

# 开发 UE 调用 MATLAB 可执行文件算法

朱 颖,刘芑健,陈 伟

(南京邮电大学 计算机学院、软件学院、网络空间安全学院,江苏 南京 210023)

**摘 要:**随着互联网和信息技术的快速发展,多平台互联互通的发展需求日益迫切。利用多平台调用可以充分发挥不同平台的优势,使得不同平台的功能相互融通。该文基于 C++开发了 UE 调用 MATLAB 封装算法,通过与 UE 联合的 Visual Studio 平台中封装新的 OpenExe 蓝图函数实现了 UE 平台到 MATLAB 平台的联通,封装函数的主要逻辑分别使用 UE 提供的 FPlatformProcess::CreateProc 函数、C++支持的 system、ShellExecute 和 WinExec 函数。此外,为了比较不同函数打开可执行文件所消耗的时间,还利用 steady\_clock 函数对打开可执行文件计时,并结合使用 UE 支持的 SaveStringToFile 函数将时间记录在生成的文本文件中。通过仿真测试对比,采用 FPlatformProcess::CreateProc 不能打开 MATLAB 开发的可执行文件,但是基于该算法可以利用 system、ShellExecute 和 WinExec 函数打开 MATLAB 开发的可执行文件,其执行时间分别平均为 0.077 秒、0.024 秒和 0.028 秒。由此可得该算法可以利用 C++编程,并结合 ShellExecute 函数实现 UE 对 MATLAB 平台的快速调用,一键调用和全部调用,可以为多平台之间的资源信息调用提供有效途径。

**关键词:**多平台调用;UE 调用 MATLAB 封装算法;仿真测试;多功能调用;效率分析

中图分类号:TP301.6;TN011

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2022)0099-05

## Development of UE Calling MATLAB Executable File Algorithm

ZHU Ying, LIU Yuan-jian, CHEN Wei

(School of Computer, Software and Cyberspace Security, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** With the rapid development of the Internet and information technology, the development needs of multi-platform interconnection are becoming increasingly urgent. The use of multi-platform invocation can give full play to the advantages of different platforms and so the functions of different platforms can be integrated with each other well. We develop the UE call MATLAB encapsulation algorithm based on C++ and realize the connection between the UE platform and the MATLAB platform by encapsulating the new OpenExe blueprint function in the Visual Studio platform associated with UE. The main logic of the encapsulation function respectively uses the FPlatformProcess::CreateProc function provided by UE, system, ShellExecute and WinExec functions supported by C++. In addition, in order to compare the time consumed by different functions to open the executable file, we also use the steady\_clock function to time the opening of the executable file, and use the SaveStringToFile function supported by the UE to record the time in the generated text file. Through simulation test comparison, we can get that FPlatformProcess::CreateProc cannot open the executable file developed by MATLAB, but based on this article, the algorithm can use system, ShellExecute and WinExec to open the executable file developed by MATLAB and the execution time is average 0.077 s, 0.024 s and 0.028 s respectively. From this, the algorithm can be programmed in C++ and combined with the ShellExecute function to achieve UE's rapid invocation of the MATLAB platform, one-click invocation and all-invocation, which can provide an effective way for the resource information call between multiple platforms.

**Key words:** multi-platform call; UE calls MATLAB encapsulation algorithm; simulation test; multi-function call; efficiency analysis

## 0 引 言

多平台数据互通、信息互联<sup>[1]</sup>可以有效优化平台资源配置,降低平台开发成本,提高平台运营效率<sup>[2]</sup>,是目前研究关注的热点。随着互联网、物联网和信息技术的快速发展,不同平台之间的资源互通日趋重要。

实现多平台<sup>[3]</sup>之间的信息交换<sup>[4]</sup>不仅可以充分发挥每个平台的优势<sup>[5]</sup>,并且对于不同平台之间的“信息公开”、“互动协商”与“合作创新”<sup>[6]</sup>都将有着非常深远的影响。然而,由于各级平台技术架构不同,各级、各地需求和发展愿景各异,各平台之间存在各自为政

收稿日期:2021-12-31

基金项目:国家自然科学基金项目(61871232)

作者简介:朱 颖(2001-),女,CCF 会员(J7061G),通信作者,研究方向为多平台调用算法开发;刘芑健,博士,教授,研究方向为面向 5G 无线通信的射线跟踪方法及其工程应用等;陈 伟,博士,教授,CCF 会员(E200025391M),研究方向为网络安全。

