



Intel C/C++、Fortran 编译器的使用

李会民

hqli@ustc.edu.cn, lihm@qibebt.ac.cn

中国科学院青岛生物能源与过程研究所 超级计算中心

2009 年 12 月



- 1 Intel C/C++、Fortran 编译器简介
- 2 Intel C/C++ 编译器用法
- 3 Intel Fortran 编译器用法
- 4 串行程序调试
- 5 联系信息



Intel C/C++ Fortran 编译器是一种主要针对 Intel 平台的高性能编译器，在 AMD Opteron 平台上性能也不错，可用于开发复杂且要进行大量计算的程序。

Linux 版本的 Intel C/C++ Fortran 编译器在 AMD64（又称 X86_64，EM64T）平台上默认安装路径：

- 10 系列的 C/C++ 编译器默认安装在 /opt/intel/cce/x，Fortran 编译器在 /opt/intel/fce/x（x 为版本号，如 10.1.018）
- 11 系列的编译器安装在 /opt/intel/Compiler/y/z（如安装的为 11.0.081，则对应的 y 为 11.0，z 为 081）
- 用户可以查看类似目录下还安装有哪些版本

当前科大超算安装的版本路径：

- HP RX2600 集群：
 - C/C++: /opt/intel/cc/10.1.018
 - Fortran: /opt/intel/fc/10.1.018
- 联想集群：
 - C/C++: /opt/intel/cce/10.1.018
 - Fortran: /opt/intel/fce/10.1.018



- 1 Intel C/C++、Fortran 编译器简介
- 2 Intel C/C++ 编译器用法
- 3 Intel Fortran 编译器用法
- 4 串行程序调试
- 5 联系信息

基本格式:

- C: `icc [options] file1 [file2 ...]`
- C++: `icpc [options] file1 [file2 ...]`

注意:

- `[]` 表示是其内部的选项可选
- 文件名和选项区分大小写

编译器默认将按照输入文件的后缀判断文件类型，编译时也可以用编译选项强制指定。

文件名	解释	动作
filename.c	C 源文件	传给编译器
filename.C filename.CC filename.cc filename.cpp filename.cxx	C++ 源文件	传给编译器
filename.a filename.so	库文件	传递给链接器
filename.i	预处理文件	传递给标准输出
filename.o	目标文件	传递给链接器
filename.s	汇编文件	传递给汇编器

编译器默认将输出按照文件类型与后缀相对应。

文件名	解释
filename.i	预处理文件由添加 -p 选项生成
filename.o	目标文件，由添加 -c 选项生成
filename.s	汇编文件，由添加 -s 选项生成
a.out	默认生成的可执行文件



编译选项对运行速度编译的兼容性等有影响，以下仅仅介绍部分重要选项，详细的建议仔细看看编译器手册中关于程序优化的部分，特别是 IPO、PGO 和 HLO 部分，多加测试，选择适合自己程序的编译选项以提高性能。

- `-Bdynamic`: 在运行时动态链接所需要的库。
- `-Bstatic` : 静态链接用户生成的库。
- `-c`: 仅编译成目标文件（.o 文件）。
- `-fast`: 最大化整个程序的速度。这里是所谓的最大化，还是需要结合程序本身使用合适的选项。
- `-g`: 包含调试信息。
- `-help`: 显示帮助信息。
- `-inline-level=[n]`: 设置 inline 层数。
- `-ip`: 在单个文件中进行过程间优化(Interprocedural Optimizations-IPO)。



- -ipo[n]: 在多文件中进行过程间优化, n 为可产生的目标文件数, 为非负整数。
- -I<头文件目录>: 指明头文件的搜索路径。
- -L<库目录>: 指明库的搜索路径。
- -l<库文件>: 指明所需链接的库名, 如库名为 libxyz.a, 则可用 -lxyz 指定。
- -mtune=<CPU 架构>: 指定针对某种 CPU 架构的处理器进行优化, RX2600 应该选 itanium2
- -openmp: 编译 OpenMP 程序, 注意: 只能在同一个节点的 CPU 上跑 OpenMP 程序。
- -O<级别>: 设定优化级别, 默认为 O2, O 与 O2 相同, 推荐使用。O3 为在 O2 基础之上增加更激进的优化, 比如包含循环和内存读取转换和预取等, 但在有些情况下速度反而慢, 建议在具有大量浮点计算和大数据处理的循环时的程序使用。



