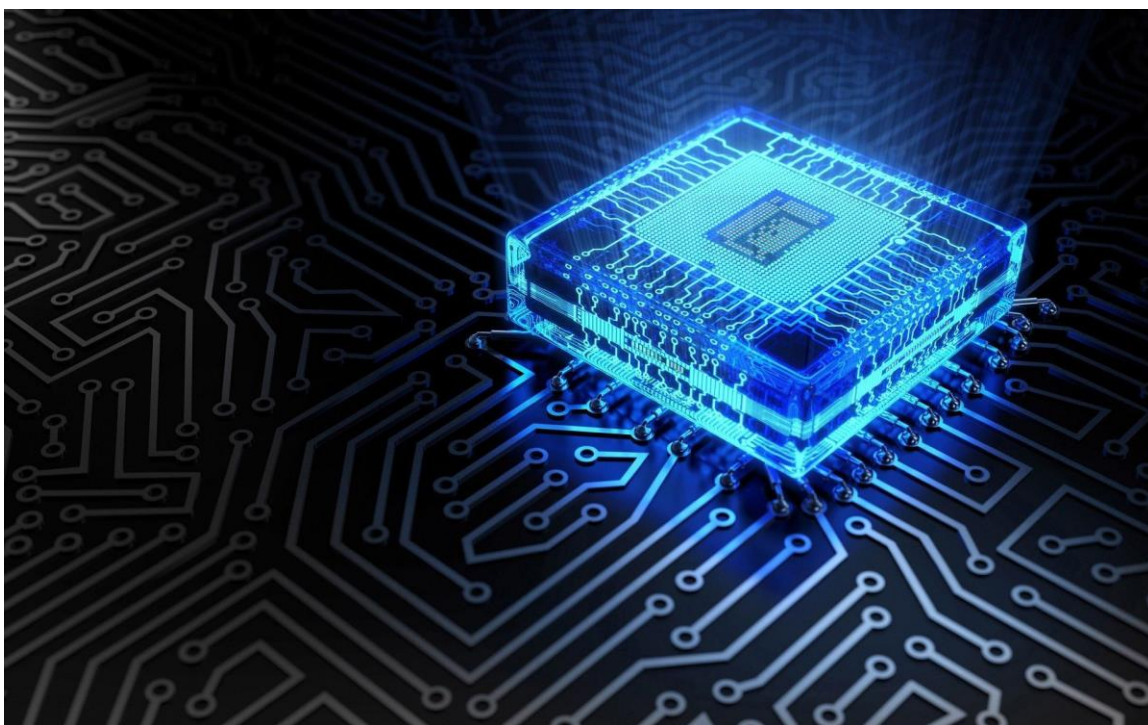




ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΥΠΟΛΟ- ΓΙΣΤΩΝ



ΑΣΚΗΣΗ 1: ΑΝΑΦΟΡΑ



4 ΜΑΪΟΥ, 2022

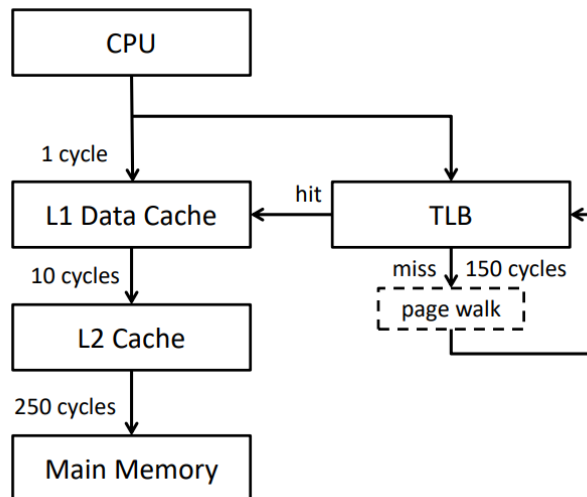
ΘΟΔΩΡΗΣ ΑΡΑΠΗΣ – EL18028

Ιεραρχία Μνήμης

Για όλα τα benchmark tests διατηρούμε τις παρακάτω τιμές για τις caches και το TLB:

1. TLB hit: 0 cycles (η πρόσβαση πραγματοποιείται παράλληλα με την L1 cache)
2. TLB miss: 150 cycles
3. L1 hit: 1 cycle
4. L2 hit: 10 cycles
5. Main memory access: 250 cycles

Οπότε η ιεραρχία μνήμης θα έχει την μορφή:

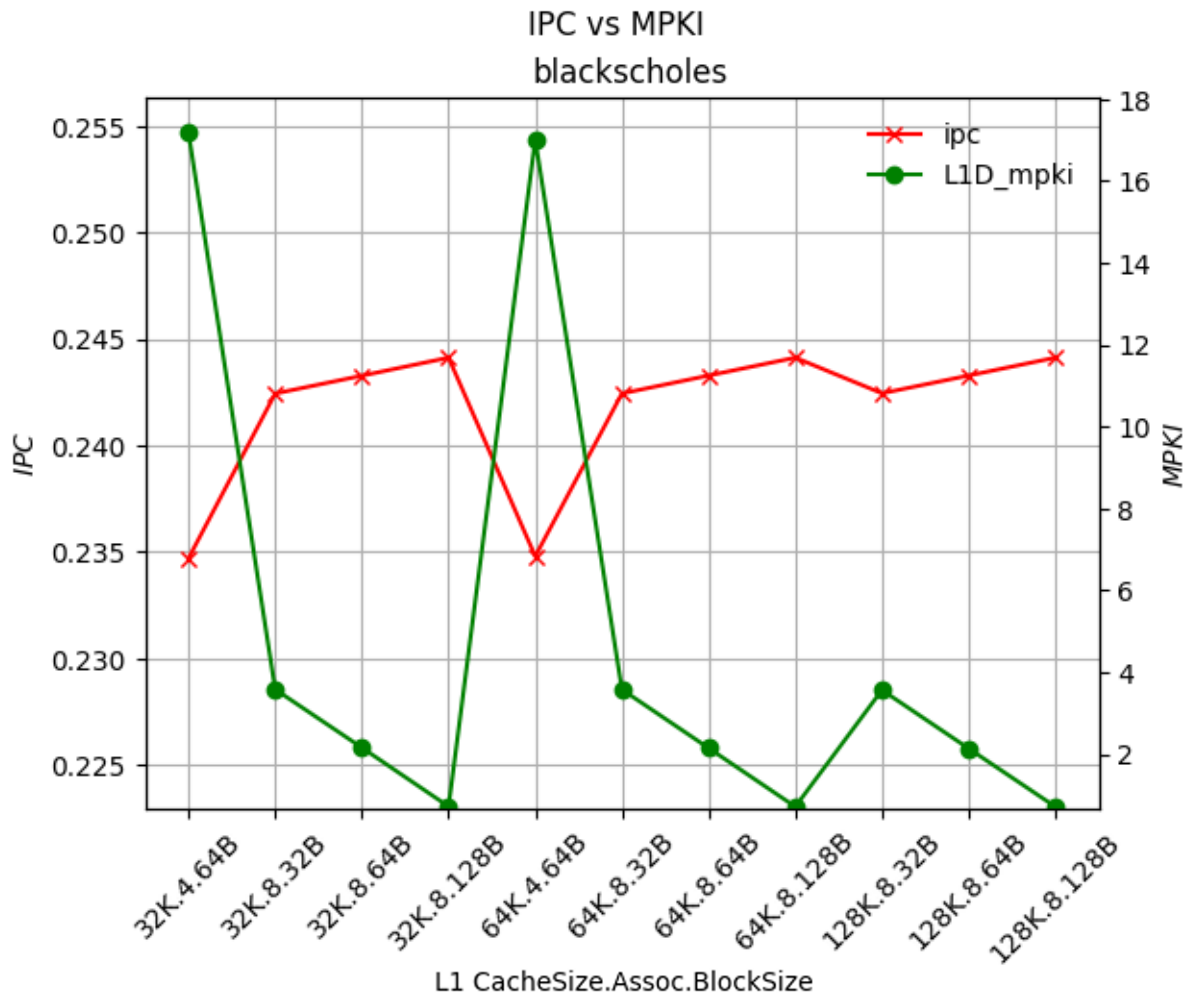


Πειραματική Αξιολόγηση

7.1

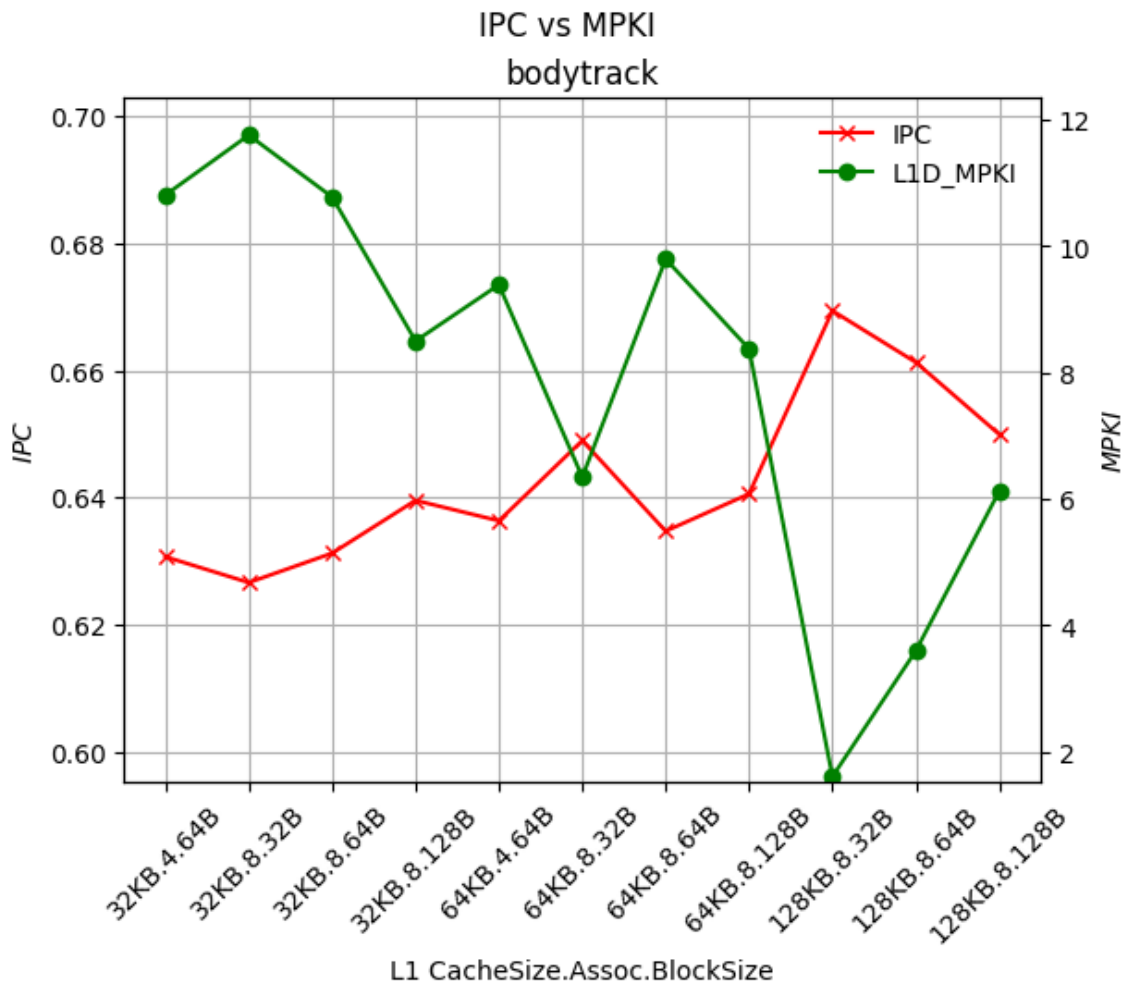
7.1.1 L1 Cache

BLACKSCHOLE



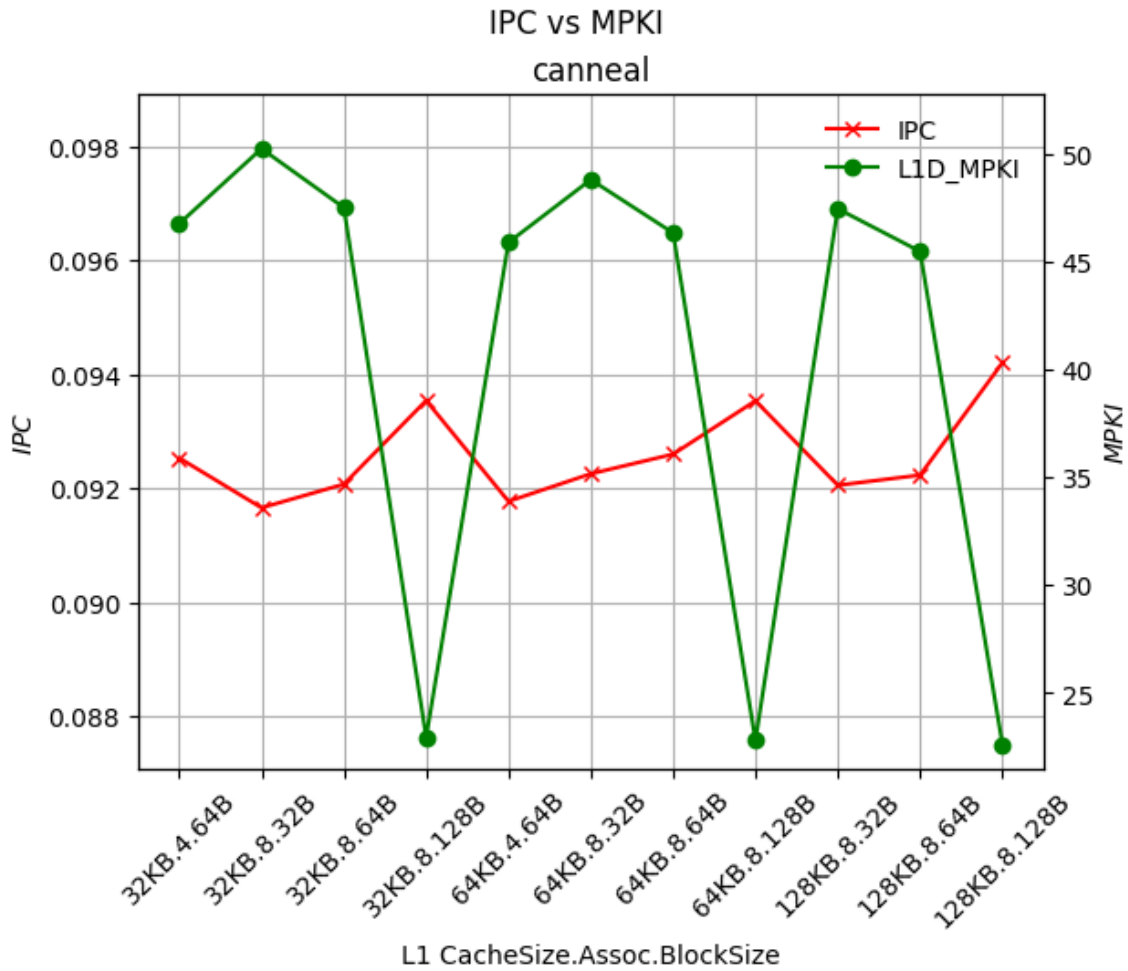
Παρατηρούμε ότι με αύξηση του block size αυξάνεται ελάχιστα το *IPC* (λιγότερα cold misses), ενώ με αύξηση του cache size δεν παρατηρείται ιδιαίτερη αλλαγή στην τιμή του *IPC*. Σημαντική αύξηση του *IPC*, ωστόσο, έχουμε με την αύξηση του associativity, καθώς μειώνονται τα conflict misses. Βέλτιστη επίδοση είχαμε στους συνδυασμούς: (32K.8.128B), (64K.8.128B), (128K.8.128B). Επομένως η πιο οικονομική επιλογή θα ήταν ο συνδυασμός (32K.8.128B).

BODYTRACK



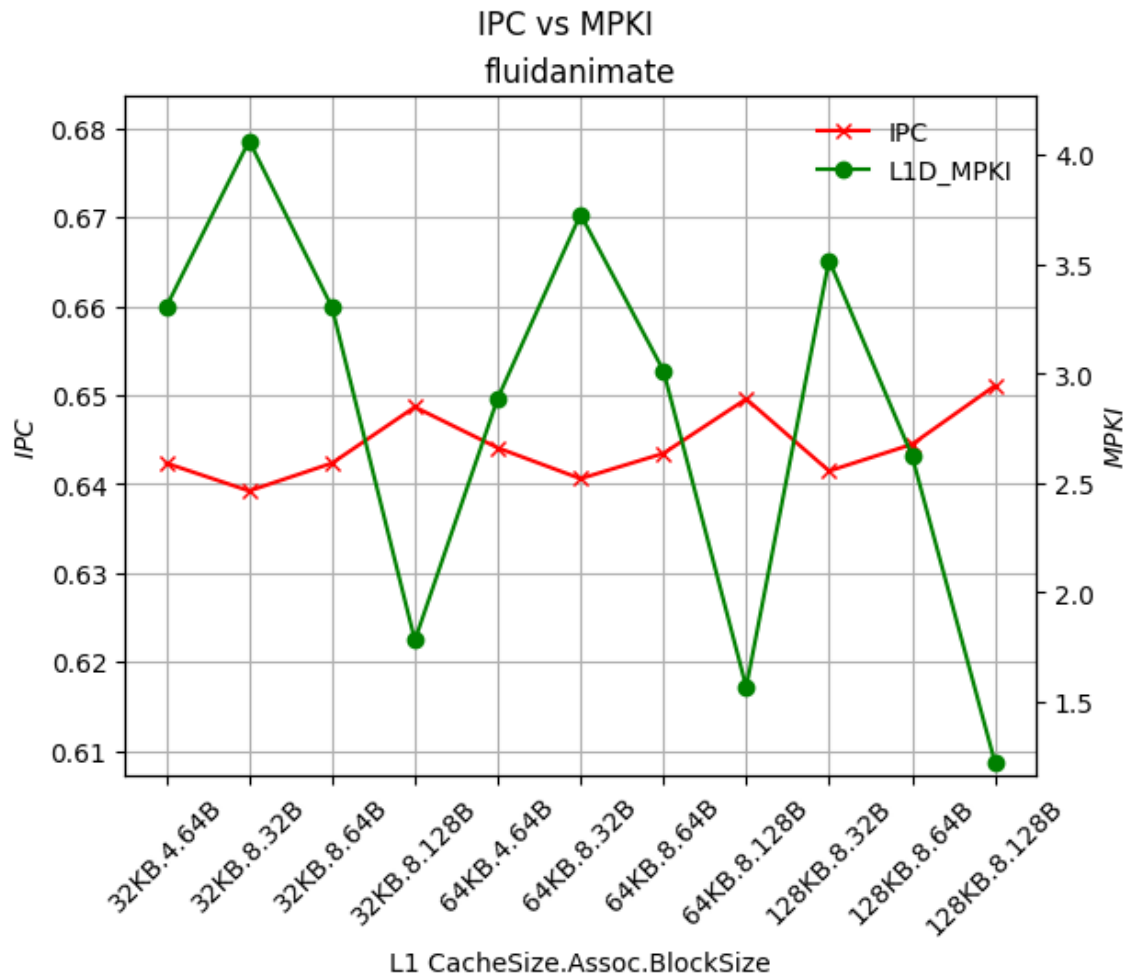
Παρατηρούμε ότι αυξάνοντας το μέγεθος του block size, η τιμή του *IPC* αυξανόταν αντίστοιχα, για τις μικρότερες, όμως τιμές του cache size. Η αύξηση του associativity δεν είχε σημαντική επίδραση στο *IPC*. Τέλος, η αύξηση του cache size είχε δραματική αύξηση στην τιμή του *IPC*, μιας και μείωσε τα capacity misses. Περαιτέρω αύξηση του block size φαίνεται να οδηγεί σε ελάττωση του *IPC*. Συνεπώς, ο καλύτερος συνδυασμός είναι: (128K.8.32B).

CANNEAL



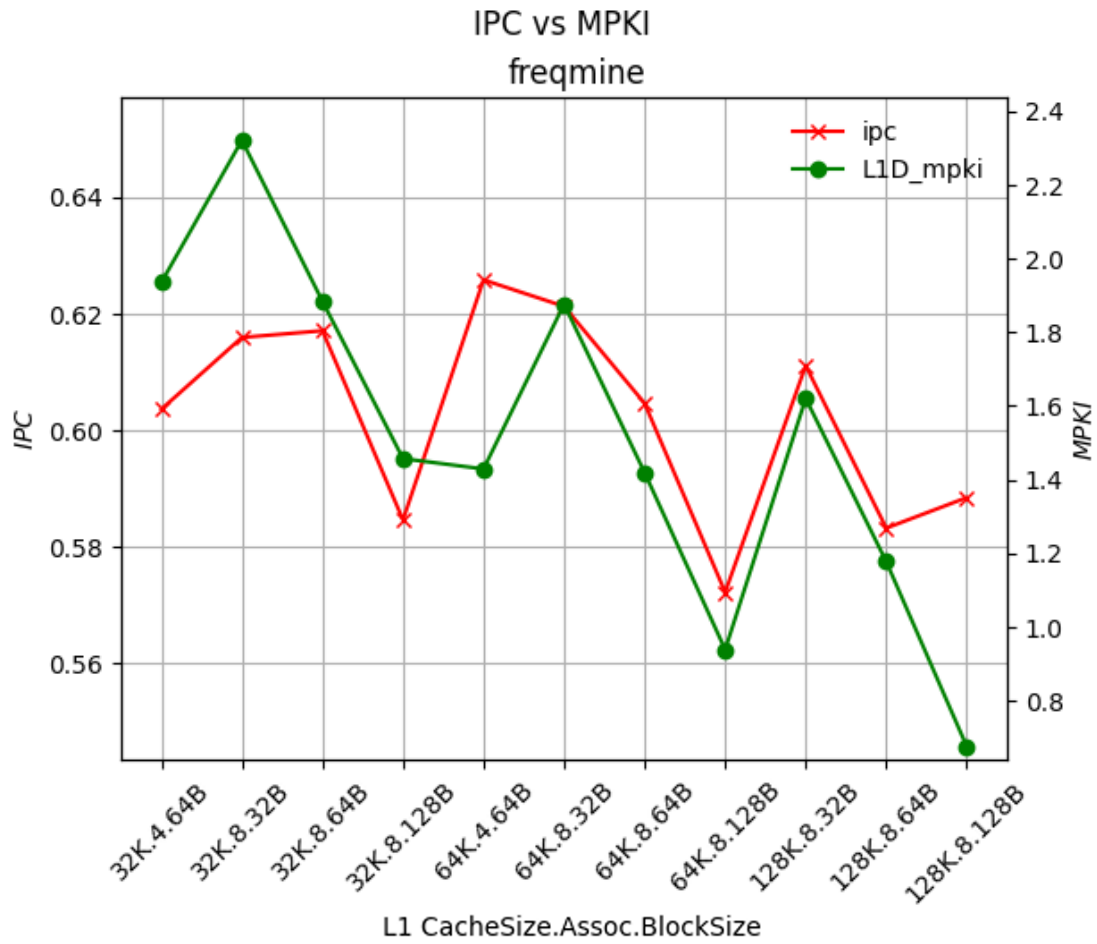
Παρατηρούμε ότι η μεταβολή του associativity και του cache size δεν προκαλεί σημαντικές μεταβολές στην τιμή του *IPC*. Αντίθετα, αύξηση του block size οδηγεί σε φανερή αύξηση του *IPC*. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, πως τα δεδομένα βρίσκονται σε σχετικά κοντινές, μεταξύ τους, περιοχές της μνήμης (spatial locality) στην προσομοίωση αυτή. Η καλύτερος συνδυασμός (μεγαλύτερο *IPC*) είναι ο (128K, 8, 128B), ενώ ο οικονομικότερος με εξίσου καλή επίδοση είναι ο (32K, 8, 128B).

