

Τεχνικές μεταγλώττισης - Αποσφαλμάτωση

Νίκος Νικολουτσάκος

ΕΔΕΤ

nikoloutsa [at] grnet.gr

<http://doc.aris.grnet.gr/development/>

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

- 1 Τεχνικές Μεταγλώττισης
 - Προγραμματιστικό Περιβάλλον
 - Μεταγλωτιστές
 - Μεταγλώττιση
 - Επιλογές βελτιστοποίησης κώδικα
- 2 Αποσφαλμάτωση
 - GDB
 - Βασικές εντολές
 - Προσάρτηση σε διεργασία
 - Intel gdb-ia
 - DDD

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμματιστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

- **Κειμενογράφοι** : vi, vim, nano
- **Προγραμματισμός**: C, C++, Fortran
- **Script**: perl, bash, Octave
- **Μεταγλωτιστές**: INTEL, GCC, PGI
- **Παραλληλία**: Intel MPI, OpenMPI
- **Make**: make, cmake
- **Αποσφαλμάτωση**: gdb, gdb-ia, pgdbg, ddd
- **Profilers**: gprof, pgprof, VTune, Scalasca, mpiP

Διαθέσιμοι Μεταγλωττιστές

Language	GNU	INTEL	PGI	File Extension
C	gcc	icc	pgcc	.c
C++	g++	icpc	pgc++	.cpp .cc .C .cxx
Fortran	gfortran	ifort	pgfortran	.f .for .ftn .f90 .fpp
		MPI flavor	module	execute
		Intel MPI	intelmpi	srun
		OpenMPI	openmi	srun

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

N. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωττιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

Language	wrapper
C	mpiicc
C++	mpiicpc
Fortran	mpifort

Launcher

`srun`

```
----- /apps/modulefiles/parallel ---  
intelmpi/5.0.3(default) intelmpi/5.1.1
```

```
Currently Loaded Modulefiles:  
1) gnu/4.9.2          2) intel/15.0.3      3) intelmpi/5.0.3
```

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

```
(gnu) mpicc -show
```

```
gcc -I/apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/include -L/apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/lib/release_mt -L/apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/lib -Xlinker --enable-new-dtags -Xlinker -rpath -Xlinker /apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/lib/release_mt -Xlinker -rpath -Xlinker /apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/lib -Xlinker -rpath -Xlinker /opt/intel/mpi-rt/5.0/intel64/lib/release_mt -Xlinker -rpath -Xlinker /opt/intel/mpi-rt/5.0/intel64/lib -lmpifort -lmpi -lmpigi -ldl -lrt -lpthread
```

N. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

```
(intel) mpiicc -show
```

```
icc -I/apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/include -L/apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/lib/release_mt -L/apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/lib -Xlinker --enable-new-dtags -Xlinker -rpath -Xlinker /apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/lib/release_mt -Xlinker -rpath -Xlinker /apps/compilers/intel/impi/5.0.3.048/intel64/lib -Xlinker -rpath -Xlinker /opt/intel/mpi-rt/5.0/intel64/lib/release_mt -Xlinker -rpath -Xlinker /opt/intel/mpi-rt/5.0/intel64/lib -lmpifort -lmpi -lmpigi -ldl -lrt -lpthread
```

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

N. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμματιστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

Language	wrapper
C	mpicc
C++	mpicxx
Fortran	mpifort (mpif90 deprecated)

Launcher

`srun`

```
----- /apps/modulefiles/parallel --  
openmpi/1.10.0/gnu(default) openmpi/1.8.5/intel  
openmpi/1.10.0/intel        openmpi/1.8.7/gnu  
openmpi/1.8.5/gnu           openmpi/1.8.7/intel
```

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωττιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

```
intel
```

```
module load openmpi/1.8.7/intel
```

```
Currently Loaded Modulefiles:
```

```
1) gnu/4.9.2           3) intelmpi/5.0.3  
2) intel/15.0.3      4) openmpi/1.8.7/intel
```

```
mpicc -show
```

```
icc -I/apps/parallel/openmpi/1.8.7/intel/include -pthread -Wl,-rpath -Wl,/apps/p  
arallel/openmpi/1.8.7/intel/lib -Wl,--enable-new-dtags -L/apps/parallel/openmpi/  
1.8.7/intel/lib -lmpi
```


Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωττιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

```
gnu
```

```
module load openmpi/1.8.7/gnu
```

```
Currently Loaded Modulefiles:
```

```
1) gnu/4.9.2          3) intelmpi/5.0.3
2) intel/15.0.3      4) openmpi/1.8.7/gnu
```

```
mpicc -show
```

```
gcc -I/apps/parallel/openmpi/1.8.7/gnu/include -pthread -Wl,-rpath -Wl,/apps/parallel/openmpi/1.8.7/gnu/lib -Wl,--enable-new-dtags -L/apps/parallel/openmpi/1.8.7/gnu/lib -lmpi
```

Μεταγλώττιση - Αποσφαλμάτωση

N. Νικολουτσάκος

Τεχνικές Μεταγλώττισης

Προγραμματιστικό Περιβάλλον

Μεταγλωττιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές βελτιστοποίησης κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

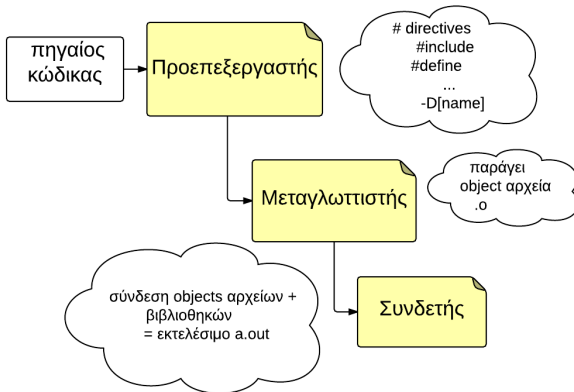
Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία



-c	Παραγωγή object αρχείων, χωρίς όμως σύνδεση (linking)
-o	Όνομα εκτελέσιμου
-g	Παράγει πληροφορίες αποσφαλμάτωσης.
-D[name]	Ορίζει το macro στον προεπεξεργαστή.
-I[dir]	Αναζητεί αρχεία κώδικα στον κατάλογο dir κατά τη μεταγλώττιση.
-l[lib]	Σύνδεση με βιβλιοθήκη lib .
-static	Υποχρεώνει στατική σύνδεση.
-L[dir]	Αναζητεί αρχεία βιβλιοθηκών στον κατάλογο dir κατά τη σύνδεση.
-fpic	Παράγει κώδικα position-independent.
-version, -v	Προβάλλει την έκδοση του μεταγλωττιστή.
-help, -h	Πληροφορίες βοήθειας.
-std=	Συμμόρφωση με πρότυπο standard

```
main.c:2:17: fatal error: foo.h: No such file or directory
#include "foo.h"
      ^
compilation terminated.
```

include dir

```
gcc -I/path/to/include main.c
gcc -I$MYPATH main.c
```

Find the paths

```
module show fftw/2.1.5
```

```
-----
/apps/modulefiles/libraries/fftw/2.1.5:
-----
module-whatis  Enable usage for fftw version 2.1.5
setenv         FFTWR00T /apps/fftw/2.1.5
prepend-path  LD_LIBRARY_PATH /apps/fftw/2.1.5/lib
```

```
gcc main.c -lfoo
```

```
/usr/bin/ld: cannot find -lfoo  
collect2: error: ld returned 1 exit status
```

```
gcc -L/path/to/lib main.c -lfoo
```

```
./a.out: error while loading shared libraries: libfoo.so: cannot open shared object file: No such file or directory
```

```
echo $LD_LIBRARY_PATH
```

Runtime libraries

```
ldd a.out
```

Επιλογές βελτιστοποίησης κώδικα του μεταγλωττιστή

- O0 Απενεργοποίηση βελτιστοποιήσεων κώδικα
- O1 Βελτιστοποιήσεις ως προς μέγεθος κώδικα
- O2 Βελτιστοποίηση ως προς ταχύτητα
- O3 Πλήρες επίπεδο βελτιστοποίησης
- Ofast Πιο επιθετική βελτιστοποίηση

