Hands-on (OpenACC)

OpenACC Documentation

https://www.openacc.org/resources

Guides

Introduction to OpenACC Quick Guides

- OpenACC Programming and Best Practices Guide (PDF)
- OpenACC 2.7 API Reference Card

Best practice guide

Tutorials

Video tutorials to help start with OpenACC and advance your skills

- 3 Steps To More Science Tutorial
- Youtube Tutorials

Courses and Training Events

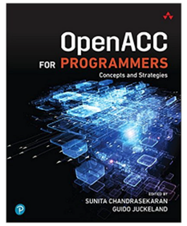
- Upcoming Open Hackathons and Bootcamps
- OpenACC online classes with hands-on labs

Code Samples

Code samples for hands-on experience

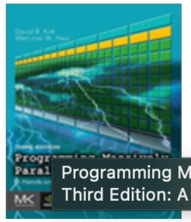
- OpenACC GitHub Repository
- Open Hackathons GitHub Repository

Books



OpenACC for Programmers: Concepts and Strategies

Parallel Programming with OpenACC



Programming Massively Parallel Processors, Third Edition: A Hands-on Approach

Specification

OpenACC 3.3 Specification

Specification

Teaching Materials

Slides, Code Samples, Videos, Books and more to teach OpenACC

DAXPY

y[i] = a * x[i] + y[i]

```
//
//  daxpy: y[i] = a * x[i] + y[i]
//
void daxpy(int n, double a, double *x, double *y)
{
    int i;
    for (i = 0; i < n; i++) {
        y[i] += a*x[i];
    }
}
```

3 つのタスク

- Task 1: 配列を Managed Memory で確保する
- Task 2: GPU カーネルを実行できるようにする
- Task 3: CPU と GPU 間で明示的に配列を確保、移動する

ディレクトリ構成、進め方

- タスクの進め方
  - ソースファイル (`daxpy.c`)、`Makefile` を修正して、正しく動作するようにする

reference	… リファレンス CPU コード
task1	… タスク 1
task1-solution	… タスク 1 の答え
task2	… タスク 2
task2-solution	… タスク 2 の答え
task3	… タスク 3
task3-solution	… タスク 3 の答え

Task 0

教材コピー, ビルド, ジョブ投入

```
$ cp /gs/bs/GSIC/seminar/2026_Spring/gpu/hands-on.tar.gz .
$ tar xvzf hands-on.tar.gz
```

```
$ cd reference
$ module load nvhpc
$ make

$ qsub -g tgz-training -ar 6987 ./batch.sh
Your job **** ("batch.sh") has been submitted

$ qstat

$ ls batch.sh.*
batch.sh.e****  batch.sh.o****
```

```
#!/bin/sh
#$ -cwd

#$ -l node_q=1
#$ -l h_rt=00:05:00

module load nvhpc

./daxpy
```

batch.sh

Task 1

配列を Managed Memory で確保する

Managed Memory で配列を確保する

- コンパイル時のオプションで、`-acc=gpu -gpu=mem:managed -Minfo=accel` を指定
  - `-acc` : OpenACC を有効化
    - `gpu` : NVIDIA GPU 向けにビルド
  - `-Minfo` : コンパイル時のフィードバックを表示
    - `accel` : OpenACC に関連するフィードバックを指定
  - `-gpu` : GPU コード生成に関する詳細を指定
    - `mem:managed` : Managed Memory を有効化

Task 2

GPU カーネルを実行できるようにする

- ループを並列化

```
#pragma acc parallel loop
for(int i = 0; j < N; i++)
 < Your code >
```

- コンパイラフィードバック

```
daxpy:
     24, Generating implicit firstprivate(n,a)
         Generating NVIDIA GPU code
         24, #pragma acc loop gang, vector(128) /* blockIdx.x threadIdx.x */
     24, Generating implicit copy(y[:n]) [if not already present]
         Generating implicit copyin(x[:n]) [if not already present]
```

