

على رغم من الممكن ان ترى هذا الموضوع بسيط وكيوت لكن شكله بسكوتايه بس ممكن يعورك لكن تعرض نطاق واسع جدا من النوع والتكنولوجيا والتنظيم والاداء والتكلفة الخ.

لا توجد تقنية واحدة مثالية لارضاء متطلبات الذاكرة لنظام الكمبيوتر.

ونتيجة لذلك فان نظام الكمبيوتر النموذجي مجهز بتسلسل هرمي لانظمة الذاكرة الفرعية بعضها داخلي للنظام يمكن الوصول اليه مباشرة من المعالج وبعضها خارجي يمكن الوصول اليه من خلال وحدة ال I/O.

والان سنركز على عناصر الذاكرة الداخلية سنبدأ بخصائص الرئيسية لذاكرة الكمبيوتر.

## Computer Memory System Overview

### Characteristics of Memory Systems

Location	Performance
Internal (e.g., processor registers, cache, main memory)	Access time
External (e.g., optical disks, magnetic disks, tapes)	Cycle time
	Transfer rate
Capacity	Physical Type
Number of words	Semiconductor
Number of bytes	Magnetic
	Optical
Unit of Transfer	Magneto-optical
Word	Physical Characteristics
Block	Volatile/nonvolatile
Access Method	Erasable/nonerasable
Sequential	Organization
Direct	Memory modules
Random	
Associative	

يصبح ادارة الذاكرة اسهل بكثير عندما نقسمها الى خصائصها الرئيسية كما هو موضح بجدول واهمها مكتوب.

مثال على ذلك يشير مصطلح Location الموجود في الجدول الى الموقع ان كانت خارجية او داخلية للكمبيوتر.

وغالبا الذاكرة الداخلية (internal memory) ما تعادل الذاكرة الرئيسية (main memory) ولكن هناك العديد من الاشكال لذاكرة الداخلية. يتطلب المعالج ذاكرته المحلية الخاصة تكون على شكل سجلات (Register) سنأجل هذا الموضوع لفصول اخرى لانه يوجد به قليل من التعقيد.

ذاكرة التخزين المؤقت (cache) هي شكل من اشكال الذاكرة الداخلية (internal memory) .  
تتكون ذاكرة الخارجية (external memory) من اجهزة تخزين طرفية مثل الـ Disk التي يمكن  
للمعالج الوصول اليها عبر وحدات التحكم لدى I/O .  
سمة الواضحة للذاكرة هي قدرتها فقط.  
بالنسبة للذاكرة الداخلية يتم التعبير عن ذلك من حيث البايتات  $1 \text{ Byte} = 8 \text{ bit's}$  او Words .  
اطوال الـ Words الشائعة هن 8, 16, 32 etc.  
عادة ما يتم التعبير عن سعة الذاكرة الخارجية بالبايت.  
مفهوم ذو صلة هو وحدة النقل (unit of transfer).  
بالنسبة للذاكرة الداخلية وحدة النقل تساوي عدد الخطوط الكهربائية داخل وخارج وحدة الذاكرة.  
قد يكون مساويا لـ word length ولكنه غالبا ما يكون اكبر مثل 64 او 128 او 256 لتوضيح  
النقطة خذ ثلاثة مفاهيم لذاكرة الداخلية :

- **Word**

تعتبر الوحدة الطبيعية لتنظيم الذاكرة حجم الكلمة يساوي عادة عدد البتات المستخدمة لتمثيل  
عدد صحيح (integer) وطول التعليمات (instruction length). لكن يوجد استثناءات  
على سبيل المثال intel x86 تحتوي على مجموعة واسعة من اطوال التعليمات والتي يتم  
التعبير عنها بمضاعفات البايت وحجم الكلمة 32 بت.

- **Addressable units**

في بعض الانظمة الوحدة قابلة للعنونة (Addressable units) هي Word .  
ومع ذلك تسمح بعض الانظمة المعالجة على مستوى البايت.  
على اية حال فان العلاقة بين طول البت A للعنوان وعدد N للوحدات القابلة للعنونة هي  
$$N = 2^A$$

- **Unit of transfer**

بالنسبة للذاكرة الرئيسية هذا هو عدد البتات التي تتم قراءتها من الذاكرة او كتابتها في المرة الواحدة.

لا يلزم ان تساوي وحدة النقل Word او addressable unit .  
بالنسبة للذاكرة الخارجية غالبا ما يتم نقل البيانات بوحدات اكبر بكثير من الـ Word ويشار اليها بالكتل (blocks).

