

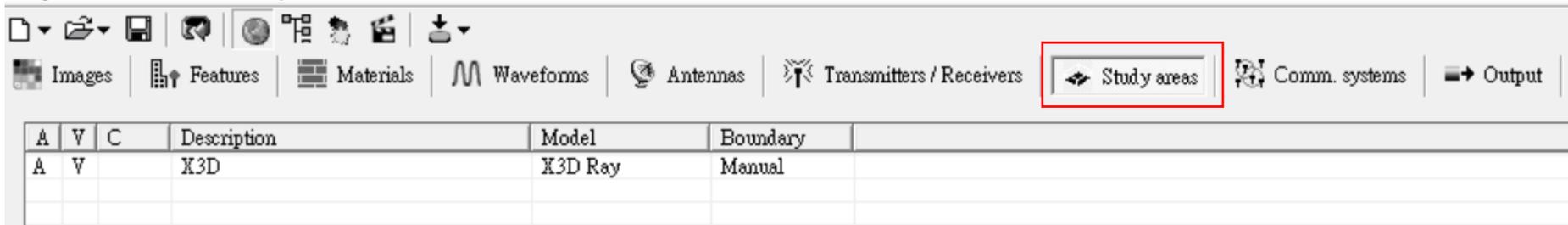
Wireless Insite Training (3.3) Chinese Version(Study area and Propagation Model)

- 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

Study area

Wireless InSite 3.3.4.1 - Main: (Untitled Project) [G:\...\Demo Scenario 1\Demo1.setup]

Project Edit View Help



The screenshot shows the main interface of Wireless InSite 3.3.4.1. The 'Study areas' button is highlighted with a red box. Below the toolbar is a table with the following data:

A	V	C	Description	Model	Boundary
A	V		X3D	X3D Ray	Manual

- Study area意指在仿真场景中划出一块立体的三维空间，并在这个空间范围之内运用用户指定的传播模型以及各种用户配置进行仿真
- 用户在建立Studyarea时也会定下仿真的三个核心规则
 - 进行仿真的区域范围
 - 用来计算从发射器传送到接收机的能量的算法模型
 - 用户需要的仿真输出
- 在Main窗口中按下Study areas 按键进入Study areas页面，用户可以建立或编辑Study area
- 一个模型可以有多个Study area, 每一个都各自独立依照用户的配置产生输出

Study area

按下鼠标右键在菜单中选择 New -> Study area

选择自定义 Study area 范围, 弹出提示信息指示用户放置顶点绘制封闭多边形

放置顶点, 最后一点会在按下鼠标右键后和第一个点自动连接构成封闭多边形

选择设置 Study area 边界的方式, 可以选择 Specify location and size 来自定或选择 Fit to features 把所有的 feature 都包括在内

设置顶部和底部的高度

在 properties 窗口进行配置, 完成后按下 OK, 完成建立 Study area

Study area creation

Specify heights

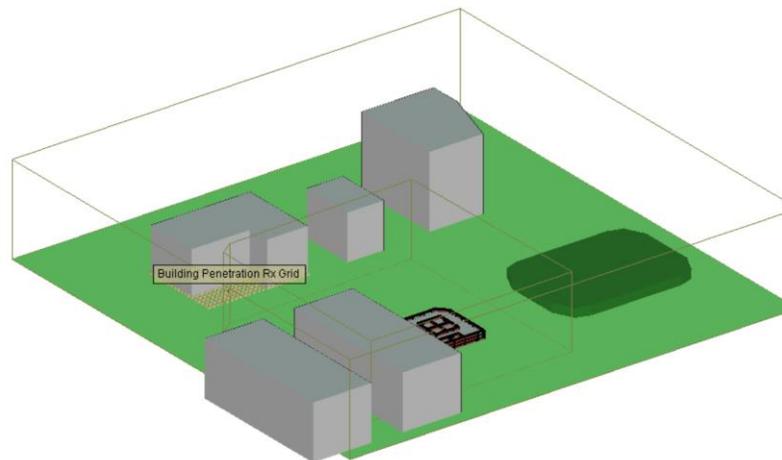
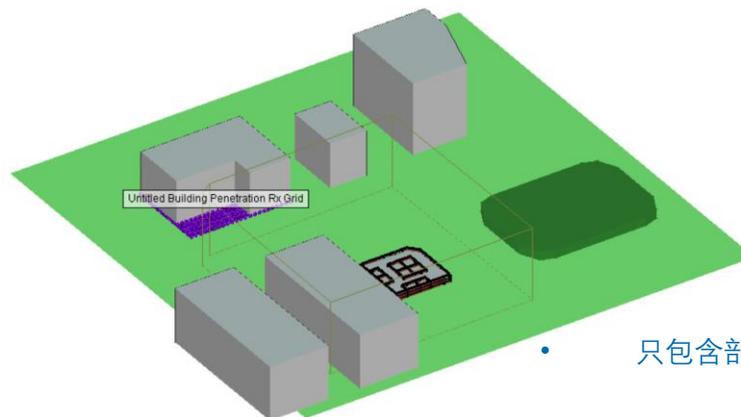
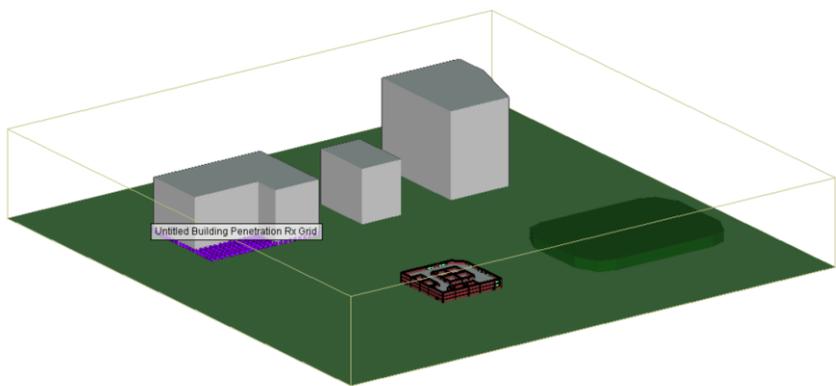
Study area properties

Message

Choose how you will create the boundaries of the study area:

Specify the base and top heights:

Study area



- 标准的包含全部feature的Study area
- 一个场景中可以有多个互相独立的 Study area 存在。
- 每一个 Study area 可以有不同的配置，使用不同的传播模型，产出不同的输出种类。
- 多个Study area 会依序计算，并在Output页面会依照不同Study area列出关联的output.

只包含部分feature的小型Study area

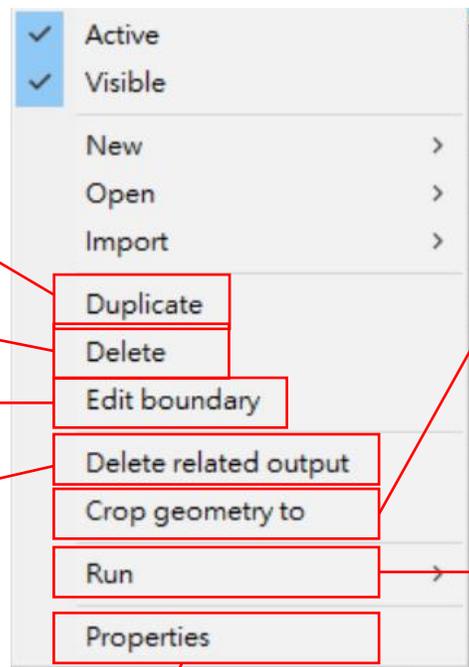
包含2个Study area的场景

A	V	C	Description	Model	Boundary
A	V		X3D	X3D Ray	Manual
A	V		Smaller X3D	X3D Ray	Manual

Study area

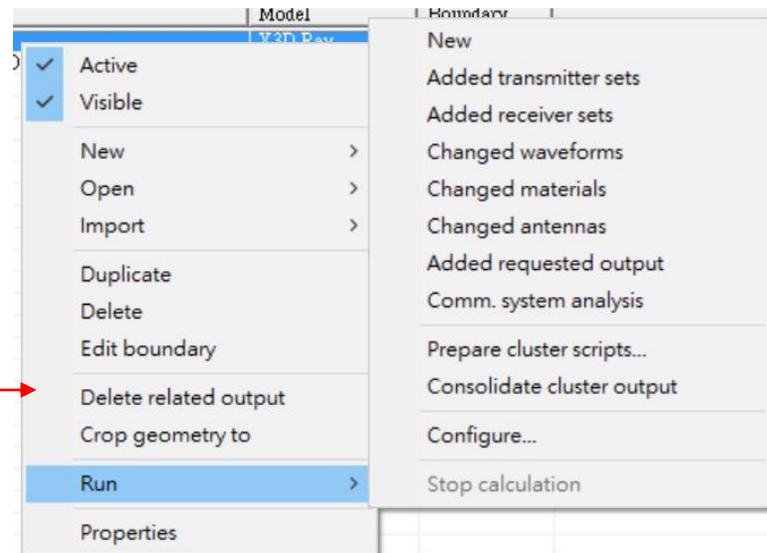
- 用户可以在选定的Study area按下鼠标右键打开菜单进行各种设置。

- 复制用户选择的Study area
- 删除用户选择的Study area
- 编辑用户选择的Study area的边界
- 删除用户选择的Study area关联的output,但是仍然保留这个Study area



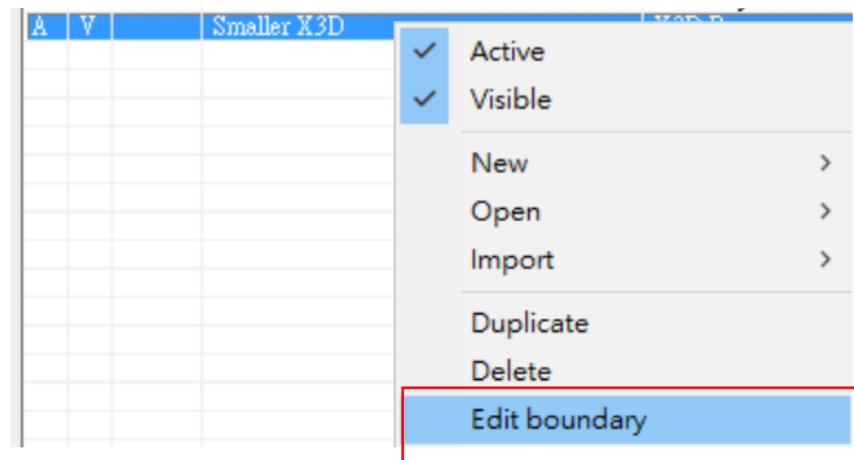
- 打开 Study area properties 窗口做设置

- 删除Study area 以外的feature

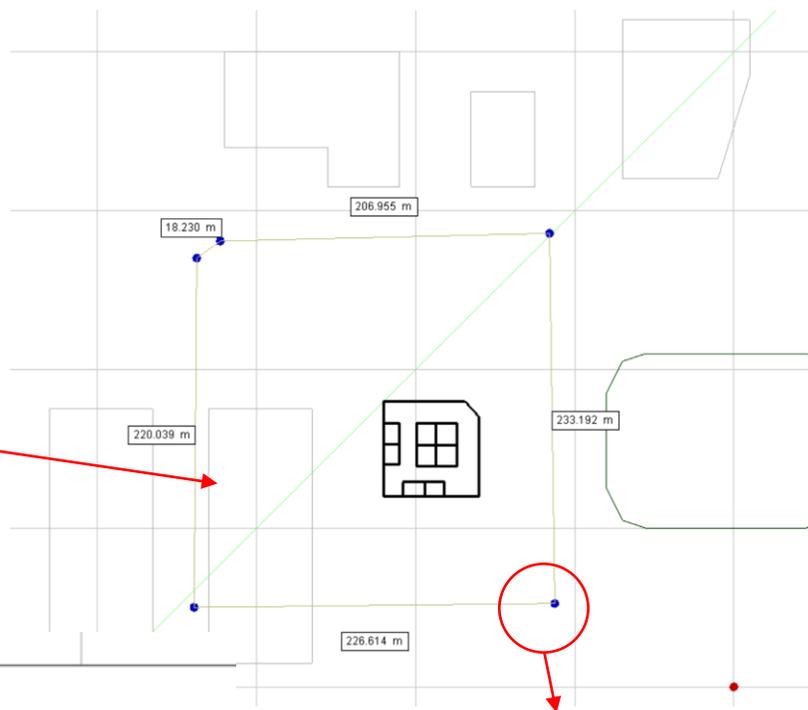


- 依照这个Study area 的设置做计算

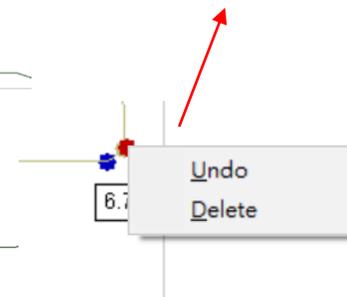
Study area



- 从右键菜单选择 Edit boundary, 进入编辑窗口

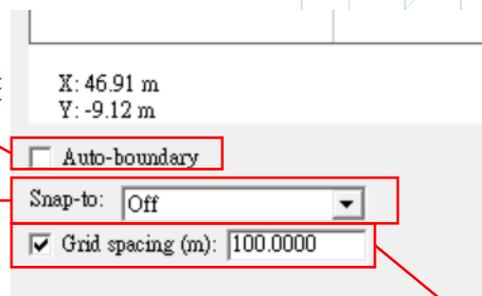
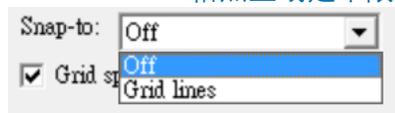


- 右键菜单可以选择取消编辑 (Undo) 或是删除顶点 (Delete)



- 让软件自动将边界调整到涵盖整个场景

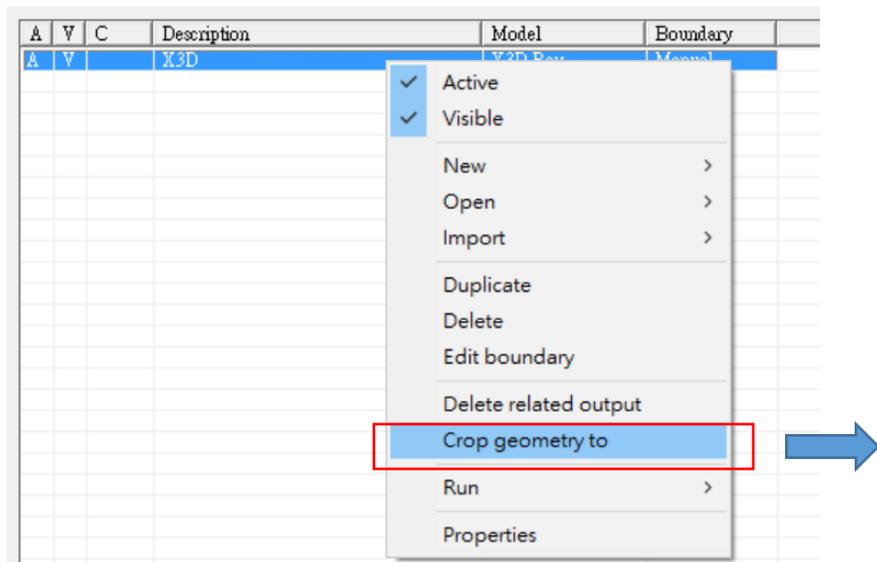
- 切换将输入焦点定在网格点上或是不限制



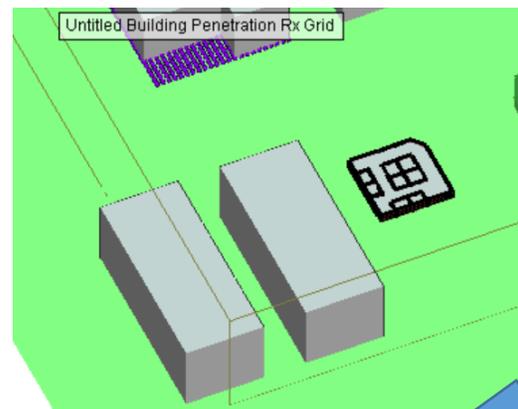
- 设置网格点大小

- 鼠标左键点击可以增加新的顶点 (蓝色点)
- 左键按住已经存在的顶点拖动来改变位置

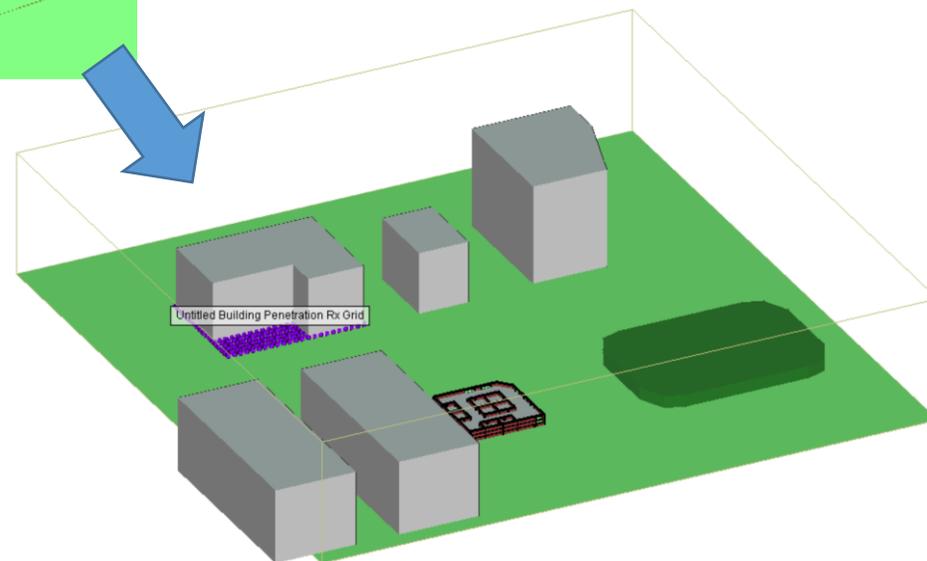
Study area



- 从右键菜单选择 Crop geometry to,将Study area 边界以外的feature删除。
- 由于仿真计算还有Ray Tracing只在边界以内进行，所以不影响计算，由于surface变少，可以节省一些内存。



- 边界以外仍然有feature存在



- 完全在边界以外的feature被删除掉

Study area

- 从右键菜单选择Properties或是鼠标左键双击可以打开Study area properties 窗口。
- Study area properties 窗口可以从命名开始做各种设置，用户可以选择要使用的传播模型，设置各种ray tracing 引擎的参数，或是开启特殊功能。
- 不同的传播模型(propagation model)会有不同的参数配置以及选项，也有用户完全不能做任何设置的传播模型

- 各种算法模型相关功能

Study area properties

The screenshot shows the 'Study area properties' dialog box. It has several sections: 'Short description' (text field), 'Propagation model' (dropdown menu showing 'X3D'), a 'Default' section with 'Ray spacing (?)', 'Number of reflections', 'Number of transmissions', 'Number of diffractions', and 'Include Terrain Diffractions'. Below this are 'Ray Casting Limits', 'CPU Threads' (set to 4), and 'Partitioning and Queuing'. The next section is 'Foliage Model' (dropdown showing 'Weissberger Model'), 'Foliage attenuation (dB/m)', and 'Mobility Platform Time Interval (s)'. This is followed by 'Atmosphere' and several checkboxes: 'APG Enabled', 'MC Enabled', 'MPE Enabled', and 'Diffuse Scattering Enabled'. The final section is 'Output Requests' and 'Boundary'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons. Red arrows point from the Chinese text on the right to these specific sections.

