

# 极简数据结构 笔记 Just for iPad

谢勰 (微博: @算法时空)

July 22, 2020

# 课程简介

“极简数据结构”课程共10章内容，并设有番外篇(不定期增补更新数据结构经典面试题)，每讲视频短小精悍(平均时长20分钟以内)，希望以不那么硬核的内容让初学者充分体会算法和数据结构之美，在最短时间内学会正确使用数据结构而不纠缠过多细节，迅速进入实战体验，并为后续深入学习“算法三部曲”(《算法导论》《算法设计指南》《算法》)打下良好的基础。

秉承现代数据结构教学理念，我们着眼于以抽象数据类型为纲，快速提升学习者的动手能力。为此，课程借助C++丰富而强悍的标准模板库STL，辅以简短的可执行代码展示常见数据结构的极致算法性能。为减轻学习负担，我们采用接近于Python的现代C++语法，使用最小化C++语言子集，从“Hello World!”开始讲解，确保具备C语言知识的学习者能无缝过渡，以最低基础入门。

## 视频学习

目前的视频课程开设在网易云课堂: <https://study.163.com/course/introduction/1209171880.htm?share=2&shareId=480000001892574>，随着后续番外篇面试题视频的不断增加，课程价格也会逐步提升。

课程以最传统但学习效果最好的手写方式讲解，完全以笔记形态展现教学过程，和学习过程无缝衔接。与此同时，我们将手写笔记全程同步录制，打造出焕然一新的视听效果，并配备最潮的数字化设备：

- iPad Pro 12.9”
- Apple Pencil
- Notability
- Apogee HypeMic

## 主讲人与课程简介

各种好玩的平台都可以找到“算法时空”，主打“算法与数据结构”在线教育，请微博联系：@算法时空。

# 目录

<b>第1章 预备知识</b>	<b>1</b>
第1讲 Cornell笔记	2
第2讲 开发环境	3
第3讲 课程大纲	5
<b>第2章 语言基础</b>	<b>6</b>
第4讲 C++输入输出	7
第5讲 <code>string</code> 的简单使用	8
第6讲 引用	9
第7讲 数组和向量	10
第8讲 对角线问题	11
第9讲 排序之王 <code>sort</code>	12
第10讲 二分查找算法	13
第11讲 数组二分查找	14
第12讲 向量二分查找	15
第13讲 $3n + 1$ 问题	16
<b>第3章 抽象之妙</b>	<b>17</b>
第14讲 抽象数据类型	18
第15讲 线性查找	19
第16讲 查找问题	20
第17讲 初识集合	21
第18讲 再谈集合	22
第19讲 次序统计量	23
第20讲 有序向量与无序向量	24

第21讲 以集合描述算法 . . . . .	25
第22讲 STL容器一览 . . . . .	26
<b>第4章 性能分析</b>	<b>27</b>
第23讲 时空之谜 . . . . .	28
第24讲 运行时间 . . . . .	29
第25讲 量级 . . . . .	30
第26讲 渐近记号 . . . . .	31
第27讲 常见运行时间 . . . . .	32
第28讲 量级鸿沟 . . . . .	33
第29讲 求和分析 . . . . .	34
第30讲 抽象数据类型性能 . . . . .	35
第31讲 数据结构选用 . . . . .	36
<b>第5章 向量与链表</b>	<b>37</b>
第32讲 向量用法 . . . . .	38
第33讲 容量之妙 . . . . .	39
第34讲 自然数映射与下标 . . . . .	40
第35讲 部分和 . . . . .	41
第36讲 字符统计 . . . . .	42
第37讲 初识链表 . . . . .	43
第38讲 链表操作 . . . . .	44
第39讲 结点链接 . . . . .	45
第40讲 单链实例 . . . . .	46
第41讲 就地逆置 . . . . .	47
第42讲 连续放入 . . . . .	48
<b>第6章 栈与队列</b>	<b>49</b>
第43讲 时间次序 . . . . .	50
第44讲 进制转换 . . . . .	51
第45讲 循环队列 . . . . .	52
第46讲 基数排序 . . . . .	53
第47讲 电话号码排序 . . . . .	54
第48讲 括号匹配 . . . . .	55