现象,实现平台间的有效融通存在较大的困难<sup>[7]</sup>,这在一定程度上阻止了实现平台兼容和互联互通<sup>[8]</sup>的目标。因此,为了实现多平台之间的信息互通,就必须深入掌握不同平台之间信息调用的方法。

由于 UE 是一款 C++ 引擎,所以可以通过 C++ 编程实现 UE 对 MATLAB<sup>[9]</sup> 的调用。近年来,国内外众多学者在 C++ 调用 MATLAB 函数、算法以及利用 C++ 相关语言与 MATLAB 联合编程等方面都展开了研究。2014 年,付慧琳<sup>[10]</sup>采用 Matcom 软件作为中间媒介,实现了用 C++ 界面接收参数来调用 MATLAB 的矩阵运算函数和绘制图形函数的功能。2015 年,徐治等<sup>[11]</sup>通过在 MATLAB 中编写 M 文件、配置 MATLAB 编译器、用 MCC 生成 C++ 源代码及连接库和配置 VC++ 项目设置成功实现利用 C++ 调用 MATLAB 数字信号处理中的 Levinson-Durbin 算法。2016 年, Juan R 等<sup>[12]</sup>利用 C++ 成功调用 MATLAB MEX 函数提供的对颜色、深度、红外和体索引帧的访问。2017 年, Javier 等<sup>[13]</sup>通过 C++ 编程,并结合 MATLAB 的接口和统计工具分析  $\alpha$  稳定分布。2018 年,韩婷等<sup>[14]</sup>针对不同专业不同教学内容采用以 C 语言和 MATLAB 混合编程的方式进行图像处理实践教学,收到了良好的效果。2018 年,刘亚等<sup>[15]</sup>以 NET 为开发平台,利用 C# 和 MATLAB 混合编程提高了系统的开发效率和功能完整性。

同年, Walker 等<sup>[16]</sup>将 C++ 与 MATLAB 进一步融合,设计了用于开发有限元方法的仿真建模的 MATLAB/C++ 工具箱。2020 年,徐其峰等<sup>[17]</sup>在 Visual Studio 2013 平台下,利用 C++ 语言开发了通用性较强的波前测量软件,并通过与 MATLAB 波前复原结果进行对比,验证了该软件模块的准确性。2020 年, Butler 等<sup>[18]</sup>介绍了一种用于点云处理的独立应用程序、用于开发新点云应用程序的 C++ 库,并支持 MATLAB 语言,使得 C++ 开发人员和 MATLAB 用户可以免费访问。2020 年,万勇等<sup>[19]</sup>设计开发了一套基于 C# 与 MATLAB 混合编程的管道缺陷类型识别软件,其中利用 MATLAB 进行数据处理等工作,利用 C# 与 MATLAB 搭建面向用户的操作界面,发挥了二者在软件开发上的独特优势。同年, Evgueni 等<sup>[20]</sup>利用 SIPF 提供建立在 C++ 库之上的用户友好的 MATLAB 和 Python 接口等功能,并结合 CCP-PETMR,为了有效实现和验证新型重建算法提供了一个开源软件平台。

但是到目前为止,利用 C++ 编程实现 UE 调用 MATLAB 的相关研究较少,并且考虑到 VS 与 UE 结合的特殊性与局限性,利用 C++ 编程时需要遵循其他特定的规则。

## 1 研究方法

### 1.1 算法步骤

该文提出了一种 UE 调用 MATLAB 封装算法。由于 UE 可以与 C++ 进行联合开发,所以考虑利用 UE 平台提供的 FPlatformProcess::CreateProc 函数、C++ 中支持的 system、ShellExecute、WinExec 函数对 MATLAB 打包后的可执行文件进行调用,并将其封装,便于在 UE 蓝图中快速编程从而实现对 MATLAB 的快速调用,一键调用和全部调用。该 UE 调用 MATLAB 封装算法具体实现过程如下:

(1) 在 UE 工程中,新建蓝图函数库。

(2) 在对应的头文件中对 UE 调用 MATLAB 封装函数进行声明。

(3) 针对封装函数中使用的每个函数,在特定位置包括其对应的头文件。

(4) 在源文件中实现封装函数的逻辑,其中使用的内部函数有 FPlatformProcess::CreateProc、system、ShellExecute 和 WinExec。

