续本达

复习与提示

大作业安排

brone XIF3

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编料

概率编程

1-20 1 -2010 12

SQL

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

大作业与未来方向

续本达

清华大学 工程物理系

2024-07-28 清华

广义线性回归

大作业与未来 方向 续本达

复习与提示

大作业安排

probe 大化

泊松点过滤

probe 历史

机器学习

可微编程

₩ 蛟 4白 至

(坑)半3周付

SQL 总复习

10 字 ## B &

地实世界的为 数据方法

下一步学习

- 关系代数让回归分析变得极其直观,让我们专注于问题的本质
- 2 模型的选择极其重要,应当使用客观标准
 - AIC 是最简单直接的客观标准
 - 找到"最佳模型"的过程充满曲折,是实验"研究"的主体过程
- ③ 广义线性回归,把误差分布从高斯替换为其它指数族分布
 - 把连接函数从恒等替换为非线性函数
 - 几乎可以解决所有日常工作中的非线性问题,惊喜!

续本达

复习与提示

大作业安排

泊松占过剩

probe 历5

PJ 17以5层个

概率编科

1-70 1 -7110 1

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

数据时代的物理技能



续本达

复习与提示

. 17-

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编和

概率编和

SQL 总复习

现实世界的:

数据方法

下一步学习

概率是逻辑的扩展 - Cox 定理

- Laplace: probability theory is nothing but common sense reduced to calculations.
- R. T. Cox, E. T. Jaynes, 两位对统计学有重大贡献的物理学家
- Logical interpretation of probability
 - 1 Divisibility and comparability The plausibility of a proposition is a real number and is dependent on information we have related to the proposition.
 - 2 Common sense Plausibilities should vary sensibly with the assessment of plausibilities in the model.
 - 3 Consistency If the plausibility of a proposition can be derived in many ways, all the results must be equal.
- 概率论的唯一性: Any system for plausible reasoning that satisfies certain
 qualitative requirements intended to ensure consistency with classical
 deductive logic and correspondence with commonsense reasoning is isomorphic
 to probability theory.

参考: Van Horn, K.S., 2003. Constructing a logic of plausible inference: a guide to Cox's theorem.

International Journal of Approximate Reasoning 34, 3 - 24.



续本达

复习与提示

大作业安排

汨松思理相

probe 历史 经验

机器学习

可微编和

₩ 蛟 4 白 3

19九十二年 5周 7

总复习

现实世界的为数据方法

下一步学习

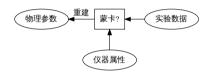
正向第一阶段



- 2024-07-11 2024-08-02
- 模拟实验测量

大作业安排

逆向第二阶段



- 2024-07-28 2024-08-18
- 分析数据
- 测量模型参数
- 黑盒分数按排名

实验测量的分析

大作业与未来 方向 续本达

复习与提示

大作业安排

3540,4534.9

probe 历史 经验

机器学习

可微编和

脚 玹 4 0 1

14九十二5周1

SQL 总复习

期 欧州 田 65

现实世界的 A 数据方法

下一步学习

输入 (模拟的) 实验测量原始数据

- 如果不是模拟的,则无法评分
- 但是助教会尽可能把它做得和真的一样

输出 物理对象的数学描述,实现 采分 与助教手中的模拟输入相比

第二阶段分组

每队至多三人

• 单人队: 大作业得分 ×1.03

• 三人队:每人大作业得分 = 队伍得分 ×0.95

• 不同队伍间请勿直接交换代码

如果大作业结果含有学术突破,总评保送 A+。

实验测量的分析

大作业与未来 方向 续本达

复习与提示

大作业安排

probe 历史

经验

机器子习

可微编程

概率编程

SQL

总复习

现实世界的2 数据方法

下一步学习

输入 (模拟的)实验测量原始数据

- 如果不是模拟的,则无法评分
- 但是助教会尽可能把它做得和真的一样

输出 物理对象的数学描述,实现 采分 与助教手中的模拟输入相比

第二阶段分组

每队至多三人

• 单人队: 大作业得分 ×1.03

• 三人队:每人大作业得分 = 队伍得分 $\times 0.95$

• 不同队伍间请勿直接交换代码

如果大作业结果含有学术突破,总评保送 A+。

续本达

复习与提示

大作业安排

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编档

概率编程

SQL 总复习

现实世界的

数据方法

下一步学习

复现 原则的要求

大作的结果必须可复现,否则无效。

思路和要点

- 将获得 https://git.tsinghua.edu.cn/physics-data/2024/project_2 之下的仓库一份,使用 GNU Make 构建整个分析流程,连同报告、程序整理到仓库中。
 - 注意小组分工中 Git 使用的规范
 - 善于使用 Git branch, Gitlab merge request 等团队协作功能
- 把流程系统化成输入、输出与过程三要素。
 - 而向数据编程,data-driven programming
- 系统表达输入数据、输出数据和中间结果的依赖关系,
 - 成为"可执行的说明文档"

续本达

复习与提示

大作业安排

probe 大作业

泊松点过

probe 历史 经验

._ ._

概率编程

1-70 1 -7110 1

....

III 557 ## EB 65

数据方法

下一步学习

具体说明

https://git.tsinghua.edu.cn/physics-data/projects/tpl_junoprobe

• 正在完善

- 大家可以开始 clone 大作业模板,再 push 到自己的仓库中。
- 后续如果模板有更新,通过 git merge 整合。

大作业安排

probe 大作业

泊松点过和

probe 历史 经验

-L-014

.

PJ T/X S/同个3

概率编程

SOL

总复习

现实世界的力数据方法

下一步学习

• 作业的目标是取得 JUNO 探测器泊松点过程的条件均值函数。

续本达

复习与提示

大作业安排

probe 大作业

probe 历史

概率编程

总复习

下一步学习

likelihood-free inference

- "likelihood-free inference" somewhat misleading
- 从一个没有 likelihood 的模型中,提炼出 likelihood。

续本达

复习与提示

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

和器学艺

Lever miles A also or

燃平编和

SQL 总复习

现实世界的

现实世界的大 数据方法

下一步学习

随机过程概念

- 随机过程的研究对象是 随时间演变的随机现象 。
- 不能用随机变量或多维随机变量来合理表达,而需要用一族无限多个随机 变量来描述。

定义

随机过程是一族随机变量 $\{X(t): t \in T\}$, 其中 $t \in S$, $t \in T$, t

- 一般地, t 表示时间。对于每一个 $t \in T$, X(t) 是一个随机变量,称 X(t) 为时刻 t 时 过程的状态。
- X(t) 所有可能取值的全体称为随机过程的 状态空间。

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

4n ao 244 🖘

17 0111 3 -

5 17 54 - 11 11

概率编程

SOL

总复习

现实世界的力 数据方法

下一步学习

- 随机过程的研究对象是 随时间演变的随机现象 。
- 不能用随机变量或多维随机变量来合理表达,而需要用一族无限多个随机 变量来描述。

·定义

随机过程是一族随机变量 $\{X(t): t \in T\}$, 其中 $t \in S$, T 称为 参数集.

