

Electromagnetic Simulation Software

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

• 這份教材歡迎任何有需要的用戶索取,並且可以自由分享或是引用其內容

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

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

Project Edit View Help

D	□ - ☞ - 🖬 💿 🖫 🚴 🖆 🛓 -										
	Ir	nage	s []	🛉 Features	📰 Materials 🛛 M Way	eforms 🛛 🔮 Ante	nnas 🛛 🏹 Tra	nsmitters / Receivers	🐟 Study areas	🚯 Comm. systems	≡→ Output
_					,						
	A	Y	С	Description		Model	Boundary				
	A	Y		X3D		X3D Ray	Manual				
						-					

- Study area意指在模擬場景中劃出一塊立體的三維空間,並在這個空間範圍之內運用用戶指定的傳播 模型以及各種用戶配置進行模擬
- 用戶在建立Studyarea時也會定下模擬的三個核心規則
 - 進行模擬的區域範圍
 - 用來計算從發射器傳送到接收機的能量的算法模型
 - 用戶需要的模擬輸出
- 在Main視窗中按下Study areas 按鍵進入Study areas頁面, 用戶可以建立或編輯Study area
- 一個模型可以有多個Study area, 每一個都各自獨立依照用戶的配置產生輸出







- 標準的包含全部feature的Study area
- · 一個場景中可以有一個到多個互相獨立的 Study area 存在。
- 每一個 Study area 可以有不同的配置,使用不同的傳播模型,產出不同的輸出種類。
- 多個Study area 會依序計算,並在Output頁面會依照不同Study area列出 關聯的output.



•

包含2個Study area的場景

REMC

© Remcom Inc. All rights reserved.

• 用戶可以在選定的Study area按下滑鼠右鍵打開選單進行各種設置。







A	V	С	Description		Model	Boundary	
			X3D	~ ~	Active Visible New Open Import Duplicate Delete Edit boundary	>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>	
					Crop geometry to		
					Run Properties	>	

- 從右鍵選單選擇 Crop geometry to,將Study area 邊界以外的feature删除。
- 由于模擬計算還有Ray Tracing只在邊界以內進行,所以不影響計算,由于surface變少,可以節省一些內存。





- 從右鍵選單選擇Properties或是滑鼠左鍵雙擊可以打 開Study area properties 視窗。
- Study area properties 視窗可以從命名開始做各種設置,用戶可以選擇要使用的傳播模型,設置各種ray tracing 引擎的參數,或是開啓特殊功能。
- 不同的傳播模型(propagation model)會有不同的參數 配置以及選項,也有用戶完全不能做任何設置的傳播 模型

• 各種算法模型相關功能





Ray Tracing



•

曲面代表波面, 紅色箭頭代表射綫

- 物理上信號在空間中可以視爲從TX出發以一個波面的形 ٠ 態來前進和擴散。
- 連續的波面在包含各種地形,建築物,或是室內的隔間 ٠ 等環境前進時會和環境有非常複雜的互動,包括損耗能 量, 改變方向等物理現象。
- 射綫跟踪是一種用從TX發出的射綫(Ray)來近似連續波面 • 的數學物理方法,從側面看,相當于用射綫來近似波面 前谁的路徑。





- 把這些點連起來,也可以還原出近似的波面,這些點越密集,還原的 波面就越逼真
- Wireless Insite 使用ray spacing (射綫之間的夾角)來控制射綫的密集 度,默認值爲0.25度, 灰角越小,射綫越密集, TX發出的射綫越多
- TX發出的射綫越多,計算量就越大,需要的內存就越多,用戶可以 依照實際情况來設置。



Ray Tracing

- 射綫跟踪算法是基于射綫在前進的過程和環境的互動來建立路徑,路徑建立之後接著考慮天綫輻射場型以及材料等因素來計算能量損耗 等物理現象,所以可以反過來說,有路徑才有信號。
- 在Wireless Insite中, 射綫會和各種feature的表面接觸, 發生反射, 透射, 繞射, 散射等現象, 一個物體的厚度則是由材料參數來代表, 在場景中, 每一個面的外觀上厚度不會視覺化表達出來。
- Wireless Insite 有四種射綫跟踪算法可以選用分別是 Full-3D, X3D, Urban Canyon還有Vertical Plane, 用戶可以根據實際情况選用。
- 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戶會需要在有CUDA兼容顯卡的電腦上使用X3D進行模擬才能正常完成計算並得到完整輸出。





Study area: Propagation Model

- 用戶可以在 Study area 頁面的 Propagation model 選單選擇要在Study area範圍內使用的數學模型, Wireless Insite提供的傳播模型包 含4種射綫跟踪模型以及7種較簡單計算速度較快的Real Time模型(簡化的射綫跟踪模型以及經驗值模型)。
- 每一個傳播模型根據使用的數學物理方法或數值方法不同有不同的特性,也因此有不同的設置選項。
- 一般建議用戶使用X3D模型配合CUDA兼容的GPU/顯卡來做計算,X3D可以勝任絕大多數模擬要求,在特定情况下,用戶可以考慮用其他的傳播模型先作比較簡化的模擬。
- 不同的傳播模型也會提供不同的模擬輸出,用戶需要注意是否支持自己需要的輸出,或是能否得到能用來做後處理能够得到自己所需數 據的輸出。

study are	a properties		W OD	1
	Short description:	X3D	Full 3-D	
	Propagation model:	X3D 🔹	Urban Canyon	
	Defa	ılt	Real Time - COST-Hata	
	Ray spacing (?: 🦵	0.2500	Real Time - Freespace	
	Number of reflections: 🔲	6	Real Time - Hata	
	Number of transmissions: 🔲	0	Real Time - Triple Path Geodesic	
	Number of diffractions: 🔲	1	Real Time - VPUP	
In	clude Terrain Diffractions: 🔲		Keai lime - Wallisch-Ikegami	



Charles and a second second

Study area: Propagation Model

- 不同的傳播模型提供不同的設置項目(Input parameters),用戶可以透過這些設置去控制計算或是選擇軟件提供的模擬輸出。
- 除了默認的模擬輸出之外,用戶可以自行 增加其他支持範圍內的輸出,不過增加輸 出種類有可能增加後處理的時間,並且使 用額外的硬盤空間,用戶需要注意。
- 目前提供最多控制選項的是X3D傳播模型。
- 也有完全沒有控制選項的經驗值傳播模型。

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	1	No	 ✓
Full3D	Ray spacing Ray interactions Raytracing Method Allowed Interactions Advanced	1	√	✓
URBAN CANYON	Ray spacing Ray interactions Allowed Interactions Advanced	1	~	1
VERTICAL PLANE	Ray spacing Ray interactions Linearize Terrain Effective Earth Radius Allowed Interactions Advanced	1	1	√
VPUP TPG	Ground bounce	\checkmark	No	No
Hata COST Hata	Environment	No	No	No
WALFISCH-IKEGAMI OPAR ERFESPACE	No	No	No	No



- X3D 是目前Wireless Insite中最爲泛用,功能最多,最精確的傳播模型,適用于室內,室外/市區,大範圍地理區域或是這些環境特徵共存的場景的模擬。
- 除開有特殊需要的情况,一般建議用戶選擇X3D傳播模型進行計算。
- X3D需要運用Nvidia 的 CUDA 兼容GPU/顯卡進行模擬, 用戶需要準備好所需硬件才能正常運作。
- 包含5G所需的MIMO, Beamforming, 以及針對粗糙表面的漫反射(diffuse scattering)現象的模擬必須使用X3D傳播模型才能進行模擬, Full-3D等其他傳播模型不支持這些功能。
- X3D模型運用GPU建立三維路徑之後,再運用主板的CPU進行能量損耗等相關物理量計算,因而會頻繁的在GPU和CPU,顯存和內存 之間交換數據,由于路徑相關數據會存放在主板內存,因而在TX/RX數量很多的時候有可能發生內存不足的現象。
- 用戶如果發現計算長時間卡住的情况,建議用戶在此時檢查作業系統的內存用量,如果已經接近用完(如8GB內存用了7.8GB),則計算 已經正常無法完成,用戶需要中斷計算,將模型簡化或是减少一次計算的TX/RX數量,分次完成,或是升級硬件再從新開始模擬。



- X3D傳播模型獨有的功能
 - 在TX/RX上配置MIMO天綫進行5G等相關模擬。
 - 在模型中有大量接收點時可以運用APG (Adjacent Path Generation) 加速技術提升計算效能。
 - 大氣吸收效應 (Atmospheric absorption)
 - 用蒙地卡羅數值方法(Monte Carlo)在模型中實現有非固定值之材料特性,發射功率以及信號頻率的場景模擬。
 - 計算最大允許輻射值 (Maximum Permissible Exposure, MPE)
 - 使用改良過的COST Building Penetration Model 在不需額外建立Floor plan室內模型的情况下評估信號穿透建築物之後的衰减。
 - 計算在粗糙表面的漫反射(Diffuse Scattering)現象。



REMC



© Remcom Inc. All rights reserved.