(5) 对打开可执行文件的操作进行时间测量。

(6) 返回 UE 进行蓝图连接,蓝图连接如图 1 所示。



图 1 蓝图连接

### 1.2 整体技术路线图

UE 调用 MATLAB 开发的可执行文件整体技术路线如图 2 所示。

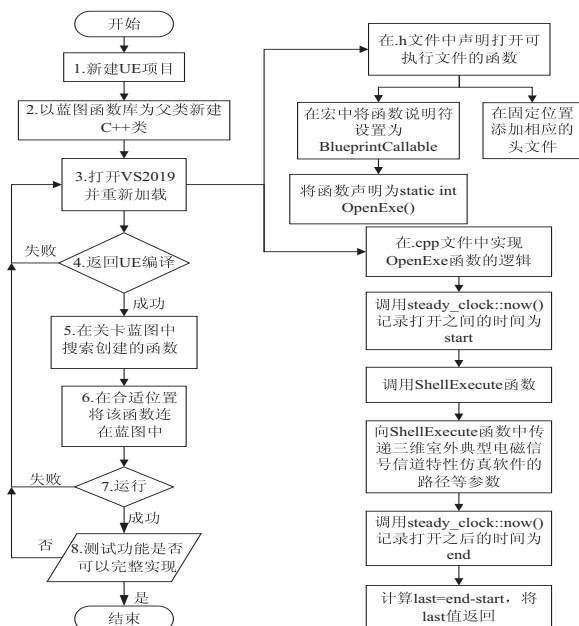


图 2 实现 UE 调用 MATLAB 开发的可执行文件整体技术路线

## 2 仿真结果与分析

### 2.1 仿真环境

利用根据文献[21]进一步开发的三维室外典型电磁信号信道特性仿真软件进行仿真,如图3所示。

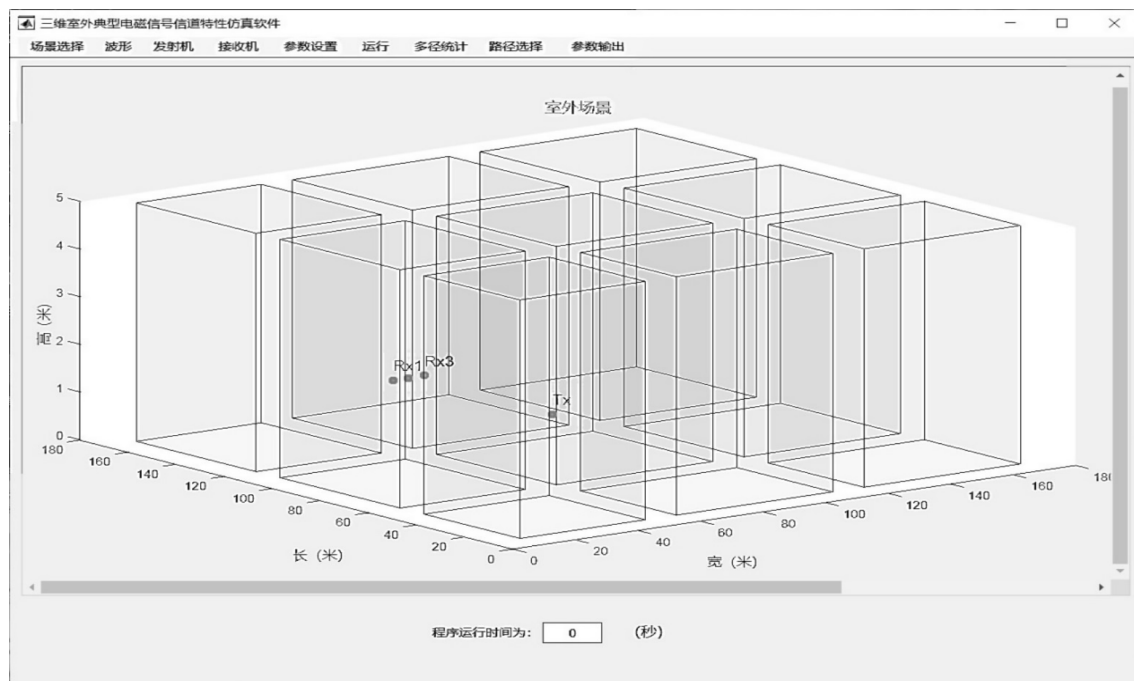


图3 室外场景

以 MATLAB 开发的三维室外典型电磁信号信道特性仿真软件为例,通过 C++编程运行,在 UE 中成功调用了该软件,并对打开之后的软件进行仿真测试,满足 UE 对 MATLAB 的快速调用,一键调用,全部调用的目标,成功实现了 UE 与 MATLAB 之间的资源共享与信息互通。

