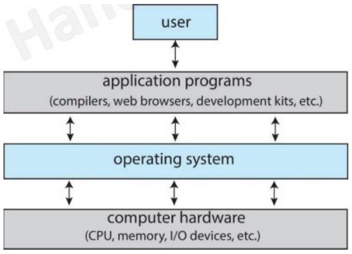
Lecture 1

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّدٍ، كَمَا صَلَّيْتَ عَلَى إِبْرَاهِيمَ، وَبَارِكْ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّد،
كَمَا بَارَكْتَ عَلَى آلِ إِبْرَاهِيمَ، فِي الْعَالَمِينَ، إِنَّكَ حَمِيدٌ مَجِيدٌ.

By: Mohamed Gamal Maklad

Computer System Components:


user
application programs
(compilers, web browsers, development kits, etc.)
operating system
computer hardware
(CPU, memory, I/O devices, etc.)

- ***Hardware*** : Provides **basic computing resources**.
- ***Application programs*** Define the **ways in which resources are used to solve user problems**.
- ***Operating system (OS):*** **Controls the hardware and coordinates its use among the application programs** and **Intermediate layer between Hardware and Software**

Operating System Views:

- ***resource allocator*** It **acts as the manager of resources** and **decides how to allocate them** to specific programs and users.
- ***control program*** It **controls the I/O devices** and **manages the execution of user programs** to prevent errors and improper use of the computer.

Operating system component:

- Operating system = kernel + system programs
- ***Kernel*** is the **one program running at all times**. دي من غيرها الكمبيوتر ميشتغلش
- ***System programs*** **are associated with the operating system**.
- ***Application Programs*** **are not associated with the operating system**

Computer System Organization:

- **Each device controller controls a specific type of devices**.
- **CPU and the device controllers can execute in parallel**.
- ***memory controller*** **synchronizes access to the shared memory**.

احنا عندنا كل device controller بتستخدم نفس memory فكده ممكن يحصل لغبطه زي ان أكثر من device controller عاوز يعمل acees في نفس الوقت فيجي هنا دور ال memory controller و هو تنظيم مين هيعمل access علي ال memory في الوقت ده

Bootstrap Program(**firmware**):

- A simple program **stored in ROM or EEPROM**.
- It runs when the computer is **powered up or rebooted** to: **اول ما الكمبيوتر يوصله كهربه ده اول حاجه تشتغل**
  - **Initialize all aspects of the system** (e.g. CPU, memory). **بيعمل فحص علي كل المكونات الخاصه بالهارد وير**
  - **Locate the kernel, load it into memory**, and start its execution

بعد ما يتأكد ان كل حاجه موجوده وكله تمام بعد كده يشوف Kernal فين ويروح يحملها في memory

Interrupts:

- Once the system is fully booted, it waits for some event to occur **أول ما النظام يحمل كله بيستني منك امر علشان يعمله**
- ***interrupt*** is a **signal that is generated when some event occurs**
- ***hardware-generated interrupt*** occurs by sending a **signal to the CPU**

زي مثلا انك تضغط علي الماوس او مثلا الطابعه و هي شغاله تخلص ورق فعلطول تبعت رساله او اشاره الي CPU

- ***software-generated interrupt*** (or **trap**) **occurs by executing a system call** **زي انك تعمل برنامج بيقسم علي صفر**
- Each computer architecture has a predefined set of interrupts

- Each **interrupt has a corresponding service routine (or handler)**

بمعني ان كل interrupt له جزء من الكود بيتنفذ اول ما interrupt ده يحصل جزء الكود ده اسمه Handler او service routine

- The interrupt **handler must be executed when the interrupt occurs**
- The ***interrupt vector*** is **stored in low memory** and **holds the addresses of the interrupt service routines (or interrupt handlers)**

Interrupt vector دي عباره عن مصفوفه متخزن فيها كل أنواع interrupt اللي موجوده عندي وكل interrupt له رقم مثلا بيحيث لما يحصل call ل interrupt بيروح لل CPU في شكل اشاره الاشاره دي هي رقمه في interrupt vector فيروح لمكان interrupt علطول ينفذ ال interrupt handler اللي هو قلنا انه عباره عن جزء الكود الخاص ب interrupt ده

❖ Storage Structure:

- **ROM cannot be changed.**
- ***EEPROM* can be changed** but not frequently.
- The main memory (or RAM) **is implemented as DRAM**.
- **CPU can load instructions only from the main memory**.
- CPU interacts with RAM **using load or store instructions**.
- ***load*** instruction moves a word from **RAM to a CPU register**.
- ***store*** instruction moves the content of a **CPU register to RAM**.