• Study area 的名称，在output中会依照这个名称分类输出

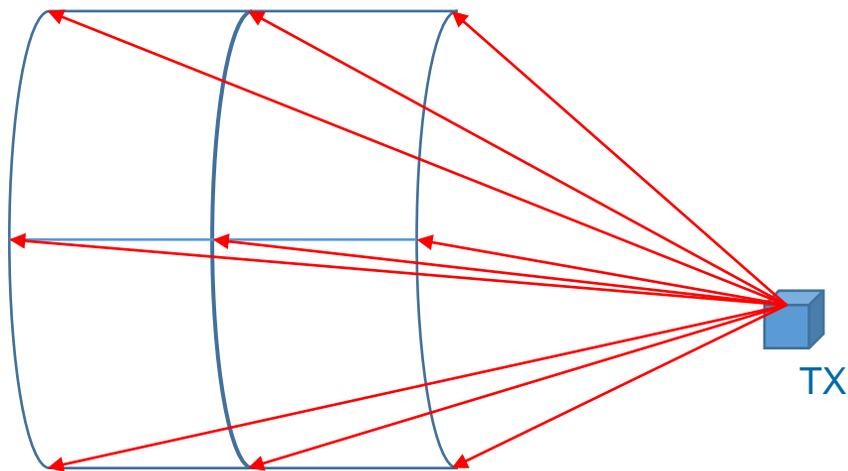
• 选择要使用的传播模型

• 射线跟踪以及路径相关设置

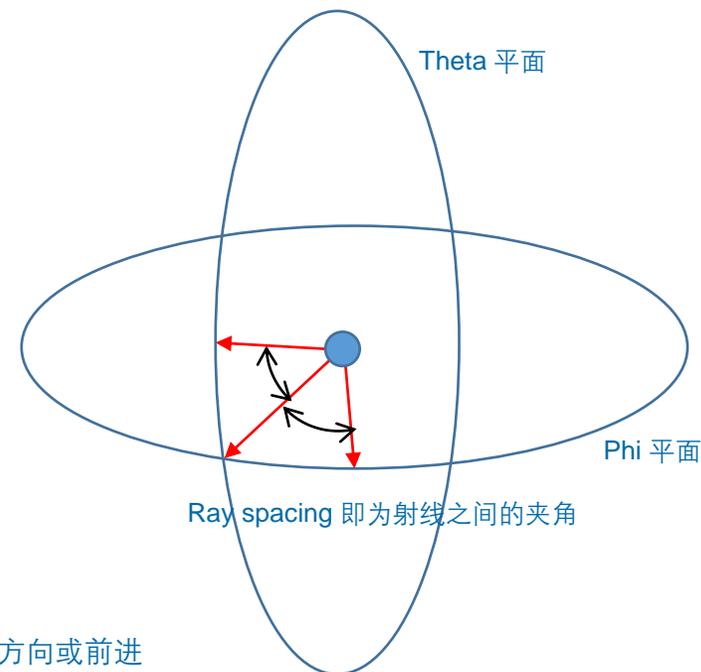
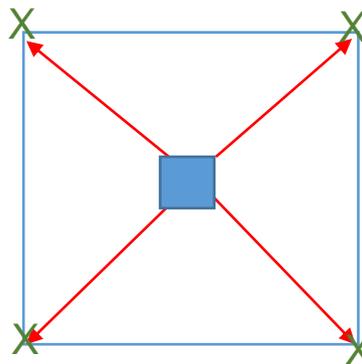
• 多线程等计算相关设置

• 边界与输出设置

Ray Tracing



曲面代表波面，红色箭头代表射线



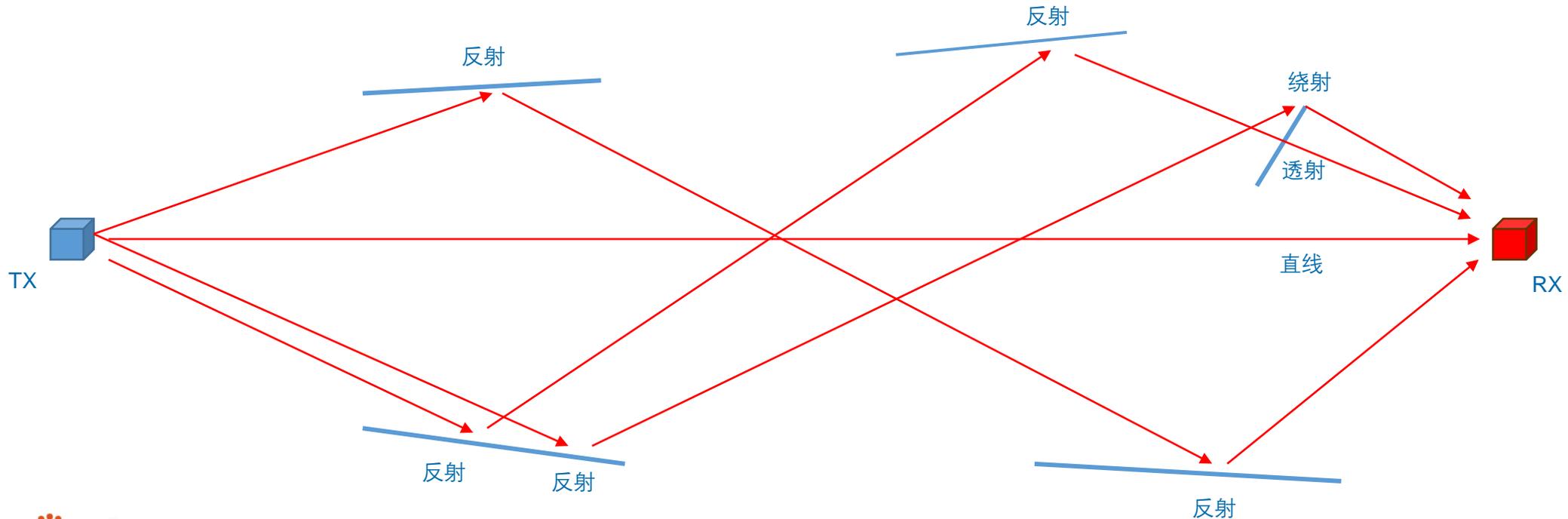
Ray spacing 即为射线之间的夹角

- 物理上信号在空间中可以视为从TX出发以一个波面的形态来前进和扩散。
- 连续的波面在包含各种地形，建筑物，或是室内的隔间等环境前进时会和环境有非常复杂的互动，包括损耗能量，改变方向等物理现象。
- 射线跟踪是一种用从TX发出的射线(Ray)来近似连续波面的数学物理方法，从侧面看，相当于用射线来近似波面前进的路径。

- 换个角度，从射线正面看，会看到很多点向观察者所在方向或前进
- 把这些点连起来，也可以还原出近似的波面，这些点越密集，还原的波面就越逼真
- Wireless Insite 使用ray spacing (射线之间的夹角)来控制射线的密集度，默认值为0.25度，夹角越小，射线越密集，TX发出的射线越多
- TX发出的射线越多，计算量就越大，需要的内存就越多，用户可以依照实际情况来设置。

Ray Tracing

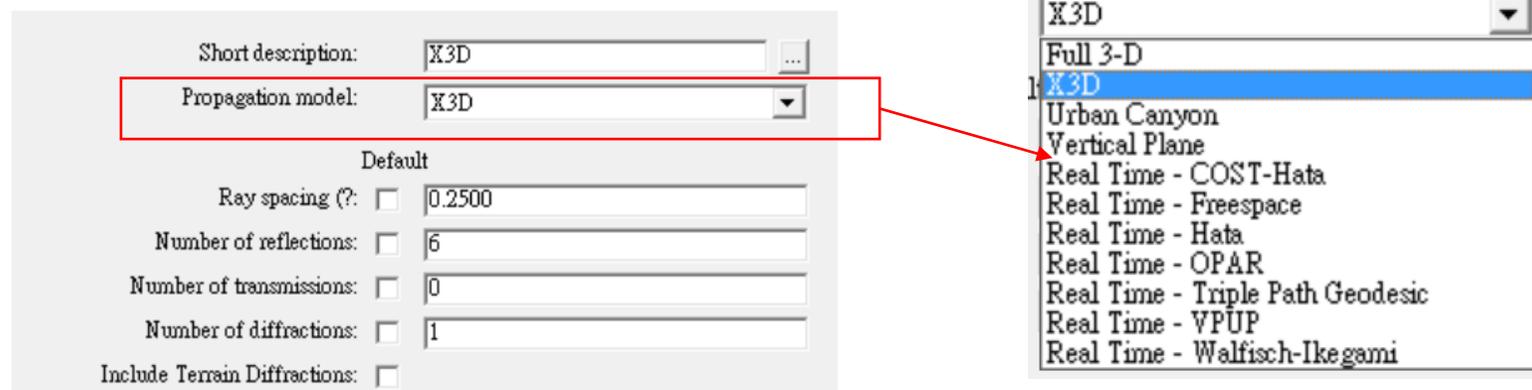
- 射线跟踪算法是基于射线在前进的过程和环境的互动来建立路径，路径建立之后接着考虑天线辐射场型以及材料等因素来计算能量损耗等物理现象，所以可以反过来说，有路径才有信号。
- 在Wireless Insite中，射线会和各种feature的表面接触，发生反射，透射，绕射，散射等现象，一个物体的厚度则是由材料参数来代表，在场景中，每一个面的外观上厚度不会视觉化表达出来。
- Wireless Insite 有四种射线跟踪算法可以选用分别是 Full-3D， X3D， Urban Canyon还有Vertical Plane, 用户可以根据实际情况选用。
- X3D 是支持GPU加速的算法引擎，需要用到MIMO以及散射等功能的用户会需要在有CUDA兼容显卡的电脑上使用X3D进行仿真才能正常完成计算并得到完整输出。



Study area: Propagation Model

- 用户可以在 Study area 页面的 Propagation model 菜单选择要在 Study area 范围内使用的数学模型，Wireless Insite 提供的传播模型包含 4 种射线跟踪模型以及 7 种较简单计算速度较快的 Real Time 模型(简化的射线跟踪模型以及经验值模型)。
- 每一个传播模型根据使用的数学物理方法或数值方法不同有不同的特性，也因此有不同的设置选项。
- 一般建议用户使用 X3D 模型配合 CUDA 兼容的 GPU/显卡来做计算，X3D 可以胜任绝大多数仿真要求，在特定情况下，用户可以考虑用其他的传播模型先作比较简化的仿真。
- 不同的传播模型也会提供不同的仿真输出，用户需要注意是否支持自己需要的输出，或是能否得到能用来做后处理能够得到自己所需数据的输出。

Study area properties



Study area: Propagation Model

- 不同的传播模型提供不同的设置项目(Input parameters), 用户可以透过这些设置去控制计算或是选择软件提供的仿真输出。
- 除了默认的仿真输出之外, 用户可以自行增加其他支持范围内的输出, 不过增加输出种类有可能增加后处理的时间, 并且使用额外的硬盘空间, 用户需要注意。
- 目前提供最多控制选项的是X3D传播模型。
- 也有完全没有控制选项的经验值传播模型。

Model	Model Input Parameters	Output Requests	Output Filters	Boundary
X3D	Ray spacing Ray interactions Terrain Diffractions Terminal Refraction Ray Casting Limits CPU Threads Use GPU Foliage Model Atmosphere APG* Monte Carlo MPE Diffuse Scattering	✓	No	✓
FULL3D	Ray spacing Ray interactions Raytracing Method Allowed Interactions Advanced	✓	✓	✓
URBAN CANYON	Ray spacing Ray interactions Allowed Interactions Advanced	✓	✓	✓
VERTICAL PLANE	Ray spacing Ray interactions Linearize Terrain Effective Earth Radius Allowed Interactions Advanced	✓	✓	✓
VPUP TPG	Ground bounce	✓	No	No
HATA COST HATA	Environment	No	No	No
WALFISCH-IKEGAMI OPAR FREESPACE	No	No	No	No

Study area : X3D

- X3D 是目前Wireless Insite中最为泛用，功能最多，最精确的传播模型，适用于室内，室外/市区，大范围地理区域或是这些环境特征共存的场景的仿真。
- 除开有特殊需要的情况，一般建议用户选择X3D传播模型进行计算。
- X3D需要运用Nvidia 的 CUDA 兼容GPU/显卡进行仿真，用户需要准备好所需硬件才能正常运作。
- 包含5G所需的MIMO, Beamforming, 以及针对粗糙表面的漫反射(diffuse scattering)现象的仿真必须使用X3D传播模型才能进行仿真，Full-3D等其他传播模型不支持这些功能。
- X3D模型运用GPU建立三维路径之后，再运用主板的CPU进行能量损耗等相关物理量计算，因而会频繁的在GPU和CPU，显存和内存之间交换数据，由于路径相关数据会存放在主板内存，因而在TX/RX数量很多的时候有可能发生内存不足的现象。
- 用户如果发现计算长时间卡住的情况，建议用户在此时检查作业系统的内存用量，如果已经接近用完(如8GB内存用了7.8GB)，则计算已经无法正常完成，用户需要中断计算，将模型简化或是减少一次计算的TX/RX数量，分次完成，或是升级硬件再从新开始仿真。

Study area : X3D

- X3D传播模型独有的功能
 - 在TX/RX上配置MIMO天线进行5G等相关仿真。
 - 在模型中有大量接收点时可以运用APG (Adjacent Path Generation) 加速技术提升计算效能。
 - 大气吸收效应 (Atmospheric absorption)
 - 用蒙特卡罗数值方法(Monte Carlo)在模型中实现有非固定值之材料特性，发射功率以及信号频率的场景仿真。
 - 计算最大允许辐射值 (Maximum Permissible Exposure, MPE)
 - 使用改良过的COST Building Penetration Model 在不需额外建立Floor plan室内模型的情况下评估信号穿透建筑物之后的衰减。
 - 计算在粗糙表面的漫反射(Diffuse Scattering)现象。

Study area : X3D

Study area properties

• Study area 简称，在output页面会有同名条目来检索输出

Short description: X3D

Propagation model: X3D

Default

Ray spacing (?): 0.2500

Number of reflections: 6

Number of transmissions: 0

Number of diffractions: 1

Include Terrain Diffractions:

• 选择传播模型的菜单，此处选择X3D

Notes

Short description: X3D

Notes: 中文

• Study area 的注记，用户可以输入注解说明设置，支持中文输入

Save... Load... OK

• 按下Save将注记用TXT格式存盘再按下OK完成编辑

• 射线之间的夹角，越小射线越密集，默认值0.25度

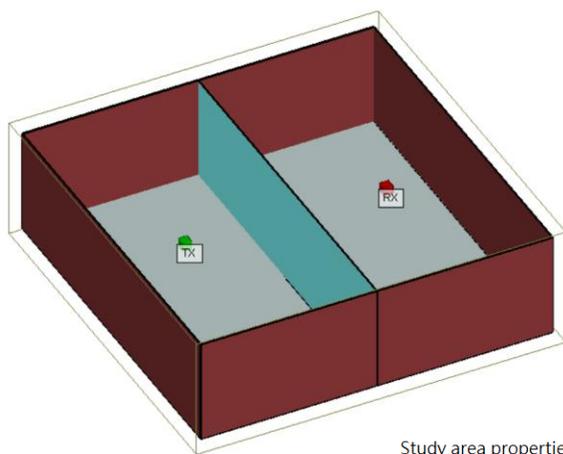
- 这一区块用户可以设置从TX为起点出发到RX为终点的寻径条件，Wireless Insite会在条件范围内做寻径。
- Number of reflections 指一条路径最多能有的反射次数，X3D最高可以到30次。
- Number of transmissions 指一条路径最多能有的透射次数，X3D最高可以到8次。
- Number of diffraction 指一条路径最多能有的绕射/衍射次数，X3D最高可以到3次。
- Include Terrain Diffractions : 地面或地形feature是否产生绕射/衍射

Study area : X3D 寻径条件

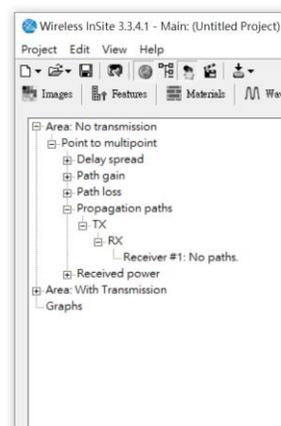
Default	
Ray spacing (?): <input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0.2500"/>
Number of reflections: <input type="checkbox"/>	<input type="text" value="6"/>
Number of transmissions: <input type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>
Number of diffractions: <input type="checkbox"/>	<input type="text" value="1"/>
Include Terrain Diffractions: <input type="checkbox"/>	

- Wireless Insite 的X3D模型会从建立TX-RX之间的路径来开始仿真，路径建立之后再接着计算损耗，因而寻径条件会直接影响仿真结果的精确度甚至合理性。
- 软件的默认值是最多六次反射，不发生透射，最多一次绕射，也就是在X3D会在这个条件限制内建立路径，如果需要7次反射或是要有至少一次透射才能到达RX，则会视为信号无法到达，没有涵盖。
- 寻径条件并没有特定限制要怎么设置，软件默认值是经验值，通常可以用来做参考，用户会需要考虑场景实际情况来做设置调整。
- 举例说，狭长的通道就可能需要6次以上的反射次数才能够到达在另一端的RX，如果寻径允许的反射次数不足会发生在现实中有信号但是仿真却得到没有信号的结果。
- 或者，在很多用薄墙，轻隔间或玻璃来分隔房间或区域的场景，通常就需要考虑透射，让路径能穿透隔间，不然也会发生仿真结果和真实世界相去甚远的现象。
- 绕射/衍射通常设置为1次就足够，由于2次或以上的衍射/绕射能量损耗太大，就算能建立路径也会因为能量太低而被忽略，但是会大幅增加计算时间数倍，而通常得到和设置1次绕射几乎相同的结果。
- 反射/透射/绕射次数设置越高，寻径条件越宽松，但是仿真时间也会越长，条件放宽到一定程度之后，对仿真结果影响就有限了，用户可以根据场景的特性并参考经验来做调整。