\frown

Study area:X3D 尋徑條件

1	Defau	lt
Ray spacing (?:		0.2500
Number of reflections:		6
Number of transmissions:		0
Number of diffractions:		1
Include Terrain Diffractions:		

- Wireless Insite 的X3D模型會從建立TX-RX之間的路徑來開始模擬,路徑建 立之後再接著計算損耗,因而尋徑條件會直接影響模擬結果的精確度甚至合 理性。
- 軟件的默認值是最多六次反射,不發生透射,最多一次繞射,也就是在X3D 會在這個條件限制內建立路徑,如果需要7次反射或是要有至少一次透射才 能到達RX,則會視爲信號無法到達,沒有涵蓋。
- 尋徑條件並沒有特定限制要怎麽設置,軟件默認值是經驗值,通常可以用來做參考,用戶會需要考慮場景實際情况來做設置調整。
- 舉例說, 狹長的通道就可能需要6次以上的反射次數才能够到達在另一端的RX, 如果尋徑允許的反射次數不足會發生在現實中有信號但 是模擬却得到沒有信號的結果。
- 或者,在很多用薄墙,輕隔間或玻璃來分隔房間或區域的場景,通常就需要考慮透射,讓路徑能穿透隔間,不然也會發生模擬結果和真 實世界相去甚遠的現象。
- 反射/透射/繞射次數設置越高,尋徑條件越寬松,但是模擬時間也會越長,條件放寬到一定程度之後,對模擬結果影響就有限了,用戶可以根據場景的特性並參考經驗來做調整。

Study area:X3D尋徑條件







- 中央隔間爲玻璃輕隔間, Study area 中尋徑條件透射 次數爲1
- 允許發生透射,所以可以產 生到達隔間另一邊的路徑
- 基于路徑,得到輕隔間另一邊的信號接收功率等物理量, 較爲符合真實世界的情况



Study area 中尋徑條件透射 次數爲0

中央隔間爲玻璃輕隔間

- 由于不發生透射,所以到達 RX的路徑數量爲0
- 由于無路徑,因此得到輕隔 間另一邊無信號涵蓋的不合 理結果



•

Study area:X3D尋徑條件



Project Edit View Help D + 28 + 🖬 🐼 🥘 ℡ 🔝 🖆 🛓 +						
🌆 Images 🛛 🖣 Features 📰 Materials 🕅						
⊡ Area: X3D 6 reflection						
Point to multipoint						
Delay spread						
⊕ Path gain						
□ Propagation paths						
Receiver #1: No paths.						
. Received power						
Area: V2D 9 reflection						

tudy area	properties	
-----------	------------	--

Short description: Propagation model:	X3D 6 reflection X3D
Det	ault
Ray spacing (?: 🛛	0.2500
Number of reflections:	6
Number of transmissions:	0
Number of diffractions: 🔽	1
Include Terrain Diffractions: 📋	

反射次數設爲6次,尋徑條 件過于嚴苛,沒有路徑能到 達RX5,因而得到RX5沒有 信號的結果。

•

٠



~
Project Edit View Help
D▾ ☞▾ ◼
🎫 Images – 📑 Features – 📰 Materials – M Waveforms – 🌾 Anten
Received power
Area: X3D 8 reflection
- Point to multipoint
Delay spread
Path gain
₽ Path loss
Propagation paths
TX .
E-TX 2
ERX 4
E-RX 5
Receiver #1: 3 paths.
Path #3: Tx-D-R-R-R-R-Rx (-119.2 dBm)

" Study area properties

In

Short description: Propagation model:		X3D 8 reflection X3D 🗸 🗸
De	efaul	lt
Ray spacing (?:		0.2500
Number of reflections:		8
Number of transmissions:		0
Number of diffractions:		1
lude Terrain Diffractions:		

反射次數設爲8次,尋徑條 件放寬,3條路徑能到達 RX5。

Study area:X3D尋徑條件

Wireless InSite 3.3.4.1 - Main: (Untitled Project) [G:\\Path validation 2\v	Study area properties
□ + ∅ + ℓestures ■ Materials M Waveforms	Short description: X3D 10 reflection Propagation model: X3D Default Ray spacing (?: 0.2500 Number of reflections: 10 Number of transmissions: 0 Number of diffractions: 1 Include Terrain Diffractions: 1
B. RX 4 B. REceiver #1:23 paths. Path #1: Tx-R-R-R-R-R-R-R-R-R-R-R-R (-91.78 dBm) Path #2: Tx-R-R-R-R-R-R-R-R-R-R-R (-94.37 dBm) Path #3: Tx-R-R-R-R-R-R-R-R-R-R-R (-94.93 dBm) Path #4: Tx-R-R-R-R-D-R-R-R-R-R-R (-95.94 dBm)	• 反射次數設爲10次,尋徑條件再次 放寬,23條路徑能到達RX5。

- 尋徑條件的設置會直接影響到模擬的結果,如果得到了不合理或是不理想的結果,可以考慮調整尋徑條件的設置,或者加以放寬。
- 有時候也可以故意將條件限縮作特殊運用,比方說在室內場景,可以將X3D的反射,透射,繞射次數都設爲0,X3D就只會建立直綫路徑,可以用來把視綫內 (Line of Sight, LOS)的RX點過濾出來,室外的場景也可以用Free space模型來做這個過濾。
- 須經條件合理與否需要用戶基于模擬場景特性判斷,或是做一些嘗試,可以從軟件的默認值開始作嘗試。



- X3D傳播模型支持使用GPU集群進行大範圍,包含大量TX/RX點的模擬。
- 用戶需要先在軟件全域的Preference 視窗作相關設置, 然後在X3D 的設置頁面啓動這個功能。
- 能使用的硬件資源除了受用戶所擁有的硬件資源限制之外,也受license的限制。

Preferences...

