

가 , 1 (100) (11) , (11
) , 2 (102) , (11
 ,

3

, , BPT, , ,

, 1 2 (branch prediction table)

(pipelining)
(cascaded stage)

(" ")

가 가
1 1 가

, IP(instruction pointer)

IP

(non-sequential)

" (branch)"

가

(branch instruction)

가 (spell-checking)

가

가

IP

가

가

가

가

가

(idle)

(flush)

(bubble)

ble)

가

(take)()

가

(-

1),

, IP

1

" "

IP

가 가

(

), IP가 IP 가 .
 , 가 , 가 가 .
 (BTB) IP , IP
 IP 가 , BTB , 가 , IP
 가 (, " " .
 (restearing) 가 ,
 가 (tradeoff)가 .
 BTB (workloa
 d) (older) (overwrite) BTB가 ,
 가 가 가 가
 가 가 가 , 가 (locality) 가
) (latency) ,

(branch predictor)가 IP . 1 IP ,
 2 (,) , 2
 가 . 가 .

1
 2
 3 2
 1 2 가 가 (I
 P) IP . 1 (L1) (BPT) 2 (L2) BPT IP
 - (multi-way set associative) , L1 BPT (associative)(,
 , L2 BPT - (direct-mapped)
 L1 BPT가 (tagging) , 가 L1 BPT
 . L1 BPT - L2 BPT , L2 BPT L2 BPT
 , L2 BPT 가 L2 BPT , L1 BPT가 L2 BPT L1 BPT
 , L2 BPT L1 BPT " (back-up)" , 가 가
 가 가 L1 BPT L2 BPT ,
 가 가 가 , L2 BPT

IP 가 L1 BPT (L1 BPT " (hit)"),
 가 L1 BPT (, IP " (mis
 s)"), IP (L1 BPT " (mis
), L2 BPT 가 .
 , 가 , L2 BPT .
 2 .
 1 .
 (205) , L1 L2 IP
 . L1 BPT , L2 BPT -
 , L1 BPT L2 BPT , L1 BPT L2 BPT
 . L1 BPT가 , L1 B
 PT 가 가 가
 1 (210) , IP L1 BPT 가 , L1 BP
 T 가 (215) , IP L1 BPT 가 , 가
 (taken)() 가 , 가
 , (220) , IP TAC RSB 가
 (not taken) , (225) (L1 BPT), 1 (230) , IP 가
 , L1 BPT 가 (230) 가 가
 , (230) 가 가
 (230) , 1 (235) , 가 가 , (240) , 가
 , 가 (250) , 가 (sta
 tic) (260)가 , 가 가 , (235) (250) (255)
 , 가 (dynamic) , 1 (255) , IP
 L2 BPT 가 가 (265) , IP 가 , TAC, RSB(
 , 가)
 , 가 (240) , 가 .
 , 가 1 (260) , 가 (2
 65) , 가 , (240) (2)
 , 1 (220) (225) (240) (265)
 2 .
 10) (incrementer)(20), 1 (L1) (21) 2 (L2) , IP ((22) IP
 IP 1 IP (10) . IP (20) ,
 L1 (21) IP (11) . IP (21)가 IP
 IP (11) , IP가 - , L1 (21) IP
 L2 2 IP (10) . IP (11) .
 L2 (22) IP 가 IP , L2 (2
 2)가 IP (11) , IP가 - , L2
 (22) IP IP 3 IP (10) , L2
 10) 3 (22)가 , IP (11) L2 (22) L1 (21) , IP ((21) L2 IP
 , (20) IP 가 (10) IP

가 , L2 . L1 (10) (22) (21)가 IP , L1 (21) (22)가 IP IP

IP " IP " IP IP IP 1

3 , 가 2 L1 (21) L2 (22) . 3

L1 BPT(100) , L2 BPT(102)

가 IP . L1 BPT(100) 가

가 . L1 BPT(100) 가

(local history prediction algorithm) L1 B

PT(100) , 2 (bimodal))가 L1 BPT(100) (

L1 BPT(100) , 가

3 L1 BPT(100) . L1 BPT(100) 512

가 , 2K

IP 가 3 L1 (21) IP L1 BPT(100)

