

# Computer Organization and Architecture

بفضل الله بعد هذا الكتاب ستكون قادر على شرح وظائف الكمبيوتر وهيكل الكمبيوتر بطبع تستطيع ان تلتحق بهذا الكتاب بعد دراسة المنطق الرقمي قمنا بشرحه هنا :

رابط يوتيوب

رابط كتاب الديجيتل لوجيك

رابط بالانجليزي :

وسنقدم لمحة عامة عن تطور تكنولوجيا الكمبيوتر من اجهزة كمبيوتر الرقمية المبكرة الى احدث المعالجات الدقيقة وسنقدم لمحة عامة عن تطور بنية x86 .

## Organization and Architecture

عند وصف اجهزة الكمبيوتر غالبا ما يتم التمييز بين معمارية الكمبيوتر وتنظيم الكمبيوتر

(Computer Organization & Computer Architecture) .

صعب للمبتدئ فهم المصطلحات التي في الاعلى بالشكل الكامل او يقوم بتعريفها او وصفها بطريقة ما لكن لنبدأ.

الـ Computer architecture او معمارية الحاسب او الكمبيوتر تشير الى سمات النظام المرئية للمبرمج او بعبارة اخرى هي تلك التي لها تأثير واضح يمكن ان يراه المبرمج او يوجد لها تأثير مباشر على البرنامج.

المصطلح او الطبقة الذي غالبا يستخدم لتبديل بين الـ Organization and Architecture هو الـ instruction set architecture (ISA) جميل ما هو الـ ISA هو يحدد تنسيقات التعليمات و اكواد تشغيل التعليمات والسجلات وتعليمات وذاكرة البيانات

instruction formats, instruction opcodes, registers, instruction and data memory . تأثير التعليمات المنفذة على السجلات والذاكرة وخوارزمية للتحكم في تنفيذ التعليمات (instruction execution) .

وماذا يقصد في Computer organization يقصد الـ operational units وترابطاتها التي تحقق المواصفات المعمارية مثل الـ CPU , I/O , Busses etc.. .

مثال على سمات الـ architectural تتضمن الـ Instruction set و عدد البتات المستخدمه لتمثيل انواع البيانات (bit's) المختلفة مثل الـ numbers, characters الخ و I/O mechanisms و تقنيات التي تعمل على addressing memory .

بالنسبة لـ Organizational سماته تتمثل تفاصيل الاجهزة الـ Hardware مثل الـ control signals و Peripheral Interfaces و تقنيات الذاكرة المستخدمة.

مثال جميل جدا مثال مشكلة تتعلق في معمارية الكمبيوتر Computer architecture مثل اذا راح يكون عندو multiply instruction او تعليمة ضرب هذا الشيء يعود الى معمارية الحاسب.

اما من ناحية مسألة التنظيم organizational كيف سيتم تنفيذ هاذي تعليمة الضرب بواسطة multiply unit او mechanism اخرى.

قد يعتمد القرار التنظيمي على anticipated frequency لاستخدام تعليمات الضرب كل هذا يعتمد على سرعة بين الطريقتين من اسرع وحسب الاهداف التكلفة الحجم الفيزيائي للقطعة . multiply unit

الكثير من شركات المصنعة لـ computer models جميعها بنفس الـ architecture لكن الفرق الجوهرى يكون في الـ organization .

قد تمتد بنية معينة architecture لكن يتغير تنظيمها (organization) بشكل مستمر مع تغير التكنولوجيا.

مثال على ذلك كمبيوتر من شركة IBM يسمى IBM/370 SYSTEM بنية الكمبيوتر تم انشاؤها في 1970 ويمكن للعميل ذو متطلبات متواضعة شراء نموذج ارخص وابطأ ويمكن ترقيةه لكن البنية باقية.

# Structure and Function

الكمبيوتر هو نظام معقد تحتوي اجهزة الكمبيوتر الجديدة على ملايين المكونات الالكترونية الاولى كيف يمكننا وصفها بوضوح ؟ الجوهره هو في تعرف على الطبيعة الهرمية لمعظم الانظمة المعقدة الـ نظام الهرمي او hierarchical system عبارة عن مجموعة من الانظمة الفرعية المترابطة كل منها بدوره حتى نصل الى ادنى مستوى من النظام الفرعي الاول.