FLUIDANIMATE



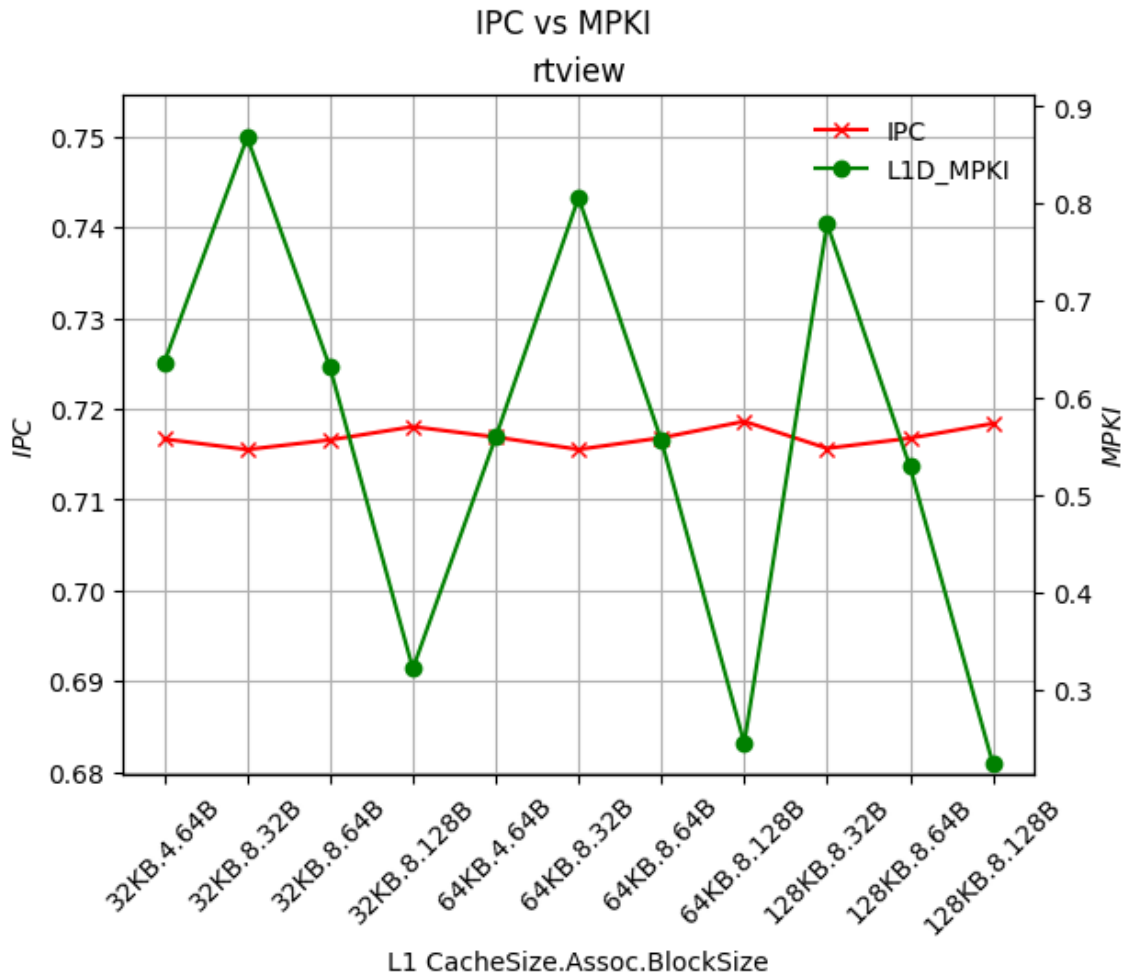
Όμοια επίδραση φαίνεται να έχουν οι μεταβολές των 3 μεγεθών (cache size, associativity, block size), στην τιμή του *IPC*, με την επίδραση που είχαν στο benchmark canneal. Πάλι, βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός είναι αντίστοιχα: (128K,8,128B), (32K.8.128B)

FREQMINE



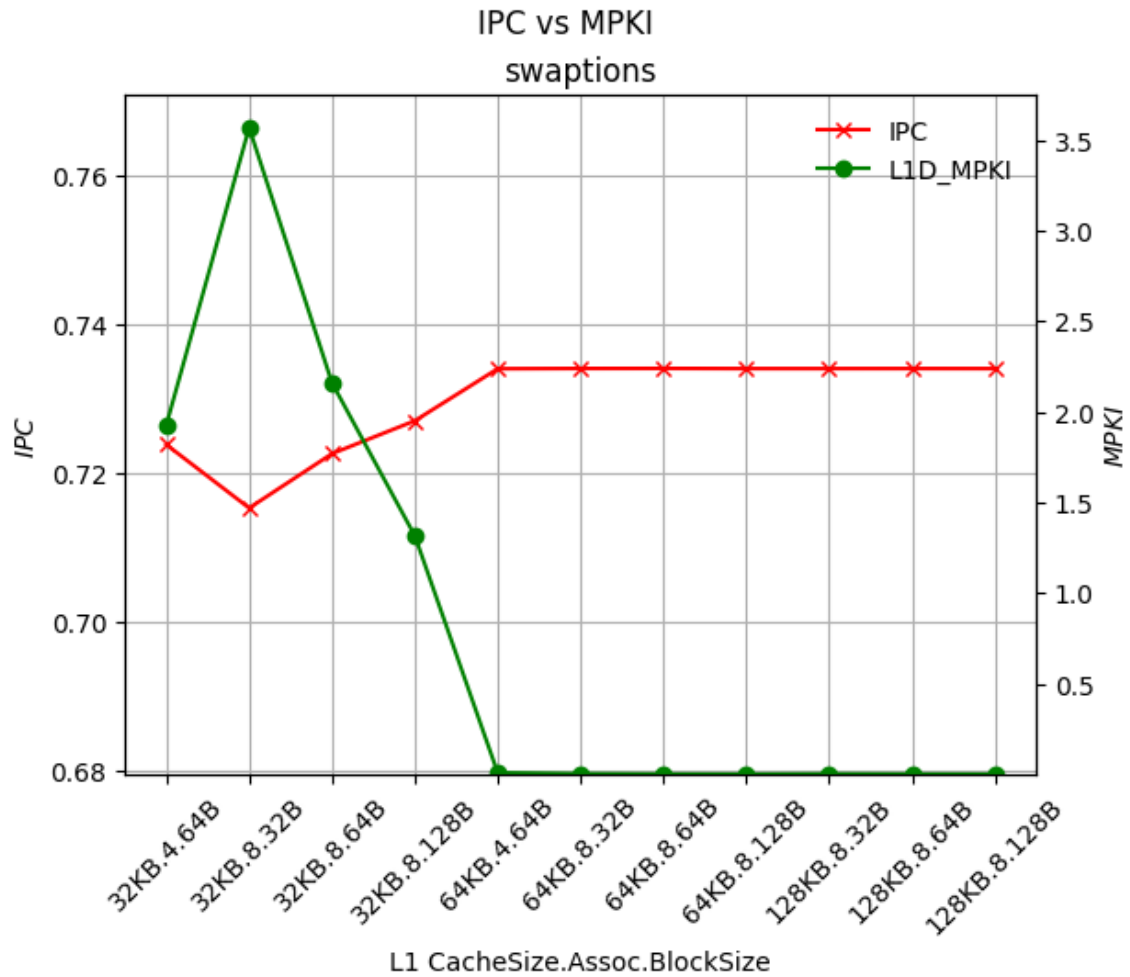
Παρατηρούμε ότι και οι 3 παράγοντες προκαλούν σημαντικές μεταβολές στο *IPC*, ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο το μοτίβο επίδρασής τους μόνο από το παραπάνω διάγραμμα. Βέλτιστη επιλογή: (64K. 4.64B)

RTVIEW (RAYTRACE)



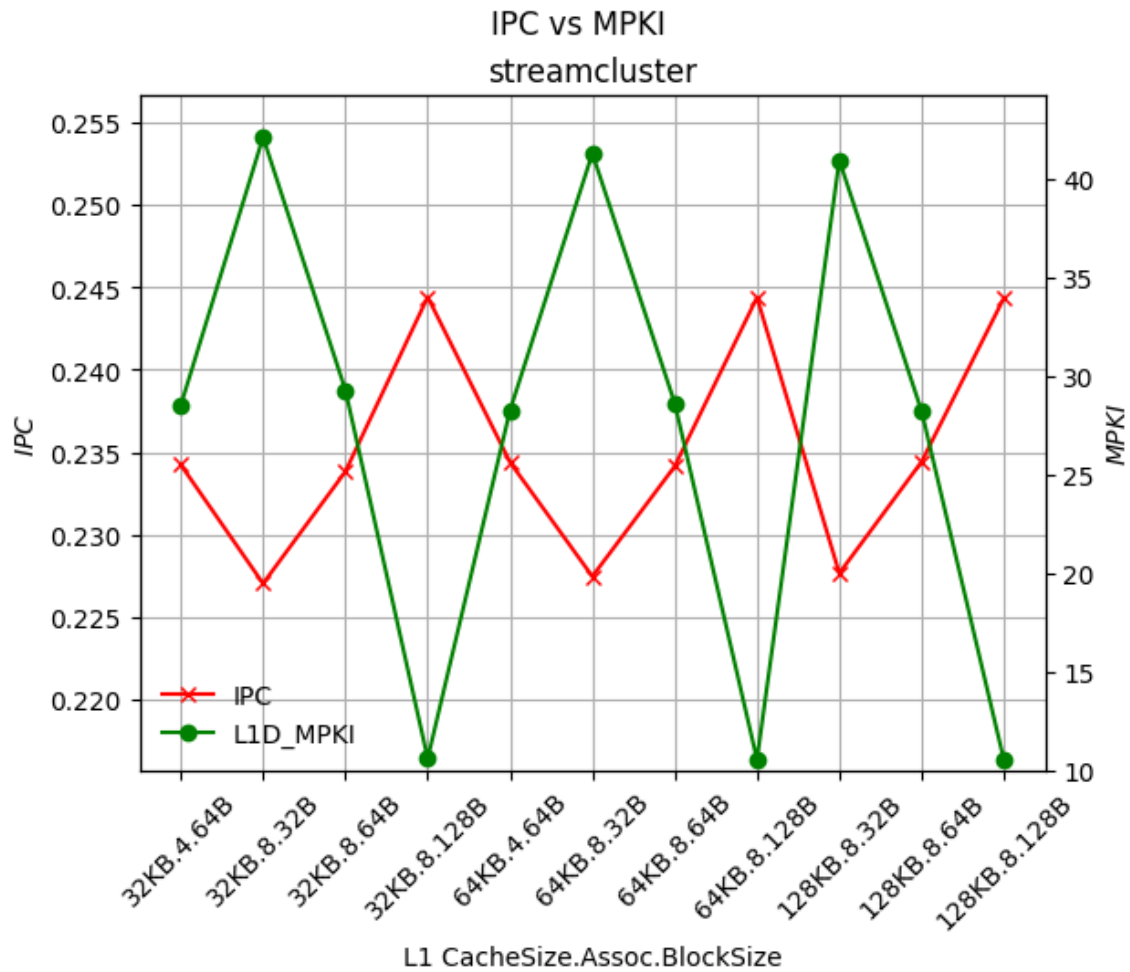
Παρατηρούμε ότι μόνο η αύξηση του block size και (ακόμα λιγότερο) του cache size προκαλεί μια μικρή αύξηση του *IPC*. Συνολικά, το *IPC* παραμένει σχεδόν σταθερό για τις διάφορες τιμές των 3 παραγόντων. Συνεπώς βέλτιστος για πολύ λίγο είναι ο συνδυασμός (128K. 8.128B), ενώ ο οικονομικότερος με σχεδόν το ίδιο *IPC*: (32K. 8.128B)

SWAPTIONS



Παρατηρούμε μικρή αύξηση του *IPC* με την αύξηση του block size και του cache size, μέχρι το cache size να φτάσει την τιμή των 64K. Ύστερα η μεταβολή του *IPC* σταθεροποιείται. Βέλτιστη τιμή: (64K. 4.64B)

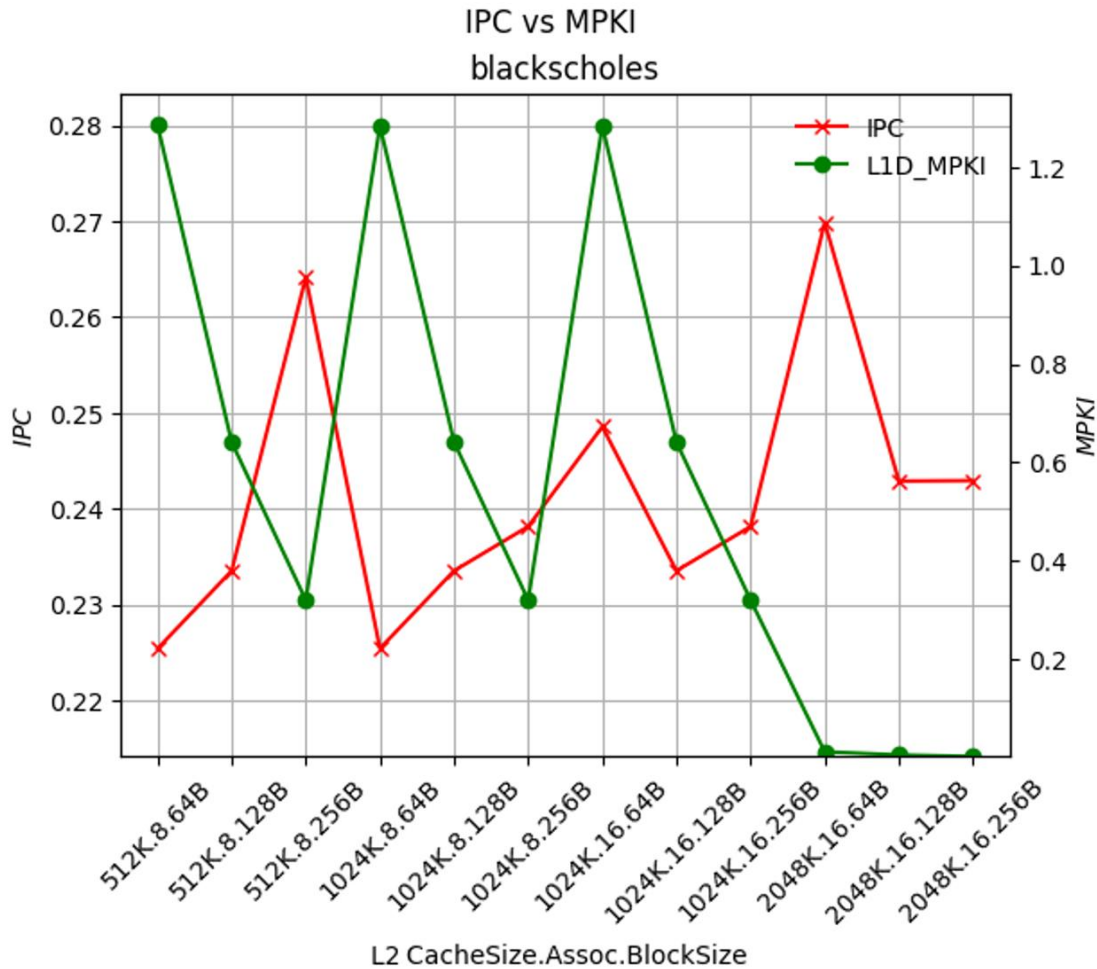
STREAMCLUSTER



Παρατηρούμε ότι η μεταβολή του associativity έχει αμελητέα επίδραση στο *IPC*, το ίδιο και η μεταβολή του cache size. Οπότε μόνο η αύξηση του block size προκαλεί αξιοσημείωτη αύξηση του *IPC*. Βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός: (32K. 8.128B)

7.1.2 L2 Cache

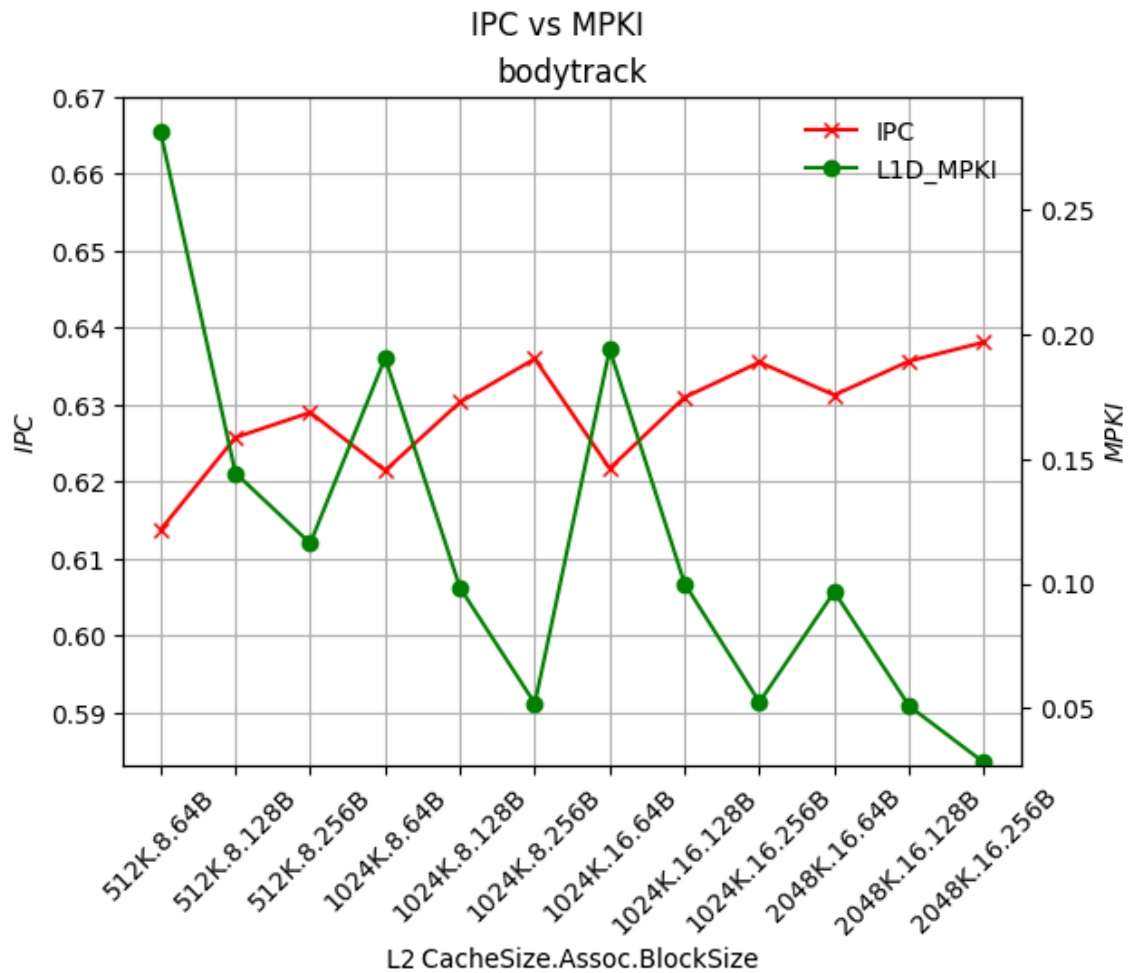
BLACKSCHOLE



Παρατηρούμε ότι η αύξηση του block size αυξάνει την τιμή του *IPC* μέχρι το cache size να γίνει 2048K. Αύξηση του associativity φαίνεται να προκαλεί αισθητή αύξηση του *IPC*, ενώ το cache size δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση. Βέλτιστος συνδυασμός: (2048K. 16.256B)

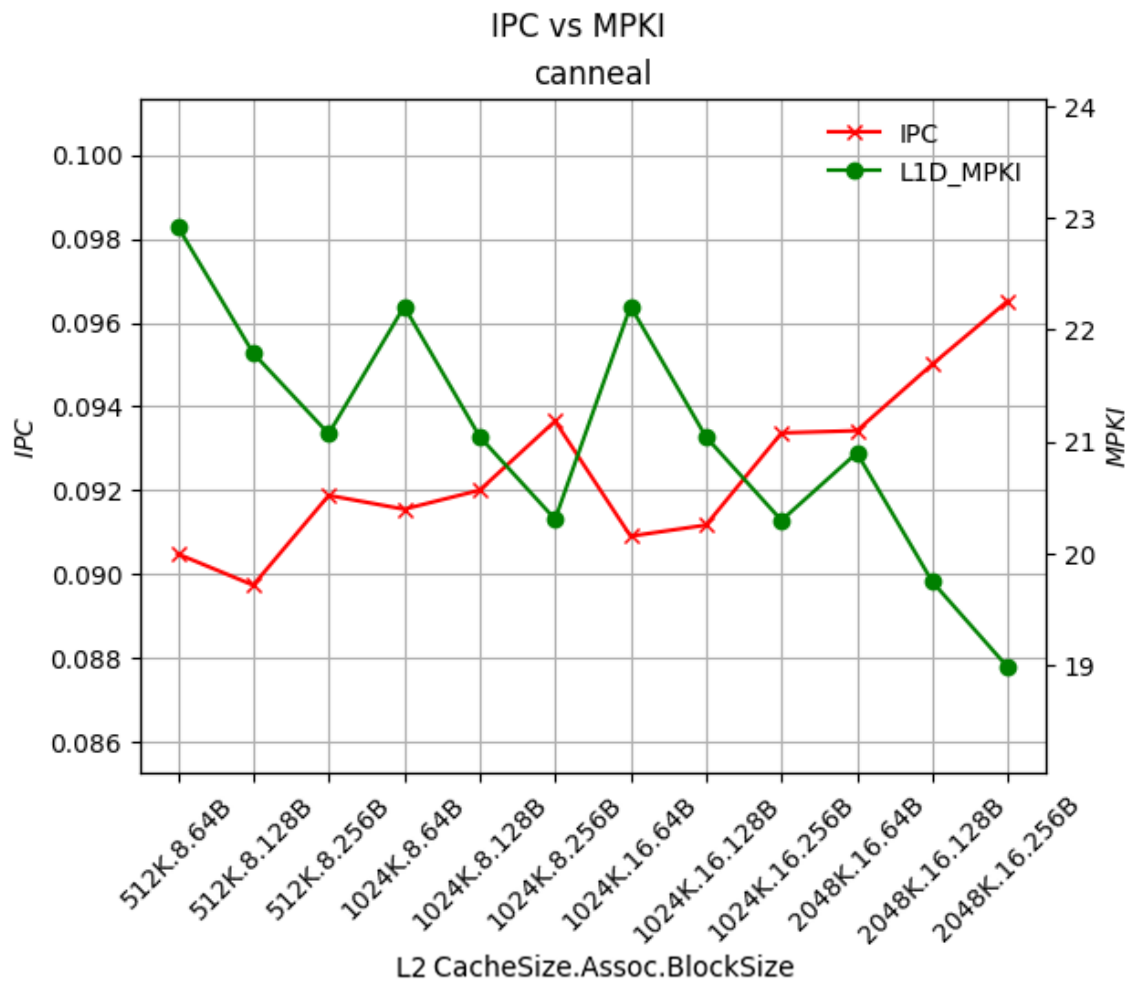
Οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός συνδυασμός: (512K. 8.256B)

BODYTRACK



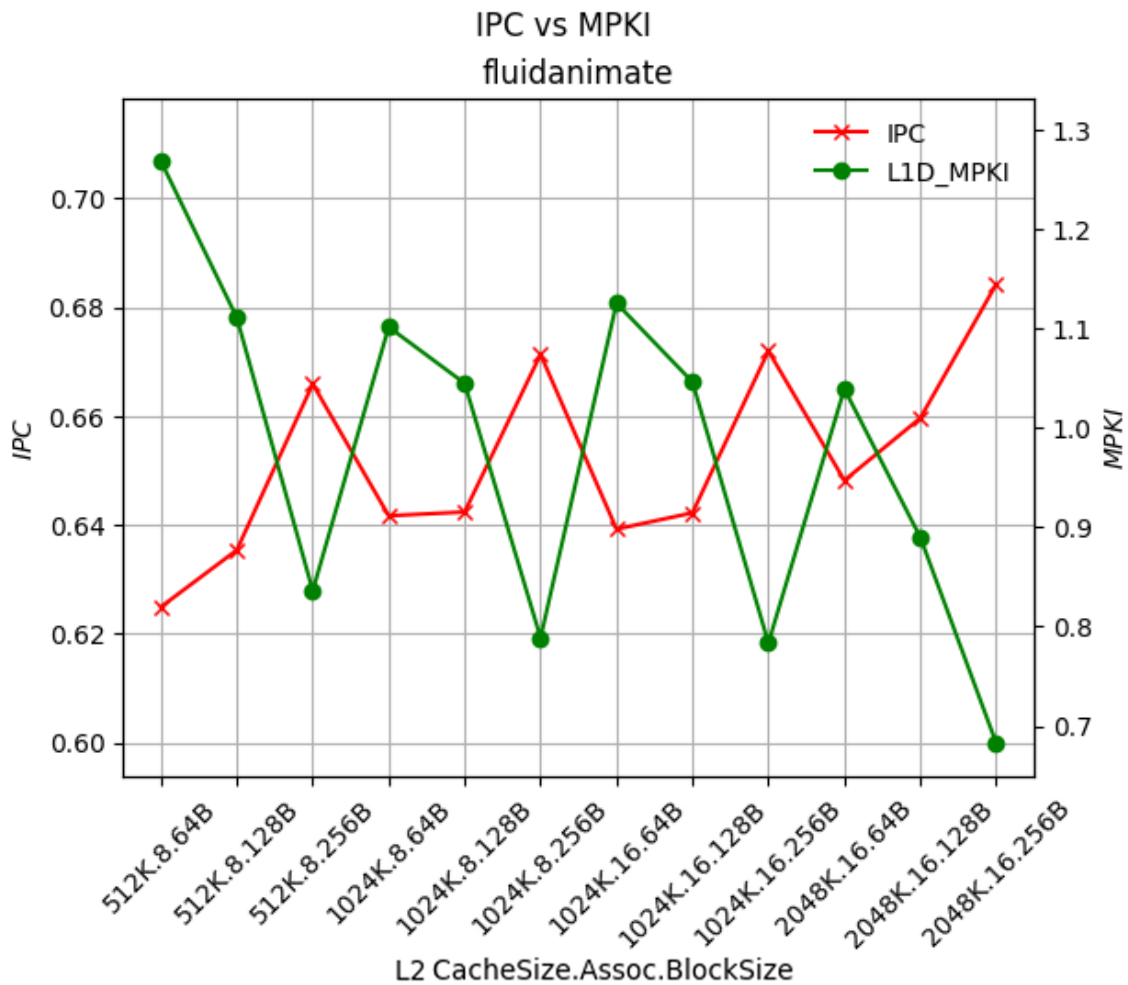
Παρατηρούμε ότι η αύξηση του block size και του cache size προκαλούν αύξηση του *IPC*. Η μεταβολή του του associativity δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση στο *IPC*. Βέλτιστος συνδυασμός: (2048K. 16.256B) οικονομικότερος και εξίσου βέλτιστος: (1024K. 8.256B)