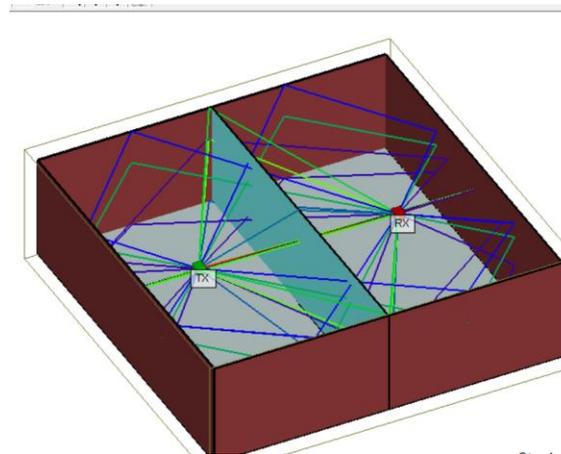
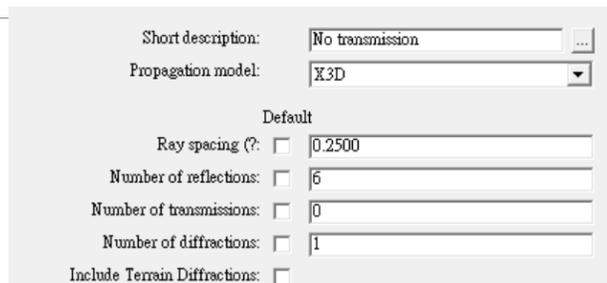
Study area : X3D寻径条件



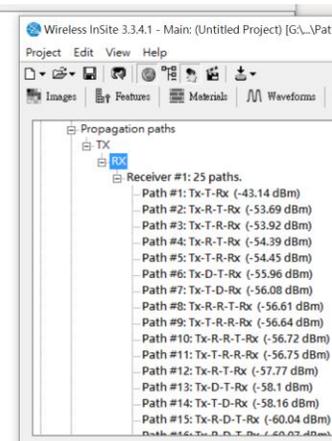
Study area properties



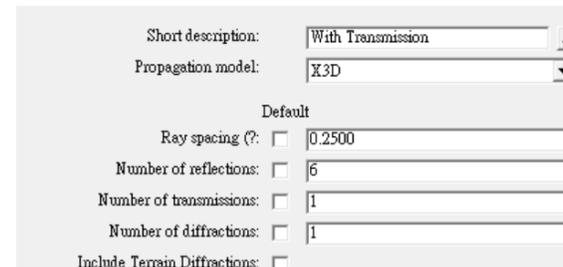
- 中央隔间为玻璃轻隔间, Study area 中寻径条件透射次数为0
- 由于不发生透射, 所以到达RX的路径数量为0
- 由于无路径, 因此得到轻隔间另一边无信号涵盖的不合理结果



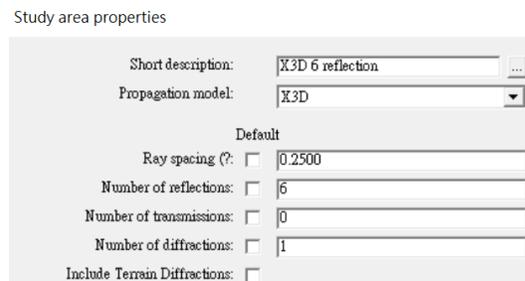
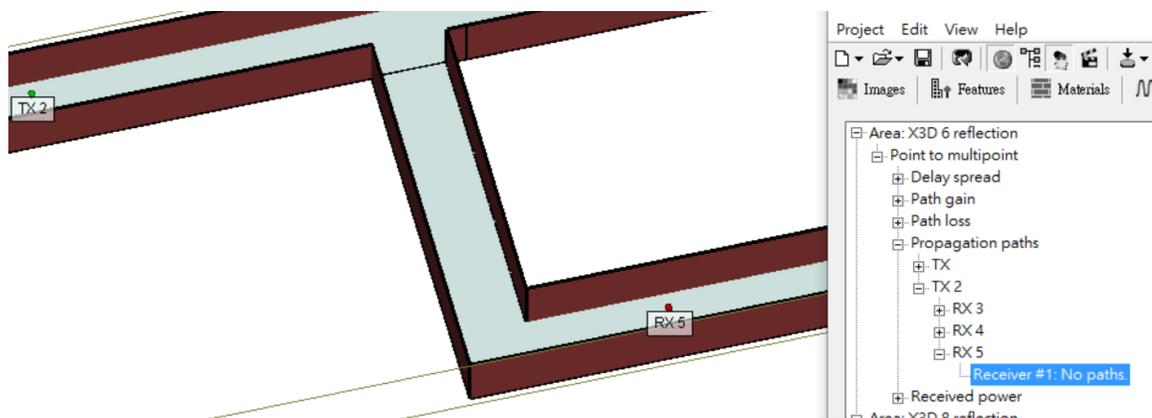
Study area properties



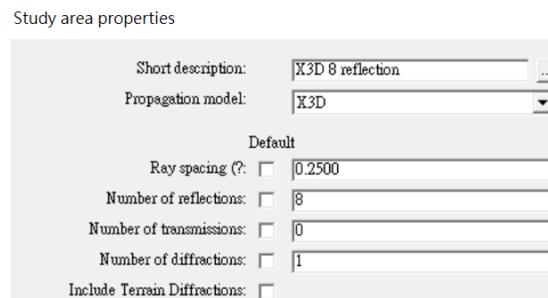
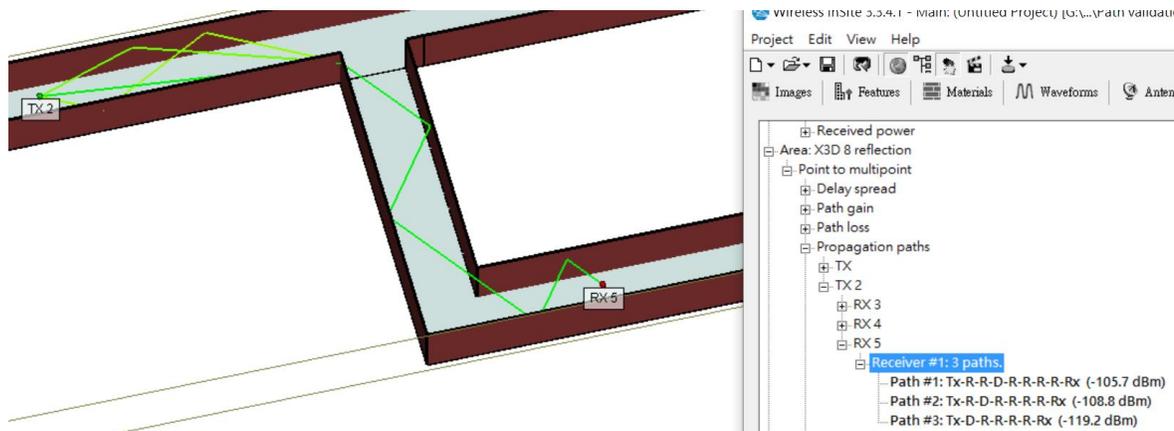
- 中央隔间为玻璃轻隔间, Study area 中寻径条件透射次数为1
- 允许发生透射, 所以可以产生到达隔间另一边的路径
- 基于路径, 得到轻隔间另一边的信号接收功率等物理量, 较为符合真实世界的情况



Study area : X3D寻径条件

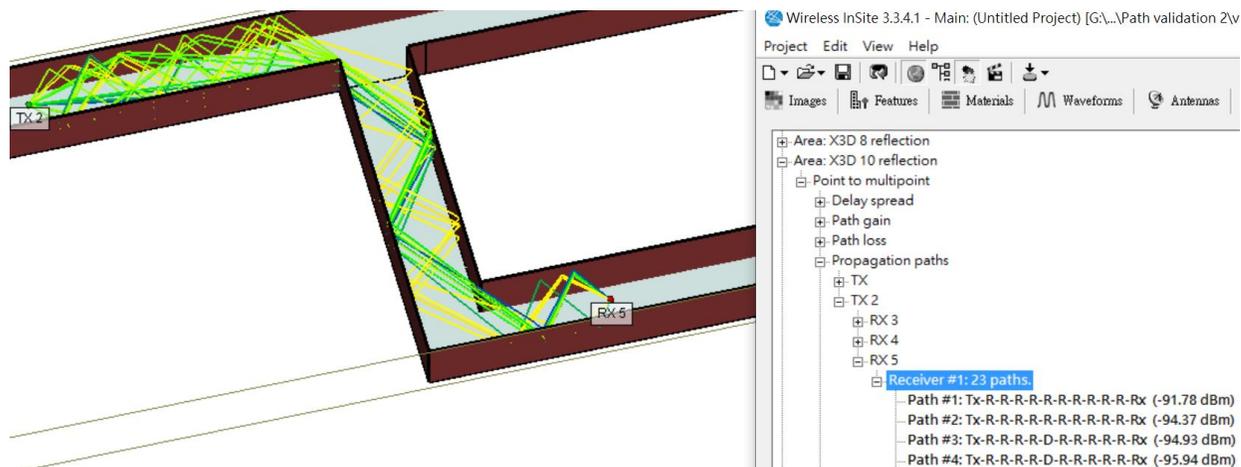


- 反射次数设为6次，寻径条件过于严苛，没有路径能到达RX5，因而得到RX5没有信号的结果。

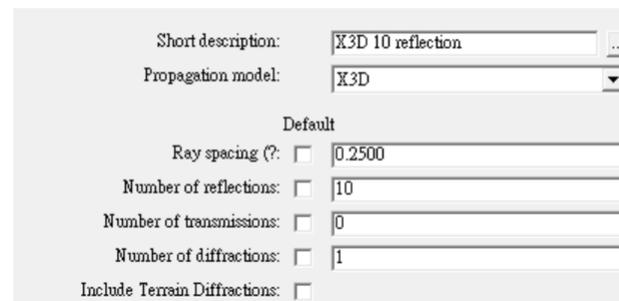


- 反射次数设为8次，寻径条件放宽，3条路径能到达RX5。

Study area : X3D寻径条件



Study area properties



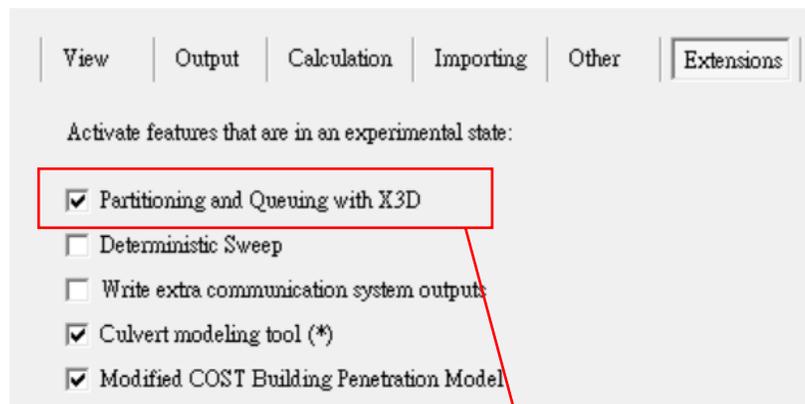
- 反射次数设为10次，寻径条件再次放宽，23条路径能到达RX5。

- 寻径条件的设置会直接影响到仿真的结果，如果得到了不合理或是不理想的结果，可以考虑调整寻径条件的设置，或者加以放宽。
- 有时候也可以故意将条件限缩作特殊运用，比方说在室内场景，可以将X3D的反射，透射，绕射次数都设为0，X3D就只会建立直线路径，可以用来把视线内 (Line of Sight, LOS)的RX点过滤出来,室外的场景也可以用Free space模型来做这个过滤。
- 须经条件合理与否需要用户基于仿真场景特性判断，或是做一些尝试，可以从软件的默认值开始作尝试。

Study area : X3D

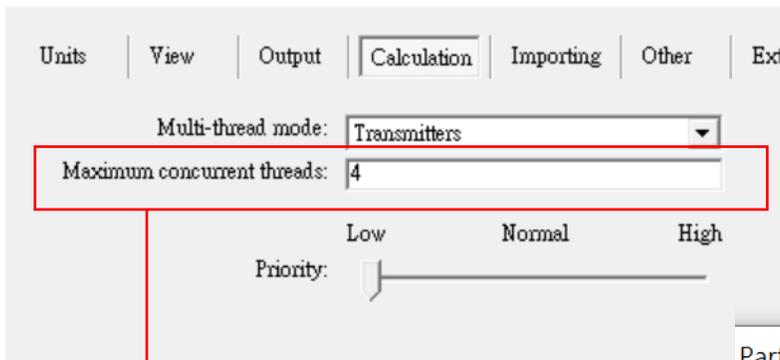
- X3D传播模型支持使用GPU集群进行大范围，包含大量TX/RX点的仿真。
- 用户需要先在软件全局的Preference 窗口作相关设置，然后在X3D 的设置页面启动这个功能。
- 能使用的硬件资源除了受用户所拥有的硬件资源限制之外，也受license的限制。

Preferences...



- 从Project view或Main窗口的edit菜单进入Preference窗口
- 勾选Partitioning and Queuing with X3D启用X3D的集群平行处理机能

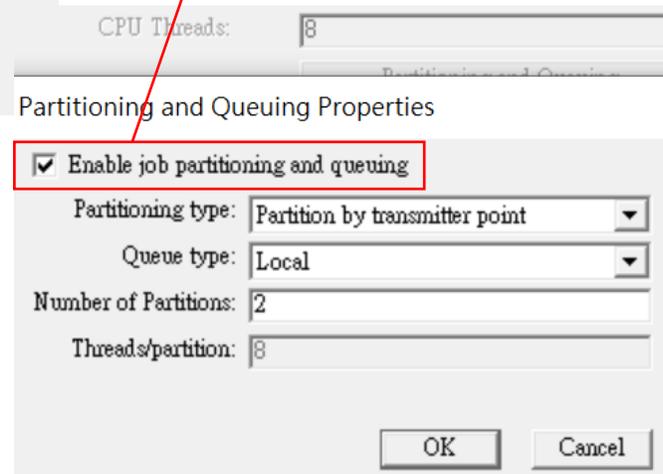
Preferences...



- 所有计算加起来可以使用的最大线程数量
- 平行处理使用的线程数量总和必须小于这个数字，如果设置不正确，软件会弹出警示信息。

- 在Preference窗口勾选partitioning and queuing with X3D之后在Study area的X3D设置选项中勾选Enable job partitioning and queuing就可以启用并行处理

- 用户会需要额外的MPI license 以及正确设置的脚本才能在集群上做分散式计算



Study area : X3D

- 设置射线发射范围

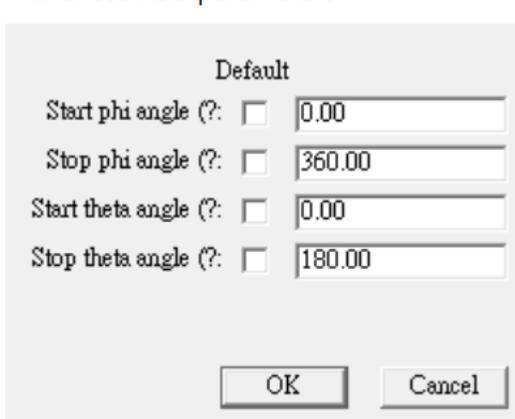


- 数值计算时使用的CPU线程数量，在计算时，会反馈在 Calculation log窗口

Calculation running: 1 job 4 CPU threads running; 0 jobs queued. Elapsed time: 18:17:15

- 并行处理相关设置，多用于集群等大型主机环境

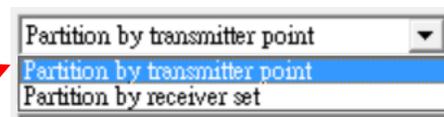
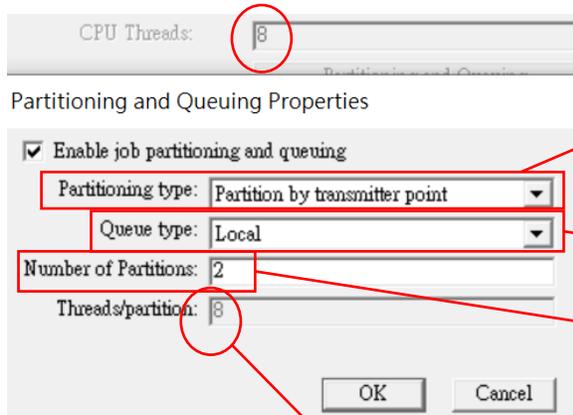
Advanced X3D parameters



- 射线发射的范围用球坐标的theta和phi角度来定义，单位为度。
- 默认值theta为0~180度，phi0~360度，发射射线的范围涵盖整个球面。
- 用户可以调整发射射线的范围来调整射线的数量，节省使用的硬件资源

- 将计算分割的并行处理需要先在 preference 窗口做设置

- 启用Partitioning and queuing with X3D 之后才能在X3D中进行相关设置



- 用户设置要将计算分成几个部分做并行处理

- 每一个partition使用的线程数，会等于上一层选单中设置的线程数

- 用户可以设置并行处理时是将TX 还是RX剖分成数分作并行处理

- 计算在本地端(Local)还是远端(External)执行,本地端就是用户目前操作的电脑，远端为远端网路连线主机

Study area : X3D

The image shows a software interface for configuring the Foliage Model. It features three panels. The top-left panel shows the 'Foliage Model' dropdown set to 'Weissberger Model', with 'Foliage attenuation (dB/m)' set to 1.000 and 'Mobility Platform Time Interval (s)' set to 1. A red box highlights the dropdown menu, and a red arrow points to a larger, expanded view of the dropdown menu in the top-right panel. This expanded view shows two options: 'Weissberger Model' and 'dB/m', with 'dB/m' selected. A second red arrow points from this expanded view to the bottom-right panel, which shows the 'Foliage Model' dropdown set to 'dB/m' and 'Foliage attenuation (dB/m)' set to 1.000.

