

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Área Académica de Ingeniería en Computadores
(Computer Engineering Academic Area)

Programa de Licenciatura en Ingeniería en Computadores
(Licentiate Degree Program in Computer Engineering)

Cursos: CE-4301 ARQUITECTURA DE COMPUTADORES I
(Courses: CE-4301 Computer Architecture I)



Especificación Proyecto 2
(Project 2 Specification)

Profesor:
(Professor)

Ronald García Fernández

Fecha: Cartago, 26 de abril, 2019
(Date: Cartago, April 26th, 2019)

Objetivo general

Mediante el desarrollo de este proyecto, el estudiante aplicará los conceptos de arquitectura de computadores en la exploración de espacio de diseño. Atributos relacionados: Herramientas de Ingeniería (HI), Diseño (DI).

Motivación

La exploración de espacio de diseño y modelado de desempeño son vitales en el desarrollo de sistemas computacionales modernos, de forma que antes de diseñar o modificar una microarquitectura es necesario realizar estudios de viabilidad que permitan toma de decisiones en el proceso de diseño.

Una de las herramientas para realizar esto en la academia e industria es GEM5 (http://www.gem5.org/Main_Page), la cual consiste en una plataforma modular para la investigación de arquitectura de sistemas informáticos, que abarca la arquitectura a nivel de sistema así como la microarquitectura de procesadores.

Requisitos del Proyecto

- 1- Debe ser capaz de usar compilar y correr 5 pruebas de los *benchmarks SPEC* o *PARSEC* sobre el modelo GEM5 TimingSimpleCPU (figura 3) por al menos 2 000 000 de instrucciones
- 2- Debe variar los siguientes parámetros del sistema:
 - a. Tamaño de caché
 - b. Ancho línea de caché
 - c. Asociatividad
 - d. Tipo de **branch predictor**.

Cada parámetro debe ser variado con fundamento teórico.

Para el caso de **branch predictor** es necesario que investigue:

- a- Como cambiar el tipo de **branch predictor** del modelo (ver figura 1) y usar los 3 disponibles en GEM5.
- b- Como agregar estadísticas de **BTB misses** y **branch mis-prediction ratio** al reporte generado por GEM5 (**stats.txt**)
- c- Variar los parámetros señalados en la figura 2 de cada uno de los tipos disponibles

Tenga en cuenta que al cambiar el tipo de **branch predictor** se tiene recompilar el modelo TimingSimpleCPU (ver figura 1)

- 3- Crear una herramienta para la generación de los modelos correr los *benchmarks* y visualizar los resultados obtenidos (gráficos)
- 4- Artículo científico que explique y justifique el(los) sistema(s) simulados, los *benchmarks* y tests usados, la variación de parámetros y sus resultados utilizando bases teóricas, de forma que se discuta cual fue

la configuración de brinda mejores resultados (menor tiempo de ejecución, mejor IPC, *cache misses*, etc) que brinda mejores resultados

```
28
29 from __future__ import print_function
30
31 from m5.defines import buildEnv
32 from m5.params import *
33 from BaseCPU import BaseCPU
34 from DummyChecker import DummyChecker
35 from BranchPredictor import *
36
37 class BaseSimpleCPU(BaseCPU):
38     type = 'BaseSimpleCPU'
39     abstract = True
40     cxx_header = "cpu/simple/base.hh"
41
42     def addCheckerCpu(self):
43         if buildEnv['TARGET_ISA'] in ['arm']:
44             from ArmTLB import ArmTLB
45
46             self.checker = DummyChecker(workload = self.workload)
47             self.checker.itb = ArmTLB(size = self.itb.size)
48             self.checker.dtb = ArmTLB(size = self.dtb.size)
49         else:
50             print("ERROR: Checker only supported under ARM ISA!")
51             exit(1)
52
53     branchPred = Param.BranchPredictor(NULL, "Branch Predictor")
54
```

Figura 1. Código Fuente TimingSimpleCPU de localizado en
\$GEM5_INSTALL_PATH/src/cpu/simple

```

1  class BranchPredictor(SimObject):
2      type = 'BranchPredictor'
3      cxx_class = 'BPredUnit'
4      cxx_header = "cpu/pred/bpred_unit.hh"
5      abstract = True
6      numThreads = Param.Unsigned(1, "Number of threads")
7      BTBEntries = Param.Unsigned(2048, "Number of BTB entries")
8      BTBTagSize = Param.Unsigned(16, "Size of the BTB tags, in bits")
9      RASSize = Param.Unsigned(16, "RAS size")
10     instShiftAmt = Param.Unsigned(2, "Number of bits to shift instructions by")
11
12     class TournamentBP(BranchPredictor):
13         type = 'TournamentBP'
14         cxx_class = 'TournamentBP'
15         cxx_header = "cpu/pred/tournament.hh"
16         localPredictorSize = Param.Unsigned(1024, "Size of local predictor")
17         localCtrBits = Param.Unsigned(2, "Bits per counter")
18         localHistoryTableSize = Param.Unsigned(2048, "size of local history table")
19         globalPredictorSize = Param.Unsigned(4096, "Size of global predictor")
20         globalCtrBits = Param.Unsigned(2, "Bits per counter")
21         choicePredictorSize = Param.Unsigned(4096, "Size of choice predictor")
22         choiceCtrBits = Param.Unsigned(2, "Bits of choice counters")
23
24     class LocalBP(BranchPredictor):
25         type = 'LocalBP'
26         cxx_class = 'LocalBP'
27         cxx_header = "cpu/pred/2bit_local.hh"
28         localPredictorSize = Param.Unsigned(1024, "Size of local predictor")
29         localCtrBits = Param.Unsigned(2, "Bits per counter")
30
31     class BiModeBP(BranchPredictor):
32         type = 'BiModeBP'
33         cxx_class = 'BiModeBP'
34         cxx_header = "cpu/pred/bi_mode.hh"
35         globalPredictorSize = Param.Unsigned(2048, "Size of global predictor")
36         globalCtrBits = Param.Unsigned(2, "Bits per counter")
37         choicePredictorSize = Param.Unsigned(2048, "Size of choice predictor")
38         choiceCtrBits = Param.Unsigned(2, "Bits of choice counters")