CANNEAL



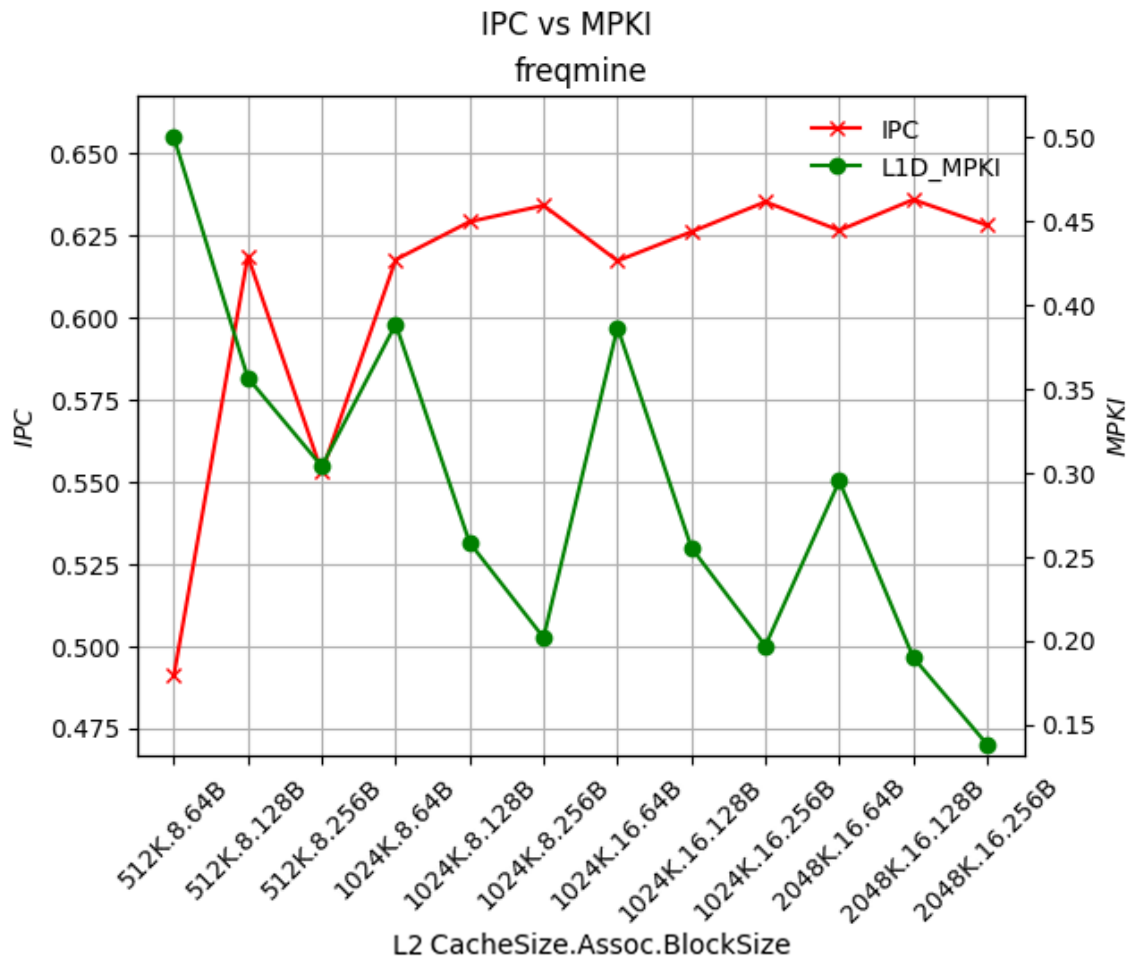
Παρατηρούμε ότι η τιμή του associativity δεν έχει σημαντική επίδραση, ενώ αντίθετα αύξηση του block size και του cache size οδηγούν σε αύξηση του *IPC*. Βέλτιστος συνδυασμός: (2048K. 16.256B), οικονομικότερος και αρκετά αποδοτικός: (1024K. 16.128B)

FLUIDANIMATE



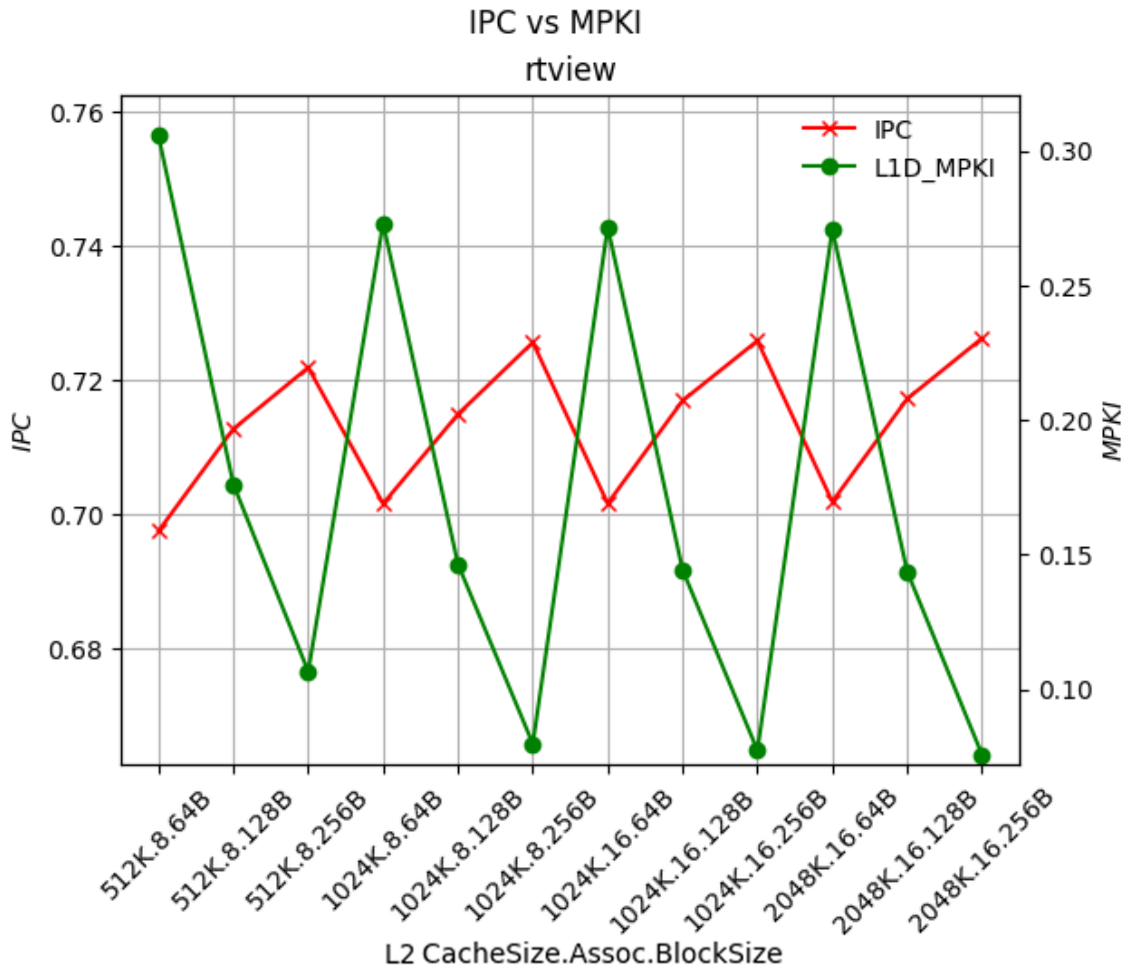
Παρατηρούμε αύξηση του block size μεγάλη αύξηση του *IPC*, αύξηση του cache size προκαλεί μικρότερη αύξηση του *IPC* και τέλος το associativity προκαλεί μηδαμινή αύξηση. Βέλτιστος συνδυασμός: (2048K.16.256B), οικονομικότερος και αρκετά αποδοτικός συνδυασμός: (1024K.8.256B)

FREQMINE



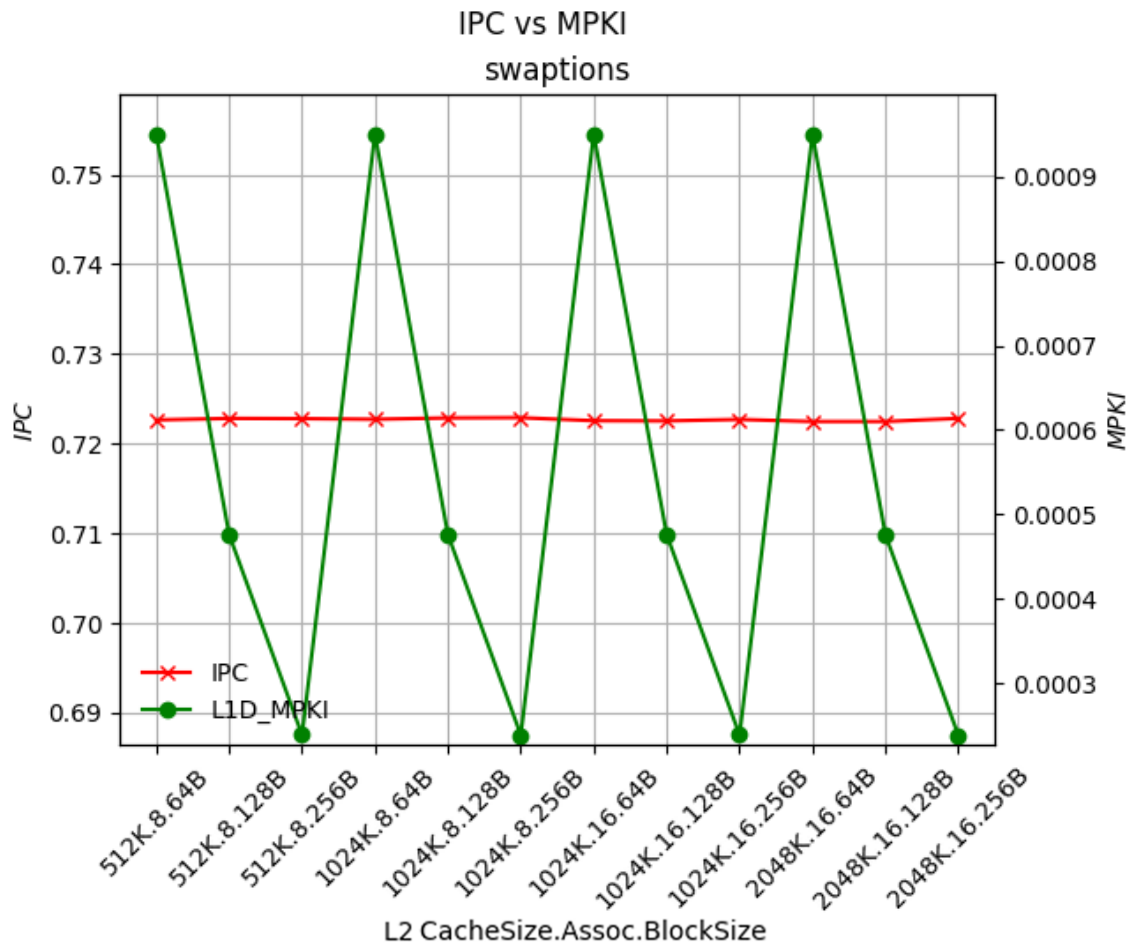
Παρατηρούμε ότι για associativity = 8 και cache size = 512K, η μεταβολή του block size προκαλεί έντονες αυξομειώσεις στην τιμή του *IPC*. Το cache size και το associativity δεν έχουν ιδιαίτερη επίδραση. Βέλτιστος: (2048K.16.128B), οικονομικότερος και εξίσου βέλτιστος: (1024K.8.256B)

RTVIEW (RAYTRACE)



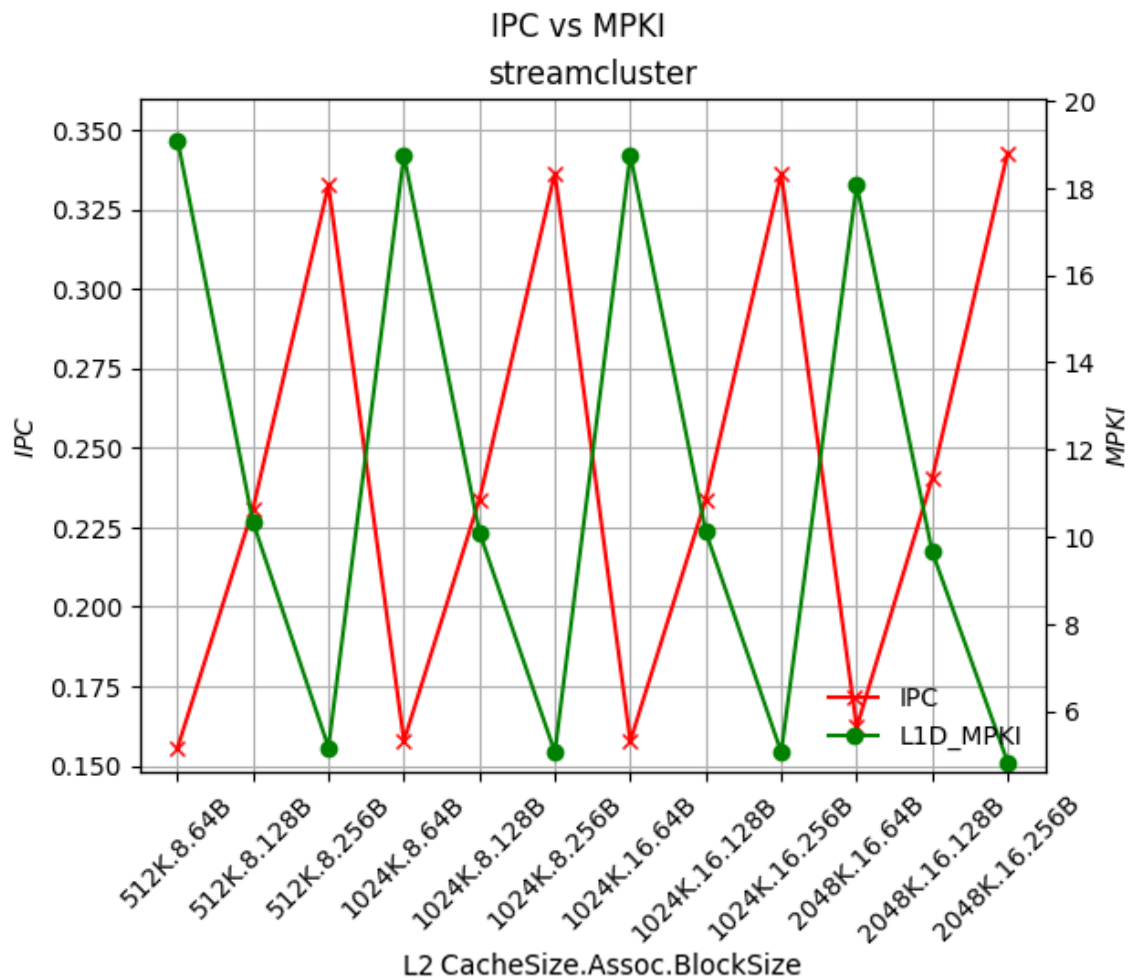
Παρατηρούμε αύξηση του block size μεγάλη αύξηση του *IPC*, αύξηση του cache size προκαλεί μικρότερη αύξηση του *IPC* και τέλος το associativity προκαλεί μηδαμινή αύξηση. Βέλτιστος συνδυασμός: (2048K. 16.256B), οικονομικότερος και αρκετά αποδοτικός συνδυασμός: (1024K. 8.256B)

SWAPTIONS



Παρατηρούμε ότι κανένας παράγοντας δεν προκαλεί αισθητή μεταβολή στο *IPC*. Συνεπώς βέλτιστη και οικονομικότερη λύση: (512K. 8.128B)

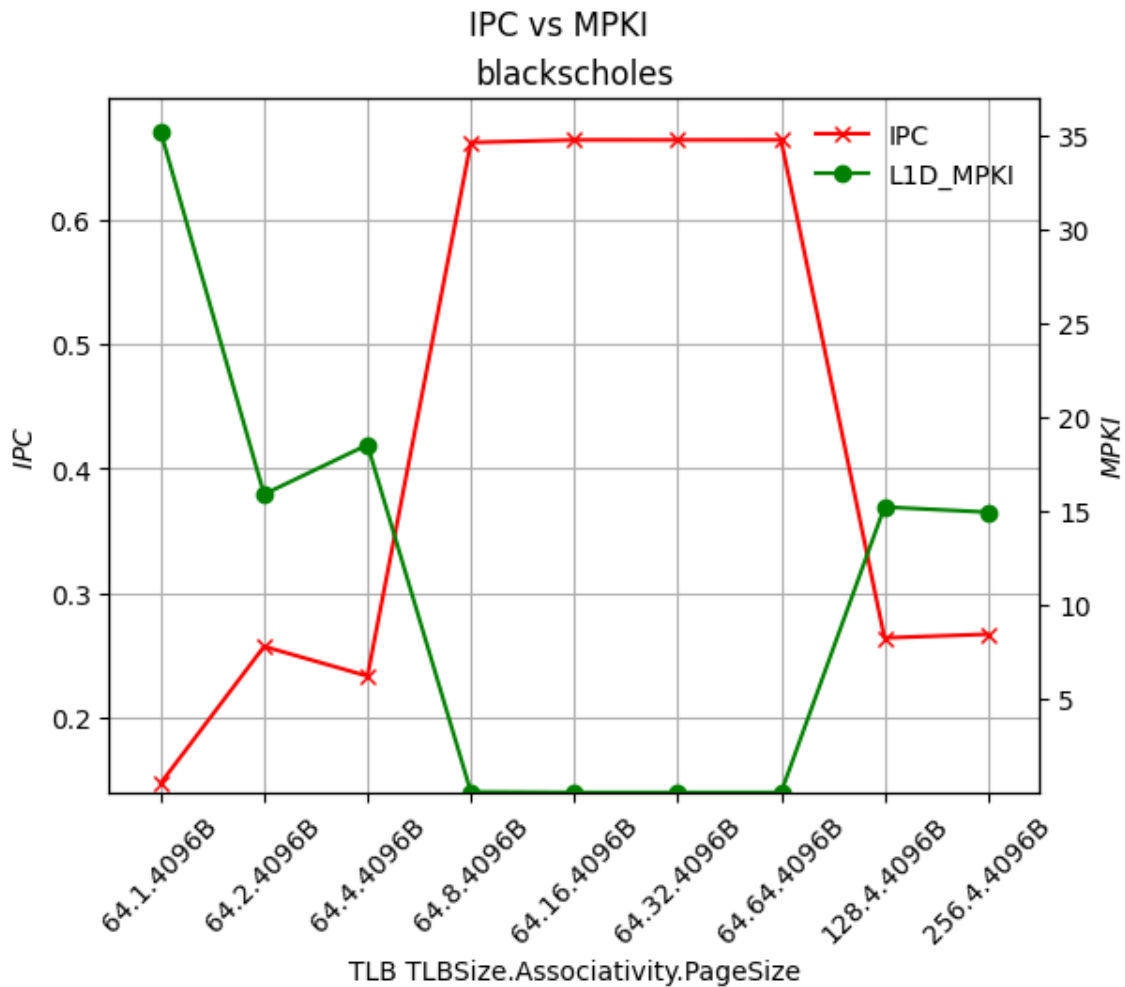
STREAMCLUSTER



Παρατηρούμε ότι το block size αυξάνει σημαντικά την τιμή του *IPC*, ενώ το associativity και το cache size δεν έχουν σημαντική επίδραση. Βέλτιστος συνδυασμός: (2048K.16.256B), οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός: (512K.8.256B)

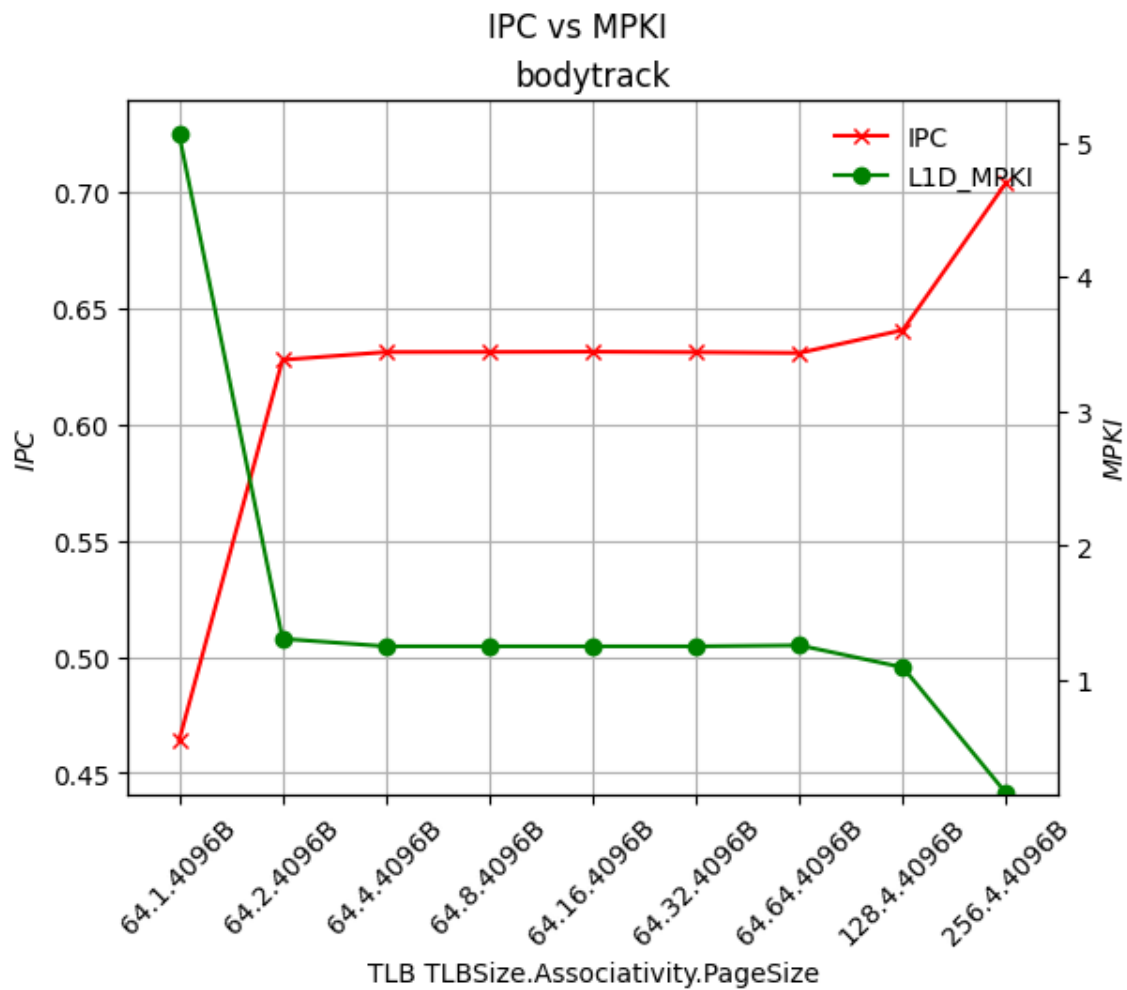
7.1.3 TLB

BLACKSCHOLE



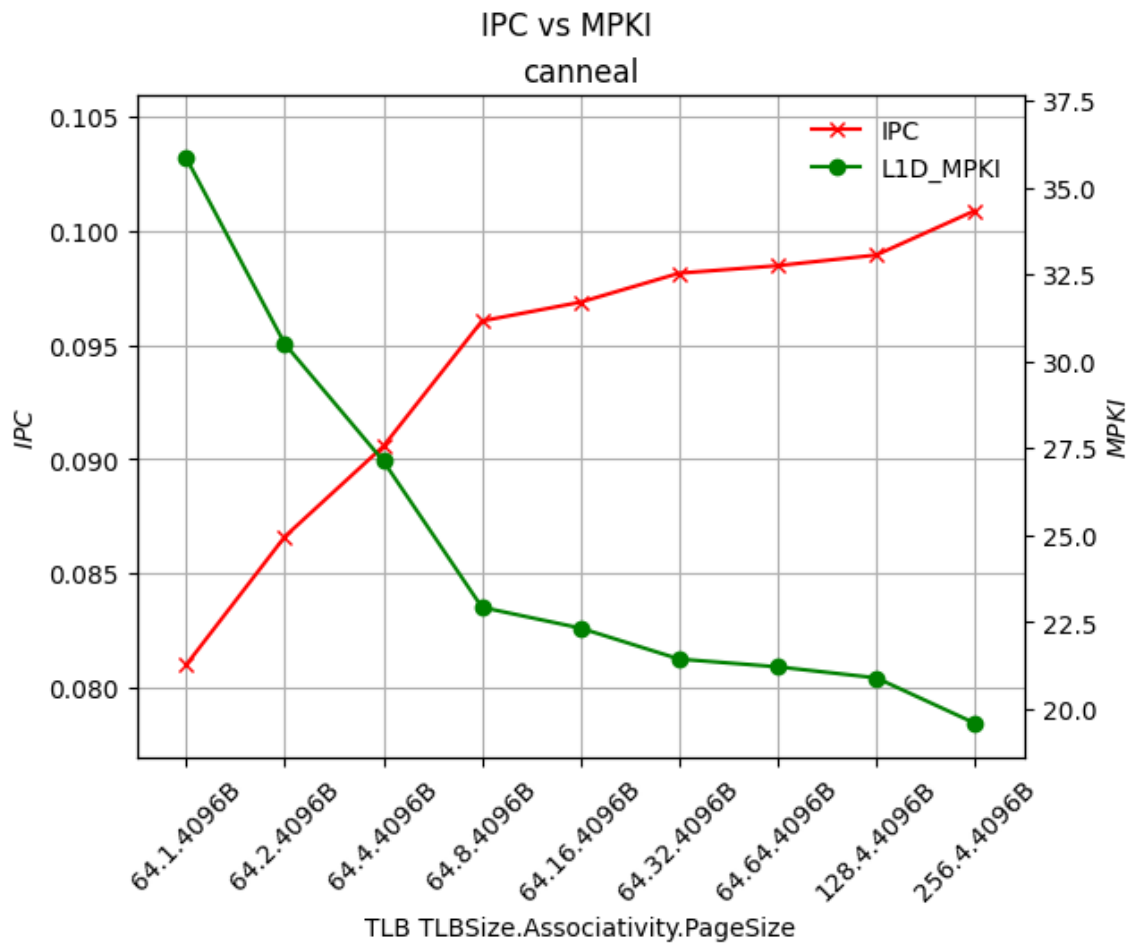
Παρατηρούμε ότι αύξηση του TLB size προκαλεί ελάχιστη αύξησης του *IPC*, αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 8 δημιουργεί δραματική αύξηση στο *IPC* (περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες αλλαγές). Βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός: (64K.8.4096B).