هناك تميز اخر بين انواع الذاكرة وهو طريقة الوصول الى وحدات البيانات وتشمل :

- **Sequential access**

يتم تنظيم الذاكرة في وحدات بيانات تسمى (records).  
يجب ان يتم الوصول في تسلسل خطي محدد .  
يتم استخدام معلومات الـ addressing المخزنة لفصل records و مساعدة في عملية الاسترداد (retrieval process).  
يتم استخدام عملية القراءة والكتابة المشتركة ويجب نقلها من موقعها الحالي الى الموقع المطلوب مع تمرير ورفض كل سجل وسيط (intermediate record).  
وبتالي وقت الوصول متغير للغاية.

- **Direct access**

كمثل Sequential access يجب ان تتضمن الية الكتابة والقراءة مشتركة ( shared read-write) مع ذلك الكتل (blocks) او (records) فردية لها عنوان فريد يعتمد على الموقع الفعلي (physical location).  
يتم الوصول عن طريق الوصول المباشر للوصول الى المنطقة المجاورة + يتم البحث المتسلسل او العد (counting) او الانتظار للوصول الى الموقع النهائي.  
وهذا ايضا وقت متغير امثله على direct access هو Disk units .

- **Random access**

يتمتع كل موقع قابلة للعنونة في الذاكرة بالية عنونة سليكة فريدة من نوعها ( physically wired- in addressing).  
وقت الوصول هو وقت معين مستقل عن تسلسل عمليات الوصول السابقة وهو ثابت.  
وبتالي يمكن استخدام اي موقع بشكل عشوائي ومعالجته والوصول الية مباشرة امثلة على ذلك الذاكرة الرئيسية تستخدم نوع الوصول العشوائي.

- **Associative**

هذا نوع من ذاكرة الوصول العشوائي الذي يمكن من اجراء مقارنة بين مواقع البت المطلوبة داخل الـ Word للعثور على تتطابق محدد والقيام بذلك لجميع الـ Words الموجودة في وقت واحد.

وبتالي يتم استرجاع الـ Word بناء على التطابق او جزء من محتوياتها بدلا من عنوانها.

وقد تستخدم الـ caches memory الـ associative access .

من وجهة نظر المستخدم لا يهتم هذا الهراء ما يهتمه شيئان فقط السعة والاداء ( capacity and performance ) :

- **Access time (latency)**

بالنسبة للذاكرة ذات الوصول العشوائي هو الوقت المستغرق لاجراء عملية قراءة او كتابة من لحظة تقديم العنوان للذاكرة الى لحظة نقل البيانات تخزينها واتاحتها للمستخدم.

بالنسبة للذاكرة غير ذات الوصول العشوائي فان وقت الوصول هو الوقت المستغرق لوضع الية القراءة والكتابة في الموقع المطلوب.

- **Memory cycle time**

يتم تطبيق هذا المفهوم بشكل اساسي على ذاكرة ذات الوصول العشوائي ويتكون من وقت الوصول بالاضافة الى اي وقت اضافي مطلوب قبل بدء الوصول الثاني.

وبالنسبة للوقت الاضافي هو الوقت المطلوب بعد الوقت الفعلي وذلك لعدة اسباب ( die

out on signal lines ) او لاعادة انشاء بيانات تم قراءتها بشكل مدمر .

والـ memory cycle time يتعلق بـ الـ bus system وليس المعالج.

- **Transfer rate**

هذا هو المعدل الذي يمكن به نقل البيانات من او خارج وحدة الذاكرة .  
 بالنسبة لـ random-access memory هو  $1/(\text{cycle memory})$  .  
 بالنسبة للذاكرة الغير عشوائية:

$$T_n = T_A + \frac{n}{R}$$

- $T_n$

متوسط وقت القراءة او الكتابة لـ  $n$  bits .

- $T_A$

متوسط وقت الوصول.

- $N$

عدد الـ  $n$ .

- $R$

معدل النقل، بالبت في الثانية (bps) .

تم استخدام العديد من انواع الذاكرات المادية (physical types of memory) .  
 الاكثر شيوعا هيا ذاكرة اشباه الموصلات (semiconductor memory) و الذاكرة  
 السطحية المغناطيسية (magnetic surface memory) مثل الـ DISKS ويوجد ايضا  
 optical and magneto-optical .  
 يوجد العديد من الخصائص الفيزيائية لتخزين البيانات المهمة . في الذاكرة المتطايرة  
 (volatile memory) تتحلل المعلومات بشكل طبيعي لكن عند انقطاع مصدر الكهرباء او  
 الطاقة لهاذي نوع من الذاكرة تفقد المعلومات.

في الذاكرة الغير متطايرة (nonvolatile memory) تظل المعلومات بمجرد حفظها تبقى  
 الا اذا تم تغييرها عمدا ليست هناك حاجة للكهرباء لكي تبقى المعلومات.  
 الذاكرات السطح المغناطيسي (Magnetic-surface memories) غير متطايرة  
 (nonvolatile memory) .  
 ذاكرة اشباه الموصلات (Semiconductor memory) يمكن ان تكون متطايرة او لا .