- 一般地, t 表示时间。对于每一个 $t \in T$,X(t) 是一个随机变量,称 X(t) 为时刻 t 时 过程的状态 。
- X(t) 所有可能取值的全体称为随机过程的 状态空间。

. . .

robe 大作』

泊松点过程

probe 历史

10 00 M

机钻子。

可似编

概率编和

总复习

现实世界的 为数据方法

下一步学习

- 随机过程的研究对象是 随时间演变的随机现象 。
- 不能用随机变量或多维随机变量来合理表达,而需要用一族无限多个随机 变量来描述。

定义

随机过程是一族随机变量 $\{X(t): t \in T\}$, 其中 $t \in S$, T 称为 参数集.

- 一般地, t 表示时间。对于每一个 $t \in T$,X(t) 是一个随机变量,称 X(t) 为时刻 t 时 过程的状态 。
- X(t) 所有可能取值的全体称为随机过程的 状态空间

. . .

orobe 大作」

泊松点过程

probe 历史

机器学习

可佩编机

概率编程

SQL

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

- 随机过程的研究对象是 随时间演变的随机现象 。
- 不能用随机变量或多维随机变量来合理表达,而需要用一族无限多个随机 变量来描述。

定义

随机过程是一族随机变量 $\{X(t): t \in T\}$, 其中 $t \in S$, T 称为 参数集.

- 一般地, t 表示时间。对于每一个 $t \in T$,X(t) 是一个随机变量,称 X(t) 为时刻 t 时 过程的状态 。
- X(t) 所有可能取值的全体称为随机过程的 状态空间。

续本达

复习与提示

- ---

robe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

4工9以

17 (100)

-3 1/4/2/mg/1

概率编程

1.70 1 -11-01

总复习

现实世界的大

数据方法

下一步学习

定义

对随机过程 $\{X(t): t \in T\}$ 进行一次试验(即在 T 上进行一次全程观测), 其结果是 t 的函数,记为 $\{x(t): t \in T\}$,称为随机过程的一个 <mark>样本函数</mark> 。

随机过程观测获得样本函数,如同总体观测获得个体样本

符号化

把随机过程 $\{X(t), t \in T\}$ 写成

$$\{X(\omega,t):\omega\in\Omega,t\in T\}$$

的形式,其中 ω,Ω 分别是随机试验的 样本点 和 样本空间 ω

- 固定一个时间 t_0 ,随机过程对应于一个随机变量 $X(t_0)$ 。
- 固定 $\omega_0 \in \Omega$ 让 t 在 T 中变化, $X(\omega_0, t)$ 是定义 在 T 上的一个实函数,称 之为对应于 ω_0 的一个 样本函数 或者 样本轨道 。

续本达

复习与提示

robe 大作业

泊松点过程

probe 历史

+n ao ≥≤ ≂

机器字习

-3 1/W/ME/12

概率编档

SQL

总复习

现实世界的: 数据方法

下一步学习

定义

对随机过程 $\{X(t): t \in T\}$ 进行一次试验(即在 T 上进行一次全程观测), 其结果是 t 的函数,记为 $\{x(t): t \in T\}$,称为随机过程的一个 <mark>样本函数</mark> 。

随机过程观测获得样本函数,如同总体观测获得个体样本

符号化

把随机过程 $\{X(t), t \in T\}$ 写成

$$\{X(\omega,t):\omega\in\Omega,t\in T\}$$

的形式,其中 ω, Ω 分别是随机试验的 样本点 和 样本空间。

- 固定一个时间 t_0 ,随机过程对应于一个随机变量 $X(t_0)$ 。
- 固定 $\omega_0 \in \Omega$ 让 t 在 T 中变化, $X(\omega_0, t)$ 是定义 在 T 上的一个实函数,称 之为对应于 ω_0 的一个 样本函数 或者 样本轨道 。

续本达

复习与提示

. ..

robe 大作业

泊松点过程

probe 历史

机器学习

凡器子习

Investor data of

概率编档

SQL

总复习

现实世界的; 数据方法

下一步学习

定义

对随机过程 $\{X(t): t \in T\}$ 进行一次试验(即在 T 上进行一次全程观测), 其结果是 t 的函数,记为 $\{x(t): t \in T\}$,称为随机过程的一个 <mark>样本函数</mark> 。

随机过程观测获得样本函数,如同总体观测获得个体样本

符号化

把随机过程 $\{X(t), t \in T\}$ 写成

$$\{X(\omega,t):\omega\in\Omega,t\in T\}$$

的形式,其中 ω,Ω 分别是随机试验的 样本点 和 样本空间 。

- 固定一个时间 t_0 ,随机过程对应于一个随机变量 $X(t_0)$ 。
- 固定 $\omega_0 \in \Omega$ 让 t 在 T 中变化, $X(\omega_0, t)$ 是定义 在 T 上的一个实函数,称 之为对应于 ω_0 的一个 样本函数 或者 样本轨道 。

续本达

复习与提示

robe 大作业

泊松点过程

probe 历史

机器学习

N. 話子·习

Anir estes Aeta at

概举编档

SQL

总复习

现实世界的: 数据方法

下一步学习

定义

对随机过程 $\{X(t): t \in T\}$ 进行一次试验(即在 T 上进行一次全程观测), 其结果是 t 的函数,记为 $\{x(t): t \in T\}$,称为随机过程的一个 <mark>样本函数</mark> 。

