

# Par4All



מאי חגיבי, יוני כהן

# המשימה : שיחזור תוצאות המאמר

## שלבים:

□ בניית סקריפט שיקמפל את כל ה – NAS Benchmarks

□ גילוי ופתרון בעיות שעלו בדרך

□ הרצת כל ה – Benchmarks על הגריד

□ איסוף התוצאות והשוואתן מול תוצאות המאמר

□ הסקת מסקנות לייעול



המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

# בעיה #1

□ קומפיילר Par4All לא מכיר את סיפריית openMP וקורס בעת הקימפול

```
p4a: Unhandled RuntimeError: in retrieve_a_missing_file_using_internal_resolver: The resolver couldn't find a source file for module 'omp_get_max_threads', did you forgot a source file ? For external library you have to provide a stub file.
p4a: Traceback (most recent call last):
  File "/opt/sw/par4all/lib/python2.7/site-packages/pips/p4a_opts.py", line 324, in exec_and_deal_with_errors
    fun()
  File "/opt/sw/par4all/bin/p4a", line 701, in main
    raise output.exception
RuntimeError: in retrieve_a_missing_file_using_internal_resolver: The resolver couldn't find a source file for module 'omp_get_max_threads', did you forgot a source file ? For external library you have to provide a stub file.
```



המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

# פתרון

□ הוספת פונקציה לסקריפט שמחפשת באמצעות ביטויים רגולריים קריאות לפונקציות של openMP

□ הפונקציה מסירה את הקריאות לפונקציות לפני הקימפול ומחזירה אותן לאחר הקימפול



המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

## בעיה #2

□ קיים קובץ בתיקייה common בשם "wtime\_sgi64.c"

□ קומפיילר Par4All מקמפל את כל הקבצים בעלי סיומת C שנמצאים בתיקייה common

□ קומפיילר Par4All קורס לאחר שהוא מנסה לקמפל את הקובץ הנ"ל

```
@@@ running p4a
p4a: Logging to /home/yonic/screenshots/BT/p4a_20191112T115941.log
p4a: Generated project name: P4Apzp4
p4a: CPP flags: -I../common -I../sys
p4a: PIPS: user warning in safe_system_no_abort: Failed (ret: 1, sig: 0) for 'gcc -D_PIPS_ -D_HPFC_ -U_GNUC_ --std=gnu99 -I../common -I../sys \
/home/yonic/screenshots/common/wtime_sgi64.c -c -o /dev/null'
p4a: PIPS: user warning in check_input_file_syntax:
p4a: Unhandled RuntimeError: in create: Could not create workspace P4Apzp4
p4a: Traceback (most recent call last):
  File "/opt/sw/par4all/lib/python2.7/site-packages/pips/p4a_opts.py", line 324, in exec_and_deal_with_errors
    fun()
  File "/opt/sw/par4all/bin/p4a", line 701, in main
    raise output.exception
RuntimeError: in create: Could not create workspace P4Apzp4
p4a: To get a more verbose output, pass -vv
p4a: Log file was /home/yonic/screenshots/BT/p4a_20191112T115941.log
p4a: You may report this error to the Par4All team by running again using --report <your email address>
p4a: Pass --report-files to attach input/processed files to the report email (CAREFUL: this assumes you are allowed and willing to send us potentially
confidential files!)
```



המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

# פתרון

□ הוספת פונקציה בסקריפט המקבלת נתיב לקובץ הנ"ל ומשנה אותו כך שלא יהיה בסיומת C

□ לאחר סיום הרצת Par4All הפונקציה מחזירה את הקובץ לסיומת C

## בעיה #3

□ קומפיילר Par4All מוסיף פונקציה בשם "\_\_bswap\_64" לאחר הקימפול להרבה מהקבצים

□ הקומפיילר של intel קורס לאחר שהוא מנסה לקמפל את הקובץ הממוקבל עם אותה הפונקציה

```
cd BT; make CLASS=C VERSION=
make[1]: Entering directory `/home/yonic/screenshots/BT'
make[2]: Entering directory `/home/yonic/screenshots/sys'
icc -o setparams setparams.c
make[2]: Leaving directory `/home/yonic/screenshots/sys'
../sys/setparams bt C
make[2]: Entering directory `/home/yonic/screenshots/BT'
icc -c -I../common -g -Wall -O3 -qopenmp -mmodel=medium bt.c
bt.c(102): error: function "__bswap_64" has already been defined
    static __uint64_t __bswap_64(__uint64_t __bsx)
                        ^
```



המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

# פתרון

- ❑ הוספת פונקציה בסקריפט שמחפשת באמצעות ביטויים רגולריים את הפונקציה הנ"ל
- ❑ הפונקציה מסירה את התוספת הלא רצויה בקובץ הממוקבל לפני הרצת הקומפיילר של intel



## בעיה #4

□ כמות ה – Threads שהופיעו בתוצאות הרצת הקבצים הממוקבלים היא 1

```
CG Benchmark Completed.  
Class           = C  
Size            = 150000  
Iterations      = 75  
Time in seconds = 17.00  
Total threads   = 1  
Avail threads   = 1  
Mop/s total     = 8432.88  
Mop/s/thread    = 8432.88  
Operation type  = floating point  
Verification    = SUCCESSFUL  
Version         = 3.3.1  
Compile date    = 10 Nov 2019
```

## פתרון

❑ התוצאה שהודפסה לפלט שגויה

❑ לאחר בחינת ניצול ה-cpu ע"י

כניסה לקודקוד שמריץ את

הקבצים וביצוע פעולת top התברר

שהיה שימוש מלא בכל הליבות

```
top - 18:18:06 up
Tasks: 385 total,
%Cpu0  :100.0 us,
%Cpu1  :100.0 us,
%Cpu2  :100.0 us,
%Cpu3  :100.0 us,
%Cpu4  :100.0 us,
%Cpu5  :100.0 us,
%Cpu6  :100.0 us,
%Cpu7  :100.0 us,
%Cpu8  :100.0 us,
```

```
top - 18:18:06 up 46 days, 8:29, 1 user, load average: 9.37, 2.90, 1.66
Tasks: 385 total, 2 running, 383 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
%Cpu0  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu1  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu2  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu3  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu4  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu5  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu6  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu7  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu8  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu9  :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu10 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu11 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu12 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu13 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu14 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu15 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu16 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu17 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu18 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu19 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu20 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu21 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu22 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu23 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu24 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu25 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu26 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu27 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu28 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu29 :99.7 us, 0.3 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu30 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
%Cpu31 :100.0 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 0.0 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
KiB Mem : 13159370+total, 12770012+free, 986936 used, 2906644 buff/cache
KiB Swap: 0 total, 0 free, 0 used. 12762139+avail Mem

  PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR   S  %CPU  %MEM     TIME+ COMMAND
 20688 yonic     20   0 2924364 59620 2692 R 3200  0.0 10:21.38 bt.C.x
 20805 yonic     20   0 60780   2532 1548 R   0.3  0.0  0:00.02 top
       1 root      20   0 43536   3832 2488 S   0.0  0.0  1:35.41 systemd
       2 root      20   0      0      0      0 S   0.0  0.0  0:01.38 kthreadd
       3 root      20   0      0      0      0 S   0.0  0.0  3:51.89 ksoftirqd/0
       5 root      20  -20      0      0      0 S   0.0  0.0  0:00.00 kworker/0:0H
```

