CAIO DE OLIVEIRA LOPES
ISMAEL MARTINS SILVA
LAYSE CRISTINA SILVA GARCIA
LUIZ FELIPE MONTUANI E SILVA

RELATÓRIO

LAVRAS - MG
2020

CAIO DE OLIVEIRA LOPES
ISMAEL MARTINS SILVA
LAYSE CRISTINA SILVA GARCIA
LUIZ FELIPE MONTUANI E SILVA

RELATÓRIO

Relatório apresentado à disciplina GCC123 – Arquitetura de Computadores II, como parte das exigências apresentadas no plano de curso.

Luiz Henrique Andrade Correia
Professor

LAVRAS - MG
2020

1 Introdução

Será apresentado no decorrer deste relatório as respostas aos exercícios solicitados pelo professor Luiz Henrique Andrade Correia, bem como indicar os respectivos códigos que geram cada uma das respostas ali colocadas (das que forem geradas por meio de códigos).
Na seção desenvolvimento serão apresentados os exercícios seguidos de suas respectivas resoluções.

2 Desenvolvimento

Exercícios e Respostas

1. Escreva um programa que suporte a entrada de três vetores A, B e C e realize a multiplicação e soma de seus elementos usando a instrução SIMD do AVX (_mm256_fmadd_). A entrada deve ser selecionada de acordo com o tipo de dados dos vetores double (4 x 64bits), float (8 x 32bits) ou integer (8 x 32 bits). Apresente o resultado convenientemente na tela.

Código que gera a resposta: Exercicio1.c
Resposta:
A entrada é dada pelo usuário no terminal, aqui está um exemplo:

Digite 3 vetores float com 8 elementos cada.
Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra de linha.
7.0 7.0 7.0 7.0 7.0 7.0 7.0 7.0
2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0
5.0 5.0 5.0 5.0 5.0 5.0 5.0 5.0
Resultado da operação de floats:
19.000000 19.000000 19.000000 19.000000 19.000000 19.000000 19.000000 19.000000

Digite 3 vetores double com 4 elementos cada.
Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra de linha.
7.000000 7.000000 7.000000 7.000000 7.000000 7.000000 7.000000 7.000000
2.000000 2.000000 2.000000 2.000000 2.000000 2.000000 2.000000 2.000000
5.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000
Resultado da operação de double:
19.000000 19.000000 19.000000 19.000000

Digite 3 vetores de inteiros com 8 elementos cada.

Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra de linha.
7 7 7 7 7 7 7 7
2 2 2 2 2 2 2 2
5 5 5 5 5 5 5 5
Resultado da operação de inteiros:
19 19 19 19 19 19 19 19

2. Escreva um programa que calcule a soma de dois vetores A e B do tipo double. Os vetores A e B devem ser lidos da memória usando a instrução _mm256_load_pd. O resultado da operação deve ser armazenado na memória usando a instrução _mm256_store_pd.

$$\begin{aligned} for \quad & (int\ i = 0;\ i < 4;\ i++) \\ & c[i] = a[i] + b[i] \end{aligned}$$

Código que gera a resposta: Exercicio2.c
Resposta:
A entrada é dada pelo usuário no terminal, aqui está um exemplo:

Digite 2 vetores double com 4 elementos cada.
Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra de linha.
2.000000 2.000000 2.000000 2.000000
5.000000 5.000000 5.000000 5.000000
Resultado:
7.000000 7.000000 7.000000 7.000000

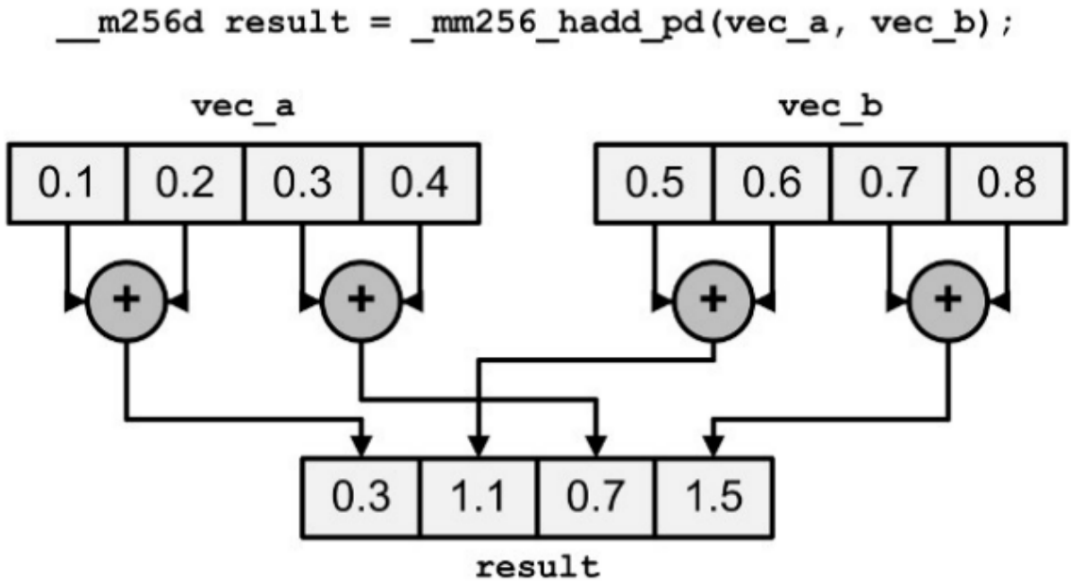
3. Ao adicionar ou subtrair vetores inteiros, é importante verificar a diferença entre as funções _add_ e _sub_ e as funções _adds_ _subs_. O **s** extra significa saturação, que é produzida quando o resultado requer mais memória do que o o vetor pode armazenar. Crie um programa que exemplifique esta situaçã.000000o ao somarmos dois vetores A e B, no qual seus elementos são definidos como _mm256_add_epi8 e _mm256_subs_epi16. Apresente o resultado convenientemente na tela.

