

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

(2020-2021)

1^η Σειρά Ασκήσεων

Ονοματεπώνυμο:

- Χρήστος Τσούφης

Αριθμός Μητρώου:

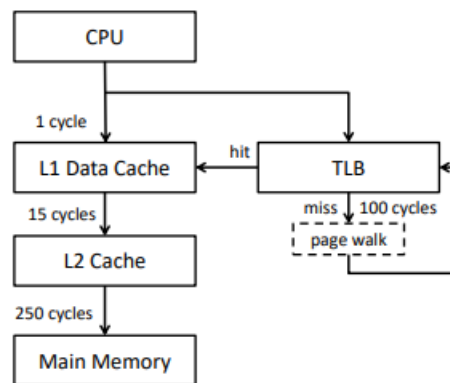
- 03117176

Στοιχεία Επικοινωνίας:

- el17176@mail.ntua.gr

Σκοπός της 1^{ης} Άσκησης είναι η μελέτη της επίδρασης διαφόρων παραμέτρων της ιεραρχίας μνήμης στην απόδοση ενός συνόλου εφαρμογών. Με τη χρήση του εργαλείου PIN, το οποίο εισάγει δυναμικά κώδικα ανάμεσα στις εντολές της εφαρμογής προκειμένου να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με την εκτέλεση τους, πραγματοποιούνται μετρήσεις. Για τους σκοπούς της άσκησης χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα 8 μετροπρογράμματα: blackscholes, bodytrack, canneal, fluidanimate, freqmine, raytrace, swaptions, streamcluster.

Η ιεραρχία μνήμης που εξετάζεται είναι η παρακάτω:



Η βασική μετρική επίδοσης που χρησιμοποιείται είναι το IPC (Instructions Per Cycle). Η μελέτη της απόδοσης γίνεται, αφενός θεωρώντας ότι ο κύκλος του ρολογιού παραμένει σταθερός ανεξαρτήτως των παραμέτρων της μνήμης, και αφετέρου ο κύκλος μεταβάλλεται καθώς αλλάζουν τα χαρακτηριστικά της μνήμης.

1^η Περίπτωση: Μελέτη επίδρασης παραμέτρων ιεραρχίας μνήμης στην απόδοση της εφαρμογής με σταθερό κύκλο ρολογιού

L1 Cache

Για όλες τις περιπτώσεις που εξετάζονται στο πείραμα αυτό, οι παράμετροι της L2 cache και του TLB θα διατηρηθούν σταθερές και συγκεκριμένα ίσες με:

L2 size = 1024 KB L2 associativity = 8 L2 block size = 128 B

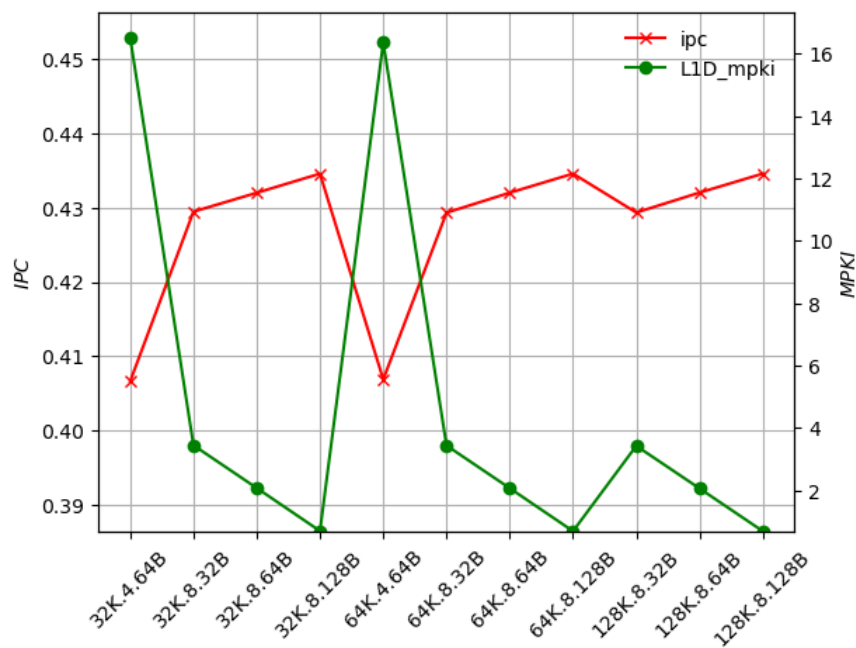
TLB size = 64 entr. TLB associativity = 4 TLB page size = 4096 B

Και ζητείται η εκτέλεση των benchmarks για τις παρακάτω L1 caches:

L1 size	L1 associativity	L1 cache block size
32 KB	4	64 B
32 KB	8	32 B, 64 B, 128 B
64 KB	4	64 B
64 KB	8	32 B, 64 B, 128 B
128 KB	8	32 B, 64 B, 128 B

Ακολουθούν τα διαγράμματα που προέκυψαν καθώς και κάποιες παρατηρήσεις.

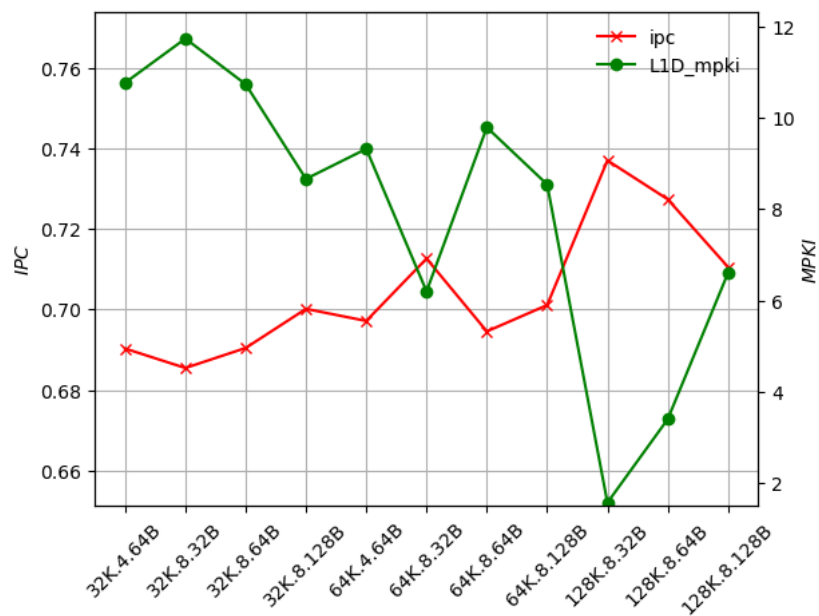
Blackscholes



Βέλτιστοι συνδυασμοί είναι: 32-8-128, 64-8-128, 128-8-128.

Σημαντικότερος παράγοντας φαίνεται πως είναι το associativity καθώς το block size δεν έχει μεγάλη επίδραση. Αύξηση στη χωρητικότητα της cache συνεπάγεται αύξηση στο IPC. Συμπέρασμα: υπάρχουν conflict misses.

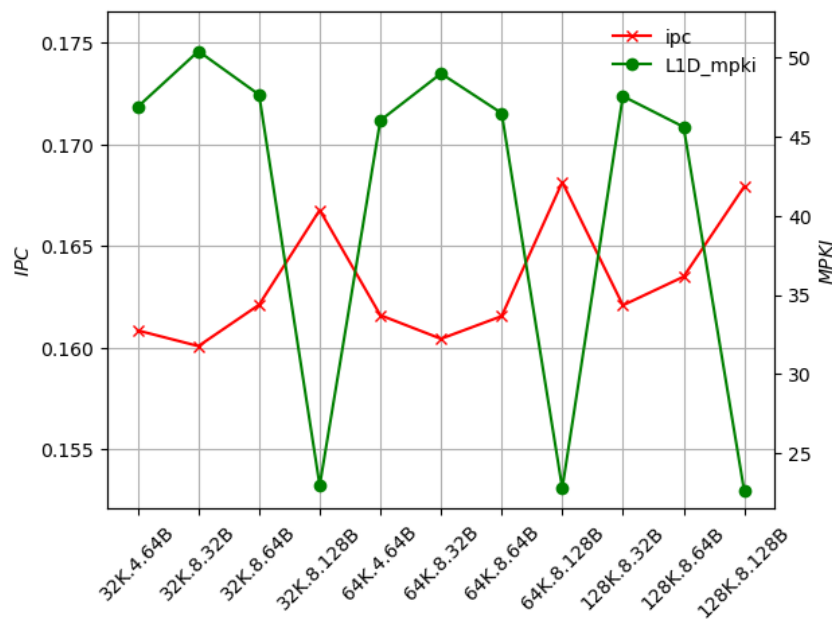
Bodytrack



Βέλτιστος συνδυασμός: 128-8-32.

Για μικρό μέγεθος cache, η αύξηση του block size επιδρά θετικά, όμως για τις μεγαλύτερες cache η αύξηση του block size πάει πια να έχει θετική επίδραση. Συμπέρασμα: αρκετά capacity misses στις μικρότερες cache. Η υπερβολική αύξηση του block size στη συνέχεια οδηγεί σε conflict misses.

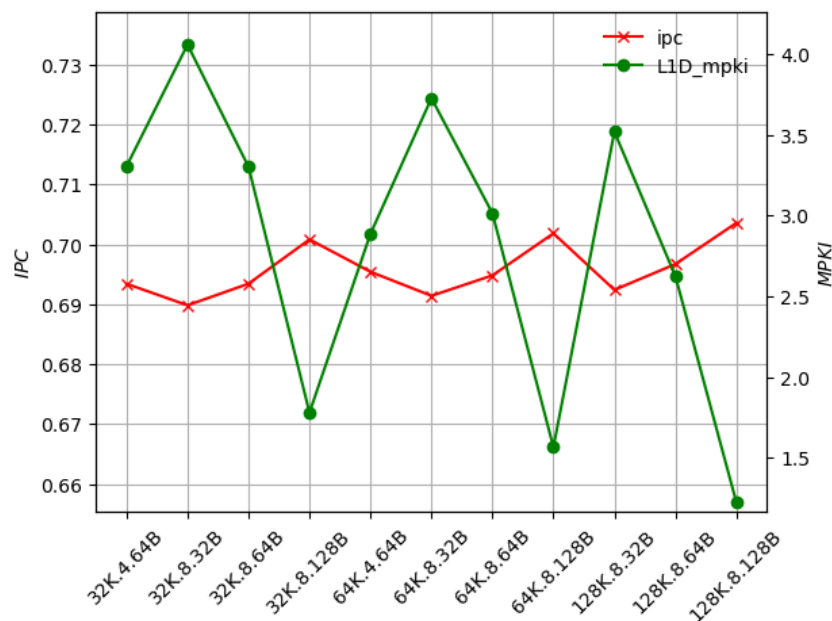
Canneal



Βέλτιστοι συνδυασμοί: 32-8-128, 64-8-128 & 128-8-128.

Σημαντικότερος παράγοντας είναι το *block size*, καθώς όταν είναι 128 εμφανίζονται οι παραπάνω συνδυασμοί, ενώ τα *cache size* και *associativity* είναι αδιάφορα. Πιθανόν να υπάρχει ισχυρό *spatial locality*.

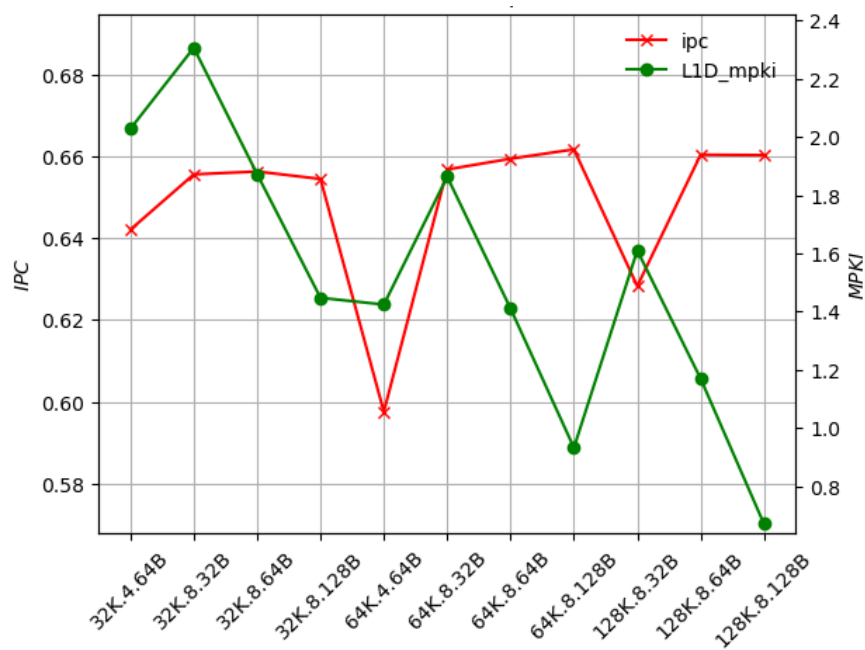
Fluidanimate



Βέλτιστος συνδυασμός: 128-8-128.

Σημαντικότερος παράγοντας είναι το *block size* καθώς και το *cache size* (όσο αυξάνεται βελτιώνει την απόδοση), ενώ το *associativity* μάλλον είναι αδιάφορο. Τέλος, το IPC είναι σταθερό ανεξαρτήτως.