BODYTRACK



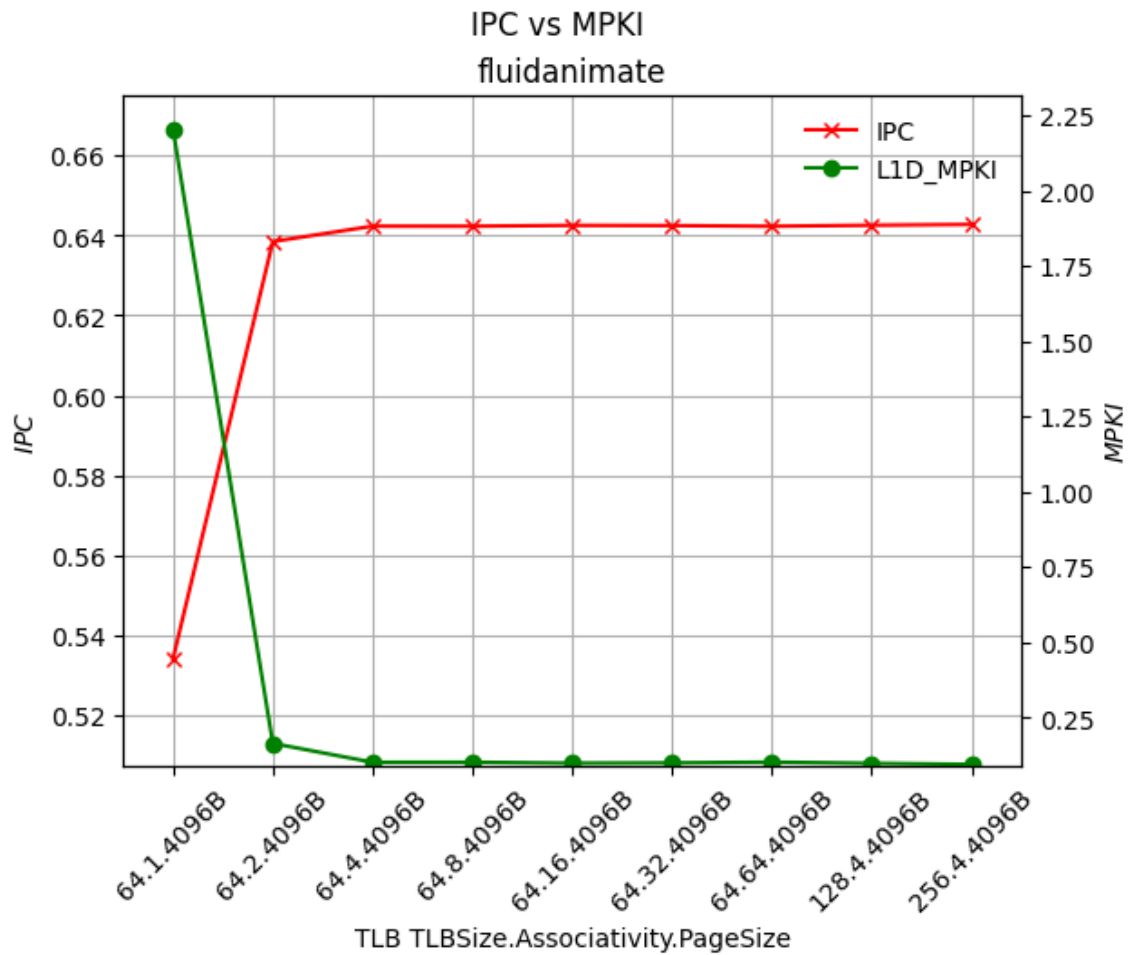
Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 2 προκαλεί έντονη αύξηση του *IPC*, ενώ περαιτέρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size οδηγεί σε αύξηση του *IPC*. Βέλτιστος συνδυασμός: (256K. 4.4096B).

CANNEAL



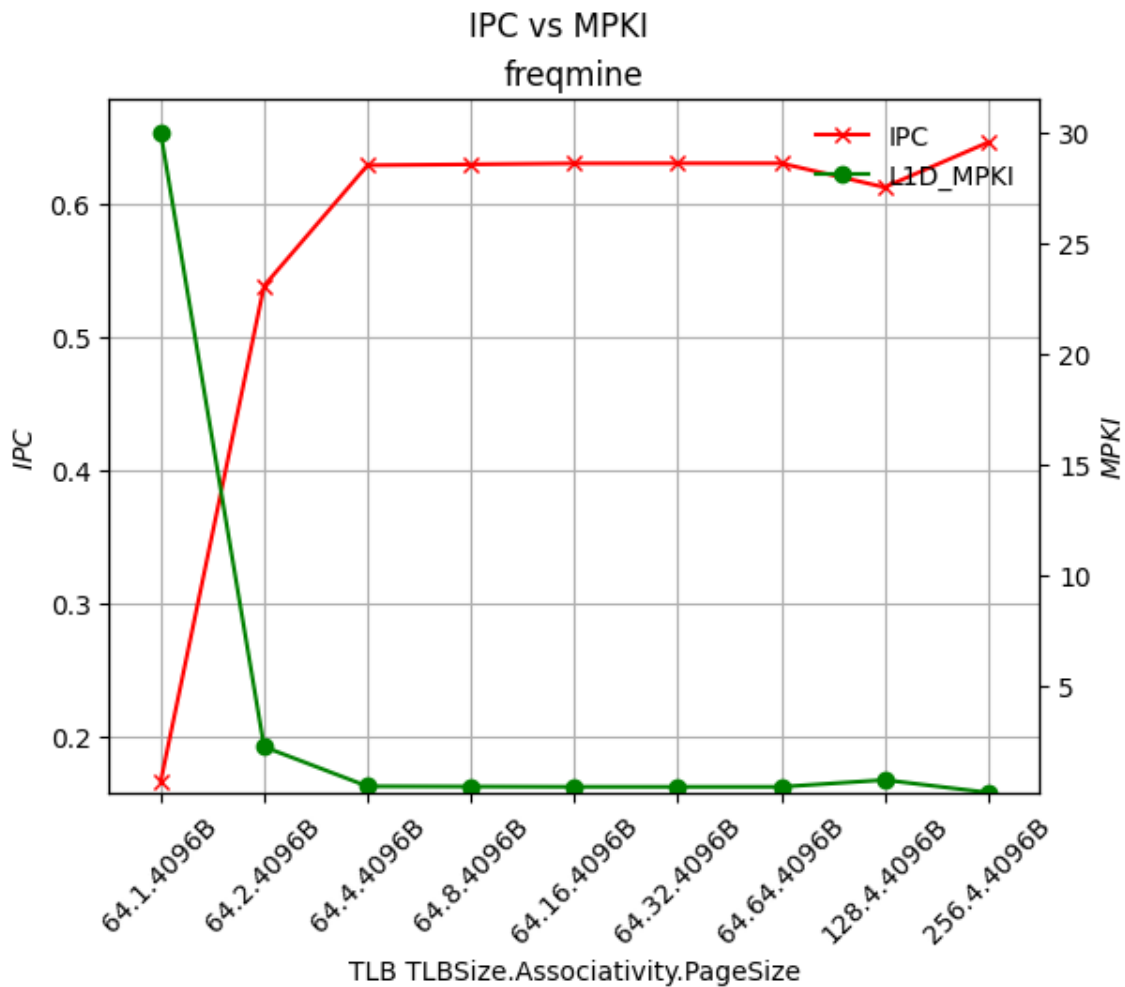
Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity και του TLB size οδηγεί σε αύξηση του *IPC*.
Βέλτιστος συνδυασμός: (256K. 4.4096B).

FLUIDANIMATE



Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 2 προκαλεί έντονη αύξηση του *IPC*, ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δεν δημιουργεί κάποια μεταβολή στο *IPC*. Βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός: (64K. 4.4096B).

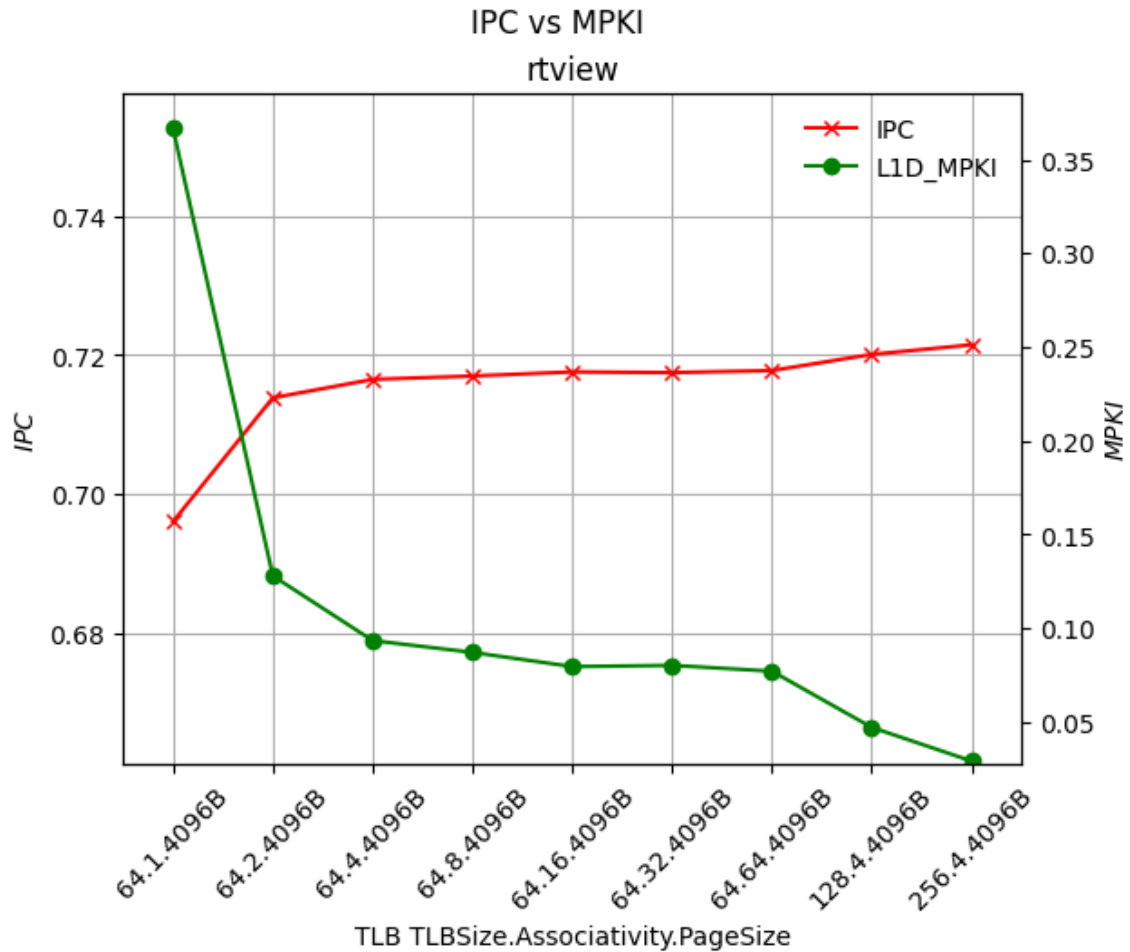
FREQMINE



Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 4 προκαλεί έντονη αύξηση του *IPC*, ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δεν δημιουργεί κάποια σημαντική μεταβολή στο *IPC*. Βέλτιστος συνδυασμός: (256K. 4.4096B)

Οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός συνδυασμός: (64K. 4.4096B).

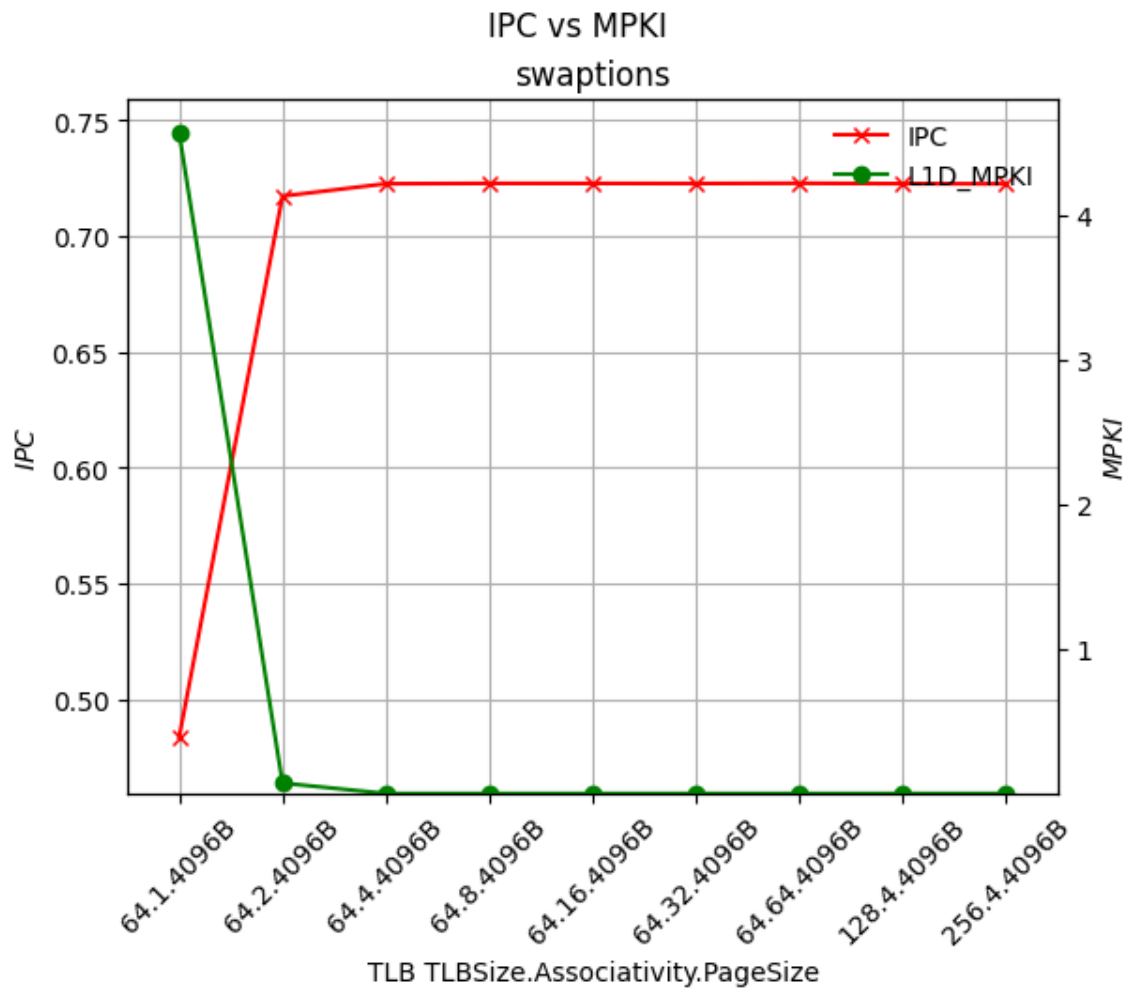
RTVIEW (RAYTRACE)



Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 4 προκαλεί αξιοσημείωτη αύξηση του *IPC*, ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δημιουργεί μικρή αύξηση στο *IPC*. Βέλτιστος συνδυασμός: (256K. 4.4096B)

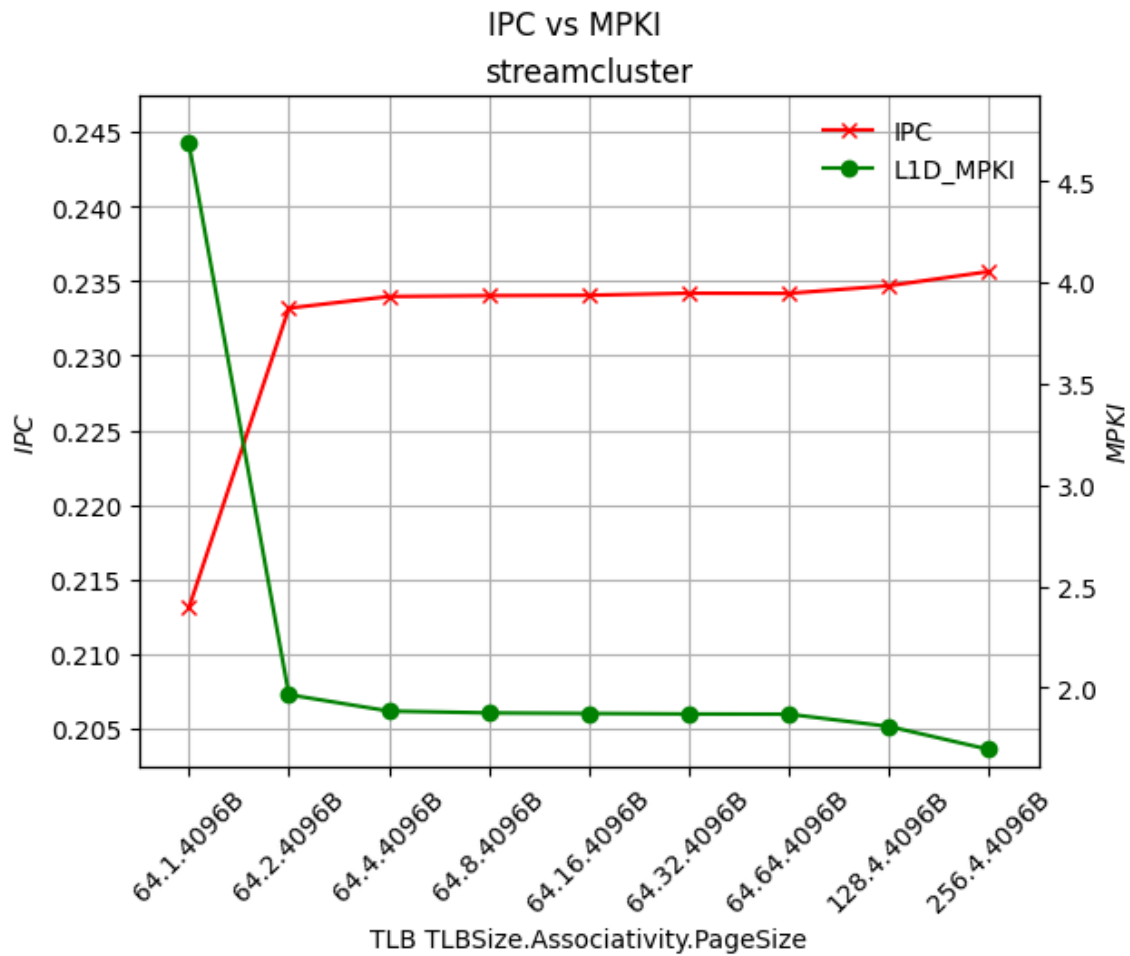
Οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός συνδυασμός: (64K. 16.4096B).

SWAPTIONS



Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 4 προκαλεί έντονη αύξηση του *IPC*, ενώ περαιτέρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δεν δημιουργεί μεταβολές στο *IPC*. Βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός: (64K.4.4096B)

STREAMCLUSTER

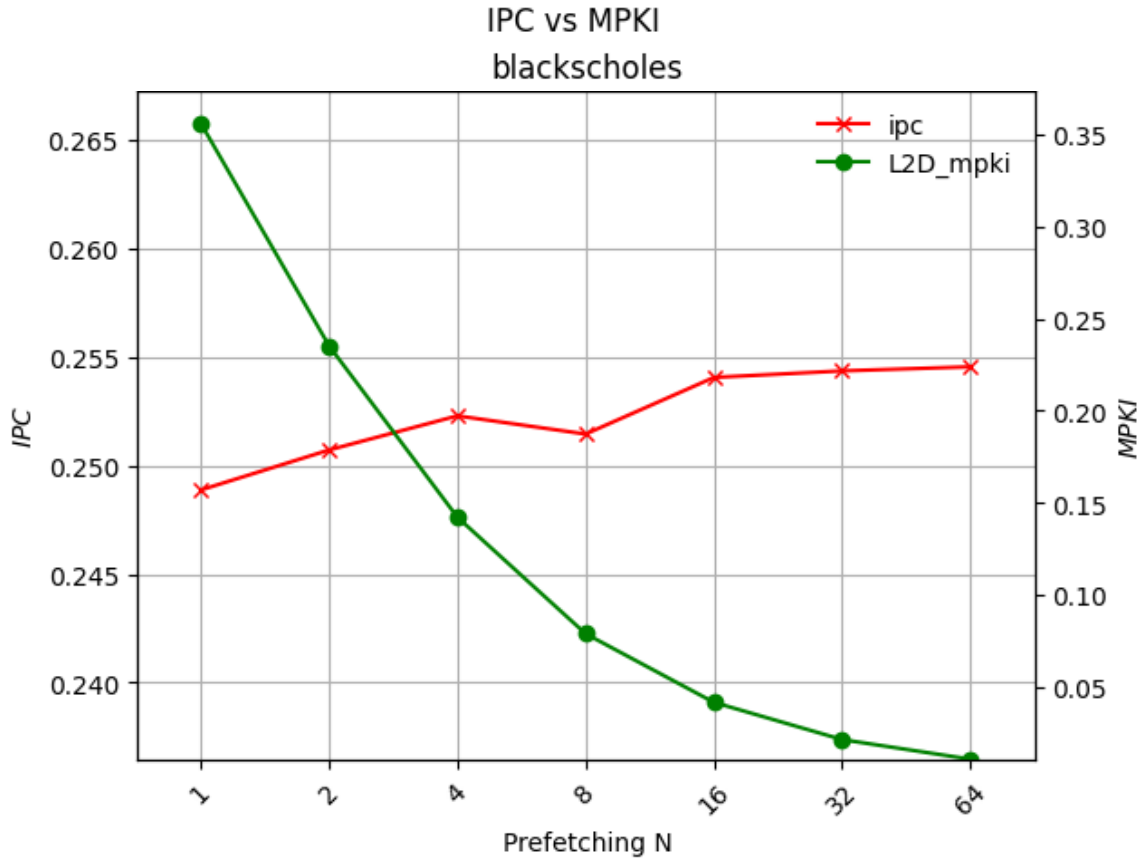


Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 4 προκαλεί αξιοσημείωτη αύξηση του *IPC*, ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δημιουργεί μικρή αύξηση στο *IPC*. Βέλτιστος συνδυασμός: (256K.4.4096B)

Οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός συνδυασμός: (64K.4.4096B).

