

# **Introduction to Data Structures**

مقدمة في هياكل البيانات

# What is data?

# ما هي البيانات

## □ Data البيانات

A collection of facts from which conclusion may be drawn

مجموعة من الحقائق التي يمكن من خلالها استخلاص الاستنتاج

- e.g., Data: Temperature 35°C; **Conclusion:** It is hot.

على سبيل المثال: البيانات: درجة الحرارة 35 درجة مئوية؛ الخلاصة: الجو حار.

## □ Types of data أنواع البيانات

- Textual: For example, your name (Mohammad) نصي: على سبيل المثال، اسمك (محمد)
- Numeric: For example, your ID (090254) رقمي: على سبيل المثال، معرف (090254)
- Audio: For example, your voice الصوت: على سبيل المثال، صوتك
- Video: For example, your voice and picture فيديو: على سبيل المثال، صوتك وصورتك
- Image صورة

# What is data structure?

## ما هي بنية البيانات؟

❑ A particular way of **storing** and **organizing** data in a computer (Main Memory) so that it can be used **efficiently and effectively**.

طريقة معينة لتخزين وتنظيم البيانات في جهاز حاسوب (الذاكرة الرئيسية) بحيث يمكن استخدامها بكفاءة وفعالية.

❑ Data structure is the **physical or mathematical model** of a particular organization of data.

بنية البيانات هي النموذج المادي أو الرياضي لمنظمة معينة من البيانات.

❑ A group of data elements grouped together under one name. مجموعة من عناصر البيانات مجمعة معا تحت اسم واحد.

- For example, an array of integers

على سبيل المثال، مجموعة من الأعداد الصحيحة

# Why Study Data Structures?

## لماذا دراسة هياكل البيانات؟

- We study data structures to organize data.

■ نحن ندرس هياكل البيانات لتنظيم البيانات.

- Good choice: more efficient program. اختيار جيد: برنامج أكثر كفاءة.

- Bad choice: poor program performance. الاختيار السيئ: ضعف أداء البرنامج.

- Characteristics of problem's solution: خصائص حل المشكلة

- **Efficient:** if it solves problem within resource constraints:

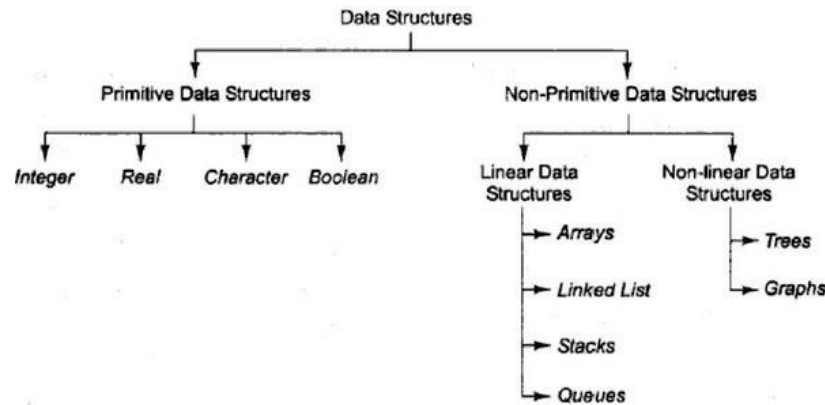
**الكفاءة:** إذا كان يحل المشكلة ضمن قيود الموارد:

➤ **Time** and **Space**. الزمان والمكان.

- **Cost:** the amount of resources a solution will consume.

**التكلفة:** مقدار الموارد التي سيستهلكها الحل.

# Types of data structures أنواع هياكل البيانات



## ❑ Primitive Data Structures هياكل البيانات البدائية

- ❑ Basic data structures that directly operate upon the machine instructions

هياكل البيانات الأساسية التي تعمل مباشرة بناء على تعليمات الماكينة

- ❑ They have different representations on different computers.

لديهم تمثيلات مختلفة على أجهزة حاسوب مختلفة.

- ❑ Integers, Floating point numbers, Character constants, String constants

الأعداد الصحيحة، أرقام النقاط العائمة، ثوابت الأحرف، ثوابت السلسلة

## ❑ Non-primitive Data Structures هياكل البيانات غير البدائية

- ❑ More complicated data structures هياكل بيانات أكثر تعقيدا

- ❑ They are derived from primitive data structures وهي مشتقة من هياكل البيانات البدائية

- ❑ Arrays, Lists and Files المصفوفات والقوائم والملفات

# Data Structure Operations عمليات بنية البيانات

- **Traversing** عبور

- Accessing each data element exactly once so that certain items in the data may be processed

الوصول إلى كل عنصر من عناصر البيانات مرة واحدة بالضبط بحيث يمكن معالجة عناصر معينة في البيانات

- **Searching** البحث

Finding the location of the data element (key) in the structure'

العثور على موقع عنصر البيانات (المفتاح) في البنية

- **Insertion** إدخال

Adding a new data element to the structure إضافة عنصر بيانات جديد إلى البنية

- **Deletion** حذف

Removing a data element from the structure إزالة عنصر بيانات من البنية

- **Sorting** الفرز

- Arrange the data elements in a logical order (ascending/descending)

ترتيب عناصر البيانات بترتيب منطقي (تصاعدي/تنازلي)

- **Merging** دمج

- Combining data elements from two or more data structures into one

الجمع بين عناصر البيانات من اثنين أو أكثر من هياكل البيانات في واحد

# أنواع البيانات المجردة Abstract Data Types

- 
- Abstract Data Type (ADT): a definition for a data type solely in terms of a set of values and a set of operations on that data type.

