

电子科技大学

UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA

学士学位论文

BACHELOR THESIS



论文题目 基于大语言模型增强的视觉语言导航
研究

学科专业	数据科学与大数据技术
学 号	2020080903009
作者姓名	李皓
指导老师	王鹏 教授
学 院	计算机科学与工程学院（网络空间安全学院）

摘 要

关键词：

ABSTRACT

Keywords:

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 研究工作的背景与意义	1
1.2 视觉语言导航的国内外研究历史与现状	1
1.3 本文的主要贡献与创新	2
1.4 本论文的结构安排	2
第二章 时域积分方程基础	3
2.1 时域积分方程的类型	3
2.2 空间基函数与时间基函数	3
2.2.1 空间基函数	3
2.2.2 时间基函数	4
2.3 入射波	4
2.4 本章小结	5
第三章 时域积分方程数值方法研究	6
3.1 时域积分方程时间步进算法的阻抗元素精确计算	6
3.1.1 时域积分方程时间步进算法产生的阻抗矩阵的特征	6
3.1.2 数值算例与分析	6
3.2 时域积分方程时间步进算法矩阵方程的求解	7
3.3 本章小结	7
第四章 时域积分方程数值方法研究	8
4.1 时域积分方程时间步进算法的阻抗元素精确计算	8
4.2 时域积分方程时间步进算法阻抗矩阵的存储	8
4.2.1 时域积分方程时间步进算法产生的阻抗矩阵的特征	8
4.2.2 数值算例与分析	8
4.3 时域积分方程时间步进算法矩阵方程的求解	9
4.4 本章小结	9
第五章 全文总结与展望	10
5.1 全文总结	10
5.2 后续工作展望	10
致 谢	11
附录 A 中心极限定理的证明	12

A.1 高斯分布和伯努利实验	12
参考文献	13
攻读本科学位期间取得的成果	14
外文资料原文	15
外文资料译文	16

第一章 绪论

1.1 研究工作的背景与意义

视觉语言导航（Version-and-Language Navigation, VLN）作为具身智能（Embodied Agent）的前沿研究方向，涉及智能体与人类的交互通信，其中人类发布指令，智能体理解指令，观察环境，导航或与环境互动，最终完成任务。

VLN 任务将计算机视觉，自然语言处理等深度学习的研究方向结合在一起，提升了智能体对于视觉和语言信息的联合感知能力，能有效拓宽智能体的应用场景。在导航过程中，智能体处于特定环境中，收到指令，并通过某种形式探索环境，规划路线，最终完成导航任务。自然语言指令贴合人和智能体交互的一般场景，而视觉信息帮助智能体交互时理解周围环境。

在日常任务处理，或者是抢险救灾等情况下，能够自主进行导航任务的机器人将有助于解放人的劳动，保障人的生命安全。

1.2 视觉语言导航的国内外研究历史与现状

为了将自然语言指令和陌生的视觉环境以及行动过程联系起来，Anderson 等人利用 MatterPort3D 环境构建出了 R2R 数据集。Matterport3D 数据集在 90 个不同风格的建筑下采样了 10800 个 RGB 和深度图像，提供了丰富的真实场景信息。R2R 数据集由文本指令和对应的视点轨迹构成，平均每条指令包含 29 个单词，视点和 Matterport3D 中的采样点相对应。此外，为了模拟智能体同环境交互的行为，该工作还构建了相应的执行模拟器 MatterPort3D Simulator。

此后在该数据集的基础上，更多相关的室内导航数据集被提出。在 R2R 的基础上衍生出若干变体，如 Room-for-Room, Room-across-Room, Landmark-R2R 等，在指令轨迹、多文化环境和地标信息的角度扩展了原始数据集。一些数据集将眼光从室内移向室外，如 TOUCHDOWN 数据集利用纽约市的街景信息，将室内环境扩展到室外。在任务方面，ALFRED 和 REVERIE 数据集引入了和物体之间的交互任务，不仅仅要求智能体导航到目标所在的地点，还需要和指定的物体进行交互（拾取、互动等），有效扩展了智能体的行动空间，更加贴近应用场景。

随着计算机视觉和自然语言处理技术的一步步发展，智能体的导航策略模型也在同步发展。在视觉提取方面，特征提取方法由 ResNet 演变到 Vision Transformer 等模型；指令理解方面，基于 RNN 的方法逐渐被基于 BERT 的方法取代。