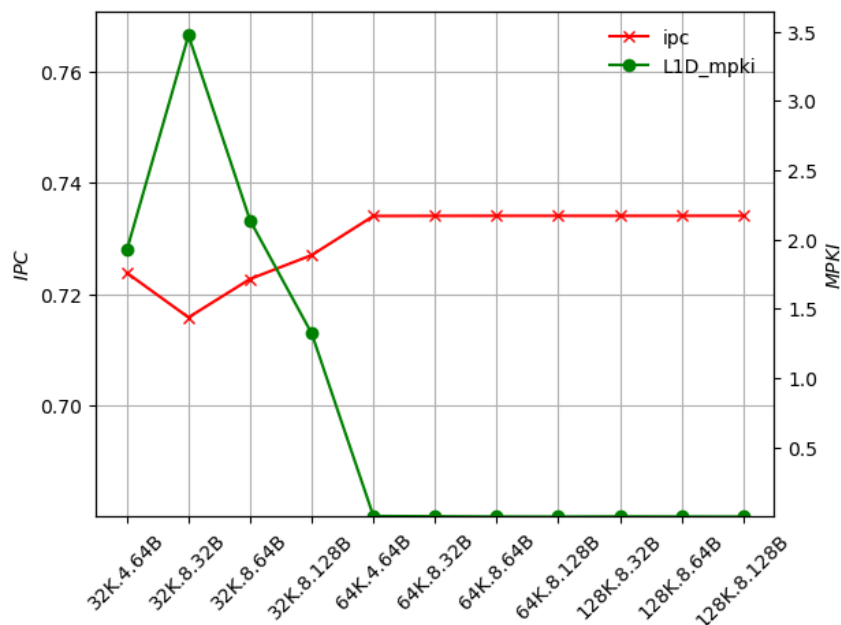
Freqmine



Βέλτιστος συνδυασμός: 128-8-128.

Από το διάγραμμα φαίνεται πως και οι τρεις παράγοντες επηρεάζουν το αποτέλεσμα.

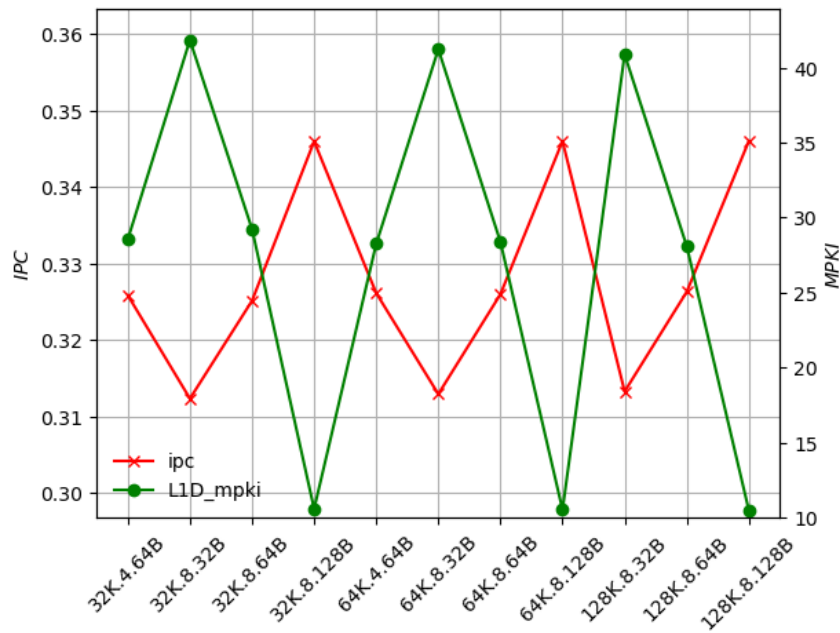
Swaptions



Βέλτιστος συνδυασμός: 64-4-64.

Σημαντικότεροι παράγοντες είναι το *block size* και το *cache size*, προκαλούν αύξηση της απόδοσης. Μέχρι τα 64K, οι μεταβολές είναι μεγάλες ενώ μετά σταθεροποιούνται, γεγονός που αποδεικνύει πως αρκούν.

Streamcluster



Βέλτιστοι συνδυασμοί: 32-8-128, 64-8-128, 128-8-128.

Σημαντικότερος παράγοντας είναι το *block size*, αφού τα *cache size* και *associativity* δεν προκαλούν αλλαγές.

Παρατηρήσεις & Συμπεράσματα:

1. Παρατηρείται ότι τα μεγέθη Misses Per KiloInstructions & Instructions Per Cycle μεταβάλλονται αντιστρόφως ανάλογα. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι όσο περισσότερες αστοχίες υπάρχουν (μεγαλύτερο MPKI), τόσο περισσότεροι κύκλοι χρειάζονται για να εκτελεστεί η εντολή. Επομένως, το IPC θα είναι μικρότερο και η επίδοση χειρότερη, και αντιστρόφως.
2. Ακόμη, παρατηρείται ότι στο benchmark blackscholes η αύξηση του associativity αύξησε το IPC και μείωσε το MPKI (μειώθηκαν τα conflict misses).
3. Επιπλέον, παρατηρείται στα benchmarks bodytrack, canneal, fluidanimate, freqmine, streamcluster, swaptions ότι αύξηση του block size οδηγεί σε αύξηση του IPC και επομένως σε μείωση των MPKI (compulsory misses κατά κύριο λόγο).
4. Επίσης, παρατηρείται πως σχεδόν σε όλα τα benchmarks (εκτός από swaptions), η μεταβολή του μεγέθους της cache δεν επηρεάζει αρκετά το IPC. Αυτό πιθανόν σημαίνει ότι στα benchmarks αυτά, τα misses οφείλονται κυρίως σε compulsory misses και όχι σε capacity misses.
5. Τέλος, παρατηρείται ότι για το benchmark swaptions επηρεάζεται καθοριστικά από το μέγεθος της L1 Cache καθώς, επιλέγοντας ως L1 Cache Size $\geq 64K$ βελτιώνει δραματικά την επίδοση.

Εν κατακλείδι, φαίνεται πως το *block size* και το *associativity* επηρεάζουν σε βαθμό σε σχέση με το *Cache Size*. Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις μάλιστα, οι συνδυασμοί 64K-8-128B και 128K-8-128B αποτελούν τις καλύτερες επιλογές σχετικά με την L1 Cache.

L2 Cache

Για όλες τις περιπτώσεις που εξετάζονται στο πείραμα αυτό, οι παράμετροι της L1 cache και του TLB θα διατηρηθούν σταθερές και συγκεκριμένα ίσες με:

L1 size = 32 KB

L1 associativity = 8

L1 block size = 64 B

TLB size = 64 entr.

TLB associativity = 4

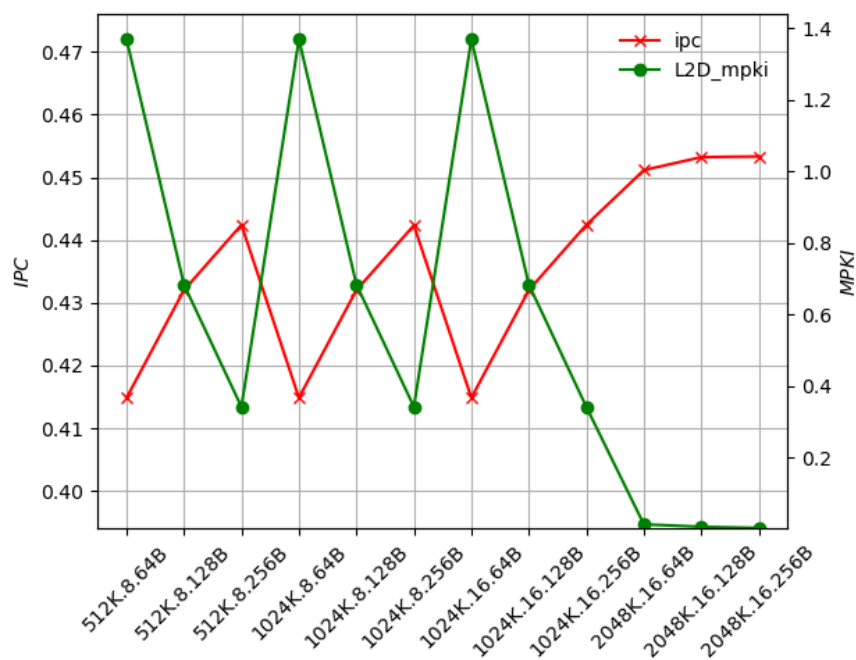
TLB page size = 4096 B

Και ζητείται η εκτέλεση των benchmarks για τις παρακάτω L1 caches:

L2 size	L2 associativity	L2 cache block size
512 KB	8	64 B, 128 B, 256 B
1024 KB	8, 16	64 B, 128 B, 256 B
2048 KB	16	64 B, 128 B, 256 B

Ακολουθούν τα διαγράμματα που προέκυψαν καθώς και κάποιες παρατηρήσεις.

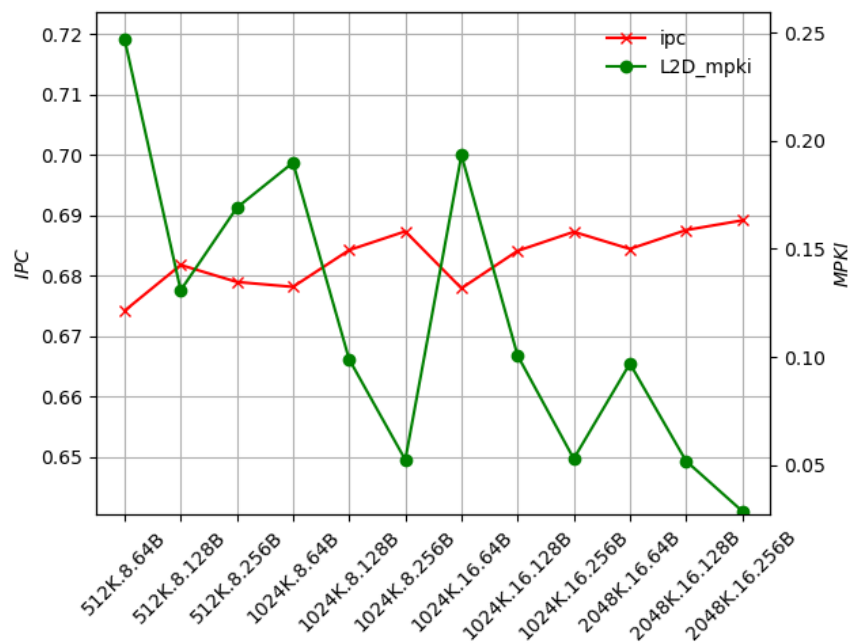
Blackscholes



Βέλτιστος συνδυασμός: 2048-16-128, 2048-16-256.

Όλοι οι παράγοντες δείχνουν να είναι σημαντικοί, αλλά το cache size φαίνεται να έχει μικρότερη σημασία μπροστά στο associativity και το block size.

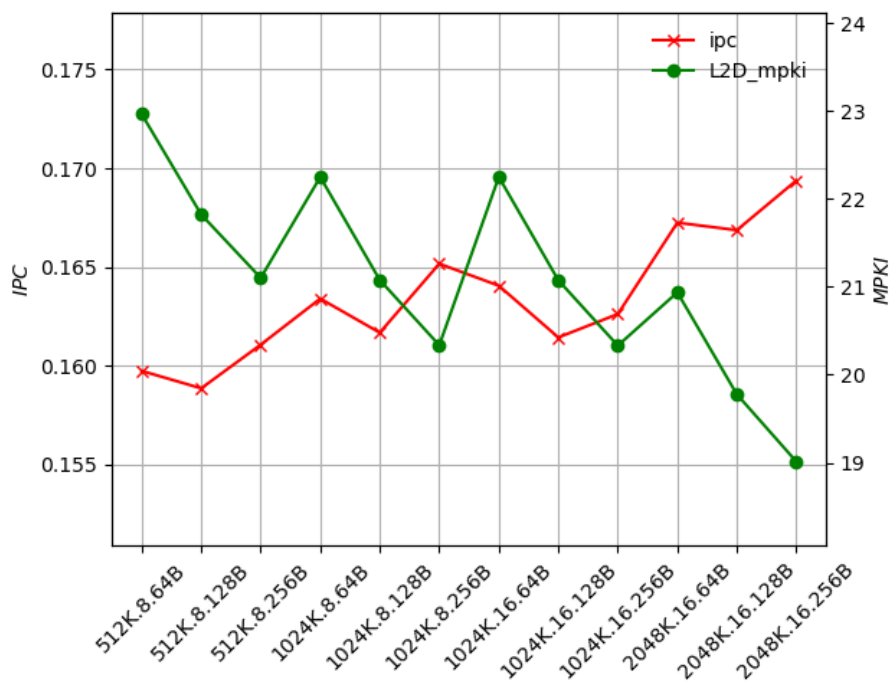
Bodytrack



Βέλτιστος συνδυασμός: 2048-16-256.

Η βελτίωση της απόδοσης προκύπτει από τον συνδυασμό του cache size και block size, ενώ το associativity είναι μάλλον αδιάφορο.

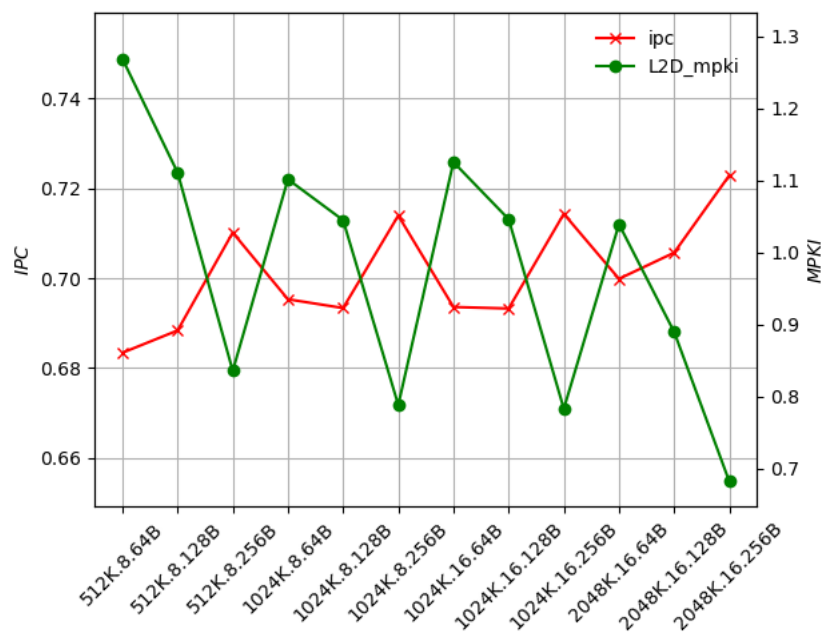
Canneal



Βέλτιστος συνδυασμός: 2048-16-256.