- `-p`: 进行概要导向优化(Profile Guided Optimization-PGO)。
- `-shared`: 产生共享目标而不是可执行文件，必须在编译每个目标文件时使用 `-fpic` 选项。
- `-static`: 静态链接所有库。
- `-std=<标准>`: 标准可以为 `c89`、`c99`、`gnu89`、`gnu++98` 或 `c++0x`，分别对应不同的标准。
- `-v`: 显示详细编译过程以及编译参数等。
- `-V`: 显示编译器版本号。
- `-w`: 编译时不显示任何警告，只显示错误。
- `-Wall`: 编译时显示所有警告。
- `-x <类型>`: 类型可以为 `c`、`c++`、`c-header`、`cpp-output`、`c++-cpp-output`、`assembler`、`assembler-with-cpp` 或 `none`，分别表示 `c` 源文件等，以使所有源文件都被认为是此类型的。



- 将 C 程序 `yourprog.c` 编译为可执行文件 `yourprog`:
`icc -o yourprog yourprog.c`
- 将 C 程序 `yourprog.c` 编译为目标文件 `yourprog.o`:
`icc -c yourprog.c`
- 将使用 `lapack` 库的 C 程序 `yourprog.c` 编译为可执行文件 `yourprog`:
`icc -o yourprog -L/opt/lib -llapack yourprog.c`
- 将 C 程序 `yourprog.c` 静态编译为 O3 优化的可执行文件 `yourprog`:
`icc -O3 -static -o yourprog yourprog.c`
- 将 C++ 程序 `yourprog.cpp` 编译为可执行文件 `yourprog`:
`icpc -o yourprog yourprog.cpp`
- 将 OpenMP 指令并行的 C 程序 `yourprog-omp.c` 编译为可执行文件 `yourprog-omp`:
`icc -o yourprog-omp -openmp yourprog.c`



- 1 Intel C/C++、Fortran 编译器简介
- 2 Intel C/C++ 编译器用法
- 3 Intel Fortran 编译器用法
- 4 串行程序调试
- 5 联系信息



基本格式:

- Fortran: `ifort [options] file1 [file2 ...]`

注意:

- [] 表示是其内部的选项可选
- 文件名和选项区分大小写

输入文件后缀与类型的关系



编译器默认将按照输入文件的后缀判断文件类型，编译时也可以用编译选项强制指定。

文件名	解释	动作
filename.a	目标库文件	传给编译器
filename.f filename.for filename.ftn filename.i	固定格式的 Fortran 源文件	被 Fortran 编译器编译
filename.fpp filename.FPP filename.F filename.FOR filename.FTN	固定格式的 Fortran 源文件	自动被 Fortran 编译器预处理后再被编译
filename.f90 filename.i90	自由格式的 Fortran 源文件	被 Fortran 编译器编译
filename.F90	自由格式的 Fortran 源文件	自动被 Fortran 编译器预处理后再被编译
filename.s	汇编文件	传递给汇编器
filename.so	库文件	传递给链接器
filename.o	目标文件	传递给链接器

输出文件的后缀与类型的关系



编译器默认将输出按照文件类型与后缀相对应。

文件名	解释	生成方式
filename.o	目标文件	编译时添加 <code>-c</code> 选项生成
filename.so	共享库文件	编译时指定为共享型，如添加 <code>-shared</code> ，并不含 <code>-c</code>
filename.mod	模块文件	编译含有 <code>MODULE</code> 声明时的源文件生成
filename.s	汇编文件	编译时添加 <code>-S</code> 选项生成
a.out	默认生成的可执行文件	编译时没有指定 <code>-c</code> 时生成



编译选项对运行速度编译的兼容性等有影响，以下仅仅介绍部分重要选项，详细的建议仔细看看编译器手册中关于程序优化的部分，特别是 IPO、PGO 和 HLO 部分，多加测试，选择适合自己程序的编译选项以提高性能。

- `-Bdynamic`: 运行时动态链接所需要的库。
- `-Bstatic` : 静态链接用户生成的库。
- `-c`: 仅编译成目标文件（.o 文件）。
- `-convert [关键字]`: 转换无格式数据的类型，比如关键字为 `big_endian` 和 `little_endian` 时，分别表示无格式的输入输出为 `big_endian` 和 `little_endian` 格式，更多格式类型请看编译器手册。
- `-cpp`: 对源代码进行预处理，等价于 `-fpp`。
- `-extend-source[size]`: 指明固定格式的 Fortran 源代码宽度，选项 `size` 可为 72、80 和 132。也可直接用 `-72`、`-80` 和 `-132` 指定，默认为 72 字符。



- **-fast**: 最大化整个程序的速度。这里是所谓的最大化，还是需要结合程序本身使用合适的选项。
- **-fixed**: 指明 Fortran 源代码为固定格式，默认由文件后缀决定格式类别。
- **-fpic**: 生成位置无关代码，当编译成共享目标文件时必须使用此选项，等价于 **-fPIC**，默认为 **-fno-pic**。
- **-free**: 指明 Fortran 源程序为自由格式，默认由文件后缀决定格式类别。
- **-g**: 包含调试信息。
- **-help**: 显示帮助信息。
- **-ip**: 在单个文件中进行过程间优化(Interprocedural Optimizations-IPO)。
- **-ipo[n]**: 在多文件中进行过程间优化，非负整数 n 为可生成的目标文件数。