由于 VS 与 UE 联合之后 VS 平台的特殊性与局限性,不同函数在调用时会有特殊的要求与规则。

(1) `FPlatformProcess::CreateProc` 函数可以用来创建一个新的进程,所以,首先可以考虑利用该函数实现对 MATLAB 打包的可执行文件的调用。经过测试,利用该函数可以实现对 QQ、微信等已经发布等软件的调用,但是在调用 MATLAB 生成的可执行文件时,会显示输入参数过多的问题。

(2) `system` 函数使用简便,只需要设置需要打开的可执行文件的路径即可。经过测试,利用该函数可以实现对 MATLAB 生成的可执行文件的调用。

(3) `ShellExecute` 函数使用比 `system` 较复杂,除了需要设置打开路径之外,还需要设置程序窗口的显示。但是经过测试,该函数虽然可以实现对 MATLAB 生成的可执行文件的调用,但是由于 MATLAB 平台的特殊性,设置的窗口的显示不会影响打开的可执行文件的窗口大小。所以,如果需要增强用户体验感,对打开的可执行文件的窗口显示进行设置,需要返回

本软件是基于 MATLAB 开发的,并且需要在 UE 对该软件进行调用,但是目前没有提出有效的调用方法,所以基于 C++对 UE 调用该软件进行了仿真测试。

MATLAB App Designer 对 `WindowState` 进行更改。

(4) `WinExec` 函数只需设置打开的可执行文件的路径和控制参数即可。

### 2.2 多功能调用

#### 2.2.1 一键调用

在一键调用方面,由于将该 UE 调用 MATLAB 算法封装在一个新的蓝图函数 `OpenExe` 中,所以点击运行之后,不需要进行其他操作就可以打开外部可执行文件,如图4所示。因此,将该 UE 工程打包之后,只需要点击 UE 生成的可执行文件就会自动打开 MATLAB 生成的可执行文件。

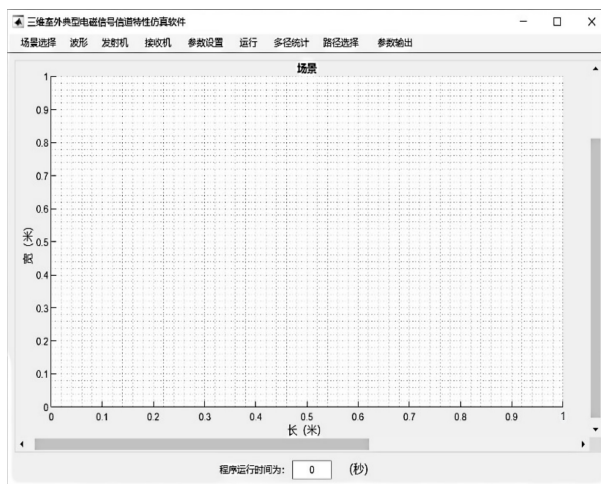


图4 UE 调用三维室外典型电磁信号信道特性仿真软件

### 2.2.2 快速调用

在快速调用方面,利用 steady\_clock 函数对打开可执行文件的操作进行计时,并利用 UE 支持的 Save-

StringToFile 函数将时间记录在生成的文本文件中,对打开操作进行时间分析,system、ShellExecute 和 WinExec 具体时间记录如表 1 所示。

表 1 不同函数分别调用 MATLAB 可执行文件所消耗的时间

s

System	ShellExecute	WinExec	System	ShellExecute	WinExec
0.081 043	0.020 257	0.055 913	0.085 101	0.021 469	0.024 919
0.081 021	0.021 706	0.017 830	0.078 514	0.031 839	0.025 984
0.070 498	0.021 069	0.017 523	0.071 149	0.021 666	0.052 162
0.068 780	0.021 589	0.018 473	0.080 326	0.020 527	0.018 084
0.075 459	0.054 160	0.043 446	0.083 879	0.022 668	0.017 798
0.081 365	0.017 699	0.042 938	0.067 868	0.020 500	0.018 361
0.067 637	0.024 597	0.026 092	0.091 411	0.018 581	0.026 748
0.078 360	0.024 034	0.017 695			