Σημαντικοί παράγοντες είναι το cache size και το block size, ενώ το associativity επηρεάζει ελάχιστα το αποτέλεσμα.

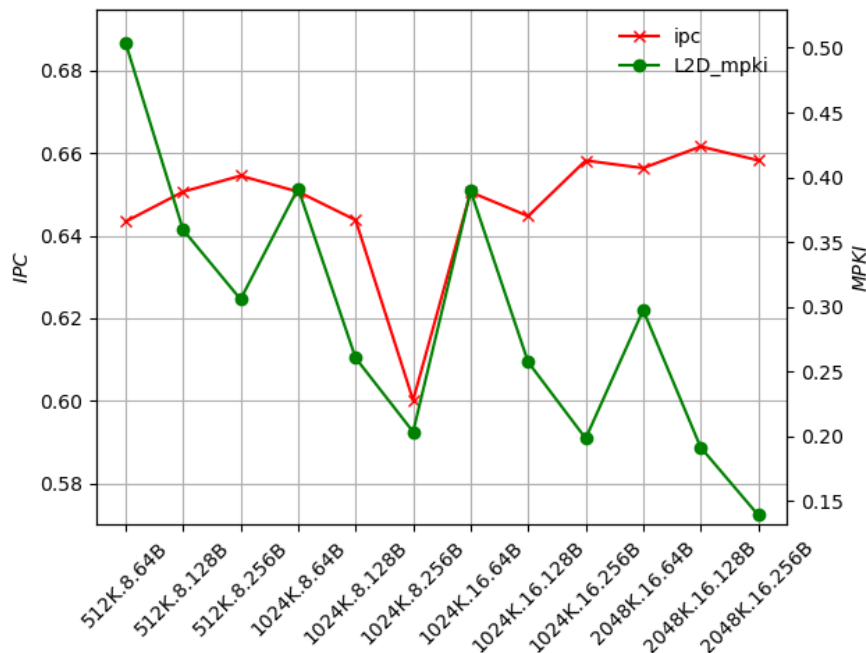
Fluidanimate



Βέλτιστος συνδυασμός: 2048-16-256.

Σημαντικότερος παράγοντας είναι το *block size*, ενώ κάθε αύξηση της *cache* επιφέρει κάποια αύξηση και στην απόδοση. Τέλος, το *associativity* επηρεάζει ελάχιστα.

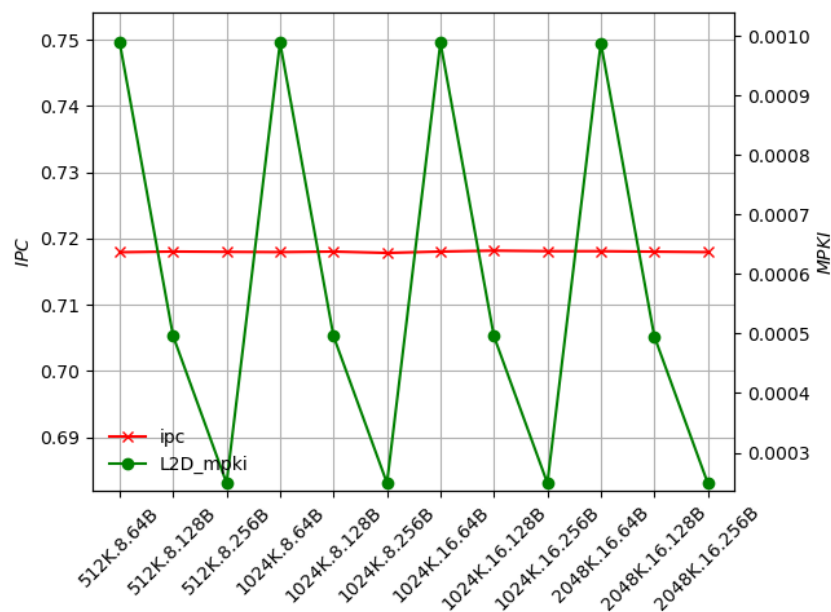
Freqmine



Βέλτιστος συνδυασμός: 2048-16-256.

Σημαντικότερος παράγοντας είναι το *block size* και γενικά ισχύει πως κάθε αύξηση της *cache* επιφέρει αύξηση και στην απόδοση. Επιπλέον, παρατηρείται πως για τον συνδυασμό 1024-8-256 φαίνεται μεγάλη μείωση της απόδοσης παρά την αύξηση του *cache size* και αυτό γίνεται λόγω της μείωσης του *block size*.

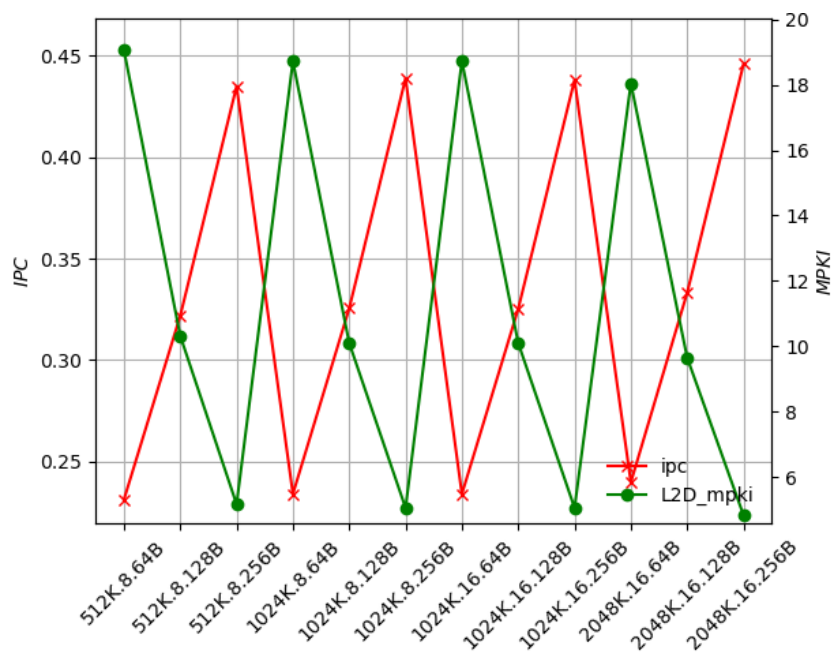
Swaptions



Βέλτιστος συνδυασμός: 512-8-128.

Δεν υπάρχει κάποιος σημαντικός παράγοντας που να επηρεάζει την απόδοση, γεγονός που δείχνει πως η L2 cache χρησιμοποιείται ελάχιστα ή καθόλου.

Streamcluster



Βέλτιστος συνδυασμός: 512-8-256.

Σημαντικότερος παράγοντας είναι το block size, ενώ η αύξηση του cache size και associativity επιφέρει μικρή αύξηση στην απόδοση.

Παρατηρήσεις & Συμπεράσματα:

1. Παρατηρείται ότι ξανά, τα μεγέθη Instructions Per Cycle και Misses Per KiloInstructions μεταβάλλονται αντιστρόφως ανάλογα, όπως αναλύθηκε και προηγουμένως.
2. Επίσης, παρατηρείται ότι στα benchmarks canneal, fluidanimate η αύξηση του μεγέθους της cache προκαλεί τη βελτίωση της επίδοσης, και μείωση στα capacity misses.
3. Ακόμη, παρατηρείται στο benchmark blackscholes πως η επιλογή L2 Cache Size 2048K προκαλεί βελτίωση της επίδοσης και φαίνεται ότι τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά δεν επηρεάζουν πλέον την απόδοση περεταίρω.
4. Επιπλέον, παρατηρείται ότι τα benchmark blackscholes επηρεάζονται περισσότερο από το associativity που πιθανόν να οφείλεται σε μείωση των conflict misses.
5. Επιπροσθέτως, παρατηρείται πως στα benchmarks blackscholes, bodytrack, fluidanimate, streamcluster η αύξηση του block size προκαλεί και αύξηση στο IPC, ενώ τα compulsory misses μειώνονται.
6. Τέλος, παρατηρείται για το benchmark swaptions ότι επηρεάζεται λιγότερο από τις αλλαγές των παραμέτρων και διατηρεί σχεδόν σταθερό IPC. Πιθανόν αυτό να οφείλεται στο μέγεθος των δεδομένων που επεξεργάζεται και είτε χρησιμοποιεί συνεχώς τα ίδια blocks, είτε όποια blocks διώχνονται δεν απαιτούνται ξανά.

Εν κατακλείδι, φαίνεται ξανά ότι τη μεγαλύτερη επίδραση στην απόδοση έχει η μεταβολή του block size, χωρίς να είναι αμελητέες οι αλλαγές που προκύπτουν από την αύξηση-μείωση των cache size και associativity (η αύξηση του associativity δεν επηρεάζει αρνητικά). Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις μάλιστα, ο συνδυασμός 2048K-16-256B αποτελεί αρκετά καλές επιλογές για την L2 Cache.

TLB

Για όλες τις περιπτώσεις που εξετάζονται στο πείραμα αυτό, οι παράμετροι της L1 & L2 cache θα διατηρηθούν σταθερές και συγκεκριμένα ίσες με:

L1 size = 32 KB L1 associativity = 8 L1 block size = 64 B

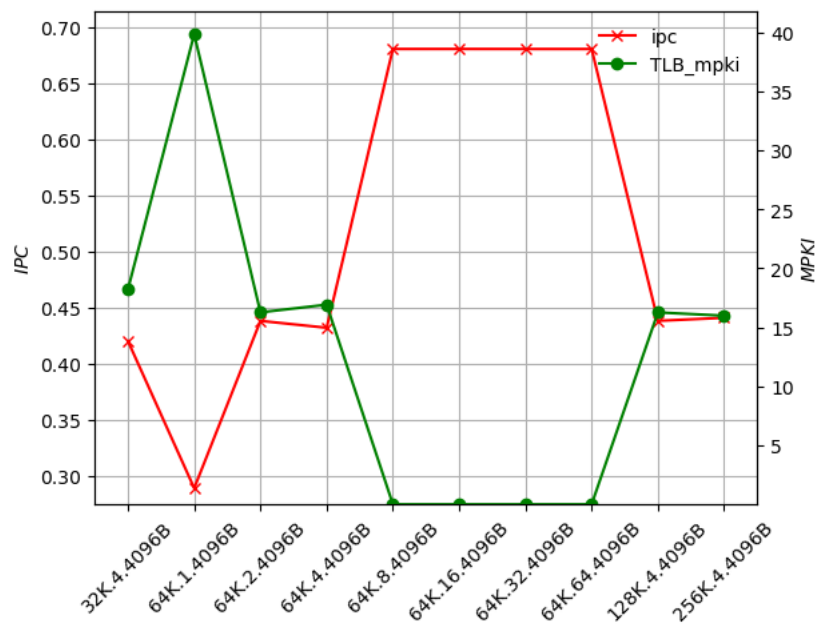
L2 size = 1024 KB L2 associativity = 8 L2 block size = 128 B

Και ζητείται η εκτέλεση των benchmarks για τις παρακάτω L1 caches:

TLB size	TLB associativity	TLB page size
32	4	4096 B
64	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64	4096 B
128	4	4096 B
256	4	4096 B

Ακολουθούν τα διαγράμματα που προέκυψαν καθώς και κάποιες παρατηρήσεις.

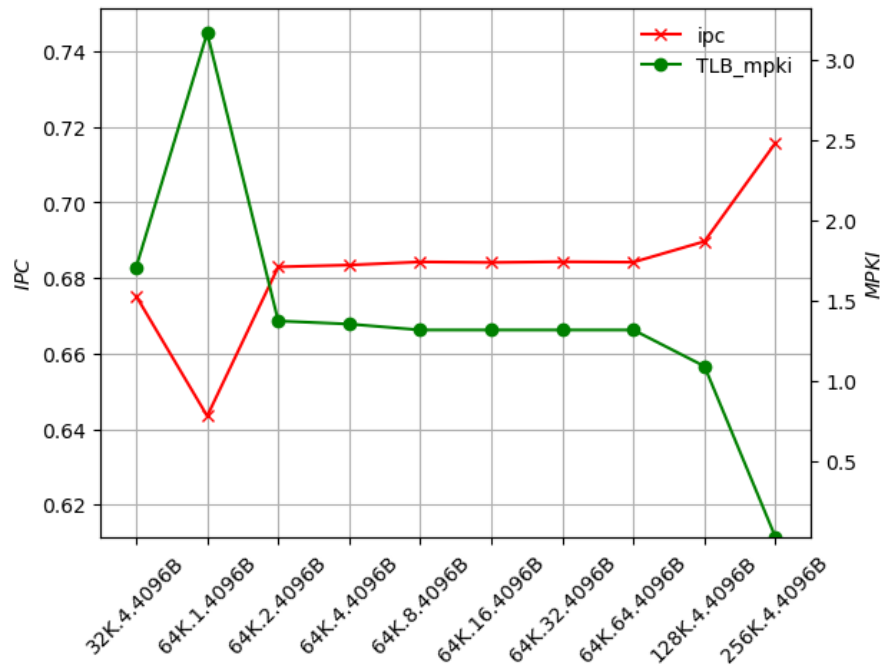
Blackscholes



Βέλτιστοι συνδυασμοί: 64-8-4096, 64-16-4096, 64-32-4096 και 64-64-4096.

