

浙江师范大学

ZHEJIANG NORMAL UNIVERSITY



《随机行走模型的应用文献综述》

学院：_____物理与电子工程学院_____

班级：_____物理172班_____

姓名：_____舒星宇_____

学号：_____201632600237_____

电话：_____18314970010/583010_____

日期： 2020 年 10 月

随机行走模型的应用文献综述

舒星宇

2020 年 10 月 9 日

摘要：本文章主要以随机行走模型为本体研究对象，试图寻找随机行走模型的应用领域以及应用情况。通过文章阅读初步认清随机行走模型的应用现状，分析未来可尝试的领域与方向，并总结得出相关结论

关键词：随机行走模型；应用领域；未来展望

目录

1	研究目的	3
2	研究方法	3
2.1	文献查阅	3
2.2	访谈法	3
3	随机行走概述	3
3.1	一维随机行走	3
3.2	使用 Matlab 模拟随机行走	4
4	应用领域及相关情况	5
4.1	物理学	5
4.1.1	有取向颗粒的布朗运动	5
4.1.2	反常运输	5
4.1.3	行人同步率	6
4.2	化学	6
4.2.1	气相色谱分离	6
4.3	信息科技	6
4.3.1	值域增长约束满足问题	6
4.3.2	GPU 的芯片热	6
4.3.3	网络拓扑演化	6
4.4	医学	6
4.4.1	类风湿关节炎	6
4.4.2	骨关节炎	7
5	未来与展望	7
6	总结	7

1 研究目的

随机行走是指基于过去的表现，无法预测将来的发展步骤和方向。核心概念是指任何无规则行走者所带的守恒量都各自对应于一个扩散运输定律。应用领域广泛且前景深厚。

2 研究方法

2.1 文献查阅

通过图书馆和知网等方式阅读文献资料，收集有关随机行走模型的文献，并选取近 7 年的文献进行归纳分析，为以后的研究打下基础。

2.2 访谈法

过与研究该领域的教师进行访谈，获取相关的内容，并进行记录分析。

3 随机行走概述

3.1 一维随机行走

一个简单的随机行走的例子是在整数 Z 轴上的随机行走。它从 0 开始，然后每一步以相同的概率移动 $+1$ 或 -1 。实际操作如下：我们首先在 0 的位置放上一个标记，然后掷一枚公平硬币。若头朝上，则将标记向右移动一个单位；反之将标记向左移动一个单位。五次翻转后，标记现在可能在 1, -1, 3, 3, 5 或 -5 的位置。若五个翻转中得到三个头和两个尾，不管任和顺序，标记都会落在 1。一共有 10 种方式落在 1（三个头和两个尾），10 种方式落在 -1（三个尾和两个头），5 种方式落在 3（4 个头和 1 个尾），5 种方式落在 -3（4 个尾和 1 个头），1 种方式 5（5 个头），以及一种方式落在 -5（五个尾）。下图列出了 5 次翻转后的所有可能结果。要正式定义此路径，我们采用独立的随机变量 Z_1, Z_2, \dots ，每一个变量分别有 50% 的概率为 1 或 -1 。设 $S_0 = 0$ ， $S_n = \sum_{j=1}^n Z_j$ 。级数 $\{S_n\}$ 称为 Z 上的简单随机行走。若每一步的长度为 1，这个级数（由 -1 和 1 组成的数列的和）就是已经行走的距离。它的期待值 $E(S_n)$ of S_n 为 0。也就是说，随着掷硬币次数的增加，所有已掷硬币的平均值接近零。它遵循了期望值的有限加性属

性: $E(S_n) = \sum_{j=1}^n E(Z_j) = 0$. 这些随机变量的独立性以及 $E(Z_n^2) = 1$, 显示了: $E(S_n^2) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n E(Z_j Z_i) = n$. 这说明 $E(|S_n|)$, n 步后的期望的移动距离应为 \sqrt{n} 阶. 事实上, $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{E(|S_n|)}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{2}{\pi}}$. 如果随机行走永不停止, 那么它会穿过边界线多少次? Z 上的简单随机行走将会无限次走过每一个点. 这个结果被称为平交道现象 (level-crossing phenomenon), 重现 (recurrence) 或赌徒破产理论. 最后一个名字的来历如下: 若一个拥有有限财富的赌徒和一家拥有无限金钱的银行玩 “公平游戏”, 最终赌徒一定会输掉. 赌徒的钱的数量将经过随机行走的过程, 并且在某个时刻达到零, 游戏结束.

3.2 使用 Matlab 模拟随机行走

```
clear all; close all; clc
n=70000;
x=0;
y=0;
pix=zeros(n,2);
neighbour=[-1 -1;-1 0;-1 1;0 -1;0 1;1 -1;1 0;1 1];
for i=1:n
    r=floor(1+8*rand());
    y=y+neighbour(r,1);
    x=x+neighbour(r,2);
    pix(i,:)=[y x];
end

miny=min(pix(:,1));
minx=min(pix(:,2));

pix(:,1)=pix(:,1)-miny+1;
pix(:,2)=pix(:,2)-minx+1;

maxy=max(pix(:,1));
maxx=max(pix(:,2));
```

```
img=zeros(maxy,maxx);  
for i=1:n  
    img(pix(i,1),pix(i,2))=1;  
end  
imshow(img)
```