طبيعة الانظمة المعقدة تميز بانظمتها الهرمية المفصلة وتدرجاتها وهذا تصميم اساسي الهرمي لوصفها مثل مجموعة من مكونات ووصف هاذي المجموعات.

كل مستوى جديد المصمم يهتم بالهيكل والوظيفة (Structure & Function) :

- Structure : طريقة التي تترابط بها المكونات.
- Function : تشغيل كل مكون كجزء من الهيكل.

سنقوم بوصف الكمبيوتر من الاعلى الى الاسفل.

نبدأ بالمكونات الاساسية للكمبيوتر ونصف هيكلها ووظيفتها وننتقل الى الطبقات الادنى من التسلسل الهرمي .

# Function

بشكل عام يوجد هناك 4 وظائف يمكن للكمبيوتر القيام بها منهم :

## Data processing

يمكن للبيانات ان تاخذ العديد من الاشكال ومتطلبات للمعالجة متنوعة ومع ذلك سنرى عدد قليل من التقنيات والاساليب لتعامل مع معالجة البيانات ممكن ان تكون هاذي البيانات على هيئة صور نصوص, فيديوهات, ملفات الخ وتتكون معالجتها انه يتم قراءتها وتحليلها وتخزينها ونقلها الخ الخ.

## Data storage

حتى اذا كان الكمبيوتر يعالج البيانات بسرعة بمعنى تاتي البيانات وتتم معالجتها ثم تخرج النتائج فورا فيجب على الكمبيوتر تخزين اجزاء البيانات التي يتم العمل عليها مؤقتا على الاقل في اي لحظة وبالتالي هناك على الاقل وظيفة لتخزين البيانات على مدى القصير (short-term) . وايضا يوجد وظائف تقوم بحفظ البيانات على مدى الطويل (long-term) بنفس الاهمية. يتم تخزين ملفات البيانات على الكمبيوتر لاسترجاعها وتحديثها لاحقا.

ومثال على ذلك المدى القصير مثل البيانات التي تكون في العمليات البرامج التي الان يتم معالجتها وتشغيلها وطويل المدى مثل الملفات التي تكون على الهارد ديسك مثل الصور والبرامج.

## Data movement

في نظام التشغيل في الكمبيوتر البيانات تعمل على حالتين ان تكون مصدر (source) او مكان تتجه اليه (destination) للبيانات.

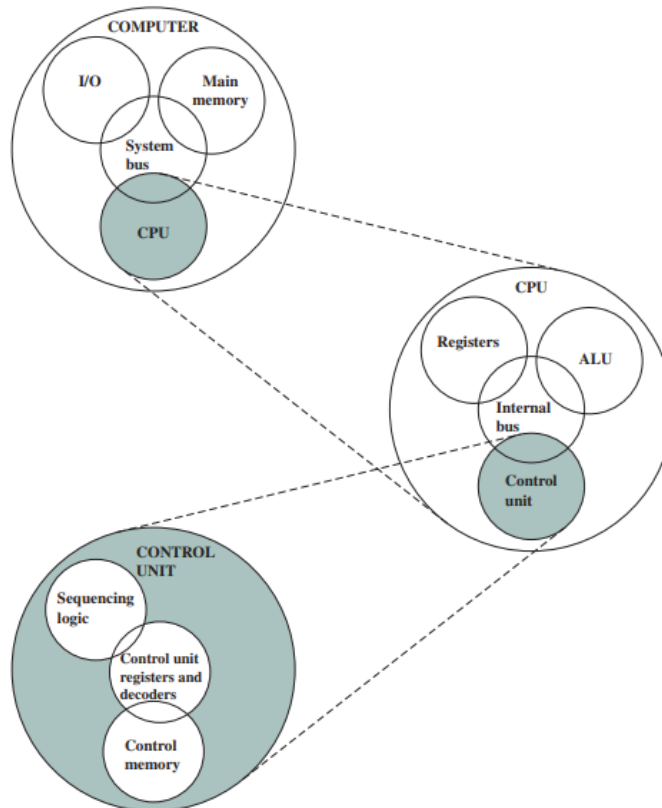
عندما يتم استلام البيانات من او تسليمها لجهاز اخر متصل مباشرة في الكمبيوتر تعرف هاذي العملية باسم input-output (I/O) الادخال والاخراج ويشار الى جهاز على انه جهاز peripheral .

## Control

داخل الكمبيوتر تقوم وحدة التحكم (control unit) بادارة موارد الكمبيوتر وتنسيق اجزائه الوظيفية واستجابة لتعليمات.