第49讲 迷宫问题	56
第50讲 DFS求解迷宫	57
第51讲 BFS求解迷宫	58
<b>第7章 集合</b>	<b>59</b>
第52讲 二叉树	60
第53讲 树	61
第54讲 二叉树遍历	62
第55讲 递归构造二叉树	63
第56讲 二叉查找树	64
第57讲 遍历结果重构二叉树	65
第58讲 集合性能分析	66
第59讲 迭代器遍历时间	67
第60讲 不相交集	68
第61讲 合并查找	69
<b>第8章 字典</b>	<b>70</b>
第62讲 初识字典	71
第63讲 字典用法	72
第64讲 位向量	73
第65讲 结链法	74
第66讲 探查序列	75
第67讲 开放式定址法	76
第68讲 字典性能调优	77
第69讲 自定义散列	78
<b>第9章 映射</b>	<b>79</b>
第70讲 映射用法	80
第71讲 双向映射	81
第72讲 计数排序	82
第73讲 转置	83
第74讲 桶排序	84
第75讲 直方图排序	85
第76讲 trie	86

<b>第10章 排序</b>	<b>87</b>
第77讲 插入排序 . . . . .	88
第78讲 两路归并 . . . . .	89
第79讲 归并排序 . . . . .	90
第80讲 排序下界 . . . . .	91
第81讲 划分 . . . . .	92
第82讲 快速排序 . . . . .	93
第83讲 快速选择 . . . . .	94
 <b>第11章 优先级队列</b>	 <b>95</b>
第84讲 响应优先 . . . . .	96
第85讲 上浮 . . . . .	97
第86讲 下沉 . . . . .	98
第87讲 堆排序 . . . . .	99
第88讲 建堆算法 . . . . .	100
第89讲 离散事件仿真 . . . . .	101
第90讲 Huffman树 . . . . .	102
第91讲 多路归并 . . . . .	103
 <b>番外篇: 经典面试题</b>	 <b>104</b>
第92讲 龟兔赛跑 . . . . .	105
第93讲 递归与二叉树 . . . . .	106
第94讲 二分查找上下界 . . . . .	107

# 第1章 预备知识

## 本章内容

第1讲 Cornell笔记 . . . . .	2
第2讲 开发环境 . . . . .	3
第3讲 课程大纲 . . . . .	5





## 第2讲 开发环境

为了降低大家的学习难度, 所有程序示例都是一个单独的cpp文件, 例如叫ds.cpp. 程序发布在GitHub: <https://github.com/xiexiexx/BIDS>.

### 命令行方式

对于安装了clang(强烈推荐)的朋友(当然你也可以用gcc), 只需执行一句:

---

```
clang++ -std=c++17 -stdlib=libc++ -O3 ds.cpp; ./a.out; rm a.out
```

---

或者

---

```
g++ -std=c++17 -O3 ds.cpp; ./a.out; rm a.out
```

---

唯一的参数是ds.cpp. 你可以无脑操作, 而不用管这些命令都是什么意思, 执行完就可以看到执行结果啦!

### Visual Studio

使用Windows的朋友可以选择Visual Studio, 推荐最新的社区版: <https://www.visualstudio.com/downloads/>. 安装C++模块之后按照下面的流程:

- 新建C++项目, 取名为X(最好用英文名), 注意选项是空项目(对应Windows控制台), 然后将ds.cpp复制到该项目所在的文件夹.
- “项目”→“添加现有项”, 选择ds.cpp加入到X这个项目.
- 更改为release模式.
- Ctrl + F5执行程序! 有的笔记本可能要多按Fn键.

如果执行时出现闪退, 可以这样解决: “项目”→“属性”→“配置属性”→“链接器”→“系统”→“子系统”(在窗口右边)→下拉框选择“控制台(/SUBSYSTEM:CONSOLE)”, 再点击应用并确定即可. 当然, 新版本的Visual Studio基本都配置好了.