(TAC)(101) / (H/M) (121) AND (144) 가 L1 BPT

1 BPT(100) / (H/M) (121) 가 L

L1 BPT(100) 가 , L1 BPT(100) 가 가 (121)

aken signal) , L1 BPT(100) 가 AND (144) (t

가 T/N (122) , L1 BPT(100) 가 (not taken)

가 , L1 BPT(100) R/NR(return/not return) (143) 가 , L1 BPT (106) 가

가 , L1 BPT(100) R/NR (143) (not return) 가

(144) IP (11) 가 , L1 BPT가 가 , AND

가 , AND (144) , AND (144)가

(106) , IP 가 (106) / (R/NR) (143)

(RSB)(142) , (143) 가 가 (106) , IP

(10) (106) (10) TAC(101) (106) (123)

IP (10) / TAC(101)

3 L2 BPT(102) , L2 (22) (109)

가 . L2 BP

T(102) 가

L1 BPT(100) . L2 BPT(102) , L1 BPT(100)

3 L2 BPT(102)

2 , L2 BPT(102) 2

2 , L1 BPT(100)

2

) , L1 BPT(100) 4 8² , L2 BPT(102)
 , , L2 BPT(102) 8K 2K) 가
 . L2 BPT가 (retirement) L2 BPT () 가
 IP 3 L2 BPT(102) 가 T/NT (126)
 (107) . L2 BPT(102)가 - IP , IP
 가 가 IP , L2 BPT(102) 가
 (103) 3 IP (10) IP (104) 가 ,
 가 (104) , (104) 가 ,
 가 (129) AND 가 (108) 가 () , 가 B/NB
 (130) (104) (109)
) 가 , 3 가 (104) 가
 , S/D (127) , (107) ,
 T/NT (128) (107) (107)
) 가 , L2 BPT(102) (/
 , S/D (127) 3 (107) 가 가
 , T/N (126) L2 BPT(102) / 가 T/N
 , (107) 가 가 L2 BPT가 ,
 (128) (104) / . L2 BPT가 ,
 가 , L2 BPT 가 () S/D (127)() (ANDin
 , L2 BPT(102) H/M () S/D (107)
 g)((NANDing)) , AND (108) , IP 가
 , 3 B/NB (129) AND (108) , AND (108)
 AND (141) , AND (108)
 . AND (141) L1 BPT(100) / (121)
 . AND (108) , L1 BPT 가 , AND (141)
 가 IP (11) , L1 BPT(100) (early) L2 BPT(102)
 (late) , AND (108)
 , L1 BPT(100) 가 , AND (141) IP (11)
 3 (109) R/NR (140) (104) / , H/M
 (150) TAC(101) / (104) (109)
 , R/NR (140) , 가 (109)
 (109) (RSB)(142) , IP (L1 (21)
 RSB) (109) , H/M (10) ,
 (140) , 가 ()가 , H/M (150)
 , TAC(101) 가 , TAC(101) (109)
 , (104) , (130) (109)
 , IP (109) 가
 (102) , 가 , L1 BPT(100) L2 BPT
 , IP 가 L1 BPT , 가

, L1 BPT IP

(57)

1.

(IP) , 1 1 (BPT);

IP 2 BPT 2

, 2

2.

1 1 BPT (tagged) , 2 BPT

3.

1 1 BPT , 1 BPT가 가 , IP

4.

5.

6.

1 2 BPT , 2 BPT가 가 , IP

7.

1 2 BPT 1 BPT

8.

1 1 BPT 1 , 2 BPT 1

2

9.

(IP) ; 1 1 1
(BPT); 2 2 2
IP BPT; IP

10.

9 ,

IP , 1

11. 10 1 BPT 가 (hit)가 ,

12. 9 IP , ,

13. 12 2 BPT 가 가

14. 9 , 2 2 1 1 2 4 가

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21.

22.

23.

24.