GPU は使われている？

プロファイラ (nsys) で確認する

```
#!/bin/sh
#$ -cwd

#$ -l node_q=1
#$ -l h_rt=00:05:00

module load nvhpc

nsys profile --stats=true -o report ./daxpy
nsys stats --report cuda_gpu_sum report.sqlite
```

batch.sh

```
...

Processing [report.sqlite] with [/apps/t4/rhel9/isv/nvidia/hpc_sdk/Linux_x86_64/24.1/profilers/Nsight_Systems/host-linux-
x64/reports/cuda_gpu_sum.py]...

 ** CUDA GPU Summary (Kernels/MemOps) (cuda_gpu_sum):

 Time (%)  Total Time (ns)  Instances   Avg (ns)     Med (ns)    Min (ns)   Max (ns)   StdDev (ns)   Category                 Operation
 --------  ---------------  ---------  -----------  -----------  ---------  ---------  -----------  -----------  ------------------------------------
     64.5        5,140,019          1  5,140,019.0  5,140,019.0  5,140,019  5,140,019          0.0  CUDA_KERNEL  _7daxpy_c_daxpy_24_gpu
     26.0        2,075,393        673      3,083.8      2,463.0      2,207     35,616      2,909.1  MEMORY_OPER  [CUDA memcpy Unified Host-to-Device]
      9.4          752,029        116      6,483.0      2,783.5      2,335     36,064      8,115.8  MEMORY_OPER  [CUDA memcpy Unified Device-to-Host]
```

batch.sh.o*

Task 3

CPU と GPU 間で明示的に配列を確保、移動する

- CPU と GPU 間で明示的にデータを移動

```
#pragma acc data clauses
{
 < Sequential and/or Parallel code >
}
```

- `copyin` ：データ領域開始時に CPU -> GPU
- `copyout` ：データ領域終了時に CPU <- GPU
- `copy` ：`copyin` と `copyout` の両方
- `create` ：GPU 上にメモリを確保

- コンパイラフィードバック

```
daxpy:
     24, Generating present(y[:],x[:])
         Generating implicit firstprivate(n,a)
         Generating NVIDIA GPU code
         24, #pragma acc loop gang, vector(128) /* blockIdx.x threadIdx.x */
main:
     57, Generating copy(y[:1000000]) [if not already present]
         Generating copyin(x[:1000000]) [if not already present]
```

データはどう転送されている？

プロファイラ (nsys) で確認する

```
#!/bin/sh
#$ -cwd

#$ -l node_q=1
#$ -l h_rt=00:05:00

module load nvhpc

nsys profile --stats=true -o report ./daxpy
nsys stats --report cuda_gpu_sum report.sqlite
```

batch.sh

```
...

Processing [report.sqlite] with [/apps/t4/rhel9/isv/nvidia/hpc_sdk/Linux_x86_64/24.1/profilers/Nsight_Systems/host-linux-
x64/reports/cuda_gpu_sum.py]...

 ** CUDA GPU Summary (Kernels/MemOps) (cuda_gpu_sum):

 Time (%)  Total Time (ns)  Instances   Avg (ns)     Med (ns)    Min (ns)   Max (ns)   StdDev (ns)   Category            Operation
 --------  ---------------  ---------  -----------  -----------  ---------  ---------  -----------  -----------  ----------------------------
     81.2        3,332,483          1  3,332,483.0  3,332,483.0  3,332,483  3,332,483          0.0  MEMORY_OPER  [CUDA memcpy Device-to-Host]
     18.6          765,241          2    382,620.5    382,620.5    314,301    450,940     96,618.4  MEMORY_OPER  [CUDA memcpy Host-to-Device]
      0.2            6,688          1      6,688.0      6,688.0      6,688      6,688          0.0  CUDA_KERNEL  _7daxpy_c_daxpy_24_gpu
```

batch.sh.o*