

应用天地

# SPEC CPU2000 性能测试程序分析及其应用

廖秋林<sup>1</sup> 莫 玮<sup>2</sup> 陈大为<sup>2</sup>

(1. 桂林电子工业学院 桂林 541004; 2. 中国电子技术标准化研究所 北京 100007)

**摘 要:** SPEC CPU2000 是由标准性能评价组织(SPEC)开发的用于评测通用型 CPU 性能的基准程序测试组,是目前 CPU 性能评测的客观和可信的基准程序之一。通过研究 CPU2000 基准程序的组成,及其在具体硬件平台上的安装和测试过程,最后分析指出 CPU2000 基准程序的特点和不足之处。

**关键词:** CPU 性能评测 基准程序 SPEC CPU2000

## Analysis and application of SPEC CPU2000 performance test program

Liao Qiulin<sup>1</sup> Mo Wei<sup>2</sup> Chen Dawei<sup>2</sup>

(1. Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004; 2. China Electronic Standardization Institute, Beijing 100007)

**Abstract:** SPEC CPU2000 benchmarks are fundamental program test sets developed by SPEC to evaluate performance of general CPU. It is one of the most objective and trustworthy in evaluation of CPU performance. This paper gives a brief introduction of CPU2000 and its installation and how to run it. At last, the characteristics and the disadvantage of CPU2000 are analyzed.

**Keywords:** CPU performance evaluation, benchmark, SPEC CPU2000.

## 0 引 言

SPEC CPU2000 是 SPEC(标准性能评测组织)开发的专门用于评价 CPU(中央处理器)性能的一套基准程序,主要应用于对桌面型和服务器型 CPU 的性能评价,其目的是比较不同类型 CPU 的整点运算和浮点运算性能。SPEC 是由计算机业界几十个芯片厂商、计算机系统厂商、研究团体等构成的非营利组织,其开发的 SPEC CPU2000 在 CPU 的性能评价领域具有很大的权威性。

对于 CPU 性能的评价, SPEC 组织先后发布了 SPEC92、SPEC95 和 SPEC2000 三个版本,其中 SPEC92 和 SPEC95 已经过时,目前使用的是 SPEC CPU2000,最新版本为 v1.3 版。相比以前的版本, SPEC CPU2000 中加入了新的测试基准程序,增加了程序的工作量和运行时间,并且更易于使用。

## 1 SPEC CPU2000 的组成

SPEC2000 是在 SPEC95 基础上发展起来的,同以前版本一样,它也由两套基准程序组成,分别测试 CPU 的整点运算性能和浮点运算性能。并且针对单处理器和多处理器计算机系统, CPU2000 采用不同的度量方法进行测试以保证公正性和合理性。单处理器系统主要测量系统的运算速度指标,即单位工作量需要多少时间来完成;而多处理器系统则主要测量系统的吞吐量,即系统在给定时间内能完成多少工作量。因此,对于测试结果, CPU2000 能给出 4 个测试结果指标:

SPECint2000,即单 CPU 计算机系统执行以整数运算为主应用软件的性能指标;

SPECfp2000,单 CPU 计算机系统执行以浮点运算为主应用软件的性能指标;

SPECint-rate2000,多处理器计算机系统执行

基金项目:本课题来源于国家 863 项目,课题编号:2003AA1Z1360

作者简介:

廖秋林,男,现就读于桂林电子工业学院电子工程系,主要研究方向:集成电路测试理论与技术。

以整数运算为主应用软件的性能指标；  
SPECfp-rate2000,多处理器计算机系统执行以浮点运算为主应用软件的性能指标。

CPU2000 整点性能基准程序包括表 1 所示的 12 个程序：

表 1 CPU2000 整点基准程序

基准程序	源程序	描述
164. gzip	C	数据压缩
175. vpr	C	FPGA 电路分布和路由
176. gcc	C	C 语言编译器
181. mcf	C	组合优化
186. crafty	C	棋类游戏
197. parser	C	自然语言处理
252. eon	C++	计算可视化
253. perlbnk	C	Perl 语言
254. gap	C	群论解释器
255. vortex	C	面向对象数据库
256. bzip2	C	数据压缩
300. twolf	C	布局 and 路由仿真