- 用户在Foliage Model菜单可以选择2种植被模型其中之一
- 一个是基于Weissberger研究的模型，用户不需做额外设置
- 较为简单的dB/m模型中损耗与距离相关，用户可以自行设置参数

- 基于 Weissberger 研究的植被模型，用户可以参考原论文得到更多信息
- 原论文：Weissberger M. A., "An Initial Critical Summary of Models for Predicting the Attenuation of Radio Waves by Trees," ESD-TR-81-101, EMC Analysis Center, Annapolis, MD, 1982

- dB/m模型较为简单，用户需要设置随距离衰减的参数

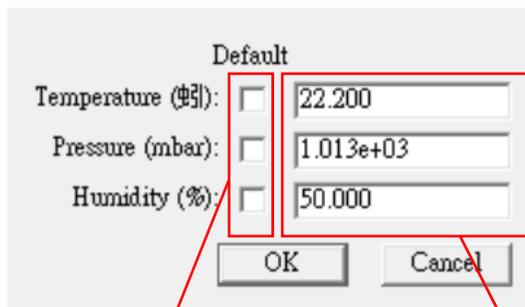
Study area : X3D 大气吸收

- X3D传播模型支持在仿真中实现大气的水份以及氧气等成分吸收能量造成信号衰竭的现象。
- 用户可以调节大气压力，气温以及相对湿度等参数来改变大气成分，进而体现出大气成分的变化对信号的影响。
- 目前的版本(3.3.4)仅能改变大气的情况，还不能实现下雨或下雪等天气情况，用户可能需将仿真输出数据自行后处理来让物理量接近受这些气候影响的情况。

鼠标左键按下按钮，打开设置窗口



Atmospheric Properties



勾选是否使用默认值

不使用默认值时，用户自行填入数值

- 勾选Default时会使用标准的大气参数，用户也可以依照实际需求自行修改参数。
- 温度的单位为摄氏度，压力为mbar，相对湿度为百分比数值。
- 这些数值都设为0时，仿真就不考虑大气的影响
- 大气吸收会影响到如路径损耗，接收功率等多种仿真输出。

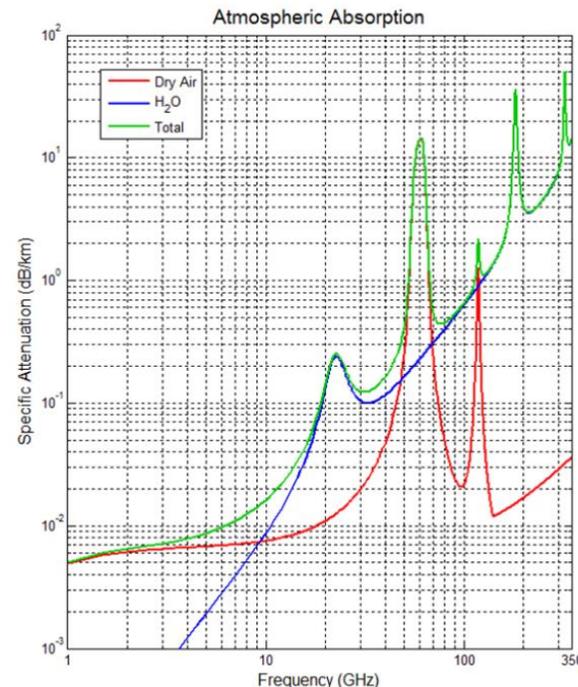


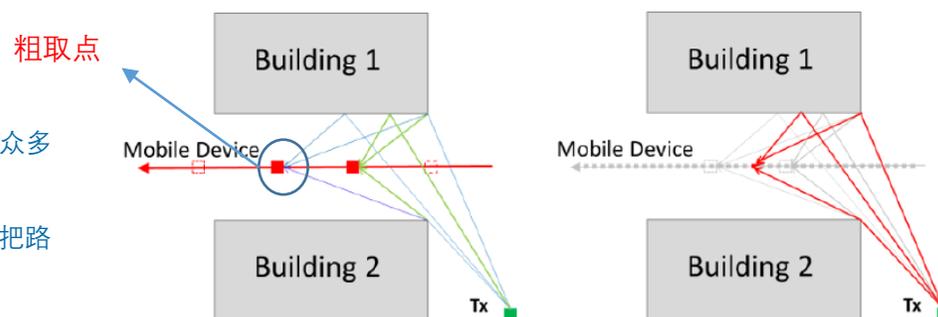
Figure 16.7: Specific Attenuation as predicted by Wireless InSite's X3D

- X3D运用2012年2月份的“Attenuation by atmospheric gases,” Recommendation ITU-R 676-679页的信息进行大气吸收的衰竭现象计算。
- 本图为说明书第16章提及X3D使用的数值模型,用户可以参考同一章节ITU的原图。

Study area : X3D APG acceleration

- 在TX/RX点数众多的时候, X3D提供一种特殊的数学物理方法来加速计算, 当用户使用Route, XYGrid, Vertical Surface,以及特殊的Building Penetration receiver 这四种RX点规律排列的接收机(群)时 (3.3.4版), 可以透过APG功能简化计算来加速, 一组RX在包含数十个或以上RX点的时候APG功能会有明显的帮助。
- Adjacent Path Generation, 即APG 加速是在一组规律排列的RX点中先用大于原始点距的距离来取点, 比方说一组XYGrid的RX点距为1米, APG可能先5米取一个点来做射线跟踪仿真, 这些点就叫做coarse points, 也就是粗略取点的意思, 简称**粗取点**。
- 由于**邻近的RX点对同一个发射器(TX)的路径会有较高的相似性**, 在建立TX到这些粗略点的路径之后, X3D会进一步用这些粗取点的路径来反推在粗取点之间的RX点的路径, 好处是省下对许多RX点作射线跟踪的计算时间。
- 由于运用APG加速计算会在基本的射线跟踪完成之后建立SQL数据库文档(*.sqlite), 然后用这些数据进行后处理来建立粗取点以外的RX点的路径, 所以RX点很多(比方说数千个或以上)而且寻径条件复杂(反射/透射次数多)的时候, 这个sqlite文档会很大, 因而后处理也可能会使用很长的时间, 极端的情况也会有耗时接近甚至超过不使用APG加速的情形。
- 用户可以透过化整为零, 比方说合理的将一组有大量RX点的grid分割成几组较小的RX grid运用批次等方式做仿真, 搭配APG功能来取得最佳的效能。

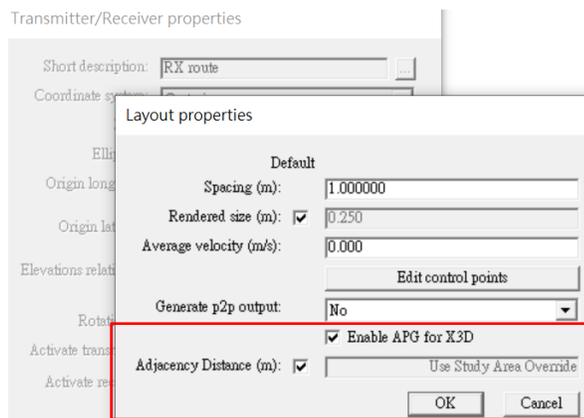
- 先依照RX或Study area中的设置在众多的RX点中挑出粗取点。
- X3D 会优先对这些点作ray tracing,把路径建立起来。



- 完成对粗取点的ray tracing之后, 用这些路径信息来推算粗取点之间的RX点的路径。

Study area : X3D

- 用户需要同时在X3D设置窗口勾选APG Enabled, 同时在APG支持的RX (Route, XYgrid, Vertical surface, Building Penetration receiver)设置窗口勾选Enable APG for X3D来启用这个功能。



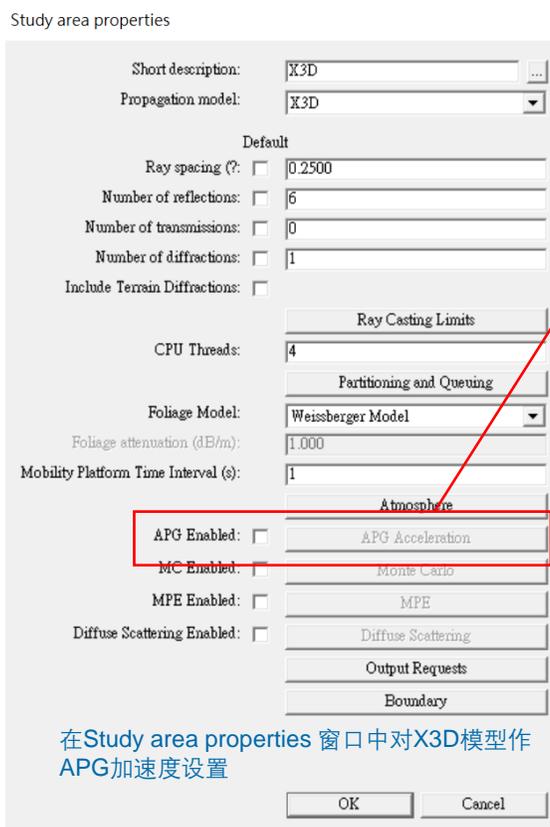
- 在layout properties 中勾选 Enable APG for X3D



- 使用Study area中设置的粗取点间隔



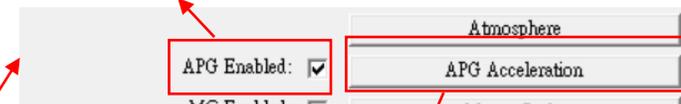
- 用户对这个RX自行设置粗取点间隔



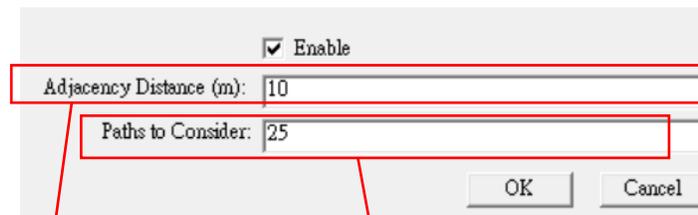
- 在Study area properties 窗口中对X3D模型作 APG加速度设置

- 勾选APG Enabled 开启X3D 的这个功能

- 按下APG Acceleration 按键进入进阶设置



APG Acceleration Properties



- 用户设置粗取点间隔, 单位为米

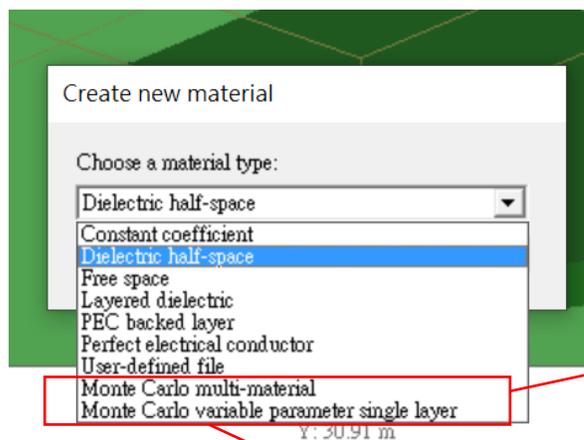
- 这个参数指的是会对每一粗取点取用多少条路径来建立中间的RX点的路径, 25表示对每一个粗取点取25条路径来推算中间RX点的路径

Study area : X3D 蒙地卡罗方法

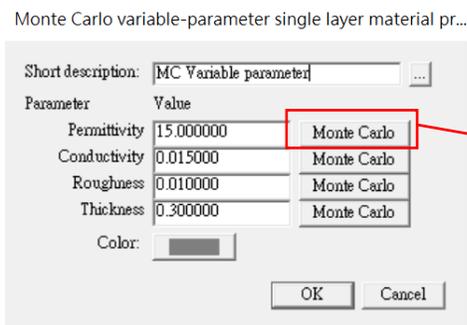
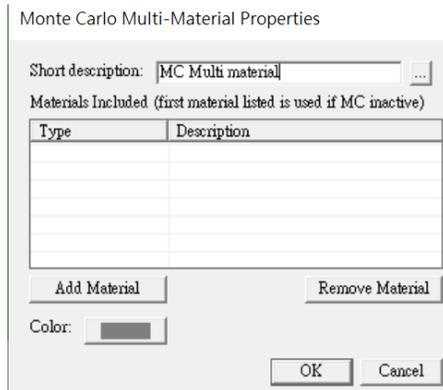
- 仿真软件都需要将环境和模型做各种不同程度的简化和理想化，才能在有限的时间，信息以及计算机资源等条件下建立模型并且完成计算。
- 理想化或简化的程度会给仿真结果带来大小不一的影响，用户可能要经过多次尝试不同的条件或是另外做后处理才能得到和受各种复杂条件以及不确定影响的真实世界最为接近的精确结果。
- 在Wireless Insite的建模过程里，用户可以透过蒙地卡罗数学方法在仿真中体现现实世界的复杂条件，不确定性，或是不一致性，用户可以在以下的几个部分使用蒙地卡罗数学方法：
 - 材料的电气参数(导电率，介电系数)以及机械特性(粗糙度，厚度)变化，描述材料非均质的形况。
 - 一个平面的构成材料非单一的现象，用一个蒙地卡罗材料来代表一个面上面可能有多种材料分布的情形，如一面墙上可能有玻璃，砖头，混凝土等不同材料，但是要确实绘制出来可能太复杂。
 - 载波频率在中心频点一个范围之内的变化，体现信号的不稳定特性。
 - 发射功率非恒定值的情形，比方说设备发射功率可能在一个范围之内波动，所以就用一个分布函数来描述这个现象。
- 用户对于材料，信号频率或发射功率的不确定性用蒙地卡罗方法做过适当设置后，接着在 **Study area properties** 的 **X3D** 页面勾选蒙地卡罗功能加以启动，并作必须设置，在仿真中就可以透过蒙地卡罗数学方法将几种不确定性用数学分布的方式实现出来并且得到在这种不确定性影响下的仿真结果。
- 使用蒙地卡罗功能进行仿真会得到这个功能提供的特定输出，不过计算时间也会变长。
- 只有X3D传播模型支持蒙地卡罗方法这个功能。

Study area : X3D 蒙地卡罗方法

- 用户需要第一步先在材料，波形，发射功率等处作设置，建立蒙地卡罗材料或是开启功能，设置分布方式以及分布范围，将不确定性变量本体界定出来。

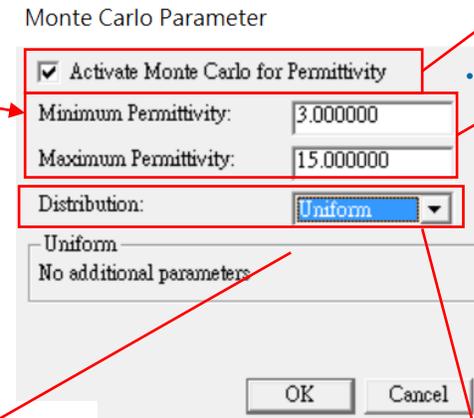


- 从菜单中选择Monte Carlo multi-material.
- 将作为分布成分的材料填入，完成设置



- 从菜单中选择Monte Carlo variable parameter single layer.
- 设置材料的变化范围以及分布方式完成建立材料

按下Monte Carlo按钮，设置参数分布



勾选以启动蒙地卡罗材料功能

设置参数的上下限，变化范围

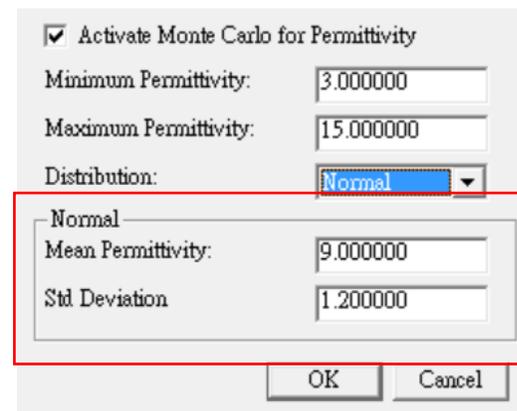
选择参数分布方式

Wireless Insite 提供均匀分布(Uniform distribution)以及常态分布(Normal distribution)两种参数分布方式

选择常态分布时会需要额外定义参数

用户需要这个参数的平均值与标准差来完整定义分布函数。

Monte Carlo Parameter



OK Cancel

Study area : X3D 蒙地卡罗方法

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Permittivity

Minimum Permittivity:

Maximum Permittivity:

Distribution:

Normal

Mean Permittivity:

Std Deviation:

- 设置蒙地卡罗模型来描述介电系数的分布

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Permittivity

Minimum Permittivity:

Maximum Permittivity:

Distribution:

Uniform

No additional parameters

- 在材料设置窗口中有permittivity, conductivity, roughness, thickness等四个参数可以设置。
- 用户可以对一个到四个参数做设置使用蒙地卡罗模型来描述其不确定性。

Monte Carlo variable-parameter single layer material pr...

Short description:

Parameter	Value	
Permittivity	15.000000	<input type="button" value="Monte Carlo"/>
Conductivity	0.015000	<input type="button" value="Monte Carlo"/>
Roughness	0.010000	<input type="button" value="Monte Carlo"/>
Thickness	0.300000	<input type="button" value="Monte Carlo"/>

Color:

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Conductivity

Minimum Conductivity:

Maximum Conductivity:

Distribution:

Normal

Mean Conductivity:

Std Deviation:

- 设置蒙地卡罗模型来描述导电率的变化

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Conductivity

Minimum Conductivity:

Maximum Conductivity:

Distribution:

Uniform

No additional parameters

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Roughness

Minimum Roughness:

Maximum Roughness:

Distribution:

Uniform

No additional parameters

- 设置蒙地卡罗模型来描述粗糙度的变化

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Roughness

Minimum Roughness:

Maximum Roughness:

Distribution:

Normal

Mean Roughness:

Std Deviation:

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Thickness

Minimum Thickness (m):

Maximum Thickness (m):

Distribution:

Normal

Mean Thickness (m):

Std Deviation:

- 设置蒙地卡罗模型来描述厚度的变化

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Thickness

Minimum Thickness (m):

Maximum Thickness (m):

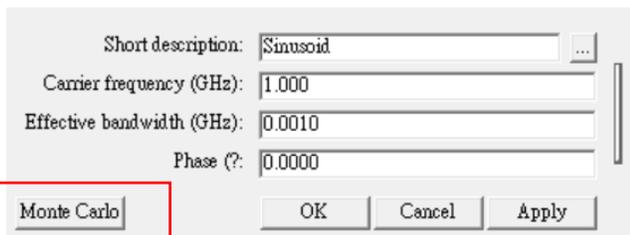
Distribution:

Uniform

No additional parameters

Study area : X3D 蒙地卡罗方法

Sinusoid properties

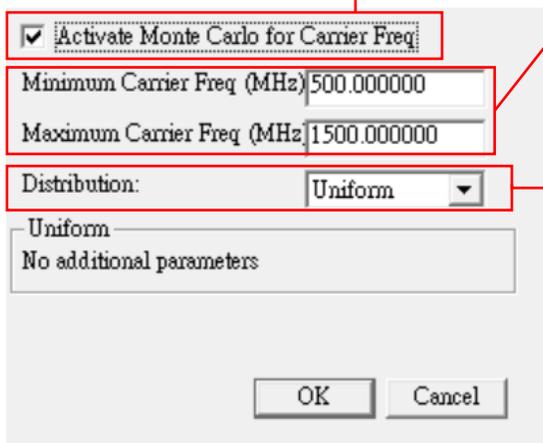


Short description: Sinusoid
Carrier frequency (GHz): 1.000
Effective bandwidth (GHz): 0.0010
Phase (?): 0.0000
Buttons: Monte Carlo, OK, Cancel, Apply

按下 Monte Carlo 按键进行设置

勾选 Activate Monte Carlo for Carrier Freq 启动蒙地卡罗分布模型

Monte Carlo Parameter

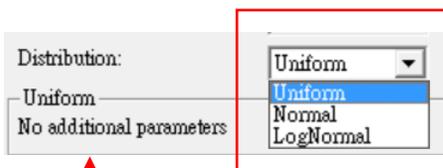


Activate Monte Carlo for Carrier Freq
Minimum Carrier Freq (MHz): 500.000000
Maximum Carrier Freq (MHz): 1500.000000
Distribution: Uniform
Uniform
No additional parameters
Buttons: OK, Cancel