## Structure

اي ذو عقل مفكر سيعلم انه ما نتحدث عنه هو مجرد رؤوس اقلام وفقط بنية عامة للكمبيوتر.  
نبدأ بجهاز كمبيوتر تقليدي جدا يوجد لديه معالج واحد فقط يستخدم microprogrammed control unit بعدها سنقوم بفحص multicore structure .



الصورة هاذي توضح كمبيوتر بسيط ذو معالج واحد ويبين internal structure او البنية الداخلية للكمبيوتر التقليدي احادي المعالج.

هنالك اربع مكونات اساسية رئيسية في الـ COMPUTER :

### Central processing unit (CPU)

يتحكم في تشغيل الكمبيوتر ويؤدي وظائف معالجة البيانات الخاصة به ويشار اليه باسم الـ processor .

### Main memory

يقوم بتخزين البيانات.

## I/O

مهمتها نقل البيانات بين الاجهزة في الكمبيوتر و اجهزة خارجية.

## System interconnection

بعض الاليات التي توفر الاتصال بين CPU و Main Memory و I/O .

مثال على ذلك في الـ system interconnection هو الـ system bus الذي يتكون من عدة اسلاك الموصلة التي تتصل بها جميع المكونات الاخرى.

هنالك اربع مكونات اساسية رئيسية في الـ CPU :

## Control unit

تتحكم في تشغيل الـ CPU ومن ثم الكمبيوتر.

## Arithmetic and logic unit (ALU)

ينفذ وظائف معالجة البيانات بالكمبيوتر مثل تقوم بعمل عمليات حسابية على ضرب والقسمة والجمع والطرح بغض النظر عن الطريقة يوجد العديد من طرق يتم استخدامها في المنطق الرقمي يمكن ان تقوم بالعودة الى موسوعة رحلتي من تغميس الشاي الى البروسييسور التي قمت بكتابتها للباحثين عن المعرفة ثم اذهب الى الـ Digital Logic ستري كيف تعمل الـ ALU الرابط .:

## Registers

توفر مساحة تخزين داخلية لـ CPU مثل يقوم بتخزين معلومات البرنامج التي يتم تنفيذه وكل شيء ينفذ في البرنامج يتم تخزينه اولاً في احد الـ Registers الموجودة مثال البرنامج يقوم بعمل  $1 + 1 = 2$  كل ذلك يجب ان يمر ويخزن في وقت ما في الـ Registers الرابط لشرح اكثر : .

## CPU interconnection

بعض الاليات التي توفر الاتصال بين الـ control unit, ALU, and registers .

## multicore computer structure

كما ذكرنا الاجهزة الجديدة هي متعددة النواة.

عندما تتواجد جميع هاذي المعالجات على شريحة واحدة يتم استخدام مصطلح multicore computer وكل processing unit ( , registers, ALU, control unit ) consisting of and perhaps cache . core يكون اسمها .

لتوضيح :

## Central processing unit (CPU)

هذا الجزء من الكمبيوتر هو الاساسي بحيث يقوم بجيب التعليمات (instructions) وتنفيذها وهو يتالف من ALU , Control Unit & registers .  
المعالج احادي المعالج غالبا ما يكون اسمة processor .

## Core

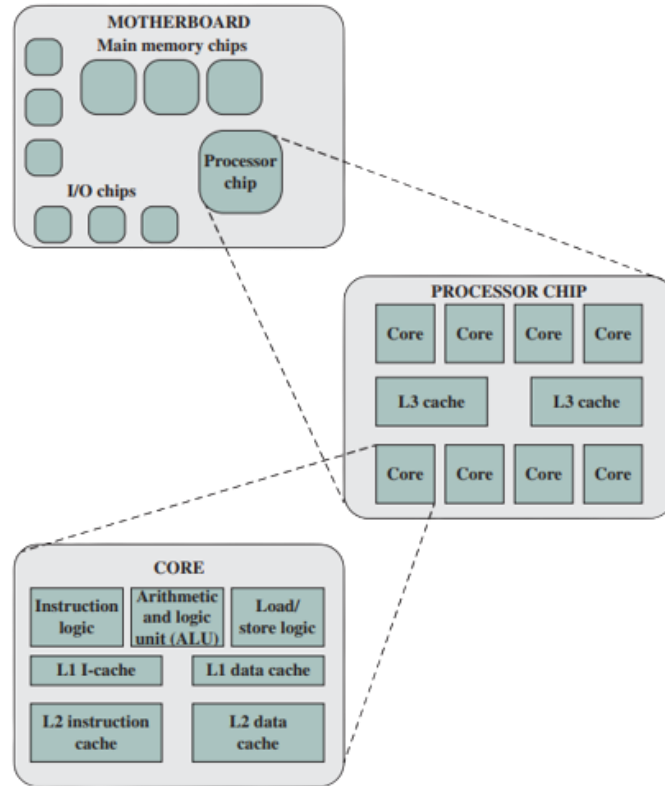
وحدة معالجة فردية على شريحة المعالج.  
قد تكون النواة مكافئة (equivalent) في وظيفة الـ CPU في single-CPU system .