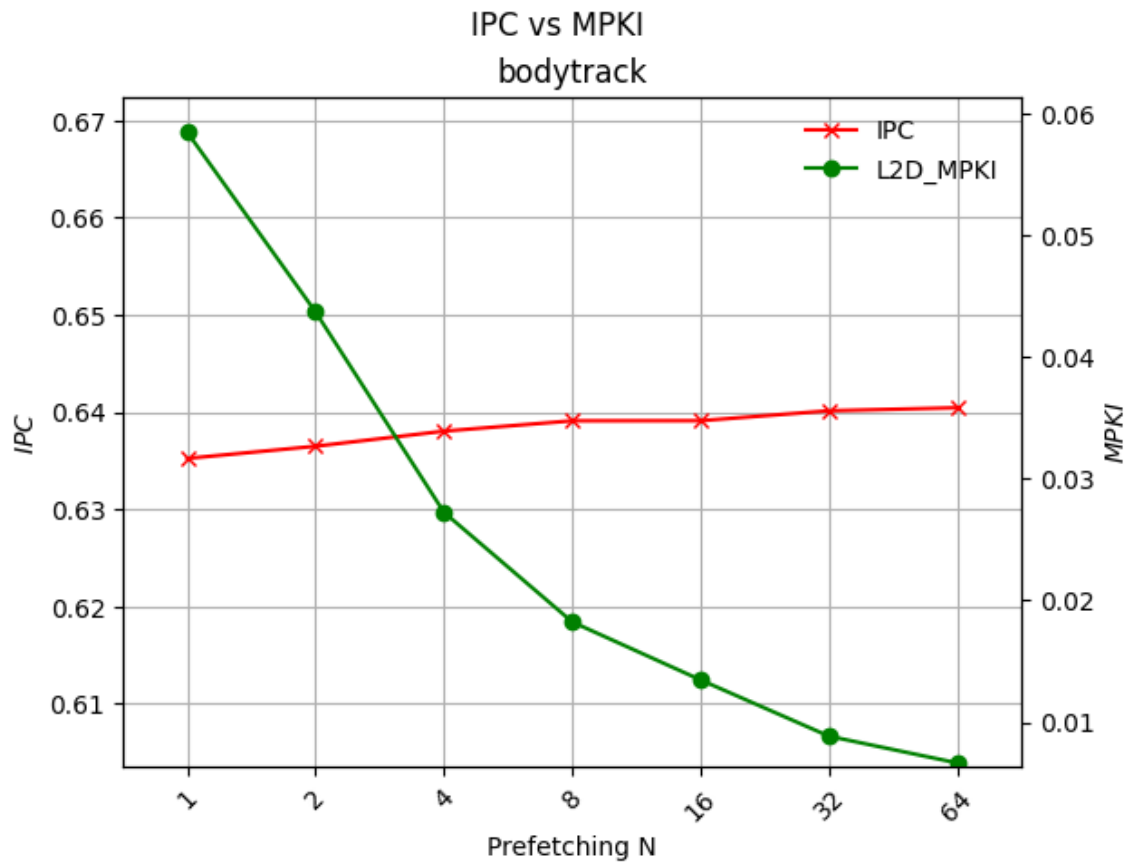
7.1.4 Prefetching

BLACKSCHOLE



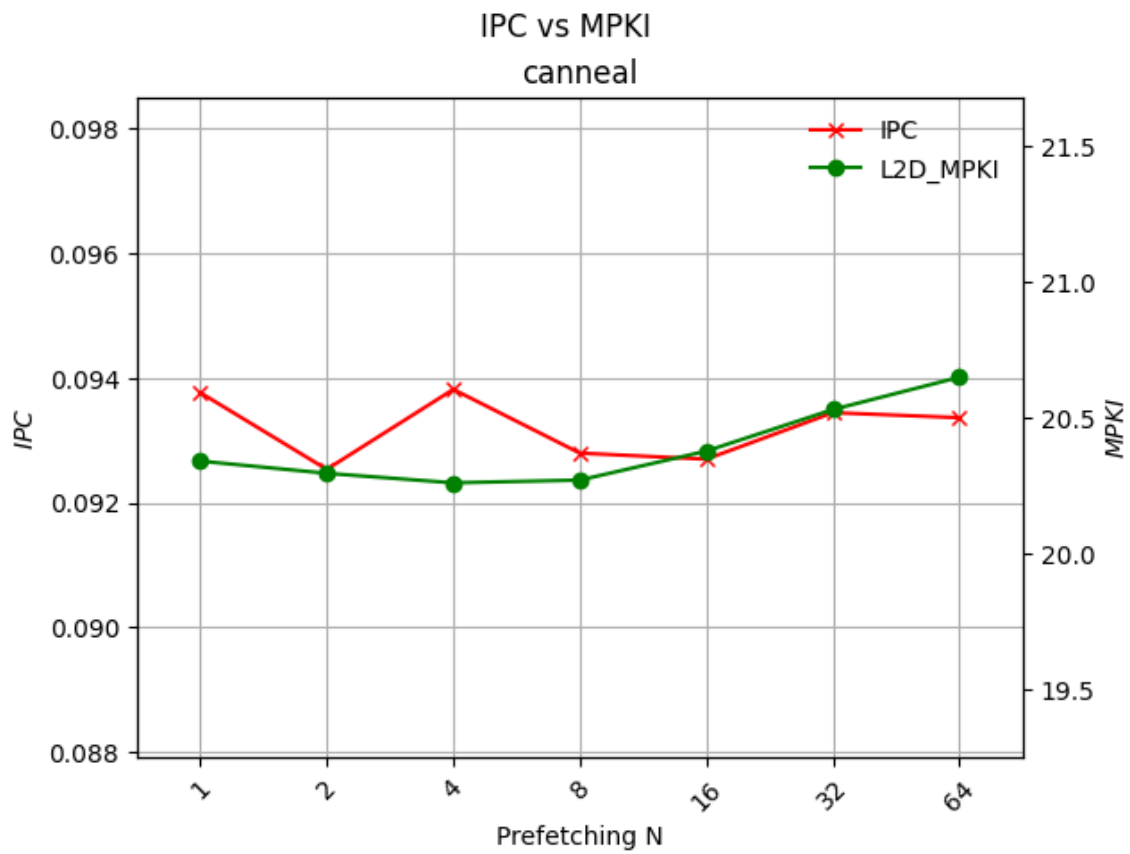
Παρατηρούμε ότι το prefetching αυξάνει την απόδοση, συνεπώς έχουμε spatial locality στο παραπάνω μεταπρόγραμμα.

BODYTRACK



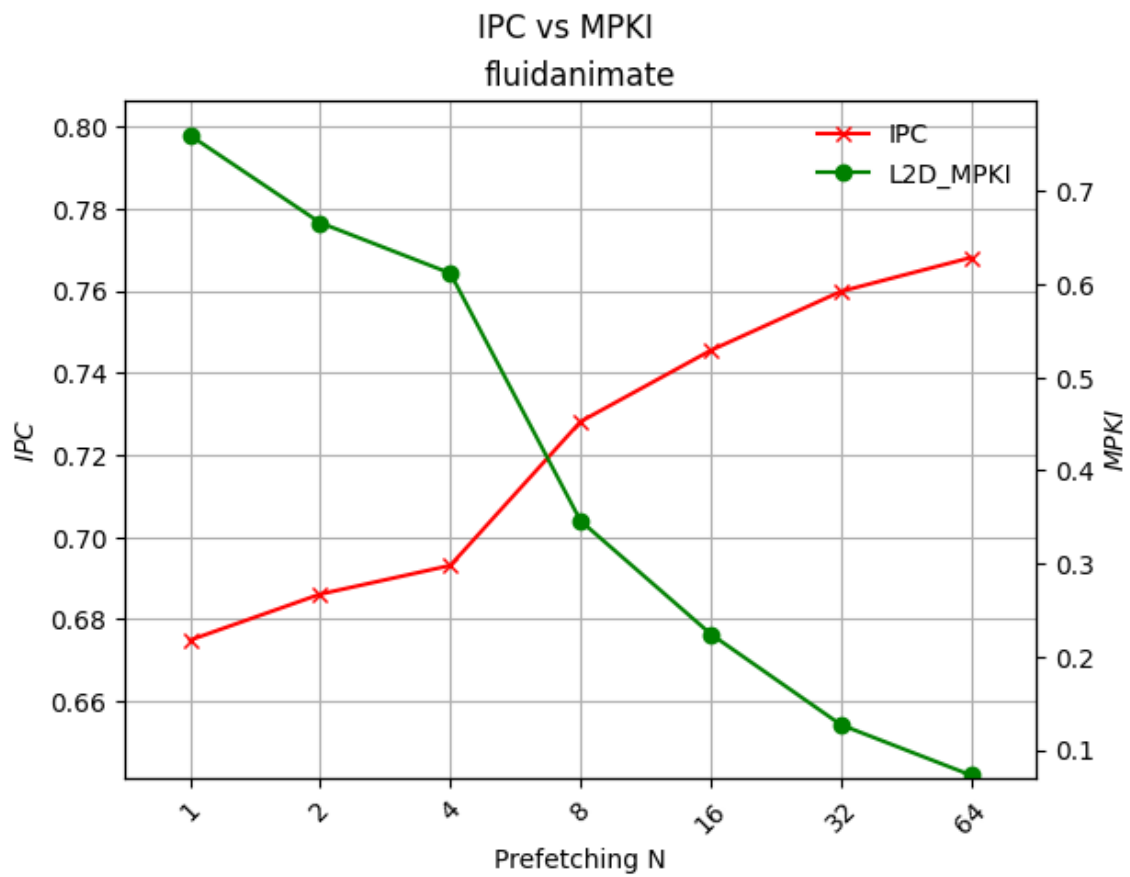
Παρατηρούμε ότι το prefetching αυξάνει ελαφρώς την απόδοση, οπότε έχουμε spatial locality στο παραπάνω μεταπρόγραμμα.

CANNEAL



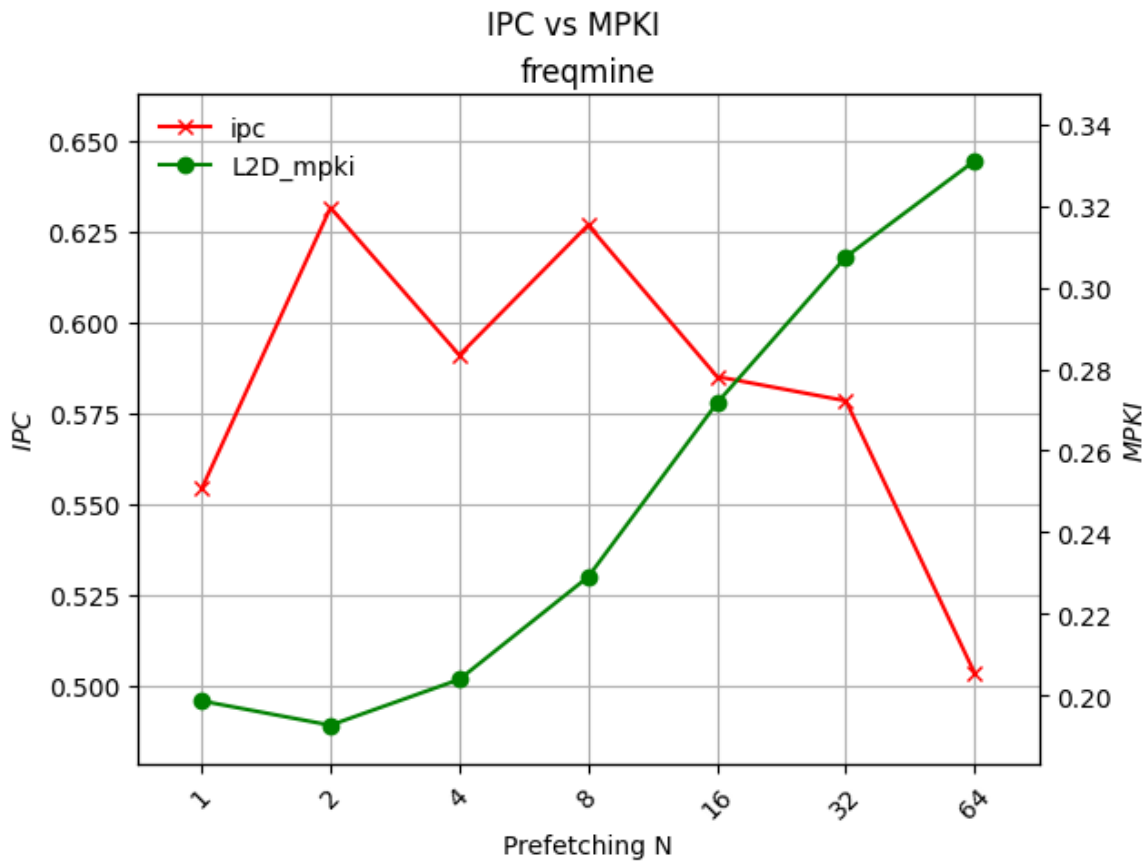
Παρατηρούμε ότι για τιμές $N = 1$, $N = 4$ του prefetching έχουμε μέγιστη απόδοση.

FLUIDANIMATE



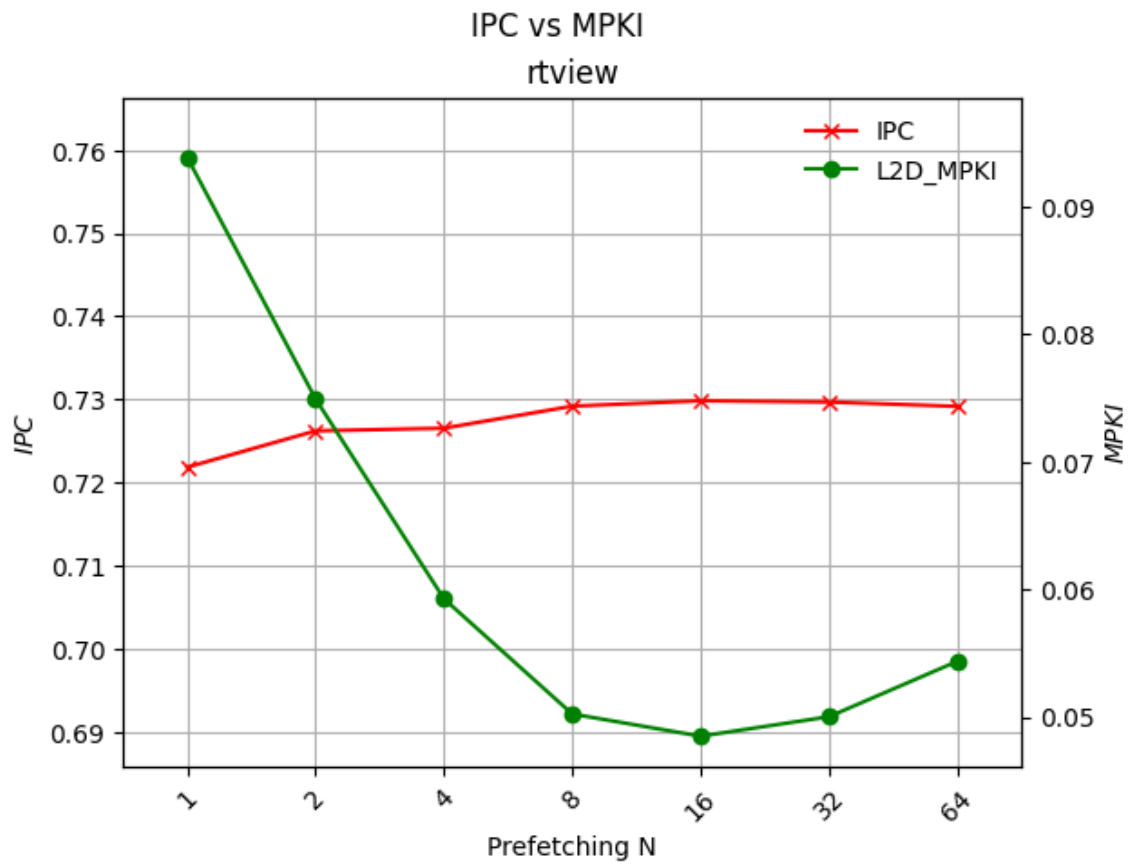
Παρατηρούμε ότι το prefetching αυξάνει σημαντικά την απόδοση, συνεπώς έχουμε ισχυρό spatial locality στο παραπάνω μεταπρόγραμμα.

FREQMINE



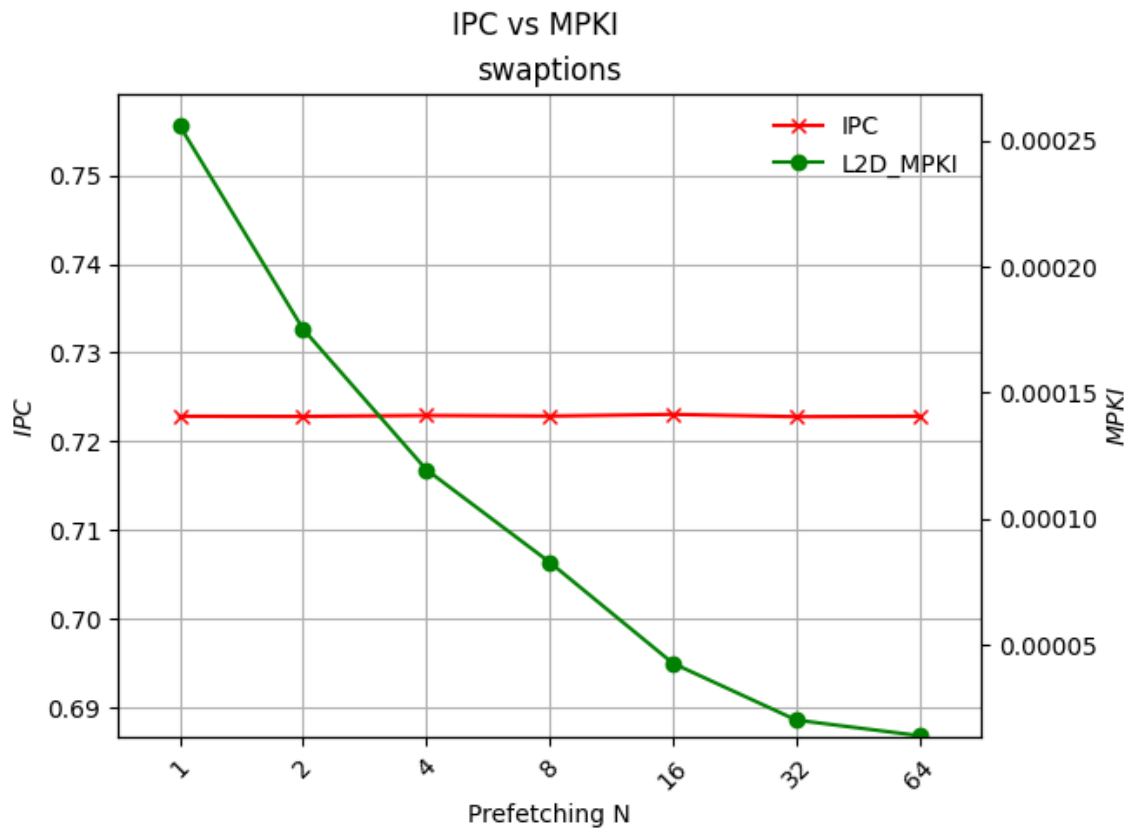
Παρατηρούμε ότι για $N = 2$ έχουμε μέγιστη επίδοση. Ύστερα με την αύξηση του prefetching το IPC μειώνεται.

RTVIEW (RAYTRACE)



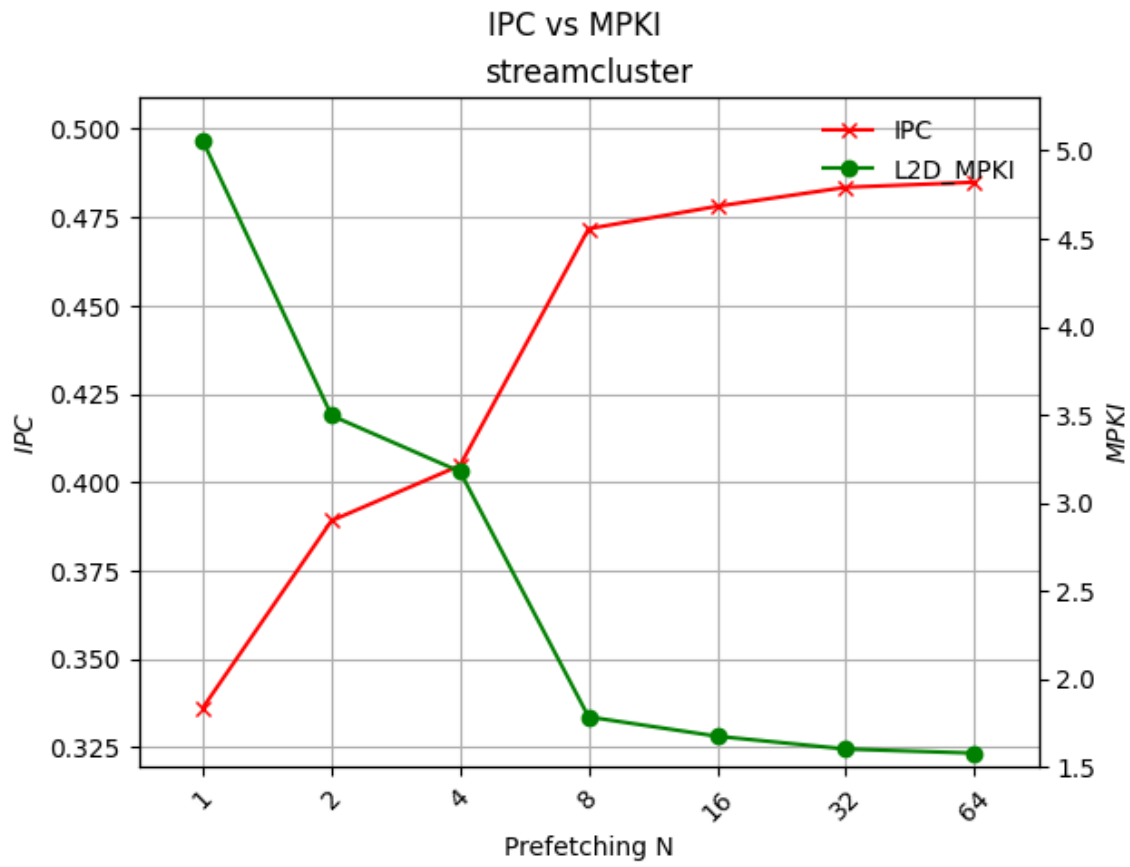
Παρατηρούμε ότι για $N = 16$ έχουμε μέγιστη επίδοση. Για τις υπόλοιπες περιπτώσεις η επίδοση ελάχιστα μικρότερη.

SWAPTIONS



Παρατηρούμε ότι για κάθε τιμή του prefetching η επίδοση είναι σχεδόν ίδια.

STREAMCLUSTER



Παρατηρούμε ότι το prefetching αυξάνει σημαντικά την απόδοση, συνεπώς έχουμε ισχυρό spatial locality στο παραπάνω μεταπρόγραμμα.