لا يمكن تغيير ذاكرة غير قابلة للمسح (Nonerasable memory) الا عن طريق تدمير وحدة التخزين.

تعرف احد الذاكرات اشباه الموصلات من هذا النوع هيا (ROM) .  
من الضروري ان تكون غير قابلة للمسح وغير متطايرة ايضا.

## The Memory Hierarchy

يمكن تلخيص القيود التصميمية للذاكرة بثلاثة اسالة : كم ؟ كيف سريع ؟ تكلفة ؟.

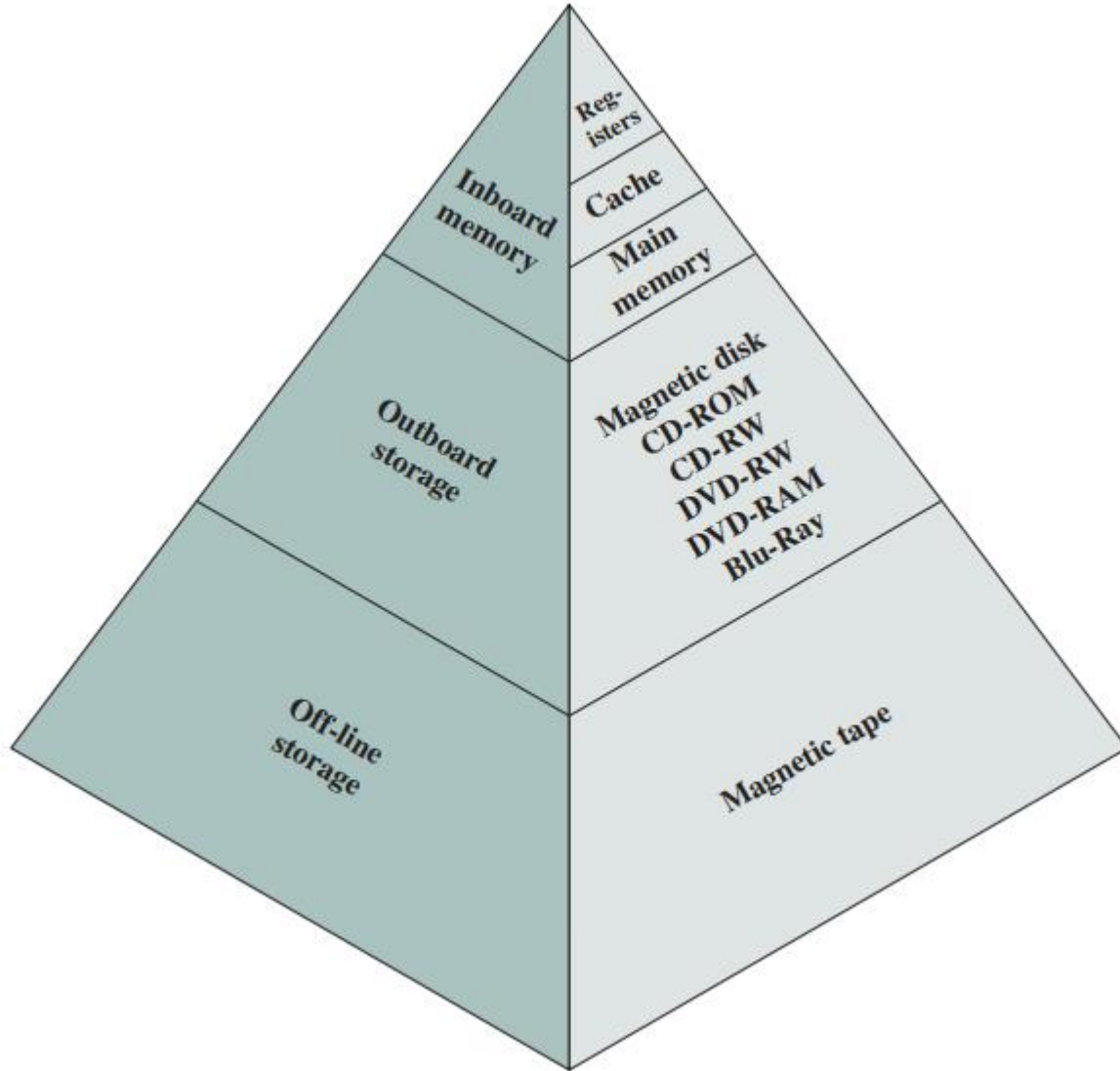
لتحقيق افضل اداء يجب ان تكون الذاكرة قادر على مواكبة المعالج.  
بمعنى ان المعالج ينفذ التعليمات فاننا لا نريد ان يتوقف مؤقتا في انتظار التعليمات (instructions) او المعاملات (operands).