❖ Instruction Execution Cycle:

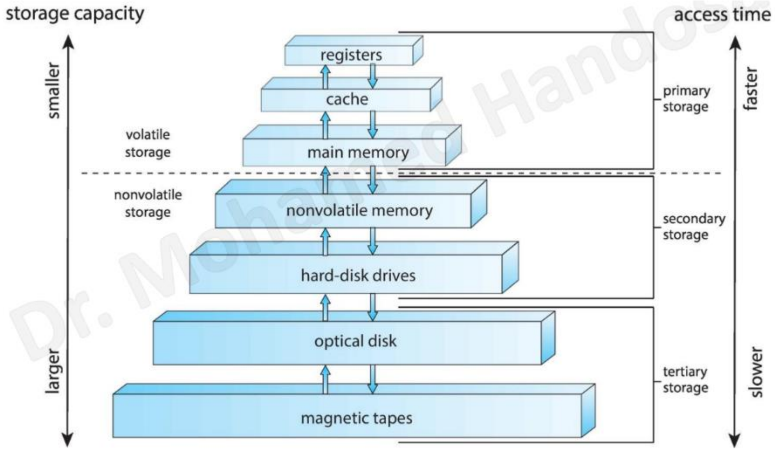
- ***Fetch*** the instruction **from memory and store it in the CPU's instruction register**

بنروح نجيب الامر اللي عليه الدور في التنفيذ و نخزنه في CPU's instruction register اللي هو اختصاره IR

- ***Decode*** **the instruction, which may require fetching operands from memory and store them in some CPU internal registers**
- ***Execute*** the instruction, which may **store the result back in memory**.

❖ Secondary Storage:

- **Main memory cannot store all programs and data permanently**:
  - **RAM is usually too small to store all needed** programs and data.
  - **RAM is a volatile storage** device that loses its contents when power is off بتفقد كل اللي فيها لما نفصل الكهرباء
- The main requirement for secondary storage **is to be able to hold large quantities of data permanently** (example: hard disk drive) الغرض الأساسي منها هو اني اخزن البيانات بشكل دائم بقدر المستطاع



- most computer systems provide secondary storage as an extension of main memory

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّدٍ، كَمَا صَلَّيْتَ عَلَى إِبْرَاهِيمَ، وَبَارِكْ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّد، كَمَا بَارَكْتَ عَلَى آلِ إِبْرَاهِيمَ، فِي الْعَالَمِينَ، إِنَّكَ حَمِيدٌ مَجِيدٌ.

- **Caching**:
  - *Caches* can be **installed to improve access time or transfer rate**.
  - *Caching* refers to the **use of high-speed memory to hold a copy of recently-accessed** data assuming that it will be needed again soon

يعني لو في داتا انا بستخدمها كتير باخد نسخه منها احطها في cache بدل ما افضل رايح كل شويه للميموري والعمليه دي اسمها caching

  - *Cache coherency* **ensures that an update to some data in a cache is reflected immediately in other caches containing a copy of that data.**

نفترض ان عندنا كذا بروسيسور لكل واحد منهم cache نفترض ان كلهم خدوا نسخه من X اللي قيمتها مثلا 4 من الميموري لو حصل تغيير لقيمة X في واحد فيهم وبقت ب 5 مثلا لازم يمسمع عند كله او يتغير عند كله

- **I/O Structure**:
  - A general-purpose computer system **consists of CPUs and multiple device controllers connected through a common bus**.
  - **Each device controller controls a specific type of device** (e.g., USB).
  - A **device controller has a local buffer storage (ذاكره تخزينيه محليه) and a set of registers**.
  - The ***device controller*** is **responsible for moving the data between the peripheral devices that it controls and its local buffer storage**.
  - **The operating system provides a device driver that understands the device controller and provides a uniform interface to the device.** **نفهم النقطه دي بمثال لما تيجي مثلا توصل الطابعه علي اللاب فمتشتغلش فسقولك دي محتاجه تعرفها فتروح**