7.2

Γενικές παρατηρήσεις:

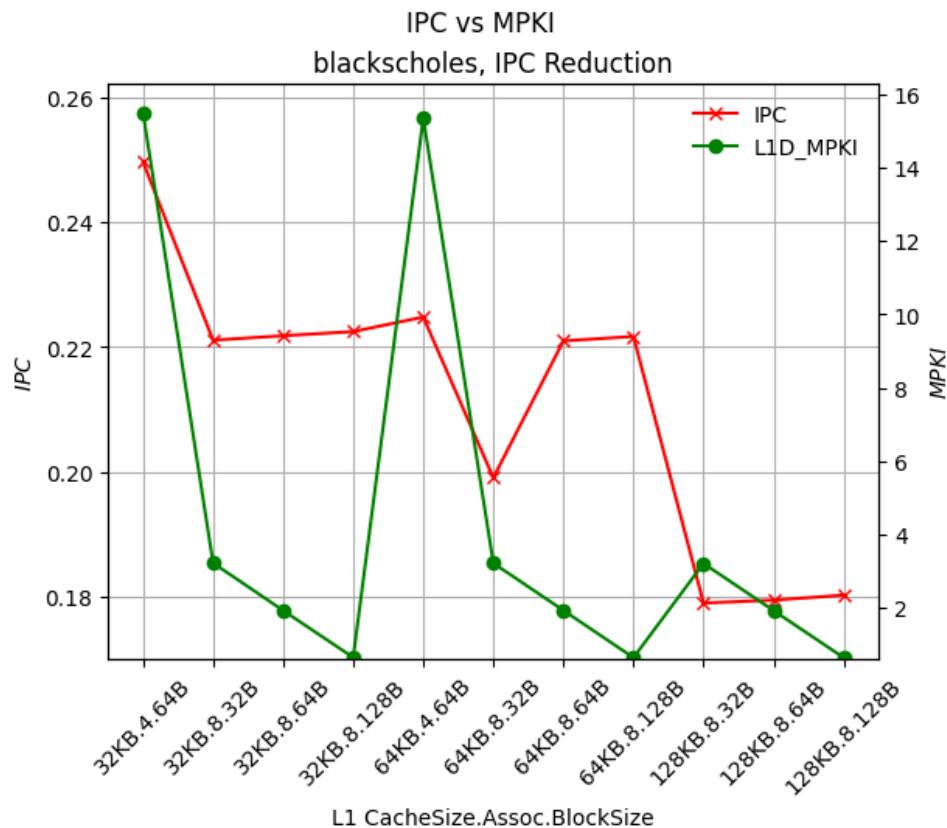
Φαίνεται ότι με την μείωση του *IPC* κατά την αύξηση του associativity και του size, έχει ως αποτέλεσμα οι βέλτιστοι συνδυασμοί να δημιουργούνται για μικρότερες τιμές associativity και size. Γενικά, οι επιδράσεις των μεταβολών των 3 μεγεθών είναι ίδιες με αυτές που περιγράψαμε στα ερωτήματα 7.1.

7.2.1 L1 Cache

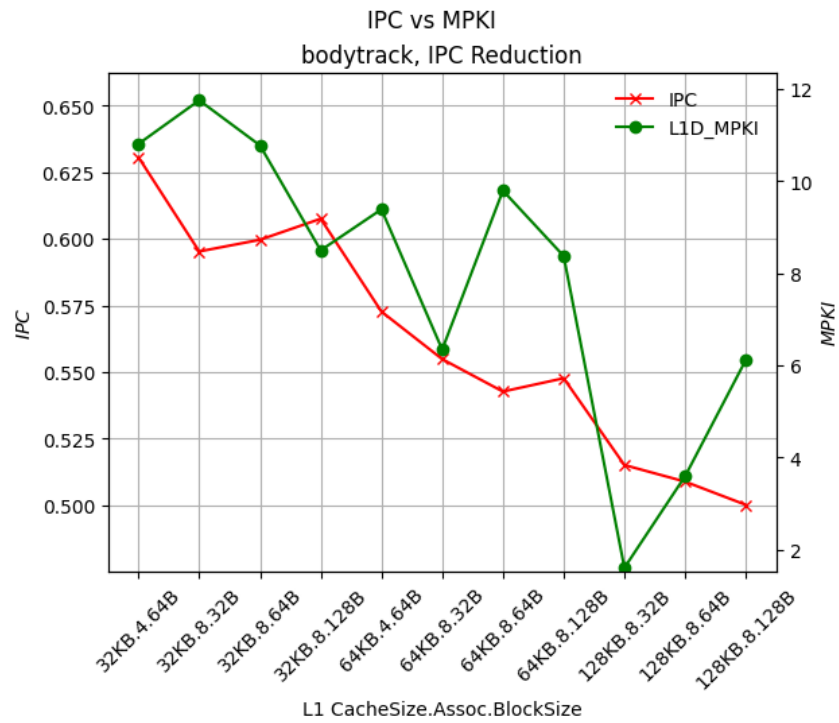
Παρατήρηση

Σε κάθε περίπτωση ο βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός για το L1 είναι: (32K.4.64B)

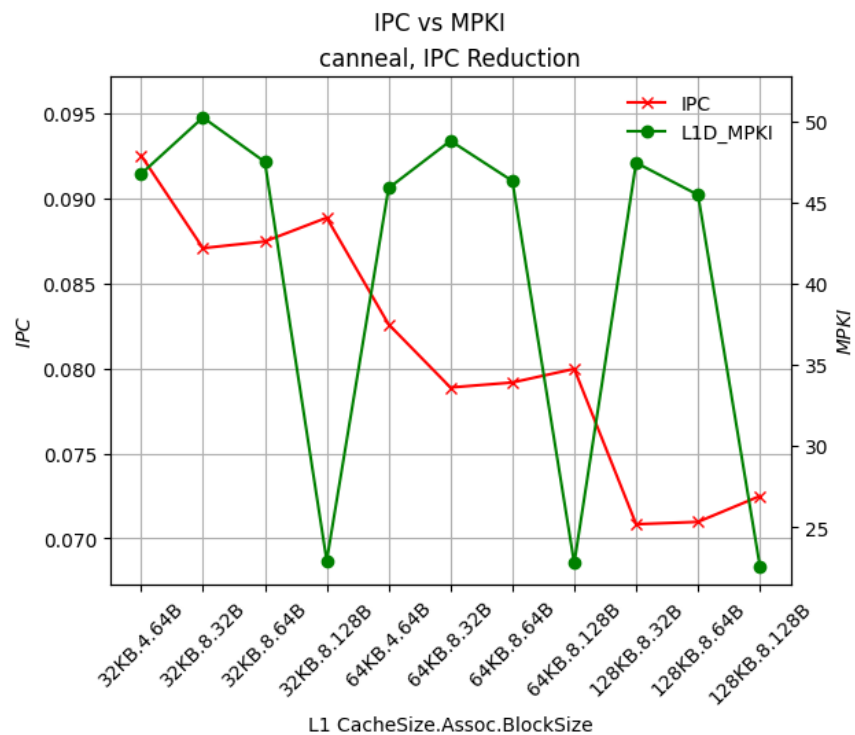
BLACKSCHOLE



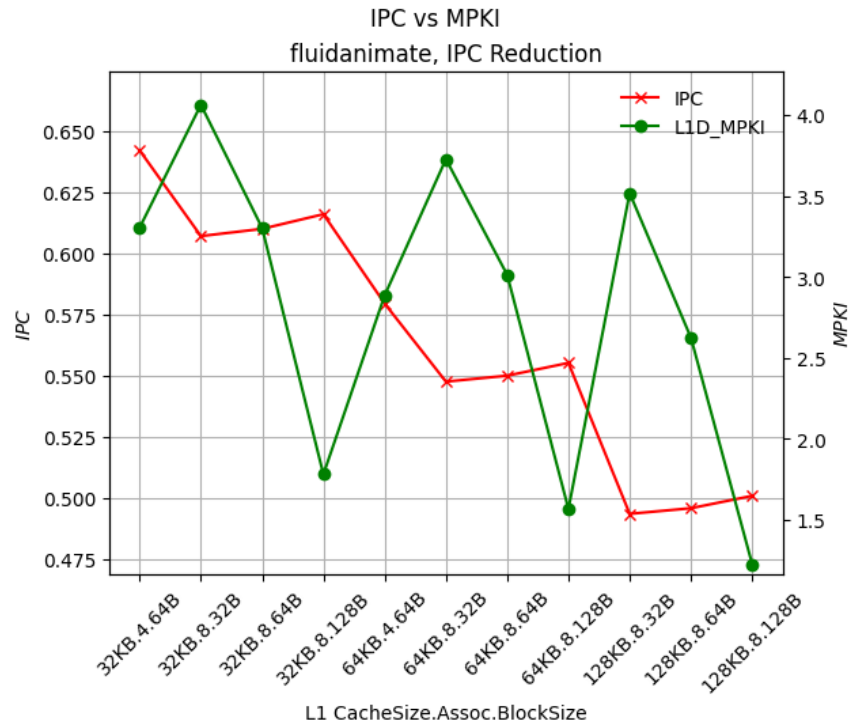
BODYTRACK



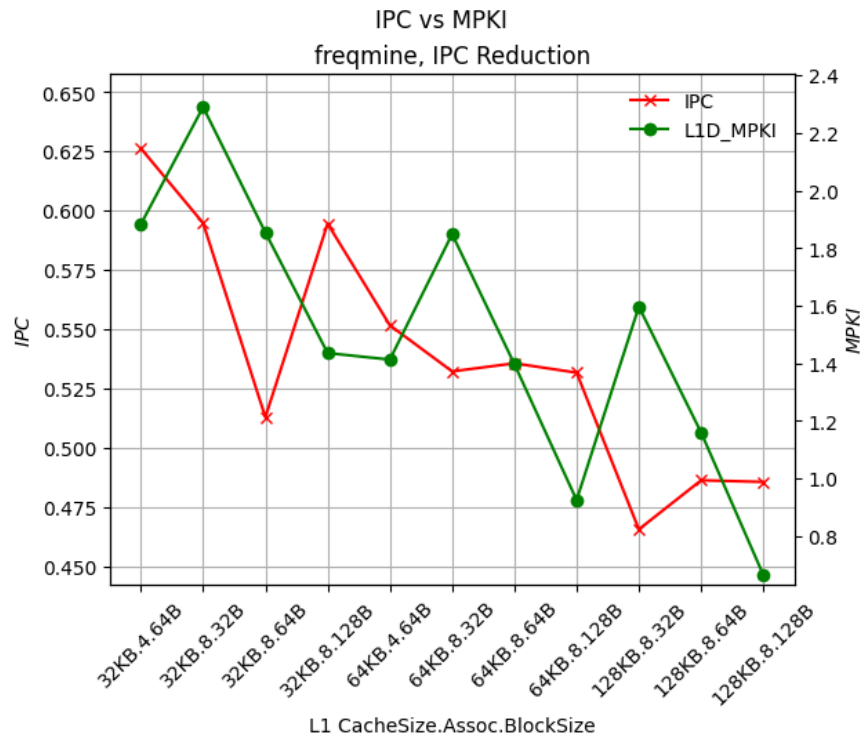
CANNEAL



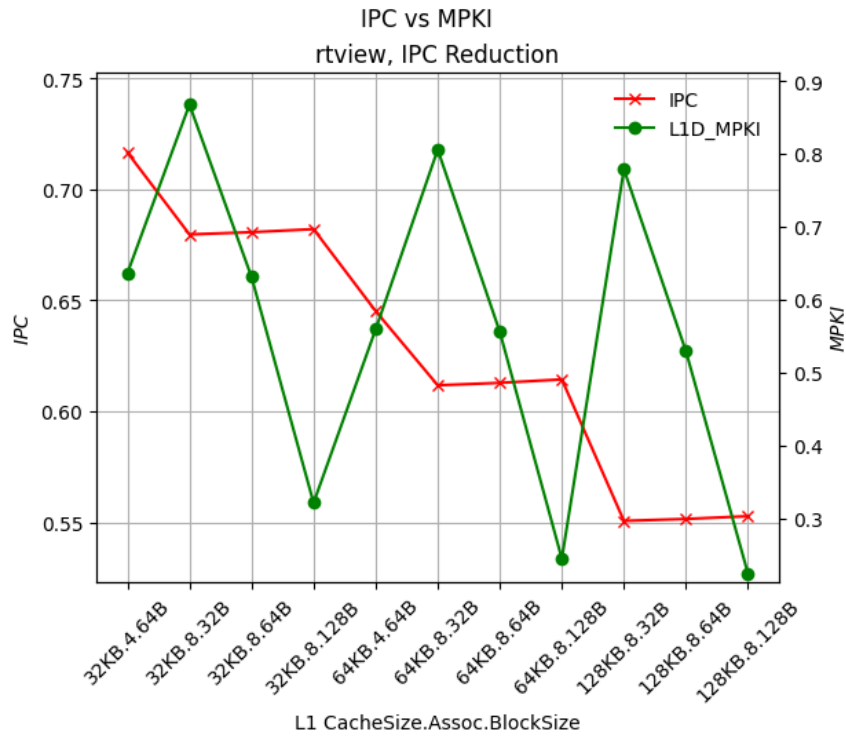
FLUIDANIMATE



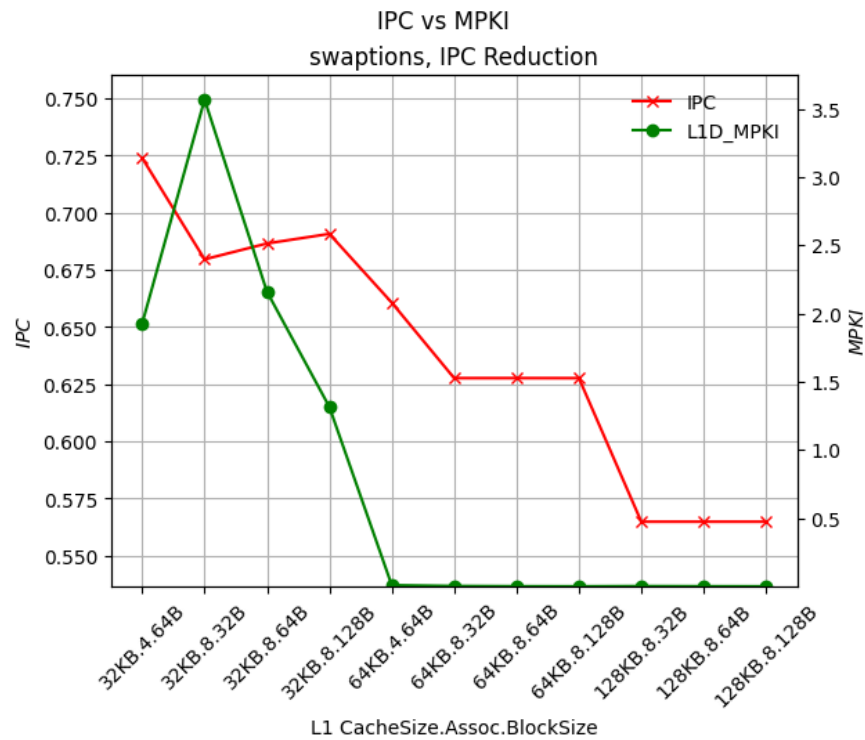
FREQMINE



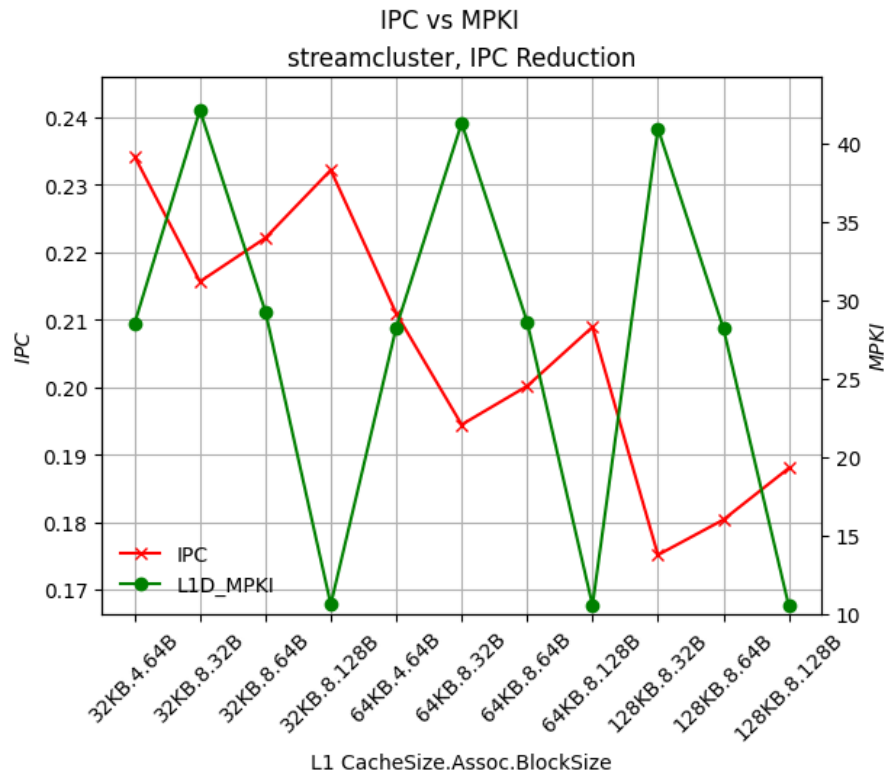
RTVIEW (RAYTRACE)



SWAPTIONS

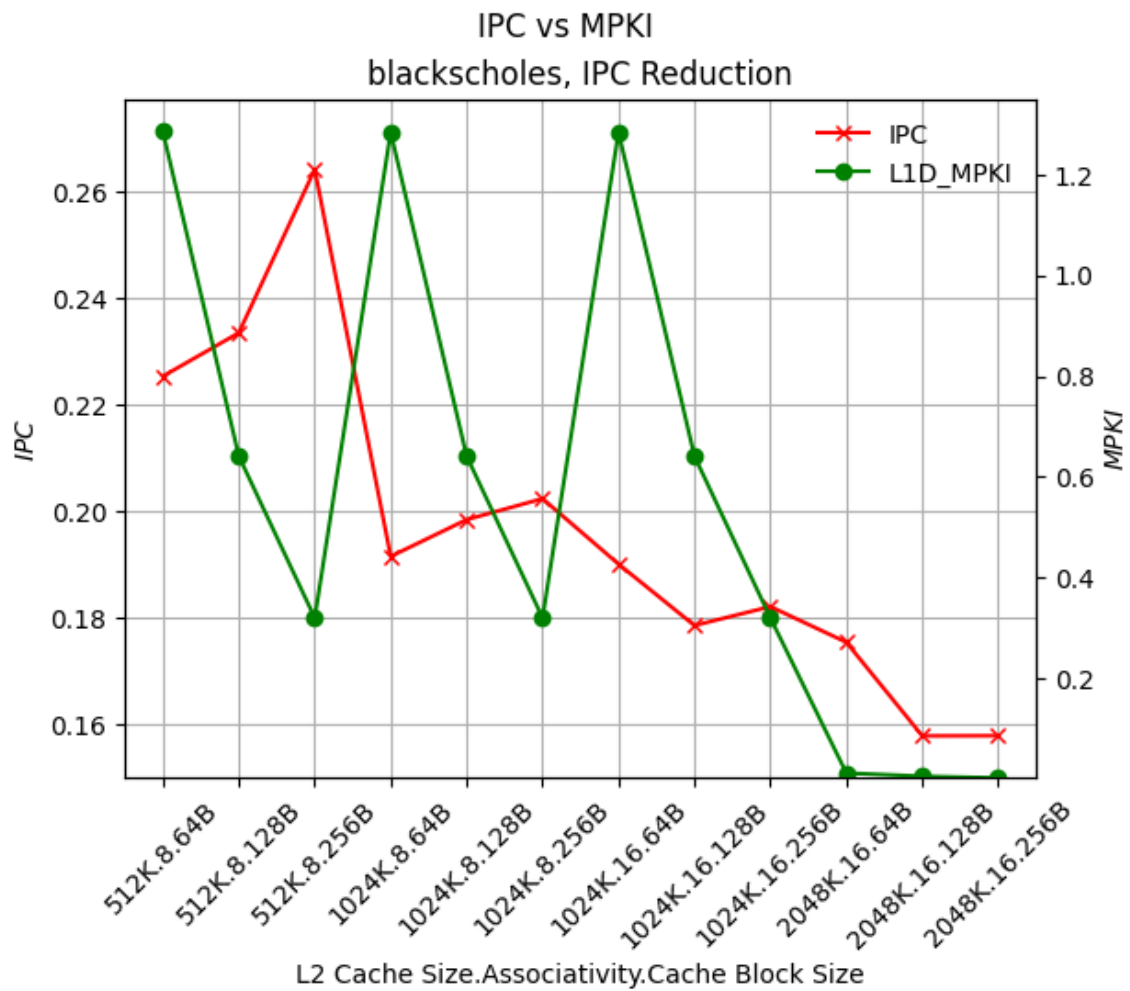


STREAMCLUSTER



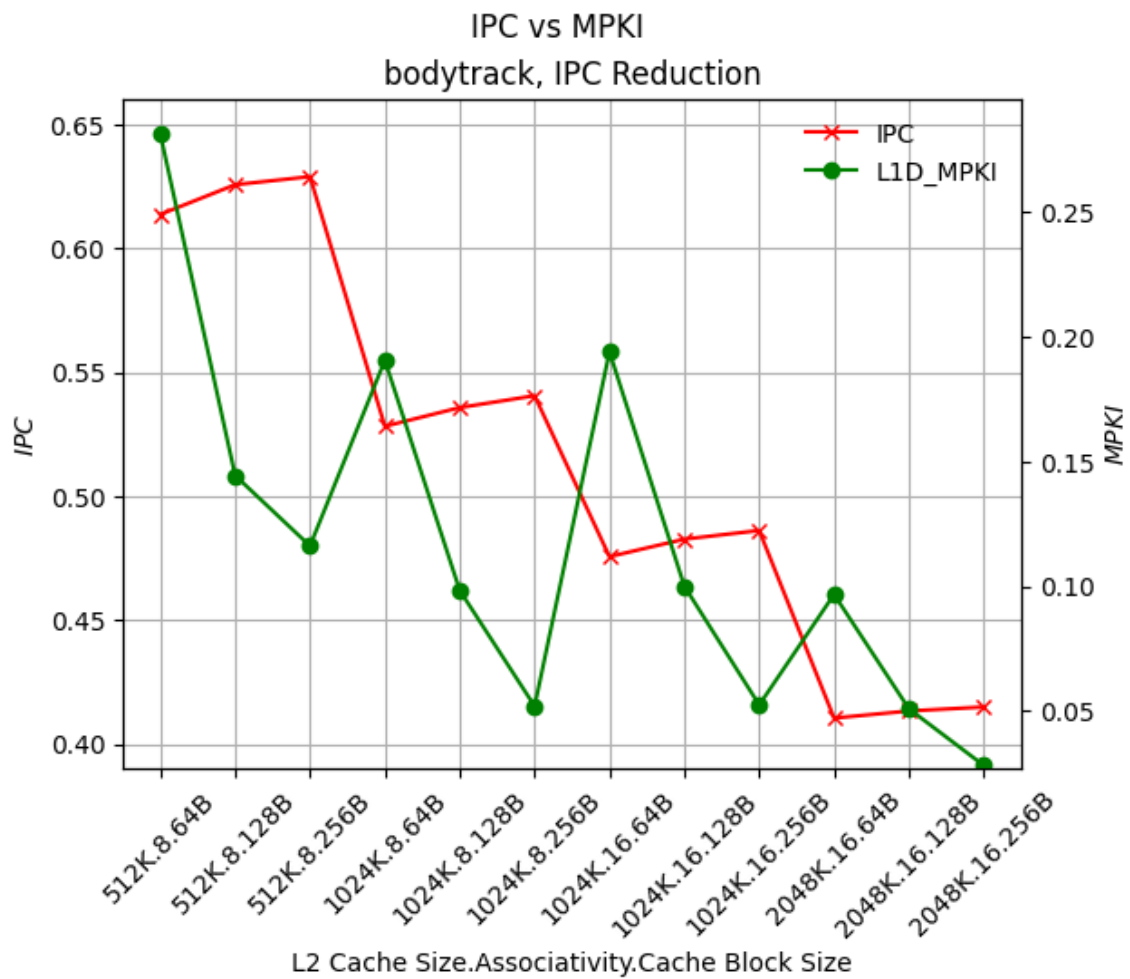
7.2.2 L2 Cache

BLACKSCHOLE



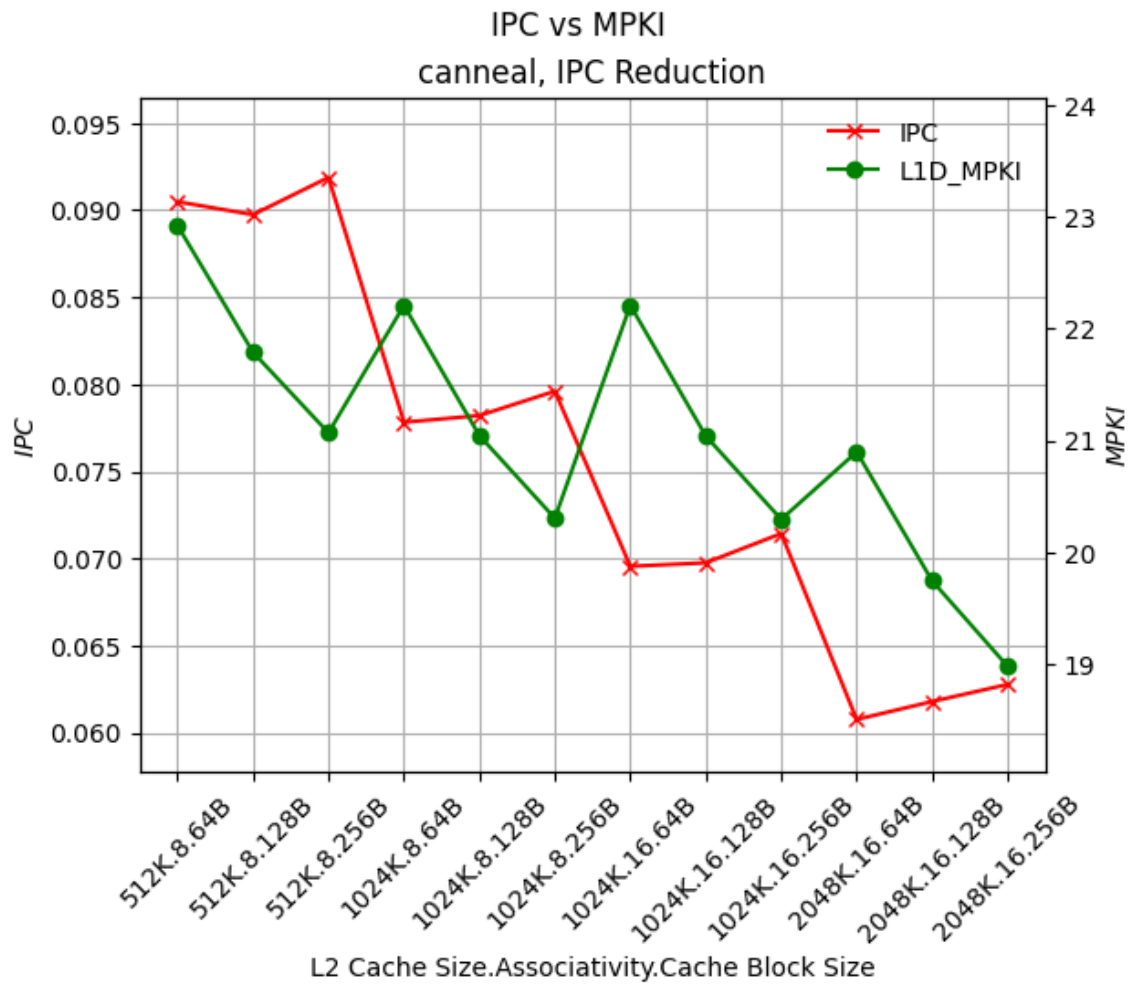
Βέλτιστος συνδυασμός: (512K.8.256B)