设置载波频率变化范围上下限

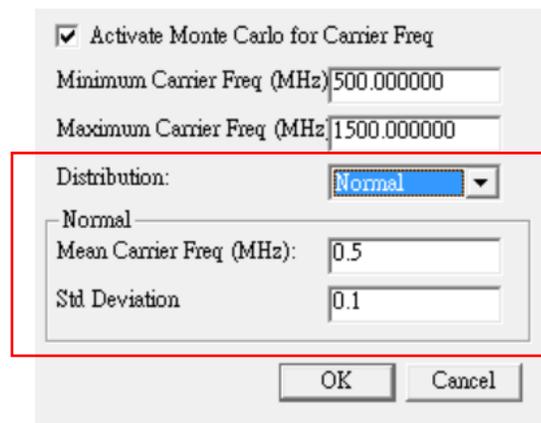
从菜单选择分布函数

用户可以从均匀分布(uniform), 常态分布(normal), 对数正态分布(logNormal)三种分布函数选择一种来描述载波频率的分布



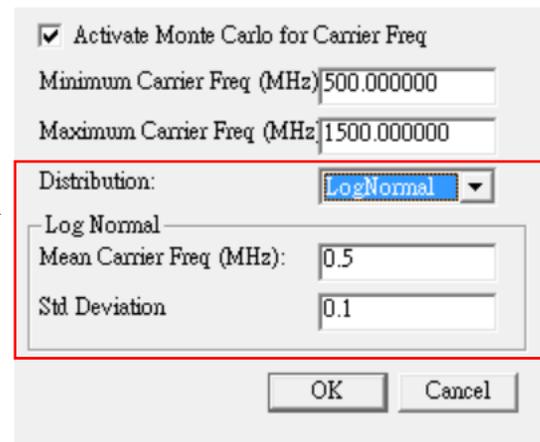
Distribution:
Uniform
Uniform
Normal
LogNormal

Monte Carlo Parameter



Activate Monte Carlo for Carrier Freq
Minimum Carrier Freq (MHz): 500.000000
Maximum Carrier Freq (MHz): 1500.000000
Distribution: Normal
Normal
Mean Carrier Freq (MHz): 0.5
Std Deviation: 0.1
Buttons: OK, Cancel

Monte Carlo Parameter



Activate Monte Carlo for Carrier Freq
Minimum Carrier Freq (MHz): 500.000000
Maximum Carrier Freq (MHz): 1500.000000
Distribution: LogNormal
Log Normal
Mean Carrier Freq (MHz): 0.5
Std Deviation: 0.1
Buttons: OK, Cancel

选择常态分布(normal)或对数正态分布(logNormal)这两种分布函数的用户会需要设置平均值和标准差。

Study area : X3D 蒙地卡罗方法

Transmitter/Receiver properties

Short description: TX 1
Coordinate system: Cartesian
Zone:
Ellipsoid: WGS-84
Origin longitude: dec dms 0 E W
Origin latitude: dec dms 0 N S
Elevations relative to: Terrain
Rotation (?): 0.00
Activate transmitter: Transmitter Properties
Activate receiver: Receiver Properties
Layout Properties
(Project ID = 2) OK Cancel Apply

Transmitter properties

Antenna
Source
Antenna: Created for use by set (Untitled B ...
Waveform: Sinusoid ...
Alignment
Alignment Mode: Focal Point Fixed Global
Coordinate system: Spherical
Phi (?): 0
Theta (?): 90
Roll (?): 0
Display options
Transmitter Options
Input power (dBm): 0.0000
Input Power Monte Carlo
Total Array Power
OK Cancel

- 打开Transmitter/Receiver properties窗口, 按下Transmitter Properties按钮进行发射器相关设置

- 按下Input Power Monte Carlo按钮进行设置

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Input Power
Minimum Input PowerBm: 10.000000
Maximum Input PowerBm: 10.000000
Distribution: Uniform
Uniform
No additional parameters
OK Cancel

- 勾选Activate Monte Carlo for Input Power 使用蒙地卡罗分布模型

- 设置输入功率变化范围上下限

- 从菜单选择分布函数

Distribution: Uniform
Uniform
No additional parameters
Normal

Monte Carlo Parameter

Activate Monte Carlo for Input Power
Minimum Input PowerBm: 10.000000
Maximum Input PowerBm: 10.000000
Distribution: Normal
Normal
Mean Input PowerBm: 0.5
Std Deviation: 0.1
OK Cancel

- 选择常态分布(normal) 的用户会需要设置平均值和标准差。

Study area : X3D 蒙地卡罗方法

- 用户完成材料，波形，发射功率等蒙地卡罗相关设置后，回到Study area，选择X3D传播模型，接着启动蒙地卡罗功能并完成相关设置。

Study area properties

- 勾选MC Enabled启动蒙地卡罗功能
- 按下Monte Carlo按钮，打开设置窗口
- 勾选 Activate Monte Carlo 开启功能
- 设置迭代次数
- 打开额外设置选项
- 从平均值，最大值，最小值，中间值，标准差中选取所需的输出

Monte Carlo Properties

- 修改蒙地卡罗随机程序的参数，用户可以通过调整随机程序来改变仿真结果

Detailed description of the interface elements:
The 'Study area properties' dialog has a 'Default' section with 'Propagation model' set to 'X3D'. Below it are various simulation parameters like 'Ray spacing', 'Number of reflections', etc. A 'Monte Carlo' button is highlighted with a red box. The 'Monte Carlo Properties' dialog is shown with 'Activate Monte Carlo' checked, 'Number of Iterations' set to 10, and 'Requested Statistics' including Mean, Maximum, Minimum, Median, and Std Deviation. A 'Randomizer seed' section is also visible with 'Generate New Seed' and 'Restore Default Seed' buttons.

Study area : X3D MPE

- 环境中的高辐射源会对人健康造成威胁，Wireless Insite 可以将仿真的结果依照IEEE Standard C95.1-2005的标准来做评断，在仿真场景中显示处安全区及超标区。
- Maximum Permissible Exposures (MPE) 指的就是在安全范围之内，人体可以承受的最大辐射曝晒量，如果一个区域的辐射数值超标了就有可能对人体健康产生消极性的影响。
- Wireless Insite 可以在100 MHz 到 100 GHz 的频率范围内进行MPE的计算，依照不同的工业标准或用户自定标准标识出超标区域。
- Wireless Insite 提供三种计算标准，IEEE Controlled, IEEE Uncontrolled, 以及用户自定的判别标准，前两者是基于IEEE C95.1-2005在微波辐射对人体的影响有保护的环境(Controlled)以及没有施加保护的环境(Uncontrolled)，这两个工业标准会依照信号频率定出微波辐射安全值，Wireless Insite则基于这个安全值将计算结果视觉化。
- 用户需要在Study area选择X3D并作相关设置才能使用这个功能。

Study area : X3D MPE

- 在不同环境条件下 IEEE C95.1-2005 的标准

Table 18.1: MPEs for People in Controlled Environments

Frequency Range	RMS Electric Field Strength	RMS Magnetic Field Strength	Average Power Density
100 - 300 MHz	61.4 V/m	0.163 A/m	10 W/m ² in 6 min
0.3 - 3 GHz	N/A	N/A	$F_M/30$ W/m ² in 6 min
3 - 30 GHz	N/A	N/A	100 W/m ² in $19.63/f_G^{1.079}$ min
30 - 100 GHz	N/A	N/A	100 W/m ² in $2.524/f_G^{0.476}$ min

- 在有微波辐射防护的环境的 IEEE 标准

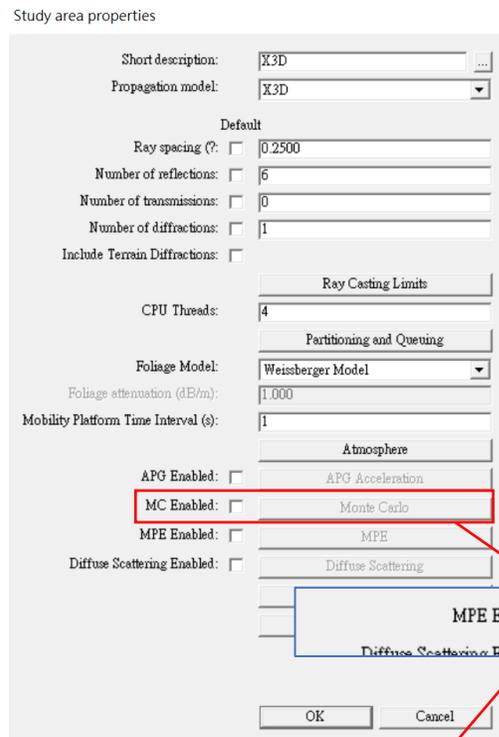
Table 18.2: MPEs for the General Public (Uncontrolled Environments)

Frequency Range	RMS Electric Field Strength	RMS Magnetic Field Strength	Average Power Density
100 - 400 MHz	27.5 V/m	0.0729 A/m	2 W/m ² in 30 min
0.4 - 2 GHz	N/A	N/A	$(F_M/200)$ W/m ² in 30 min
2 - 5 GHz	N/A	N/A	10 W/m ² in 30 min
5 - 30 GHz	N/A	N/A	10 W/m ² in $150/f_G$ min
30 - 100 GHz	N/A	N/A	10 W/m ² in $25.24/f_G^{0.476}$ min

- 在无微波辐射防护的环境的 IEEE 标准

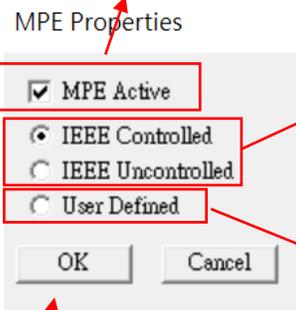
Study area : X3D MPE

- 用户可以在Study area中启用MPE计算功能并选择工业标准。
- 在模型中可以用为辐射源的发射器(TX)类型有Points 与Trajectory两种。
- MPE计算支持的波形包括Sinusiod, Blackman,以及Gaussian三种。
- Tukey, Gaussian Derivative, Hamming, Hanning, Chirp, Raised, Cosine Root Raised Cosine 等宽带波形在计算时数学上会被视为方块波。



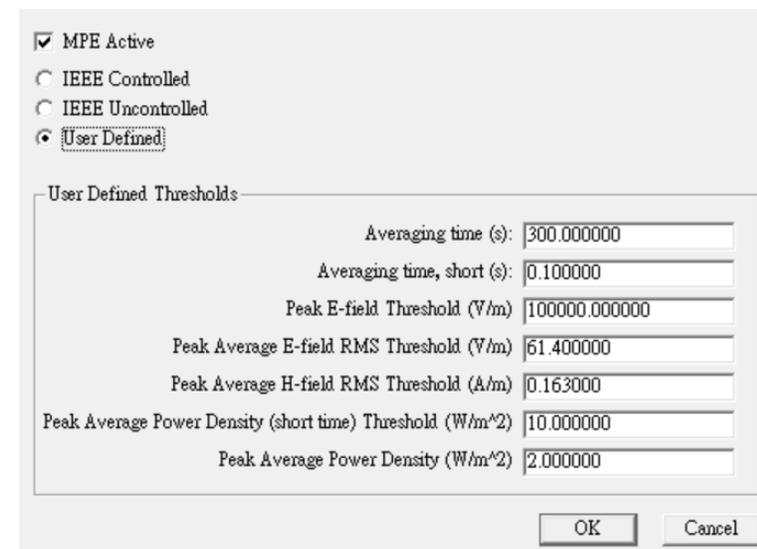
- 勾选以启动MPE计算

- 勾选以启动或关闭MPE计算



- 选择在有防护或没有防护的环境下依照IEEEC95.1-2005 标准进行计算

MPE Properties



- 用户自定标准时需要填写相关参数

- 按下按钮进入进阶设置

Study area : X3D MPE

- MPE 计算会提供特定的仿真结果，用户可以读取数值或视觉化的检视辐射强度超标的区域。

Table 18.3: MPE Outputs and Filenames

IEEE Quantity	Wireless InSite name	Output Filename	units
RMS Electric Field Strength (V/m)	IEEEC95.1-2005:rms E-field	NNN.rhazrmsefield.tXXX.rYYY.p2m	(V/m)
RMS Magnetic Field Strength (A/m)	IEEEC95.1-2005-rms H-field	NNN.rhazrmshfield.tXXX.rYYY.p2m	(A/m)
Average Power Density (W/m ₂)	IEEEC95.1-2005-Average Power Density	NNN.rhazpowerd.tXXX.rYYY.p2m	(W/m ₂)
Instantaneous Peak E-field	IEEEC95.1-2005-Peak E-Field	NNN.rhazpkfield.tXXX.rYYY.p2m	(dBV/m)
Average Power Density during 1/10 second	IEEEC95.1-2005-Average Power Density Short Interval	NNN.rhazpowerdshrt.tXXX.rYYY.p2m	(W/m ₂)

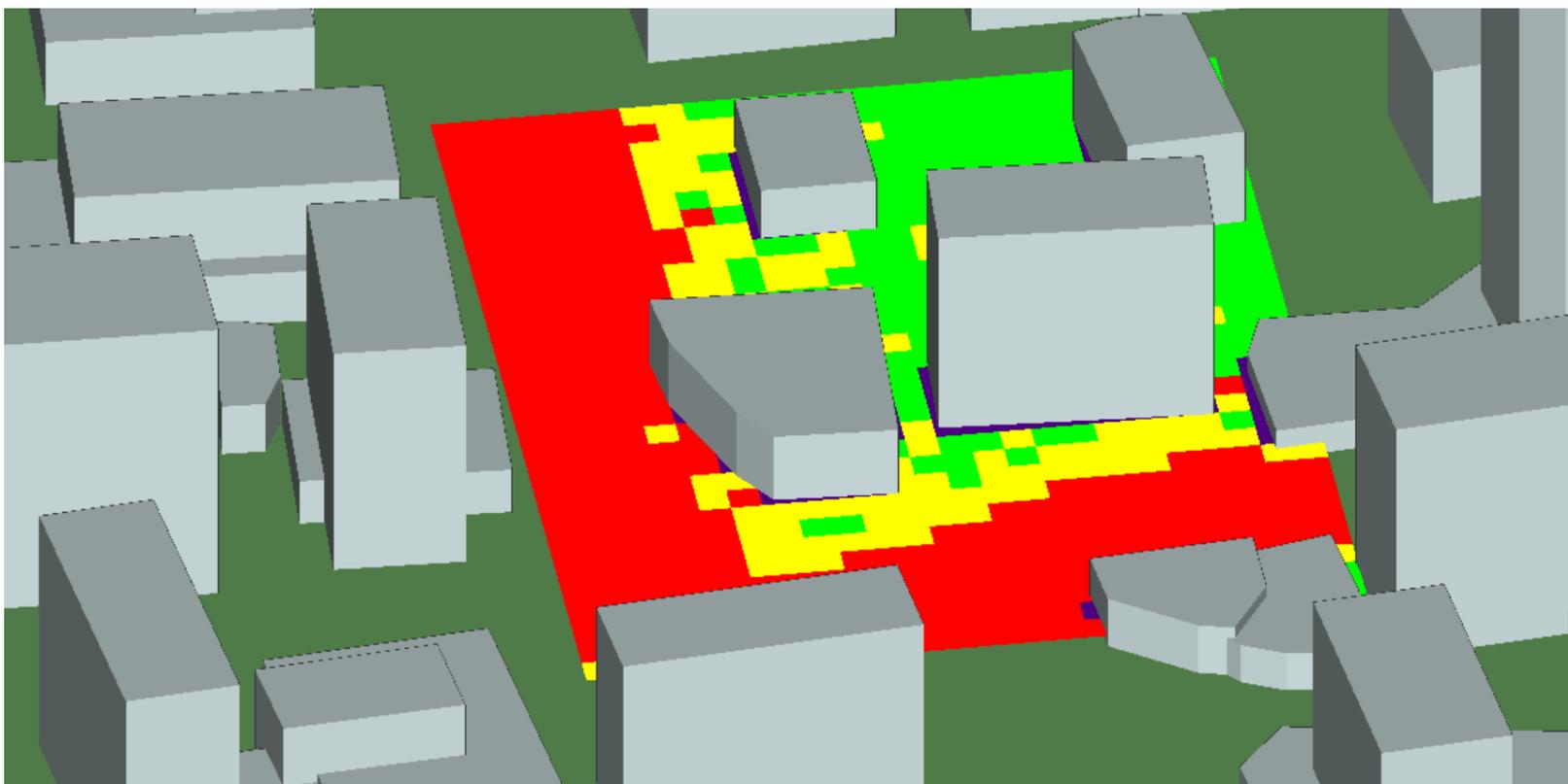
- MPE计算的输出以及文档名称

The screenshot shows a software interface with a tree view of simulation results. The tree is expanded to show the 'Area: Controlled_100GHz_100dBm_0_001ms' folder, which contains a 'Point to multipoint' sub-folder. Under this sub-folder, several MPE-related items are listed, including 'Received power' and five IEEE C95.1-2005 MPE metrics: Peak E-field, RMS E-field, RMS H-field, Average Power Density, and Average Power Density in Short Interval. A red box highlights these five MPE metrics. To the right, a context menu is open over the 'Rx Grid' node, with a red arrow pointing from the MPE metrics list to the menu. The menu options include 'New', 'Open', 'Import', 'Load', 'Open', 'Plot', 'View', 'Plot MPE Threshold', 'View MPE Threshold', 'Plot Aggregated MPE Thresholds', 'View Aggregated MPE Thresholds', and 'Properties'. The 'Plot MPE Threshold', 'View MPE Threshold', 'Plot Aggregated MPE Thresholds', and 'View Aggregated MPE Thresholds' options are highlighted with a red box.