若有更多编译需求, 可在项目属性中更改C++17和优化选项. 另外, 程序如果使用较多内存, 需要将x86换成x64.

## 代码

可以试试最简单的程序开始入门.

程序 1 ↗ [https://github.com/xiexiexx/BIDS/blob/master/iostream/hello\\_world.cpp](https://github.com/xiexiexx/BIDS/blob/master/iostream/hello_world.cpp)

---

```
1  #include <iostream>
2
3  using namespace std;
4
5  int main()
6  {
7      cout << "hello, world" << endl;
8      return 0;
9  }
```

---



## 第2章 语言基础

### 本章内容

第4讲 C++输入输出 . . . . .	7
第5讲 <code>string</code> 的简单使用 . . . . .	8
第6讲 引用 . . . . .	9
第7讲 数组和向量 . . . . .	10
第8讲 对角线问题 . . . . .	11
第9讲 排序之王 <code>sort</code> . . . . .	12
第10讲 二分查找算法 . . . . .	13
第11讲 数组二分查找 . . . . .	14
第12讲 向量二分查找 . . . . .	15
第13讲 $3n + 1$ 问题 . . . . .	16

# 第4讲 C++输入输出



# 第5讲 string的简单使用



# 第6讲 引用



# 第7讲 数组和向量





# 第8讲 对角线问题



# 第9讲 排序之王sort



# 第10讲 二分查找算法



# 第11讲 数组二分查找



# 第12讲 向量二分查找



第13讲  $3n + 1$ 问题



# 第3章 抽象之妙

## 本章内容

第14讲 抽象数据类型 . . . . .	18
第15讲 线性查找 . . . . .	19
第16讲 查找问题 . . . . .	20
第17讲 初识集合 . . . . .	21
第18讲 再谈集合 . . . . .	22
第19讲 次序统计量 . . . . .	23
第20讲 有序向量与无序向量 . . . . .	24
第21讲 以集合描述算法 . . . . .	25
第22讲 STL容器一览 . . . . .	26

# 第14讲 抽象数据类型





# 第15讲 线性查找



# 第16讲 查找问题



# 第17讲 初识集合



# 第18讲 再谈集合



第19讲 次序统计量



# 第20讲 有序向量与无序向量



# 第21讲 以集合描述算法



# 第22讲   STL容器一览





# 第4章 性能分析

## 本章内容

第23讲 时空之谜 . . . . .	28
第24讲 运行时间 . . . . .	29
第25讲 量级 . . . . .	30
第26讲 渐近记号 . . . . .	31
第27讲 常见运行时间 . . . . .	32
第28讲 量级鸿沟 . . . . .	33
第29讲 求和分析 . . . . .	34
第30讲 抽象数据类型性能 . . . . .	35
第31讲 数据结构选用 . . . . .	36

# 第23讲 时空之谜



# 第24讲 运行时间



第25讲 量级



# 第26讲 渐近记号



# 第27讲 常见运行时间



# 第28讲 量级鸿沟



# 第29讲 求和分析





# 第30讲 抽象数据类型性能



# 第31讲    数据结构选用



# 第5章 向量与链表

## 本章内容

第32讲 向量用法 . . . . .	38
第33讲 容量之妙 . . . . .	39
第34讲 自然数映射与下标 . . . . .	40
第35讲 部分和 . . . . .	41
第36讲 字符统计 . . . . .	42
第37讲 初识链表 . . . . .	43
第38讲 链表操作 . . . . .	44
第39讲 结点链接 . . . . .	45
第40讲 单链实例 . . . . .	46
第41讲 就地逆置 . . . . .	47
第42讲 连续放入 . . . . .	48

# 第32讲 向量用法



# 第33讲 容量之妙



# 第34讲 自然数映射与下标



# 第35讲 部分和



# 第36讲 字符统计





# 第37讲 初识链表



# 第38讲 链表操作



# 第39讲  结点链接



# 第40讲 单链实例



# 第41讲 就地逆置



# 第42讲 连续放入



# 第6章 栈与队列

## 本章内容

第43讲 时间次序 . . . . .	50
第44讲 进制转换 . . . . .	51
第45讲 循环队列 . . . . .	52
第46讲 基数排序 . . . . .	53
第47讲 电话号码排序 . . . . .	54
第48讲 括号匹配 . . . . .	55
第49讲 迷宫问题 . . . . .	56
第50讲 DFS求解迷宫 . . . . .	57
第51讲 BFS求解迷宫 . . . . .	58