وبالنسبة للسؤال الاخير يجب ان تكون التكلفة معقولة بالنسبة للمكونات الاخرى.  
هناك مفاضلة بين خصائص الرئيسية الثلاث للذاكرة : القدرة والوقت الوصول والتكلفة. يتم استخدام مجموعة متنوعة من التقنيات تنفيذ انظمة الذاكرة.  
العلاقة :

- وقت وصول اسرع يعني تكلفة اكبر لكل بت.
- سعة اكبر وتكلفة اقل لكل بت.
- سعة اكبر و وقت وصول ابطأ.

المعضلة التي تواجه المصمم يرغب المصمم في استخدام تقنيات الذاكرة التي توفر ذاكرة ذات سعة اكبر وذلك بسبب الحاجة الى السعة ولأن تكلفة البت اقل.  
ولتلبية طلبات الاداء يحتاج المصمم الى استخدام ذاكرات باهظة الثمن وذات سعة منخفضة نسبيا مع اوقات وصول اقصر.

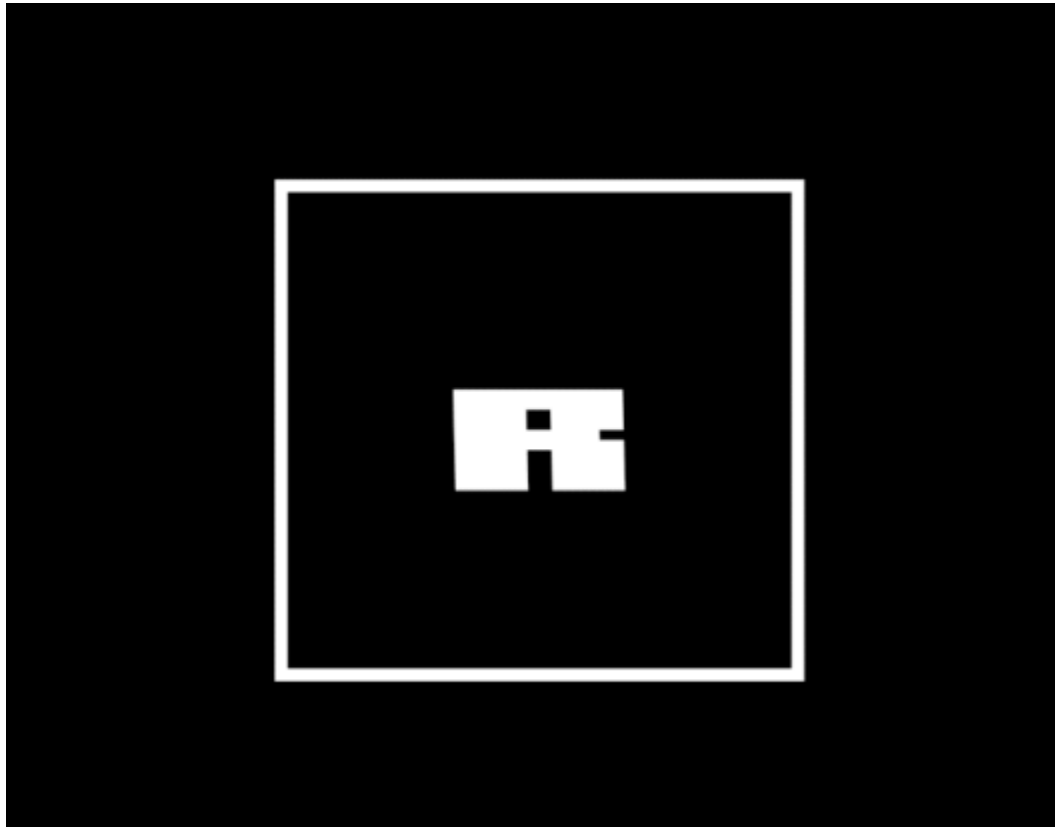
ان الطريق للخروج من هاذي المعضلة بنت الكلب لا يمكن ان تعتمد على تقنية واحدة للذاكرة بل يوجد تسلسل هرمي كل ذاكرة يوجد لها تقنياتها الخاصة الصورة توضح :



الهرم هذا هو عند النزول من الاعلى الى الاسفل في الهرم ستواجه :

1. انخفاض التكلفة لكل بت.
2. زيادة سعة الذاكرة.
3. زيادة وقت الوصول.
4. انخفاض وتيرة وصول المعالج الى الذاكرة.

الذاكرات الاصغر حجما والاكثر تكلفة والاسرع يتم استكمالها بذاكرات اكبر وارخص وابطأ .



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

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