View Output Calculation Importing Other Extensions	Preferences	 在Preference視窗勾選partitioning and queuing with X3D之後在Study area的X3D設
Activate features that are in an experimental state:	Units View Output Calculation Importing Other	置選項中勾選Enable job partitioning and Ex queuing就可以啓用並行處理
 Partitioning and Queuing with X3D Deterministic Sweep 	Multi-thread mode: Transmitters Maximum concurrent threads: 4	● 用戶會需要額外的MPI license 以及正確設置 的脚本才能在集群上做分散式計算
Write extra communication system output	Low Normal High	
Culvert modeling tool (*)	Priority:	CPU Tyreads: 8
Modified COST Building Penetration Model	, i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	Postision in non-d Operation
	•	Partitioning and Queuing Properties
• 從Project view或Main視窗的edit選單進入 . Preference視窗	所有計算加起來可以使用的最大綫程數量	Partitioning type: Partition by transmitter point
 勾選Partitioning and Queuing with X3D 啓用X3D的 集群平行處理機能 	平行處理使用的綫程數量總和必須小于這個數字, 如果設置不正確,軟件會彈出警示信息。	Queue type: Local
		OK Cancel







- 基于 Weissberger 研究的植被模型,用戶可以參考原論文得到更多信息
- 原論文: 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模型較爲簡單,用戶需要設置隨距離衰减的參數

Study area:X3D 大氣吸收

- X3D傳播模型支持在模擬中實現大氣的水份以及氧氣等成分吸收能量造成信號衰竭的現象。
- 用戶可以調節大氣壓力,氣溫以及相對濕度等參數來改變大氣成分,進而體現出大氣成分 的變化對信號的影響。
- 目前的版本(3.3.4)僅能改變大氣的情况,還不能實現下雨或下雪等天候情况,用戶可能需 要將模擬輸出數據自行後處理來讓物理量接近受這些氣候影響的情况。



- 勾選Default時會使用標準的大氣參數,用戶也可 以依照實際需求自行修改參數。
- 溫度的單位爲攝氏度,壓力爲mbar,相對濕度 爲百分比數值。
- 這些數值都設爲0時,模擬就不考慮大氣的影響
- 大氣吸收會影響到如路徑損耗,接收功率等多種 模擬輸出。





- X3D運用2012年2月份的 "Attenuation by atmospheric gases," Recommendation ITU-R 676-679頁的信息進行 大氣吸收的衰竭現象計算。
- 本圖爲說明書第16章提及X3D使用的數值模型,用戶可以 參考同一章節ITU的原圖。

Study area : X3D APG acceleration

- 在TX/RX點數衆多的時候,X3D提供一種特殊的數學物理方法來加速計算,當用戶使用Route,XYGrid,Vertical Surface,以及特殊的Building Penetration receiver 這四種RX點規律排列的接收機(群)時 (3.3.4版),可以透過APG功能簡化計算來加速,一組RX在包含數十個或以上RX點的時候APG功能會有明顯的幫助。
- Adjacent Path Generation, 即APG 加速是在一組規律排列的RX點中先用大于原始點距的距離來取點,比方說一組XYGrid的RX點距爲1米,APG可能先5米取 一個點來做射綫跟踪模擬,這些點就叫做coarse points,也就是粗略取點的意思,簡稱<mark>粗取點</mark>。
- 由于<mark>鄰近的RX點對同一個發射器(TX)的路徑會有較高的相似性</mark>,在建立TX到這些粗略點的路徑之後,X3D會進一步用這些粗取點的路徑來反推在粗取點之間 的RX點的路徑,好處是省下對許多RX點作射綫跟踪的計算時間。
- 由于運用APG加速計算會在基本的射綫跟踪完成之後建立SQL數據庫文檔(*.sqlite),然後用這些數據進行後處理來建立粗取點以外的RX點的路徑,所以RX點 很多(比方說數千個或以上)而且尋徑條件複雜(反射/透射次數多)的時候,這個sqlite文檔會很大,因而後處理也可能會使用很長的時間,極端的情况也會有耗時 接近甚至超過不使用APG加速的情形。
- 用戶可以透過化整爲零,比方說合理的將一組有大量RX點的grid分割成幾組較小的RX grid運用批次等方式做模擬,搭配APG功能來取得最佳的效能。





• 用戶需要同時在X3D設置視窗勾選APG Enabled, 同時在APG支持的RX (Route, XYgrid, Vertical surface, Building Penetration receiver)設置視窗勾選Enable APG for X3D來啓用這個功能。

Transmitter/Re	eceiver properties								
Short descrip	ption: RX route			Study area properties					▲ acceleration +立如论
Coordinate sy	Layout properties			Short description:	X3D	•	勾選APG Enabled 開啓 的這個功能	X3D 及下APC 入進階設	出版的 Acceleration 按键進 計置
Ellij	Default			r topaganon moder.	X3D •		×		1
Origin long	Spacing (m):	1.000000		Defa	ult			Atmosphere	
Origin lat	Rendered size (m): 🔽	0.250		Ray spacing (?: 🕅	0.2500	1	APG Enabled:	APG Acceleratio	a
	Average velocity (m/s):	0.000		Number of reflections:	6		MC Evabled:	E Mark Cult	
Elevations relati		Edit control points		Number of transmissions:					
Rotati	Generate p2p output:	No		Number of diffractions:	1				
Activate trans		Enable APG for X3D		Include Terrain Diffractions:		/		▶	
Activate rec	Adjacency Distance (m): 🔽	Use Study Area Override			Ray Casting Limits		APG Acceleration Prop	perties	
		OK Cancel		CPU Threads:	4				
		在layout properties 中	□勾選		Partitioning and Queuing			🔽 Enable	
		Enable APG for X3D		Foliage Model:	Weissberger Model		Adjacency Distance (m):	10	
		Fnable APG for X3D		Foliage attenuation (d.B/m):	1.000				
	Adjacency Distance (m)	Use Stud v Area Override		MODILITY FIALIOINI TIME INTERVAL (S).	1 Atmosphere		Paths to Consider:	25	
				é PG Frahled -				01	/ Carreal
		OK Cancel		ATO Enabled.	AFG Acceleration				
	\ .	使用Study area中設置的	 匀 料	MC Enabled.	Monte Carlo				
	L L	取點間隔		Diffe Charles Fills	MPE				
		🔽 Enable & PG for X3D		Diffuse Scattering Enabled:	Diffuse Scattering				
0 á	diagonar Distance (m):		-		Output Requests	•	用戶設置粗取點間隔,	單位	
A	ujacency Distance (III).	1	5		Boundary		爲米		
		OK Cancel	•	在Study area proper	ties 視窗中對X3D模型作			→田会新七份日会料合	旧丽 MFT 田 夕 小 友 吗 /m
		田戶對這個RX白行設	署粗	APG加速度設置			•	這個參數指的走習到母一 本建立由問的 DY 對的敗氣	旧収 却 収 用 多 少 除 路 倥 ・ 25 実 テ 数 伝 一 個 約
		取點問隔			OK Cancel			不建立中间的10个和的焰徑 取點取25條路徑本堆質由	, ∠J 农小到 母── 回 忸 問 R X 戰 的 路 忽
		נדון ניין איא אר-						大学生を11411年11年中上	



- 模擬軟件都需要將環境和模型做各種不同程度的簡化和理想化,才能在有限的時間,信息以及計算機資源等條件下建立模型並且完成計算。
- 理想化或簡化的程度會給模擬結果帶來大小不一的影響,用戶可能要經過多次嘗試不同的條件或是另外做後處理才能得到和受各種複雜條件以及不確定影響的 真實世界最爲接近的精確結果。
- 在Wireless Insite的建模過程裏,用戶可以透過蒙地卡羅數學方法在模擬中體現現實世界的複雜條件,不確定性,或是不一致性,用戶可以在以下的幾個部分 使用蒙地卡羅數學方法:
 - 材料的電氣參數(導電率,介電係數)以及機械特性(粗糙度,厚度)變化,描述材料非均質的形况。
 - 一個平面的構成材料非單一的現象,用一個蒙地卡羅材料來代表一個面上面可能有多種材料分布的情形,如一面墙上可能有玻璃,磚頭,混凝土等不同材料,但是要確實繪製出 來可能太複雜。
 - 載波頻率在中心頻點一個範圍之內的變化,體現信號的不穩定特性。
 - 發射功率非恒定值的情形,比方說設備發射功率可能在一個範圍之內波動,所以就用一個分布函數來描述這個現象。
- 用戶對于材料,信號頻率或發射功率的不確定性用蒙地卡羅方法做過適當設置後,接著在 Study area properties 的 X3D 頁面勾選蒙地卡羅功能加以啓動,並 作必須設置,在模擬中就可以透過蒙地卡羅數學方法將幾種不確定性用數學分布的方式實現出來並且得到在這種不確定性影響下的模擬結果。
- 使用蒙地卡羅功能進行模擬會得到這個功能提供的特定輸出,不過計算時間也會變長。
- 只有X3D傳播模型支持蒙地卡羅方法這個功能。