# 第43讲 时间次序





# 第44讲    进制转换



# 第45讲 循环队列



# 第46讲 基数排序



第47讲 电话号码排序



# 第48讲 括号匹配



# 第49讲 迷宫问题



# 第50讲    DFS求解迷宫



# 第51讲    BFS求解迷宫





# 第7章 集合

## 本章内容

第52讲 二叉树	60
第53讲 树	61
第54讲 二叉树遍历	62
第55讲 递归构造二叉树	63
第56讲 二叉查找树	64
第57讲 遍历结果重构二叉树	65
第58讲 集合性能分析	66
第59讲 迭代器遍历时间	67
第60讲 不相交集	68
第61讲 合并查找	69

# 第52讲 二叉树



# 第53讲 树



第54讲 二叉树遍历



# 第55讲 递归构造二叉树



第56讲 二叉查找树



# 第57讲 遍历结果重构二叉树



# 第58讲 集合性能分析







# 第60讲   不相交集



# 第61讲 合并查找



# 第8章 字典

## 本章内容

第62讲 初识字典 . . . . .	71
第63讲 字典用法 . . . . .	72
第64讲 位向量 . . . . .	73
第65讲 结链法 . . . . .	74
第66讲 探查序列 . . . . .	75
第67讲 开放式定址法 . . . . .	76
第68讲 字典性能调优 . . . . .	77
第69讲 自定义散列 . . . . .	78

# 第62讲 初识字典





# 第64讲    位向量



# 第65讲 结链法





# 第66讲 探查序列



# 第67讲 开放式定址法





第69讲 自定义散列



# 第9章 映射

## 本章内容

第70讲 映射用法 . . . . .	80
第71讲 双向映射 . . . . .	81
第72讲 计数排序 . . . . .	82
第73讲 转置 . . . . .	83
第74讲 桶排序 . . . . .	84
第75讲 直方图排序 . . . . .	85
第76讲 trie . . . . .	86

# 第70讲 映射用法



# 第71讲 双向映射



# 第72讲 计数排序





第73讲 转置



# 第74讲 桶排序



第75讲 直方图排序



第76讲   trie



# 第10章 排序

## 本章内容

第77讲 插入排序 . . . . .	88
第78讲 两路归并 . . . . .	89
第79讲 归并排序 . . . . .	90
第80讲 排序下界 . . . . .	91
第81讲 划分 . . . . .	92
第82讲 快速排序 . . . . .	93
第83讲 快速选择 . . . . .	94

# 第77讲 插入排序



# 第78讲 两路归并



# 第79讲 归并排序





# 第80讲 排序下界



第81讲    划分



# 第82讲 快速排序



# 第83讲 快速选择



# 第11章 优先级队列

## 本章内容

第84讲 响应优先 . . . . .	96
第85讲 上浮 . . . . .	97
第86讲 下沉 . . . . .	98
第87讲 堆排序 . . . . .	99
第88讲 建堆算法 . . . . .	100
第89讲 离散事件仿真 . . . . .	101
第90讲 Huffman树 . . . . .	102
第91讲 多路归并 . . . . .	103

# 第84讲 响应优先



第85讲    上浮



第86讲    下沉





# 第87讲 堆排序



# 第88讲 建堆算法



# 第89讲 离散事件仿真



# 第90讲   Huffman树



# 第91讲 多路归并



# 番外篇：经典面试题

## 本章内容

第92讲 龟兔赛跑 . . . . .	105
第93讲 递归与二叉树 . . . . .	106
第94讲 二分查找上下界 . . . . .	107

第92讲 龟兔赛跑



# 第93讲 递归与二叉树





# 第94讲 二分查找上下界