```

Figura 2. Parámetros a variar en Diferentes tipos de **branch predictors** de GEM5 encontrados en `$GEM5_INSTALL/src/cpu/pred`

TimingSimpleCPU

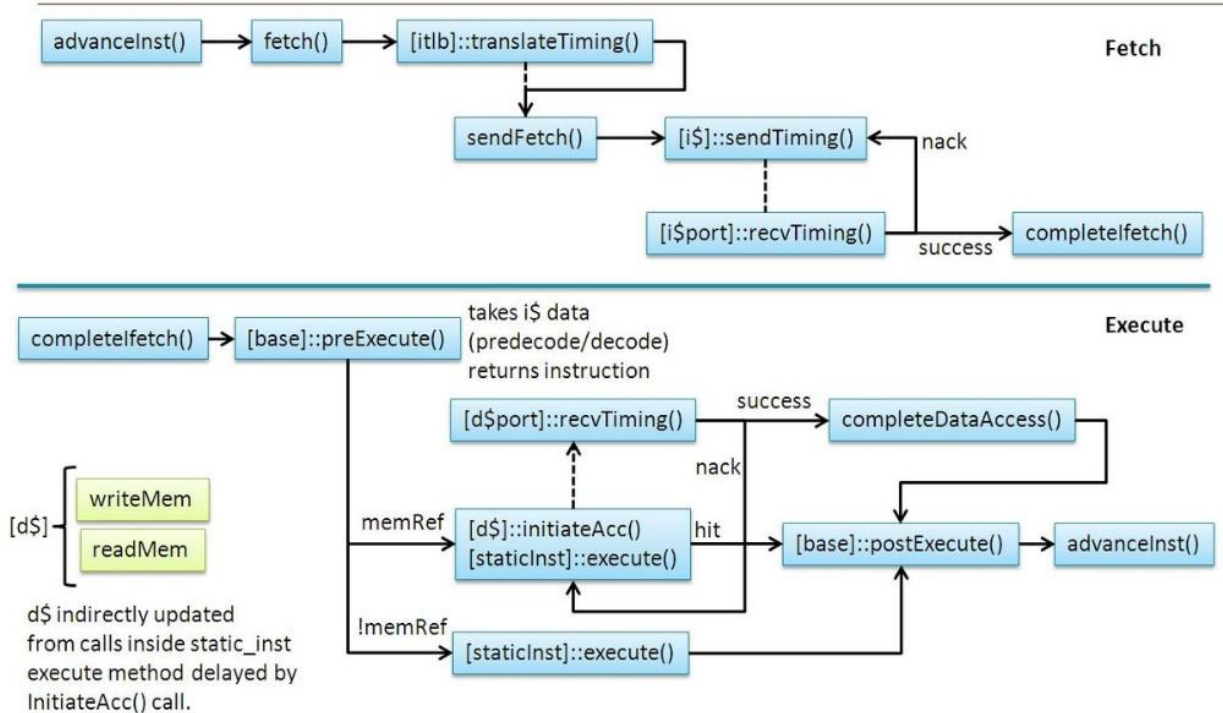


Figura 3. TiminSimpleCPU

Evaluación

La evaluación del proyecto se da bajos los siguientes rubros:

- Revisión Funcional del sistema, junto las herramientas ejecución y visualización 31/05/2019 80%
- Artículo científico que resuma el proceso de diseño de la herramienta y resultados de la exploración de espacio para las pruebas elegidas, entrega 31/05/2019 20%

Nota:

Es obligatorio entregar el artículo para que su proyecto sea revisado.

Referencias

John Paul Shen, Mikko H. Lipasti *Modern Processor Design: Fundamentals of Superscalar Processors*

<http://learning.gem5.org/book/index.html>

http://www.gem5.org/Main_Page

<https://markgottscho.wordpress.com/2014/09/20/tutorial-easily-running-spec-cpu2006-benchmarks-in-the-gem5-simulator/>

http://gem5.org/wiki/images/2/20/Summit2017_powmon.pdf

<https://developer.arm.com/research/research-enablement/system-modeling>