## Processor

قطعة مادية من السيليكون تحتوي على Core واحد او اكثر المعالج هو المكون الكمبيوتر الذي يفسر التعليمات وينفذها اذا كان الـ processor عنده اكثر من core يسمى multicore processor .

ميزة اخرى في اجهزة الكمبيوتر الجديدة هي استخدام طبقات متعددة (multiple layers) من الذاكرة يسمى cache memory يكون بين الـ Processor & Main Memory .  
الـ cache memory هي اسرع واصغر من الـ Main Memory وتستخدم لزيادة السرعة في الوصول الى الـ memory .

يمكنك الحصول على تحسين اكبر في الاداء باستخدام مستويات متعددة من الـ cache حيث الـ Level 1 (L1) هو الاقرب الى الـ Core ويوجد L2 , L3 etc. يبعد بشكل تدريجي عن الـ Core .



الصورة هاذي عرض مبسط لـ multicore computer .

تعريف بعض المصطلحات قبل البدء :

### printed circuit board (PCB)

هي لوحة صلبة ومسطحة تحتوي على رقائق والمكونات الالكترونية وتربطها ببعضها.

تتكون اللوحة من طبقات عادة من طبقتين الى عشر طبقات تربط المكونات ببعضها عبر مسارات نحاسية محفورة في اللوحة.

الـ printed circuit board تسمى في الكمبيوتر motherboard وsystem board بينما تسمى اللوحات الاصغر حجما expansion boards .

ابرز العناصر الموجودة على لوحة الام هي chips .

الـ chip عبارة عن مادة شبه موصلة عادة ما تكون من السيليكون تصنع عليها دوائر الالكترونية والبوابات المنطقية.

ويشار الى المنتج الناتج على انه integrated circuit .



المotherboard تحتوي على فتحة (slot) او مقبس (socket) لـ processor chip والتي عادة تحتوي على عدة نوى فردية المعروف في multicore processor .  
توجد ايضا slot لـ memory chips, I/O controller chips الخ.

الصورة التي في الاعلى توضح انه يوجد 8 cores و L3 Cache الخ.  
الصورة لا تظهر المنطق المطلوب لتحكم في الـ العمليات بين الـ cores & cache الخ.  
لكن الصورة تشير على ان الـ L3 تشغل جزأين متميزين من سطح الشريحة.  
جميع الـ cores تتمتع بإمكانية الوصول الى L3 عبر الـ Control circuits .  
الصورة التي في الاعلى لا تمثل البنية الحقيقية chips الحقيقة الا ما هي الا سواه فكرة عامة .

بشكل عام العناصر الوظيفية للنواة (core) هي :

#### Instruction logic

يتضمن ذلك المهام المتضمنة لجلب التعليمات (instructions) و decoding كل التعليمات لتحديد عملية التعليمات ومواقع الذاكرة لاي معاملات.