25. , 1 2 ;

, , 1 1 1 2 1 ;

1 2 2 ;

2 2 ;

26. 25 1 , 1 1 1

26 27. , 2 2 2 2

25 28. , 1

28 29. , 2

25 30. , 1 2

25 31. , 1 2 1 2

32. 1 ; 1 1 1 2 2 ; 2 2

32 33. , 1

33 34. , 1 2

32 35. , 1 2 가

32 36. , 1 2

32 37. , 1 2 1

1 38. , 1 1 1 2 ; 2 2 2 2 ; 2

39.

38 1 , 1 1 1

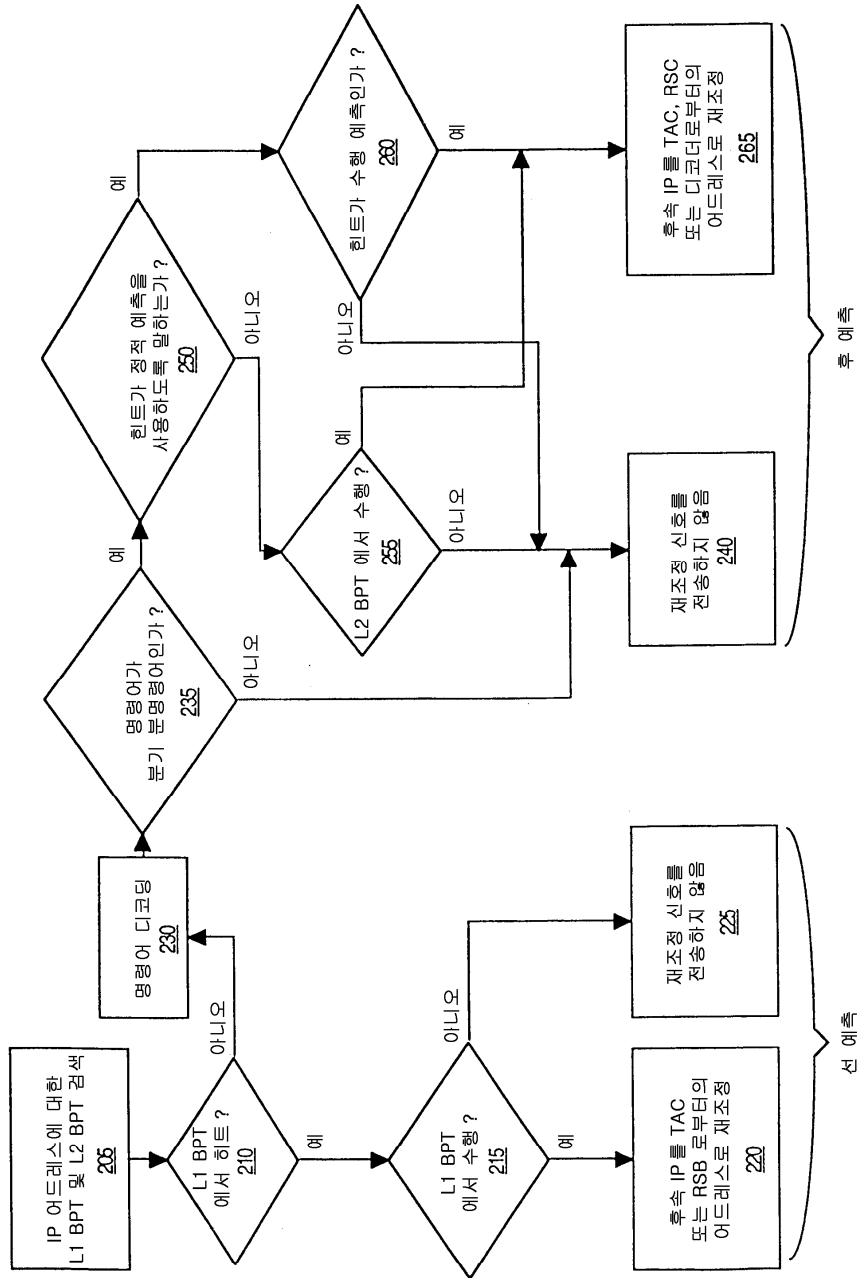
.
40.
39 2 , 2 2 2

.
41.
38 , , 1

42.
41 , 2

.
43.
38 2 , 1 2

44.
38 1 , 1 , 2 1
2



2