CPU2000 浮点性能基准程序包括表 2 所示的 14 个程序：

表 2 CPU2000 浮点基准程序

基准程序	源程序	描述
168. wupwise	F77	量子色彩动力学
171. swim	F77	浅水模型
172. mgrid	F77	多网格方法求解 3D 位势场
173. applu	F77	抛物/椭圆偏微方程
177. mesa	C	3D 图形库
178. galgel	F90	流体力学
179. art	C	神经网络模拟、自适应推理
183. equake	C	有限元模拟、地震模型
187. facerec	F90	计算机视觉，识别人像
188. ammp	C	计算化学
189. lucas	F90	数论、质数测试
191. fma3d	F77	有限元碰撞模拟
200. sixtrack	F 77	离子加速器模拟
301. apsi	F 77	求解大气温度、风向、速度和污染物分布问题

2 用 CPU2000 进行 CPU 性能测试

2.1 系统要求

在用 CPU2000 对计算机系统进行测试之前，测试系统应该满足一些基本要求，如能够运行

UNIX、Linux 或 Windows NT 以上的计算机系统，至少 256MB 内存，2GB 的磁盘自由空间，以及 C、C++ 和 Fortran90 编译器。

本次测试用的硬件基本配置是：Intel Pentium4 2. 2GHz、256M DDR266 内存、20G 硬盘，操作系统为 Windows XP SP2，编译器为 VC. net 和 Intel 的 Fortran 编译器。

2.2 安装和运行

SPEC CPU2000 测试基准程序已经在 Unix 和 Windows NT 系统上进行过测试，可以在任意一种系统上从光盘上安装。通过运行光盘上的 install 安装脚本，然后按照屏幕提示设置好安装路径，安装脚本会自动检查操作系统类型和硬件平台，安装非常方便。

CPU2000 基准主要由基准程序源文件、脚本管理程序、配置文件以及测试结果文件组成。管理程序中最重要的是 runspec 脚本管理程序，通过它用户可以编译、运行和维护基准程序。典型的 runspec 用法是：

```
runspec -c default. cfg --reportable all
```

其中 default. cfg 为配置文件，reportable 参数使 CPU2000 产生有效的测试结果报表，all 则是运行所有的整点和浮点基准程序。

2.3 配置文件

配置文件中包含了许多信息，比较重要的是编译基准程序的指令，例如编译基准程序所要用到的编译器，编译优化选项等。其中比较重要的是 CC 指令，由它指明 C 程序所用的编译器，而 FC 指令则指明 Fortran 程序的编译器，设置如下：

```
CC=cl
FC=ifort
```

其中 cl 和 ifort 分别是 VC 和 Fortran 程序的编译程序。

配置文件中还包含运行基准程序的指令，例如运行基本测试还是峰值测试等，以及对被测系统软硬件配置的描述，包括被测系统的硬件和软件配置，系统厂商等。

3 测试报表生成

为了能够复现测试结果，SPEC 要求公布完整的测试结果清单，包括各个基准程序的测试结果和配置文件的详细内容。一般而言，完整的测试结果包括：SPEC 工具产生的测试报表，测试配置文件和

所有建立可执行文件所需的附加文件,以及完整的编译选项的定义。

SPEC CPU2000 能自动生成多种格式的测试结果报表,包括 pdf、html、ps 和纯文本格式。

本次测试的浮点和整点性能测试结果如表 3 和表 4 所示,其综合得分为 569 和 643 分,是各项基准程序得分的几何平均值,计算公式是:

$$\text{SPECint}/\text{fp}=\text{GEOMEAN}(\text{reftime}/\text{runtime} * 100)$$

表 3 浮点性能测试得分

Benchmark	ReferenceTime	BaseRuntime	BaseRatio
168. wupwise	1600	167	960
171. swin	3100	601	516
172. mgrid	1800	338	533
173. applu	2100	351	599
177. mesa	1400	285	491
178. galgel	2900	442	657
179. art	2600	730	356
183. equake	1300	165	786
187. facerec	1900	246	771
188. ammp	2200	531	414
189. lucas	2000	251	798
191. fma3d	2100	383	548
200. sixtrack	1100	279	395
301. apsi	2600	550	473