# הפעולות שמבצע הסקריפט

□ הרצת הקומפיילר של intel על מנת לקבל קבצי הרצה סדרתיים לכל ה - Benchmarks

□ הסרת כל הקבצים והשורות הבעייתיות לקומפיילר Par4All

□ הרצת קומפיילר Par4All על כל ה - Benchmarks

□ החזרת כל מה שהוסר בשלבים הקודמים

□ הרצת הקומפיילר של intel על מנת לקבל קבצי הרצה מקביליים לכל ה - Benchmarks

□ הרצת כל קבצי ההרצה כ - batch job בגריד



המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

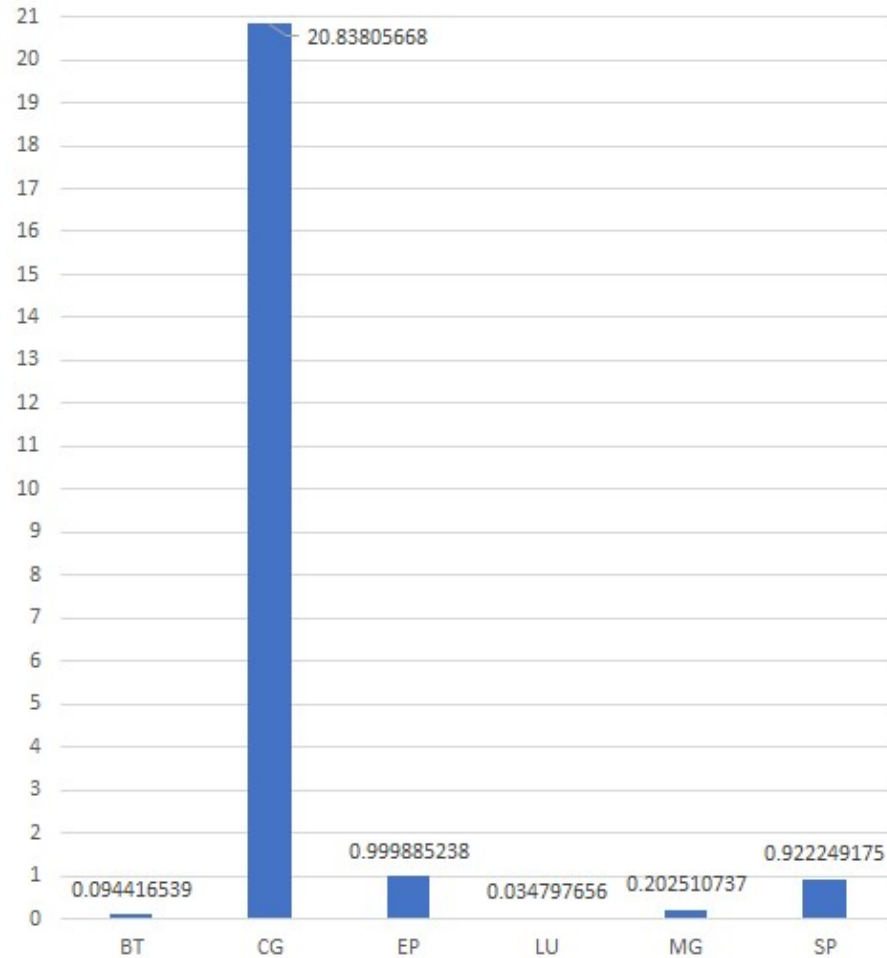
## תוצאות ההרצה

benchmark	serial	parallel	speedup
BT	889.84	9424.62	0.094416539
CG	360.29	17.29	20.83805668
EP	261.38	261.41	0.999885238
LU	553.21	15897.91	0.034797656
MG	42.91	211.89	0.202510737
SP	505.66	548.29	0.922249175

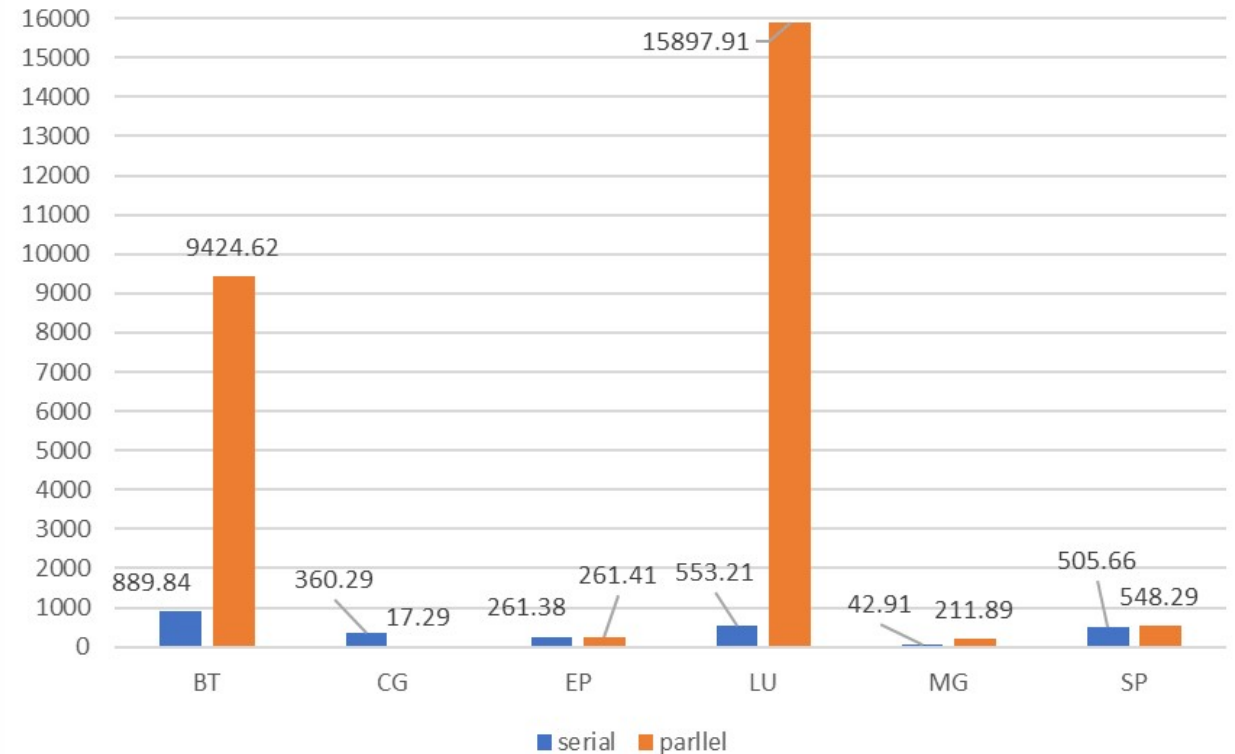
- הזמנים מוצגים בשניות
- BT, SP הסתיימו כ – Unsuccessful