最后得到对于 system 函数,其打开执行文件的平均时间为 0.077 494 1 秒;对于 ShellExecute 函数,其打开可执行文件的平均时间为 0.024 157 4 秒;对于 WinExec 函数,其打开可执行文件的平均时间为 0.028 264 4 秒。所以,利用 ShellExecute 可以更快的实现快速调用。

### 2.2.3 全部调用

在全部调用方面,对打开的三维室外典型电磁信号信道特性仿真软件进行仿真测试。运行得到其室外场景、波形、发射机、接收机等全部输入参数可以正常设置,运行之后全部的输出参数也可正常显示,实现了功能的全部调用。其部分输入参数设置如图 5 所示,部分输出参数显示如图 6 所示。



图 5 输入参数设置

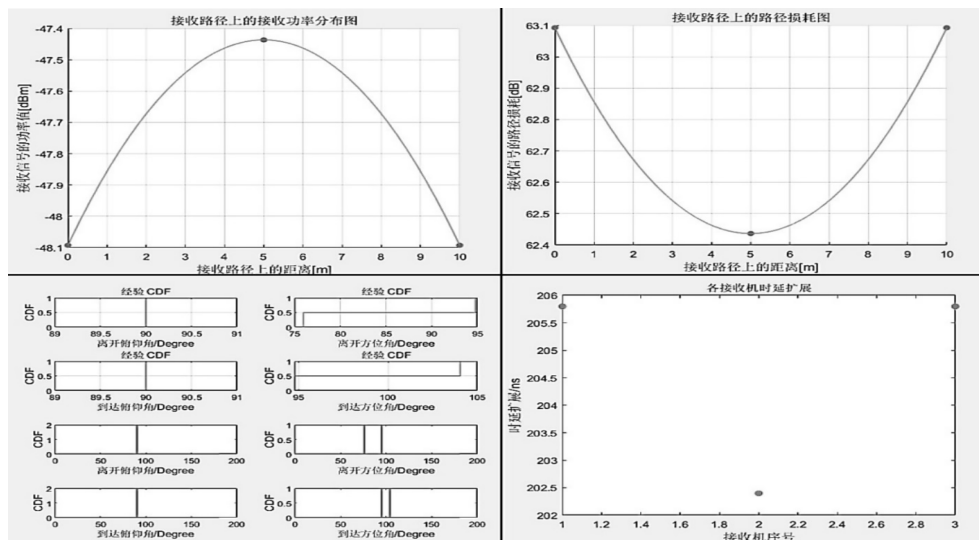


图 6 运行后输出参数显示



### 3 结束语

针对在 UE 平台调用 MATLAB App Designer 开发的三维室外典型电磁信号信道特性仿真软件,基于 VS 和 UE 平台,利用 C++提供的函数,将打开可执行文件的函数封装成 UE 蓝图中的函数 OpenExe,利用蓝图具有可视化以及逻辑性强的优点实现了对三维室外典型电磁信号信道特性仿真软件的快速调用、一键调用和全部调用。结论如下:

(1) UE 提供的 FPlatformProcess::CreatePro 在打开 MATLAB App Designer 开发的可执行文件时会报错,从而调用失败。

(2) 利用 C++与 UE 联合编程,通过 C++中支持的 ShellExecute 函数可以打开并完整运行三维室外典型电磁信号信道特性仿真软件,但是考虑到 UE 环境的特殊性,还需要包括其他的头文件才可以正常使用 ShellExecute 函数。

(3) ShellExecute 函数在设置打开选项时对 MATLAB App Designer 开发的可执行文件没有作用。所以,若想实现界面最大化,可以在 MATLAB App Designer 中将 WindowState 设置为 maximized。

(4) 由于 VS 与 UE 联合之后 VS 平台的特殊性与局限性,无法直接利用 fstream 将某个值写入对应的文本文件中。所以,考虑再次新建一个蓝图函数 WriteTxt,在 WriteTxt 中使用 UE 提供的 SaveStringToFile 函数实现写入文本文件的功能。