Σημαντικοί παράγοντες είναι η αύξησή του TLB size και του associativity για την βελτίωση της απόδοσης.

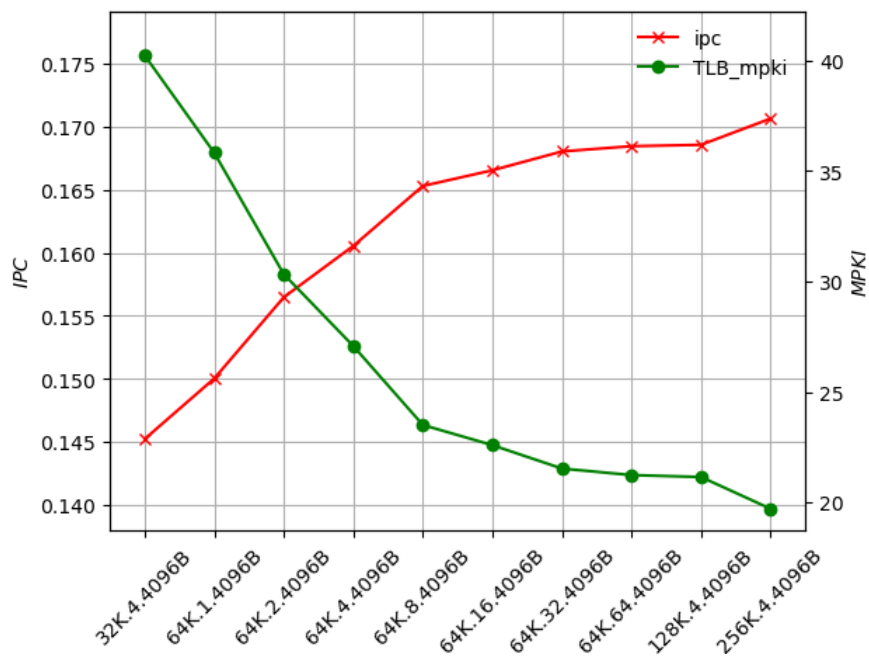
Bodytrack



Βέλτιστος συνδυασμός: 256-4-4096.

Σημαντικός παράγοντας είναι το TLB size, ενώ το associativity δεν επιδρά σημαντικά για ≥ 2 .

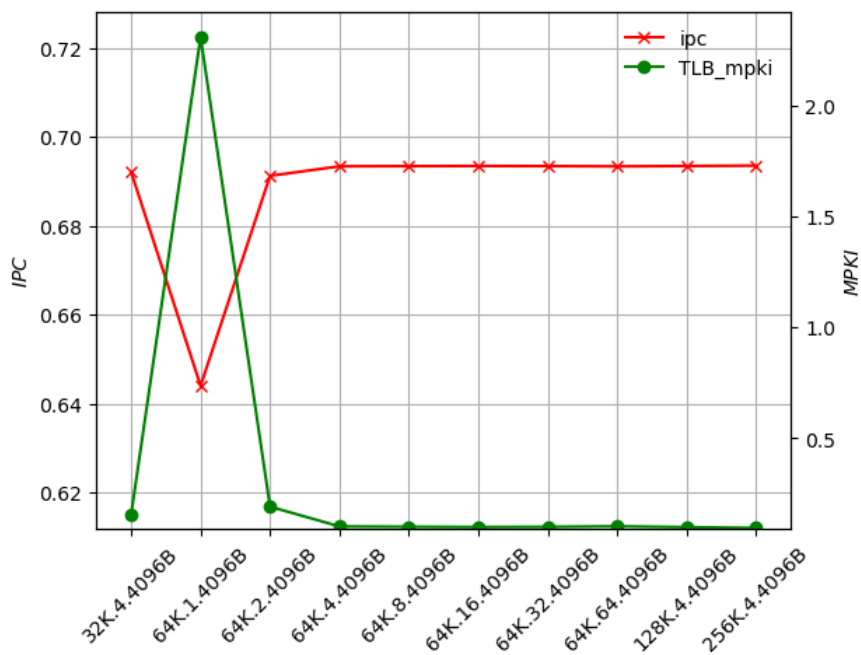
Canneal



Βέλτιστος συνδυασμός: 256-4-4096.

Σημαντικότεροι παράγοντες είναι το TLB size και το associativity.

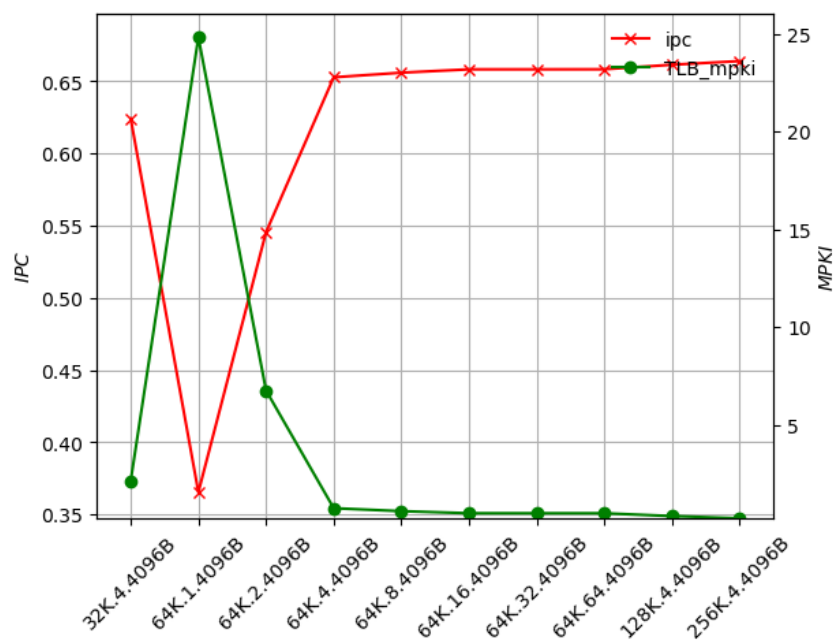
Fluidanimate



Βέλτιστοι συνδυασμοί: 64-4-4096, 64-8-4096, 64-16-4096, 64-32-4096, 64-64-4096, 128-4-4096, 256-4-4096.

Σημαντικοί παράγοντες είναι το TLB size και το associativity, καθώς όσο αυξάνονται, αυξάνεται και η απόδοση.

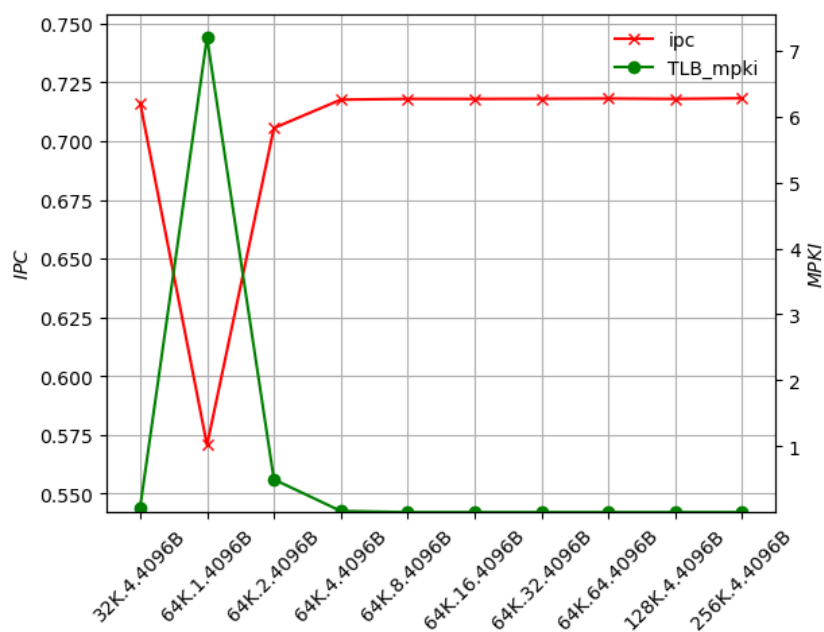
Freqmine



Βέλτιστος συνδυασμός: 256-4-4096.

Σημαντικός παράγοντας είναι το TLB size καθώς όσο αυξάνεται, βελτιώνεται και η απόδοση.

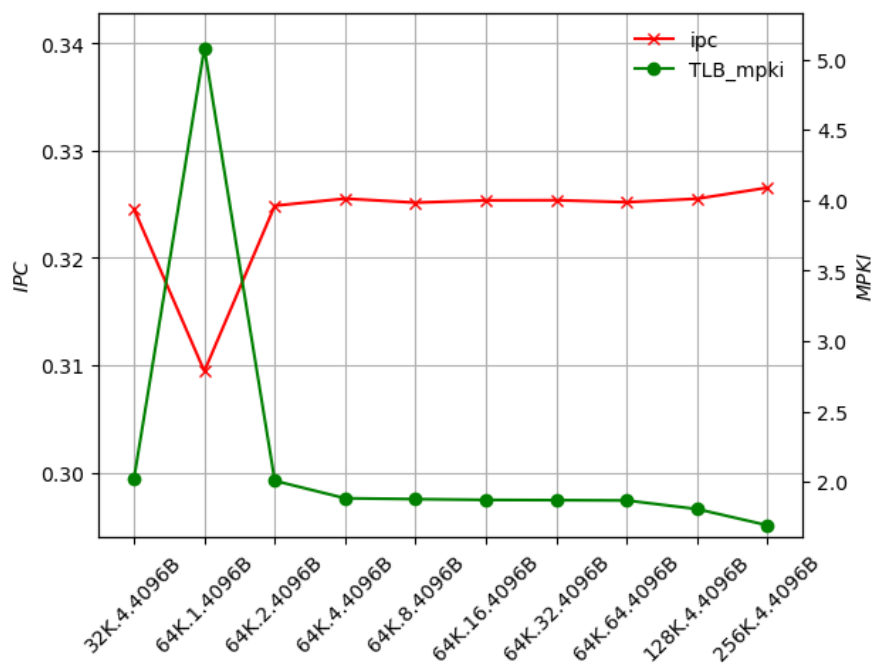
Swaptions



Βέλτιστοι συνδυασμοί είναι οι 64-4-4096, 64-8-4096, 64-16-4096, 64-32-4096, 64-64-4096, 128-4-4096 και 256-4-4096.

Σημαντικότεροι παράγοντες είναι τα TLB size και associativity, καθώς με την αύξησή τους, βελτιώνεται η απόδοση.

Streamcluster



Βέλτιστος συνδυασμός: 256-4-4096.

Σημαντικοί παράγοντες δεν υπάρχουν καθώς όλοι οι συνδυασμοί δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα εκτός από όταν associativity = 1. Κάθε αύξηση του TLB size και του associativity βελτιώνει ελάχιστα την απόδοση.

Παρατηρήσεις & Συμπεράσματα:

1. Παρατηρείται ότι τα μεγέθη IPC, MPKI μεταβάλλονται αντιστρόφως ανάλογα. Αυτό είναι λογικό αφού όσο περισσότερες αστοχίες γίνονται, τόσο χειρότερη θα είναι η επίδοση (άρα μικρότερο IPC) και αντίστροφα.
2. Ακόμη, παρατηρείται ότι σε όλα τα benchmarks, η αύξηση του TLB size έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του IPC, οπότε και τη μείωση των misses. Ωστόσο, σε όλα τα μετροπρογράμματα με εξαίρεση ίσως των blackscholes, bodytrack, η συνεχής αύξηση του TLB size πάνω από 64B ή 128B δεν προκάλεσε κάποια ουσιαστική αλλαγή στην απόδοση.
3. Επίσης, παρατηρείται πως σε όλα τα benchmarks, το associativity συμβάλλει θετικά στην αύξηση της απόδοσης, μέχρι ένα όριο. Πιο συγκεκριμένα, η απόδοση είχε σημαντική βελτίωση μέχρι το associativity να πάρει τιμές από 4 έως 8, αλλά από εκεί και πάνω, δεν υπήρχε κάποια αξιοσημείωτη μεταβολή.
4. Για το TLB page δεν εξάγεται κάποιο συμπέρασμα, διότι δίνεται σε όλες τις μετρήσεις ίσο με 4096B.
5. Δεν υπήρχε κάποιο benchmark του οποίου δεν επηρεάστηκε η απόδοση και οι αστοχίες μετά τη μεταβολή των παραμέτρων.

Εν κατακλείδι, λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, διαπιστώνεται ότι τόσο το μέγεθος του TLB, όσο και το associativity παίζουν σημαντικό ρόλο στην επίδοση, μέχρι ενός ορίου. Από ένα σημείο και πέρα η αύξησή τους δεν επηρεάζει σημαντικά, ούτε στο IPC, ούτε στα misses. Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις μάλιστα, ο συνδυασμός 256-4-4096B αποτελεί καλή επιλογή.