BODYTRACK



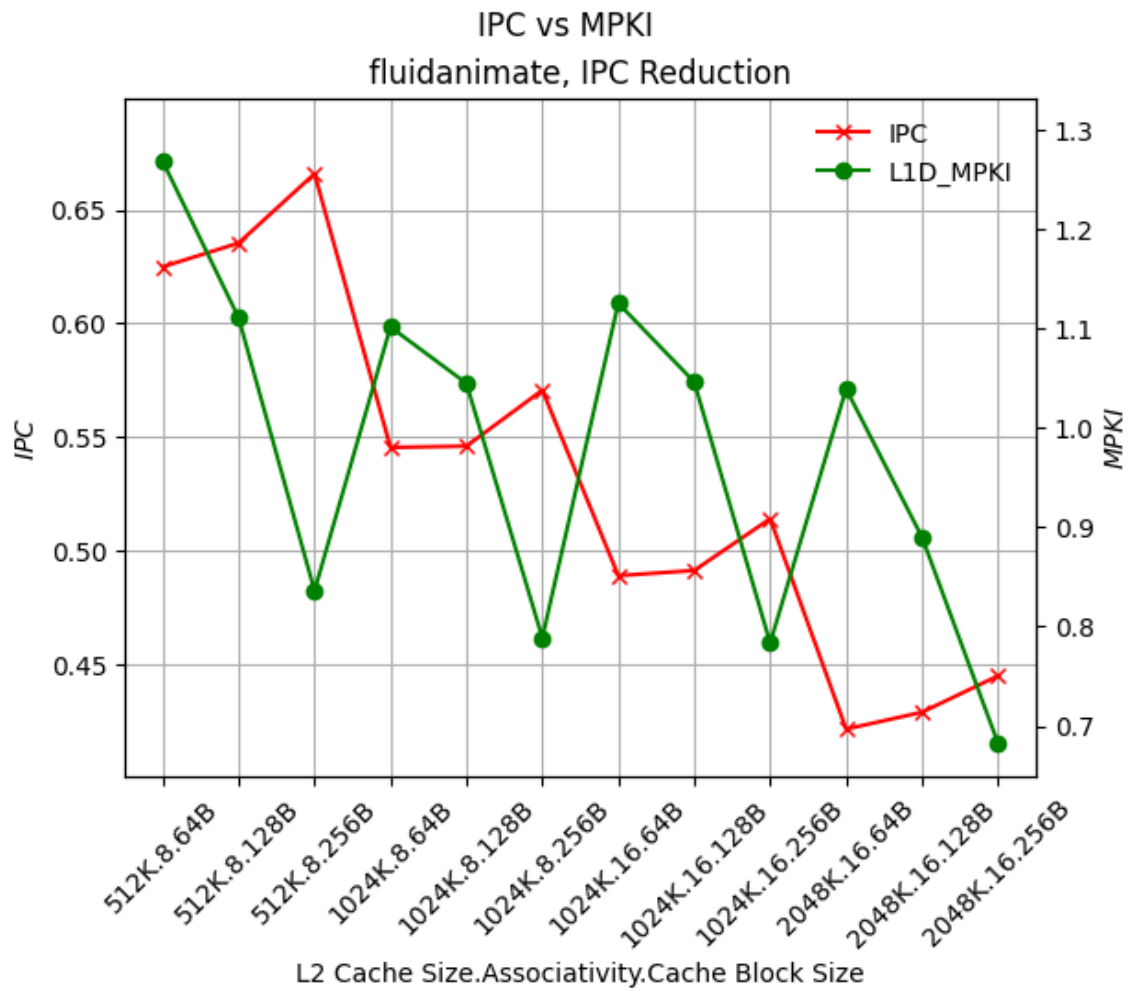
Βέλτιστος συνδυασμός: (512K.8.256B)

CANNEAL



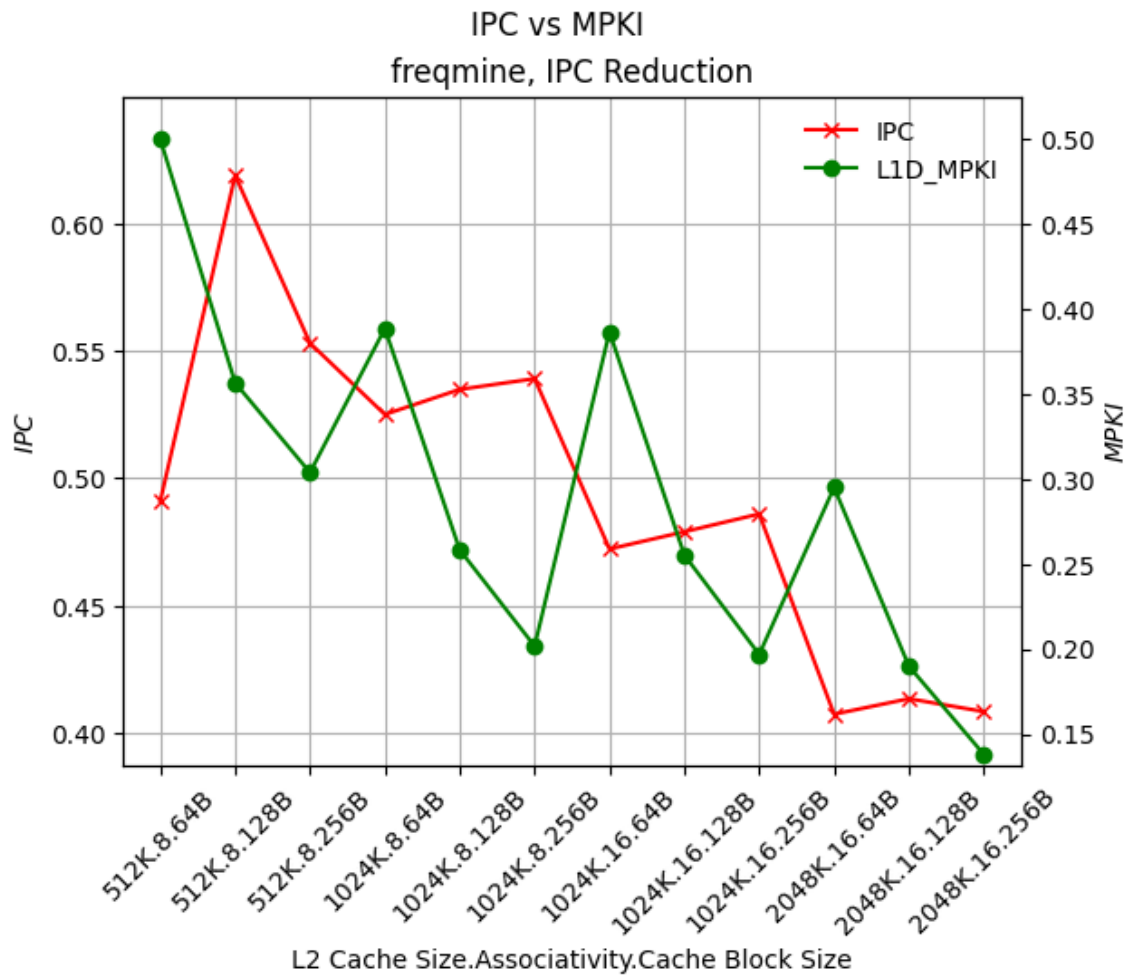
Βέλτιστος συνδυασμός: (512K.8.256B)

FLUIDANIMATE



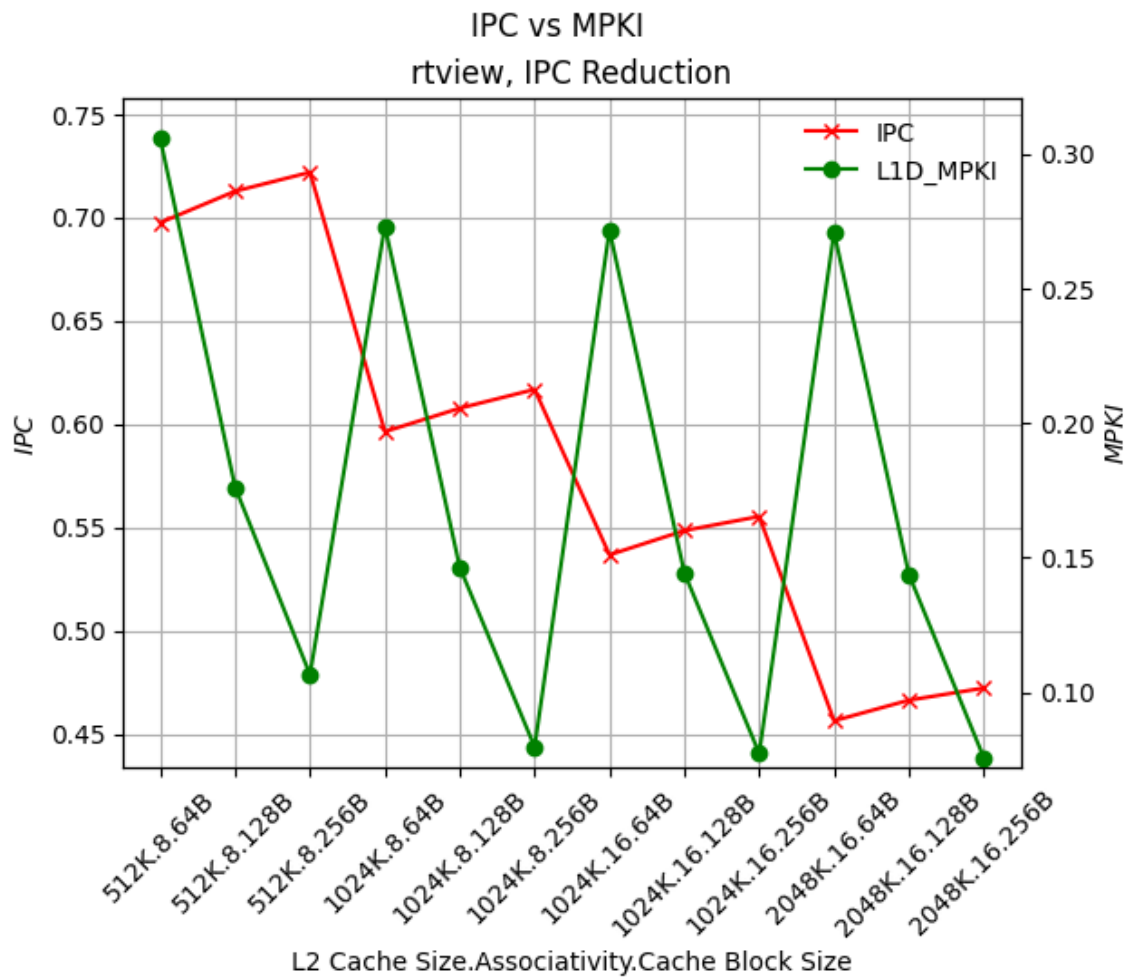
Βέλτιστος συνδυασμός: (512K.8.256B)

FREQMINE



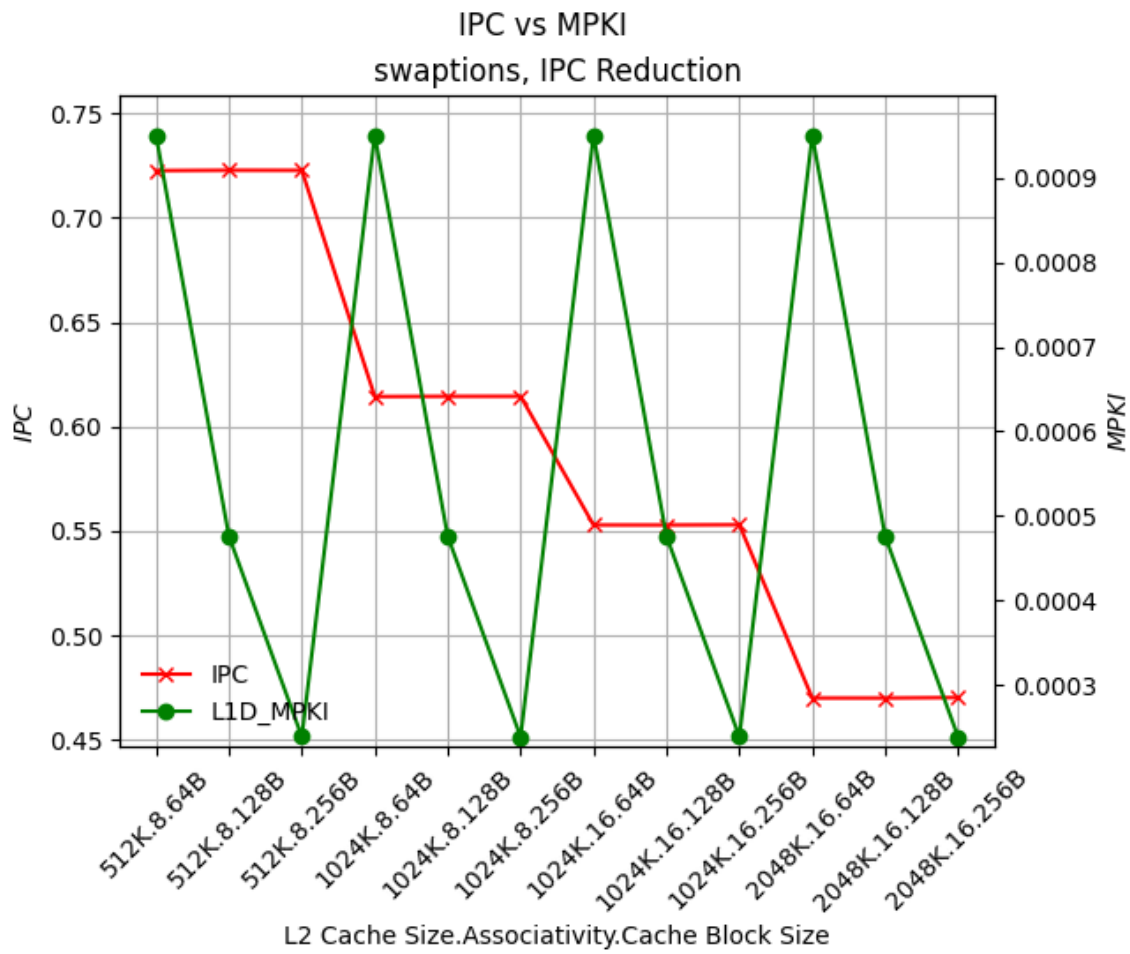
Βέλτιστος συνδυασμός: (512K.8.128B)

RTVIEW (RAYTRACE)



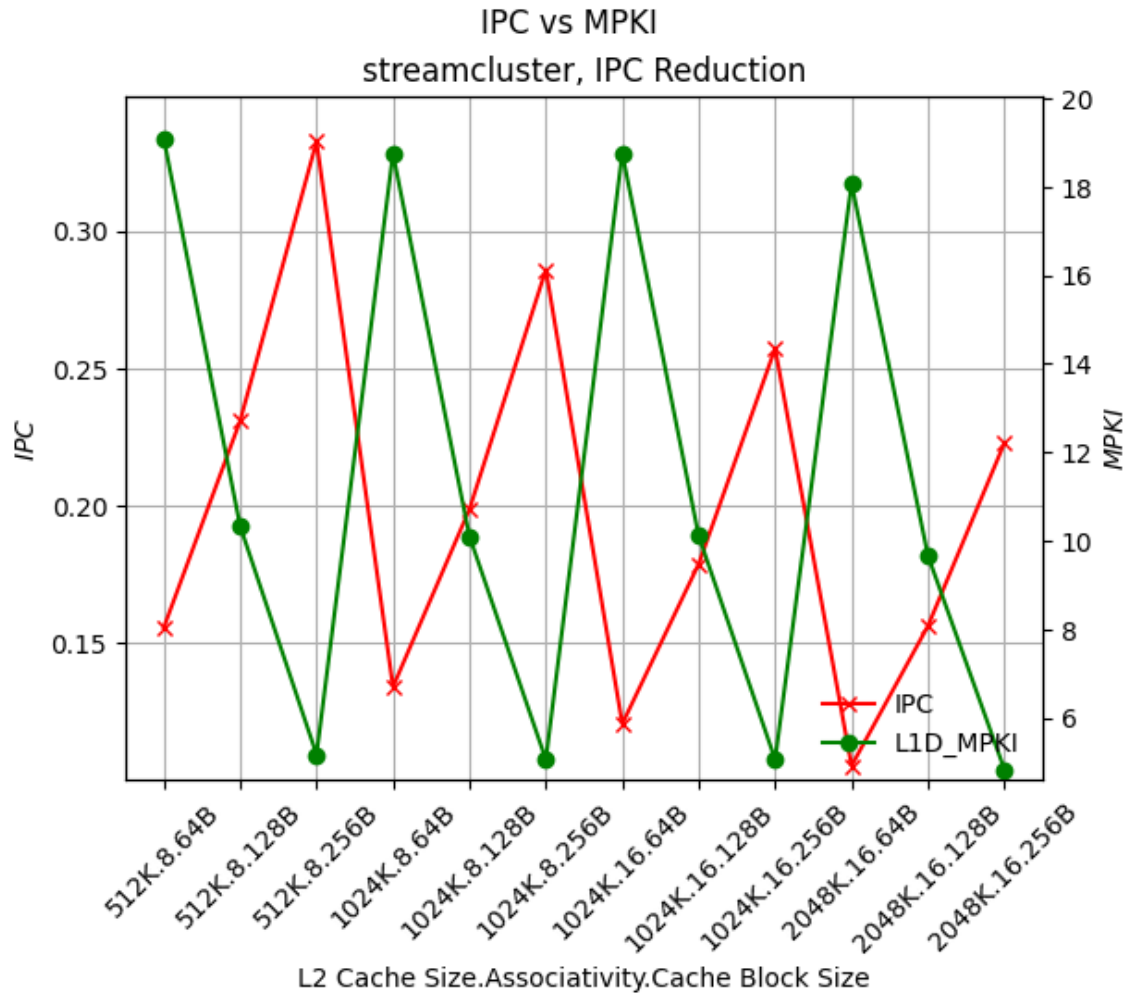
Βέλτιστος συνδυασμός: (512K.8.256B)

SWAPTION



Βέλτιστο συνδυασμοί: (512K.8.64B), (512K.8.128B), (512K.8.256B)

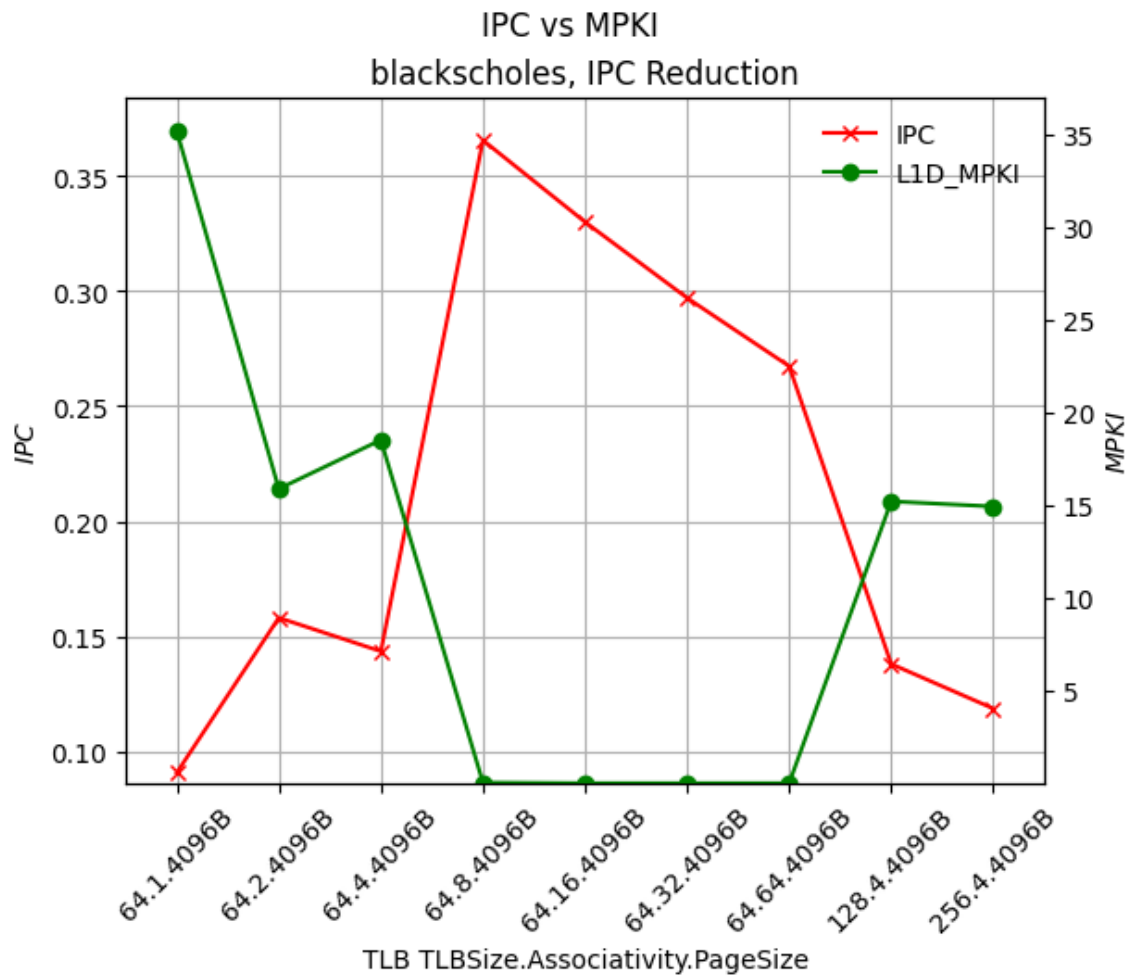
STREAMCLUSTER



Βέλτιστος συνδυασμός: (512K.8.256B)