Intel Reference

“The /O3 (-O3) option is particularly recommended for applications that have loops that do many floating-point calculations or process large data sets. These aggressive optimizations may occasionally slow down other types of applications compared to /O2 (-O2).”

```
gcc -help=optimizers  
icc -help opt
```

```
The following options control optimizations:  
-O<number>          Set optimization level to <number>  
-Ofast              Optimize for speed disregarding exact standards  
                    compliance  
-Og                 Optimize for debugging experience rather than  
                    speed or size  
-Os                 Optimize for space rather than speed  
-faggressive-loop-optimizations Aggressively optimize loops using language  
                    constraints
```

```
gcc -Q -O3 -help=optimizers  
icc -help advanced
```

```
-faggressive-loop-optimizations [enabled]  
-falign-functions [enabled]  
-falign-jumps [enabled]  
-falign-labels [enabled]  
-falign-loops [enabled]  
-fasynchronous-unwind-tables [enabled]  
-fbranch-count-reg [enabled]  
-fbranch-probabilities [disabled]  
-fbranch-target-load-optimize [disabled]  
-fbranch-target-load-optimize2 [disabled]  
-fbtr-bb-exclusive [disabled]
```


Μεταγλώττιση κώδικα για συγκεκριμένο επεξεργαστή

```
-march=native
```

Βελτιστοποίηση κώδικα για συγκεκριμένο επεξεργαστή

```
-mtune=native
```

Intel

```
icc -xHost
```

```
gcc -c -Q -march=native -help=target
```

```
-m[target] Enable use of instructions sets, -mavx, ...
```

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

N. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωττιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

Επιλογή GNU	Επιλογή INTEL
-O[0-3]	-O[0-3]
-Os	-Os
-Ofast	-fast
-mtune,-march=native	-xHost
-funroll-loops	-unroll/-unroll-aggressive
-finline-functions	-ip, ip0
-fstrict-aliasing	-fno-alias

Loop Unrolling

- unrolling inner loops hides floating point latency

original

```
for (int x=0; x < 100; x++)  
{  
    func(x);  
}
```

optimized

```
for (int x = 0; x < 100; x+=5)  
{  
    func(x);  
    func(x+1);  
    func(x+2);  
    func(x+3);  
    func(x+4);  
}
```

Loop Colapsing *original*

```
int a[100][300];  
for (int i = 0; i < 300; i++)  
for (int j = 0; j < 100; j++)  
    a[j][i] = 0;
```

optimized

```
int a[100][300];  
int *p = &a[0][0];  
for (int i = 0; i < 30000; i++)  
    *p++ = 0;
```

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

original

```
int func(int &x,int &y)
{ return 4*x+3*y; }
int main(){
    int x=4, y=3;
    int b=fun(x,y)
}
```

optimized

```
int main(){
    int x=4,y=3;
    int b= 4*x+3*y;
}
```

inline keyword

suggests (but does not require)

MACRO

#define FUN(x,y) 4*x+3*y

increase code space

Branch Elimination

```
if ( x < x1 ) {  
    a = a0 + a1;  
} else if ( x < x2 ) {  
    a = a0 - a1;  
} else if ( x < x3 ) {  
    a = a0 * a1;  
} else {  
    a = a0;  
}
```

- static branch elimination
- compute all cases and conditions, then pick the correct
- replace with switch statements, jumble tables
- branch re-alignment

● *Loop Fusion*

original

```
int x[100], y[100];  
for (int i = 0; i < 100; i++)  
x[i] = 1;  
for (int i = 0; i < 100; i++)  
y[i] = 2;
```

optimized

```
int x[100], y[100];  
for (int i = 0; i < 100; i++) {  
x[i] = 1;  
y[i] = 2;  
}
```

● Loop Peeling

original

```
int p = 10;  
for (int i=0; i<10; ++i) {  
    y[i] = x[i] + x[p];  
    p = i;  
}
```

optimized

```
y[0] = x[0] + x[10];  
for (int i=1; i<10; ++i) {  
    y[i] = x[i] + x[i-1];  
}
```


Cache reuse

Fortran (column-wise)

```
Real*8 :: a(m,n), b(m,n)
, c(m,n)
```

...

```
do i=1,n
  do j=1,m
    a(j,i)=b(j,i)+c(j,i)
  end do
end do
```

C (row-wise)

```
double a[m][n], b[m][n],
c[m][n];
```

...

```
for (i=0;i <m;i++){
  for (j=0;j <n;j++){
    a[i][j]=b[i][j]+c[i][j];
  }
}
```

Prefetching (predict next cache line)