- 用户界面Output页面的MPE输出

- 点开节点，在RX名称上按下鼠标右键，选择视觉化或是绘制曲线图

Study area : X3D MPE



- 在 project view窗口会以四种颜色显示该区域的辐射强度
- 紫色表示强度在限制值的0.001以下，绿色表示0.001%到50%，黄色区域为50%到100%，红色表示该区域超标。
- 用户可以在project view上面观察场型，并参考画面下方的带状频谱了解分布状况。



Tx Trajectory 15m 100 GHz very slow (trajectory)

Study area : X3D Diffuse Scattering

- 在仿真场景的环境中会有特别粗糙的表面等造成漫反射/散射现象(Diffuse Scattering, 简称DS)发生的情况, Wireless Insite 的X3D传播模型可以实现这个现象的仿真。
- 用户需要同时在材料以及X3D传播模型(Study area)中做相关设置才能启动这个功能。
- 一条路径(path)最多会发生一次漫反射/散射现象, 在路径输出文档中会以DS来标记这个现象。
- 漫反射/散射的计算会耗费较多硬件资源也需要较长时间。
- 开启这个功能之后, 也会产生这个功能独有的输出。
- 建议用户在考虑场景现场情况以及对材料有充分了解的情况下使用这个功能, 可以和未使用这个功能的仿真结果以及量测数据作比较, 调试出最佳的模型。

Study area : X3D Diffuse Scattering

- 用户必须先先在材料设置的部分挑选出要考虑发生漫反射/散射(Diffuse Scattering, 简称DS)现象的材料, 开启这个功能, 或者是建立一个会产生这个现象的材料, 然后配置给场景中会发生这个现象的表面。
- 如果只是单纯的挑选一个材料开启DS功能, 场景所有使用这个材料的表面都会成为潜在的漫反射/散射发生的位置, 比方说将混凝土(concrete)的机能打开, 场景中所有使用这一种混凝土的表面就都有可能发生漫反射/散射。
- 用户也可以对模型作精细的调适, 比方说建立两个相同的材料但是一个开启DS功能一个不开启, 比方说建立两种相同的混凝土然后将其中之一开启DS功能并配置到可能发生漫反射/散射现象的平面, 这种考量是由于使用同样材料的表面可能会有不同的粗糙度等表面状况。

Study area : X3D Diffuse Scattering

- 用户需要先将支持使用 Diffuse Scattering功能的材料中的DS 功能打开。
- 在Diffuse scattering properties窗口中作相关设置，选择适当的模型来描述材料特性。

Dielectric half-space properties

Short description:

Thickness (m):

Roughness (m):

Conductivity (S/m):

Permittivity:

Color: Plot

DS Enabled Diffuse Scattering

OK Cancel Apply

勾选DS Enabled开启漫反射功能。

Layered dielectric properties

Short description:

Dielectric layers:

Layer #	Description	Permittivity	Conductivity	Thickness
1 [Front]	layer 1	15.00	0.01500	0.300 m
2	layer 2	15.00	0.01500	0.400 m
3 [Back]	Layer 3	15.00	0.01500	0.600 m

Color: Plot

DS Enabled Diffuse Scattering

OK Cancel Apply

Color: Plot

DS Enabled Diffuse Scattering

按下 Diffuse Scattering 按钮开启Diffuse Scattering properties 窗口。

Diffuse scattering properties

Scattering model: Lambertian

Scattering Factor:

Cross-pol fraction:

Alpha:

Beta:

Lambda:

Advanced parameters

Use reflection coefficient Incidence Angle

OK Cancel

在Diffuse Scattering properties 窗口选择模型以及填入参数完成设置。

PEC properties

Short description:

Thickness (m):

Roughness:

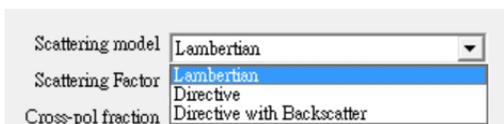
Color: Plot

DS Enabled Diffuse Scattering

OK Cancel Apply

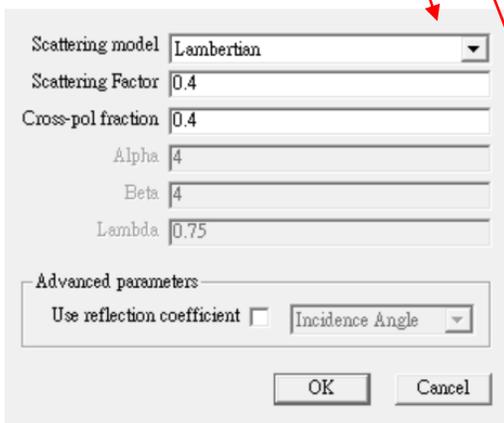
Study area : X3D Diffuse Scattering

Diffuse scattering properties



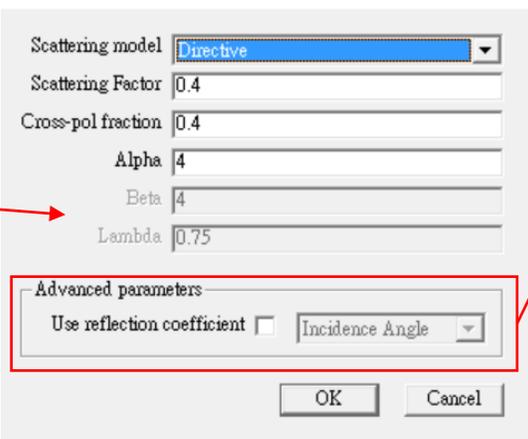
- 从菜单中选择三种漫反射数学模型之一。

Diffuse scattering properties



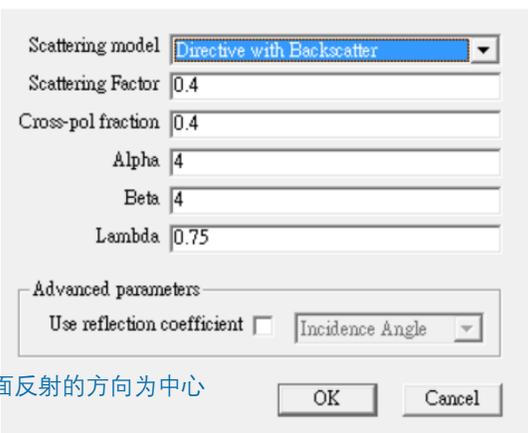
- Lambertian 模型代表漫反射以表面法线方向为中心，均匀发散

Diffuse scattering properties

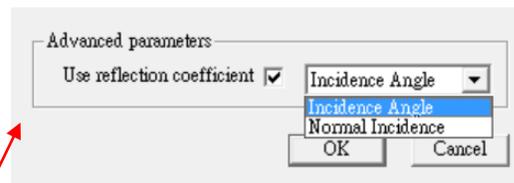


- Directive 模型会以入射角镜面反射的方向为中心均匀散射

Diffuse scattering properties



- Directive with Backscatter 模型会以镜面反射的方向为中心散射之外，还会有一簇反方向的散射



- Use reflection coefficient选项默认为关闭，用户除非对于漫反射的数学模型以及材料的行为非常了解，同时有需要，否则不须开启这个选项。
- 这个选项会进一步的把入射的功率密度分配到漫反射上，用户可以从菜单中选择参考的入射方式

Study area : X3D Diffuse Scattering

Study area properties

Short description: X3D
Propagation model: X3D

Default

Ray spacing (?): 0.2500
Number of reflections: 6
Number of transmissions: 0
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

Diffuse Scattering Enabled: Diffuse Scattering

OK Cancel

Diffuse Scattering Properties

Enable Diffuse Scattering

Allowed Interactions along Diffuse Scattering Paths

Max Reflections: 2
Max Transmissions: 0
Max Diffractions: 1

Final Interaction Only:

OK Cancel

勾选以启动Diffuse Scattering 功能

让漫反射固定只在路径的 最后一段发生

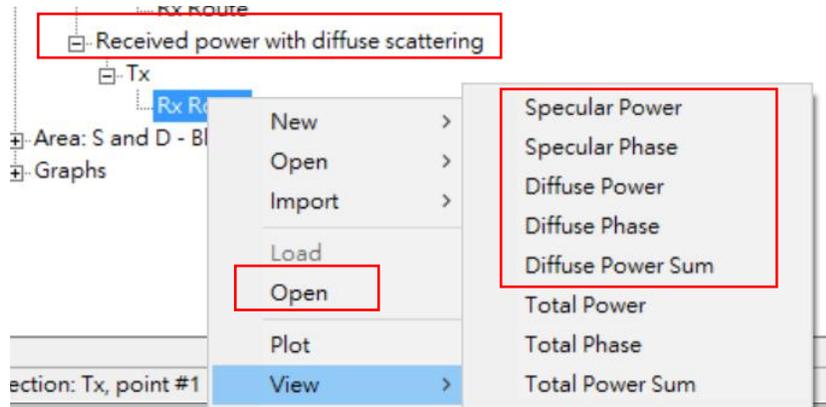
由于漫反射/散射会消耗掉很大的能量, 会比较容易产生被忽略掉的路径, 并且在计算上会产生额外的路径, 占用更多的内存, 所以可以合理限制发生漫反射的路径的复杂度来提升计算效能。

用户可以在此设置一条包含漫反射的路径的最大反射, 透射以及绕射次数

按下按钮进入进阶设置

- 材料相关的设置完成之后, 用户可以在Study area中设置传播模型的漫反射功能。
- 材料和Study area的相关设置都完成后, 就可以在仿真中实现漫反射的现象。

Study area : X3D Diffuse Scattering



- 做好相关设置后，仿真正常完成，就会有Diffuse Scattering 专有的输出
- 在用户界面的received power with diffuse scattering 栏位里面的RX按下鼠标右键就可以从菜单里面选择检视相关输出
- 用户可以用Open打开输出文档，或是从View在场景中检视输出

- **Diffuse Scattering** 会产生的特有输出，有些要打开输出文档才看得到
- Specular Power - the total specular power calculated before diffuse scattered paths are considered.
- Diffuse Power (coherent sum) - the total diffuse scattered power when scattered paths are assumed to be coherent.
- Diffuse Power (power sum) - the total diffuse scattered power when scattered paths are assumed to have lost phase coherence.
- Total Power (coherent sum) - the total power when the specular power and phase-coherent diffuse power are summed coherently.
- Total Power (power sum) - the total power when scattered paths are assumed to have lost phase coherence, calculated as the scalar sum of the magnitude of the specular power with the magnitude of the “power-summed” diffuse power.

Study area : X3D Output

Study area properties

Short description: X3D

Propagation model: X3D

Default

Ray spacing (?): 0.2500

Number of reflections: 6

Number of transmissions: 0

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

OK Cancel

Requested Output Categories

Description	
<input type="checkbox"/> Complex E-field	
<input type="checkbox"/> Complex impulse response	
<input checked="" type="checkbox"/> Delay spread	
<input type="checkbox"/> Direction of arrival	
<input type="checkbox"/> Direction of departure	
<input type="checkbox"/> EM-fields	
<input type="checkbox"/> Excess path loss	
<input type="checkbox"/> Free space path loss	
<input type="checkbox"/> Free space power	
<input type="checkbox"/> Mean direction of arrival	
<input type="checkbox"/> Mean direction of departure	
<input type="checkbox"/> Mean time of arrival	
<input checked="" type="checkbox"/> Path loss/gain	
<input checked="" type="checkbox"/> Propagation paths	
<input checked="" type="checkbox"/> Received power	
<input type="checkbox"/> Time of arrival	

Close

- 窗口中列出的输出种类大多为基本物理量，Wireless insite 提供包含但不限于这些输出。
- 有的输出会附加在窗口中列出的特定输出文档里面，用户可以从reference manual中查询
- 用户勾选需要的输出就可以了，勾选太多的话不但占用硬盘空间，也会额外增加仿真所需的硬盘写入时间

- 用户勾选的输出种类会被保存在输出文档，可以开启或是在project view检视

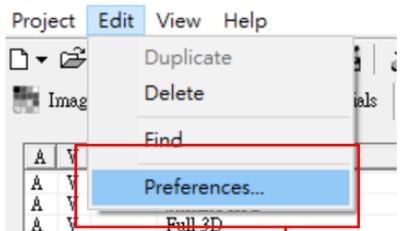
按下Output Requests 按钮进入输出设置

Study area : X3D Building Penetration receiver

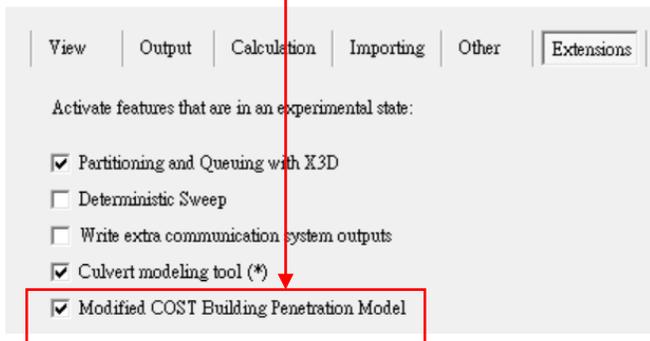
- X3D 支持用户使用一种特殊的接收器，可以较为粗略的计算信号穿透建筑物之后的损耗而无需建立复杂的floorplan，全名为Building Penetration RX set，在场景中会显示紫色。
- 用户需要先软件的偏好设置中打开这个特殊功能，然后在场景中挑选建筑物(City)放置这个grid类型的接收机，接着使用X3D 进行仿真。
- 这一类特殊的RX会分布于建筑物内以及建筑物外，建筑物内的RX点只会提供received power, path loss, 以及path gain这三种输出，建筑物外的RX点则会提供完整的X3D输出。

Study area : X3D Building Penetration receiver

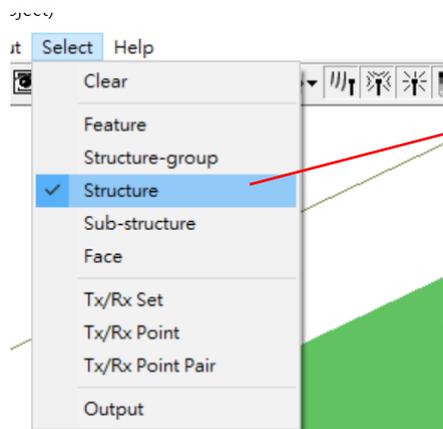
Wireless InSite 3.3.4.1 - Main: (Untitled)



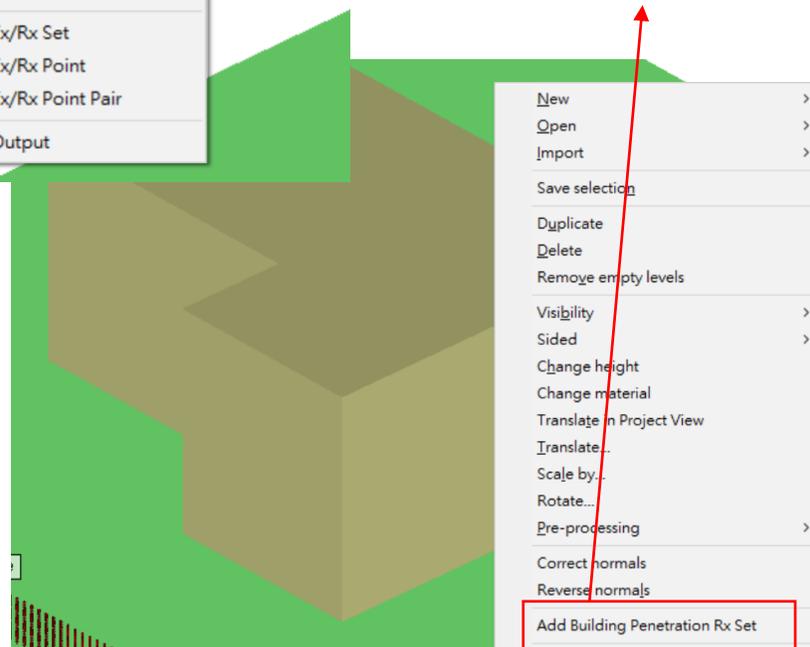
Preferences...



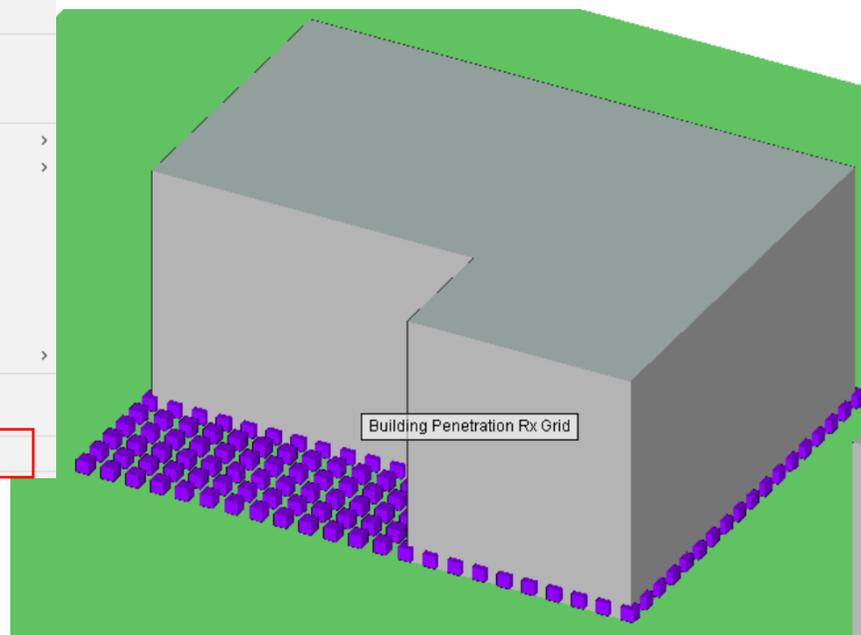
- 在用户界面的Edit菜单中选择Preferences, 然后在Preference 窗口中选择Extensions页面。
- 勾选Modified COST Building Penetration Model, 启用Building Penetration RX set.