随机过程观测获得样本函数,如同总体观测获得个体样本

符号化

把随机过程 $\{X(t), t \in T\}$ 写成

$$\{X(\omega,t):\omega\in\Omega,t\in T\}$$

的形式,其中 ω, Ω 分别是随机试验的 样本点 和 样本空间 。

- 固定一个时间 t_0 ,随机过程对应于一个随机变量 $X(t_0)$ 。
- 固定 $\omega_0 \in \Omega$ 让 t 在 T 中变化, $X(\omega_0, t)$ 是定义 在 T 上的一个实函数,称 之为对应于 ω_0 的一个 <mark>样本函数</mark> 或者 <mark>样本轨道</mark> 。

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 力。 经验

机器学习

可微编和

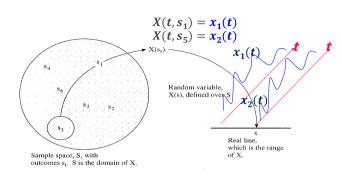
概率编和

总复习

亚世界的

数据方法

下一步学习



$$X(\omega, t) \equiv \Omega \ni \omega \to X(t)$$

随机过程 $\{X(\omega,t):\omega\in\Omega,t\in T\}$ 四种不同情况下的意义:

 $X(\omega,t)$ t 固定 t 可变 ω 固定 确定值 样本函数 ω 可变 随机变量 随机过程

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 力量 经验

机器学习

可微编和

脚來编和

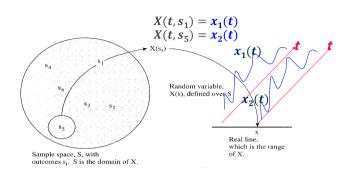
11/1-1-3/81

SQL

心复2

现实世界的大数据方法

下一步学习



$$X(\omega, t) \equiv \Omega \ni \omega \to X(t)$$

随机过程 $\{X(\omega,t):\omega\in\Omega,t\in T\}$ 四种不同情况下的意义:

$$X(\omega,t)$$
 t 固定 t 可变 ω 固定 确定值 样本函数 ω 可变 随机变量 随机过程

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

PJ 17双5层作

概率编程

. . . .

总复习

现实世界的为数据方法

下一步学习

定义

设随机过程 $\{X(t): t \in T\}$, 对每一个固定的 $t \in T$,

$$F_X(x,t) = P(X(t) \le x), x \in \mathbb{R}$$

称为随机过程 $\{X(t): t \in T\}$ 的一维分布函数, $\{F_X(x,t): t \in T\}$ 称为 一维分布函数族。

· ----

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学:

可微编

概率编程

SOL

总复习

现实世界的

数据方法

下一步学习

给定随机过程 $\{X_{\omega}(t), \omega \in \Omega, t \in T\}$:

均值函数 $\mu_X(t) = \mathcal{E}_{\omega}[X_{\omega}(t)]$

均方值函数 $\Psi_X^2(t) = \mathcal{E}_{\omega}[X_{\omega}^2(t)]$

方差函数 $\sigma_{\mathbf{Y}}^{2}(t) = \operatorname{Var}_{X}(t) = \operatorname{E}_{\omega}[X_{\omega}(t) - \mu_{X}(t)]^{2}$

标准差函数 $\sigma_X(t) = \sqrt{\operatorname{Var}_X(t)}$

相关函数 $R_X(s,t) = \mathcal{E}_{\omega}[X_{\omega}(s)X_{\omega}(t)]$

$$R_X(t,t) = \Psi_X^2(t)$$

协方差函数 $C_X(s,t) = \text{Cov}[X(s),X(t)]$

续本达

复习与提示

XIF#XIII

robe 大作

泊松点过程

probe 历史

和架学艺

可微始到

4817 マカテム かま

你一个 3個 个

SQL

总复习

现实世界的为数据方法

下一步学习

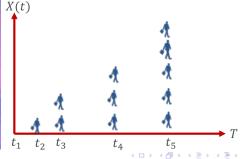
例:独立增量过程

阿荼扫过的人数:

设X(t)为截至t时刻,阿荼通过自动测温仪的累计总人数。

- 增量 $X(t_2) X(t_1)$ 表示在时间区间 $(t_1, t_2]$ 测量体温的人数。
- 不相交的时间区间的增量是相互独立的。





续本达

复习与提示

VILTY!

probe 大作

泊松点过程

probe 历5

机器学习

可微始到

4円でなる合金

1-70-1 -/110

- 4-

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

例:独立增量过程

阿荼扫过的人数:

设X(t)为截至t时刻,阿荼通过自动测温仪的累计总人数。

- 增量 $X(t_2)-X(t_1)$ 表示在时间区间 $(t_1,t_2]$ 测量体温的人数。
- 不相交的时间区间的增量是相互独立的。





. 1751

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史

经验

机器学习

可微编和

概率编程

19九十二年1

SQL

总复习

现实世界的: 数据方法

下一步学习

独立增量过程

设 $\{X(t), t \in T\}$ 是一随机过程,若 $\forall t_1 < \dots < t_n (n \geq 2, t_i \in T)$ 诸增量

$$X(t_2)-X(t_1), X(t_3)-X(t_2), \cdots, X(t_n)-X(t_{n-1})$$

相互独立,则称 $\{X(t), t \in T\}$ 是一个 独立增量过程。

性质

若 $\{X(t): t \in T\}$ 是独立增量过程,且 X(0) = 0,则:

- ① X(t) 的有限维分布函数族可以由增量 X(t)-X(s) ($0 \le s \le t$) 的分布所确定
- ② 设 $Var_X(t)$ 已知,则 $C_X(s,t) = Var_X[\min(s,t)]$

_____/___

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

.....

....

概率编程

. . .

