Category' set to 'RMS Angle Spread of Departure', 'Data Type' set to 'Vertical', and 'Plot Against' set to 'Vertical'. The bottom instance has 'Output Category' set to 'RMS Angle Spread of Departure', 'Data Type' set to 'Vertical', and 'Plot Against' set to 'Receiver Number'. Both instances have 'Add Plot to Graph' selected.

- RMS Angle Spread of Departure 曲线图的绘制选项。

The screenshot shows one instance of the 'Actions' panel. It has 'Output Category' set to 'RMS Delay Spread', 'Data Type' set to 'Delay Spread', and 'Plot Against' set to 'Receiver Number'. 'Add Plot to Graph' is selected.

- RMS Delay Spread 曲线图的绘制选项。



Summary

- **Wireless Insite** 提供了从作图建模到后处理一系列的功能让用户完全掌控场景以及各种发射接收的关系设置，进行仿真并得到输出。
- **Linux 版的 Wireless Insite** 没有用户界面只能输入指令进行计算，用户需要先在**Windows** 版进行建模或用其他方式准备好项目文件。
- **Wireless Insite** 也提供可用于2次开发的**C语言API**让用户调用**X3D**传播模型开发自己的应用，不过这份教材不涉及编程的部分。
- 这份教材适用于**Wireless Insite 3.3**, 后续版本可能会有改善和功能增加或界面变化，之后教材也会随之更新。

联系方式

微信公众号：Remcom仿真仿真世界



QQ群：REMCOM仿真软件信息
QQ群号： 439531441

Wechat ID : CAEsoftware0822

手机号
+ 86 18411033831 李先生
+ 86 13524674000 马小姐