Código que gera a resposta: Exercicio3.c
Resposta:
A entrada é dada pelo usuário no terminal, aqui está um exemplo:

Digite 2 vetores de inteiros com 32 elementos cada.

Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra de linha.
98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98
85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85 85
Sem saturacao: -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73 -73
Digite 2 vetores de inteiros com 16 elementos cada.
Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra de linha.
-18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000 -18000
19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000 19000
Com saturacao: -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768 -32768

4. Usando a instrução _mm256_hadd_pd realize a soma horizontal de dois vetores conforme mostrado na figura abaixo. Apresente o resultado convenientemente na tela.



Código que gera a resposta: Exercicio4.c
Resposta:
A entrada é dada pelo usuário no terminal, aqui está um exemplo:

Digite 2 vetores double com 4 elementos cada.
Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra

de linha.
1.000000 2.000000 3.000000 4.000000
5.000000 6.000000 7.000000 8.000000
Resultado:
3.000000 11.000000 7.000000 15.000000

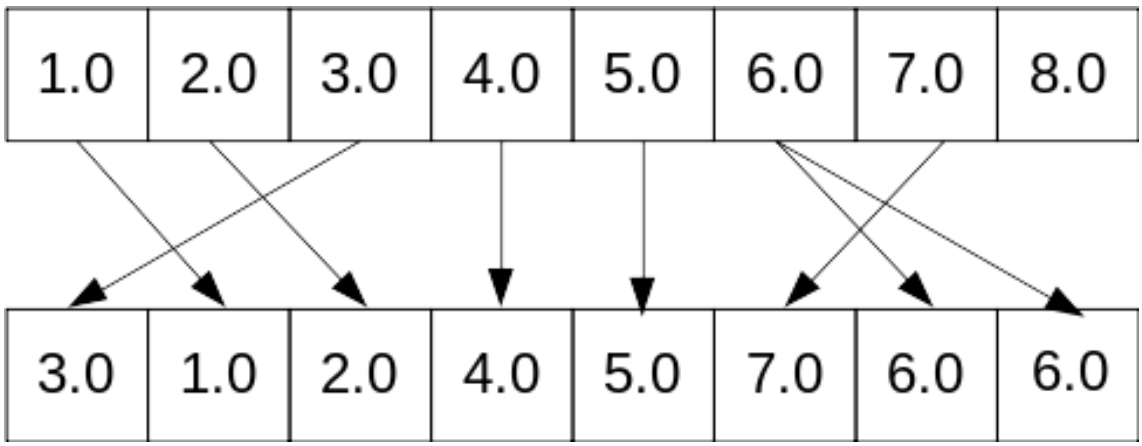
5. Os valores dos vetores A, B e C são do tipo double e devem ser carregado na memória via terminal. Desenvolva um programa que dado que os vetores A, B e C foram carregados, e usando uma instrução FMA (Fused Multiply and Add) realize a operação:

$$
\begin{aligned}
&for \quad (int\ i = 0;\ i < 4;\ i++) \quad \{ \\
&\qquad d[i] = a[i] * b[i] \\
&\qquad d[i] = d[i] + c[i] \\
&\}
\end{aligned}
$$

Código que gera a resposta: Exercicio5.c
Resposta:
A entrada é dada pelo usuário no terminal, aqui está um exemplo:

Digite 3 vetores double com 4 elementos cada.
Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra de linha.
7.000000 7.000000 7.000000 7.000000 7.000000 7.000000 7.000000 7.000000
2.000000 2.000000 2.000000 2.000000 2.000000 2.000000 2.000000 2.000000
5.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000 5.000000
Resultado da operação de double:
19.000000 19.000000 19.000000 19.000000