2 stream

```
do i=1,n
  s=s+x(i)*y(i)
end do
dotp=s
```

4 stream

```
do i=1,n/2
  s0=s0+x(i)*y(i)
  s1=s1+x(i+n/2)*y(i+n/2)
end do
dotp=s0+s1
```

6 stream

```
do i=1,n/3
  s0=s0+x(i)*y(i)
  s1=s1+x(i+n/3)*y(i+n/3)
  s2=s2+x(i+2*n/3)*y(i+2*
    n/3)
end do
do i=3*(n/3)+1,n
  s0=s0+x(i)*y(i)
end do
dotp=s0+s1+s2
```

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

cache blocking

```
Real*8 a(n,n), b(n,n), c(n,n)
do ii=1,n,nb ! < nb is blocking factor
  do jj=1,n,nb
    do kk=1,n,nb
      do i=ii,min(n,ii+nb-1)
        do j=jj,min(n,jj+nb-1)
          do k=kk,min(n,kk+nb-1)
            c(i,j)=c(i,j)+a(j,k)*b(k,i)
          end do
        end do
      end do
    end do
  end do
end do
end do
```

- gdb GNU Debugger
- αποσφαλμάτωση, έλεγχος λαθών: segmentation faults, floating point exception κλπ
- <http://www.gnu.org/software/gdb/>

```
gcc [flags] <source file> -o <output file>
```

- `-Wall`, `-Wextra`: Ενεργοποιεί προειδοποίηση πιθανών σφάλμα
- `-Werror`: Μετατρέπει προειδοποίηση σε σφάλμα.
- `-Wfatal-errors`: Τερματίζει μεταγλώττιση μετά το πρώτο σφάλμα.

Debug info

```
gcc [flags] -g <source file> -o <output file>
```

- `-g`: Παράγει πληροφορία αποσφαλμάτωσης
- `-ggdb`: Παράγει πληροφορία αποσφαλμάτωσης για GDB

Command "gdb <prog name>" or "gdb"

(gdb)

```
[nikolouts@login01 ~]$ gdb
GNU gdb (GDB) Red Hat Enterprise Linux (7.2-83.el6)
Copyright (C) 2010 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law. Type "show copying"
and "show warranty" for details.
This GDB was configured as "x86_64-redhat-linux-gnu".
For bug reporting instructions, please see:
<http://www.gnu.org/software/gdb/bugs/>.
(gdb) █
```

(gdb) file <prog name>

```
(gdb) help <command>
```

```
(gdb) help
List of classes of commands:

aliases -- Aliases of other commands
breakpoints -- Making program stop at certain points
data -- Examining data
files -- Specifying and examining files
internals -- Maintenance commands
obscure -- Obscure features
running -- Running the program
stack -- Examining the stack
status -- Status inquiries
support -- Support facilities
tracepoints -- Tracing of program execution without stopping the program
user-defined -- User-defined commands

Type "help" followed by a class name for a list of commands in that class.
Type "help all" for the list of all commands.
Type "help" followed by command name for full documentation.
```

```
(gdb) help run
```

```
(gdb) help run
Start debugged program. You may specify arguments to give it.
Args may include "*", or "[...]"; they are expanded using "sh".
Input and output redirection with ">", "<", or ">>" are also allowed.

With no arguments, uses arguments last specified (with "run" or "set args").
To cancel previous arguments and run with no arguments,
use "set args" without arguments.
```



```
(gdb) run
```

```
Program exited normally.  
(gdb) █
```

- Εκτέλεση του κώδικα μέχρι να "κρασάρει"

```
Program received signal SIGSEGV, Segmentation fault.  
_IO_getline_info (fp=0x33b5d8e6c0, buf=0x0, n=1023, delim=10, extract_delim=1,  
of=0x0)  
    at iogetline.c:91  
91      *ptr++ = c;  
(gdb) █
```

- Προσθήκη breakpoints
- Έλεγχος δεδομένων

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

```
(gdb) break main.c:6
```

Ν. Νικολου-
τσάκος

```
(gdb) break my_function
```

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

```
(gdb) continue
```

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

```
(gdb) step
```

Αποσφαλμάτωση

```
(gdb) next
```

GDB

Βασικές εντολές

```
(gdb) print <var>
```

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

```
(gdb) watch <var>
```

```
(gdb) list
```