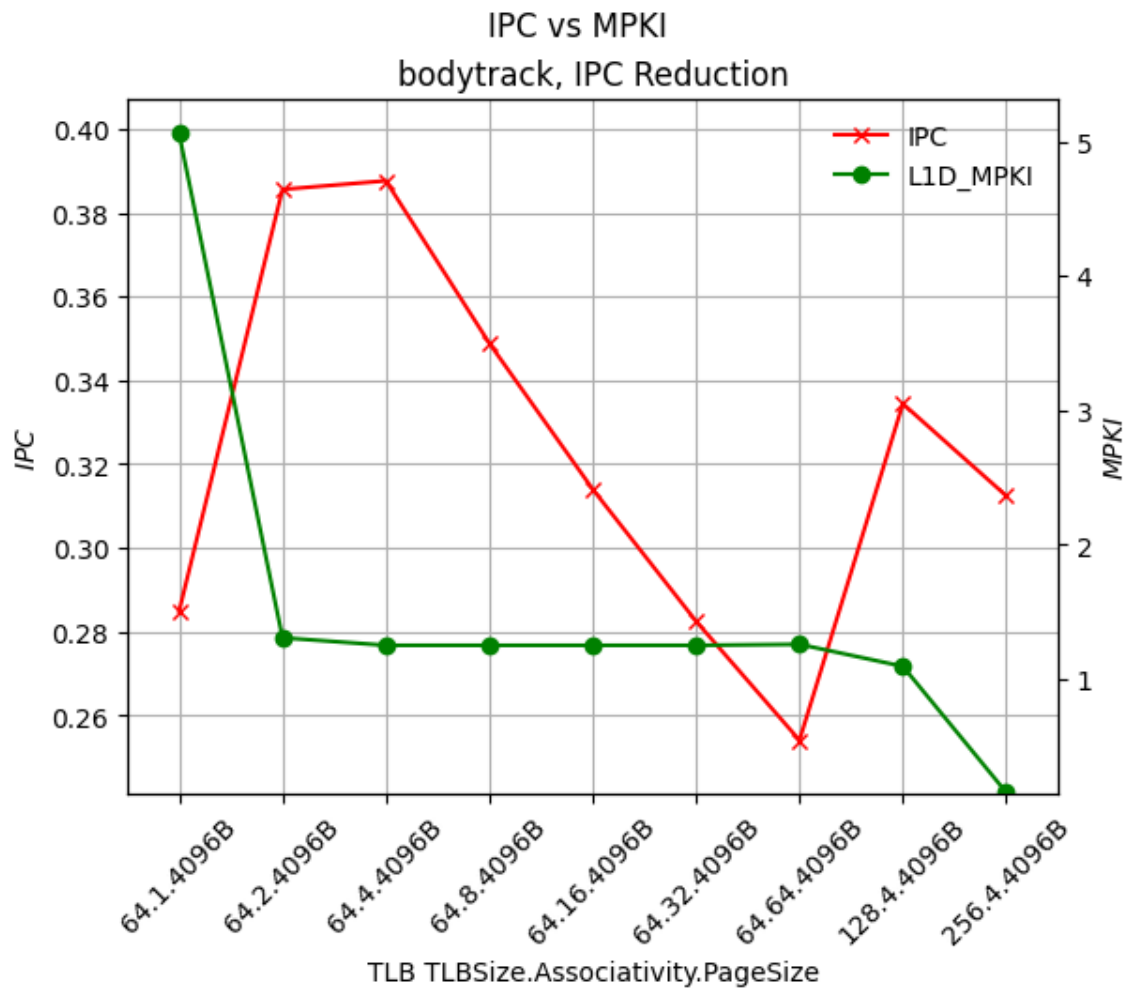
7.2.3 TLB

BLACKSCHOLE



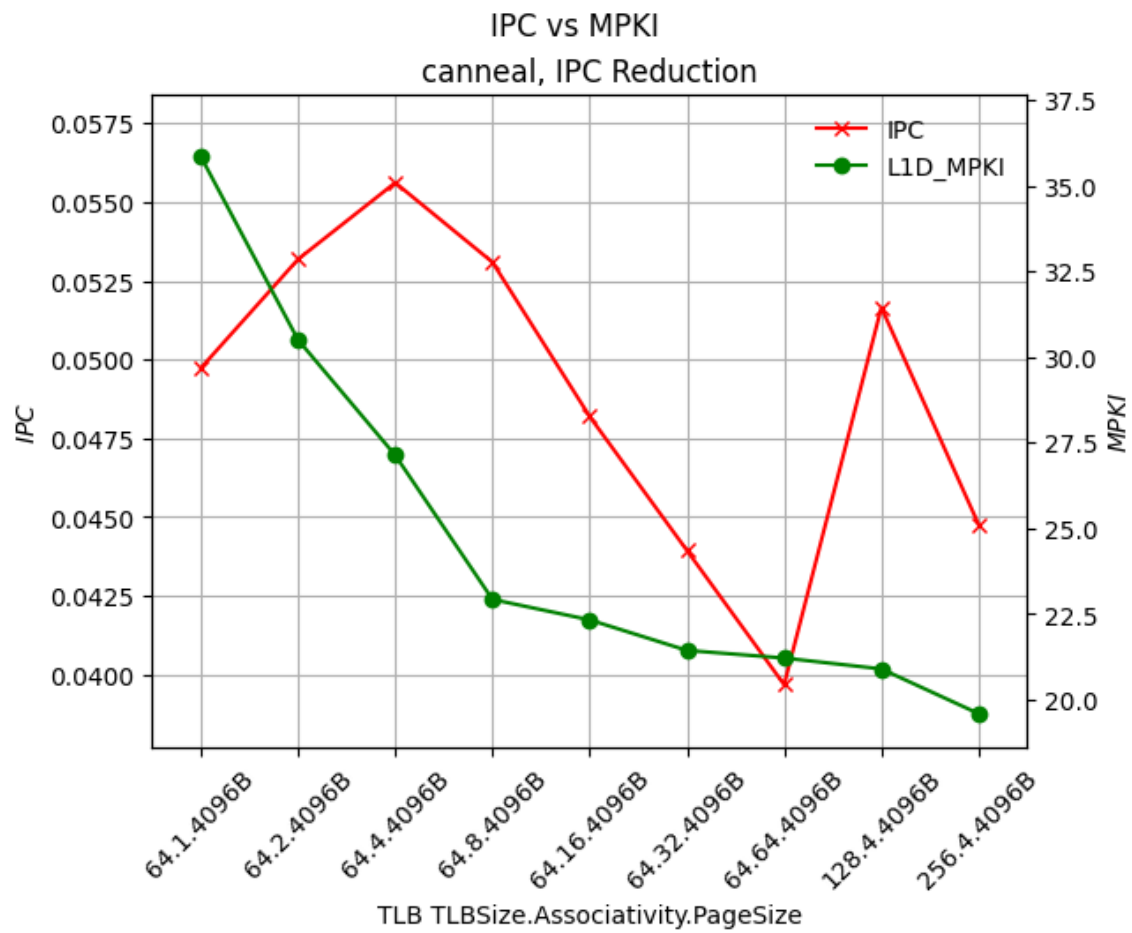
Βέλτιστος συνδυασμός: (64.8.4096B)

BODYTRACK



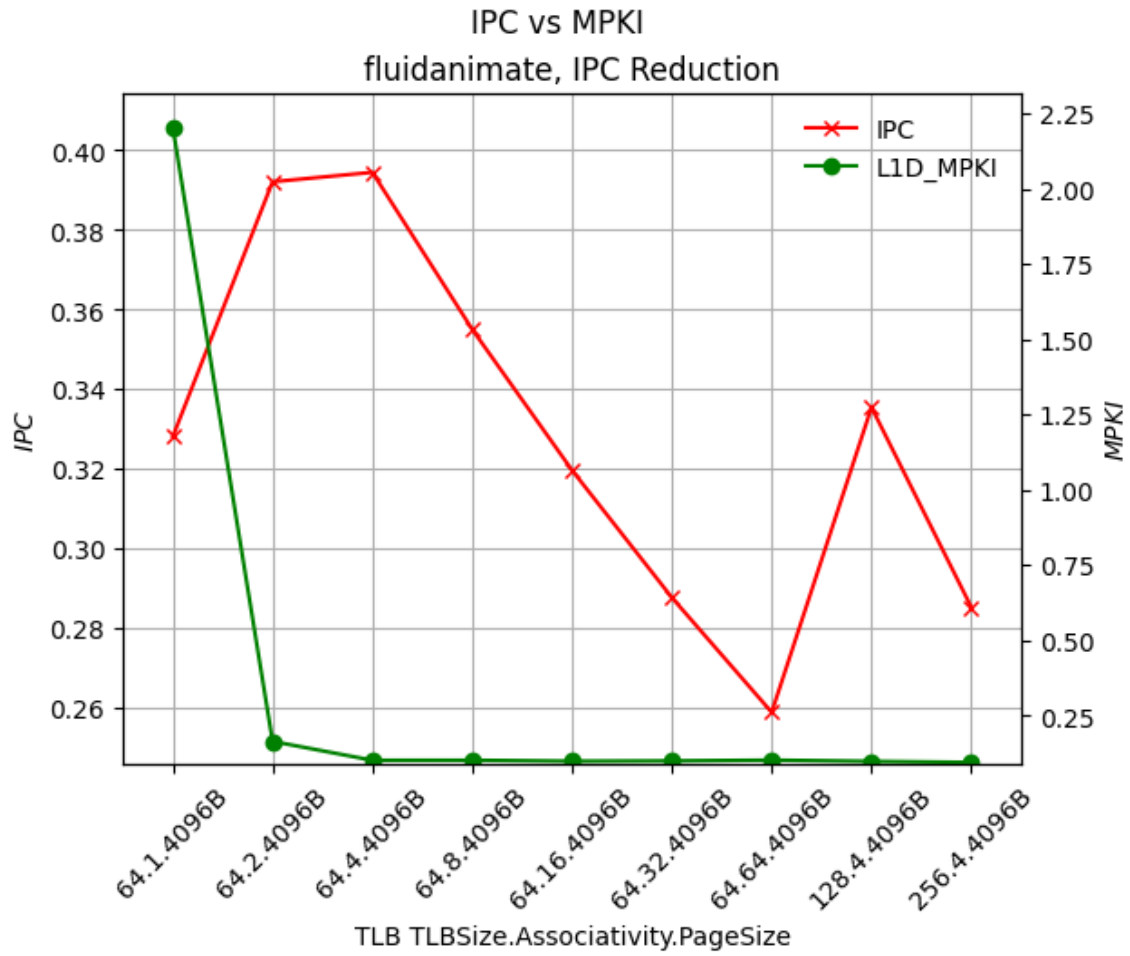
Βέλτιστος συνδυασμός: (64.4.4096B)

CANNEAL



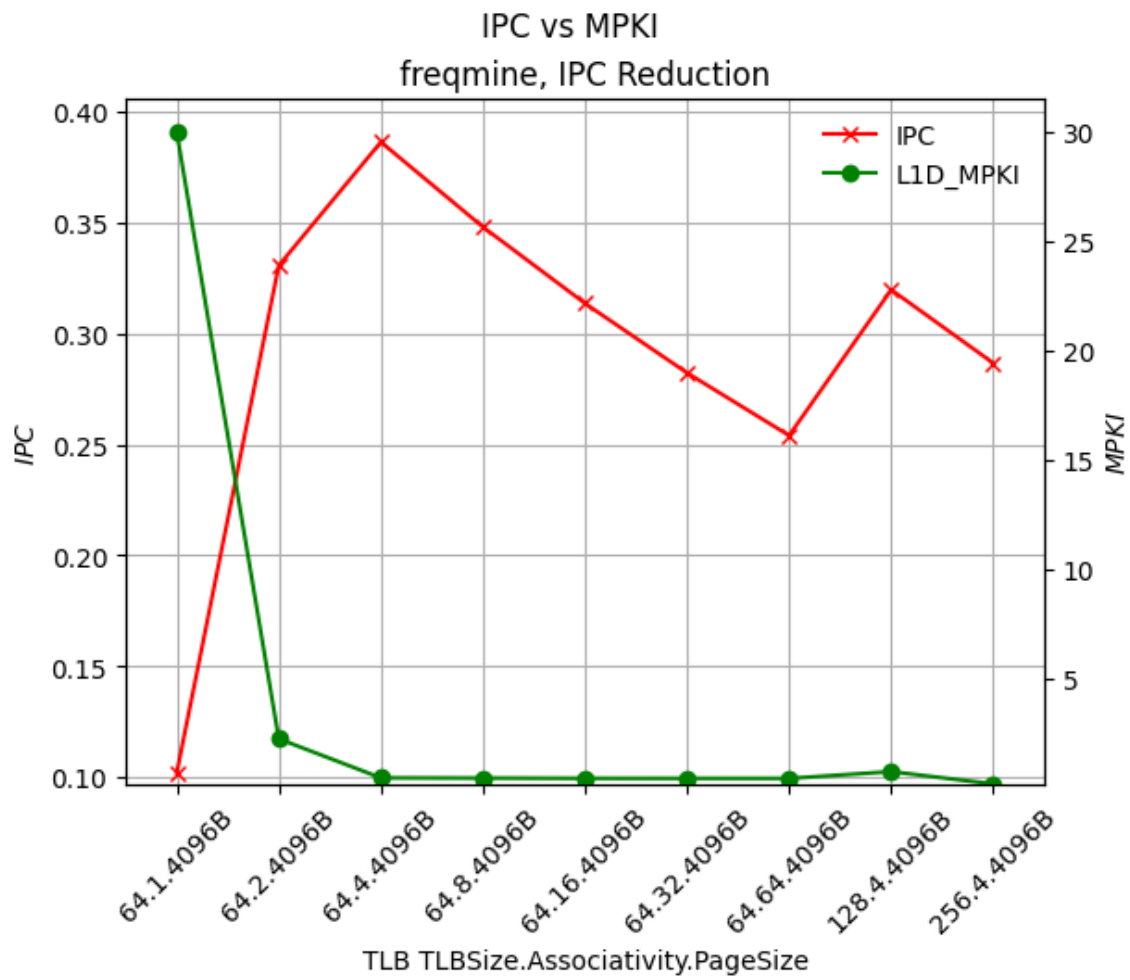
Βέλτιστος συνδυασμός: (64.4.4096B)

FLUIDANIMATE



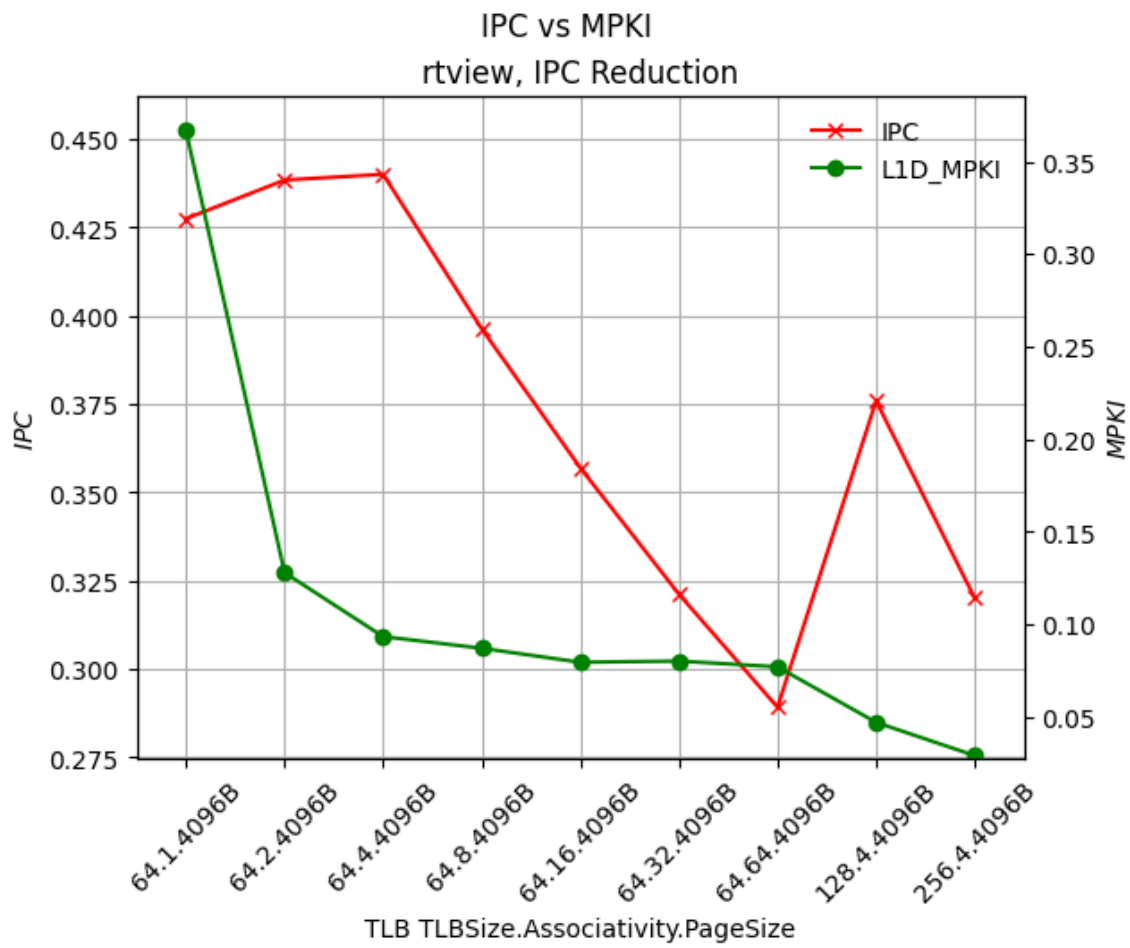
Βέλτιστος συνδυασμός: (64.4.4096B)

FREQMINE



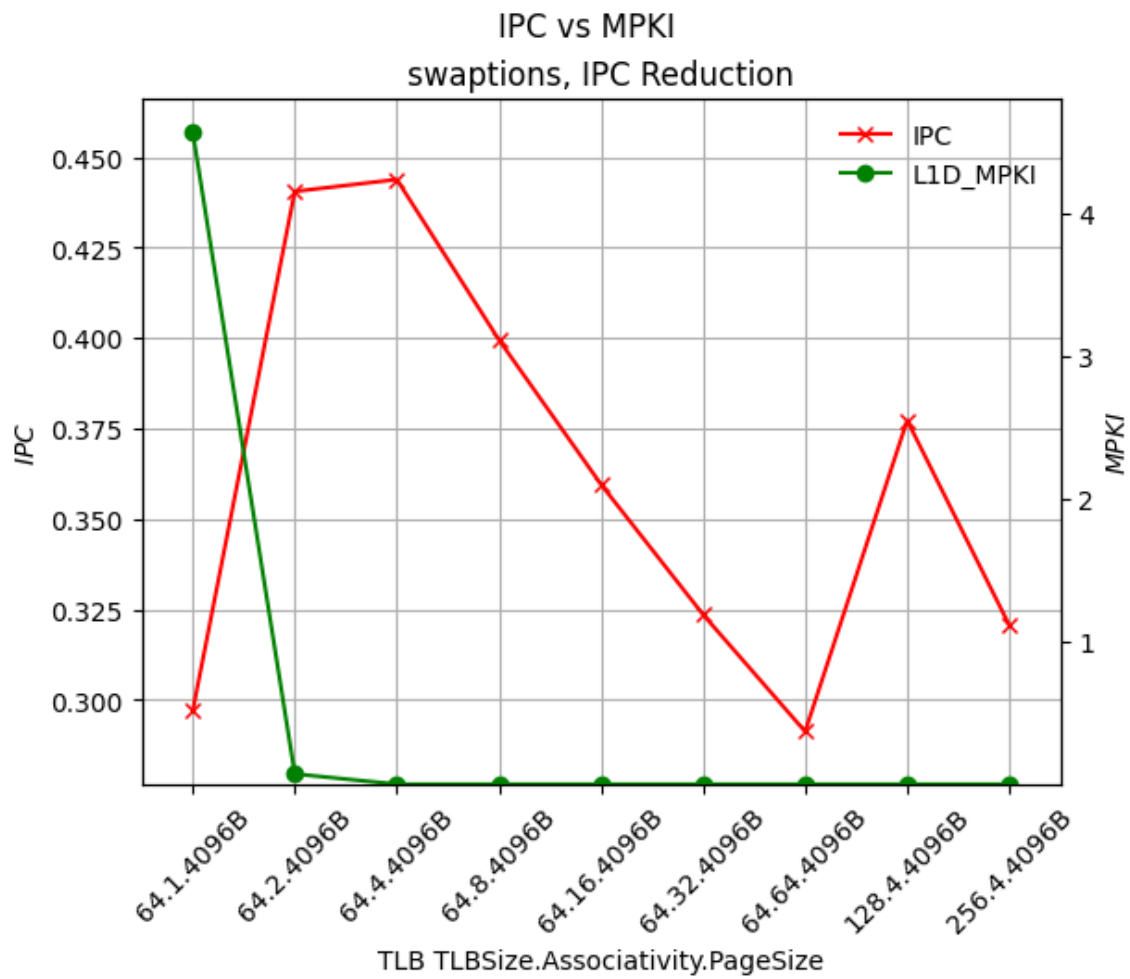
Βέλτιστος συνδυασμός: (64.4.4096B)

RTVIEW (RAYTRACE)



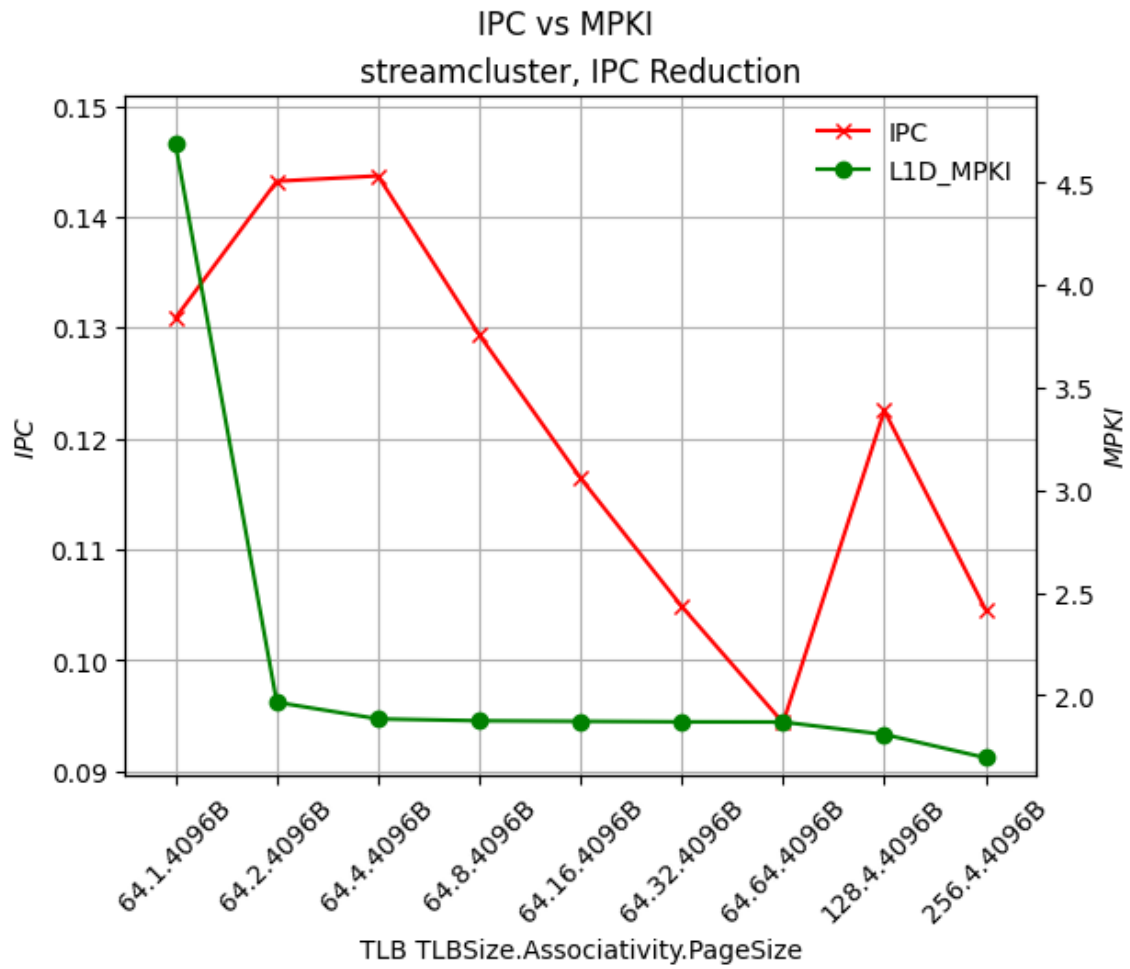
Βέλτιστος συνδυασμός: (64.4.4096B)

SWAPTIONS



Βέλτιστος συνδυασμός: (64.4.4096B)

STREAMCLUSTER



Βέλτιστος συνδυασμός: (64.4.4096B)