1.3 本文的主要贡献与创新

1.4 本论文的结构安排

本文的章节结构安排如下：

第二章 时域积分方程基础

时域积分方程（TDIE）方法作为分析瞬态电磁波动现象最主要的数值算法之一，常用于求解均匀散射体和表面散射体的瞬态电磁散射问题。

2.1 时域积分方程的类型

2.2 空间基函数与时间基函数

利用数值算法求解时域积分方程，首先需要选取适当的空间基函数与时间基函数对待求感应电流进行离散。

2.2.1 空间基函数

RWG 基函数是定义在三角形单元上的最具代表性的基函数。它的具体定义如下：

$$f_n(\mathbf{r}) = \begin{cases} \frac{l_n}{2A_n^+} \rho_n^+ = \frac{l_n}{2A_n^+} (\mathbf{r} - \mathbf{r}_+) & \mathbf{r} \in T_n^+ \\ \frac{l_n}{2A_n^-} \rho_n^- = \frac{l_n}{2A_n^-} (\mathbf{r}_- - \mathbf{r}) & \mathbf{r} \in T_n^- \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-1)$$

其中， l_n 为三角形单元 T_n^+ 和 T_n^- 公共边的长度， A_n^+ 和 A_n^- 分别为三角形单元 T_n^+ 和 T_n^- 的面积（如图2-1所示）。

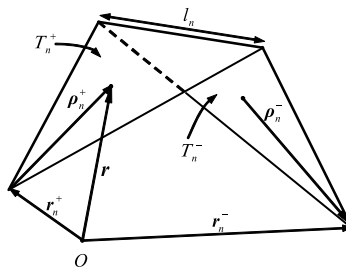


图 2-1 RWG 基函数几何参数示意图

由于时域混合场积分方程是时域电场积分方程与时域磁场积分方程的线性组合，因此时域混合场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征与时域电场积分方程

时间步进算法的阻抗矩阵特征相同。

$$\mathbf{r}_{i,j} = \begin{cases} 1, f(\mathbf{x}^i; \mathbf{w}) \cdot f(\mathbf{x}^j; \mathbf{w}) \geq u(\lambda), \\ 0, f(\mathbf{x}^i; \mathbf{w}) \cdot f(\mathbf{x}^j; \mathbf{w}) < l(\lambda), 1 \leq i, j \leq n. \\ f(\mathbf{x}^i; \mathbf{w}) \cdot f(\mathbf{x}^j; \mathbf{w}), \text{otherwise,} \end{cases} \quad (2-2)$$

时域积分方程时间步进算法的阻抗元素直接影响算法的后时稳定性，因此阻抗元素的计算是算法的关键之一，采用精度高效的方法计算时域阻抗元素是时域积分方程时间步进算法研究的重点之一。

2.2.2 时间基函数

2.2.2.1 时域方法特有的展开函数

2.2.2.2 频域方法特有的展开函数

2.3 入射波

如图2-2(a)和图2-2(b)所示分别给出了参数 $E_0 = \hat{x}$, $a_n = -\hat{z}$, $f_0 = 250MHz$, $f_w = 50MHz$, $t_w = 4.2\sigma$ 时，调制高斯脉冲的时域与频域归一化波形图。

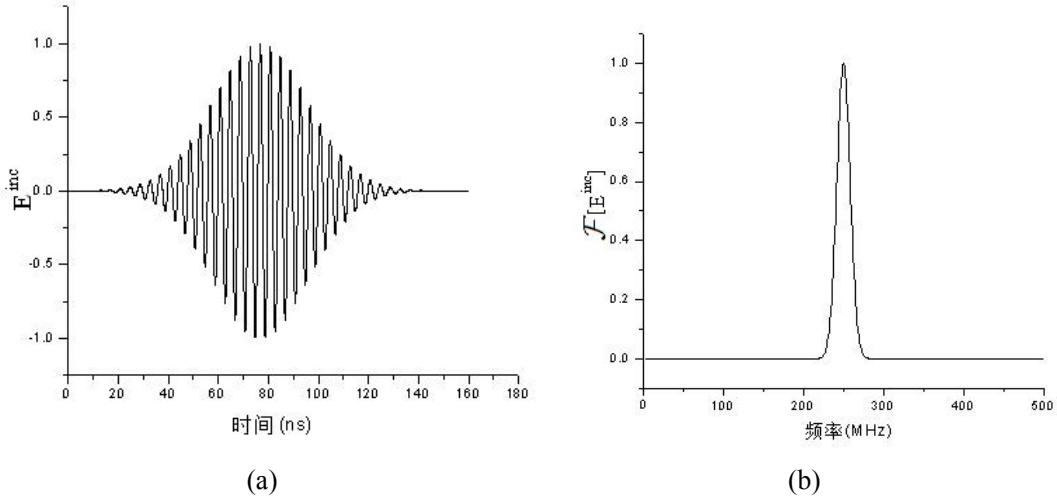


图 2-2 调制高斯脉冲时域与频率波形，时域阻抗元素的存储技术也是时间步进算法并行化的关键技术之一。(a) 调制高斯脉冲信号的时域波形；(b) 调制高斯脉冲信号的频域波形