Prefetching

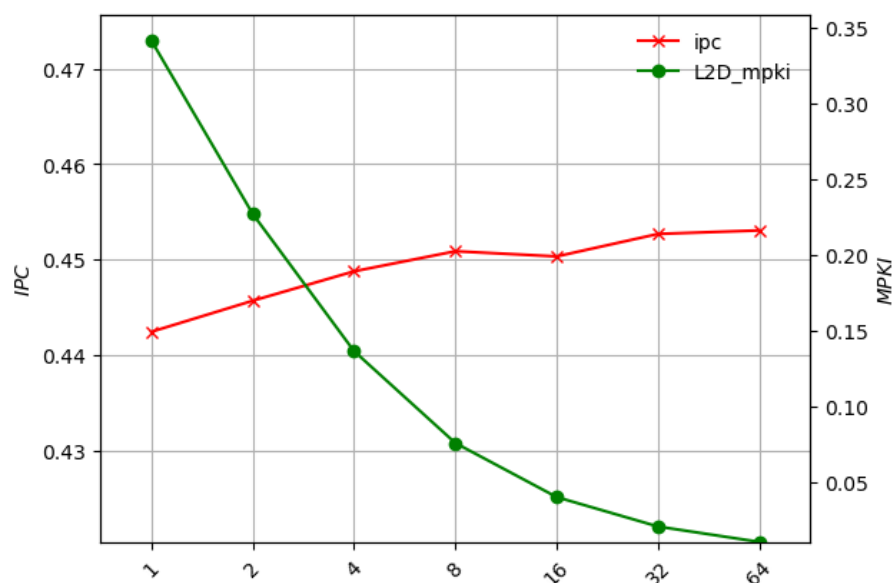
Σε όλες τις προηγούμενες προσομοιώσεις, η προανάκληση είναι απενεργοποιημένη. Ζητείται η κατάλληλη επέκταση του κώδικα ώστε το σύστημα να προσομοιώνει prefetching στη L2 cache. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε L2 miss θα πρέπει η cache να φέρνει εκτός από το ζητούμενο block και τα επόμενα n blocks, όπου n ο αριθμός που ορίζεται από την παράμετρο L2prf.

Και ζητείται η εκτέλεση των benchmarks για $n = 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64$. Οι παράμετροι των L1, L2, TLB θα διατηρηθούν σταθερές και συγκεκριμένα ίσες με:

L1 size = 32 KB	L1 associativity = 8	L1 block size = 64 B
L2 size = 1024 KB	L2 associativity = 8	L2 block size = 128 B
TLB size = 64 entr.	TLB associativity = 4	TLB page size = 4096 B

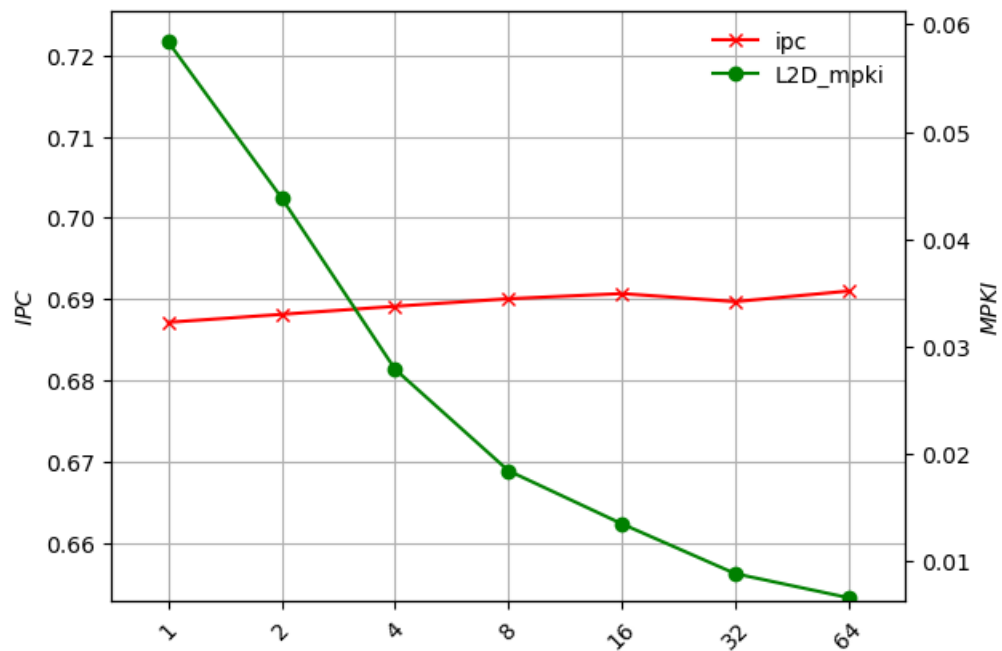
Ακολουθούν τα διαγράμματα που προέκυψαν καθώς και κάποιες παρατηρήσεις.

Blackscholes



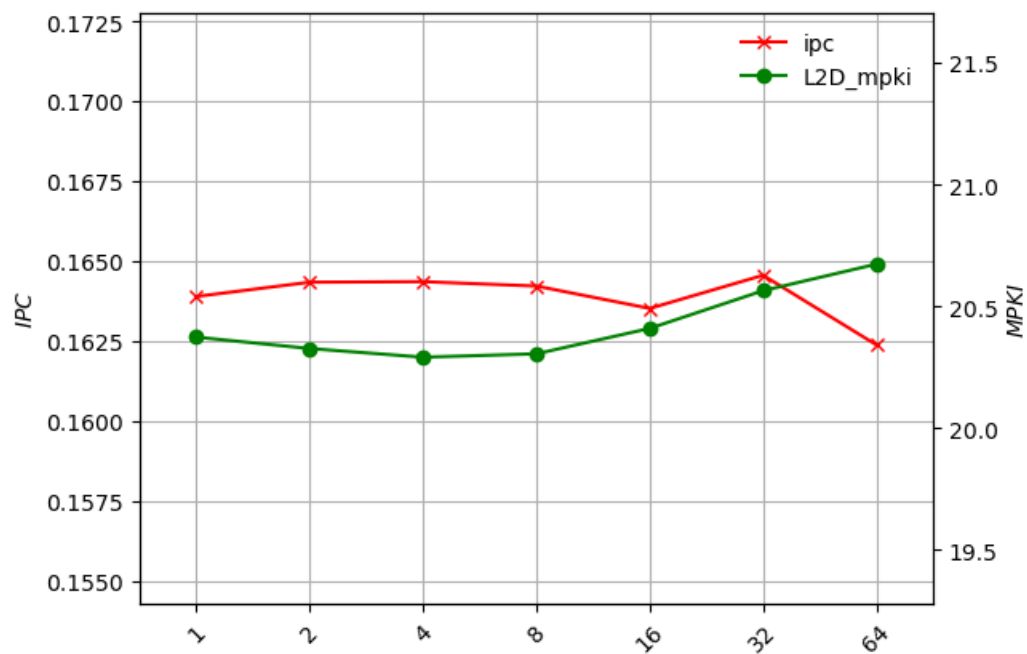
Βέλτιστη επιλογή είναι τα $n = 32, 64$. Καθώς το prefetching αυξάνεται, η απόδοση αυξάνεται.

Bodytrack



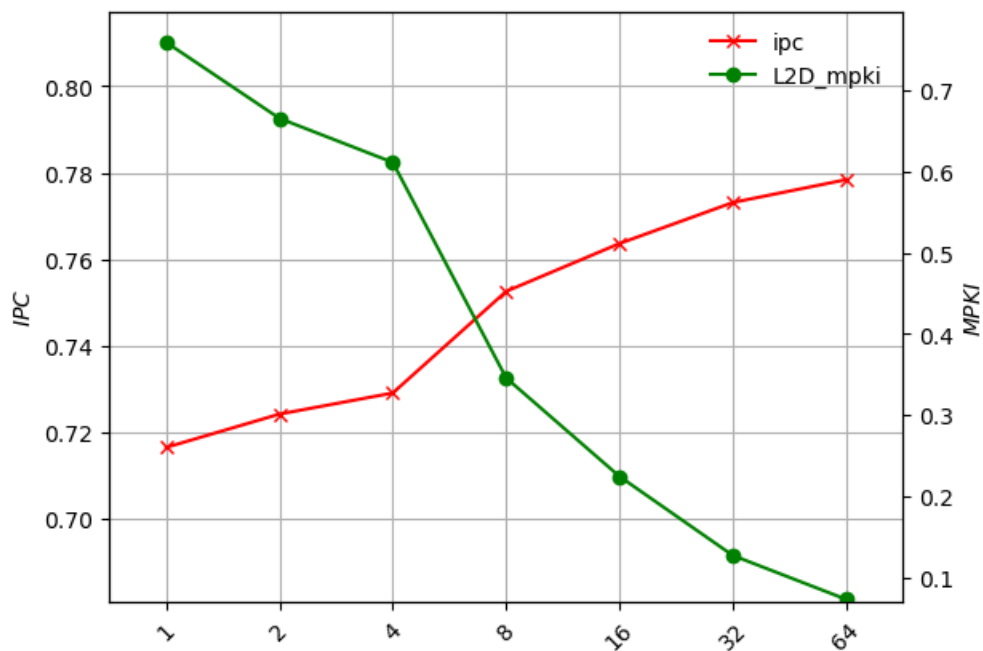
Βέλτιστη επιλογή είναι τα $n = 64$. Καθώς το prefetching αυξάνεται, η απόδοση αυξάνεται.

Canneal



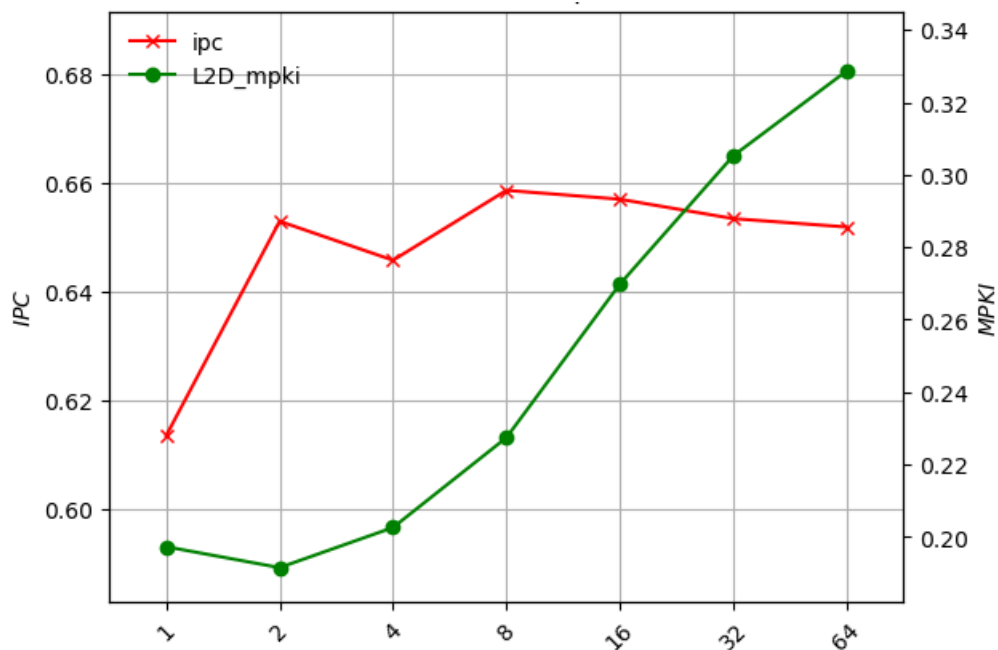
Βέλτιστη επιλογή είναι τα $n = 32$.

Fluidanimate



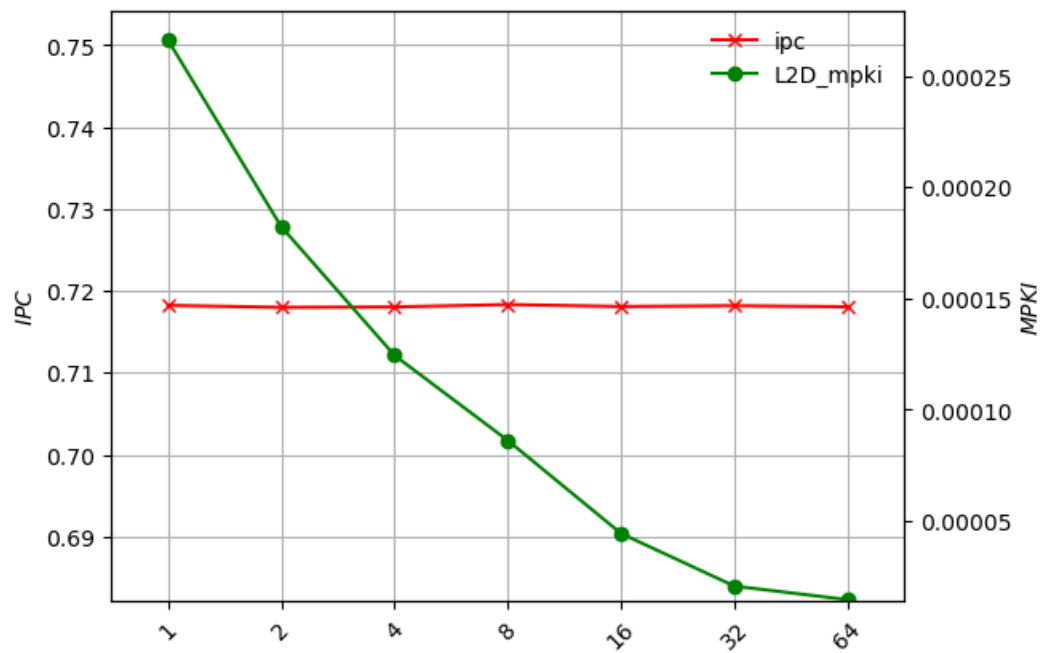
Βέλτιστη επιλογή είναι τα $n = 64$. Καθώς το prefetching αυξάνεται, η απόδοση αυξάνεται.

