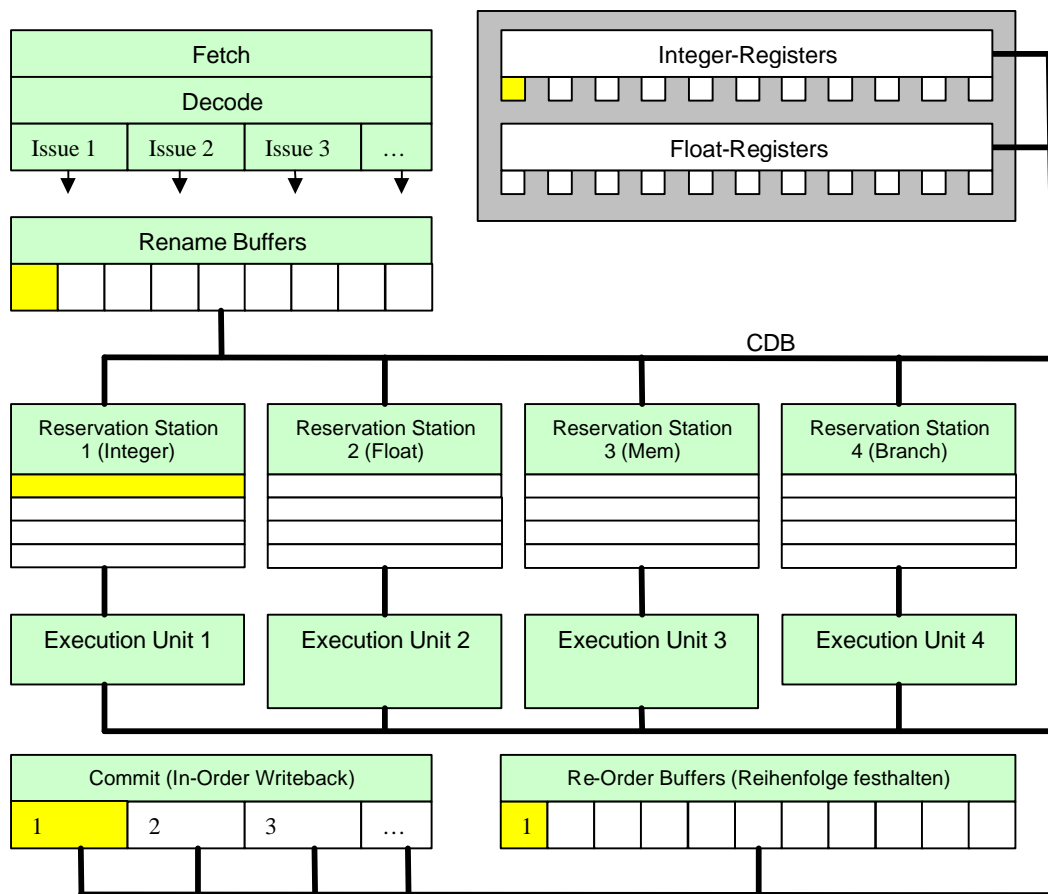


Die einzelnen Einheiten eines Superskalaren Prozessors am Beispiel des SatSim



Fetch

- Stellt der I-Cache einen miss fest, wird dies Rot dargestellt
- Falls kein Cache-Miss auftritt und die Decode Einheit vollständig leer ist, wird eine neue I-Line geholt
- Falls die Decode-Einheit nicht vollständig leer ist, wartet die Decode-Einheit bis sie es ist
- Instruktionen werden geholt, bis das Ende der Fetch Line erreicht ist ($\text{Adress mod superskalarfaktor} == 0$)
- Ein Sprung wird genommen, wenn die Adresse bei einem Anderen Wert als 4 Byte springt

Decode

- Hier werden nicht benötigte Befehle aus der Fetch-Einheit entfernt
- Befehle werden dekodiert und die Ziel- und Quellregister bestimmt
- Die dekodierten Informationen werden an die Issue-Stufe weitergegeben
- Im Simulator werden die Befehlsnummer und Befehlsadresse angezeigt
- Es werden so viele Befehle an die Issue-Stufe übergeben, wie dort Platz vorhanden

Issue

- Sendet In-Order soviel Befehle zu den Reservation Stations wie möglich
- Der erste Befehl, der nicht ausgesendet werden kann, blockiert die Issue-Einheit
- Falls dies passiert, wird ein Shift-Left angewendet, um Platz für andere Befehle zu machen

Ein Befehl wird zu einer zum Befehlstyp passenden Reservation Station ausgesendet.