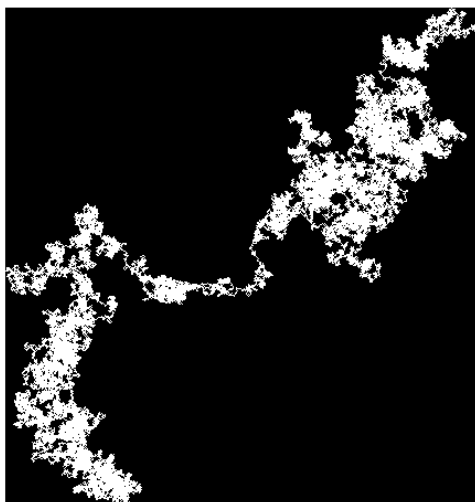


图 1: Matlab 模拟随机行走

4 应用领域及相关情况

4.1 物理学

4.1.1 有取向颗粒的布朗运动

小颗粒在介质中的布朗运动是分子动理论的重要现象之一，用随机行走可以实现布朗运动的计算机模拟，通过计算机模拟得出若干重要性质 [1]。

4.1.2 反常运输

连续时间随机行走模型是研究反常运输行为最直观的工具，在连续时间随机行走理论框架中，一次成功的行走可被分为两部分。

4.1.3 行人同步率

行人同步率的随机行走人群模型能准确反映人行天桥实际所受到的人群行走荷载荷载作用，可为人行天桥人致振动响应分析与评估提供参考 [3]。

4.2 化学

4.2.1 气相色谱分离

基于随机行走理论建立色谱分离仿真模型，详细讨论各模拟参数对保留时间和峰宽的影响，为进一步总结色谱分离的模拟方法奠定理论基础。

4.3 信息科技

4.3.1 值域增长约束满足问题

值域增长约束满足问题是计算机复杂性理论中一类重要的实际问题模型，针对解决这类问题的算法研究仍然很少。采用无回溯策略和随机行走策略进行，并进一步对两种策略的表现进行了分析。

4.3.2 GPU 的芯片热

针对大规模 IC 芯片中局部高温热效应问题，提出基于网络的随机行走分析稳态温度分布，通过分析研究，得出最大限度使用 GPU 资源并保证最大加速比的最优配置。

4.3.3 网络拓扑演化

通过随机行走策略结合改进后的无标度网络增长和择优连接的方法，提出了一种基于随机行走机制的无标度网络拓扑演化模型。

4.4 医学

4.4.1 类风湿关节炎

利用随机行走模型，分析研究各类药物对类风湿关节炎的影响 [11]。

4.4.2 骨关节炎

运用随机行走模型评价中医健脾单元疗法对骨关节炎患者炎症指标的影响 [12]。

5 未来与展望

6 总结

参考文献

- [1] 杨晓荣, 王琼, 叶唐进, 土登次仁. 考虑对流和扩散两种动力学起源的连续时间随机行走模型 [J]. 物理学报, 2019, 68(13): 42-48.
- [2] 侯阿美, 刘健, 郭锦晨. 基于 HIS 4615 份病历探讨复方芪薏胶囊对类风湿关节炎患者免疫炎症指标的影响 [J]. 风湿病与关节炎, 2019, 8(03): 11-15+21.
- [3] 操礼林, 曹栋, 于国军, 李爱群. 考虑行人同步率的随机行走人群模型 [J]. 西南交通大学学报, 2020, 55(03): 495-501.
- [4] 文建庭, 忻凌, 万磊, 方妍妍, 董文哲, 刘健. 基于随机行走模型评价中医健脾单元疗法对骨关节炎患者炎症指标的影响 [J]. 中国中药杂志, 2019, 44(05): 1053-1057.
- [5] 郭锦晨, 刘健, 忻凌, 黄旦, 周巧, 宋倩. 基于随机行走模型评价芙蓉膏外敷联合中药内服对活动期类风湿关节炎患者炎症指标的影响 [J]. 中国免疫学杂志, 2018, 34(06): 854-860.
- [6] 王景娴, 陈珍萍, 黄友锐, 张晓明. 基于随机行走机制的无标度网络拓扑演化模型 [J]. 微电子学与计算机, 2018, 35(05): 79-83.
- [7] 邹全胜. 有取向颗粒的布朗运动模拟研究 [J]. 滁州学院学报, 2018, 20(02): 68-72.
- [8] 马骏, 徐宁. 基于 GPU 的芯片热分析方法研究 [J]. 计算机应用研究, 2018, 35(03): 773-776.

- [9] 孙寅璐, 吴婷, 邵艳, 陈正年, 赵健伟. 基于随机行走扩散模型的气相色谱分离模拟 [J]. 分析科学学报, 2014, 30(05): 672-676.
- [10] 徐伟, 巩馥洲. 值域增长约束满足问题的无回溯与随机行走策略的算法复杂性分析 [J]. 计算机科学, 2014, 41(04): 205-210.
- [11] 孙艳秋, 刘健, 忻凌, 文建庭, 董文哲, 方妍妍. 基于数据挖掘研究单味与复方雷公藤制剂对类风湿关节炎贫血患者免疫、炎症、肝肾功能的影响 [J]. 中国免疫学杂志, 2020, 36(07): 804-809+814.
- [12] 孙艳秋, 刘健, 忻凌, 张颖, 龙琰, 鲍丙溪, 孙广瀚. 黄芩清热除痹胶囊联合新风胶囊改善类风湿关节炎湿热证患者免疫炎症指标的数据挖掘研究 [J]. 风湿病与关节炎, 2020, 9(01): 5-9.
- [13] 王茂枚, 李志鹏, 赵钢, 鲁程鹏, 孙洪广. 抛石输运行行为的连续时间随机行走模型应用 [J]. 水道港口, 2019, 40(05): 565-571.
- [14] 郭锦晨, 刘健, 王键, 张晓军, 忻凌, 黄旦, 周巧. 基于关联随机模型研究雷公藤不同制剂对类风湿关节炎患者抗氧化免疫炎症指标的影响 [J]. 北京中医药大学学报, 2019, 42(09): 778-786.