• 用戶需要第一步先在材料,波形,發射功率等處作設置,建立蒙地卡羅材料或是開啓功能,設置分布方式以及分布範圍,將不確定性變量本體界定出來。



Monte Carlo Parameter	Monte Carlo Parameter		Monte Carlo Parameter	Monte Carlo Parameter
✓ Activate Monte Carlo for Permittivity Minimum Permittivity: 3.000000 Maximum Permittivity: 15.000000 Distribution: Normal Normal 9.000000 Std Deviation 1.200000	✓ Activate Monte Carlo for Permittivity Minimum Permittivity: 3.000000 Maximum Permittivity: 15.000000 Distribution: Uniform Uniform No additional parameters	 在材料設置視窗中有permittivity, conductivity, roughness, thickness等四個參數可以設置。 用戶可以對一個到四個參數做設置使用蒙地卡羅模型來描述其不確定性。 Monte Carlo variable-parameter single layer material pr 	✓ Activate Monte Carlo for Conductivity Minimum Conductivity: 0.005000 Maximum Conductivity: 0.025000 Distribution: Normal Mean Conductivity: 0.015000 Std Deviation 0.002000	Activate Monte Carlo for Conductivity Minimum Conductivity: 0.005000 Maximum Conductivity: 0.025000 Distribution: Uniform Uniform No additional parameters
OK Cancel ・ 設置蒙地卡羅模型來描述介 Monte Carlo Parameter ▼ Activate Monte Carlo for Roughness	OK Cancel 電係數的分布 Monte Carlo Parameter ▼ Activate Monte Carlo for Roughness	Short description: MC Variable parameter Parameter Value Permittivity 15.000000 Monte Carlo Conductivity 0.015000 Monte Carlo Roughness 0.010000 Monte Carlo Thickness 0.300000 Monte Carlo Color: Image: Color: Image: Color:	OK Cencel • 設置蒙地卡羅模型來描 Monte Carlo Parameter	OK Cancel 述導電率的變化 Monte Carlo Parameter
Minimum Roughness: 0.000000 Maximum Roughness: 0.020000 Distribution: Uniform No additional parameters OK Cancel	Minimum Roughness: 0.000000 Maximum Roughness: 0.020000 Distribution: Normal Normal • Mean Roughness: 0.5 Std Deviation 0.1 OK Cancel	OK Cancel	✓ Activate Monte Carlo for Thickness Minimum Thickness (m): 0.100000 Maximum Thickness (m): 0.500000 Distribution: Normal Mean Thickness (m): 0.010000 Std Deviation 0.002000 OK Cancel	Activate Monte Carlo for Thickness Minimum Thickness (m): 0.100000 Maximum Thickness (m): 0.500000 Distribution: Uniform Uniform No additional parameters OK Cancel
• 設置蒙地卡羅模型來描述	述粗糙度的變化		• 設置蒙地卡羅模型來描	述厚度的變化

Sinusoid properties





Transmitter/Receiver properties

REMC

		Transmitter properties					卡羅分布模型		
Short description:	TX 1				Monte	Larlo Parameter			
Coordinate system:	Cartesian				🔽 Activ	vate Monte Carlo for Input Pov	wer	<u> </u>	
Zone:		Source Antenns	Created for use by set (Untitled B 🔻		Minimu	m Input PowerdBm: 10.0000	100	议 里书	朝八功平愛化郫闺工下സ
Ellipsoid:	WGS-84	Waveform	Sinusoid 💌		Maximu	um Input PowerdBm: 10.0000	100		
Origin longitude:	e dec	E			Distribu	tion: Uniform			
	() dms '	W Alignment	C Easel Point		II. if a sec				
Origin latitude:	C dms 0	N Alignment Mode	 Fixed Global 		No addi	m	*選單選擇分布		
Elevations relative to:	Terrain	Coordinate system	Spherical			·····································	函數	Distribution:	Uniform 💌
		Phi (: 0	1				Uniform —	Normal
Detetion /0.	Show origin when active	Theta (*	: 90					No additiona	l parameters
Kotadon (7:	10.00	Roll (: 0			OK	Cancel		
Activate transmitter:	Transmitter Properties								
Activate receiver:	Receiver Properties								
	Lourant Dyperaution					Manta Carla Davanata			
	Layout Properties		Display options			Monte Carlo Paramete	er	*	
(Project ID = 2)	OK Cancel Apply					🔽 Activate Monte Carlo	for Input Power		
-		Transmitter Options				Minimum Incert Descend D		_	
		Input nower (dBm)	. 10 0000			Minimum Input PoweraB	m: 10.00000		
• 打開Trans	smitter/Receiver properties視窗,	input power (abin	Insut Bauer Mante Carls	ר/		Maximum Input PowerdE	3m: 10.000000	_	
按下ITANS	smitter Properties按鍵進行發射		Input Fower Monte Carlo		_	-			
		titit The suit David		-		Distribution:	Normal	- ·	送择吊悲分布(Normal)的月 日金雪亜鉛罢亚均值和標準
		• 按下Input Pow	er Monte Carlo按键進行設直	. 1		– Normal –			广曾而安议且十37但仰候4 美
			OK Cano	el		Mean Input PowerdBm:	0.5	-	~L 0
							1	_	
						Std Deviation	0.1		

勾選Activate Monte Carlo for Input Power 使用蒙地

•

OK

Cancel

• 用戶完成材料,波形,發射功率等蒙地卡羅相關設置後,回到Study area,選擇X3D傳播模型,接著啓動蒙地卡羅功能並完成相關設置。

Study area properties		Monte Carlo Properties
Short description: X3D Propagation model: X3D	 □ ● 勾選MC Enabled 啓動蒙地卡羅功能 	
Default Rx passing ? 0.2500 Number of reflections: 6 Number of transmissions: 0 Number of diffractions: 1 Include Terrain Diffractions: 1 CPU Threads: 4 Foliage Model: Restberger Model Foliage Model: 1.000 Mobility Platform Time Interval (s): 1 APG Enabled: More Carlo MC Enabled: MPE Diffuse Scattering Enabled: Diffuse Scattering Output Requests Boundary	APG Enabled: APG Acceleration MC Enabled: Monte Carlo MPE	✓ Activate Monte Carlo Number of Iterations: ① ● Mean ● Maximum ● Minimum ● Median ● Std Deviation ● OK ● OK ● Cancel ● 修改蒙地卡羅隨機程序的參數,用 戶可以透過調整隨機程序來改變模 擬結果
	·····································	江 70 度, 取八度, 取八度, 工 间 度, [準差中選取所需的輸出



- 環境中的高輻射源會對人健康造成威脅, Wireless Insite 可以將模擬的結果依照IEEE Standard C95.1-2005的標準來做評斷, 在模擬場景中顯示處安全區及超標區。
- Maximum Permissible Exposures (MPE) 指的就是在安全範圍之內,人體可以承受的最大輻射曝曬量,如果一個區域的輻射數值超標了就有可能對人體健康產 生消極性的影響。
- Wireless Insite 可以在100 MHz 到 100 GHz 的頻率範圍內進行MPE的計算,依照不同的工業標準或用戶自定標準標識出超標區域。
- Wireless Insite 提供三種計算標準, IEEE Controlled, IEEE Uncontrolled, 以及用戶自定的判別標準, 前兩者是基于IEEE C95.1-2005在微波輻射對人體的影響有保護的環境(Controlled)以及沒有施加保護的環境(Uncontrolled), 這兩個工業標準會依照信號頻率定出微波輻射安全值, Wireless Insite則基于這個安全值將計算結果視覺化.
- 用戶需要在Study area選擇X3D並作相關設置才能使用這個功能.