Μεταγλώττιση
 - Αποσφαλμά-
 τωση

 Ν. Νικολου-
 τσάκος

 Τεχνικές Με-
 ταγλώττισης

 Προγραμμαστικό
 Περιβάλλον
 Μεταγλωτιστές
 Μεταγλώττιση
 Επιλογές
 βελτιστοποίησης
 κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε

διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int myDiv(int, int);
int main(void)
{
  int res, x = 5, y;
  for(y = 1; y < 10; y++){
    res = myDiv(x,y);
    printf("%d,%d,%d\n", x, y,
           res);
  }
  return 0;
}

int myDiv(int x, int y){
  return 1/( x - y);
}

```

```

PROGRAM main
  INTEGER :: myDiv
  INTEGER :: res, x = 5, y

  DO y = 1, 10
    res = myDiv(x,y)
    WRITE(*,*) x,y,res
  END DO
END PROGRAM

FUNCTION myDiv(x,y)
  INTEGER, INTENT(IN) :: x,
    y
  myDiv = 1/(x-y)
RETURN
END FUNCTION myDiv

```

```
gcc -g divcrash.c  
gdb ./a.out
```

```
gfortran -g divcras.f90  
gdb ./a.out
```

```
(gdb) run
```

```
Program received signal SIGFPE, Arithmetic  
exception.  
0x0000000000400595 in myDiv ()
```

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

```
(gdb) shell ls -l
```

```
(gdb) attach pid
```

```
(gdb) shell ps -eo pid,comm
```

```
(gdb) shell ps -eo pid,comm | grep main  
22523 main  
(gdb)
```

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

N. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

```
(gdb) attach 22523
```

```
(gdb) attach 22523
Attaching to process 22523
Reading symbols from /users/staff/nikoloutsu/projects/aris_training/debug/gdb/main...(no debugging symbols found)...done.
Reading symbols from /lib64/libc.so.6...Reading symbols from /usr/lib/debug/lib64/libc-2.12.so.debug...done.
done.
Loaded symbols for /lib64/libc.so.6
Reading symbols from /lib64/ld-linux-x86-64.so.2...Reading symbols from /usr/lib/debug/lib64/ld-2.12.so.debug...done.
done.
Loaded symbols for /lib64/ld-linux-x86-64.so.2
0x00000033b5adb4c0 in __read_nocancel ()
    at ../sysdeps/unix/syscall-template.S:82
82      T_PSEUDO (SYSCALL_SYMBOL, SYSCALL_NAME, SYSCALL_NARGS)
(gdb) █
```

```
(gdb) backtrace
```

```
(gdb) core <core>
```

snapshot

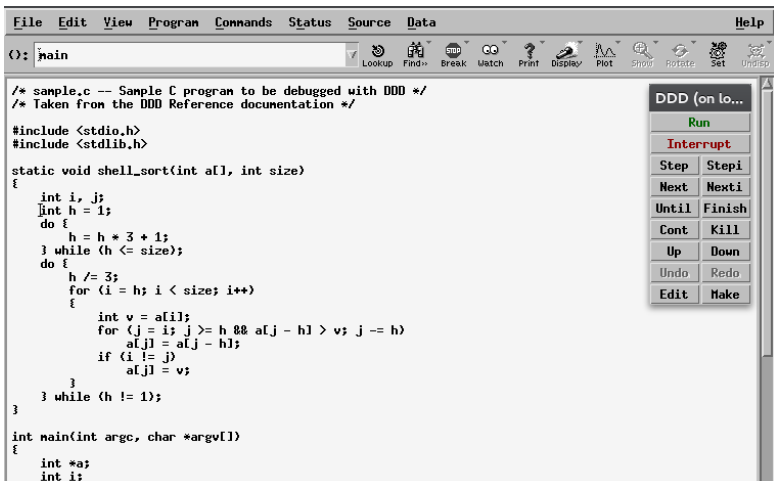
```
(gdb) generate-core-file
```

Valgrid: memory leaks

- gdb-ia Intel Debugger
- αποσφαλμάτωση, έλεγχος λαθών: segmentation faults κλπ
- module intel

- ddd Data Display Debugger
- Γραφικό περιβάλλον
- αποσφαλμάτωση, έλεγχος λαθών: segmentation faults κλπ
- <http://www.gnu.org/software/ddd/>
- gui vs gdb –tui

ddd <prog name>



```

File Edit View Program Commands Status Source Data Help
((): main
Lookup Find Break Watch Print Display Plot Show Rotate Set Undo