总复习

现实世界的

下一步学习

独立增量过程

设 $\{X(t), t \in T\}$ 是一随机过程,若 $\forall t_1 < \dots < t_n (n \geq 2, t_i \in T)$ 诸增量

$$X(t_2)-X(t_1), X(t_3)-X(t_2), \cdots, X(t_n)-X(t_{n-1})$$

相互独立,则称 $\{X(t), t \in T\}$ 是一个 独立增量过程。

性质

若 $\{X(t): t \in T\}$ 是独立增量过程,且 X(0) = 0,则:

- ① X(t) 的有限维分布函数族可以由增量 $X(t)-X(s)(0 \le s \le t)$ 的分布所确定
- ② 设 $Var_X(t)$ 已知,则 $C_X(s,t) = Var_X[\min(s,t)]$

续本达

复习与提示

///---//

probe 大作

泊松点过程

probe 历史

YE 20 774 ---

可微编程

Ann who Ach are

概举编档

SQL

总复习

现实世界的大数据方法

下一步学习

泊松过程案例特点

随机点过程 如 "来到银行要求服务的顾客流","在一段时间内机器故障产生的故障流"等等。

计数过程 N(t) 表示在 [0,t] 内随机点 (事件) 发生的数目,N(t) 即为一计数过程。如,阿荼测体温的例子中,X(t) 表示截至 t 时刻累计测体温的人数。

续本达

复习与提示

robe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

4n 90 845 🖘

古て独身を中手に

Anii who Ash at

概 半 編 相

JQL

总复习

现实世界的为数据方法

下一步学习

泊松过程案例特点

随机点过程 如 "来到银行要求服务的顾客流","在一段时间内机器故障产生的故障流"等等。

计数过程 N(t) 表示在 [0,t] 内随机点 (事件) 发生的数目,N(t) 即为一计数过程。如,阿荼测体温的例子中,X(t) 表示截至 t 时刻累计测体温的人数。

下一步学习

泊松过程

计数过程 $\{N(t), t \geq 0\}$ 称为强度 λ ($\lambda > 0$) 的 时齐泊松过程 (homogeneous Poisson process),若满足:

- N(0) = 0
- ② $\{N(t), t \ge 0\}$ 是 时齐 的 独立增量过程
- ③ 对任意 t > 0 和充分小的 $\Delta t > 0$, 有
 - $P[N(t + \Delta t) N(t) = 1] = \lambda \Delta t + o(\Delta t)$
 - $P[N(t + \Delta t) N(t) \ge 2] = o(\Delta t)$

其中 $o(\Delta t)$ 是 Δt 的无穷小,即 $\lim_{\Delta t o 0} rac{o(\Delta t)}{\Delta t} = 0$

上述过程称为 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2$

robe 大作业

泊松点过程

probe 历史

机器学习

可微始到

Appropriate Arthur

燃半編和

SQL

总复习

现实世界的 ^力 数据方法

下一步学习

泊松过程

计数过程 $\{N(t), t \geq 0\}$ 称为强度 λ ($\lambda > 0$) 的 时齐泊松过程 (homogeneous Poisson process),若满足:

- N(0) = 0
- ② $\{N(t), t \geq 0\}$ 是 时齐的 独立增量过程
- ③ 对任意 t > 0 和充分小的 $\Delta t > 0$, 有
 - $P[N(t + \Delta t) N(t) = 1] = \lambda \Delta t + o(\Delta t)$
 - $P[N(t + \Delta t) N(t) > 2] = o(\Delta t)$

其中 $o(\Delta t)$ 是 Δt 的无穷小,即 $\lim_{\Delta t o 0} rac{o(\Delta t)}{\Delta t} = 0$

上述过程称为 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2$

下一步学习

泊松过程

计数过程 $\{N(t), t \geq 0\}$ 称为强度 λ ($\lambda > 0$) 的 时齐泊松过程 (homogeneous Poisson process),若满足:

- N(0) = 0
- ② $\{N(t), t \ge 0\}$ 是 时齐 的 独立增量过程
- ③ 对任意 t>0 和充分小的 $\Delta t>0$, 有
 - $P[N(t + \Delta t) N(t) = 1] = \lambda \Delta t + o(\Delta t)$
 - $P[N(t + \Delta t) N(t) \ge 2] = o(\Delta t)$

其中 $o(\Delta t)$ 是 Δt 的无穷小,即 $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} = 0$

上述过程称为 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ 因为任意长度为 $\frac{1}{2}$ 的区间中时间个数服从均值 $\frac{1}{2}$ 的泊松分布。

1 //--

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

7044 5 -

torn when the other

概率编程

SQL

总复习

现实世界的 ^力 数据方法

下一步学习

例

设 $\{N(t): t \geq 0\}$ 是一个强度为 λ 的泊松过程,则 N(t) 的一维分布是参数 为 λt 的泊松分布. 即对任意 t > 0 有

$$P[N(t) = k] = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, k = 0, 1, 2, \dots$$

数字特征:

$$\mu_N(t) = \lambda t$$

$$Var_N(t) = \lambda t$$

$$C_N(s,t) = \lambda \min(s,t)$$

续本达

复习与提示

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史

SIT 利以

机器字と

円 1 放 3 隔 付

概率编程

119九千平均隔 173

总复习

70.56-

现实世界的^为数据方法

下一步学习

例

设 $\{N(t): t \geq 0\}$ 是一个强度为 λ 的泊松过程,则 N(t) 的一维分布是参数 为 λt 的泊松分布。即对任意 t > 0 有

$$P[N(t) = k] = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, k = 0, 1, 2, \dots$$

数字特征:

$$\mu_N(t) = \lambda t$$

$$Var_N(t) = \lambda t$$

$$C_N(s,t) = \lambda \min(s,t)$$

7 (11 === 2 (7))

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

脚來始起

燃半編相

SQL

总复习

现实世界的为 数据方法

下一步学习

• 将区间 [0, t] 分为 k 份。

- 当 $k \to \infty$ 时,根据定义有 $P[N(s + \Delta t) N(s) \ge 2] = o(\Delta t)$,即任意一个 区间内包含两个或者两个以上的事件概率趋于 0.
- N(t) (以趋于 1 的概率)等于恰好含有一个事件的子区间的个数,服从二项分布 (k,p) 且 $p=\frac{\lambda t}{k}+o\left(\frac{t}{k}\right)$
- ullet N(t) 服从参数为 (k,p) 的二项分布,均值函数

$$\mu_N(t) = \lim_{k \to \infty} kp = \lim_{k \to \infty} k \left[\frac{\lambda t}{k} + o\left(\frac{t}{k}\right) \right] = \lambda t + o(t)$$

7 (11 === 7)

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

- Told Art TE

- ----

概举编档

SQL

总复习

现实世界的为 数据方法

下一步学习

• 将区间 [0, t] 分为 k 份。

- 当 $k \to \infty$ 时,根据定义有 $P[N(s+\Delta t)-N(s) \ge 2] = o(\Delta t)$,即任意一个区间内包含两个或者两个以上的事件概率趋于 0.
- N(t) (以趋于 1 的概率)等于恰好含有一个事件的子区间的个数,服从二项分布 (k,p) 且 $p=\frac{\lambda t}{k}+o\left(\frac{t}{k}\right)$
- N(t) 服从参数为 (k,p) 的二项分布,均值函数

$$\mu_N(t) = \lim_{k \to \infty} kp = \lim_{k \to \infty} k \left[\frac{\lambda t}{k} + o\left(\frac{t}{k}\right) \right] = \lambda t + o(t)$$

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编料

Ann who Ash at

....

