

HPC 领域常用编译器编译优化手册

曙光解决方案中心

2006 年 12 月

目 录

目 录.....	2
1 GNU 编译器 (GCC)	3
1.1. 简介	3
1.2. 常用 Linux 系统上 GCC 编译器的版本	3
1.3. 编译优化快速入门	4
1.4. 一些编译优化选项说明	4
2 PGI 编译器	5
2.1. 简介	5
2.2. 编译优化快速入门	6
2.3. 一些编译优化选项说明	6
3 Intel 编译器	7
3.1. 简介	7
3.2. 编译优化快速入门	7
4 Pathscale 编译器	7
4.1. 简介	7
4.2. 编译优化快速入门	8

1 GNU 编译器 (GCC)

1.1. 简介

作为自由软件的旗舰项目, Richard Stallman 在刚开始编写 GCC 的时候, 还只是把它当作仅仅一个 C 程序语言的编译器, GCC 的最初意思也只是 GNU C Compiler (GNU C 语言编译器)。经过多年的发展, GCC 已经不仅仅能支持 C 语言; 它还支持 Ada、C++、Java、Objective C、Pascal、COBOL、Fortran 等语言。而 GCC 也不再单只是 GNU C 语言编译器的意思了, 而是变成了 GNU Compiler Collection 也即是 GNU 编译器家族的意思了。

GCC 支持硬件平台的种类特别广泛, 几乎所有有点实际用途的硬件平台, GCC 都提供了完善的支持。在目前的几乎所有的 Linux 操作系统中, 都带有 GCC 软件包。

对于 HPC 领域来说, 常用的语言为 C/C++、Fortran 77/90/95。GCC 一直能很好的支持 C/C++ 和 Fortran 77 语言。在 06 年发布的 GCC 4 中, 有增加了对 Fortran 90/95 语言支持的 gfortran (GNU Fortran)。

GCC 编译器包括:

- ✓ gcc: C 编译器 (gcc 4.1、gcc 3.3.3/3.3.4/3.4.1/3.4)
- ✓ gcc-ssa: C 编译器 (gcc-ssa)
- ✓ g++: C++ 编译器 (gcc 4.1、gcc 3.3.3/3.3.4/3.4.1/3.4)
- ✓ g++-ssa: C++ 编译器 (gcc-ssa)
- ✓ g77: Fortran 77 编译器 (gcc 4.1、gcc 3.3.3/3.3.4/3.4.1/3.4)
- ✓ g77-ssa: Fortran 77 编译器 (gcc-ssa)
- ✓ gfortran: Fortran 90/95 编译器 (gcc 4.1)

1.2. 常用 Linux 系统上 GCC 编译器的版本

操作系统	GCC 缺省版本	性能优化推荐版本
------	----------	----------

Red Hat Enterprise Linux 3	3.4	gcc-ssa
Red Hat Enterprise Linux 4	3.4.1	系统缺省版本
SuSE Linux Enterprise Server 8	3.2	3.3.3
SuSE Linux Enterprise Server 9	3.3.3	系统缺省版本
SuSE Linux 10.1	4.1.0	系统缺省版本

1.3. 编译优化快速入门

为了使大家在不了解 GCC 编译器细节的条件下，就能更好的使用编译选项实现编译优化，在这里给出了在 AMD64 平台上三种不同编译优化级别的编译选项。

- 不做任何优化

编译选项： `-O1`

- 中级别优化

编译选项： `-O2 -mtune=generic`

这一优化选项可以提高程序性能，同时它也是一个可靠的编译选项。

- 最高级别优化：

编译选项： `-O3 -ffast-math -funroll-all-loops -fpeel-loops -ftracer -funswitch-loops -ftree-vectorize -mtune=k8`

1.4. 一些编译优化选项说明

- “`-funroll-all-loops`”：做循环展开，这有可能使得可执行文件变大，执行速度可能变快也可能变慢（主要是看代码的特点，一般计算密集型代码会提高执行速度）
- “`-ffast-math`”：违反 IEEE/ANSI 标准以提高浮点数计算速度，但这是个危险的选项，仅在编译不需要严格遵守 IEEE 规范且浮点计算密集的程序考虑采用
- “`-ftracer`”：执行尾部复制以扩大超级块的尺寸，它简化了函数控制流，从而允许其它的优化措施做的更好，据说挺有效
- “`-finline-functions`”：允许编译器选择某些简单的函数在其被调用处展开，比较安全的选项，特别是在 CPU 二级缓存较大时建议使用

- “-funswitch-loops”：将循环体中不改变值的变量移动到循环体之外
- “-fgcse-after-reload”：为了清除多余的溢出，在重载之后执行一个额外的载入消除步骤
- “-fivopts”：在 trees 上执行归纳变量优化
- “-ftree-vectorize”：在 trees 上执行循环向量化
- “-mtune=XXXX” 选项是做针对 XXXX 平台的优化，如：
 - “-mtune=k8” 选项是做针对 Opteron/Athlon 平台的优化
 - “pentium4” 或 “pentium4m”：对 Intel P4 CPU（支持 MMX、SSE 和 SSE2）平台的优化
 - “prescott”：对 Intel P4 CPU（支持 MMX、SSE、SSE2 和 SSE3）平台的优化
 - “nocona”：对 64 位 Intel P4 CPU（支持 MMX、SSE、SSE2 和 SSE3）平台的优化
 - “k8” 或 “opteron”：对 AMD k8 核心的 CPU（X86_64 指令集）平台的优化