/* sample.c -- Sample C program to be debugged with DDD */
/* Taken from the DDD Reference documentation */

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>


static void shell_sort(int a[], int size)
{
    int i, j;
    int h = 1;
    do {
        h = h * 3 + 1;
    } while (h <= size);
    do {
        h /= 3;
        for (i = h; i < size; i++)
        {
            int v = a[i];
            for (j = i; j >= h && a[j - h] > v; j -= h)
                a[j] = a[j - h];
            if (i != j)
                a[j] = v;
        }
    } while (h != 1);
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int *a;
    int i;

```

DDD (on lo...
Run
Interrupt
Step Step1
Next Next1
Until Finish
Cont Kill
Up Down
Undo Redo
Edit Make

Line: "Right Click"

```
I  a = (int *)malloc((argc - 1) * sizeof(int));  
for (i = 0; i < argc - 1; i++)  
    a[i] = atoi(argv[i + 1]);  
  
shell_sort(a, argc);
```

Program -> Run

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωττιστές

Μεταγλώττιση

Επιπλέον
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB

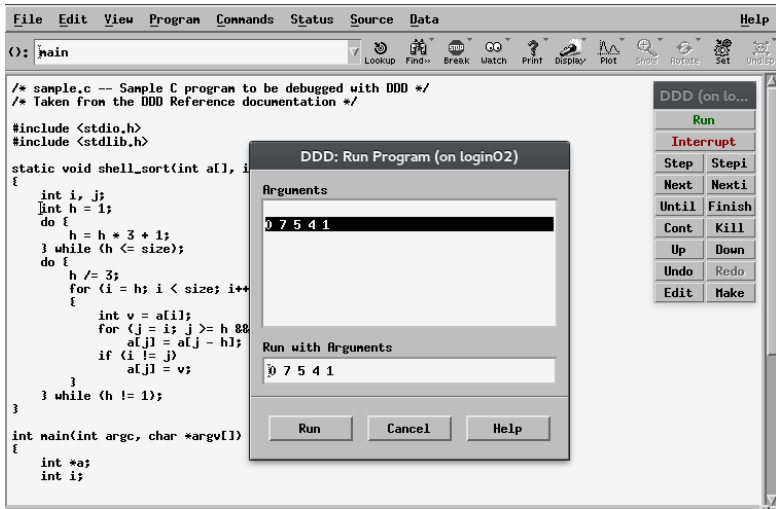
Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία



The screenshot shows the DDD (Data Display Debugger) interface. The main window displays the source code of a C program named 'sample.c'. The code includes `<stdio.h>` and `<stdlib.h>`, and defines a function `shell_sort` and a `main` function. The `main` function calls `shell_sort` with arguments `argc` and `argv`.

A dialog box titled "DDD: Run Program (on login02)" is open in the foreground. It has two input fields: "Arguments" and "Run with Arguments". Both fields contain the text "0 7 5 4 1". Below the input fields are three buttons: "Run", "Cancel", and "Help".

The DDD interface also shows a menu bar (File, Edit, View, Program, Commands, Status, Source, Data, Help) and a toolbar with various debugging tools like LookUp, Find, Break, Watch, Print, Display, Plot, Step, Rotate, Set, and Undo. On the right side, there is a vertical toolbar with buttons for "Run", "Interrupt", "Step", "Next", "Until", "Cont", "Up", "Undo", "Edit", "Stepi", "Nexti", "Finish", "Kill", "Down", "Redo", and "Make".

Μεταγλώττιση
- Αποσφαλμά-
τωση

Ν. Νικολου-
τσάκος

Τεχνικές Με-
ταγλώττισης

Προγραμμαστικό
Περιβάλλον

Μεταγλωτιστές

Μεταγλώττιση

Επιλογές
βελτιστοποίησης
κώδικα

Αποσφαλμάτωση

GDB






Βασικές εντολές

Προσάρτηση σε
διεργασία

Intel gdb-ia

DDD

Βιβλιογραφία

-  GCC, the GNU Compiler Collection “*Options That Control Optimization*”
-  Intel Developer Zone, “Intel® 64 and IA-32 Architectures Optimization Reference Manual”, 2014
-  PRACE *Best Practice Guide - Generic x86*
-  GDB: *The GNU Project Debugger* “Debugging with gdb”
-  DDD - Data Display Debugger “*Debugging with ddd*”