

Simulació processador Superescalar:

Configuració, Temps i Utilització

La pràctica consisteix a analitzar l'estructura i el comportament d'un processador Superescalar amb execució fora d'ordre (OoO). Per fer-ho, s'utilitzarà el simulador Simplescalar i s'avaluarà el comportament del processador executant els programes de prova SpecCPU2000.

L'execució d'instruccions per part d'un processador superescalar permet llençar/tractar múltiples instruccions per cycle alhora. Així diem que un processador és superescalar de 2 vies quan a les diferents etapes d'execució (fetch, descodificació, càlcul, compleció, retir, etc...) tracta dues instruccions alhora.

D'altra banda, diem que un processador executa les instruccions fora d'ordre quan en alguna de les etapes **d'execució** es permet que algunes instruccions comencin/acabin en ordre diferent al que han estat portades per l'etapa de **fetch**. D'aquesta manera instruccions, que en ordre seqüencial han estat portades més tard que d'altres, s'executen primer. Normalment només s'executen així les etapes del mig, i les inicials i finals s'executen en el mateix ordre que el seqüencial. Donat aquest comportament cal emmagatzemar les instruccions al processador mentre s'estan executant i per això s'utilitzen buffers que emmagatzemen instruccions i se sol anomenar *finestra d'instruccions*.

Simplescalar, és de fet un conjunt d'eines que permeten el modelatge de simples processadors monocicle fins a complexos processadors superescalars, amb execució fora d'ordre i jerarquia de memòria de diversos nivells. En aquesta pràctica es farà ús d'un dels simuladors que incorpora (*sim-outorder*) que permet parametritzar el processador superescalar i recol·lectar estadístiques de comportament després d'executar un programa de prova.

Finalment, els **Spec CPU 2000** són un conjunt de programes de prova (benchmarks) que proporciona la **Standard Performance Evaluation Corporation**. Aquesta organització és un consorci sense ànim de lucre que inclou entre d'altres: universitats, grups de recerca i fabricants de microprocessadors, amb l'objectiu de proporcionar un marc comú que serveixi com a estàndard per mesurar el rendiment dels computadors. Per a aquesta pràctica, es farà servir un subconjunt de 5 benchmarks disponibles a través de la imatge i també de l'espai moodle de l'assignatura.

Comentaris

- El grup de pràctiques estarà format per 3 membres: **2 PERSONES** i ChatGPT (o equivalent :-). **Si el feu servir**, el text generat per l'eina constarà a l'informe en lletra ***cursiva***.
- Es realitzarà una entrevista presencial amb els integrants del grup (humans) a la sessió de laboratori que tenen assignada. On es defensarà amb arguments la feina realitzada a qualsevol part de la pràctica.

- L'informe (obligatòriament en PDF), el vídeo resum de la pràctica i els fitxers auxiliars que s'hagin utilitzats per les diferents eines/simuladors es guardaran al moodle abans de fer l'entrevista (units en format ZIP).

Especificació

Els paràmetres que modificarem del SimpleScalar els obtindrem de les especificacions **d'un dels cores de rendiment** de dos processadors reals. Aquest any són processadors del segment d'ordinadors pensats per a jocs enfocats a jocs ofereint potencia abaix cost. Els processadors consumeixen uns de 65W i 105W i amb un preu al voltant de \$300 i són:

- Intel Core i5-14400 (Lackluster core) ([Intel](#), [review](#))
- AMD Ryzen 5 7600X (Zen 4 core) ([AMD](#), [review](#))

A partir de les característiques de disseny d'aquests processadors, es parametritzarà el simulador sim-outorder perquè s'assembli el màxim possible a un core.

Els paràmetres a cercar seran:

1. Els que determinen la k-via del processador. La quantitat d'instruccions per cicle que poden arribar a tractar: fetch, decode, issue i commit.
2. Els que determinen la mida dels buffers que emmagatzemen instruccions: finestra instruccions (ruu) i cua d'accés a memòria (lsq).
3. Els que determinen les caches L1 i L2. Si manipulen per separat instruccions i dades i les que determinen la mida, associativitat i algoritme de reemplaçament.
4. Els que determinen l'amplada de banda i la latència de la memòria principal.
5. Els que determinen els recursos a nivell d'unitats funcionals: números d'ALUs aritmètiques i multiplicació d'integers, ALUs aritmètiques i multiplicació de coma flotant i el nombre de ports d'accés a memòria de primer nivell de cache.

La idea és observar i obtenir gràfiques que mostrin el comportament del simulador a les dues configuracions quan executen benchmarks dels specs.