• 在不同環境條件下 IEEE C95.1-2005 的標準

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

• 在有微波輻射防護的環境的 IEEE 標準

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

Frequency	RMS Electric	RMS Magnetic	Average Power Density	
Range Field Strength		Field Strength		
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	

• 在無微波輻射防護的環境的 IEEE 標準

• 用戶可以在Study area中啓用MPE計算功 能並選擇工業標準。

- 在模型中可以用爲輻射源的發射器(TX)類 型有Points與Trajectory兩種。
- MPE計算支持的波形包括Sinusiod, Blackman,以及Gaussian三種。
- Tukey, Gaussian Derivative, Hamming, Hanning, Chirp, Raised, Cosine Root Raised Cosine 等寬帶波形在計算時數學 上會被視爲方塊波。



用戶自定標準時需要填寫相關參數



MPE 計算會提供特定的模擬結果,用戶可以讀取數值或視覺化的檢視輻射强度超標的區域。 •

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

Table 18.3: MPE Outputs and Filenames

MPE計算的輸出以及文檔名稱

Point to multipoint			
Delay spread D	eatures ed_10 ultipo	Prº ▲ ✓ ↓ _ New Open Import Load	> > >
EEEC95.1-2005: Average Power Density EEEC95.1-2005: Average Power Density in Short Interval	in	Open	
Graphs	s ation	Plot View	
用户乔迪Output頁面的MPE輸出	d pov j.1-20 j.1-20 j.1-20 j.1-20 ajecto	Plot MPE Threshold View MPE Threshold Plot Aggregated MPE Thresholds View Aggregated MPE Thresholds	
• 點開節點,在RX名稱上按下滑鼠右 鍵,選擇視覺化或是繪製曲綫圖	pint #	Properties	





0.00 % 200.00 % Tx Trajectory 15m 100 GHz very slow [trajectory]

- 在 project view視窗會以四種顏色顯示該區 域的輻射强度
- 紫色表示强度在限制值的0.001以下,綠色 表示0.001%到50%,黃色區域爲50%到 100%,紅色表示該區域超標。
- 用戶可以在project view上面觀察場型,並 參考畫面下方的帶狀頻譜瞭解分布狀況。



- 在模擬場景的環境中會有特別粗糙的表面等造成漫反射/散射現象(Diffuse Scattering, 簡稱DS)發生的情况, Wireless Insite 的X3D傳播模型可以實現這個現象的模擬。
- 用戶需要同時在材料以及X3D傳播模型(Study area)中做相關設置才能啓動這個功能。
- 一條路徑(path)最多會發生一次漫反射/散射現象,在路徑輸出文檔中會以DS來標記這個現象。
- 漫反射/散射的計算會耗費較多硬件資源也需要較長時間。
- 開啓這個功能之後,也會產生這個功能獨有的輸出。
- 建議用戶在考慮場景現場情况以及對材料有充分瞭解的情况下使用這個功能,可以和未使用這個功能的模擬結果以及量測數據作比較,調試出最佳的模型。



- 用戶必須先在材料設置的部分挑選出要考慮發生漫反射/散射(Diffuse Scattering, 簡稱DS)現象的材料, 開啓這個功能, 或者是建立一個會產生這個現象的材料, 然後配置給場景中會發生這個現象的表面。
- 如果只是單純的挑選一個材料開啓DS功能,場景所有使用這個材料的表面都會成爲潜在的漫反射/散射發生的位置,比 方說將混凝土(concrete)的機能打開,場景中所有使用這一種混凝土的表面就都有可能發生漫反射/散射。
- 用戶也可以對模型作精細的調適,比方說建立兩個相同的材料但是一個開啓DS功能一個不開啓,比方說建立兩種相同 的混凝土然後將其中之一開啓DS功能並配置到可能發生漫反射/散射現象的平面,這種考量是由于使用同樣材料的表面 可能會有不同的粗糙度等表面狀况。



Layered dielectric properties

- 用戶需要先將支持使用 Diffuse Scattering功能的 材料中的DS 功能打開。
- 在Diffuse scattering properties視窗中 ٠ 置, 選擇適當的模型來描述材料特性

Diffuse Scattering

Cancel

Apply

Dielectric half-space properties

Thickness (m): 3.000e-01 Roughness (m): 0.000e+00 Conductivity (S/m): 1.500e-02 Permittivity: 15.000000 Color: DS Enabled

Short description:

PEC properties

Short description:

DS Enabled

Thickness (m): 0.000e+00

Roughness: 0.000e+00 Color:

OK

P的DS 功能打開。	Short description:		Diffuse scattering properties
程擇適當的模型來描述材料特性。	Layer # Description Permitti Conductivity 1 [Front] layer 1 15.00 0.01500 2 layer 2 15.00 0.01500 3 [Back] Layer 3 15.00 0.01500	Thickness 0.300 m 0.400 m 0.600 m	Scattering model Lambertian
c half-space properties			Scattering Factor 0.4
description:	Color:		Cross-pol fraction 0.4
ckness (m): 3.000e-01 ghness (m): 0.000e+00	DS Enabled Diffuse Scatte	tion	Alpha 4
ivity (S/m): [1.500e-02	OK Cancel	Apply	Beta 4
Color: Plot Enabled Diffuse Scattering		1	Lambda 0.75
OK Cancel Apply			Advanced parameters
勾選DS Enabled開啓漫反射功能。	Color		Use reflection coefficient 🔽 Incidence Angle 💌
perties	DS Enabled 🔽 🛛	Diffuse Scattering	OK Cancel
scription: ness (m): 0.000e+00	按下 Diffuse Seat	ttoring 拉纽图的Diffuse	
Color:	Scattering proper	irties 視窗。 ·	在Diffuse Scattering properties 視窗選擇模型以及填入參數完成設置



g model Directive Ad g Factor 0.4 fraction 0.4 Alpha 4	dvanced parameters Use reflection coefficient Incidence Angle Incidence Normal Incidence OK Cancel
Beta 4 Lambda 0.75 d parameters flection coefficient 「Incidence Angle 」 OK Cancel ective 模型會以入射角鏡面反射的方向爲 心均匀散射	 Use reflection coefficient選項默認爲關閉,用戶除非對于漫反射的數學模型以及材料的行爲非常瞭解,同時有需要,否則不須開啓這個選項。 這個選項會進一步的把入射的功率密度分配到漫反射上,用戶可以從選單中選擇參考的入射方式
attering properties g model Directive with Backscatter g Factor 0.4 Alpha 4 Beta 4 Jambda 0.75 d parameters lection coefficient Incidence Angle I	
	model Directive Factor 0.4 action 0.4 Alpha 4 Beta 4 unbda 0.75 parameters ection coefficient Incidence Angle I OK Cancel Ctive 模型會以入射角鏡面反射的方向爲 均匀散射 ttering properties model Directive with Backscatter Factor 0.4 action 0.4 Alpha 4 Beta 4 action 0.4 Alpha 4 Beta 4 andda 0.75 parameters ection coefficient Incidence Angle I

Study area properties

REMC



- 材料相關的設置完成之後,用戶可以在Study area中 設置傳播模型的漫反射功能。
- 材料和Study area的相關設置都完成後,就可以在模擬中實現漫反射的現象。

© Remcom Inc. All rights reserved.