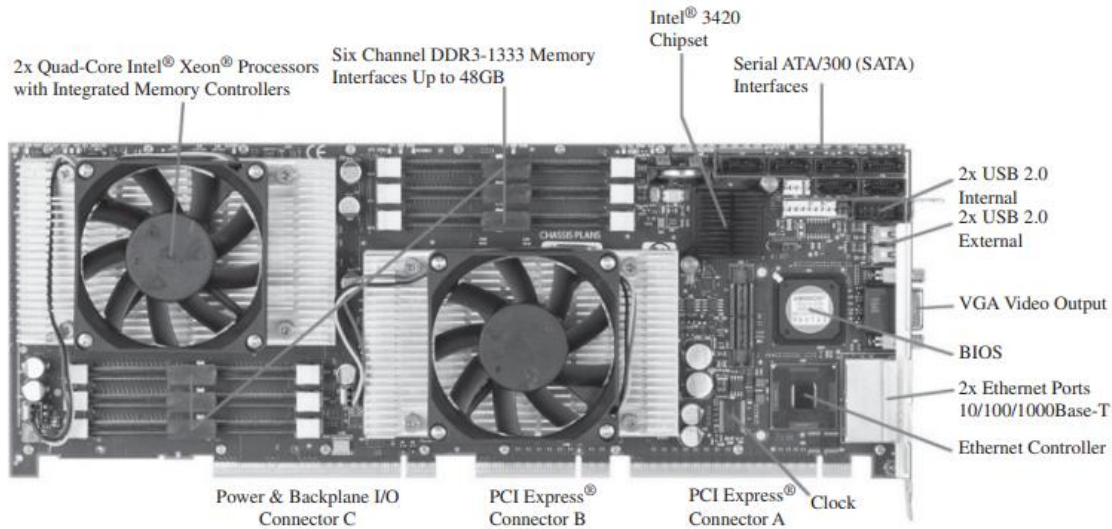
#### Arithmetic and logic unit (ALU)

تقوم بتنفيذ العمليات المحددة بواسطة التعليمات (instruction).

#### Load/store logic

يدير نقل البيانات من والى الذاكرة الرئيسية (main memory) عبر الـ (cache).  
والـ Core ايضا عندو Cache L1 مقسمة بين الـ instruction cache (I-cache) تستخدم لنقل التعليمات من والى الـ main memory وايضا يوجد L1 data cache لنقل النتائج والمعاملات.  
والشرائح الجديدة يوجد لديها ايضا L2 Cache واكثر من Levels في الـ Core .  
وفي كثير من الحالات يتم تقسيم الـ Cache بين الـ instruction cache و data cache .  
وهذا التخطيط الذي في الاعلى الا ما هو مثال عام وتخطيط اساسي فقط لاعطائك الفكرة عامة عن البنية الاساسية الدخلية.

سنظر الى امثلة في الواقع توضح البنية لاجهزة الكمبيوتر .



هاذي صورة motherboard لجهاز كمبيوتر مبني على شريحتي Quad- Core Xeon processor chips .

اهمها :

PCI-Express slots

هاذي عبارة عن high-end display adapter واحد الاجهزة الطرفية الاضافية (additional peripherals).

Ethernet controller and Ethernet ports

هي خاصة للاتصال في الشبكة.

USB sockets

للأجهزة الطرفية (peripheral devices)

Serial ATA (SATA) sockets

للاتصال بـ Disk .

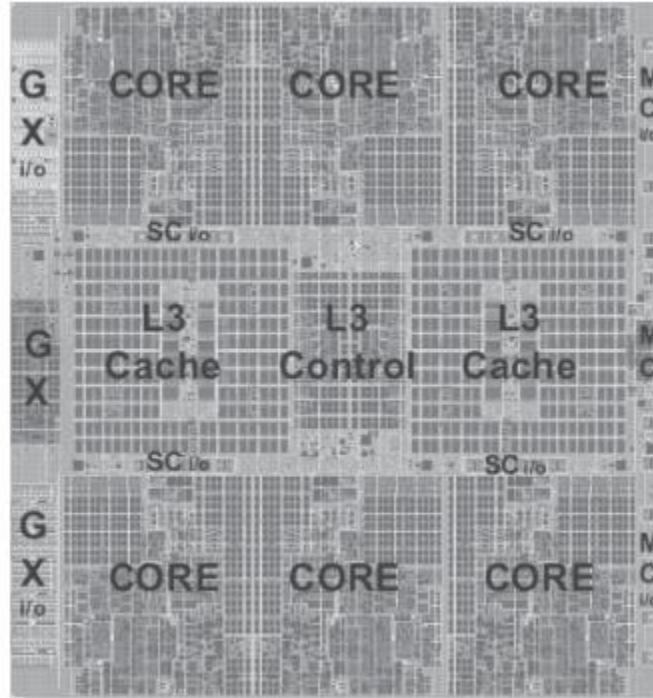
Interfaces for DDR (double data rate)

هي خاصة بـ Main Memory Chips .

Intel 3420 chipset

هي مجموعة شرائح عبارة عن ادخال واخراج I/O لعمليات direct memory access بين الاجهزة الطرفية والرئيسية.

