

# 计算机系统结构简述

姚远 / 西北民族大学 数学与计算机科学学院

**摘要:** 计算机系统结构是一个有多个层次组合而成的有机整体, 随着科技的不断发展, 未来的计算机将会朝着微型化、网络化和智能化的方向发展, 为了使大家对计算机系统结构有一个大概的了解, 本文主要介绍了计算机系统结构的一些基本概念、计算机系统结构的发展、计算机系统结构的分类方法和计算机系统设计的方法。

**关键词:** 计算机系统结构; 冯·诺依曼结构; Flynn分类法; 冯氏分类法

世界上第一台电子计算机ENIAC诞生于1946年, 在问世将近70年的时间里, 计算机共历经电子管计算机时代、晶体管计算机时代、中小规模集成电路计算机时代、大规模和超大规模集成电路计算机时代和巨大规模集成电路计算机时代, 计算机更新换代的一个重要指标就是计算机系统结构。

## 1 计算机系统结构的基本概念

1.1 计算机系统层次结构的概念。现代计算机系统是由硬件和软件组合而成的一个有机整体, 如果继续细分可以分成7层。L0: 硬联逻辑电路; L1: 微程序机器级; L2: 机器语言级; L3: 操作系统级; L4: 汇编语言级; L5: 高级语言级; L6: 应用语言级。其中L0级由硬件实现; L1级的机器语言是微指令级, 用固件来实现; L2级的机器语言是机器指令集, 用L1级的微程序进行解释执行; L3级的机器语言由传统机器指令集和操作系统级指令组成, 除了操作系统级指令由操作系统解释执行外, 其余用这一级语言编写的程序由L2和L3共同执行; L4级的机器语言是汇编语言, 该级语言编写的程序首先被翻译成L2或L3级语言, 然后再由相应的机器执行; L5级的机器语言是高级语言, 用该级语言编写的程序一般被翻译到L3或L4上, 个别的高级语言用解释的方法实现; L6级的机器语言适应应用语言, 一般被翻译到L5级上。

1.2 计算机系统结构的定义。计算机系统结构较为经典的定义是Amdahl等人在1964年提出的: 由程序设计者所看到的一个计算机系统的属性, 即概念性结构和功能特性。由于计算机具有不同的层次结构, 所以处在不同层次的程序设计者所看到的计算机的属性显然不同。

## 2 计算机系统结构的发展

2.1 传统系统结构。当Amadahl在1964年提出计算机系统结构的定义时, 也提出了采用系列机的思想, 它的出现被誉为计算机发展史上的一个重要里程碑。当人们普遍采用系列机思想后, 较好的把硬件技术飞速发展与环境要求相对稳定的矛盾解决了, 这就要求系列机的系统结构需要在相当长的时间内保持基本不变。其中, 最重要的是保持它的数据表示、指令系统以及其他概念性的结构保持不变。

2.2 冯·诺依曼结构。冯·诺依曼结构(也称普林斯顿结构)是美国数学家冯·诺依曼在1946年提出的, 他将计

算机分为五大部件: 运算器; 控制器; 存储器; 输入设备; 输出设备。其基本思想是存储程序, 主要特点是:

(1) 单处理机结构, 机器以运算器为中心; (2) 采用程序存储思想; (3) 指令和数据一样可以参与运算; (4) 数据以二进制表示; (5) 将软件和硬件完全分离; (6) 指令由操作码和操作数组成; (7) 指令顺序执行。

2.3 对冯·诺依曼结构的改进。为了更好的优化计算机系统结构, 人们不断对冯·诺依曼结构进行改进, 总的来说, 共采用两种方法。一种是在冯·诺依曼结构的基础上进行“改良”; 另一种是采用“革命”的方法, 即脱离冯·诺依曼结构, 和其工作方式完全不同, 统成为非冯·诺依曼结构。

2.4 哈佛结构。哈佛结构的计算机分为三大部件:

(1) CPU; (2) 程序存储器; (3) 数据存储器。它的特点是将程序指令和数据分开存储, 由于数据存储器与程序存储器采用不同的总线, 因而较大的提高了存储器的带宽, 使之数字信号处理性能更加优越。

2.5 其他系统结构。冯·诺依曼结构开启了计算机系统结构发展的先河, 但是因为其集中、顺序的控制而成为性能提高的瓶颈, 因此各国科学家仍然在探索各种非冯·诺依曼结构, 比如, 数据流计算机, 函数式编程语言计算机等都是较为著名的非冯·诺依曼结构。

## 3 计算机系统结构的分类方法

研究计算机系统结构的分类方法可以帮助我们加深对计算机系统结构和组成特点的认识以及对系统工作原理和性能的理解。下面简单介绍2种比较常用的分类方法:

Flynn分类法; 冯氏分类法。

3.1 Flynn分类法。M.J.Flynn在1966年提出了按照指令流和数据流的多倍性概念进行分类的方法, 并给出了如下定义: (1) 指令流: 机器执行的指令序列; (2) 数据流: 由指令流调用的数据序列, 包括输入数据和中间结果; (3) 多倍性: 在系统最受限制的元件上同时处于同一执行阶段的指令或数据的最大可能个数。与此同时, 他按照不同组织方式的指令流和数据流, 将计算机系统结构分为4类, 分别是: 1) 单指令流单数据流(SISD); 2) 单指令流多数据流(SIMD); 3) 多指令流单数据流(MISD); 4) 多指令流多数据流(MIMD)。