- 做好相關設置後,模擬正常完成,就會有Diffuse Scattering 專有的輸出
- 在用戶界面的received power with diffuse scattering 欄位裏面的RX按 下滑鼠右鍵就可以從選單裏面選擇檢視相關輸出
- 用戶可以用Open打開輸出文檔,或是從View在場景中檢視輸出

- Diffuse Scattering 會産生的特有輸出,有些要打開輸出文檔才看得到
- 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



- 視窗中列出的輸出種類大多爲基本物理量, Wireless insite 提供包含但不限于這些輸出。
- 有的輸出會附加在視窗中列出的特定輸出文檔裏面, 用戶可以從reference manual中查詢
- 用戶勾選需要的輸出就可以了,勾選太多的話不但 占用硬盤空間,也會額外增加模擬所需的硬盤寫入 時間

Study area : X3D Building Penetration receiver

- X3D 支持用戶使用一種特殊的接收器,可以較爲粗略的計算信號穿透建築物之後的損耗而無需建立複雜 的floorplan, 全名爲Building Penetration RX set, 在場景中會顯示紫色.
- 用戶需要先在軟件的偏好設置中打開這個特殊功能,然後在場景中挑選建築物(City)放置這個grid類型的接收機,接著使用X3D進行模擬。
- 這一類特殊的RX會分布于建築物內以及建築物外,建築物內的RX點隻會提供received power, path loss,以及path gain這三種輸出,建築物外的RX點則會提供完整的X3D輸出。



Study area : X3D Building Penetration receiver



- Full 3D 是一個較爲傳統的射綫跟踪模型,使用CPU而非GPU做計算,和X3D相似,用戶可以視爲X3D 的前身,不過算 法本身已經有差异,所以可能產出和X3D不同的結果。
- 由于各種新的功能以及5G/MIMO相關的模擬都只有X3D支持,目前(2020年6月)已經不再擴充新功能,所以建議用戶將 Full 3D 作爲沒有GPU時的備用方案,通常請儘量使用精確度以及效能都較好的X3D傳播模型。
- Full 3D 可以用于室內或室外的各種場景,也支持場景中存在植被,建築物的屋頂可以爲水平或傾斜,是一個泛用的3 的射綫跟踪模型。
- Full 3D 允許一條路徑中反射加透射加繞射總共30次的互動,如果用戶輸入的允許次數合計超過30次, 會等比例縮减到 總共30次.

Allowed interactions

Study area : Full 3D

Study area properties

REMC

• 用戶可以將這個選項視作尋徑條件的補充,斟酌場景的特性做設置,减少不必要的尋徑工作,增加模擬效能。

互動類型。

			•
Study area properties			A utomatic
Short description:	Full 3D		Ray spacing (m): 0.500
Propagation model:	Full 3-D		Reflections before first diffraction: 🔲 3
Autom	atic		Reflections after last diffraction: 🔲 3
Ray spacing (?: 🕅	0.2500		Reflections between diffractions: 🔲 1
Number of reflections: 🕅	6		Transmissions before first diffraction:
Number of transmissions: 🕅	0	1	Transmissions after last diffraction:
Number of diffractions: 🕅	1		Transmissions between diffractions:
Raytracing method:	SBR 💌		Peth loss threshold (dB):
	Allowed Technologies		
	Allowed Interactions	-/	Sum complex electric fields: Correlated
	Advanced	ľ	Ray tracing acceleration: 🔽 Octree 🗨
	Output Requests		OK Carel
	Output Filters		
	Boundary		
			N 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997

Advanced model parameters

設置平面波的射綫間距,單位爲米

- 設置第一次繞射之前,兩次繞射之間以及最後一次繞射之後可以有的反射次數。
 - 建議將在第一次繞射前的反射次數和最後一次繞射之後的反射次數設爲相同,兩次繞射之間的反射次數設爲相同,兩次繞射之間的反射次數設爲0,1或2.
 - 設置第一次繞射之前,兩次繞射之間以及最後一次繞 射之後可以有的透射次數。
 - 建議將在第一次繞射前的透射次數和最後一次繞射之 後的透射次數設爲相同,兩次繞射之間的透射次數設 爲0,1或2.
- 路徑損耗的上限,超過這個數值的 路徑會被忽略。

•

•

•

•

- 按下 Advanced 按鍵打開尋徑條件進階選項。
- 用戶可以設置在此對Full 3-D 如何建立每一條路徑做更 細節的設置。

Advanced model parameters

• 用戶可以從這個選單選擇Full 支持的加速計算方式

- None:將每一條路徑的能量加總求得接收功率, 忽略路徑的相位差。
- All:所有路徑的能量都在將相位差納入計算的情况下加總,然後 Wireless Insite 再從總場值的大小來求得接收功率。
- Correlated:先將路徑分組,把相似的路徑在納入 相位差的條件下將能量加總,然後再把各組的功 率加總來求得接收功率。
 - None:不做任何加速
 - Octree:將場景中的表面分類組織成樹狀結構, 再進行尋徑,在場景中的表面多于2500個的情况 下有較好效能
- Partitions:基于是否在視距內可見將場景中的 geometry分組,再依照分組作尋徑,在場景中的 表面少于2500個的情况下有較好效能

Study area properties Description Animated fields Full 3D Complex E-field Short description: Complex impulse response Propagation model: Full 3-D -🖌 Delay spread Diagnostic information Automatic Direction of arrival Ray spacing (?: 🔲 0.2500 Direction of departure 視窗中列出的輸出種類大多爲基本物理量, Wireless • Number of reflections: 6 EM-fields & Poynting vector insite 提供包含但不限于這些輸出。 Electric field vs. frequency Number of transmissions: 0 Electric field vs. time 有的輸出會附加在視窗中列出的特定輸出文檔裏面, • Number of diffractions: Excess path loss 用戶可以從reference manual中查詢 Raytracing method: SBR Free space path loss -Free space power 用戶勾選需要的輸出就可以了, 勾選太多的話不但 • Mean direction of arrival 占用硬盤空間,也會額外增加模擬所需的硬盤寫入 Allowed Interactions Mean direction of departure 時間 Advanced Mean time of arrival ✓ Path loss/gain Output Requests Power delay profile **Output Filters** ✓ Propagation paths Boundary Received power Terrain profiles Time of arrival 按下Output Requests 按鈕進入輸出 設置 Close

Requested Output Categories

用戶勾選的輸出種類會被保存在輸出文 檔,可以開啓或是在project view檢視

- Urban Canyon 是一個較爲簡化的三維射綫跟踪算法模型,適用于室外的市區環境模擬。
- 因爲僅考慮建築物或地形的反射和繞射,所以Urban Canyon模型不支持透射現象,路徑中不會發生透射。
- Urban Canyon 模型會假設建築物的高度無限高,建築物頂端的繞射路徑的能量會被忽略,並且建築物的高度遠高于發射器(TX)和接收機(RX)的高度。
- Urban Canyon模型支持較爲簡單的Terrain地形,支持平地或是較爲緩和的山坡,Terrain由不超過50個平面構成。
- Urban Canyon模型也會假設TX和RX的高度差遠小于路徑長度來簡化計算。
- 用戶可以在有類似特性的室外場景使用Urban Canyon模型來跑一個簡單的結果做參考,用來調整模型設計,但是 Urban Canyon的功能有限,完整精確的模擬還是建議使用X3D.

Advanced model parameters

Study area properties			Au Ray spacing (m):	toms	atic 0.500		
Short description: Propagation model:	Urban Canyon Urban Canyon 💌		Reflections before first diffraction: Reflections after last diffraction: Reflections between diffractions:		3 3 1		
Autom Ray spacing (?: 🗖 Number of reflections: 🦵	atic 0.2500 6	1	Transmissions before first diffraction: Transmissions after last diffraction: Transmissions between diffractions:		2 2 1		
Number of diffractions: 🥅	1 Allowed Interactions Advanced		Path loss threshold (dB): Sum complex electric fields: Ray tracing acceleration:		-70.00 Correlated Octree		-
	Output Requests Output Filters Boundary					OK	Cancel

設置平面波的射綫間距,單位爲米

- 設置第一次繞射之前,兩次繞射之間以及最後一次繞 • 射之後可以有的反射次數。
 - 建議將在第一次繞射前的反射次數和最後一次繞射之 後的反射次數設爲相同,兩次繞射之間的反射次數設 爲0, 1或2.
 - 設置第一次繞射之前,兩次繞射之間以及最後一次繞 射之後可以有的透射次數。
 - 建議將在第一次繞射前的透射次數和最後一次繞射之 後的透射次數設爲相同,兩次繞射之間的透射次數設 爲0, 1或2.
- 路徑損耗的上限, 超過這個數值的 路徑會被忽略。