总复习

现实世界的^人 数据方法

下一步学习

• 将区间 [0, t] 分为 k 份。

- 当 $k \to \infty$ 时,根据定义有 $P[N(s + \Delta t) N(s) \ge 2] = o(\Delta t)$,即任意一个区间内包含两个或者两个以上的事件概率趋于 0.
- N(t) (以趋于 1 的概率)等于恰好含有一个事件的子区间的个数,服从二项分布 (k,p) 且 $p=\frac{\lambda t}{k}+o\left(\frac{t}{k}\right)$
- N(t) 服从参数为 (k,p) 的二项分布,均值函数

$$\mu_N(t) = \lim_{k \to \infty} kp = \lim_{k \to \infty} k \left[\frac{\lambda t}{k} + o\left(\frac{t}{k}\right) \right] = \lambda t + o(t)$$

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编料

Lever makes if who are

概举编档

SQL

总复习

现实世界的力 数据方法

- 将区间 [0, t] 分为 k 份。
- 当 $k \to \infty$ 时,根据定义有 $P[N(s + \Delta t) N(s) \ge 2] = o(\Delta t)$,即任意一个区间内包含两个或者两个以上的事件概率趋于 0.
- N(t) (以趋于 1 的概率)等于恰好含有一个事件的子区间的个数,服从二项分布 (k,p) 且 $p=\frac{\lambda t}{k}+o\left(\frac{t}{k}\right)$
- N(t) 服从参数为 (k,p) 的二项分布,均值函数

$$\mu_N(t) = \lim_{k \to \infty} kp = \lim_{k \to \infty} k \left[\frac{\lambda t}{k} + o\left(\frac{t}{k}\right) \right] = \lambda t + o(t)$$

brone XIFT

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

T Old Arth III

Line who Ash etc

作第二年 3 周 化

总复习

现实世界的:

数据方法

下一步学习

• 将泊松过程第 n 个事件发生时刻记为 T_n 。

• 记 $W_n = T_n - T_{n-1}$ 为第 n 个事件的等待时间,特别地 $W_1 = T_1$ 。

定理 (泊松分布的指数间隔)

 $W_n(n=1,2,\cdots)$ 独立地服从参数为 λ 的指数分布。

考虑事件 {W₁ > t},即区间 [0,t] 中无事件,根据定义有

$$P(W_1 > t) = P(N(t) = 0) = \frac{(\lambda t)^0}{0!} e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t}$$

• 由全概率公式, $P(W_2 > t) = \mathbb{E}_{T_1}[P(T_2 > t | T_1)]$

$$P(W_2 > t | T_1 = s) = P[(s, s + t]$$
中无事件 $|T_1 = s]$
= $P[(s, s + t]$ 中无事件 $]$ (由独立增量) = $e^{-\lambda}$

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

D 0 11 11 1

中山灰場中

概率编档

SQL

总复习

现实世界的 ^力 数据方法

下一步学习

• 将泊松过程第 n 个事件发生时刻记为 T_n 。

• 记 $W_n = T_n - T_{n-1}$ 为第 n 个事件的等待时间,特别地 $W_1 = T_1$ 。

定理 (泊松分布的指数间隔)

 $W_n(n=1,2,\cdots)$ 独立地服从参数为 λ 的指数分布。

考虑事件 {W₁ > t},即区间 [0,t] 中无事件,根据定义有

$$P(W_1 > t) = P(N(t) = 0) = \frac{(\lambda t)^0}{0!} e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t}$$

• 由全概率公式, $P(W_2 > t) = \mathbb{E}_{T_1}[P(T_2 > t|T_1)]$

$$P(W_2 > t | T_1 = s) = P[(s, s + t]$$
中无事件 $|T_1 = s]$
= $P[(s, s + t]$ 中无事件 $]$ (由独立增量) = $e^{-\lambda t}$

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

概率编档

SQL

总复习

现实世界的力 数据方法

下一步学习

• 将泊松过程第 n 个事件发生时刻记为 T_n 。

• 记 $W_n = T_n - T_{n-1}$ 为第 n 个事件的等待时间,特别地 $W_1 = T_1$ 。

定理 (泊松分布的指数间隔)

 $W_n(n=1,2,\cdots)$ 独立地服从参数为 λ 的指数分布。

• 考虑 事件 $\{W_1 > t\}$,即区间 [0,t] 中无事件,根据定义有

$$P(W_1 > t) = P(N(t) = 0) = \frac{(\lambda t)^0}{0!} e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t}$$

• 由全概率公式, $P(W_2 > t) = \mathbb{E}_{T_1}[P(T_2 > t|T_1)]$

$$P(W_2 > t | T_1 = s) = P[(s, s + t]$$
中无事件 $|T_1 = s]$
= $P[(s, s + t]$ 中无事件 $]$ (由独立增量) = $e^{-\lambda t}$

brone XII-1

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微炉纸

抽工なる中年

SQL

总复习

现实世界的/ 数据方法

下一步学习

• 将泊松过程第 n 个事件发生时刻记为 T_n 。

• 记 $W_n = T_n - T_{n-1}$ 为第 n 个事件的等待时间,特别地 $W_1 = T_1$ 。

定理 (泊松分布的指数间隔)

 $W_n(n=1,2,\cdots)$ 独立地服从参数为 λ 的指数分布。

考虑事件 {W₁ > t},即区间 [0,t] 中无事件,根据定义有

$$P(W_1 > t) = P(N(t) = 0) = \frac{(\lambda t)^0}{0!} e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t}$$

• 由全概率公式, $P(W_2 > t) = \mathbb{E}_{T_1}[P(T_2 > t|T_1)]$

$$P(W_2 > t | T_1 = s) = P[(s, s + t]$$
中无事件 $|T_1 = s]$
= $P[(s, s + t]$ 中无事件 $]$ (由独立增量 $) = e^{-\lambda t}$

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编料

祖正マをひる中年

概率编档

SQL

总复习

现实世界的:数据方法

下一步学习

定理 (泊松过程判定)