2 PGI 编译器

2.1. 简介

PGI 编译器是 HPC 领域经典的编译器，是由 Portland Group™ 公司为基于 32 位和 64 位 AMD64、IA32/EM64T 平台提供的编译器和开发工具，支持 C/C++、Fortran 77/90/95 和 HPF，支持 Linux 操作系统和 Windows 操作系统。

PGI 服务器级的编译器和工具适用于基于下列处理器的服务器：32 位 X86 (AMD Athlon XP/MP、Intel Pentium 4 and Xeon)、64 位 AMD64 技术 (AMD Opteron、Athlon 64) 以及 64 位 IA (Intel Pentium、Xeon EM64T) 处理器，支持多达 16 个运行在 Linux/x86 操作系统上的 CPU 或线程。

PGI 编译器包括：

- ✓ pgcc: C 编译器
- ✓ pgCC: C++ 编译器
- ✓ pgf77: Fortran 77 编译器
- ✓ pgf90: Fortran 90 编译器

2.2. 编译优化快速入门

为了使大家在不了解 PGI 编译器细节的条件下，就能更好的使用编译选项实现编译优化，在这里给出了在 AMD64 平台上三种不同编译优化级别的编译选项。

- 不做任何优化

编译选项： `-tp k8-64 -O0 (or -O1)`

- 中级别优化

编译选项： `-tp k8-64 -fast -Mscalarsse`

这组编译选项将会采用除了生成向量代码之外所有的优化（生成向量代码有可能变换指令执行顺序，且有可能会对最终运算结果产生影响）

- 最高级别优化：

编译选项： `-tp k8-64 -fastsse -Mipa=fast`

这组编译优化选项包括了针对 AMD64 平台的优化、sse 代码生成、向量化、代码分析、LRE 优化和循环展开。

在上面三组优化中，“-tp k8-64”是对 AMD Opteron 和 Athlon64（64 位 OS）平台的优化；若是在其他平台，则可以修改此选项。如：

“-tp k8-32”：对 AMD Opteron 和 Athlon64（32 位 OS）平台的优化

“-tp p7”：对 32 位 Intel P4 CPU 平台的优化

“-tp p7-64”：对 64 位 Intel P4 CPU（64 位 OS）平台的优化

2.3. 一些编译优化选项说明

- “-mcmmodel=medium”：编译的可执行程序的数据断可以超过 2GB 的内存
- “-mp”：支持 OpenMP
- “-fast”：等同于 “-O2 -Munroll=c:1 -Mnoframe -Mlre”
- “-fastsse”：等同于 “-fast -Mvect=sse -Mscalarsse -Mcache_align -Mflushz”
- “-Munroll=??”：执行循环展开

3 Intel 编译器

3.1. 简介

Intel 编译器是 Intel 公司针对其硬件平台开发的编译环境。它包括 Intel C++ 编译器（支持 C 和 C++ 语言）和 Intel Fortran 编译器（支持语言 Fortran 77/90/95 以及混合 C/Fortran 语言支持），支持 Linux 操作系统和 Windows 操作系统。

Intel 编译器在 Intel CPU 平台上，包括 Pentium、Xeon 和 Itanium 系列，具有非常好的性能。

Intel 编译器包括：

- ✓ icc: C 编译器
- ✓ icpc: C++ 编译器
- ✓ ifort: Fortran 编译器

3.2. 编译优化快速入门

- 不做任何优化

编译选项： -O0

- 中级别优化

编译选项： -O3

- 最高级别优化：

编译选项： -xW -ipo -O3t

4 Pathscale 编译器

4.1. 简介

Pathscale 编译器是针对 AMD 64 平台开发的编译器，它针对 AMD 64 平台做了很多的优化，

具有很好的性能，特别适合于基于 AMD 64 平台的 HPC 应用。它包括 C/C++编译器和 Fortran 77/90/95 编译器，支持 Linux 操作系统。

在基于 AMD 64 平台的 Linux 环境下，通过实际测试，Pathscale 是性能最好的编译。在 SPEC、PolyHedron、EuroBen、Stream 和很多其他实际应用的 Benchmark 测试中，Pathscale 的性能最优。

Pathscale 编译器包括：

- ✓ pathcc: C 编译器
- ✓ pathCC: C++ 编译器
- ✓ pathf95: Fortran 编译器

4.2. 编译优化快速入门

为了使大家在不了解 Pathscale 编译器细节的条件下，就能更好的使用编译选项实现编译优化，在这里给出了在 AMD64 平台上三种不同编译优化级别的编译选项。

- 不做任何优化

编译选项： -O2

“-O2”选项在编译优化方面比较保守，但是它会提高程序编译的时间，同时保证浮点运算的精度

- 中级别优化

编译选项： -O3

“-O3”选项比“-O2”选项会延长编译时间，但加大代码的编译优化

- 最高级别优化：

编译选项： -Ofast

“-Ofast”选项等同于“-O3 -ipa -OPT:Ofast -fno-math-errno”