2o. Trabalho: Simulação e Avaliação da Predição de Desvios

- Parte I: **Desenvolvimento de um simulador de técnicas de predição de desvios condicionais**

- Parte II: **Avaliação das técnicas de predição**
  - Realizar experimentos com o simulador, utilizando **traces** de execução de programas reais
  - Obter resultados de desempenho das técnicas de predição
  - Analisar resultados
  - Responder questionário

Parte I: Simulação da Predição de Desvios

- Desenvolver **simulador de predição de desvios condicionais**
- Simulador implementa **diferentes técnicas de predição**:
  - **Técnicas estáticas**:
    - **Predição not-taken**
    - **Predição taken**
    - **Predição baseada na direção**:
      - Se desvio é “para frente”, então predição é NT
      - Se desvio é “para trás”, então predição é T
  - **Técnicas dinâmicas**:
    - **Predição 1-bit**:
      - Usa BPB (Branch Prediction Buffer)
    - **Predição 2-bits**:
      - Usa BPB
      - Baseada no autômato visto em aula

Simulador e Interface de Execução

- **Simulador `simpred`**:
  - **Desenvolver**: em C, c++, java ou Python
- **Interface de execução do simulador**:
  - **Entradas**:
    - Arquivo de trace
    - nLinhasBPB: nº de posições do Branch Prediction Buffer
  - **Saídas**: Impressas na tela
    - Taxa de acertos de cada técnica de predição
      (na forma de porcentagem, arredondada para 2 casas decimais)
  - **Execução por linha de comando**:
    - `simpred arquivoTrace nLinhasBPB`
  - **NÃO modificar interface de execução do simulador**

Entrada do Simulador: Trace de Execução

- Cada trace corresponde à execução de um programa, com uma determinada entrada de dados
- Contém informações sobre todas as **instruções de desvio condicional** executadas pelo programa
- **Arquivo texto**:
  - Cada linha descreve uma instrução de desvio condicional executada:
    - Endereço da instrução de desvio
    - Endereço da instrução **alvo** da instrução de desvio
    - Ocorrido: desvio foi tomado (T) ou não (N)
- **Exemplo**:

```
22276 22440 N
116108 116260 T
116108 116260 N
116172 116208 T
88424 88408 T
```

Exemplo: Trace de Execução

- **Programa executado**:
  - Valores iniciais dos registradores: `x1` = 4 e `x2` = 2

```
( 0)   loop:    lw   x3, 0    (x1)      # R3 = Mem[0 + R1]
( 4)            add  x4, x4, x3         # R4 = R4 + R3
( 8)            beq  x1, x2, fim_if     # se R1 == R2 desvia para fim_if
(12)            sw   x3, 400  (x1)      # Mem[400 + R1] = R3
(16)   fim_if:  addi x1, x1, -1         # R1 = R1 - 1
(20)            bne  x1, x0, loop       # se R1 != 0 desvia para loop
```

- **Trace de execução**:

```
  8   16   N
 20    0   T
  8   16   N
 20    0   T
  8   16   T
 20    0   T
  8   16   N
 20    0   N
```

Simulador de Predição de Desvios Condicionais

- **Inicializa**:
  - Recebe por linha de comando: arquivo de trace, *nLinhasBPB*
  - Aloca BPB1 com *nLinhasBPB* para predição 1-bit
  - Aloca BPB2 com *nLinhasBPB* para predição 2-bits
  - Inicializa medidas de desempenho:

    $nBranchesExecutados = 0$

    $nAcertosNT = 0$

    $nAcertosT = 0$

    $nAcertosDireção = 0$

    $nAcertos1bit = 0$

    $nAcertos2bits = 0$
- **Laço principal**:
  - ...
- **Finaliza**:
  - Calcula, para cada técnica de predição:

    $$taxaAcertos\ (\%) = \frac{nAcertos}{nBranchesExecutados} \times 100$$
  - Libera BPB1 e BPB2

Simulador de Predição de Desvios Condicionais

- **Laço principal**:
  - Enquanto não processou todos os desvios do trace:
    - Lê um desvio condicional do trace: (endereço do branch, endereço alvo, ocorrido)
    - Simula execução do desvio condicional, usando cada técnica de predição:
      - *nBranchesExecutados* $++$
      - **Predição not-taken**:

        Se ocorrido == 'N' então *nAcertosNT* $++$
      - **Predição taken**:

        ...
      - **Predição baseada na direção**:

        Determina predição, comparando endereço do branch e endereço alvo

        Se predição == ocorrido então *nAcertosDireção* $++$
      - **Predição 1-bit**:

        Usa parte do endereço do branch para indexar BPB1 e obter predição

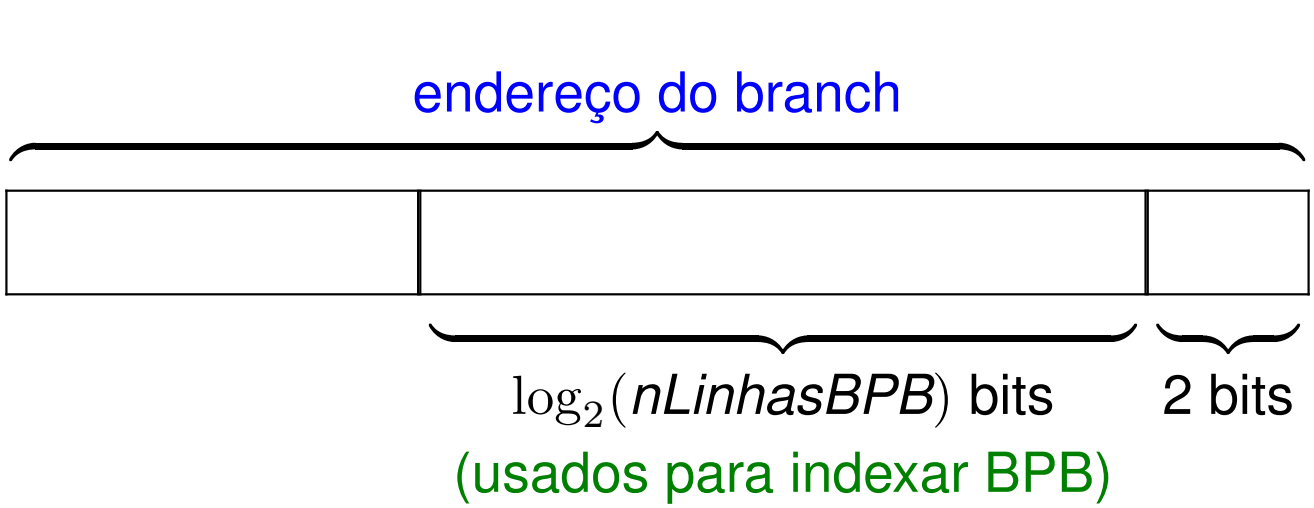
        Se predição == ocorrido então *nAcertos1bit* $++$

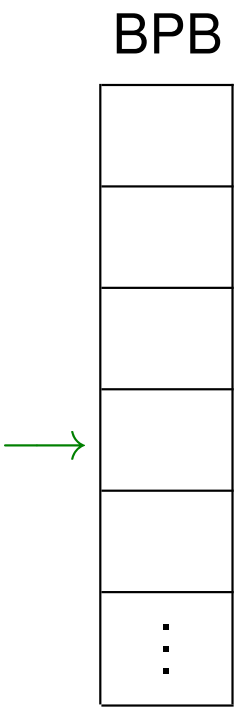
        Se necessário, atualiza bits do BPB1, de acordo com técnica de predição
      - **Predição 2-bits**:

        ...

Branch Prediction Buffer (BPB)

- Usado para técnicas de predição 1-bit e predição 2-bits
- Nº de linhas do BPB (*nLinhasBPB*) definido por linha de comando
- Todos os bits do BPB inicializados em 0
- BPB é indexado usando parte (alguns bits) do endereço do branch:
  - Número de bits usados: $\log_2(nLinhasBPB)$
  - Bits usados: bits menos significativos, excluindo bits de posição 0 e 1





Resultados para Conferência

- **Trace**: `trace_rijndael_encoder_mi.txt`
- **Resultados**:
  - *nBranchesExecutados* = 1.025.764
  - *nAcertosNT* = 397.764
  - *nAcertosT* = 628.000
  - *nAcertosDireção* = 708.828
  - *nAcertos1bit* = 782.480 (para *nLinhasBPB* = 16)
  - *nAcertos2bits* = 786.175 (para *nLinhasBPB* = 16)
  - *nAcertos1bit* = 904.983 (para *nLinhasBPB* = 1024)
  - *nAcertos2bits* = 964.353 (para *nLinhasBPB* = 1024)

Parte II: Avaliação de Desempenho

- **Realizar experimentos**:
  - Executar simulador com traces fornecidos e opções indicadas
  - Coletar medidas de desempenho
- **Responder questionário com avaliação das técnicas de predição de desvios**
- **Atenção**:
  - **Depuração do programa $\neq$ avaliação de desempenho**:
    - Traces fornecidos são grandes e serão realizadas diversas execuções
    - Testar e depurar simulador com traces menores
    - Após simulador estar correto,
      executar com traces fornecidos para avaliação de desempenho

Entrega do Trabalho

- **Grupos**: 2 alunos ou 3 alunos
- **Data de entrega**:
- **Submissão pelo AVA**:
  - Submeter um único arquivo **trab2.zip**, contendo:
    - Arquivos **fontes** que compõem o programa desenvolvido
    - Arquivo **PDF** do relatório com:
      - Nomes dos alunos integrantes do grupo
      - Instruções de como compilar o simulador desenvolvido
      - Questionário de avaliação de desempenho respondido
  - **NÃO submeter traces nem arquivo executável**
  - **Apenas um aluno do grupo deve submeter**