时域阻抗元素的存储技术^[1]也是时间步进算法并行化的关键技术之一，采用合适的阻抗元素存储方式可以很大的提高并行时间步进算法的计算效率。

2.4 本章小结

本章首先从时域麦克斯韦方程组出发推导得到了时域电场、磁场以及混合场积分方程。

第三章 时域积分方程数值方法研究

3.1 时域积分方程时间步进算法的阻抗元素精确计算

时域积分方程时间步进算法的阻抗元素直接影响算法的后时稳定性，因此阻抗元素的计算是算法的关键之一，采用精度高效的方法计算时域阻抗元素是时域积分方程时间步进算法研究的重点之一。

3.1.1 时域积分方程时间步进算法产生的阻抗矩阵的特征

由于时域混合场积分方程是时域电场积分方程与时域磁场积分方程的线性组合，因此时域混合场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征与时域电场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征相同。时域阻抗元素的存储技术也是关键技术之一，采用合适的阻抗元素存储方式可以提高并行算法的计算效率。

3.1.2 数值算例与分析

由于时域混合场积分方程是时域电场积分方程与时域磁场积分方程的线性组合，因此时域混合场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征与时域电场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征相同。

算法 3-1 How to write an algorithm.

Data: this text

Result: how to write algorithm with L^AT_EX2_ε

```

1 initialization;
2 while not at end of this document do
3   read current;
4   if understand then
5     go to next section;
6     current section becomes this one;
7   else
8     go back to the beginning of current section;
9   end
10 end
```

由于时域混合场积分方程是时域电场积分方程与时域磁场积分方程的线性组合，因此时域混合场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征与时域电场积分方程

时间步进算法的阻抗矩阵特征相同。

3.2 时域积分方程时间步进算法矩阵方程的求解

3.3 本章小结

本章首先研究了时域积分方程时间步进算法的阻抗元素精确计算技术，分别采用 DUFFY 变换法与卷积积分精度计算法计算时域阻抗元素，通过算例验证了计算方法的高精度。

第四章 时域积分方程数值方法研究

4.1 时域积分方程时间步进算法的阻抗元素精确计算

时域积分方程时间步进算法的阻抗元素直接影响算法的后时稳定性，因此阻抗元素的计算是算法的关键之一，采用精度高效的方法计算时域阻抗元素是时域积分方程时间步进算法研究的重点之一。

4.2 时域积分方程时间步进算法阻抗矩阵的存储

时域阻抗元素的存储技术也是时间步进算法并行化的关键技术之一，采用合适的阻抗元素存储方式可以很大的提高并行时间步进算法的计算效率。

4.2.1 时域积分方程时间步进算法产生的阻抗矩阵的特征

由于时域混合场积分方程是时域电场积分方程与时域磁场积分方程的线性组合，因此时域混合场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征与时域电场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征相同。

4.2.2 数值算例与分析

如表4-1所示给出了时间步长分别取 0.4ns、0.5ns、0.6ns 时的三种存储方式的存储量大小。

表 4-1 计算 $2m \times 2m$ 理想导体平板时域感应电流采用的三种存储方式的存储量比较。

时间步长	存储方式		
	非压缩存储方式	完全压缩存储方式	基权函数压缩存储方式
0.4ns	5.59 MB	6.78 MB	6.78 MB
0.5ns	10.17 MB	5.58 MB	5.58 MB
0.6ns	8.38MB	4.98 MB	4.98 MB

如图4-1(a)所示给出了时间步长选取为 0.5ns 时采用三种不同存储方式计算的平板中心处 x 方向的感应电流值与 IDFT 方法计算结果的比较，……。如图4-1(b)所示给出了存储方式为基权函数压缩存储方式，时间步长分别取 0.4ns、0.5ns、0.6ns 时平板中心处 x 方向的感应电流计算结果，从图中可以看出不同时间步长的计算结果基本相同。