- 在用户界面的Select菜单中选择Structure.
- 用鼠标在Project View中点选目标建筑物, 接着按下鼠标右键, 从菜单中选择Add Building Penetration Rx Set



- 完成放置RX点, 显示为紫色



Study area : Full 3D

- Full 3D 是一个较为传统的射线跟踪模型，使用CPU而非GPU做计算，和X3D相似，用户可以视为X3D 的前身，不过算法本身已经有差异，所以可能产出和X3D不同的结果。
- 由于各种新的功能以及5G/MIMO相关的仿真都只有X3D支持，目前(2020年6月)已经不再扩充新功能，所以建议用户将 Full 3D 作为没有GPU时的备用方案，通常请尽量使用精确度以及效能都较好的X3D传播模型。
- Full 3D 可以用于室内或室外的各种场景，也支持场景中存在植被，建筑物的屋顶可以为水平或倾斜，是一个泛用的3D的射线跟踪模型。
- Full 3D 允许一条路径中反射加透射加绕射总共30次的互动，如果用户输入的允许次数合计超过30次，会等比例缩减到总共30次。

Study area : Full 3D

Study area properties

Study area 简称, 在output页面会有同名条目来检索输出

Short description: Full 3D

Propagation model: Full 3-D

Automatic

Ray spacing (?): 0.2500

Number of reflections: 6

Number of transmissions: 0

Number of diffractions: 1

Raytracing method: SBR

Allowed Interactions

Advanced

Output Requests

Output Filters

Boundary

Notes

Short description: Full 3D

Notes: 中文

Save... Load... OK

Study area 的笔记, 用户可以输入注解说明设置, 支持中文输入

按下Save将笔记用TXT格式存盘再按下OK完成编辑

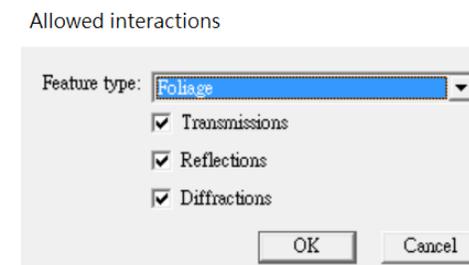
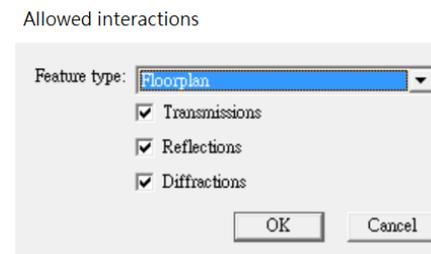
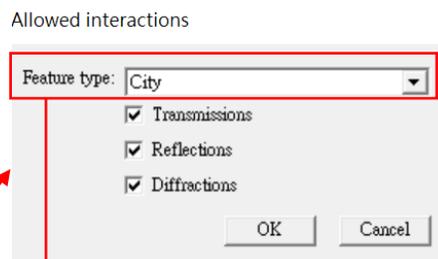
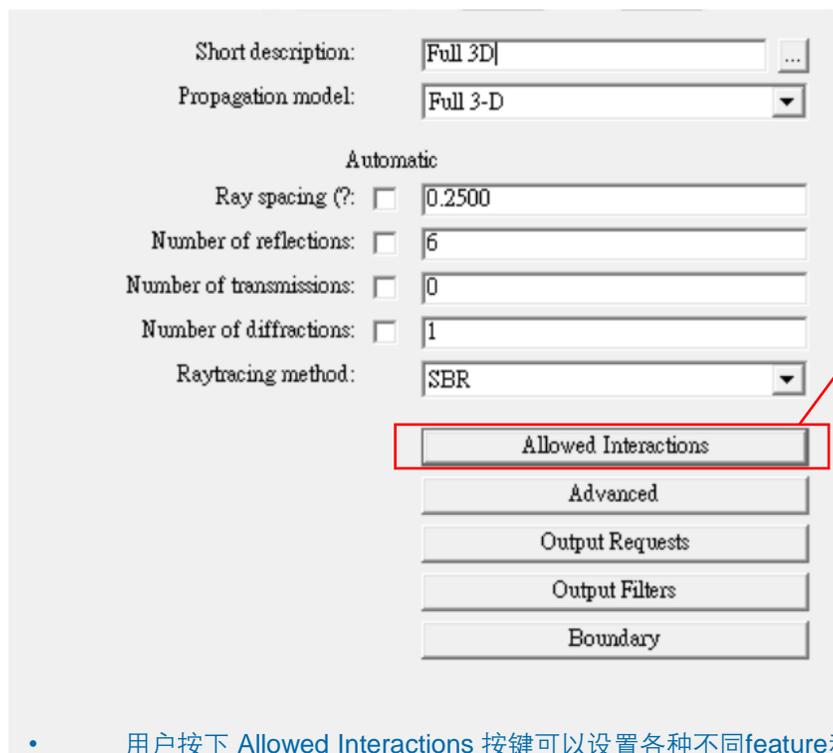
- 射线之间的夹角, 越小射线越密集, 默认值0.25度
- 这一区块用户可以设置从TX为起点出发到RX为终点的寻径条件, Wireless Insite会在条件范围内做寻径, 各种和环境的互动总共30次。
- Number of reflections 指一条路径最多能有的反射次数, Full 3D 在射线跟踪方法选SBR并且不考虑透射时最高可以到30次, 选Eigenray并且不考虑绕射时最高3次。
- Number of transmissions 指一条路径最多能有的透射次数, Full 3D 在射线跟踪方法选SBR并且不考虑反射时最高可以到30次, 选Eigenray时最高30次。
- Number of diffractions 指一条路径最多能有的绕射次数, Full 3D 在射线跟踪方法选SBR最高可以到4次, 选Eigenray并且不考虑反射时最高3次。

Raytracing method: SBR

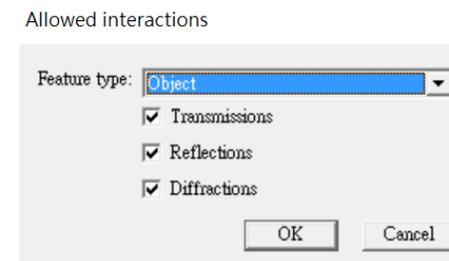
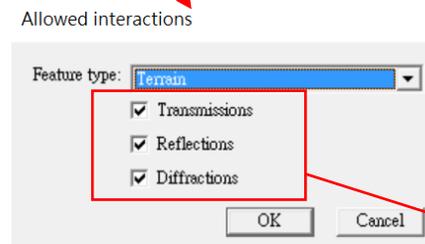
从Shooting and Bouncing Ray (SBR)以及Eigenray中选择射线跟踪模型

Study area : Full 3D

Study area properties



• 从菜单中选择要调整的feature种类



• 从透射, 反射, 绕射中勾选允许的互动类型。

- 用户按下 Allowed Interactions 按键可以设置各种不同feature和射线可以有的互动。
- 如果在properties窗口将反射, 透射或绕射等互动的允许次数设为0, 那么即使在这边将这个互动勾选为允许, 路径中一样不会产生次数被设为0的那个现象。
- 用户可以将这个选项视作寻径条件的补充, 斟酌场景的特性做设置, 减少不必要的寻径工作, 增加仿真效能。

Study area : Full 3D

Study area properties

Short description: Full 3D
Propagation model: Full 3-D

Automatic

Ray spacing (?): 0.2500
Number of reflections: 6
Number of transmissions: 0
Number of diffractions: 1
Raytracing method: SBR

Allowed Interactions
Advanced
Output Requests
Output Filters
Boundary

Advanced model parameters

Automatic

Ray spacing (m): 0.500
Reflections before first diffraction: 3
Reflections after last diffraction: 3
Reflections between diffractions: 1
Transmissions before first diffraction: 2
Transmissions after last diffraction: 2
Transmissions between diffractions: 1
Path loss threshold (dB): -70.00
Sum complex electric fields: Correlated
Ray tracing acceleration: Octree

OK Cancel

设置平面波的射线间距，单位为米

- 设置第一次绕射之前，两次绕射之间以及最后一次绕射之后可以有的反射次数。
- 建议将在第一次绕射前的反射次数和最后一次绕射之后的反射次数设为相同，两次绕射之间的反射次数设为0, 1或2.
- 设置第一次绕射之前，两次绕射之间以及最后一次绕射之后可以有的透射次数。
- 建议将在第一次绕射前的透射次数和最后一次绕射之后的透射次数设为相同，两次绕射之间的透射次数设为0, 1或2.

- 按下 Advanced 按钮打开寻径条件进阶选项。
- 用户可以设置在此对Full 3-D 如何建立每一条路径做更细节的设置。

- 路径损耗的上限，超过这个数值的路径会被忽略。

Study area : Full 3D

Advanced model parameters

Automatic

Ray spacing (m): 0.500

Reflections before first diffraction: 3

Reflections after last diffraction: 3

Reflections between diffractions: 1

Transmissions before first diffraction: 2

Transmissions after last diffraction: 2

Transmissions between diffractions: 1

Path loss threshold (dB): -70.00

Sum complex electric fields: Correlated

Ray tracing acceleration: Octree

OK Cancel

Sum complex electric fields: Correlated

Ray tracing acceleration: None

Correlated

All

- 用户可以从这个菜单选择Full 3D 如何将电场加总，是否保留相位信息，会进一步影响到接收功率以及路径损耗的计算

Ray tracing acceleration: Octree

None

Octree

Partitions

- 用户可以从这个菜单选择Full 支持的加速计算方式

- None : 将每一条路径的能量加总求得接收功率，忽略路径的相位差。
- All : 所有路径的能量都在将相位差纳入计算的情况下加总，然后 Wireless Insite 再从总场值的大小来求得接收功率。
- Correlated : 先将路径分组，把相似的路径在纳入相位差的条件下将能量加总，然后再把各组的功率加总来求得接收功率。
- None : 不做任何加速
- Octree : 将场景中的表面分类组织成树状结构，再进行寻径，在场景中的表面多于2500个的情况下有较好效能
- Partitions : 基于是否在视距内可见将场景中的 geometry 分组，再依照分组作寻径，在场景中的表面少于2500个的情况下有较好效能

Study area : Full 3D

Study area properties

Short description: ...

Propagation model:

Automatic

Ray spacing (?):

Number of reflections:

Number of transmissions:

Number of diffractions:

Raytracing method:

- 按下Output Requests 按钮进入输出设置

Requested Output Categories

Description	
<input type="checkbox"/> Animated fields	
<input type="checkbox"/> Complex E-field	
<input type="checkbox"/> Complex impulse response	
<input checked="" type="checkbox"/> Delay spread	
<input type="checkbox"/> Diagnostic information	
<input type="checkbox"/> Direction of arrival	
<input type="checkbox"/> Direction of departure	
<input type="checkbox"/> EM-fields & Poynting vector	
<input type="checkbox"/> Electric field vs. frequency	
<input type="checkbox"/> Electric field vs. time	
<input type="checkbox"/> Excess path loss	
<input type="checkbox"/> Free space path loss	
<input type="checkbox"/> Free space power	
<input type="checkbox"/> Mean direction of arrival	
<input type="checkbox"/> Mean direction of departure	
<input type="checkbox"/> Mean time of arrival	
<input checked="" type="checkbox"/> Path loss/gain	
<input type="checkbox"/> Power delay profile	
<input checked="" type="checkbox"/> Propagation paths	
<input checked="" type="checkbox"/> Received power	
<input type="checkbox"/> Terrain profiles	
<input type="checkbox"/> Time of arrival	

- 窗口中列出的输出种类大多为基本物理量，Wireless insite 提供包含但不限于这些输出。
- 有的输出会附加在窗口中列出的特定输出文档里面，用户可以从reference manual中查询
- 用户勾选需要的输出就可以了，勾选太多的话不但占用硬盘空间，也会额外增加仿真所需的硬盘写入时间

- 用户勾选的输出种类会被保存在输出文档，可以开启或是在project view检视

Study area : Urban Canyon

- Urban Canyon 是一个较为简化的三维射线跟踪算法模型，适用于室外的市区环境仿真。
- 因为仅考虑建筑物或地形的反射和绕射，所以Urban Canyon模型不支持透射现象，路径中不会发生透射。
- Urban Canyon 模型会假设建筑物的高度无限高，建筑物顶端的绕射路径的能量会被忽略，并且建筑物的高度远高于发射器(TX)和接收机(RX)的高度。
- Urban Canyon模型支持较为简单的Terrain地形，支持平地或是较为缓和的山坡，Terrain由不超过50个平面构成。
- Urban Canyon模型也会假设TX和RX的高度差远小于路径长度来简化计算。
- 用户可以在有类似特性的室外场景使用Urban Canyon模型来跑一个简单的结果做参考，用来调整模型设计，但是Urban Canyon的功能有限，完整精确的仿真还是建议使用X3D.

Study area : Urban Canyon

Study area properties

Study area 简称, 在output页面会有同名条目来检索输出

Short description: Urban Canyon

Propagation model: Urban Canyon

Automatic

Ray spacing (?): 0.2500

Number of reflections: 6

Number of diffractions: 1

Allowed Interactions

Advanced

Output Requests

Output Filters

Boundary

Notes

Short description: Urban Canyon

Notes: 中文

Study area 的注记, 用户可以输入注解说明设置, 支持中文输入

Save... Load... OK

按下Save将注记用TXT格式存盘再按下OK完成编辑

射线之间的夹角, 越小射线越密集, 默认值0.25度

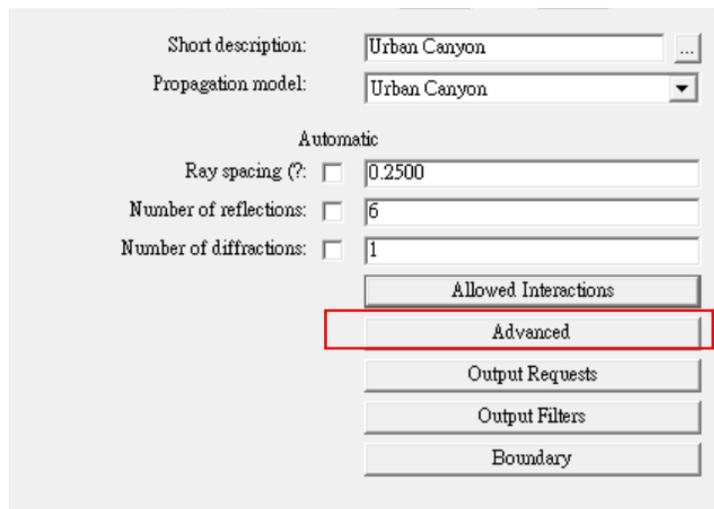
这一区块用户可以设置从TX为起点出发到RX为终点的寻径条件, Wireless Insite会在条件范围内做寻径。

Number of reflections 指一条路径最多能有的反射次数, Urban Canyon 反射最高可以到30次。

Number of diffractions 指一条路径最多能有的绕射次数, Urban Canyon 绕射最高可以到3次。

Study area : Urban Canyon

Study area properties



Short description: Urban Canyon

Propagation model: Urban Canyon

Automatic

Ray spacing (?): 0.2500

Number of reflections: 6

Number of diffractions: 1

Allowed Interactions

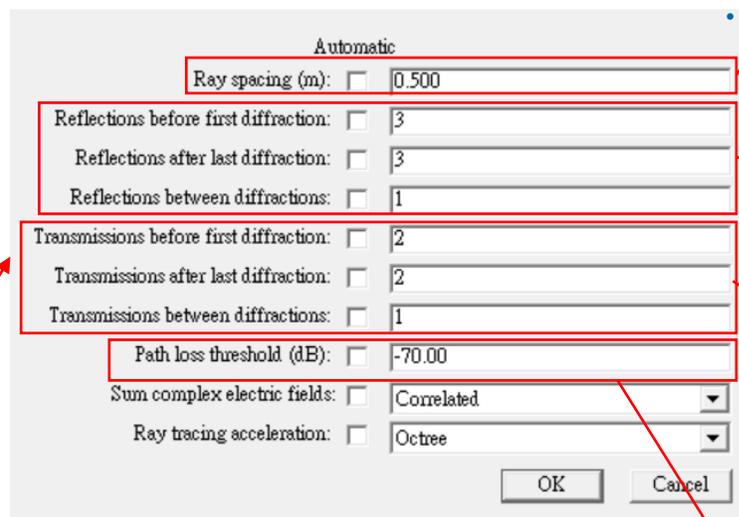
Advanced

Output Requests

Output Filters

Boundary

Advanced model parameters



Automatic

Ray spacing (m): 0.500

Reflections before first diffraction: 3

Reflections after last diffraction: 3

Reflections between diffractions: 1

Transmissions before first diffraction: 2

Transmissions after last diffraction: 2

Transmissions between diffractions: 1

Path loss threshold (dB): -70.00

Sum complex electric fields: Correlated

Ray tracing acceleration: Octree

OK Cancel

设置平面波的射线间距，单位为米

- 设置第一次绕射之前，两次绕射之间以及最后一次绕射之后可以有的反射次数。
- 建议将在第一次绕射前的反射次数和最后一次绕射之后的反射次数设为相同，两次绕射之间的反射次数设为0，1或2。
- 设置第一次绕射之前，两次绕射之间以及最后一次绕射之后可以有的透射次数。
- 建议将在第一次绕射前的透射次数和最后一次绕射之后的透射次数设为相同，两次绕射之间的透射次数设为0，1或2。

- 按下 Advanced 按钮打开寻径条件进阶选项。
- 用户可以设置在此对Urban Canyon 如何建立每一条路径做更细节的设置。
- 基本上和Full 3-D相同，用户可以参考Full 3-D的部分。

- 路径损耗的上限，超过这个数值的路径会被忽略。

Study area : Urban Canyon

Study area properties

Short description: ...

Propagation model: ▾

Automatic

Ray spacing (?):

Number of reflections:

Number of diffractions:

- 按下Output Requests 按钮进入输出设置

Requested Output Categories

Description
<input type="checkbox"/> Animated fields
<input type="checkbox"/> Complex E-field
<input type="checkbox"/> Complex impulse response
<input checked="" type="checkbox"/> Delay spread
<input type="checkbox"/> Diagnostic information
<input type="checkbox"/> Direction of arrival
<input type="checkbox"/> Direction of departure
<input type="checkbox"/> EM-fields & Poynting vector
<input type="checkbox"/> Electric field vs. frequency
<input type="checkbox"/> Electric field vs. time
<input type="checkbox"/> Excess path loss
<input type="checkbox"/> Free space path loss
<input type="checkbox"/> Free space power
<input type="checkbox"/> Mean direction of arrival
<input type="checkbox"/> Mean direction of departure
<input type="checkbox"/> Mean time of arrival
<input checked="" type="checkbox"/> Path loss/gain
<input type="checkbox"/> Power delay profile
<input checked="" type="checkbox"/> Propagation paths
<input checked="" type="checkbox"/> Received power
<input type="checkbox"/> Terrain profiles
<input type="checkbox"/> Time of arrival

- 窗口中列出的输出种类大多为基本物理量，Wireless insite 提供包含但不限于这些输出。
- 有的输出会附加在窗口中列出的特定输出文档里面，用户可以从reference manual中查询
- 用户勾选需要的输出就可以了，勾选太多的话不但占用硬盘空间，也会额外增加仿真所需的硬盘写入时间

- 用户勾选的输出种类会被保存在输出文档，可以开启或是在project view检视

Study area : Vertical Plane

- Vertical Plane是一个从二维的垂直面上追踪和建立路径的传播模型，经常被用在较长距离的不规则地形对VHF以及UHF频段进行仿真。
- 基本上用于室外环境，20公里范围内精确度进行过验证，设当的设置ray spacing来维持精确度可以运用达100公里的范围。
- 使用的频率下限为50MHz, 上限则看应用而定。
- 可用的天线的种类以及TX/RX高度不设限制，支持植被(Foliage)Feature。
- 设置不包含透射，但是允许路径透射植被并计算损耗。

Study area : Vertical Plane

Study area properties

- Study area 简称, 在output页面会有同名条目来检索输出

Short description: Vertical Plane

Propagation model: Vertical Plane

Automatic 选择传播模型的菜单, 此处选择 Vertical Plane

Ray spacing (?): 0.2500

Number of reflections: 6

Number of diffractions: 1

Linearize terrain: Yes

Effective Earth radius: 4/3

Allowed Interactions

Advanced

Output Requests

Output Filters

Boundary

OK Cancel

Notes

Short description: Vertical Plane

Notes: 中文

Save... Load... OK

- Study area 的笔记, 用户可以输入注解说明设置, 支持中文输入
- 按下Save将笔记用TXT格式存盘再按下OK完成编辑

- 射线之间的夹角, 越小射线越密集, 默认值0.25度
- 这一区块用户可以设置从TX为起点出发到RX为终点的寻径条件, Wireless Insite会在条件范围内做寻径。
- Number of reflections 指一条路径最多能有的反射次数, Vertical Plane 最高可以到30次。
- Number of diffractions 指一条路径最多能有的绕射次数, Vertical Plane最高可以到6次。

Effective Earth radius: 4/3

Effective Earth radius: Specify... 1.33333

- Linearize terrain 选项会简化用来建立路径的垂直面中地形的部分, 会将较小的起伏变化消除, 也会同时会让输出的路径简化。
- 场景中包含长距离不规则地形时, Vertical Plane 会参考地球曲率的影响, 曲率则参考地球的半径, 默认值为4/3半径, 用户可以自定义, 或是从菜单中选择Flat加以忽略。

Study area : Vertical Plane

Study area properties

Short description: Vertical Plane

Propagation model: Vertical Plane

Automatic

Ray spacing (?): 0.2500

Number of reflections: 6

Number of diffractions: 1

Linearize terrain: Yes

Effective Earth radius: 4/3

Allowed Interactions

Advanced

Output Requests

Output Filters

Boundary

OK Cancel

- 按下 **Advanced** 按键打开寻径条件进阶选项。
- 用户可以设置在此对 **Vertical Plane** 如何建立每一条路径做更细节的设置。
- 基本上和Full 3-D相同，用户可以参考Full 3-D的部分。

Advanced model parameters

Automatic

Ray spacing (m): 0.500

Reflections before first diffraction: 3

Reflections after last diffraction: 3

Reflections between diffractions: 1

Transmissions before first diffraction: 2

Transmissions after last diffraction: 2

Transmissions between diffractions: 1

Path loss threshold (dB): -70.00

Sum complex electric fields: Correlated

Ray tracing acceleration: Octree

OK Cancel

设置平面波的射线间距，单位为米

- 设置第一次绕射之前，两次绕射之间以及最后一次绕射之后可以有的反射次数。
- 建议将在第一次绕射前的反射次数和最后一次绕射之后的反射次数设为相同，两次绕射之间的反射次数设为0, 1或2.
- 设置第一次绕射之前，两次绕射之间以及最后一次绕射之后可以有的透射次数。
- 建议将在第一次绕射前的透射次数和最后一次绕射之后的透射次数设为相同，两次绕射之间的透射次数设为0, 1或2.