3.2 冯氏分类法。冯泽云教授在1972年提出了用最大并行度( $P_m$ )对计算机系统结构予以分类的分类方法。最

来。比如页码编号不同、章节的页眉内容不同等都需要进行分节。分节后就能满足不同格式的设置。

#### 4 页眉和页脚的设置

在长文档处理过程中，页眉和页脚的设置有着较高的要求，常见的是首页页眉不同、奇偶页页眉不同、不同章节设置不同的页眉等，这些在长文档处理过程中都是非常常见的，那么在处理这样的页眉和页脚问题上，可以根据以下几种情况来进行处理。

情况一：首页不同、奇偶页不同的页眉和页脚

操作方法：在“页面布局”选项卡下页面设置栏中点击“”按钮，打开“页面设置”对话框，点击“版式”选项卡中勾选“首页不同”和“奇偶页不同”选项即可。

情况二：不同章节不同的页眉和页脚

操作方法：首先按照文档的章节进行分节，此时说的分节不是第一节、第二节等，而是将文档在排版格式上隔离成相对独立的部分。然后在“插入”选项卡下的“页眉和页脚”栏中，分别为各节设置和编辑页眉和页脚。在编辑不同的页眉和页脚前，需要将“链接到前一条页眉”取消，否则页眉和页脚上“与上一节相同”的字样，将会继承上一节的页眉和页脚。

#### 参考文献：

[1]徐立新. 计算机文化基础[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.

[2]侯捷. word排版艺术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

[3]宋翔. office 2010高效办公全攻略[M]. 北京: 科学出版社, 2011.

作者简介：陈会云（1978.09-），女，云南祥云人，教师，讲师，硕士，研究方向：计算机应用、软件工程。

作者单位：云南工商学院，昆明 651700

情况三：首页不同、奇偶页不同、不同章节不同的页眉  
操作方法：首先设置好首页不同、奇偶页不同的页眉和页脚，然后根据文档的实际需要进行文档分节，使得文档在排版格式上相对独立，最后设置不同章节不同的页眉内容，并设置相应的页码，在设置前别忘了取消“链接到前一条页眉”，然后再输入新的页眉和页脚内容。

#### 5 目录的生成

当长文档的格式基本编排结束后，最后就是文档目录的生成。如果单纯的用基础的格式编排文档，那么目录生成是一件非常痛苦的事情，这个就需要文档编排者手动制作目录，这可不是一件容易的事情。因此在长文档处理过程中，为什么一定要应用样式的原因之一也就在此了。当长文档处理过程中采用的是样式来进行编排的，那么在目录的生成上就非常之简单。操作方法：在“引用”选项卡下的“目录”栏中，点击“目录”在展开的菜单中选择插入目录，选择好相应的显示级别后，目录将自动生成。

总之，在word中进行长文档的处理时，如果借助word所提供的这一系列编辑长文档的功能，能够正确地使用这些功能，那么在组织和处理长文档的过程中，就会变得得心应手，处理起来就能有条不紊。

#### 《《《《《上接第304页

大并行度 $P_m$ 的定义是：计算机系统在单位时间内能够处理的最大的二进制位数。假如在一个时钟周期 $\Delta t_i$ 内可以处理的二进制位数为 $P_i$ ，那么经历 $T$ 个时钟周期的平均并行度为  $P_a = P_m = \sum_{i=1}^T P_i \Delta t_i / T$  由此得出系统在 $T$ 个周期内的平均利用率为  $\mu = P_a / P_m = \sum_{i=1}^T P_i / TP_m$  运用冯氏分类法可将计算机系统结构分为4类，分别是：（1）字串位串（WSBS）；（2）字并位串（WPBS）；（3）字串位并（WSBP）；（4）字并位并（WPBP）。

#### 4 计算机系统设计的不主要方法

由于计算机系统结构由多级层次构成，因此在设计计算机系统结构时就可以有三种方法：（1）“从下往上”设计；（2）“从上往下”设计；（3）“从中间开始”设计。

4.1 “从下往上”设计。首先根据能够得到的硬件，参照已经生产出来的各种机器的特点，开发出将微程序机器级和传统机器级设计出来，然后依次往上设计，最后将面向机  
参考文献：

[1]陈书生, 王毅. 计算机组成与系统结构[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2005.

[2]高辉, 张玉萍. 计算机系统结构[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004.

[3]郑伟民, 汤志忠. 计算机系统结构[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.

[5]张晨曦, 王志英. 计算机系统结构[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.

作者简介：姚远（1994-），男，河南商丘人，本科，研究方向：计算机科学与技术。

作者单位：西北民族大学 数学与计算机科学学院，兰州 730124

器的虚拟机器级设计出来。在硬件技术高速发展而软件技术发展相对较慢的今天，如果继续采用这种设计方法，会导致软件和硬件的脱离，因此已经很少使用这种方法。

4.2 “从上往下”设计。首先根据应用的需求，确定好整个系统的框架，然后逐层向下进行设计，同时可以兼顾到上层的优化，最后设计出微程序机器级和传统机器级。这种设计方法较好。

4.3 “从中间开始”设计。大多数将“中间”取在传统机器级和微操作级之间。在设计时，综合考虑软硬件，定义好分界面，然后由中间点分别往上、往下同时进行设计。此种方法可以缩短设计周期。

#### 5 结束语

综上所述，本文对计算机系统结构进行了一些简单的介绍，它是计算机的灵魂，目前，如何更好地提高系统结构的性能，仍是各国科学家不断研究的课题。