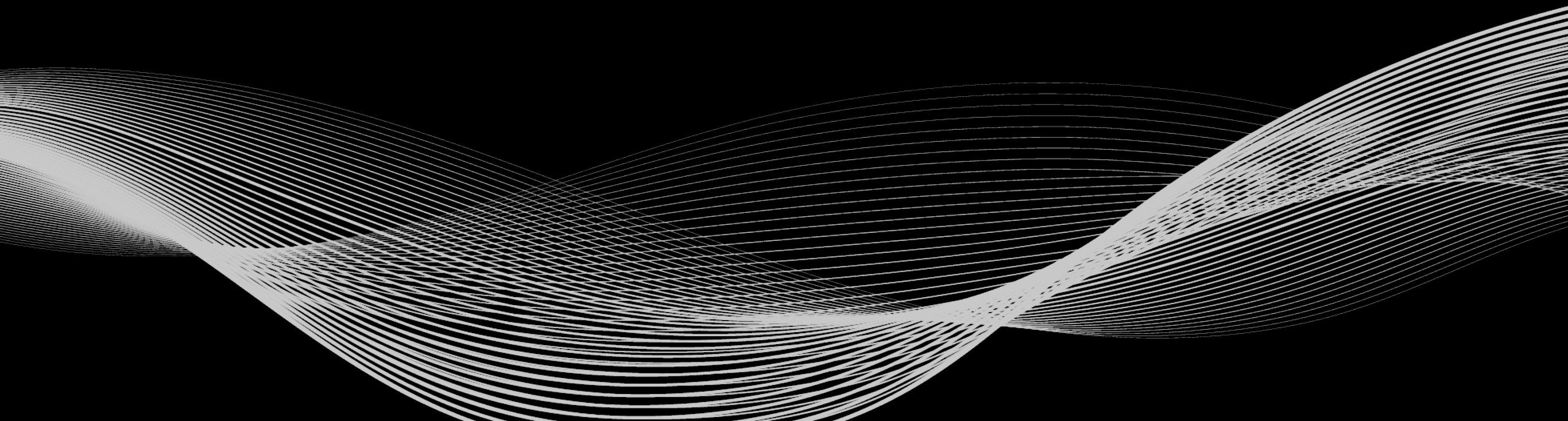


# Substrate 快速入门与实战

---

讲师: Bryan





# 第五节课



# 链表数据结构



## 链表数据结构

- KittyLinkedItem
  - prev: Option<KittyIndex>
  - next: Option<KittyIndex>
- OwnedKitties: map (AccountId, Option<KittyIndex>) => Option<KittyLinkedItem>



## 链表数据结构

- Substrate 自带了 `linked_map` 就是使用链表实现的
- `pub Validators get(validators): linked_map T::AccountId  
=> ValidatorPrefs<BalanceOf<T>>;`
- 提供了遍历所有键值得功能
- 需要额外的存储空间



## 链表数据结构

- 双向遍历
- $O(1)$  添加删除元素
- $O(n)$  随机下标读写
- `head.next -> item1.next -> item2.next -> None`
- `head.prev -> item2.prev -> item1.prev -> None`



## 链表数据结构

- 空表: []
- head: { prev: head, next: head }
- 添加元素 `item1`: [item1]
  - head: { prev: item1, next: item1 }
  - item1: { prev: head, next: head }



## 链表数据结构

- 添加元素 `item2`: [item1, item2]
  - head: { prev: item2, next: item1 }
  - item1: { prev: head, next: item2 }
  - item2: { prev: item1, next: head }
- 添加元素 `item3`: [item1, item2, item3]
  - head: { prev: item3, next: item1 }
  - item1: { prev: head, next: item2 }
  - item2: { prev: item1, next: item3 }
  - item3: { prev: item2, next: head }





## 链表数据结构

- 删除元素 `item2`: [item1, item3]
  - head: { prev: item3, next: item1 }
  - item1: { prev: head, next: item3 }
  - item3: { prev: item1, next: head }
- 删除元素 `item3`: [item1]
  - head: { prev: item1, next: item1 }
  - item1: { prev: head, next: head }
- 删除元素 `item1`: []
  - head: { prev: head, next: head }



# 单元测试



**map / linked\_map /  
double\_map**



## map / linked\_map / double\_map

- Substrate 的链上存储有4种选择
  - StorageValue
  - StorageMap
  - StorageLinkedMap
  - StorageDoubleMap



## map / linked\_map / double\_map

- StorageMap
  - 最基本的Key Value Store
  - 可以遍历所有 Key
  - 遍历顺序无保障



## map / linked\_map / double\_map

- StorageLinkedMap
  - 通过链表方式存储每个元素的前后元素
  - 遍历顺序为添加顺序
  - 每个元素需要多存一个Linkage，储存前后元素信息
  - 读写需要一点额外操作维护Linkage正确性



## map / linked\_map / double\_map

- StorageDoubleMap
  - 支持两个 Key
  - 可自定义每个Key的哈希算法
    - Blake2\_128
    - Blake2\_256
    - Blake2\_128Concat
    - Twox128
    - Twox256
    - Twox64Concat
  - 支持遍历第一个Key下面的所有元素
  - 支持直接删除第一个Key下面的所有元素



# pallet-balances 代码分 析





# 作业



## 作业

- 完成 transfer
- 完成 insert\_owned\_kitty
- 设计加密猫模块 V4
- 交易所
  - 给自己的小猫设定价钱
  - 购买小猫



## 额外作业

- 利用 polkadot.js 开发一个命令行软件
  - 创建小猫
  - 赠予小猫



一块链习

**THANK YOU!**

**Contact us:**  
**[info@yikuailianxi.com](mailto:info@yikuailianxi.com)**