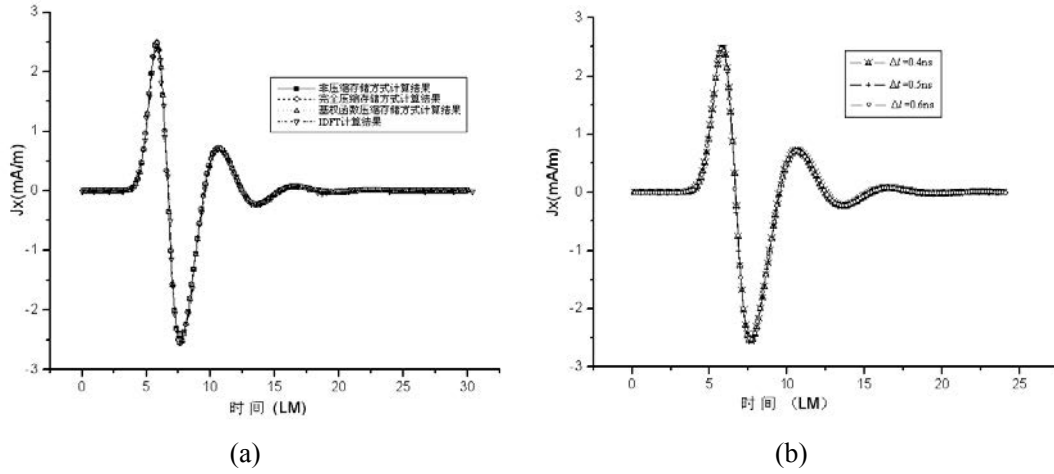


图 4-1 $2m \times 2m$ 的理想导体平板中心处感应电流 x 分量随时间的变化关系。

(a) 不同存储方式的计算结果与 IDFT 方法的结果比较；(b) 不同时间步长的计算结果比较

由于时域混合场积分方程是时域电场积分方程与时域磁场积分方程的线性组合，因此时域混合场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征与时域电场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征相同。

4.3 时域积分方程时间步进算法矩阵方程的求解

定理 4.1 如果时域混合场积分方程是时域电场积分方程与时域磁场积分方程的线性组合。

证明：由于时域混合场积分方程是时域电场积分方程与时域磁场积分方程的线性组合，因此时域混合场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征与时域电场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征相同。 ■

推论 4.2 时域积分方程方法的研究近几年发展迅速，在本文研究工作的基础上，仍有以下方向值得进一步研究。

引理 4.3 因此时域混合场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征与时域电场积分方程时间步进算法的阻抗矩阵特征相同。

4.4 本章小结

本章首先研究了时域积分方程时间步进算法的阻抗元素精确计算技术，分别采用 DUFFY 变换法与卷积积分精度计算法计算时域阻抗元素，通过算例验证了计算方法的高精度。

第五章 全文总结与展望

5.1 全文总结

本文以时域积分方程方法为研究背景，主要对求解时域积分方程的时间步进算法以及两层平面波快速算法进行了研究。

5.2 后续工作展望

时域积分方程方法的研究近几年发展迅速，在本文研究工作的基础上，仍有以下方向值得进一步研究：

致 谢

在攻读博士学位期间，首先衷心感谢我的导师 XXX 教授

附录 A 中心极限定理的证明

A.1 高斯分布和伯努利实验

参考文献

- [1] 肖珍新. 一种新型排渣阀调节降温装置 [P]. 中国, 实用新型专利, ZL201120085830.0, 2012 年 4 月 25 日.

攻读本科学位期间取得的成果

- [1] Li J. Y, Zhao Y. W, Nie Z. P. New memory method of impedance elements for marching-on-in-time solution of time-domain integral equation[J]. Electromagnetics, 2010, 30(5): 448-462.
- [2] 张三, 李四. 时间步进算法中阻抗矩阵的高效存储新方法 [J]. 电波科学学报, 2010, 25(4): 624-631.
- [3] 张三, 李四. 时域磁场积分方程时间步进算法稳定性研究 [J]. 物理学报, 2013, 62(9): 090206-1-090206-6.
- [4] 张三, 李四. 时域磁场积分方程时间步进算法后时稳定性研究. 电子科技大学学报 [J] (已录用, 待刊) .
- [5] Zhang S. Parameters discussion in two-level plane wave time-domain algorithm[C]. 2012 IEEE International Workshop on Electromagnetics, Chengdu, 2012, 38-39.
- [6] 张三, 李四. 时域积分方程时间步进算法研究 [C]. 电子科技大学电子科学技术研究院第四届学术交流会, 成都, 2008, 164-168.
- [7] 张三 (4) . 人工介质雷达罩技术研究. 国防科技进步二等奖, 2008 年.
- [8] XXX, XXX, XXX, XXX, 王升. XXX 的陶瓷研究. 四川省科技进步三等奖, 2003 年 12 月.

外文资料原文

1 The OFDM Model of Multiple Carrier Waves

外文资料译文

1 基于多载波索引键控的正交频分多路复用系统模型