عند حد يعرفها او تنزل التعريف بتاعها زي تعريف كارت الشاشه برضه فيجي هنا دور OS ويوفر Device Driver اللي بيوفر تعريف لل Device Controller علشان يتيح مثلا نقل الباينات وهكذا

- **I/O Operation**:
  1. **Device driver** **loads the registers within the device controller**.
  2. **Device controller** **determines action to take based on registers**. بيعمل قرار معتمد علي اللي في المعاج
  3. **Device controller** **transfers data between device and its local buffer**.
  4. **Device controller** **generates an interrupt to inform the device driver** بيعمل الخطوه دي علشان يعرف الجهاز انه خلص
  5. **Device driver returns control to** the **operating system**
     - Possibly **returning the data if the operation was a read**. هنا بيرجع داتا في حالة ان العمليه كانت بيقرأ
     - For other operations, the device driver **returns status information**. لو عمليه غير القراه بيرجع معلومات عن العمليه دي
  - This is fine for moving **small amounts of data but can produce high overhead on the CPU when used for bulk data movement**
- **Direct Memory Access (DMA)**:
  - **Device controller transfers an entire block of data directly** between its local buffer and main memory, **with no intervention by the CPU**

هنا ال device controller بينقل الداتا مباشرة بين buffer و main memory دون الرجوع الي CPU

- **Device controller generates only one interrupt per block, to inform the device driver, rather than one interrupt per byte**

  هنا يقصد ان لما device controller يخلص نقل block كامل من data بيعمل interrupt ويعرف ال CPU انه نقل الكم ده من الداتا
- **While the device controller is transferring a whole data block, the CPU is available to accomplish other work**

Single Processor Systems:

- ***A general-purpose processor*** supports a **complete instruction set**; Therefore, it can execute user processes.
- ***A special-purpose processor*** supports a **limited instruction set**. Therefore, it cannot execute user processes.
- Special-purpose processors such as disk, keyboard, and graphics controllers. دول ليهم أوامر محدده بس مش بينفذ غيرها
- A **single processor system has only one general-purpose processor.**
- The **use of special-purpose microprocessors is common** and does not turn a single-processor system into a multiprocessor.

Multiprocessor Systems:

- known as ***parallel systems*** or ***tightly - coupled systems***
- **Two or more general-purpose processors in close communication**, sharing bus, clock, memory, and peripheral devices
- Advantages of Multiprocessor Systems:
  - Increased throughput. **(زيادة الإنتاجية)**
    - **More processors means more work in less time لما يكون عندي أكتر من بروسيسور هقسم الشغل عليهم فكده هعمل شغل أكتر في وقت أقل لاني هخليهم يشتغلوا ع التوازي يعني هخلي البروسيسور يشتغلوا مع بعض في نفس الوقت**
    - **The speed-up ratio with N processors is less than N.**
  - Economy of scale. (أكثر اقتصاديه)
    - **Sharing peripherals, mass storage, and power supplies means less cost**

مهو كمبيوتر واحد في كذا بروسيسور بيستخم نفس الميموري ونفس الكهربه معني كده مش هيكون عندي تكلفه زياده زي ان يكون اكترمن كمبيوتر بس signal processor وهيحتاج كل واحد ميموري لوحده و كهربه لوحده

  - Increased reliability. (زيادة الاعتماديه)
    - **Failure of one processor will not halt the system, but only slows it down**

لما يكون في كذا بروسيسور و واحد يتحرق هل السيستم هيقف لأ بس هيكون أبطأ شويه

System Reliability:

- Increased reliability is crucial(ضروري) in many applications
- ***Graceful degradation*** is the **ability to continue providing service proportional to the level of surviving hardware**.بمعني لو عندي مثلا 10 بوسيسور وواحد اتحرق الكفاءة تقل بشكل معقول تقل مثلا وتبقي 90% ويقدر يقدم الخدمه المطلوبه منه
- ***Fault tolerant systems*** can **continue operation despite of failures**. رغم ان فيه مشاكل بتقابله بس لسه مستمر في العمل
- ***Fault tolerance*** requires a **mechanism to allow the failure to be detected, diagnosed, and, if possible, corrected** يعني يعرف يحدد الخطأ فين او المشاكل ويروح يحلها لو كان يقدر

- **Types of Multiprocessing**:
  - **Asymmetric multiprocessing (غير متماثل)**
    - This scheme **defines a boss-worker relationship**. هنا بنعين بروسيسور انه يكون رئيس عليهم
    - The **boss processor schedules and allocates work to the worker processors**.الرئيس مسئول عن توزيع الشغل
    - **Worker processors look to the boss for instruction or have predefined tasks**. كل بروسيسور بيروح لرئيس يشوف ايه الشغل الي مفروض ينفذه
  - **Symmetric multiprocessing (SMP) (متماثل)**
    - Used by most systems and **No boss-worker relationship**.مفيش هنا رئيس كله زي بعضه
    - All processors are peers, where each processor can perform any task كله بشتغل وكل واحد يعمل تاسك
- **Multicore Systems**:
  - **Multiple computing cores on a single chip** اكتر من معالج علي شريحه واحده
  - **More efficient than multiple chips with single cores**
    - On-chip **communication is faster than between-chip communication**.لما يكونوا ع شريحه واحده التواصل هيكون اسرع
    - **One chip with multiple cores uses less power** than multiple single-core chips وبيستخدم طاقه اقل

Multicore systems are multiprocessor systems. But Not all multiprocessor systems are multicore systems

- **Clustered Systems**:
  - known as **loosely coupled systems**
  - **Composed of two or more individual systems** (or nodes).هي أصلا فكرته انك توصل اكتر من كمبيوتر مع بعض
  - Each ***node*** may **be a single processor system or a multicore system**.
  - **Clustered computers share storage and are closely linked via a LAN**.
- **Types of Clustering**:
  - **Asymmetric clustering**:
    - One node is in **hot-standby mode** monitoring the active server.
    - If **the active server fails, the hot-standby node becomes the active server**.
    - **Supports high-availability service**, where a **node failure does not stop service**.

دي بالظبط زي الماتش في لاعيبه بتلعب ولاعيبه احتياطي مستنيه حد يتصاب علشان تنزل هنا برضه بيكون في نود واحده active server و في نود hot standby مستنيه النود active يحصلها fail فتخش مكانها فكده server عمره ما يوقف

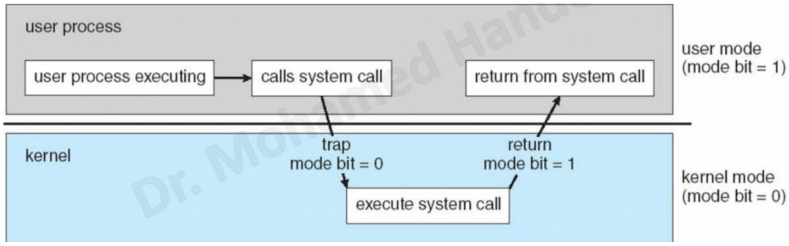
  - **Symmetric clustering**:
    - **Two or more nodes are running applications and are monitoring each other**.
    - **Supports high performance** computing **better than multiprocessor systems**.
    - **An application can run concurrently on all cluster nodes using parallelization**.
    - ***Parallelization*** **divides a program into separate components to run in parallel**

هنا بيكون عندي اكتر من جهاز شغالين مع بعض في نفس الوقت ف ده هيتيح اني اقسم الشغل عليهم و بالتالي هخلصه اسرع ليه مهو لما اقسم الشغل عليهم هيشتغلوا parallel وده Parallelization هتسمح اني اشغل اكتر من جهاز علي التوازي واقسم الشغل عليهم

❖ **Dual-Mode Operation**:

- Protects the operating system from errant users
- **Two modes** of operation: **user mode and kernel mode**.
- **Kernel mode = supervisor mode = system mode = privileged mode**.
- **User defined code must execute in user mode.**
- **Only the operating system can execute in kernel mode.**
- A mode bit indicates the current mode: **kernel (0)** or **user (1)**.
- All instructions that may cause harm are deigned as privileged.
- ***Privileged*** **instructions can execute only in kernel mode** by **OS**

في أوامر مينفعش تتنفذ الا ب **OS** لانها لازم
تتنفذ في **kernel mode** علشان لو **user**
هو اللي نفذها هيحصل مشاكل الأوامر دي
سميناها **privileged instruction** اللي هي
زي مثلا تحويل المود من **kernel mode**
الي **user mode**



هنا مثلا اهو البرنامج شغال في user mode فجأه حصل
trap يقوم OS محول mode ل kernel mode خلاص
ال trap خلص هيقوم وهو طالع os مغيره الmode
user mode

❖ **Multi-Mode Operation**:

- The concept of **modes can be extended beyond two modes.** بدل ما كان في 2 مود بس ممكن اضيف كمان واحد
- A CPU that supports virtualization can have a third mode for VMM (Virtual Machine Manager)
  - VMM mode **provide more privileges than user but fewer than kernel.**
  - **VMM needs these privileges so it can create and manage virtual machines**

خد بالك هو أه نوع تالت من mode له صلاحيات اكتر من user mode بس اقل من kernel mode

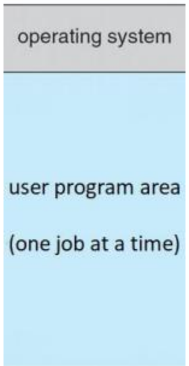
- Sometimes, **different modes are used by various kernel component**

❖ **Timer**:

- **OS** must **prevent a user program from running too long**
- timer can be set **to interrupt** the system **after a specified period**.
- **timer** is generally **implemented by a fixed-rate clock and a counter**.
- **OS sets the counter before turning the control to a user program**.
- **Every time the clock ticks, the counter is decremented.** بينقص
- When the **counter reaches 0, an interrupt occurs and control return to the OS**.
- **OS may treat the interrupt as a fatal error or give the program more time**.
- instructions **to modify the content of the timer are privileged**

دلوقتي انا عندي كذا برنامج عاوزين يشتغلوا واحد بدأ يشتغل علشان ميخششش في infint لوب ويفضل هو بس اللي شغال انا بحط حاجة اسمها timer من أمها كده بتحدد الوقت اللي البرنامج بيشتغله بتكون متحدد عن طريق ال OS و timer و ليكن مثلا 5 ثواني اول ما البرنامج يشتغل بيفضل يقل مع مرور الوقت اول ما بيوصل ل 0 بيبعت interrupt فيرجع التحكم لل OS فيحدد بقي هل هيقفله ولا هيديله فرصه جه في بالك سؤال طب ما ممكن البرنامج يغير في قيمة timer هقولك هنعمله من الأوامر privileged اللي مينفعش حد يغير فيها غير OS

- **Traditional Computing**:
  - Computer systems started as **mainframe computers**. اول كمبيوتر كان كمبيوتر ضخم
  - Mainframes were used primarily **by large organizations**. **مكنش حد بيستخدمه الا الجهات او المؤسسات الكبيره**
  - Mainframe computers have evolved from **batch systems** to **multiprogramming systems**, and then **time-sharing systems**. مراحل تطور الكمبيوتر القديم اللي هي النسخ الاولي منه قبل ظهور الكمبيوتر الحالي
- **Batch Systems**:
  - Processed jobs in bulk, one job after another.
  - **Input devices were card** readers and tape drives. المدخلات كانت بتكون عباره عن كروت
  - **Line printers output results and a memory dump**.
  - **OS = resident monitor for automatic job sequencing**.
  - If **the running job needs to wait for an I/O operation**
  - the **CPU remains idle waiting for the job**