•

•

•	按下 Advanced 按鍵打開尋徑條件進階選項
	以下, 你你们这些, 这些, 100, 于正小门, 连阳达, 六

- 用戶可以設置在此對Urban Canyon 如何建立每一條路 • 徑做更細節的設置。
- 基本上和Full 3-D相同,用戶可以參考Full 3-D的部分。 •

			Description	
			🔲 Animated fields	
Study area properties			Complex E-field	
			Complex impulse response	
Short description:	Urban Canyon	1	🖌 Delay spread	
		-	Diagnostic information	
Propagation model:	Urban Canyon 💌		Direction of arrival	
			Direction of departure	
Automa	tuc		EM-fields & Poynting vector	
Ray spacing (?: 🥅	0.2500		Electric field vs. frequency	
Number of reflections:	6	-	Electric field vs. time	
New bar of differentiance	j.	-	Excess path loss	
Number of diffractions:	11		Free space path loss	
	Allowed Interactions	1 🦯	Free space power	
	U dyanced		Mean direction of arrival	
	Auvaiteu		Mean direction of departure	
	Output Requests	Y I	Mean time of annval	
	Output Filters	1	✓ Path loss/gam	
			Prover delay profile	
	Boundary		Propagation paths	
		-	Received power	
			Time of ornigol	
• 按下Outpu	t Requests 按鈕進入輸出設置			

Requested Output Categories

•

- 視窗中列出的輸出種類大多爲基本物理量, Wireless insite 提供包含但不限于這些輸出。
- 有的輸出會附加在視窗中列出的特定輸出文檔裏面, 用戶可以從reference manual中查詢
- 用戶勾選需要的輸出就可以了,勾選太多的話不但 占用硬盤空間,也會額外增加模擬所需的硬盤寫入 時間

Close

用戶勾選的輸出種類會被保存在輸出文

檔,可以開啓或是在project view檢視

Study area : Vertical Plane

- Vertical Plane是一個從二維的垂直面上追踪和建立路徑的傳播模型,經常被用在較長距離的不規則地形對 VHF以及UHF頻段進行模擬。
- 基本上用于室外環境,20公里範圍內精確度進行過驗證,設當的設置ray spacing來維持精確度可以運用 達100公里的範圍。
- 使用的頻率下限爲50MHz,上限則看應用而定。
- 可用的天綫的種類以及TX/RX高度不設限制,支持植被(Foliage)Feature。
- 設置不包含透射,但是允許路徑透射植被並計算損耗。

Study area : Vertical Plane

Study area : Vertical Plane

Advanced model parameters

Study area	properties
------------	------------

Short description:	Vertical Plane	
Propagation model:	Vertical Plane	-
Auto	omatic	
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	

Automa	tic 🕴 🕴
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

.

設置平面波的射綫間距,單位爲米

•

•

•

路徑會被忽略。

路徑損耗的上限, 超過這個數值的

- 設置第一次繞射之前,兩次繞射之間以及最後一次繞射之後可以有的反射次數。
 - 建議將在第一次繞射前的反射次數和最後一次繞射之 後的反射次數設爲相同,兩次繞射之間的反射次數設 爲0,1或2.
 - 設置第一次繞射之前,兩次繞射之間以及最後一次繞 射之後可以有的透射次數。
 - 建議將在第一次繞射前的透射次數和最後一次繞射之後的透射次數設爲相同,兩次繞射之間的透射次數設爲相同,兩次繞射之間的透射次數設爲0,1或2.

- 按下 Advanced 按鍵打開尋徑條件進階選項。
- 用戶可以設置在此對 Vertical Plane 如何建立每 一條路徑做更細節的設置。
- 基本上和Full 3-D相同,用戶可以參考Full 3-D 的部分。

OK

Cancel

Requested Output Categories

Study area : Vertical Plane

Study area properties

Short description: Vertical Plane Description 🗌 Animated fields Propagation model: Vertical Plane • Complex E-field Automatic Complex impulse response Ray spacing (?: 0.2500 Delay spread Diagnostic information Number of reflections: 6 Direction of arrival Number of diffractions: 1 Direction of departure Linearize terrain: Yes -EM-fields & Poynting vector Electric field vs. frequency Effective Earth radius: 4/3 -Electric field vs. time Excess path loss Allowed Interactions Free space path loss Free space power Advanced Mean direction of arrival Output Requests Mean direction of departure Output Filters Mean time of arrival 🔽 Path loss/gain Boundary Power delay profile ✓ Propagation paths Received power Terrain profiles Time of arrival 按下Output Requests 按鈕進入輸出設置 • OK Cancel

視窗中列出的輸出種類大多爲基本物理量, Wireless insite 提供包含但不限于這些輸出。

• 有的輸出會附加在視窗中列出的特定輸出文檔裏面, 用戶可以從reference manual中查詢

•

 用戶勾選需要的輸出就可以了,勾選太多的話不但 占用硬盤空間,也會額外增加模擬所需的硬盤寫入 時間

• 用戶勾選的輸出種類會被保存在輸出文 檔,可以開啓或是在project view檢視

Close

Study area : Hata

- Hata模型的路徑損耗數學模型可見于1980年8月IEEE Transactions on Vehicular Technology由 M. Hata 撰寫的 "Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services"一文,原始數據來自于Y. Okumura 等人所著, "Field strength and its variability in vhf and uhf land-mobile radio services,"一文的量測數據。
- 這個模型會建立一條TX到RX的直綫作爲基礎路徑並計算損耗,所以不會考慮多徑效應,因而不建議在有使用指向性天 綫的RX存在的場景使用。
- 這個傳播模型會假設TX都是基站, RX都是一般終端裝置, 支持範圍爲150MHz~1500MHz。
- 這個傳播模型基本上適用于市區或市郊環境,地形平坦或起伏不大,無植被或覆蓋範圍中等,建議範圍1~20公里,基站 高度30-200米,終端裝置高度1-10米的環境,在建築物內直接視爲250dB路徑損耗。
- 適用天綫TX端無特殊限制, RX端建議isotropic, omni-directional。

Study area : Hata

• Hata 傳播模型設置視窗

Study area properties

Short description: Hata Propagation model: Real Time - Hata Default Environment: Medium-sized city	Default Environment: Medium-sized city Large-sized city Medium-sized city Suburban Rural	•
OK Cancel	 Hata 提供的可控選項也較少。 用戶可以從選單中選擇最接近模擬場景的情景,讓計算 	Hata模型做

Study area : COST-Hata

- COST-Hata是Wireless Insite支持的經驗值傳播模型之一,算是另一個模型Hata的擴充版,支持的頻率範 圍爲1500~2000MHz。
- 這個模型會建立一條TX到RX的直綫作爲基礎路徑並計算損耗,所以不會考慮多徑效應,因而不建議在有 使用指向性天綫的RX存在的場景使用。
- 這個傳播模型會假設TX都是基站, RX都是一般終端裝置。
- 這個傳播模型基本上適用于市區或市郊環境,地形平坦或起伏不大,無植被或覆蓋範圍中等,建議範圍 1~20公里,基站高度30-200米,終端裝置高度1-10米的環境。
- 適用天綫TX端無特殊限制, RX端建議isotropic, omni-directional。

Study area : COST-Hata

• COST-Hata 傳播模型設置視窗

Study area properties

Short description: COS Propagation model: Rea Default	ST Hata 1 Time - COST-Hata					
Environment: Med	luum-sized city	Environment:	Defau	lt Medium-sized city Large-sized city Medium-sized city Suburban Rural		
	OK Cancel	•	COS 用戶 模型	ST-Hata 是經驗值模型, 可以從選單中選擇最接 2做計算	所以提供的可控選 近模擬場景的情景,	項也比較少。 讓COST-Hata

Study area : Freespace

- Freespace是最簡單的傳播模型之一, 會建立一條TX-RX的 直綫, 數學上假設能量在所有方向均與TX至RX的距離(r)成 1/r的數學關係。
- 如果RX被地形(Terrain),建築物(City)或物體(Object)擋住, 則直接視爲路徑損耗250dB, Floorplan 則不起作用。
- 場景大小,天綫種類,頻率範圍等條件則無特殊限制。

tudy area properties	
Short description: Propagation model:	Freespace Real Time - Freespace
• Freepsace 何可調控過	• 傳播模型設置視窗,無任 選項。
	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。
- 計算考慮TX-RX之間的距離以及路徑中穿越的建築物深度, 適合用于建築物的深度占路徑長度百分比較低的情况。
- 參考文獻: G. Comparetto, J. Schwartz, N. Schultz, and J. Marshall, "A communication analysis tool that accounts for attenutaion due to foliage, buildings and ground effects," September 2003.