## תוצאות ההרצה

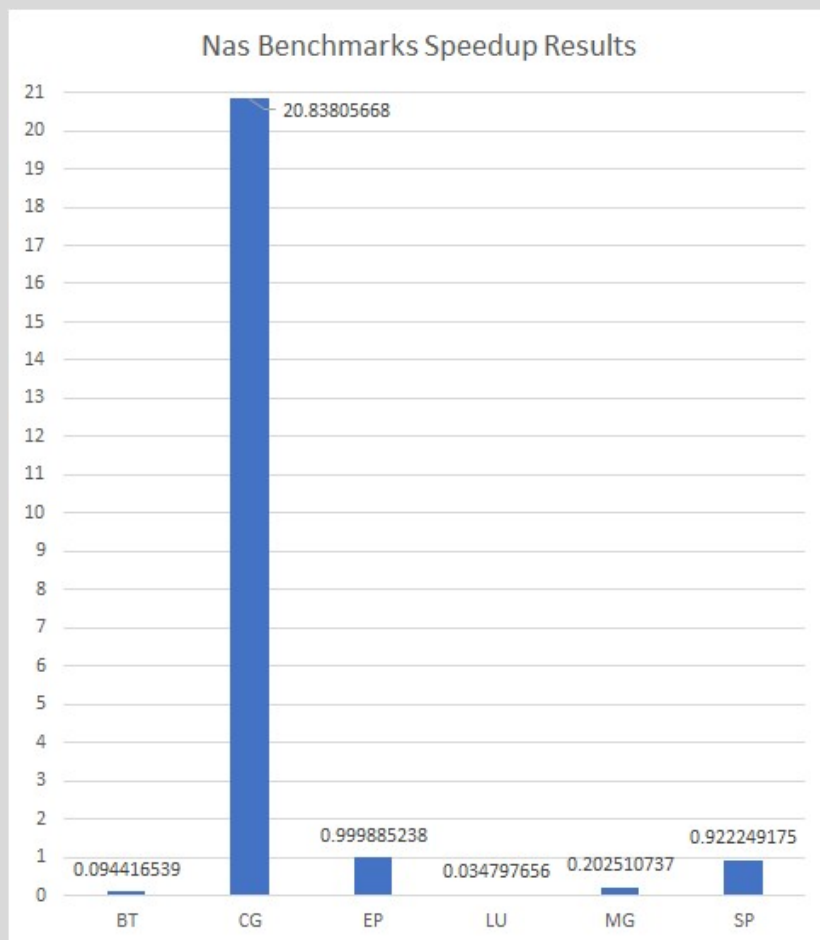
Nas Benchmarks Speedup Results



Nas Benchmarks Runtime Results [sec]