الحته دي مينفعش تتشرح الا بمثال بص احنا عندنا مثلا مصلحه حكوميه بيروحها مواطنين اللي هما هنا process وفي موظف واقف كل اللي بيعمله يقول اللي بعده اللي هو هنا OS يجي مواطن يخش يختم ورقه ختم وخلص ال os يدخل اللي عليه الدور يجي ال process اللي بعدها تخش تنفذ الامر الأول و التاني جت ف التالت في حاجات نقصاها محتاجه I/O تروح تجيبها و تيجي ويفضل CPU مستنيها لحد متكمل بياناتها و ترجع يخلص معاها وبعدين ياخد العمليه اللي عليها الدور فكده هيخليه مبتحققش الاستفاده الكامله من CPU

  - **Disadvantages**:
    - Low CPU utilization as the CPU is often idle. مبتحققش الاستفاده الكامله من ال سي بي يو
    - **There is no direct interaction between user and system**
- **Multiprogramming Systems**:
  - **Several jobs are kept in main memory. بقي في اكتر من عمليه**
  - **The CPU is always executing a job** (**no idle time**).
  - If **the running job needs to wait for an I/O operation, the OS picks another job to start/continue execution**.

الميزه هنا عن اللي فات ان لو في عمليه ناقصها حاجه هنا CPU مش هيستناها هو هياخد العمليه اللي عليها الدور و بدل ما كانت العمليه هي اللي بتروح تجيب I/O بنفسها لأ ال OS هي اللي بتجيبه لحد عندها

  - **This requires the OS to provide several features:**
    - ***I/O routines***: **only the OS can perform I/O.**
    - ***CPU scheduling***: to **selecting a job for execution**. علشان يختار انهي عمليه اللي عليها الدور
    - ***Memory management***: **to allocate memory to several jobs**.علشان يحجز الميموري لكل عمليه وميحصلش لغبطه
    - ***Resource allocation***: **no job can use resources of other jobs**.مفيش عمليه تستخدم موارد العمليه التانيه
  - **Increased CPU utilization but still no direct interaction**
- **Timesharing Systems**:
  - **interactive computer system**
    - **Provides direct communication between the user and the system.**
    - Should be **responsive** (**response time to user input should be minimal**)

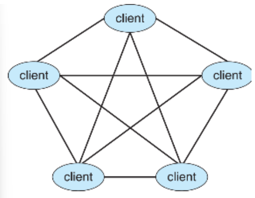
- ***time-sharing (or multitasking) system*** is An interactive computer system, An extension of multiprogramming systems

زي موظف بيختم ورق للناس الناس واقفه طابور جه اول واحد عاوز يختم ورقه ختمها اللي بعده ورقتين ختمله ورقه وقاله ارجع تاني في الطابور اللي بعده عاوزي يختم 1000 ورقه ختمله 1 وقاله ارجع فب الطابور بمعني ان cpu بينفذ جزي من كل process وبيعمل switch علي ال process التانيه بحيث مفيش واحده تستني كتير

- **The CPU switches between jobs so frequently that the user can interact with each program while it is running**.

- Desktop Computers:
  - **personal computer dedicated to a single user**.
  - ***I/O devices***: **keyboards, mice, display screens, small printers**.
  - **OS focuses** on **achieving user convenience and responsiveness**. بيركز انه يريح المستخدم ويقدمله اللي هو عاوزه
  - **Less focus on advanced CPU utilization and protection features**.
  - Desktop computer OSs include **Windows**, **Mac OS, UNIX, and Linux**.
- Mobile Computing:
  - **Computing on handheld**(بيتشال ف الايد) smartphones and tablet computers.
  - These devices **are portable, lightweight, and battery-powered**
  - A mobile device can provide features that are either unavailable on a desktop or laptop computer, such as:
    - **GPS**: to determine precise **location of the device on Earth**. ده بيحدد المكان
    - **Accelerometers**: to **measure linear acceleration in different directions**. ممكن يقيسلك سرعة الهواء مثلا
    - **Gyroscopes**: to detect **orientation of the device with respect to the ground اتجاه الجهاز هل هو مايل بدرجة قد ايه**
  - Two OSs dominate mobile computing: **Apple iOS and Google Android**
- Distributed Computing:
  - Computer networks are characterized by distances between nodes:
    - **Personal-area network (PAN)**: **wireless links** over **a short distance**.
    - **Local-area network (LAN): links nodes within a room, building, or campus**.
    - **Metropolitan-area network (MAN)**: **connects computer nodes within a city**.
    - **Wide-area network (WAN)**: **links nodes within buildings, cities, or countries**
  - A ***distributed system*** is a **collection of physically separate, possibly heterogeneous, computer systems that are networked together. اجهزه منفصله متوصلين مع بعض بس عن طريق شبكه**
  - Distributed computing
    - is the **use of a distributed systems to solve single large problems**.
    - may take the form of **client-server computing** or **peer-to-peer computing**.
- Client-Server Computing:
  - A model of distributed systems. Server **systems satisfy requests of client systems**. السيرفر بيقدم خدمه للعميل
  - A **server can be categorized as** a **compute-server or a file-server**.
    - ***File-servers*** allows **clients to create, update, read, and delete files**.
- ***Compute-servers*** **receive client requests, execute actions, and return results بيعمل عمليات علي مدخلات العميل**