Freqmine



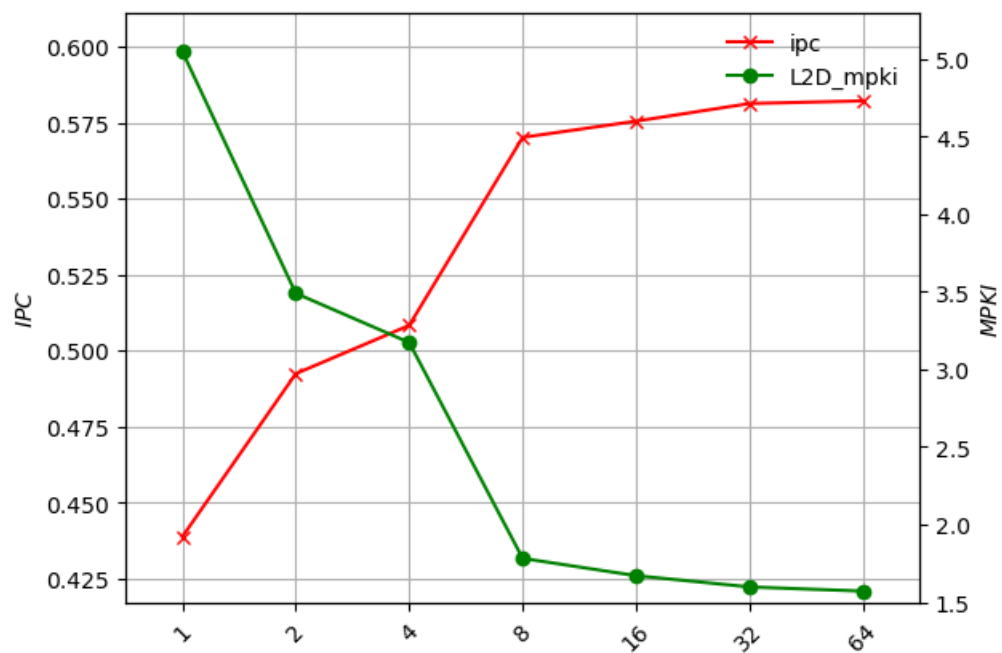
Βέλτιστη επιλογή είναι τα $n = 8$. Συγκεκριμένα, υπάρχει αύξηση, εκτός από 2-4 όπου υπάρχει μείωση και μετά ξανά μείωση.

Swaptions



Βέλτιστη επιλογή δεν υπάρχει καθώς το *prefetching* μένει αμετάβλητο.

Streamcluster



Βέλτιστη επιλογή είναι τα $n = 64$. Καθώς το *prefetching* αυξάνεται, η απόδοση αυξάνεται.

Παρατηρήσεις & Συμπεράσματα:

1. Παρατηρείται ότι υπάρχουν benchmarks (blackscholes, bodytrack, canneal, swaptions) στα οποία δεν επηρεάζεται σχεδόν καθόλου το IPC τους από το prefetching. Λόγω αυτής της συμπεριφοράς, προκύπτει πως οι προσπελάσεις δεν γίνονται σε διαδοχικά blocks.
2. Επίσης, παρατηρείται πως τα benchmarks fluidanimate, streamcluster παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση στο IPC τους για αυξανόμενο πλήθος prefetched blocks.
3. Επιπλέον, παρατηρείται πως το benchmark freqmine παρουσιάζει κατά κύριο λόγο μείωση του IPC με την αύξηση του πλήθους των prefetched blocks. Αυτό πιθανόν συμβαίνει διότι κατά το prefetching, κάποια block στην cache αντικαθίστανται υποχρεωτικά από άλλα, και αν φεύγουν συνεχώς αυτά που χρειάζεται το πρόγραμμα, θα αυξάνονται τα misses.

Εν κατακλείδι, φαίνεται ότι το prefetching είναι επιθυμητό και επιδρά θετικά στην αύξηση της επίδοσης των προγραμμάτων μέχρι ενός ορίου.

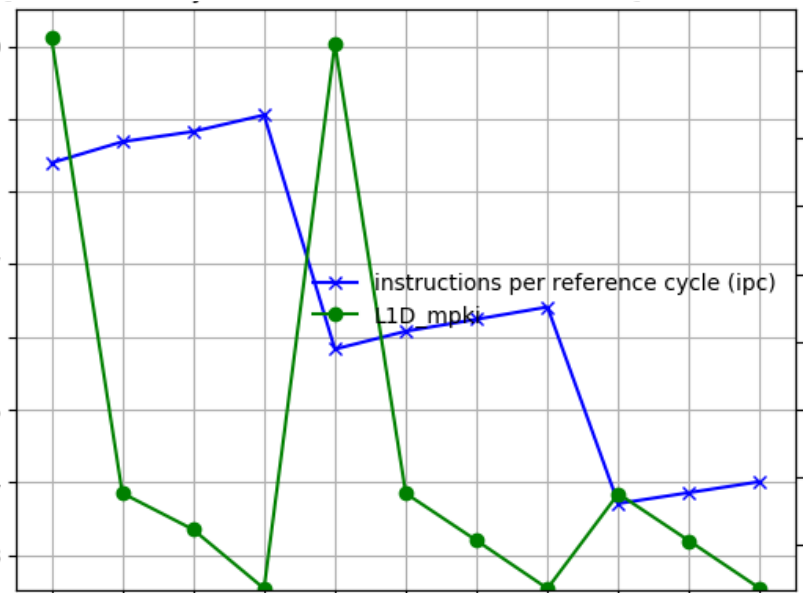
2^η Περίπτωση: Μελέτη επίδρασης παραμέτρων ιεραρχίας μνήμης στην απόδοση της εφαρμογής με μεταβλητό κύκλο ρολογιού

Στην περίπτωση αυτή, γίνεται σχολιασμός των αποτελεσμάτων των προηγούμενων πειραμάτων, θεωρώντας όμως ότι ο κύκλος του ρολογιού μεταβάλλεται καθώς αλλάζουν τα χαρακτηριστικά των L1 Cache, L2 Cache, TLB. Γίνεται αξιολόγηση της επίδοσης των διαφορετικών benchmarks θεωρώντας κάθε φορά ως αρχικό σημείο αναφοράς τη πρώτη προσομοίωση για το καθένα από αυτά και πως διπλασιασμός του associativity ή του μεγέθους (size) προκαλεί αύξηση του κύκλου κατά 5 % ή 10% αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, θεωρώντας ως αρχικό κύκλο αναφοράς τον κύκλο της πρώτης προσομοίωσης, προκύπτουν διαγράμματα στα οποία το IPC αντιπροσωπεύει το πλήθος των εντολών που εκτελούνται σε χρονικό διάστημα ίσο με τον αρχικό κύκλο αναφοράς.

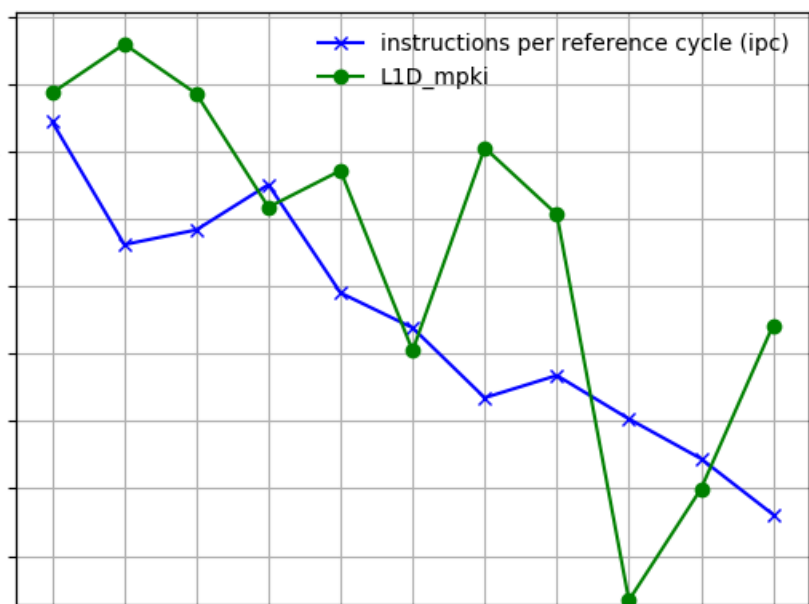
L1 Cache

Ακολουθούν τα ενδεικτικά διαγράμματα καθώς και κάποιες παρατηρήσεις.