A partir de les simulacions es cercaran paràmetres que penalitzen l'execució del codi i es proposaran canvis en la configuració dels processadors que millorin el rendiment dels benchmarks executats. Per això caldrà observar les estadístiques/resultats de la simulació per veure quines parts del processador es pot millorar. Per exemple, si la memòria cache L1 s'observa que té una ràtio d'encert del 99%, això ens indica que no cal millorar-la ja que no hi aportaria cap benefici. Tot i això, si observem que l'ocupació de la RUU s'acosta al 100%, ens indica que fer més gran la finestra d'instruccions suposaria una millora en l'execució fora d'ordre de les instruccions, ja que probablement emmagatzemar més instruccions alhora permeti executar abans aquelles instruccions que en principi no cabien.

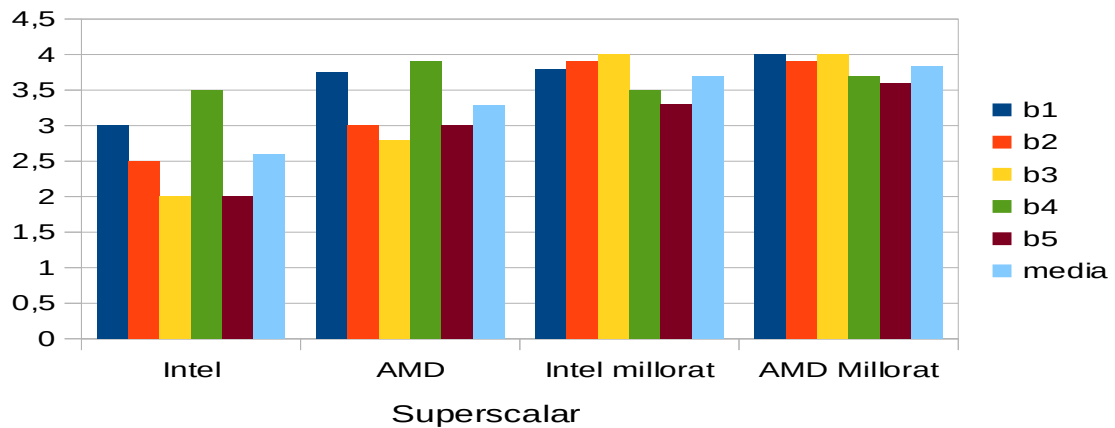
El paràmetre que cal observar respecte al rendiment serà l'IPC. Això no impedeix que calgui observar altres estadístiques per conèixer el grau de saturació o d'utilització de cada part del processador per saber on es pot millorar. Cal buscar i observar un **mínim de 3 paràmetres de configuració del processador** i proposar millores en cadascun.

Els resultats es mostraran en gràfics

Per als diferents estudis que s'han de realitzar, i si no s'indica el contrari, tingueu en compte els comentaris següents:

- 1) Buscar tots els paràmetres **possibles** dels processadors indicats, juntament amb les mesures de rendiment més representatives com ara passmark, superpi, wprime, etc.
- 2) Els resultats de les simulacions es mostraran a través de gràfiques on l'eix vertical serà l'estadística a estudiar i l'eix horitzontal el paràmetre de configuració del superescalar.

Ejemplo IPC



- 3) Per a cada estudi que es faci buscant una millora (caches, ALUs, etc,...) es presentaran gràfiques amb els resultats individuals de cada benchmark i amb la mitjana de tots ells.
- 4) La llista de 5 benchmarks que s'utilitzaran per a les simulacions és la següent:
 - ammp
 - applu
 - eon
 - quake
 - vpr
- 5) Per a cada benchmark simulat, se saltaran 100 milions d'instruccions i es recol·lectaran les estadístiques per als 100 milions següents. A més, es faran servir les dades d'entrada REF.
- 6) Per a la resta de paràmetres del simulador s'utilitzaran els valors per defecte.
- 7) Comenteu el paràgraf següent extret d'una pàgina web de comparatives:

“For now, AMD continues to pressure Intel in the value gaming segment: AMD's new Ryzen 7 5700X3D provides up to 30% more gaming performance than the lackluster Core i5-14400, making it a compelling option for those obsessed with the fastest value CPU for gaming, but it comes with tradeoffs in productivity apps. In contrast, AMD's Ryzen 5 7600X and Ryzen 5 7600 are better all-rounders and sell for much less than before. Pricing for AMD's motherboards and DDR5 memory is also now more favorable, giving the Ryzen lineup a win over the Core i5-14400.”

9-9-2024:[Link tom'sHARDWARE](#)