احنا زي ما قلنا الصور الي فوق ما هي الا نظرة عامة لهذا سنقوم بتقريب اكثر والغوص في العمق قليلا لنرى بعض الاشياء الي يجب ان تكون لديك معرفه بها سنرى هيلكة الـ processor chip من الداخل بشكل اكبر.



الصورة هاذي processor chip نوع IBM zEnterprise EC12 .

الـ chip هاي فيها 2.75 مليار ترانزستور.

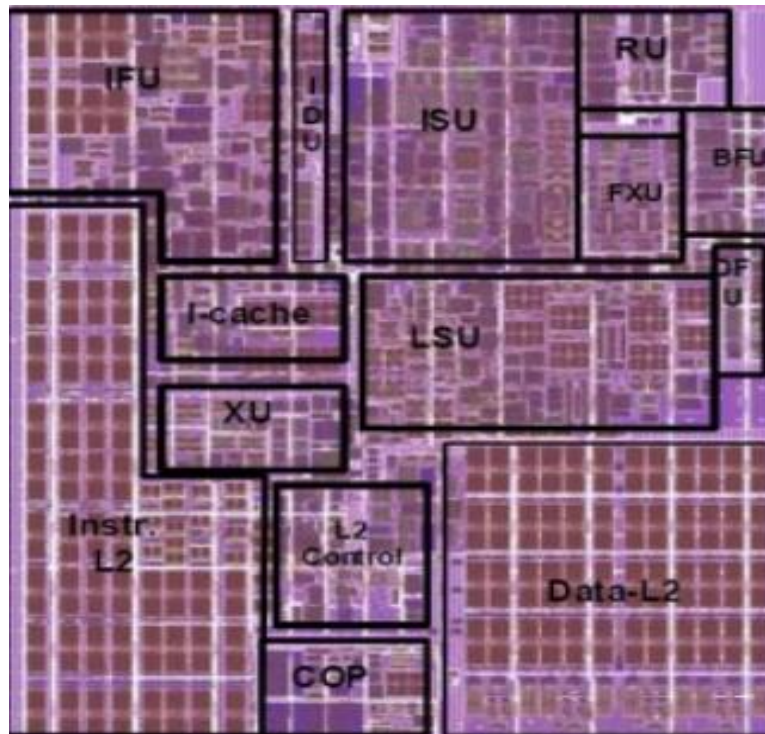
تستخدم Superimposed labels وتشير كيفية تخصيص السيليكون الخاص بشريحة.

نرى في هاذي الشريحة تحتوي على 6 Cores ويوجد منطقتان كبيرتان يحملن L3 Cache هاذي الذاكرة تتقاسمها الـ Cores الـ L3 control يتحكم في حركة المرور بين الـ L3 Cache و الـ Cores و الـ L3 Cache بين البيئة الخارجية.

ويوجد ايضا storage control (SC) يوجد تحكم في تخزين منطقي بين cores و الـ L3 Cache .

ويوجد memory controller (MC) وظيفته تتحكم بالوصول الى memory external للـ chip .

الـ GX I/O هي bus controller تستخدم للتحكم في interface الى قناة التي تصل بـ I/O. لنذهب اعمق قليلا نفحص هيكله single core مثل هاذي الصورة :



لنعيد الكلام تذكير هذا جزء من مساحة سيلكون التي تشكل single-processor chip .

ISU (instruction sequence unit)

تحدد التسلسل الذي يتم فيه تنفيذ التعليمات ويشار اليه بـ superscalar architecture .

IFU (instruction fetch unit)

لجلب التعليمات.

IDU (instruction decode unit)

يتم تغذية الـ IDU من الـ IFU Buffer's وهي المسؤولة عن تحليل و decoding لكافة الـ Architecture operation codes .

### LSU (load-store unit)

تحتوي الـ LSU على L1 Data Cache بسعة 96kb وتقوم بإدارة حركة مرور البيانات ( data traffic ) بين الـ L2 Data Cache و وحدات التنفيذ الوظيفية ( functional execution units ).

وهو المسؤول عن التعامل مع جميع أنواع operand .

### XU (translation unit)

تقوم هاذي الوحدة بترجمة العناوين المنطقية (logical addresses) من التعليمات الى (physical addresses) في الـ main memory .