- 路径损耗的上限，超过这个数值的路径会被忽略。

Study area : Vertical Plane

Study area properties

Short description: Vertical Plane

Propagation model: Vertical Plane

Automatic

Ray spacing (?): 0.2500

Number of reflections: 6

Number of diffractions: 1

Linearize terrain: Yes

Effective Earth radius: 4/3

Allowed Interactions

Advanced

Output Requests

Output Filters

Boundary

OK Cancel

- 按下Output Requests 按钮进入输出设置

Requested Output Categories

Description
<input type="checkbox"/> Animated fields
<input type="checkbox"/> Complex E-field
<input type="checkbox"/> Complex impulse response
<input checked="" type="checkbox"/> Delay spread
<input type="checkbox"/> Diagnostic information
<input type="checkbox"/> Direction of arrival
<input type="checkbox"/> Direction of departure
<input type="checkbox"/> EM-fields & Poynting vector
<input type="checkbox"/> Electric field vs. frequency
<input type="checkbox"/> Electric field vs. time
<input type="checkbox"/> Excess path loss
<input type="checkbox"/> Free space path loss
<input type="checkbox"/> Free space power
<input type="checkbox"/> Mean direction of arrival
<input type="checkbox"/> Mean direction of departure
<input type="checkbox"/> Mean time of arrival
<input checked="" type="checkbox"/> Path loss/gain
<input type="checkbox"/> Power delay profile
<input checked="" type="checkbox"/> Propagation paths
<input checked="" type="checkbox"/> Received power
<input type="checkbox"/> Terrain profiles
<input type="checkbox"/> Time of arrival

Close

- 用户勾选的输出种类会被保存在输出文档，可以开启或是在project view检视

- 窗口中列出的输出种类大多为基本物理量，Wireless insite 提供包含但不限于这些输出。
- 有的输出会附加在窗口中列出的特定输出文档里面，用户可以从reference manual中查询
- 用户勾选需要的输出就可以了，勾选太多的话不但占用硬盘空间，也会额外增加仿真所需的硬盘写入时间

Study area : Hata

- Hata模型的路径损耗数学模型可见于1980年8月IEEE Transactions on Vehicular Technology由 M. Hata 撰写的“Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services”一文，原始数据来自于Y. Okumura 等人所著，“Field strength and its variability in vhf and uhf land-mobile radio services,”一文的量测数据。
- 这个模型会建立一条TX到RX的直线作为基础路径并计算损耗，所以不会考虑多径效应，因而不建议在有使用指向性天线的RX存在的场景使用。
- 这个传播模型会假设TX都是基站，RX都是一般终端装置，支持范围为150MHz~1500MHz。
- 这个传播模型基本上适用于市区或市郊环境,地形平坦或起伏不大，无植被或覆盖范围中等，建议范围1~20公里，基站高度30-200米，终端装置高度1-10米的环境，在建筑物内直接视为250dB路径损耗。
- 适用天线TX端无特殊限制，RX端建议isotropic, omni-directional。

Study area : Hata

- Hata 传播模型设置窗口

Study area properties

Short description: ...

Propagation model:

Default

Environment:

OK Cancel

Default

Environment:

- Medium-sized city
- Large-sized city
- Suburban
- Rural

- Hata 提供的可控选项也较少。
- 用户可以从菜单中选择最接近仿真场景的情景，让Hata模型做计算

Study area : COST-Hata

- COST-Hata是Wireless Insite支持的经验值传播模型之一，算是另一个模型Hata的扩充版，支持的频率范围为1500~2000MHz。
- 这个模型会建立一条TX到RX的直线作为基础路径并计算损耗，所以不会考虑多径效应，因而不建议在有使用指向性天线的RX存在的场景使用。
- 这个传播模型会假设TX都是基站，RX都是一般终端装置。
- 这个传播模型基本上适用于市区或市郊环境,地形平坦或起伏不大，无植被或覆盖范围中等，建议范围1~20公里，基站高度30-200米，终端装置高度1-10米的环境。
- 适用天线TX端无特殊限制，RX端建议isotropic, omni-directional。

Study area : COST-Hata

- COST-Hata 传播模型设置窗口

Study area properties

Short description: COST Hata

Propagation model: Real Time - COST-Hata

Default

Environment: Medium-sized city

OK Cancel

Default

Environment: Medium-sized city

Large-sized city

Medium-sized city

Suburban

Rural

- COST-Hata 是经验值模型，所以提供的可控选项也比较少。
- 用户可以从菜单中选择最接近仿真场景的情景，让COST-Hata模型做计算

Study area : Freespace

- Freespace是最简单的传播模型之一，会建立一条TX-RX的直线，数学上假设能量在所有方向均与TX至RX的距离(r)成 $1/r$ 的数学关系。
- 如果RX被地形(Terrain)，建筑物(City)或物体(Object)挡住，则直接视为路径损耗250dB，Floorplan 则不起作用。
- 场景大小，天线种类，频率范围等条件则无特殊限制。

Study area properties

Short description: Freespace

Propagation model: Real Time - Freespace

- Freepsace 传播模型设置窗口,无任何可调控选项。

OK Cancel

Study area : Real Time - OPAR

- OPAR 全名OPNET Path Attenuation Routine 模型，是 Wireless Insite 的 Real Time 模型之一。
- 计算考虑TX-RX之间的距离以及路径中穿越的建筑物深度，适合用于建筑物的深度占路径长度百分比较低的情况。
- 参考文献： G. Comparetto, J. Schwartz, N. Schultz, and J. Marshall, “A communication analysis tool that accounts for attenuaion due to foliage, buildings and ground effects,” September 2003.

Study area properties

Short description: Copy of Hata

Propagation model: Real Time - OPAR

- Real Time OPAR 传播模型设置窗口，无任何可调控选项。

OK Cancel

Study area : Real Time – VPUP

- VPUP模型全名为 Vertical Plane Urban Propagation，是一个适用于市区的简化版射线跟踪模型，可以快速的计算并且有优于经验值模型的精确度。
- 当TX和RX之间无阻碍，存在LOS的直线路径时VPUP建立一条直线路径，如果不存在LOS直线路径，则会建立一个Z方向的垂直面，其中会包含TX，RX，以及TX-RX之间的二维建筑物/障碍物轮廓，然后建立跨越这些轮廓顶部的路径来做计算。
- VPUP适用于室外的市区环境，最低频率为100MHz，不考虑物体(Object),植被(Foliage),以及室内环境(floorplan)的影响，天线的高度以及种类无限制。
- 如果TX/RX在建筑物或地下，VUPU模型会回报invalid,提醒用户不适用。

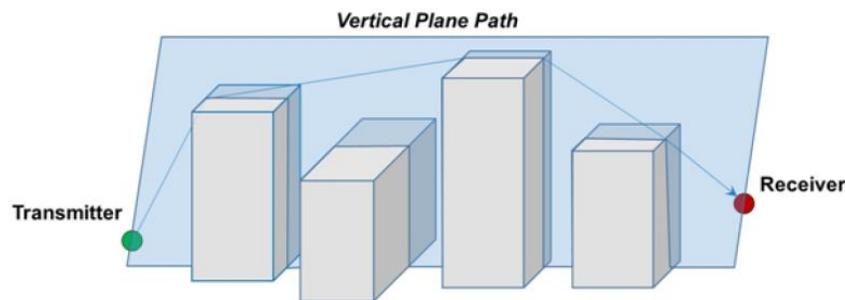


Figure 16.12: Extracting the Vertical Plane between a Transmitter and Receiver

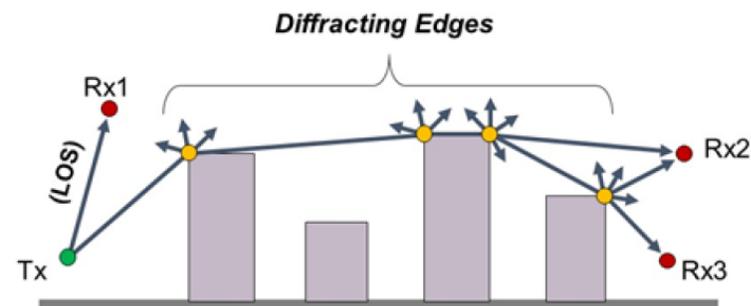


Figure 16.13: Sample paths to receivers in LOS and shadowed locations

Study area : Real Time – VPUP

Study area properties

Short description: VPUP

Propagation model: Real Time - VPUP

Include ground bounce:

Output Requests

OK Cancel

- 切换是否考虑地面的反射，地形为平地或接近平地时会较精确。
- 按下Output Requests 按钮进入输出设置

Requested Output Categories

Description
<input type="checkbox"/> Complex E-field
<input type="checkbox"/> Complex impulse response
<input checked="" type="checkbox"/> Delay spread
<input type="checkbox"/> Direction of arrival
<input type="checkbox"/> Direction of departure
<input type="checkbox"/> EM-fields
<input type="checkbox"/> Excess path loss
<input type="checkbox"/> Free space path loss
<input type="checkbox"/> Free space power
<input type="checkbox"/> Mean direction of arrival
<input type="checkbox"/> Mean direction of departure
<input type="checkbox"/> Mean time of arrival
<input checked="" type="checkbox"/> Path loss/gain
<input checked="" type="checkbox"/> Propagation paths
<input checked="" type="checkbox"/> Received power
<input type="checkbox"/> Time of arrival

Close

- 用户勾选的输出种类会被保存在输出文档，可以开启或是在project view检视

- 窗口中列出的输出种类大多为基本物理量，Wireless insite 提供包含但不限于这些输出。
- 有的输出会附加在窗口中列出的特定输出文档里面，用户可以从reference manual中查询
- 用户勾选需要的输出就可以了，勾选太多的话不但占用硬盘空间，也会额外增加仿真所需的硬盘写入时间

Study area : Real Time – Triple Path Geodesic

- Triple Path Geodesic简称TPG模型，可以说是VPUP的强化版本，除了垂直面上跨越障碍物轮廓顶部的路径之外，另外建立一个包含TX，RX以及障碍物水平轮廓的平面，并且建立两条分别从两侧包络住障碍物轮廓的路径一同计算能量。
- 当TX和RX之间无阻碍，存在LOS的直线路径时TPG建立一条直线路径，如果不存在LOS直线路径，则会建立一个Z方向的垂直面，其中会包含TX，RX，以及TX-RX之间的二维建筑物/障碍物轮廓，然后建立跨越这些轮廓顶部的路径来做计算。
- TPG适用于室外的市区环境，最低频率为100MHz，不考虑物体(Object),植被(Foliage),以及室内环境(floorplan)的影响，天线的高度以及种类无限制。
- 如果TX/RX在建筑物或地下，TPG模型会回报invalid,提醒用户不适用。

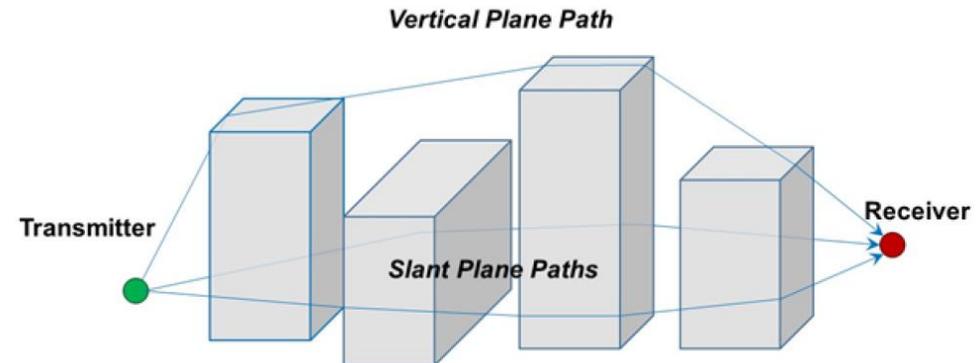


Figure 16.14: Sample Vertical Plane and Convex Hull in Slant Plane between Transmitter and Receiver

Study area : Real Time – Triple Path Geodesic

Study area properties

Short description: Triple Path Geodesic

Propagation model: Real Time - Triple Path Geodesic

Include ground bounce:

Output Requests

OK Cancel

- 切换是否考虑地面的反射，地形为平地或接近平地时会较精确。
- 按下Output Requests 按钮进入输出设置

Requested Output Categories

Description
<input type="checkbox"/> Complex E-field
<input type="checkbox"/> Complex impulse response
<input checked="" type="checkbox"/> Delay spread
<input type="checkbox"/> Direction of arrival
<input type="checkbox"/> Direction of departure
<input type="checkbox"/> EM-fields
<input type="checkbox"/> Excess path loss
<input type="checkbox"/> Free space path loss
<input type="checkbox"/> Free space power
<input type="checkbox"/> Mean direction of arrival
<input type="checkbox"/> Mean direction of departure
<input type="checkbox"/> Mean time of arrival
<input checked="" type="checkbox"/> Path loss/gain
<input checked="" type="checkbox"/> Propagation paths
<input checked="" type="checkbox"/> Received power
<input type="checkbox"/> Time of arrival

Close

- 用户勾选的输出种类会被保存在输出文档，可以开启或是在project view检视

- 窗口中列出的输出种类大多为基本物理量，Wireless insite 提供包含但不限于这些输出。
- 有的输出会附加在窗口中列出的特定输出文档里面，用户可以从reference manual中查询
- 用户勾选需要的输出就可以了，勾选太多的话不但占用硬盘空间，也会额外增加仿真所需的硬盘写入时间

Study area : Real Time - Walfisch-Ikegami

- REAL TIME - WALFISCH-IKEGAMI模型是一个基于假设能量主要来自绕射通过TX-RX之间的屋顶之路径的经验值模型。
- 使用REAL TIME - WALFISCH-IKEGAMI模型必须符合以下条件：
 - 信号频率介于800MHz至2000MHz
 - TX-RX 的距离在20米至5公里
 - 发射器高度介于4米至50米
 - 接收机高度介于1米至3米

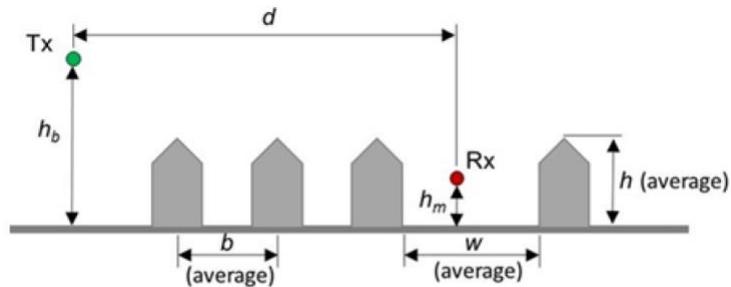


Figure 16.15: Deterministic and Statistical (Average) parameters for Walfisch-Ikegami Model

Study area properties

Short description:

Propagation model:

- Real Time Walfisch-Ikegami 传播模型设置窗口,无任何可调控选项。

OK Cancel

Study area : Summary

- 每一个传播模型都有其适用的条件，可能会受场景范围，场景特性以及信号频率的限制。
- 目前全3D并且适用范围最广的是X3D模型。
- X3D模型在表中场景范围以及信号频率范围以外通常还是可以进行仿真，不过可能计算效能或是精确度不理想。
- 场景范围过大的时候，为了避免射线发散所以必须增加射线密度，就有可能造成计算量增加。
- X3D在表中的频率范围之外运作时，可能因为材料在高频的特性会变化或是在低频时波长很长因而会有其他物理现象影响能量传递而降低精确度，用户最好多做测试比较来修正模型以及输出。

Table 16.1: Summary of Model Capabilities and Inputs

Propagation Model	Max Reflections	Max Transmissions	Max Diffractions	Environments	Objects	Ground Range	Antenna Heights	Antenna Types	Algorithm	Frequency	Propagation Domain
Full 3D	≤ 30*	≤ 30*	3	Urban Indoor Terrain Foliage	All	≤ 10 km	All	All	SBR, Eigen Ray	100 MHz - 20 GHz	3D
X3D	30	8	3	Urban Indoor Terrain Foliage	All	≤ 10 km	All	All	SBR + Exact Path correction	100 MHz - 100 GHz	3D
Vertical Plane	30	Foliage only	6	Terrain Foliage	N/A	≤ 100 km	All	All	SBR	100 MHz - 20 GHz	2D Vertical
Urban Canyon	30	N/A	3	Urban Flat Terrain Foliage	N/A	1 km	Below most roof tops	All	SBR + Image theory ground bounce	100 MHz - 20 GHz	2D Horizontal
Free Space	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	No limit	All	All	Single Ray	No limitations	point-to-point
Hata	N/A	N/A	N/A	Urban, Sub-urban, Rural	N/A	1-20 km	Tx 30-200m; Rx 1-10m	All	Empirical	150 MHz - 1.5 GHz	point-to-point
COST Hata	N/A	N/A	N/A	Urban, Sub-urban, Rural	N/A	1-20 km	Tx 30-200m; Rx 1-10m	All	Empirical	1.5 GHz - 2 GHz	point-to-point
VPUP	N/A	N/A	64	Urban Terrain	All	Any	Any	All	Convex hull diffraction	100 MHz - 100 GHz	2D Vertical
TPG	N/A	N/A	64	Urban Terrain	All	Any	Any	All	Convex hull diffraction	100 MHz - 100 GHz	3D
Walfisch-Ikegami	N/A	N/A	N/A	Urban	N/A	20m - 5 km	Tx 4-50m; Rx 1-3m	Isotropic	Semi-Deterministic, Statistical	800 MHz - 2 GHz	point-to-point
OPAR	N/A	N/A	N/A	Urban	N/A	No Restrictions	No Restrictions	Isotropic	Semi-Deterministic, Empirical	No restrictions	point-to-point