- `-I<头文件目录>`: 指明头文件的搜索路径。
- `-implicitnone`: 指明默认变量名为未定义，建议在写程序时添加 `implicit none` 语句，以避免出现由于默认类型造成的错误。
- `-L<库目录>`: 指明库的搜索路径。
- `-l<库文件>`: 指明所需链接的库名，如库文件为 `libxyz.a`，则可用 `-lxyz` 指定。
- `-nofree`: 指明 Fortran 源程序为固定格式。
- `-openmp`: 编译 OpenMP 指令并程序，注意：在曙光集群上只能在同一个节点内 CPU 上跑 OpenMP 程序，提交作业时请结合 `-a openmp -R "span[hosts=1]"` 选项，以保证在同一个节点上运行。
- `-O<级别>`: 设定优化级别。默认为 O2，O 与 O2 相同，推荐使用。O3 为在 O2 基础之上增加更激进的优化，比如包含循环和内存读取转换和预取等，但在有些情况下速度反而慢，建议在具有大量浮点计算和大数据处理的循环时的程序使用。



- `-p`: 进行概要导向优化(Profile Guided Optimization-PGO)。
- `-shared`: 生成共享目标而不是可执行文件，必须在编译每个目标文件时使用 `-fpic` 选项。
- `-stand <标准>`: 以指定 Fortran 标准进行编译，编译时显示源文件中不符合此标准的信息。标准可为 `f03`、`f90`、`f95` 和 `none`，分别对应显示不符合 Fortran 2003、90、95 的代码信息和不显示任何非标准的代码信息，也可写为 `-std<标准>`，此时标准不带 `f`，可为 `03`、`90`、`95`。
- `-static`: 静态链接所有库。
- `-unroll[n]`: 循环最大可展开的层数，与性能相关。
- `-us`: 编译时给外部用户定义的函数名添加一个下划线，等价于 `-assume underscore`，如果编译时显示 `_` 函数找不到时也许添加此选项即可解决。
- `-v`: 显示详细编译过程以及编译参数等。



- -V: 显示编译器版本号。
- -w: 编译时不显示任何警告，只显示错误。
- -wall: 编译时显示所有警告。
- -X: 编译时不用默认的头文件搜索目录，与 -I 结合可使用指定的头文件目录。



- 将 Fortran 77 程序 yourprog.for 编译为可执行文件 yourprog:
`ifort -o yourprog yourprog.for`
- 将 Fortran 77 程序 yourprog.for 编译为目标文件 yourprog.o:
`ifort -c yourprog.for`
- 将使用 lapack 库的 Fortran 90 程序 yourprog.f90 编译为可执行文件 yourprog:
`ifort -o yourprog -L/opt/lib -llapack yourprog.f90`
- 将 Fortran 90 程序 yourprog.f90 编译为目标文件 yourprog.o:
`ifort -c yourprog.f90`
- 将 Fortran 90 程序 yourprog.f90 静态编译为 O3 优化的可执行文件 yourprog:
`ifort -O3 -static -o yourprog yourprog.f90`
- 将 Fortran 90 程序 yourprog.f90 静态编译为可执行文件 yourprog:
`ifort -o yourprog -static yourprog.f90`
- 将 OpenMP 指令并行的 Fortran 90 程序 yourprog-omp.f90 编译为可执行文件 yourprog-omp:
`ifort -o yourprog-omp -openmp yourprog.f90`



- 1 Intel C/C++、Fortran 编译器简介
- 2 Intel C/C++ 编译器用法
- 3 Intel Fortran 编译器用法
- 4 串行程序调试
- 5 联系信息



利用 Intel 编译器带有调试器：命令行的 idbc 和图形界面的 idb，并且可以调试 OpenMP 和 MPI 并行程序，进入后运行 help 可以查看具体命令



- 中国科大超算中心：
 - 主页：<http://scc.ustc.edu.cn>
 - 电话：0551-3602248
 - 信箱：sccadmin@ustc.edu.cn
- 青能所超算中心：
 - 当前主页：<http://124.16.151.186>
 - 将来域名：<http://scc.qibebt.cas.cn>
 - 电话：0532-80662613
 - 信箱：scc@qibebt.ac.cn
- 李会民：
 - 主页：<http://staff.ustc.edu.cn/~hmli/>
 - 电话：0532-80662613
 - 信箱：hmli@ustc.edu.cn、lihm@qibebt.ac.cn

欢迎指出错误和改进意见。