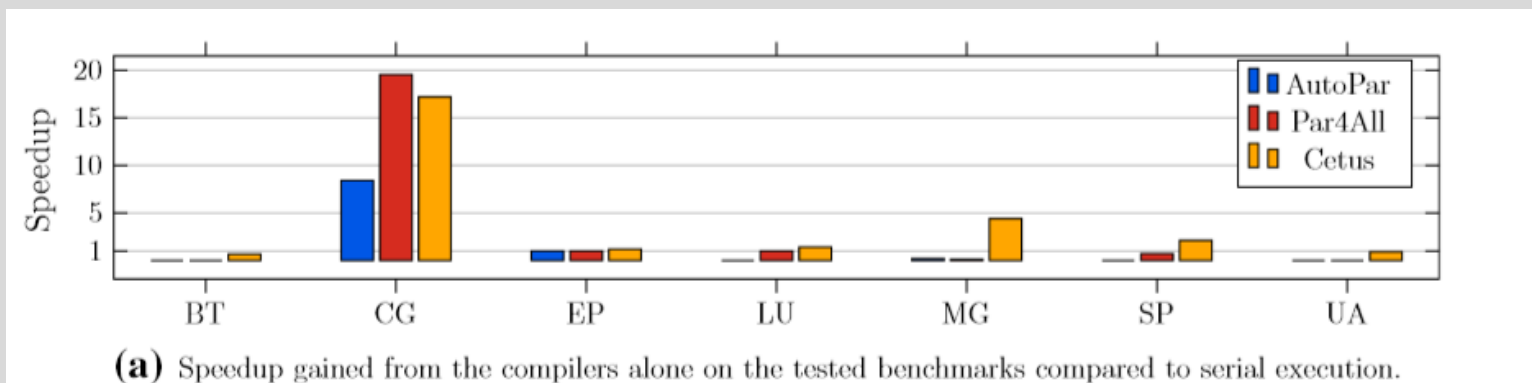
## השוואה מול תוצאות המאמר



❑ תוצאות ההרצה של רוב ה - Benchmarks יצאו באותו סדר גודל כמו במאמר

❑ בתוצאות של LU נראה פער בין תוצאת ההרצה לתוצאת המאמר

❑ במאמר נראה שה - speedup של LU הוא בקירוב 1, לעומת 0.03 בתוצאות





## הצעות לשיפור

מצב קיים:

קומפיילר Par4All ממקבל לולאות עם כמות איטרציות נמוכה

פתרון אפשרי:

הסרת כל הפרגמות מלולאות אלו

```
#pragma omp parallel for private(d)
for(m = 0; m <= 4; m += 1) {
    rms[m] += rms_local[m];
    for(d = 0; d <= 2; d += 1)
        rms[m] = rms[m]/((double) (grid_points[d]-2));
    rms[m] = sqrt(rms[m]);
}
}

void rhs_norm(double rms[5])
{
    int i, j, k, d, m;
    double add;
    double rms_local[5];

#pragma omp parallel for
for(m = 0; m <= 4; m += 1)
    rms[m] = 0.0;

#pragma omp parallel for
for(m = 0; m <= 4; m += 1)
    rms_local[m] = 0.0;
    for(k = 1; k <= nz2; k += 1)
        for(j = 1; j <= ny2; j += 1)
            for(i = 1; i <= nx2; i += 1)
#pragma omp parallel for private(add)
for(m = 0; m <= 4; m += 1) {
    add = rhs[k][j][i][m];
    rms_local[m] = rms_local[m]+add*add;
}
}

#pragma omp parallel for private(d)
for(m = 0; m <= 4; m += 1) {
    rms[m] += rms_local[m];
    for(d = 0; d <= 2; d += 1)
        rms[m] = rms[m]/((double) (grid_points[d]-2));
    rms[m] = sqrt(rms[m]);
}
}
```

SP/error.c

```
#pragma omp parallel for private(add)
for(m = 0; m <= 4; m += 1) {
    add = u[k][j][i][m]-u_exact[m];
    rms_local[m] = rms_local[m]+add*add;
}
}

#pragma omp parallel for private(d)
for(m = 0; m <= 4; m += 1) {
    rms[m] += rms_local[m];
    for(d = 0; d <= 2; d += 1)
        rms[m] = rms[m]/((double) (grid_points[d]-2));
    rms[m] = sqrt(rms[m]);
}
}

void rhs_norm(double rms[5])
{
    int i, j, k, d, m;
    double add;
    double rms_local[5];

#pragma omp parallel for
for(m = 0; m <= 4; m += 1)
    rms[m] = 0.0;

#pragma omp parallel for
for(m = 0; m <= 4; m += 1)
    rms_local[m] = 0.0;
    for(k = 1; k <= grid_points[2]-2; k += 1)
        for(j = 1; j <= grid_points[1]-2; j += 1)
            for(i = 1; i <= grid_points[0]-2; i += 1)
#pragma omp parallel for private(add)
for(m = 0; m <= 4; m += 1) {
    add = rhs[k][j][i][m];
    rms_local[m] = rms_local[m]+add*add;
}
}

#pragma omp parallel for private(d)
for(m = 0; m <= 4; m += 1) {
    rms[m] += rms_local[m];
    for(d = 0; d <= 2; d += 1)
        rms[m] = rms[m]/((double) (grid_points[d]-2));
    rms[m] = sqrt(rms[m]);
}
}
```

BT/error.c

```
nit = 20;
nx[lt] = 512;
ny[lt] = 512;
nz[lt] = 512;

#pragma omp parallel for
for(i = 0; i <= 7; i += 1)
    debug_vec[i] = 0;

if (nx[lt]!=ny[lt]||nx[lt]!=nz[lt])
    Class = 'U';
```

MG/mg.c