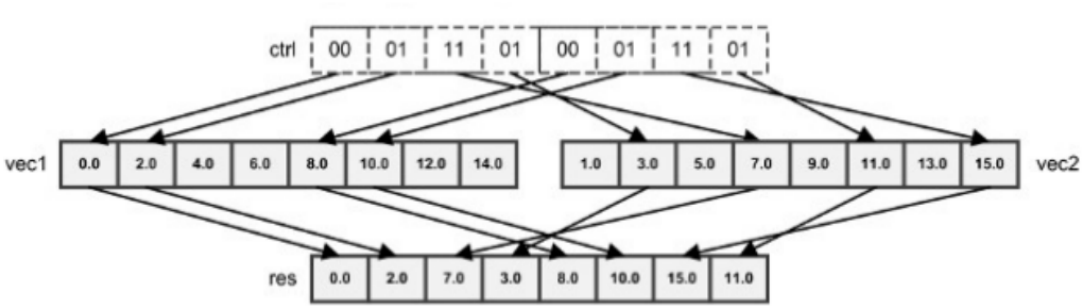
6. Os intrínsecos _permute_ aceitam dois argumentos: um vetor de entrada e um valor de controle de 8 bits. Os bits do valor de controle determinam qual dos elementos do vetor de entrada é inserido na saída. Usando a instrução intrínseca _mm256_permute_ps encontre o valor de controle de oito bits e realize a permuta conforme a figura abaixo. Apresente na tela o vetor de entrada, o valor do controle e o vetor de resultado.



Código que gera a resposta: Exercicio6.c
Resposta:

1.000000 2.000000 3.000000 4.000000 5.000000 6.000000 7.000000 8.000000
Controle para a primeira metade do vetor: 10 00 01 11
Controle para a segunda metade do vetor: 00 10 01 01
Resultado da operação de permutação:
3.000000 1.000000 2.000000 4.000000 5.000000 7.000000 6.000000 6.000000

7. A função intrínseca _shuffle_ seleciona elementos de entrada para um ou dois vetores de 256 bits e os colocam no vetor de saída de acordo com um terceiro elemento de 8 bits, que determina quais elementos devem ser colocados no vetor de saída. Encontre o valor do terceiro elemento e implemente um programa que realize o embaralhamento mostrado na figura abaixo, usando a instrução _mm256_shuffle_ps (vec1, vec2, 0bxxxxxxxx).



Código que gera a resposta: Exercicio7.c
Resposta:

Vetor 1:
0.000000 2.000000 4.000000 6.000000 8.000000 10.000000 12.000000 14.000000
Vetor 2:
1.000000 3.000000 5.000000 7.000000 9.000000 11.000000 13.000000 15.000000

Controle: 00 01 11 01
Vetor resultado:
0.000000 2.000000 7.000000 3.000000 8.000000 10.000000 15.000000 11.000000

8. Dado o exemplo de código para multiplicação de elementos complexos na página 14 do tutorial, seção 7. Implemente um código em que as entradas são inseridas via terminal, realize a operação solicitada e mostre o resultado na tela. **Explique como são realizados os cálculos**.

Código que gera a resposta: Exercicio8.c
Resposta:
Explicação:
Passo 1: Multiplica o vetor 1 e o vetor 2.
Passo 2: Troca os elementos reais e imaginários do vetor 2.
Passo 3: Nega os elementos imaginários do vetor 2.
Passo 4: Multiplica vetor 1 e o vetor 2 modificado.
Subtrai horizontalmente os elementos dos vetores 3 e 4, após isso exibe os elementos do vetor resultado.
A entrada é dada pelo usuário no terminal, aqui está um exemplo:

Digite 2 vetores double com 4 elementos cada.
Cada elemento deve ser separado por um espaço em branco e cada vetor por uma quebra de linha.
1.000000 2.000000 3.000000 4.000000
5.000000 6.000000 7.000000 8.000000
Após o primeiro passo:
5.000000 12.000000 21.000000 32.000000
Após o segundo passo:
6.000000 5.000000 8.000000 7.000000
Após o terceiro passo:
6.000000 -5.000000 8.000000 -7.000000
Após o quarto passo:
6.000000 -10.000000 24.000000 -28.000000
Resultado final:
-7.000000 16.000000 -11.000000 52.000000

3 Conclusão

Mesmo com algumas dificuldades para compreender as instruções, o desenvolvimento do trabalho possibilitou um melhor entendimento de como são utilizadas as instruções de AVX e AVX2.

Foi possível também, o aprimoramento da lógica e o entendimento da matéria dada ao longo do período. Mesmo diante das dificuldades, o projeto foi concluído e serviu de conhecimento basal para a criação de projetos maiores e mais bem elaborados.

Portanto, pode-se dizer que o objetivo deste trabalho foi alcançado pelo grupo.

4 Referências Bibliográficas

- Hennessy, John L. and Patterson, David A.. Computer Architecture, Fifith Edition: A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2012.
- Luiz H. A.. Notas de aula da disciplina Arquitetura de Computadores 2. Capítulo 5. Universidade Federal de Lavras. Acessado em Agosto de 2020.
- SCARPINO, Matt. Crunching Numbers with AVX and AVX2. Code Project official page. `https://www.codeproject.com/Articles/874396/Crunching-Numbers-with-AVX-and-AVX`. Acessado em Agosto de 2020.
- Intel Corporation. Intrinsic Guide. `https://software.intel.com/sites/landingpage/IntrinsicsGuide/`. Acessado em Agosto de 2020.