综上所述,由于不同的平台主要有不同的功能,所以将开发出来的可执行文件调用到另外一个平台上可以充分发挥各个平台的优点。但是,与此同时也需要根据每个平台的特殊性找出正确的调用方法,从而实现正常的逻辑功能和界面显示。

#### 参考文献:

- [1] 李 迁,李金雷,吴萃芸. 物流园区互联互通智慧化管理平台建设研究[J]. 物流技术,2019,38(5):13-16.
- [2] 林俊杰,魏远竹. 互联互通策略下林权交易中心运营效率研究——基于双边市场理论视角[J]. 福建论坛:人文社会科学版,2020(12):128-137.
- [3] 李树琛. 多平台互联网广告模型下合作广告策略研究[D]. 北京:清华大学,2019.
- [4] LOUIS R,ÉRIC M,MARIE-CLAUDE T,et al. Advancing laboratory medicine in hospitals through health information exchange:a survey of specialist physicians in Canada[J]. BMC Medical Informatics and Decision Making, 2020, 20(1):44.
- [5] 庞文铨. 互联网平台竞争的动态演化研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2018.
- [6] 骆 毅. 互联网时代社会协同治理研究[D]. 武汉:华中科技大学,2015.
- [7] 莫世荣,赵 川,张 纲. 教育资源公共服务体系中的平台互联互通模式研究[J]. 软件导刊,2017,16(2):32-35.
- [8] 杨春德,刘睿岚. 基于互联互通与用户归属行为的平台定价与福利分析——以互联网即时聊天平台为例[J]. 技术经济,2010,29(10):121-125.
- [9] TESSA P,HUYNH N H T,LINDSEY H,et al. Biologically driven neural platform invoking parallel electrophoretic separation and urinary metabolite screening[J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry,2012,403(8):2367-2375.
- [10] 付慧琳,刘 芳,邓友燕. C++与 Matlab 混合编程模式的研究与实现[J]. 电子科技,2014,27(11):73-75.
- [11] 徐 治. Visual C++调用 MATLAB 函数库的混合编程技术[J]. 软件,2015,36(2):55-58.
- [12] TERVEN J R,CÓRDOVA-ESPARZA D M. Kin2. A Kinect 2 toolbox for MATLAB[J]. Science of Computer Programming,2016,130:97-106.
- [13] ROYUELA-DEL-VAL J, SIMMROSS-WATTENBERG F, ALBEROLA-LÓPEZ C. Libstable; fast, parallel, and high-precision computation of  $\alpha$ -stable distributions in R, C/C++, and MATLAB[J]. Journal of Statistical Software, 2017, 78(1):1-25.
- [14] 韩 婷,刘 畅,赵若晗,等. 基于 C 语言和 MATLAB 的混合编程在医学图像处理课程中的应用[J]. 软件,2018,39(10):26-29.
- [15] 刘 亚,王 静,田新诚. 基于 C#和 Matlab 混合编程的轴承故障诊断系统[J]. 计算机应用,2018,38(S2):236-238.
- [16] WALKER S W. FELICITY: a Matlab/C++ toolbox for developing finite element methods and simulation modeling[J]. SIAM Journal on Scientific Computing, 2018, 40(2): C234-C257.
- [17] 徐其峰,陈 波. 波前曲率传感器的测量软件设计[J]. 激光杂志,2020,41(1):31-34.
- [18] HOWARD B,BRADLEY C,PRESTON H,et al. PDAL: an open source library for the processing and analysis of point clouds[J]. Computers & Geosciences, 2020, 148(2): 104680.
- [19] 万 勇,万 莉,戴永寿. 基于 C#与 MATLAB 混合编程的管道缺陷类型识别实验系统软件开发[J]. 实验技术与管理,2020,37(5):52-57.
- [20] OVTCHINNIKOV E,BROWN R,KOLBITSCH C,et al. SIRF: synergistic image reconstruction framework[J]. Computer Physics Communications,2020,249(C):107087.
- [21] 李双德,刘莞健,林乐科,等. 基于改进射线跟踪法和 BP 神经网络算法的室外微蜂窝毫米波信道特性研究[J]. 电波科学学报,2021,36(3):430-442.