给定参数为 λ 的独立同分布指数随机变量列 $\{W_n\}$ 。称第 n 个事件在时间 $T_n=W_1+W_2+\cdots+W_n$ 发生 $(S_0=0)$,得到

$$N(t) = \max(n|T_n \le t), t \ge 0$$

是强度为 λ 的时齐泊松过程。

续本达 复习与提示

交勺与证

probe 大作川

泊松点过程

probe EE

经验

4n 00 244 ---

=T2864户手

5 17 54 - 11 11

概率编档

SOL

总复习

现实世界的为 数据方法

下一步学习

例

设 $\{N(t), t \geq 0\}$ 是一个强度为 λ 的泊松过程,求 N(t) 的二维分布。

对任意 $t \geq s > 0$,

$$P[N(s) = i, N(t) = j]$$

 $=P[N(s) = i, N(t) - N(s) = j - i]$
 $=P[N(s) = i]P[N(t) - N(s) = j - i]$: 独立增量性
 $=P[N(s) = i]P[N(t - s) = j - i]$
 $=\frac{(\lambda s)^{i}}{i!}e^{-\lambda s}\frac{[\lambda(t - s)]^{j-i}}{(j - i)!}e^{-\lambda(t - s)}$

ST-9M

....

可似編和

概率编程

. . . .

...

总复习

地实世界的为 数据方法

下一步学习

例

设 $\{N(t), t \geq 0\}$ 是一个强度为 λ 的泊松过程,求 N(t) 的二维分布。

对任意 t > s > 0,

$$P[N(s) = i, N(t) = j]$$

= $P[N(s) = i, N(t) - N(s) = j - i]$
= $P[N(s) = i]P[N(t) - N(s) = j - i]$: 独立增量性
= $P[N(s) = i]P[N(t - s) = j - i]$
= $\frac{(\lambda s)^{i}}{i!}e^{-\lambda s}\frac{[\lambda(t - s)]^{j-i}}{(j - i)!}e^{-\lambda(t - s)}$

XIF#XIII

robe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

Anni who Ash an

燃半编程

SOL

出信:

现实世界的

地 い 数据方法

下一步学习

从常数的增量,拓展为任意非负函数的增量。

$$\mu_N(t) = \lambda t = \int_0^t \lambda ds$$
$$\to \mu_N(t) \int_0^t R(s) ds$$

• 方差函数等于均值函数。

$$\operatorname{Var}_N(t) = \mu_N(t)$$

Probe 的回顾

• 理念(张爱强): 使用 Poisson 点过程,统一探测器的时间和能量响应

流派

• 套用既有轮子的 Poisson 回归(王宇逸)

优点:易于理解缺点:算不出来

• 函数基拟合(续本达)

• 种类: 指数型(窦威)、平方型(武益阳)、混合型(刘学伟)、棍子状(徐闯)

• 拟合方法: Markov Chain Monte Carlo (续本达)、凸优化(武益阳)

• 优点: 自由参数个数可控

• 缺点: 有正交多项式的 Gibbs 波动残留, 效果不够理想

• 参考: https:

//gitlab.airelinux.org/tjjk/proposal/-/tree/master/probe

直方图(窦威)

优点:最有效的模型,还原度高缺点:自由参数过多,刻度困难

• 参考: https://gitlab.airelinux.org/douwei/thesis

下一步学习

• 手调反射 (窦威)

- 优点: 符合物理世界,模型精准
- 缺点: 手扶拖拉机,探测器变了得重调,不调会翻车
- 参考: https://gitlab.airelinux.org/douwei/thesis
- 光(武益阳)
 - 优点:对物理更深入一层,以光为单元建模,与发光曲线解耦
 - 缺点: 做不出来,呈现出半个手扶拖拉机
 - 参考: https://gitlab.airelinux.org/wuyy/bachelorthesis
 - https://gitlab.airelinux.org/tjjk/proposal/-/tree/master/ light_probe
- Normalized flow (武益阳)
 - 优点: 上深度神经网络, 理论上能拟合一切函数
 - 缺点:实际上啥也没拟合出来
 - 参考: 没找到,在哪里?

brone XIF2

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

17 UHU J -J

-3 1/4×400 13

概率编程

SQL

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

光线(续本达)

- 优点: 自然产生平方反比
- 缺点: 没人做,不知道行不行
- 参考: http://dpcraid.g.airelinux.org/meetings/TJJK/ 20220521-%E5%85%89probe.mp4
- 模拟退火(续本达)
 - 优点:不必显式写出 likelihood 函数,用模拟代替
 - 缺点: 没人做,不知道行不行
 - 参考: https://dpcg.g.airelinux.org/user/xubd/lab/ workspaces/auto-i/tree/annealing.ipynb

续本达

复习与提示

大作业安排

proba +4

泊松占过程

probe 历史 经验

机器学习

概率编程

1973年4月代

SQL

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

可用 sklearn

- Debian apt install python3-sklearn-pandas
- 下面的算法可以理解为无解析形式的函数逼近。

```
续本达
```

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

- Alst Arts TE

- 3 1/M-Mill 1.

概率编程

SOL

总复习

现实世界的大数据方法

```
### SVM regression
from sklearn.svm import SVR
from sklearn.pipeline import make_pipeline
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
regr = make_pipeline(StandardScaler(), SVR(C=1.0, epsilon=0.2))
regr.fit(X, y)
```

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

.....

概率编程

概率编档

总复习

加索州田

现实 世界的 7 数据方法

```
### GBoost
from sklearn.ensemble import GradientBoostingRegressor
from sklearn.model_selection import train_test_split
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    X, y, random_state=0)
reg = GradientBoostingRegressor(random_state=0)
reg.fit(X_train, y_train)
reg.predict(X_test[1:2])
reg.score(X_test, y_test)
```

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

17 (100 -) -

-7 1/4×1012

概率编程

601

总复习

现实世界的大 数据方法

```
### 神经网络
from sklearn.neural_network import MLPRegressor
regr = MLPRegressor(random_state=1, max_iter=500).fit(X_train, y_train)
regr.predict(X_test[:2])
regr.score(X_test, y_test)
```