Study area	properties
------------	------------

Short des: Propagation	ription: model:	Copy of Ha	ata - OPAR	···
•	Real Tin 無任何 ^回	ne OPAI J調控選 ^I	R 傳播模藝 項。	型設置視窗
		Ok	<u> </u>	Cancel

Study area : Real Time – VPUP

- VPUP模型全名爲 Vertical Plane Urban Propagation, 是一個適用于市區的簡化版射綫跟踪模型,可以快速的計算並且有優于經驗值模型的精確度。
- 當TX和RX之間無阻礙,存在LOS的直綫路徑時VPUP建立一條直綫路徑,如果不存在LOS直綫路徑,則會建立一個Z方向的垂直面,其中會包含TX,RX,以 及TX-RX之間的二維建築物/障礙物輪廓,然後建立跨越這些輪廓頂部的路徑來做計算。
- VPUP適用于室外的市區環境,最低頻率爲100MHz,不考慮物體(Object),植被(Foliage),以及室內環境(floorplan)的影響,天綫的高度以及種類無限制。
- 如果TX/RX在建築物或地下,VUPU模型會回報invalid,提醒用戶不適用。

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

REMC

- 視窗中列出的輸出種類大多爲基本物理量, Wireless insite 提供包含但不限于這些輸出。
- 有的輸出會附加在視窗中列出的特定輸出文檔裏面, 用戶可以從reference manual中查詢
- 用戶勾選需要的輸出就可以了,勾選太多的話不但 占用硬盤空間,也會額外增加模擬所需的硬盤寫入 時間

© Remcom Inc. All rights reserved.

Study area : Real Time – Triple Path Geodesic

- Triple Path Geodesic簡稱TPG模型,可以說是VPUP的强化版本,除了垂直面上跨越障礙物輪廓頂部的路徑之外,另外建立一個包含TX,RX以及障礙物水平 輪廓的平面,並且建立兩條分別從兩側包絡住障礙物輪廓的路徑一同計算能量。
- 當TX和RX之間無阻礙,存在LOS的直綫路徑時TPG建立一條直綫路徑,如果不存在LOS直綫路徑,則會建立一個Z方向的垂直面,其中會包含TX,RX,以及 TX-RX之間的二維建築物/障礙物輪廓,然後建立跨越這些輪廓頂部的路徑來做計算。
- TPG適用于室外的市區環境,最低頻率爲100MHz,不考慮物體(Object),植被(Foliage),以及室內環境(floorplan)的影響,天綫的高度以及種類無限制。
- 如果TX/RX在建築物或地下,TPG模型會回報invalid,提醒用戶不適用。

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

- 視窗中列出的輸出種類大多爲基本物理量, Wireless insite 提供包含但不限于這些輸出。
- 有的輸出會附加在視窗中列出的特定輸出文檔裏面, 用戶可以從reference manual中查詢
- 用戶勾選需要的輸出就可以了,勾選太多的話不但 占用硬盤空間,也會額外增加模擬所需的硬盤寫入 時間

Study area : Real Time - Walfisch-Ikegami

- REAL TIME WALFISCH-IKEGAMI模型是一個基于假設能量主要來 自于繞射通過TX-RX之間的屋頂之路徑的經驗值模型。
- 使用REAL TIME WALFISCH-IKEGAMI模型必須符合以下條件:
 - 信號頻率介于800MHz至2000MHz
 - TX-RX 的距離在20米至5公里
 - 發射器高度介于4米至50米
 - 接收機高度介于1米至3米

Short description: Propagation model:	Walfish-Ikegami Real Time - Walfisch-Ikegami	•
Real Time W 刑约军泪容	Valfisch-Ikegami 傳播模 無仄伝可調物器頂	
空武重优固;:	黑 口 凹 词 詞 	
	Short description: Propagation model: Real Time V 型設置視窗;;	Short description: Walfish-Ikegami Propagation model: Real Time - Walfisch-Ikegami Real Time Walfisch-Ikegami 傳播模型設置視窗,無任何可調控選項。

Study area properties

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

OK	Cancel

Study area : Summary

- 每一個傳播模型都有其適用的條件,可能 會受場景範圍,場景特性以及信號頻率的 限制。
- 目前全3D並且適用範圍最廣的是X3D模型。
- X3D模型在表中場景範圍以及信號頻率範 圍以外通常還是可以進行模擬,不過可能 計算效能或是精確度不理想。
- 場景範圍過大的時候,爲了避免射綫發散 所以必須增加射綫密度,就有可能造成計 算量增加。
- X3D在表中的頻率範圍之外運作時,可能 因爲材料在高頻的特性會變化或是在低頻 時波長很長因而會有其他物理現象影響能 量傳遞而降低精確度,用戶最好多做測試 比較來修正模型以及輸出。

Propagation	Max	Max	Max	Environments	Objects	Ground	Antenna	Antenna	Algorithm	Frequency	Propagation
Model	Re-	Trans-	Diffrac-			Range	Heights	Types			Domain
	flec-	mis-	tions								
	tions	sions									
Full 3D	\leq 30*	\leq 30*	3	Urban	All	\leq 10 km	All	All	SBR, Eigen	100 MHz -	3D
				Indoor					Ray	20 GHz	
				Terrain							
				Foliage							
X3D	30	8	3	Urban	All	< 10 km	All	All	SBR + Exact	100 MHz -	3D
				Indoor		_			Path correc-	100 GHz	
				Terrain					tion		
				Foliage							
Vertical Plane	30	Foliage	6	Terrain	N/A	\leq 100 km	All	All	SBR	100 MHz -	2D Vertical
		only		Foliage						20 GHz	
Urban	30	N/A	3	Urban	N/A	1 km	Below most	All	SBR + Im-	100 MHz -	2D Horizontal
Canyon				Flat Terrain			roof tops		age theory	20 GHz	
				Foliage					ground		
				-					bounce		
Free Space	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	No limit	All	All	Single Ray	No limita-	point-to-point
										tions	
Hata	N/A	N/A	N/A	Urban, Sub-	N/A	1-20 km	Tx 30-200m;	All	Empirical	150 MHz -	point-to-point
				urban, Rural			Rx 1-10m			1.5 GHz	
COST Hata	N/A	N/A	N/A	Urban, Sub-	N/A	1-20 km	Tx 30-200m;	All	Empirical	1.5 GHz -	point-to-point
				urban, Rural			Rx 1-10m			2 GHz	
VPUP	N/A	N/A	64	Urban	All	Any	Any	All	Convex hull	100 MHz -	2D Vertical
				Terrain					diffraction	100 GHz	
TPG	N/A	N/A	64	Urban	All	Any	Any	All	Convex hull	100 MHz -	3D
				Terrain					diffraction	100 GHz	
Walfisch-	N/A	N/A	N/A	Urban	N/A	20m - 5	Tx 4-50m;	Isotropic	Semi-	800 MHz -	point-to-point
Ikegami						km	Rx 1-3m		Deterministic,	2 GHz	
									Statistical		
OPAR	N/A	N/A	N/A	Urban	N/A	No Re-	No Restric-	Isotropic	Semi-	No restric-	point-to-point
						strictions	tions		Deterministic,	tions	
									Empirical		

Table 16.1: Summary of Model Capabilities and Inputs