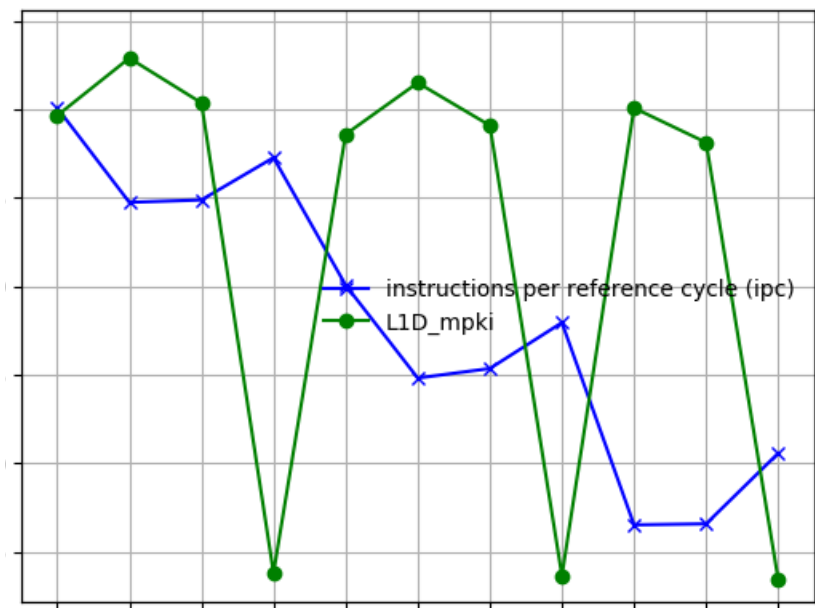
Blackscholes



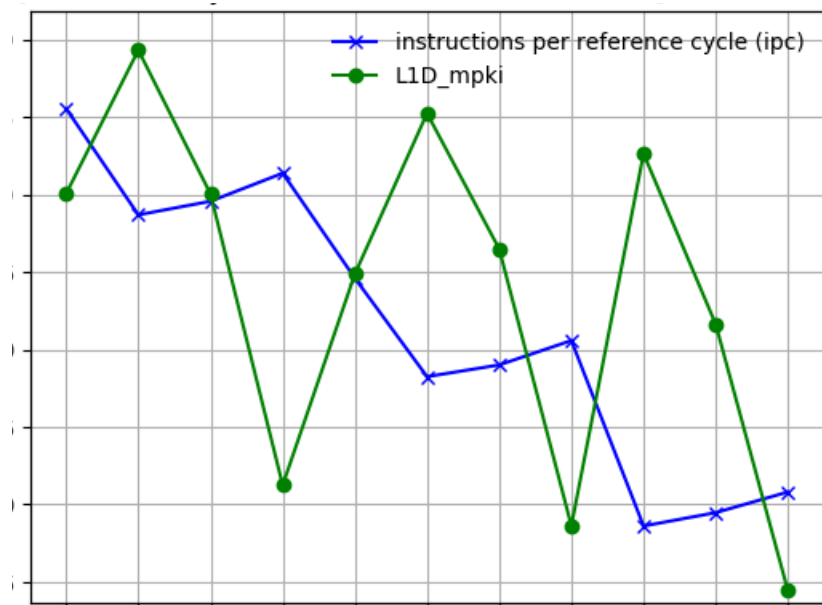
Bodytrack



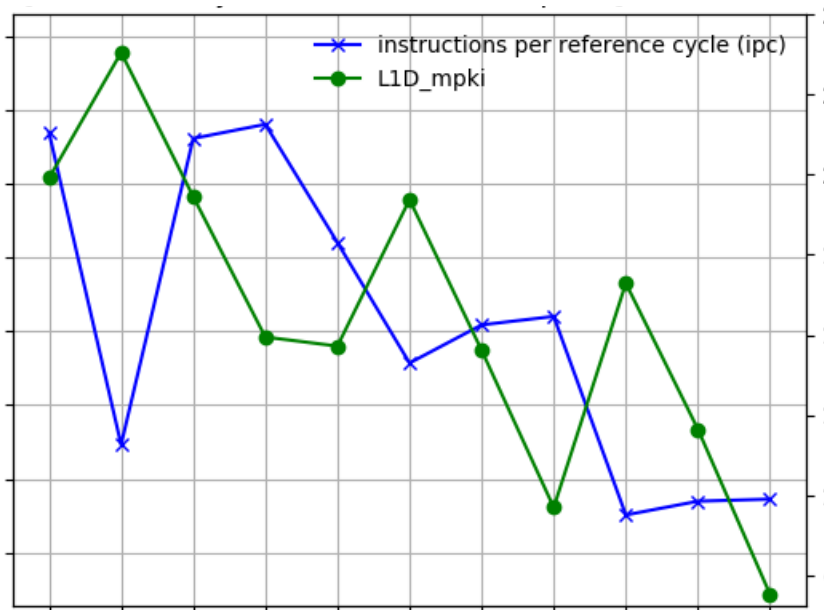
Canneal



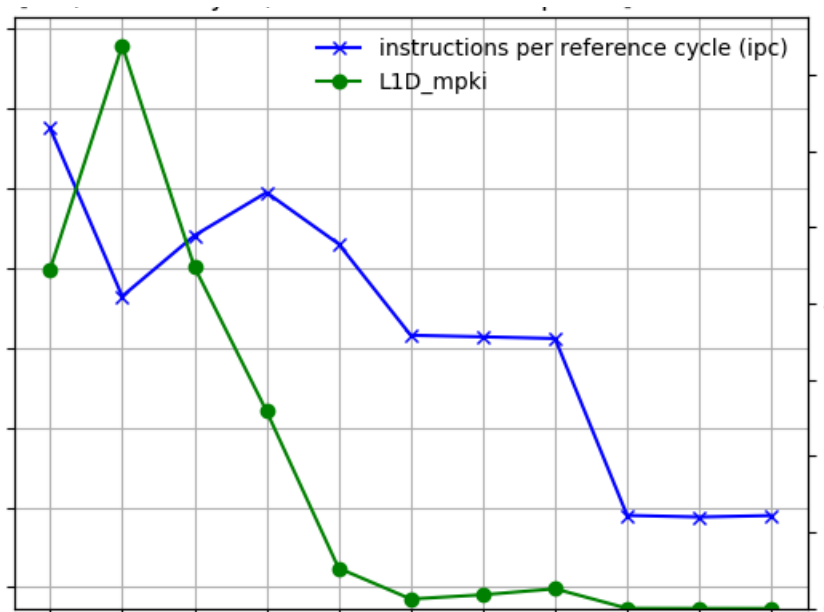
Fluidanimate



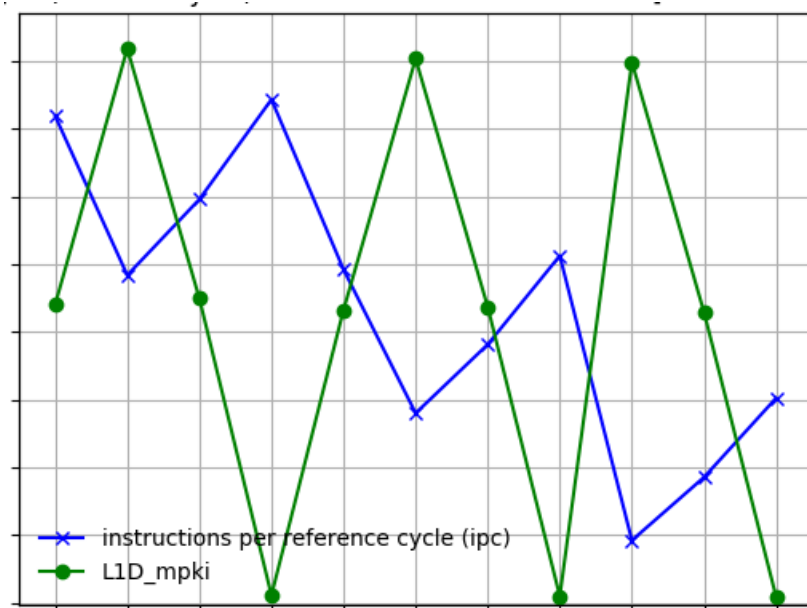
Freqmine



Swaption



Streamcluster



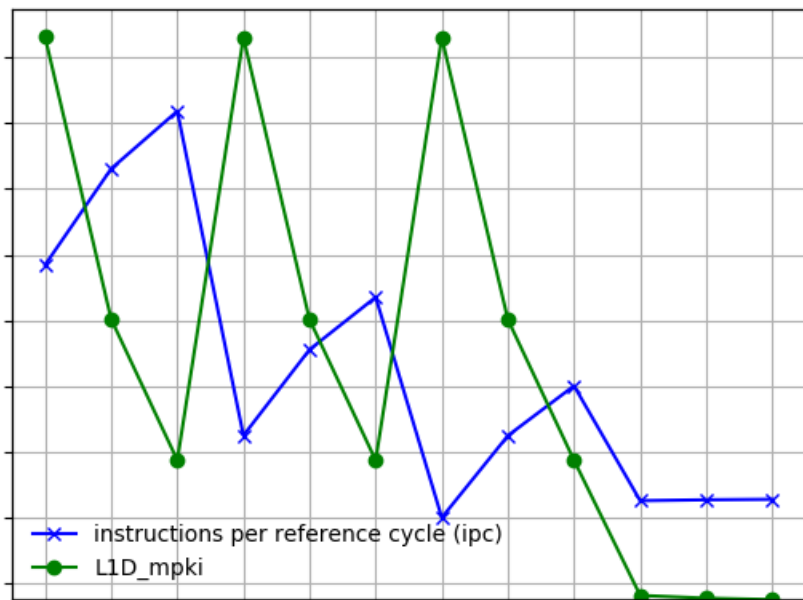
Παρατηρήσεις & Συμπεράσματα:

Παρατηρείται πως πλέον δεν είναι απαραίτητα αντιστρόφως ανάλογα τα μεγέθη IPC, MPKI. Το IPC αναφέρεται στον αρχικό κύκλο του πειράματος αναφοράς και ενώ μπορεί να αυξάνονται οι εντολές που εκτελούνται στον νέο κύκλο, η διάρκεια του κύκλου λόγω μεταβολής ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη οπότε και η επίδοση να μην είναι καλή. Δηλαδή, η μεταβολή των χαρακτηριστικών της L1 Cache επιδρά ή αρνητικά ή χωρίς καμία μεταβολή στην επίδοση, καθώς οι εντολές που εκτελούνται στον αρχικό κύκλο αναφοράς ή μειώνονται ή παραμένουν σταθερές.

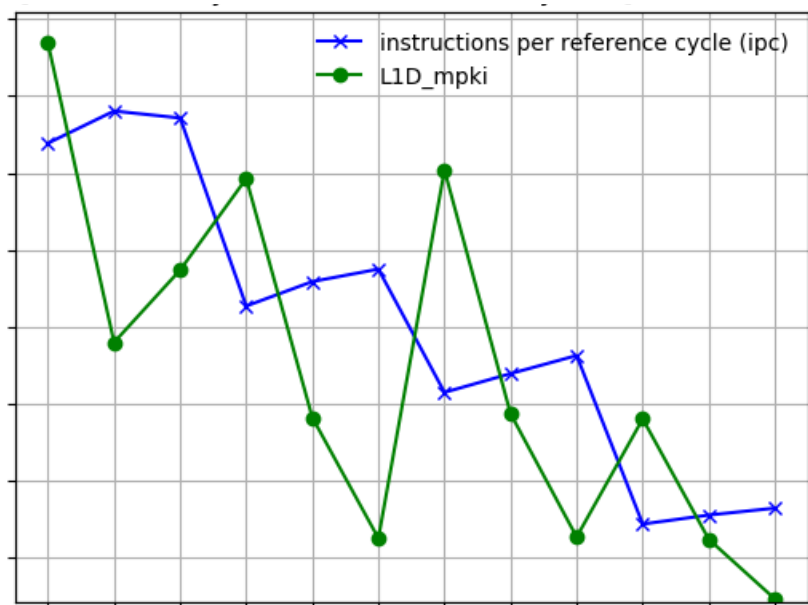
L2 Cache

Ακολουθούν τα ενδεικτικά διαγράμματα καθώς και κάποιες παρατηρήσεις.