大作业安排

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

概率编程

(坑平)編1

SQL

总复习

现实世界的7 数据方法

下一步学习

把程序的函数看成数学函数,让函数输出的返回值相对于输入参数可微。

$$y = f(x) \to \frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}x}$$

自动进行解析微分。

• PyTorch

apt install python3-torch

• CPU 版本,GPU 版本在 WSL 之内不容易安装,建议申请科协服务器账号。

续本达

复习与提示

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

概率编程

概举编档

总复习

TITL obs. LLI

地 実 世 界 的 カ 数 据 方 法

下一步学习

$y = f(x) \rightarrow Y = F(X)$

把普通函数关系,自动换成随机变量之间的函数关系。

自动推理机

- 利用第一阶段大作业成果,直接生成第二阶段大作业的解答程序
- 语言为 Anglican ,为 Clojure 语言的一种
- Clojure 语言是 Scheme 语言在 Java 平台上的实现

大作业安排

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

概率编程

SQL

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

• 效率非常高的 SQL 数据分析引擎,可与 dbplyr 联动。

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编和

概率编程

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

科学数据处理的原则

黑客的审美: 复现 透明 一次 最佳工具

版本控制

Git 与队友分工协作,与明天的自己协作 Git 是"搬砖工地安全帽",无头盔禁止上岗

关系代数

数据表示成关系,数据的操作表示成关系代数运算

数据格式

透明 CSV, HDF5, JSON, 数据库 SQL

续本达

复习与提示

probe 大作业

冶松思观

probe 历史 经验

机器学习

可微编和

脚 玹 4 0 毛

你学稿代

SQL 总复习

和空世界的

现实世界的大数据方法

下一步学习

黑客技能(二)

数据流水线

GNU Make 管理数据的依赖与转换,实现错误恢复和并行计算实现数据层次的 Python/R/Bash/Scheme/SQL 多语言融合

正则表达式

描述字符串的微型语言,数学模型

命令环境

POSIX 环境中强大的小工具组合,开发与使用相融合

计算语言

Python 语法友好,工具丰富,统领 C/C++/Fortran/R/SQL 库

续本达

复习与提示

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

脚 xx 4e 和

1.70 1 -110 10

总复习

TO etc. III. CO. AA

现实世界的大 数据方法

下一步学习

永远留在古老的计算环境

- SuperK 质子衰变和中微子实验,XMASS 暗物质实验
- 问题
 - ① 数据处理技术发展停滞,违反"最佳工具"原则
 - 2 新成员需要花精力学习旧技术,人力浪费
- 解决方案: test-driven development

续本达

复习与提示

大作业安排

probe *1

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

概率编程

17九千平均周 173

总复习

现实世界的大

数据方法

下一步学习

永远留在古老的计算环境

- SuperK 质子衰变和中微子实验,XMASS 暗物质实验
- 问题
 - ① 数据处理技术发展停滞,违反"最佳工具"原则
 - 2 新成员需要花精力学习旧技术,人力浪费
- 解决方案: test-driven development

续本达

复习与提示

X11-11-X11

21 10 52 100

/LITA M. AZT

probe 历史 经验

机器学习

可微编和

概率编程

19九十二5周年

总复习

现实世界的大 数据方法

下—步学习

自制 Python 驱动的批量处理流水线

- 症状问题
 - ① 使用 Python 调用大量 shell 命令,程序可读性差,违反"最佳工具"原则

```
for name in args.name:
   if name not in productions:
    print('Unknown production: ' + name)
    continue
   for script in productions[name]:
    parg = arguments + ' --name %s ' % name
    print('python %s %s' % (script, parg))
    os.system('python %s %s' % (script, parg))
```

- ② 流水线验证 flag 文件是否存在来确定是否成功执行,误判多,难以 debug
- 解决方案:使用 GNU Make 构建流水线
 - make 默认使用 /bin/sh 执行命令。SHELL=/bin/sh
 - 把 SHELL 换成提交任务给超级计算机集群的脚本

```
SHELL=lsf
export MAKE_TARGET=$@
export MAKE SOURCE=$^
```

续本达

复习与提示

. L/L

治松占过程

probe 历史

40 00 AM ---

三丁20か4中チ

Little order Arbs et

总复习

现实世界的大 数据方法

下一步学习

自制 Python 驱动的批量处理流水线

- 症状问题
 - ① 使用 Python 调用大量 shell 命令,程序可读性差,违反"最佳工具"原则

```
for name in args.name:
   if name not in productions:
     print('Unknown production: ' + name)
     continue
   for script in productions[name]:
     parg = arguments + ' --name %s ' % name
     print('python %s %s' % (script, parg))
     os.system('python %s %s' % (script, parg))
```

- ② 流水线验证 flag 文件是否存在来确定是否成功执行,误判多,难以 debug
- 解决方案: 使用 GNU Make 构建流水线
 - make 默认使用 /bin/sh 执行命令。SHELL=/bin/sh
 - 把 SHELL 换成提交任务给超级计算机集群的脚本

```
SHELL=lsf
export MAKE_TARGET=$@
export MAKE SOURCE=$^
```

续本达

复习与提示

probe 大作业

泊松点过程

probe 历史 经验

和聖學句

7044 3

Lever when I also or re-

概率编程

SQL 总复习

现实世界的大

数据方法

下一步学习

make 对接集群的脚本

```
#!/home/jinping/gentoo/bin/bash -e
# Platform LSF wrapper to be used as GNU Make shell.
# GNU Make convention for the first argument.
[[ ${1} = '-c' ]] && shift
for j in ${MAKE SOURCE}; do
    [[ -z $(bjobs -J ${j}) ]] && continue
    DEP+=" && done(${i})" # 把 make 中的依赖关系传递给调度系统
done
cat << EOF > ${MAKE TARGET}.sh
#!/home/iinping/gentoo/bin/bash
$@
FOF
chmod +x ${MAKE_TARGET}.sh
bsub -q normal"${DEP}" -J ${MAKE_TARGET} -O ${MAKE_TARGET}.log ${MAKE_TARGET}.sh
```

续本达

复习与提示

XII-TXII

泊松点过程

probe 历史 经验

_

概率编程

1-70 1 -70-0

JQL

76.56-5

地 実 世 界 的 プ 数据 方 法

下一步学习

以本课程为起点

竞赛

- probe 大作业 → Ghost Hunter 2024 中微子数据分析排位赛
 - 概率统计分析及量测技术课赛结合

大作业安排

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

一大学を40年1

ton object to be on

概率编

SQL

总复习

现实世界的 / 数据方法

- 清华大学学生开源软件与网络技术协会
- TUNA 主页 https://tuna.moe/
- TUNA 技术群,黑客(广义)技术问题探讨
- 为课程提供了
 - Debian 的镜像支持 https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/debian/
- 为大家提供了
 - 清华大学学位论文 LATEX 模版 thuthesis

- ----

probe 大作

泊松点过滤

probe 历史

和器学习

.....

