CFDS2
HW6
2022-28981 김정수

1. 병렬화방식

우선 A,B,C의 틀은 모든 노드에 있고, 실제 데이터(A,B)들은 노드0에만 있는 상태다.
노드 4개, 그리고 각 노드에 달린 GPU에 이제 행렬곱의 일을 분배할 것인데,
일단 B행렬은 모든 노드에 broadcast하여 전부 보낸다.

이후 행렬 A의 행을 노드 개수만큼 나누어, 즉, M/4 * K만큼의 일을 각 노드에게 분배한다(scatter). 다만 4로 나누어 떨어지지 않는 M에 대해서는 마지막 노드에게 4로 나눈 나머지까지 할당하여 분배한다.

각 노드에 대해서는, 분배받은 M/4개(except for last node) 행에 대해 또 달린 GPU개수만큼 나누어(4개) 각 GPU가 일을 하도록 분배했다.

그렇게 각 노드별, 각 GPU들이 분배받은 작은 sub행렬곱을 실행한 결과를 마지막에 노드0에 보내서(Gather) C를 완성한다.

2. 뼈대코드 설명

- matmul_initialize(): MPI 초기세팅(community설정, node개수, gpu디바이스 개수확인, gpu디바이스별로 global memory에 값을 받아올 공간 할당)
    - CudaGetDeviceCount(&num_devices): num_device에 노드당 달려있는 (cuda가 지원하는) gpu디바이스개수 받기(개수조회)
    - CudaGetDeviceProperties(&prop,i): 자신의 GPU디바이스(compute device) 정보 조회
    - cudaSetDevice(i): gpu디바이스가 gpu execution에 활용될 수 있도록 세팅
    - cudaMalloc():gpu디바이스의 global memory(DRAM)에 메모리공간 할당

- matmul(): 행렬곱을 노드 간, 노드 내 gpu별로 일을 분배해 병렬적으로 실행. MPI를 이용해 A,B의 데이터들을 노드에 보내고 kernel 함수를 런칭한다.
    - cudaMemcpy(void* dist, void* src, size_t count, datatype): GPU메모리에서 CPU메모리로, 또는 반대방향으로 메모리를 복사하거나 전송할 때 쓴다.
    - cudaDeviceSynchronize(): 한 디바이스in gpu가 기존에 requested tasks를 모두 끝낼 때까지 block한다.

- matmul_finalize():
    - matmul_initialize()에서 메모리 할당했던(cudaMalloc()으로) 메모리들을 모두 free해준다.
    - cudaFree(): 사용이 끝난 메모리 해제

3. 최적화 방식 및 실험 결과

- shared memory (in SM in gpu device)에 global memory로부터 갖고온 행렬의 일부를 sub matrix([tilesize][tilesize] 크기) 로 담아두어 global memory에 대한 접근을 줄인다. (tiling + reuse비율 높이기)
- 실험1. shared memory에 행렬을 담아올 때, 행 기준으로 threadidX.x부터 받아오는 것 vs threadidX.y부터 담아오는 것
    - 후자의 경우 threadidX.y가 y축부분에 해당하므로 row-based로 접근하게 된다.
    - 전자보다 후자가 빠르다.
    - 성능평가로 준 코드에서 전자: 약 10300GFLOPS, 후자: 약 12000GFLOPS

- 실험2. tile_size=16 vs tile_size = 32
    - shared memory로 담아올 때의 크기를 32와 16으로 두고 실험해봤다.
    - 32가 16보다 빠르다. (아마, 16인 경우보다 32인 경우가 global memory에 접근하는 것이 더 많아서 인듯 하다.
    - ./run.sh -v -n 1 2227 3493 2999 기준, 전자: 약 2286 GFLOPS 후자: 약 2500GFLOPS

4. OpenCL vs CUDA
- OpenCL에 비해 CUDA는 호스트코드, 커널코드를 따로 나눠서 작성하지 않아도 같이 컴파일이 되어서 좋다.
- CUDA에 비해 OpenCL은 Constant 메모리의 동적할당이 가능하단 장점이 있다.