表 4 整点性能测试得分

Benchmark	ReferenceTime	BaseRuntime	BaseRatio
164. gzip	1400	208	672
175. vpr	1400	300	467
176. gcc	1100	153	719
181. gcc	1800	394	457
186. crafty	1000	139	719
197. parser	1800	278	647
252. eon	1300	178	732
253. perlbnk	1800	217	829
254. gap	1100	165	665
255. vortex	1900	209	910
256. bzip2	1500	279	537
300. twolf	3000	565	531

4 SPEC CPU2000 的特点与不足

通过安装运行 SPEC CPU2000 基准程序组,以及对各个小基准程序的分析,可以归纳出以下特点

与不足:

4.1 把真实算法程序作为测试基准

理想情况下的测试基准应该是用户自己的应用程序,但由于系统环境的差异,要求用户自己的程序能够运行于多种系统,是很困难的。SPEC CPU2000 中的基准程序都是从实际应用程序中提取出来的,是基准程序和用户自己的应用程序的折中。SPEC 通过对用户提交的应用程序作适当的修改之后,把它作为 CPU2000 的基准程序,这样既做到了真实性,又做到了通用性。

4.2 提供源代码

同其它基准程序不同,CPU2000 的基准程序是以源代码的形式提供的,用户需要自己准备编译器,因而编译器的性能和编译选项的选择会对测试结果产生影响。因而 SPEC 把测试分为基本测试和峰值测试,前者对所有的基准程序选用最基本的编译选项,后者可对各个基准程序分别进行优化编译,使其能达到最优性能。

4.3 采用 MD5 数字签名

为了保证测试结果的公正性,测试中采用了数字签名技术。即在编译和运行测试程序当中,用工具软件产生并验证可执行文件和测试结果的校验和,从而保证测试结果是从各个基准程序中获得,没有经过人工篡改。

4.4 跨平台性

CPU2000 可以运行于 Windows、UNIX 和 Linux 平台。为了做到基准程序的跨平台型,一方面个个基准程序是以源代码的形式提供,另一方面负责基准程序编译、运行、产生结果报表的管理程序是用 Perl 语言编写的,由于 Perl 语言的跨平台性,也保证了基准程序可以运行于多种操作系统。

4.5 本质上是合成测试

SPEC CPU 实际上是合成测试。尽管所有的任务来源于真实的应用程序(如压缩程序和编译程序),但为了移植性和不同平台间的可比较性,基准程序经过了一些改动,与实际的应用程序略有不同。实际应用程序可以采用最新的算法、最佳的编译器和编译选项,而基准程序需要限制程序当中采用的算法,这限制了算法的改进和代码优化。同时,由于测试通常基于应用程序和相应的脚本程序,而脚本

程序也需要考虑它的版本问题,这也有别于真实世界的应用程序。

#### 4.6 基准程序的覆盖率不足

CPU2000 基准程序中许多是科学领域的仿真算法,或者是计算机领域的语言处理与数据压缩算法,缺乏目前应用广泛的网络应用、多媒体等方面的算法。

#### 4.7 需要商用编译器的支持

CPU2000 当中的一些基准程序是用 Fortran90 语言写的,而现在没有自由的或开放源码的 F90 编译器,因此,要全面运行 SPEC,需要商业版或一些限定版编译器。

### 5 结束语

随着我国对自主 CPU 的重视和国内多款 CPU 的研制成功,需要解决对 CPU 性能如何评价的问题。而 SPEC CPU2000 是计算机业界公认的、权威

性的 CPU 性能评估基准软件之一。本文在简要介绍 SPEC CPU2000 的安装和运行过程的基础上,对 CPU2000 的优点和不足之处进行了深入分析,对国内 CPU 性能的评价具有一定的现实意义。

#### 参考文献

- [1] SPEC CPU2000 revision 1.1.
- [2] John L. Henning. SPEC CPU2000: Measuring CPU Performance in the New Millennium[J]. COMPUTER, 2000, (7).
- [3] Kirill Kochetkov. SPEC CPU2000 Test Part1 Introduction[J/OL]. <http://www.digit-life.com/articles/inside-spec/cpu2000/index.html>.
- [4] Michael Riepe. New Version of the SPEC May 2000 Issue[Z].
- [5] 亨尼西. 计算机系统结构——量化研究方法[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [6] 易建勋. 微处理器(CPU)的结构和性能[M]. 北京:清华大学出版社,2003.