概率编程

SOL

总复习

现实世界的力数据方法

下一步学习

如果你觉得配环境是一个非常快乐的事,并且经常帮助同学配环境。计算环境的可复现性是而容易被忽视,但也最重要的环节。

- Google Summer of Code: Google
 - Debian、Gentoo 操作系统相关项目
- 开源之夏活动:中科院软件所、华为、TUNA
 - ▶ Debian、Gentoo 操作系统相关项目

大作业安排

probe XII

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

概率编制

总复习

现实世界的

下一步学习

如果你觉得配环境是一个非常快乐的事,并且经常帮助同学配环境。计算环境的可复现性是而容易被忽视,但也最重要的环节。

- Google Summer of Code: Google
 - Debian、Gentoo 操作系统相关项目
- 开源之夏活动:中科院软件所、华为、TUNA
 - ▶ Debian、Gentoo 操作系统相关项目

续本达

复习与提示

- ---

orobe 大作!

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微煌段

Ann who Ash all

概率编程

SQL

总复习

现实世界的为数据方法

下一步学习

SRT 与大创: Scheme

如果你认同实验物理与形式逻辑是文明的两大支柱,并喜欢课程的内容,可以考虑与我继续探索:

- 分析力学的 Scheme 描述:
 - Structure and Interpretation of Classical Mechanics, MIT 本科课程
 - 分析力学完成后,计划拓展至量子力学和电动力学

续本达

复习与提示

大作业安排

泊松占过剩

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

脚 家 4 色 4 1

概举编档

SQL

总复习

现实世界的力 数据方法

下一步学习

SRT 与大创: Scheme

如果你认同实验物理与形式逻辑是文明的两大支柱,并喜欢课程的内容,可以考虑与我继续探索:

- 分析力学的 Scheme 描述:
 - Structure and Interpretation of Classical Mechanics, MIT 本科课程
 - 分析力学完成后,计划拓展至量子力学和电动力学

, ___/*/*~

robe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

归加编性

概率编程

SQL

总复习

现实世界的力 数据方法

下一步学习

顾问 陈晟祺、陈嘉杰

助教 武益阳、王宇逸、陶嘉燊、徐闯、郝传晖、刘逸祺 小助教 何宇峰、刘骥安、吕先艨、张珺铫、张贺、杨哲涵、王驰、程幸、 胡淏崴、胡磊、陈威、黄一浩

科协 物理系科协、工物系科协;

对课程贡献的同字们 谢谢!

XIF#XIII

probe 大作

泊松点过程

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

概率编程

1570 -1 -5/10/12

× ← -

现实世界的大

数据方法

下一步学习

顾问 陈晟祺、陈嘉杰

助教 武益阳、王宇逸、陶嘉燊、徐闯、郝传晖、刘逸祺

小助教 何宇峰、刘骥安、吕先艨、张珺铫、张贺、杨哲涵、王驰、程幸、 胡淏崴、胡磊、陈威、黄一浩

科协 物理系科协、工物系科协;

积极对课程贡献的同学们 谢谢!

大作业安排

泊松占过剩

probe 历史 经验

机器学习

可微编和

概率编程

19九十二5周年

JQL

总复习

地 い 数据方法

下一步学习

顾问 陈晟祺、陈嘉杰

助教 武益阳、王宇逸、陶嘉燊、徐闯、郝传晖、刘逸祺

小助教 何宇峰、刘骥安、吕先艨、张珺铫、张贺、杨哲涵、王驰、程幸、 胡淏崴、胡磊、陈威、黄一浩

科协 物理系科协、工物系科协;

积极对课程贡献的同学们 谢谢!

大作业安排

probe 大作

泊松占过剩

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

概率编程

1-70 1 -7110 1

总复习

现实世界的大

现实世界的7 数据方法

下一步学习

顾问 陈晟祺、陈嘉杰

助教 武益阳、王宇逸、陶嘉燊、徐闯、郝传晖、刘逸祺

小助教 何宇峰、刘骥安、吕先艨、张珺铫、张贺、杨哲涵、王驰、程幸、 胡淏崴、胡磊、陈威、黄一浩

科协 物理系科协、工物系科协;

• 提供算力支持

▶ 环境配置培训

只极对课程贡献的同学们 谢谢!

续本达

复习与提示

大作业安排

- --- ---

泊松占过剩

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

概率编程

总复习

现实世界的

数据方法

下一步学习

顾问 陈晟祺、陈嘉杰

助教 武益阳、王宇逸、陶嘉燊、徐闯、郝传晖、刘逸祺

小助教 何宇峰、刘骥安、吕先艨、张珺铫、张贺、杨哲涵、王驰、程幸、 胡淏崴、胡磊、陈威、黄一浩

科协 物理系科协、工物系科协;

- 提供算力支持
- 坏境配置培训

枳极对课桯贡献旳问字们 谢谢!

续本达

复习与提示

大作业安排

VILT XIII

治松古法理

probe 历史 经验

机器学习

可微编程

概率编程

001

总复习

现实世界的 为数据方法

下一步学习

顾问 陈晟祺、陈嘉杰

助教 武益阳、王宇逸、陶嘉燊、徐闯、郝传晖、刘逸祺

小助教 何宇峰、刘骥安、吕先艨、张珺铫、张贺、杨哲涵、王驰、程幸、 胡淏崴、胡磊、陈威、黄一浩

科协 物理系科协、工物系科协;

- 提供算力支持
- 环境配置培训

积极对课程贡献的同学们 谢谢!

大作业安排

泊松占过剩

probe 历史

机器学习

可微编程

概率编程

总复习

现实世界的力 数据方法

下一步学习

顾问 陈晟祺、陈嘉杰

助教 武益阳、王宇逸、陶嘉燊、徐闯、郝传晖、刘逸祺

小助教 何宇峰、刘骥安、吕先艨、张珺铫、张贺、杨哲涵、王驰、程幸、 胡淏崴、胡磊、陈威、黄一浩

科协 物理系科协、工物系科协;

- 提供算力支持
- 环境配置培训

积极对课程贡献的同学们 谢谢!