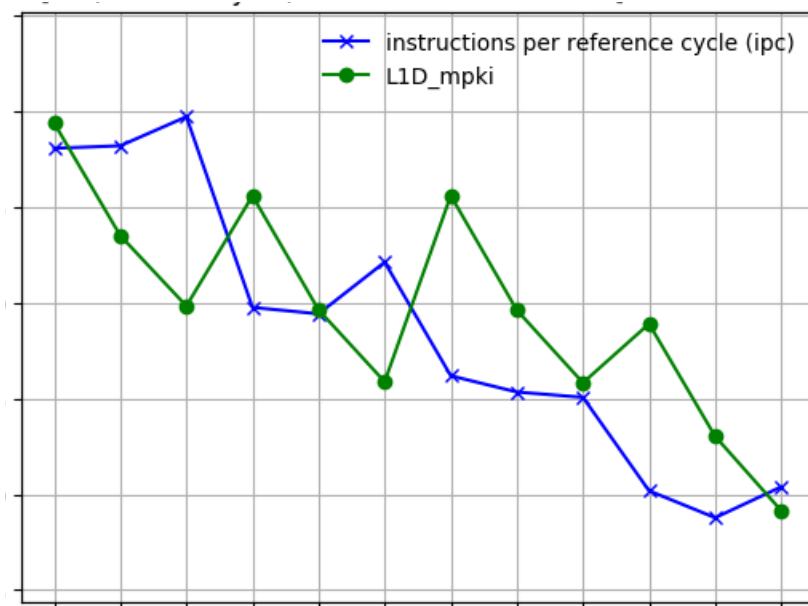
Blackscholes



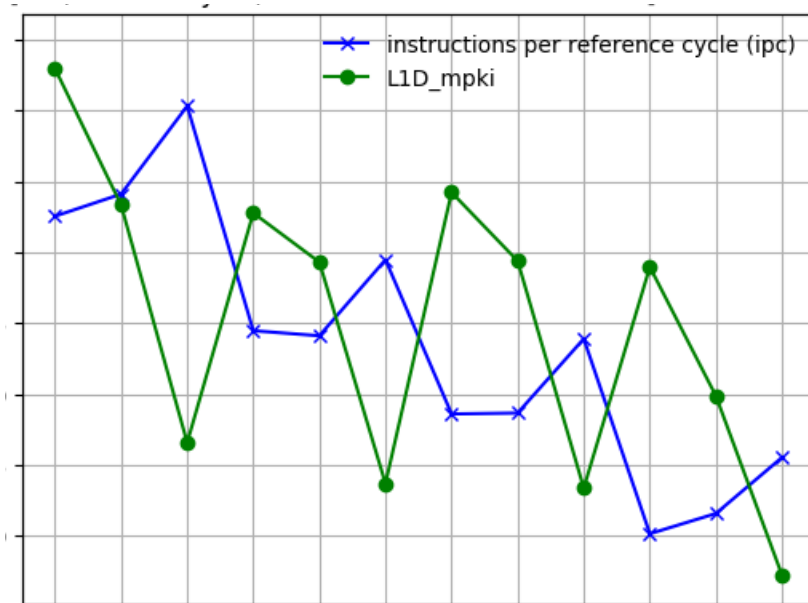
Bodytrack



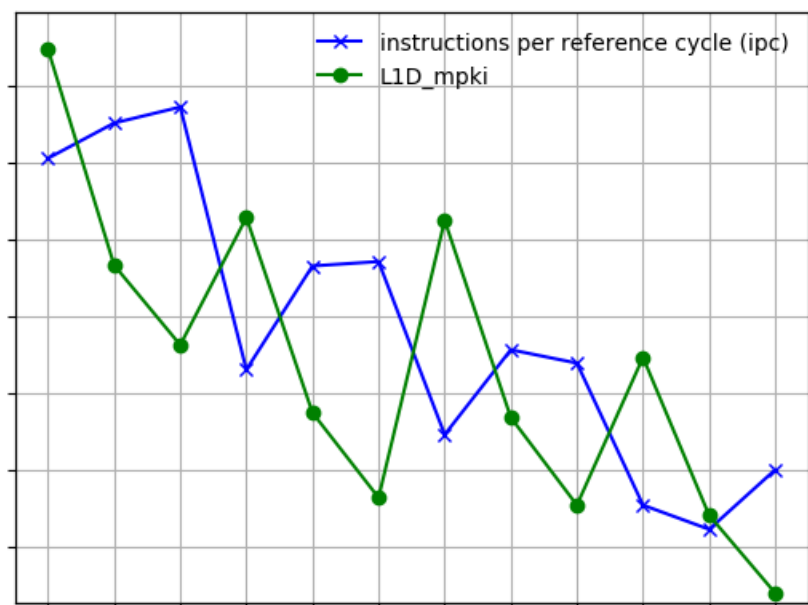
Canneal



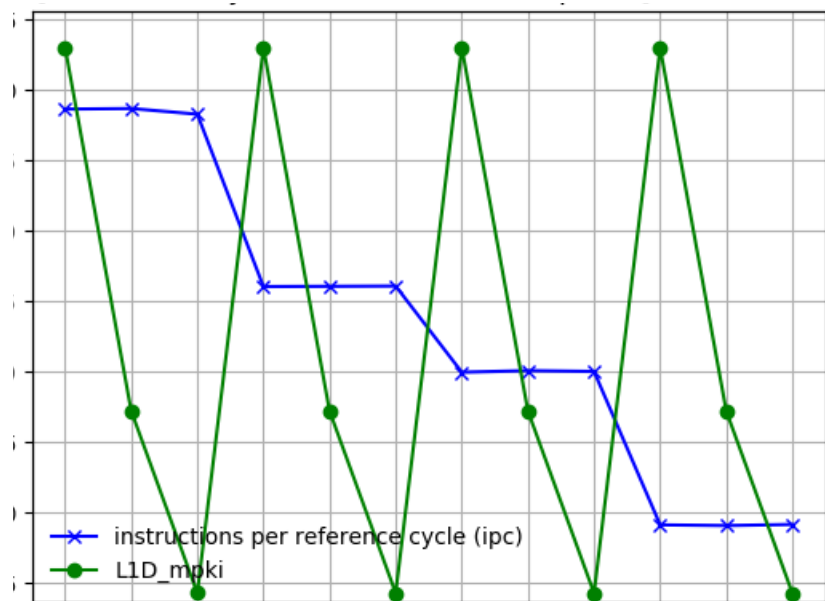
Fluidanimate



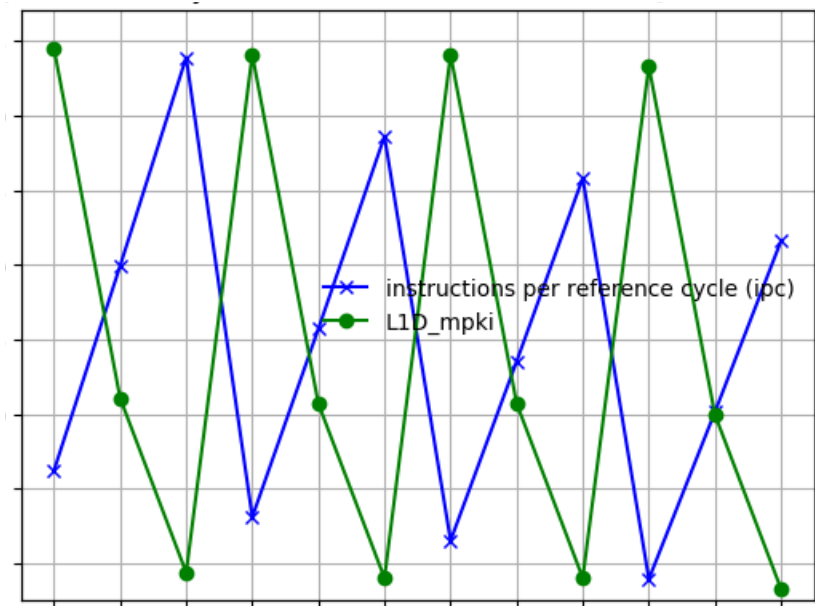
Freqmine



Swaptions



Streamcluster



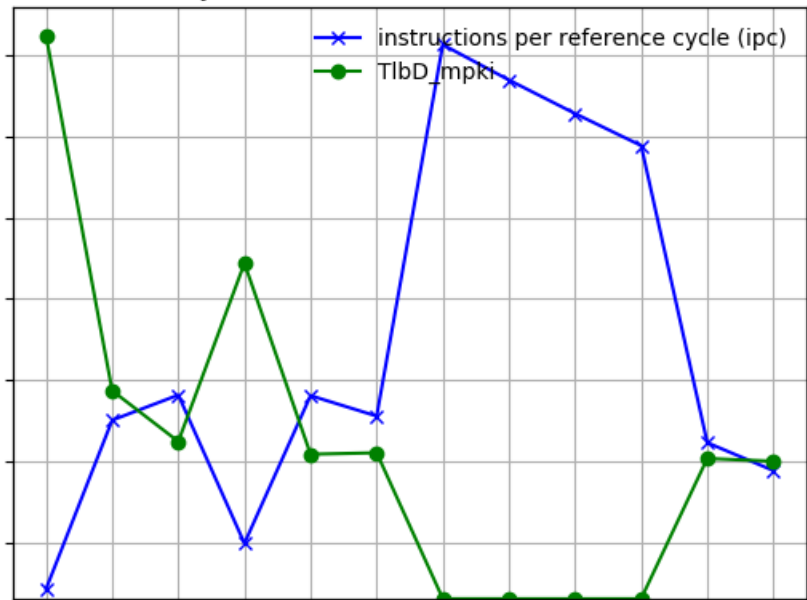
Παρατηρήσεις & Συμπεράσματα:

1. Παρατηρείται πως όπως και για την L1, έτσι και για την L2 δεν είναι απαραίτητα αντιστρόφως ανάλογα τα μεγέθη IPC, MPKI.
2. Σε όλα τα benchmarks φαίνεται πως η επίδοση μειώνεται καθώς αυξάνεται το associativity ή το μέγεθος της L2. Αυτό συμβαίνει καθώς ο κύκλος του ρολογιού αυξάνεται πιο γρήγορα σε σχέση με το πόσες περισσότερες εντολές εκτελούνται στον νέο κύκλο.
3. Για σταθερά τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, η αύξηση του block size επιφέρει σε όλα τα benchmarks σημαντική βελτίωση της επίδοσης (εκτός από το benchmark swaptions που δεν επηρεάζεται).

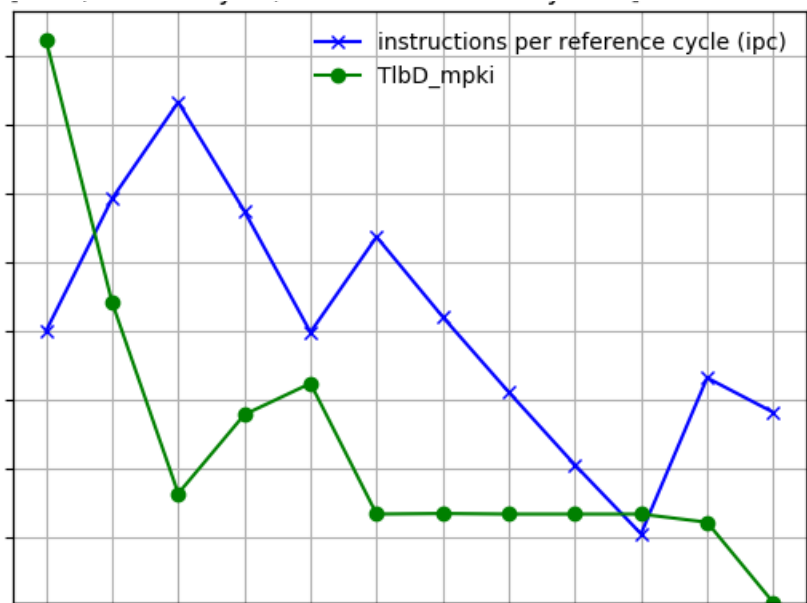
TLB

Ακολουθούν τα ενδεικτικά διαγράμματα καθώς και κάποιες παρατηρήσεις.

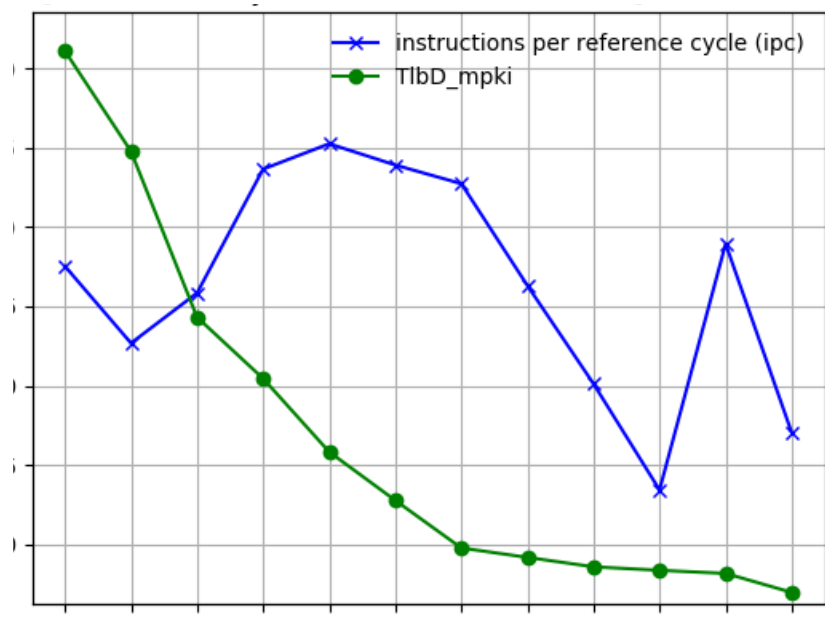
Blackscholes



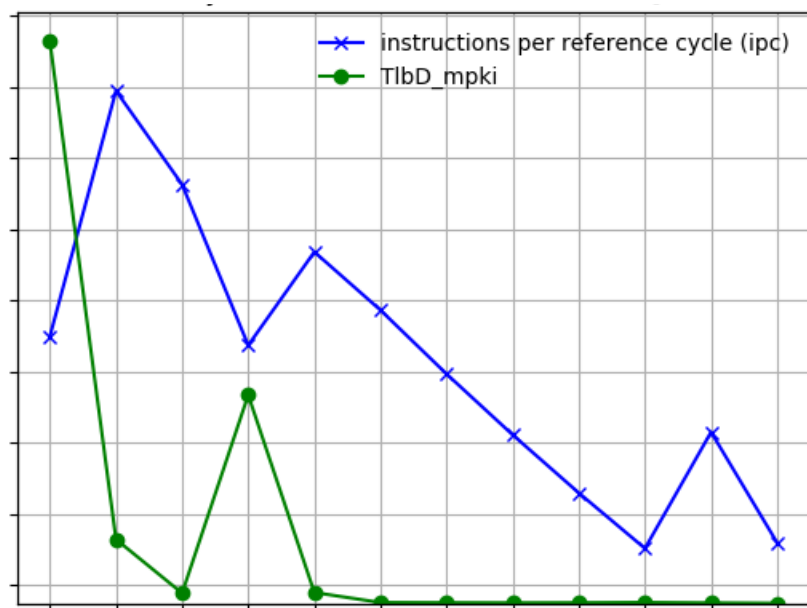
Bodytrack



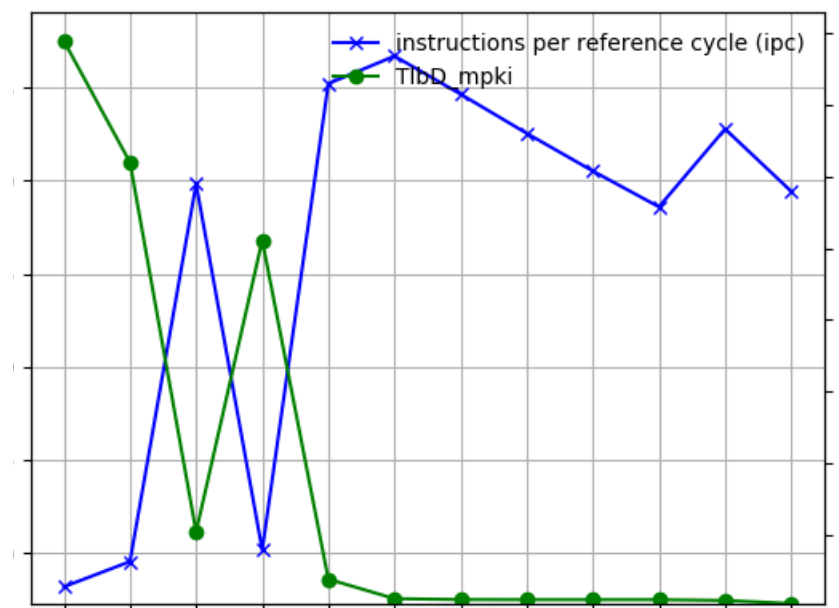
Canneal



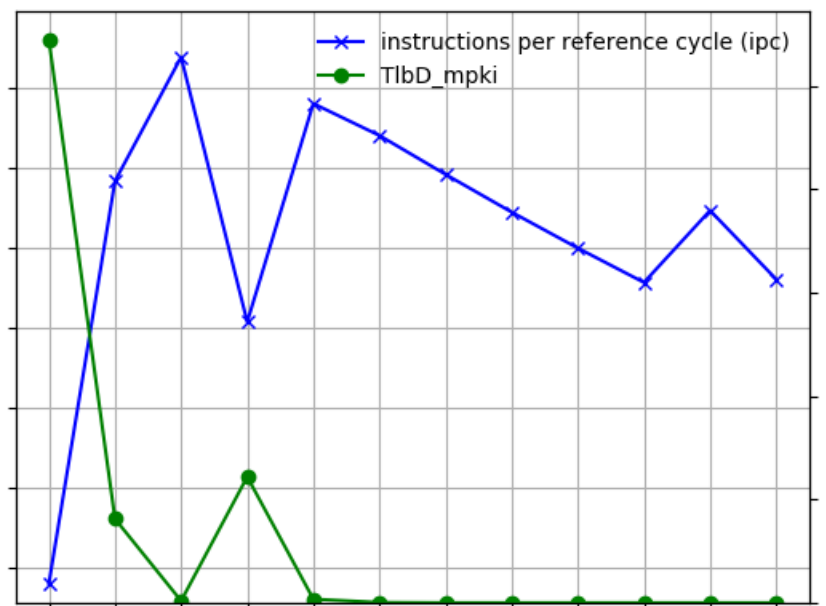
Fluidanimate



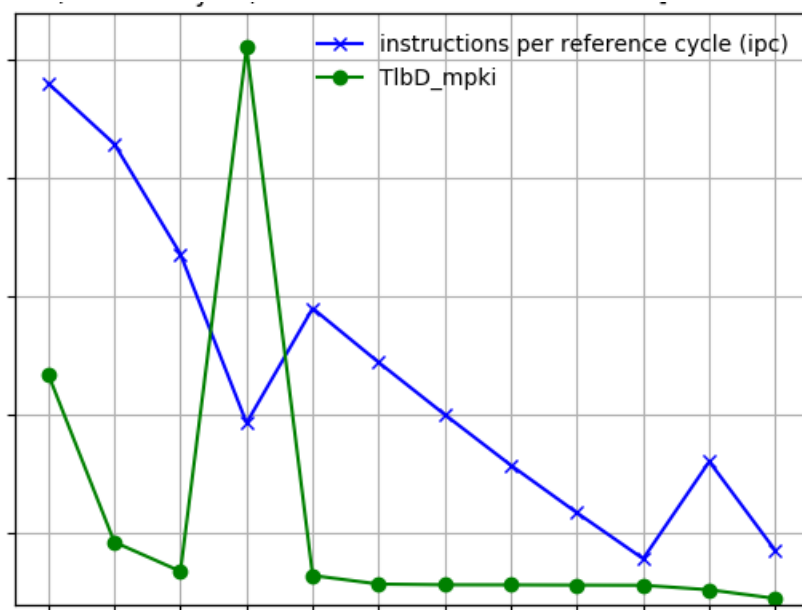
Freqmine



Swaption



Streamcluster



Παρατηρήσεις & Συμπεράσματα:

1. Γενικά, παρατηρείται τα μεγέθη IPC, MPKI να μεταβάλλονται αντιστρόφως ανάλογα. Αυτό είναι λογικό αφού όσο περισσότερες αστοχίες γίνονται, τόσο χειρότερη θα είναι η επίδοση (άρα και μικρότερο IPC) και αντίστροφα.
2. Σε όλα τα παραπάνω benchmarks, για συγκεκριμένο μέγεθος TLB η αλλαγή του associativity οδηγεί σε βελτίωση της επίδοσης κατά μέσο όρο, ενώ από ένα σημείο και μετά οδηγεί σε μείωση της επίδοσης με γραμμικό τρόπο.