\*\*\*\*\*

## NI 推出高性价比的便携式测试系统 CompactDAQ

美国国家仪器有限公司(NI)推出基于 USB 的模块化数据采集系统——NI CompactDAQ。NI CompactDAQ 是一个适合在工作台、工程现场和生产线上进行传感器和电气测量的新型优选平台。该系统提供了一个 8 槽机箱,其 I/O 模块在单个系统下可实现高达 256 个通道的电气、物理、机械和声波信号的测量。通过将 USB 接口即插即用的简便性与模块化仪器的高性能和灵活性相结合,体积小巧、使用简便且价位合理的 NI CompactDAQ 可以实现快速、精确的测量任务。


这一新系统为包括电压、温度、压力、声音与振动等测量提供了连接性、信号调理功能,以及数字 I/O 和开关。所有的模块都是可热插拔的,并且能够为简化的设置进行自动检测,同时,这些模块还提供了高达 2,300 V<sub>rms</sub> 的隔离保护以确保用户及其个人电脑的安全。该系统为同步的模拟和数字 I/O 提供了四路专用 USB 信号流,以适用于诸如声音与振动、混合信号自动化测试和高速数据记录等各种

大数据量的应用。此外,NI CompactDAQ 的体积只有 25 cm X 9 cm X 9 cm 大小,电源选择也很灵活(交流或 11 到 30 伏的直流),因此广泛适用于例如车载、台式和自动化测试应用等项目中。

NI CompactDAQ 系统与 NI-DAQmx 驱动软件,以及其他其它测量服务软件同时发售,这一系列强大的工具组合将使得系统构建变得更为快速和简单。例如,一个交互式配置和测试面板例程可将设置时间降到最少,此外已经包括在产品中的基于配置的数据记录软件能够帮助用户无需编程即可完成数据的记录工作。NI-DAQmx 测量服务软件还包括一个开放的用户程序接口(API),用于 NI LabVIEW、C/C++、Visual Basic 6 和 Microsoft Visual Studio .NET 以及 DAQ Assistant 等语言(DAQ Assistant 是由 NI 提供的、用于自动生成 LabVIEW 代码的循序渐进的向导例程)。

(NI 公司 供稿)

# SPEC CPU2000性能测试程序分析及其应用

作者: [廖秋林](#), [莫玮](#), [陈大为](#), [Liao Qiulin](#), [Mo Wei](#), [Chen Dawei](#)  
作者单位: [廖秋林, Liao Qiulin\(桂林电子工业学院, 桂林, 541004\)](#), [莫玮, 陈大为, Mo Wei, Chen Dawei\(中国电子技术标准化研究所, 北京, 100007\)](#)  
刊名: [国外电子测量技术](#)   
英文刊名: [FOREIGN ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY](#)  
年, 卷(期): 2006, 25 (6)  
被引用次数: 1次

## 参考文献(6条)

1. [易建勋](#) [微处理器\(CPU\)的结构和性能](#) 2003
2. [亨尼西](#) [计算机系统结构—量化研究方法](#) 2004
3. [Michael Riepe](#) [New Version of the SPEC May 2000 Issue](#)
4. [Kirill Kochetkov](#) [SPEC CPU2000 Test Part1 Introduction](#)
5. [John L Henning](#) [SPEC CPU2000:Measuring CPU Performance in the New Millennium](#) 2000(07)
6. [SPEC CPU2000 revision 1.1](#)

## 引证文献(1条)

1. [杨伟](#). [陈明宇](#). [许建卫](#) [一种时钟级处理器模拟器的快速开发方法](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2010(6)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_gwdzcljs200606018.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gwdzcljs200606018.aspx)