- ❖ Peer-to-Peer Computing:
  - ➢ A **node must first join the peer-to-peer system**. كل نود بيكون لوحدها
  - ➢ All nodes are peer, where each node may act as
    - A **server**, **when providing services to other nodes**. هنا بيكون كب نود هي سيرفر فتخدم التانيين
    - A **client**, when **requesting services from other nodes**.في نفس الوقت عميل ف تبعت تطلب من النود التانيين
  - ➢ **In client-server systems**, a **server is a bottleneck**. BUT **In P2P systems**, several **nodes can provide the service**.



- ❖ Virtualization:
  - ➢ Allows for **creating a virtual machine that acts like a real computer**.
  - ➢ A **single computer (host) may run several virtual machines (guests).** الكمبيوتر الواحد ممكن يعمل اكتر من جهاز وهمي
  - ➢ The **host and the guests share the hardware**, **but each has its own OS**.
  - ➢ ***virtual machine manager*** runs the guest machines, **manages their resource use, and protects each guest from the others**
- ❖ Cloud Computing:
  - ➢ Delivers **computing as a service and users pay based on usage**. بيقدم خدمه ع قد ما انت بتدفع
  - ➢ cloud service can be categorized as public, **private, or hybrid cloud**
    - A ***public cloud*** is **available to anyone** via the Internet. ده ممكن أي حد يستخدمه عن طريق الانترنت
    - A ***private cloud*** is **used only by the company** owning it.ده محدش يقدر يستخمه الا المالك بتاعه بس زي شركه مثلا
    - A ***hybrid cloud*** includes **both public and private cloud components**.ده مزيج من النوعين اللي فاتوا
  - ➢ It may provide infrastructure, platform, or application as a service.
    - **Software as a service (SaaS) provides applications** (Google Docs).**ممكن توفرلك برنامج سوفت وير**
    - **Platform as a service (PaaS) provides a software stack** (Google Firebase).**ممكن توفرلك برنامج سوفت وهارد وير**
    - **Infrastructure as a service (IaaS) provides servers or storage over the internetبتوفر مساحه او جهاز ع الانترنت**
    - **Internet connectivity requires security like firewalls**
- ❖ Real-Time Embedded Systems:
  - ➢ ***Embedded computers*** are **primitive with very specific tasks.ده نوع بدائي من الكمبيوتر بيعمل حاجه واحده بس**
  - ➢ Their **OSs provide limited features with little or no user interface**.
  - ➢ Embedded systems almost always run **real-time operating systems**.
    - A **real-time system** has well-defined, fixed time constraints. **له وقت محدد للتنفيذ مينفعش يتأخر عنه او حتي يتقدم عنه**
    - Processing must be done within the defined constraints, or the system fails. لو اتنفذ متأخر او بدري شويه السيستم يبوظ
  - ➢ **Examples**: **weapons systems, nuclear plant systems, medical imaging systems, and industrial control systems**.

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّدٍ، كَمَا صَلَّيْتَ عَلَى إِبْرَاهِيمَ، وَبَارِكْ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِ مُحَمَّد،

كَمَا بَارَكْتَ عَلَى آلِ إِبْرَاهِيمَ، فِي الْعَالَمِينَ، إِنَّكَ حَمِيدٌ مَجِيدٌ.

By: Mohamed Gamal Maklad