Er kann aber nicht ausgesendet werden, falls

1. ein Befehl des selben Typs bereits in diesem Befehlszyklus zu jeder möglichen RS gesendet wurde,
2. alle zum Befehlstyp passenden Reservation Stations bereits gefüllt sind,
3. der Befehl ein Architekturregister modifiziert, aber keine Renameregister mehr frei sind
4. oder falls keine Plätze im Reorder-Buffer mehr frei sind

Ausgesendet wird ein Befehl, wenn

1. der Befehl ein Zielregister besitzt und ein Platz im Rename Buffer referenziert wurde (wird über gleiche Farben im Simulator visualisiert),
2. der Befehl ein Zielregister besitzt und die nun eingefärbte Befehlsnummer im Register mit dem Registerfile referenziert wurde (notwendig, daß später folgende evt. abhängige Befehle wissen, aus welchem Rename Buffer Eintrag sie ihre Informationen erhalten können)
3. alle Befehle im Reorder Buffer eingetragen wurden
4. der Befehl einer Reservation Station übergeben werden kann

Falls ein Befehl ausgesendet wird und alle Quelloperanden sofort verfügbar sind und die Execution Unit keine anderen Befehle seiner RS erhält, wird der Befehl direkt zur Execution Einheit gesendet, anstatt erst einer RS zugewiesen zu werden.

Register File

- zeigt den momentanen Rename-Status jedes reellen Registers
- falls ein Register durch Renaming umgeleitet wurde, wird dies durch die eingefärbte Befehlsnummer im Registerfile visualisiert
- die Farbe ist die, die in der dazugehörigen Reservation Station verwendet wurde

Rename Buffer

- leere Felder sind unbenutzte Rename-Felder
- Wird ein Eintrag benutzt, steht darin die Befehlsnummer und die Nummer des richtigen Registers
- Ist das Feld noch einfärbt, so ist die Instruktion noch nicht beendet
- Falls ein Feld schwarz markiert ist, wurde es gerade über den CDB gebroadcastet aber noch nicht committed (d.h. noch nicht in die richtigen Register zurückgeschrieben, denn dann ist es weiß)

Reorder Buffer

- Hier wird die Befehlsnummer aller "out-of-order"-Befehle gehalten
- Falls die Befehlsnummer weiß angezeigt wird, wurde der Befehl abgeschlossen und wartet nur noch auf das commit

Reservation Stations

- Halten alle Befehle, welche auf ihre Ausführung warten oder gerade in Ausführung sind
- Im Simulator wird die eingefärbte Befehlsnummer und die Quelloperanden angezeigt
- Falls keine Nummer angezeigt wird oder alle Nummern nicht mehr eingefärbt sind, dann stehen der RS alle notwendigen Operanden zur Verfügung und kann ausgeführt werden
- Befehle bleiben solange in der Reservierungsstation, bis die Ausführung abgeschlossen wurde
- Falls alle Operanden mehrerer Befehle gleichzeitig vorhanden sind, wird nacheinander die älteste Operation ausgeführt (da nur eine Execution Unit pro Reservation Station existiert)

Execution Pipelines

- Die Execution-Units zeigen den Fortschritt des Befehls in der Exec-Pipeline
- Ergebnisse werden im gleichen Zyklus über den CDB gebroadcastet, in dem der Befehl die Pipeline verläßt
- So können alle auf das Ergebnis wartenden Befehle einen Takt später ausgeführt werden

Commit Stage

- Hier werden die Nummern aller Befehle gezeigt, welche in diesem Takt committed werden
- Der Superscalarfaktor gibt an wie viele Befehle pro Takt zurückgeschrieben werden können
- Befehle werden in-order, wie sie gelesen wurden, zurückgeschrieben

Folgendes wird nach einem Commit gemacht

1. der Befehl wird aus dem Reorderbuffer entfernt und kann noch im gleichen Takt durch die Issue-Station neu gefüllt werden
2. Falls der Befehl ein Rename-Eintrag benutzt hat, wird dieser dort entfernt und kann auch noch im gleichen Takt von einem neuen Befehl verwendet werden
3. Falls der Befehl der zuletzt auf dieses reale Register „renamed“ wurde, wird das Ergebnis zurückgeschrieben

Quelle:

Mark Wolff
SATSim Trace Simulator (SATSim.pdf)

<http://www.ece.gatech.edu/research/pica/SATSim/satsim.html>