الـ XU يحتوي ايضا على (TLB) translation lookaside buffer يستخدم في تسريع الوصول الى الذاكرة.

### FXU (fixed-point unit)

الـ FXU تقوم بتنفيذ التعليمات الحسابية لنقطة الثابتة (fixed-point) .

### BFU (binary floating-point unit)

تعالج وحدة الفاصلة لجميع لأعداد رقمية مثل الـ hexadecimal و binary وفي عمليات الضرب والقسمة ايضا.

### DFU (decimal floating- point unit)

تعالج وحدة DFU الـ fixed- point and floating-point على الارقام المخزنة ك decimal .

### RU (recovery unit)

تحتفظ بنسخة الحالة الكاملة للنظام تتضمن كافة registers وتجمع hardware fault signals وتدير hardware recovery actions .

### COP (dedicated co-processor)

الـ COP هو مسؤول عن وظائف data compression وتشفير لكل core .

## I- cache

هو 64-kb L1 Instruction Cache يسمح لـ IFU بجلب المسبق لتعليمات قبل الحاجة اليها.

## L2 control

هذا هو منطق التحكم الذي يدير حركة المرور بين الـ L2 Caches .

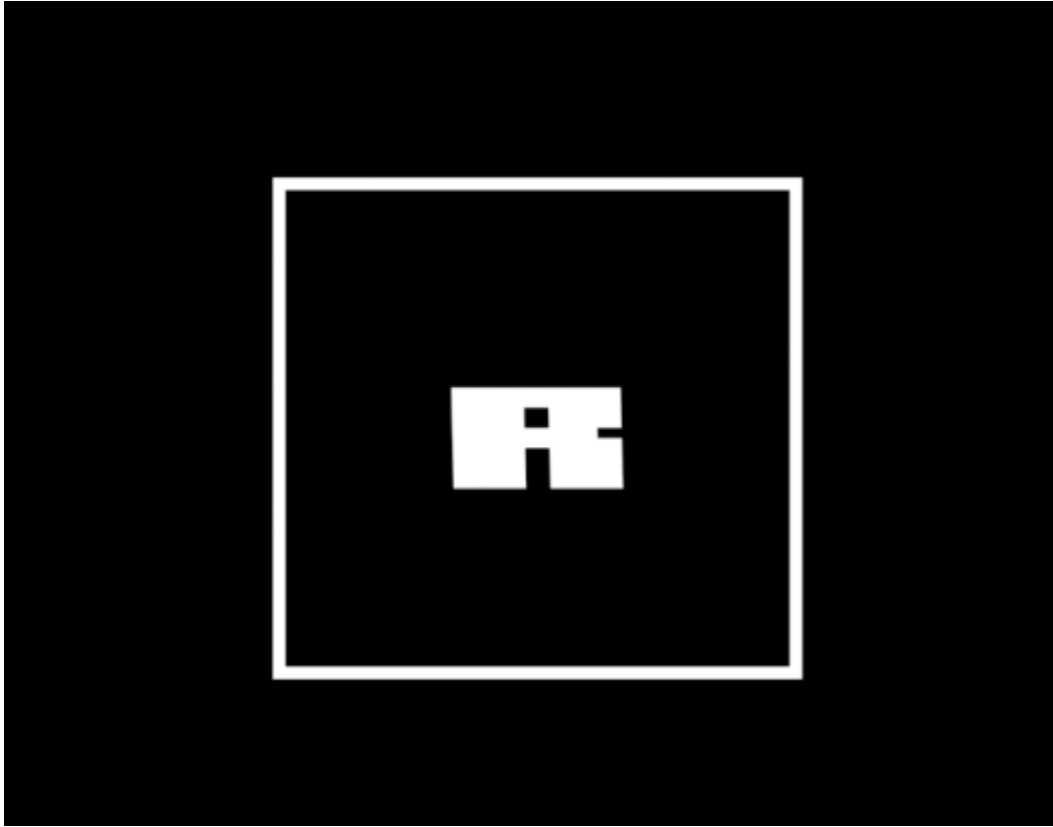
## Data-L2

1-MB L2 Data Cache لجميع الـ memory traffic بخلاف التعليمات.

## Instr-L2

حجمها 1-MB وهي L2 Instruction Cache .

**AhmadAlFareed**



Twitter : [https://twitter.com/dr\\_retkit](https://twitter.com/dr_retkit)

YouTube : <https://www.youtube.com/@retkit1823>