نوع البيانات المجردة (ADT): تعريف لنوع البيانات فقط من حيث مجموعة من القيم ومجموعة من العمليات على نوع البيانات هذا.

- Each ADT operation is defined by its inputs and outputs.

يتم تعريف كل عملية ADT من خلال مدخلاتها ومخرجاتها.

- Encapsulation: Hide implementation details.

التغليف: إخفاء تفاصيل التنفيذ.



# Abstract Data Types (ADT)

- Basic definitions التعاريف الأساسية
  - **Type:** a set of objects. النوع: مجموعة من الكائنات.
  - **Data item or element:** a piece of information or record.  
عنصر أو عنصر بيانات: جزء من المعلومات أو السجل.
  - **Member:** a data item is said to be a member of a data type.  
العضو: يقال إن عنصر البيانات هو عضو في نوع بيانات.
  - **Simple data item:** a data item containing no subparts.  
عنصر بيانات بسيط: عنصر بيانات لا يحتوي على أجزاء فرعية.
  - **Aggregate data item:** a data item that may contain several pieces of information.  
عنصر البيانات المجمعة: عنصر بيانات قد يحتوي على عدة أجزاء من المعلومات.
  - **Abstract data type (ADT):** a **type** and a collection of **operations** to manipulate that type.  
نوع البيانات المجردة: نوع ومجموعة من عمليات لمعالجة هذا النوع.
- **ADT:** mentions WHAT is to be done not HOW.  
يذكر ما يجب القيام به وليس كيف.

# بنية البيانات Data Structure

- **A data structure is the physical implementation of an ADT.**  
بنية البيانات هي التنفيذ المادي ل ADT.
  - Each operation associated with the ADT is implemented by one or more subroutines in the implementation.  
يتم تنفيذ كل عملية مرتبطة ب ADT بواسطة واحد أو أكثر من الإجراءات الفرعية في التنفيذ.
- **Data structure usually refers to an organization for data in main memory.**  
تشير بنية البيانات عادة إلى منظمة للبيانات الموجودة في الذاكرة الرئيسية.
- **File structure is an organization for data on peripheral storage, such as a disk drive.**  
بنية الملف هي مؤسسة للبيانات الموجودة على التخزين الطرفي، مثل محرك الأقراص.

# الشكل المنطقي مقابل الشكل المادي Logical vs. Physical Form

- Data items have both a logical and a physical form.  
تحتوي عناصر البيانات على شكل منطقي ومادي.
- Logical form: definition of the data item within an ADT.
  - Ex: Integers in mathematical sense: +, -  
الشكل المنطقي: تعريف عنصر البيانات داخل ADT.  
مثال: الأعداد الصحيحة بالمعنى الرياضي: +, -
- Physical form: implementation of the data item within a data structure.  
الشكل المادي: تنفيذ عنصر البيانات داخل بنية البيانات.
  - Ex: 16/32-bit integers, overflow  
مثال: أعداد صحيحة 32/16 بت، فائض.

## المشاكل Problems

- المشكلة: مهمة يتعين تنفيذها. Problem: a task to be performed.

**What is an algorithm?**

# ما هي الخوارزمية؟

❑ Operations, we can perform on Data Structures

العمليات، يمكننا القيام بها على هياكل البيانات

❑ A finite set of instructions to executing them

مجموعة محدودة من التعليمات لتنفيذها

❑ A method or process to solve a problem

طريقة أو عملية لحل مشكلة

❑ Transforms input of a problem to output

تحويل إدخال مشكلة إلى مخرجات

Algorithm = Input + Process + Output

خوارزمية = إدخال + عملية + إخراج

# Algorithm Properties خصائص الخوارزمية

- An algorithm possesses the following properties: تمتلك الخوارزمية الخصائص التالية:
  - It must be correct. يجب أن يكون صحيحاً.
  - It must be composed of a series of concrete steps. ويجب أن تتألف من سلسلة من الخطوات الملموسة.
  - There can be no ambiguity as to which step will be performed next. لا يمكن أن يكون هناك أي غموض بشأن الخطوة التي سيتم تنفيذها بعد ذلك.
  - It must be composed of a finite number of steps. يجب أن تتكون من عدد محدود من الخطوات.
  - It must terminate. يجب أن تنتهي.
- A computer program is an instance, or concrete representation, for an algorithm in some programming language.

برنامج الكمبيوتر هو مثال، أو تمثيل ملموس، لخوارزمية في بعض لغات البرمجة.

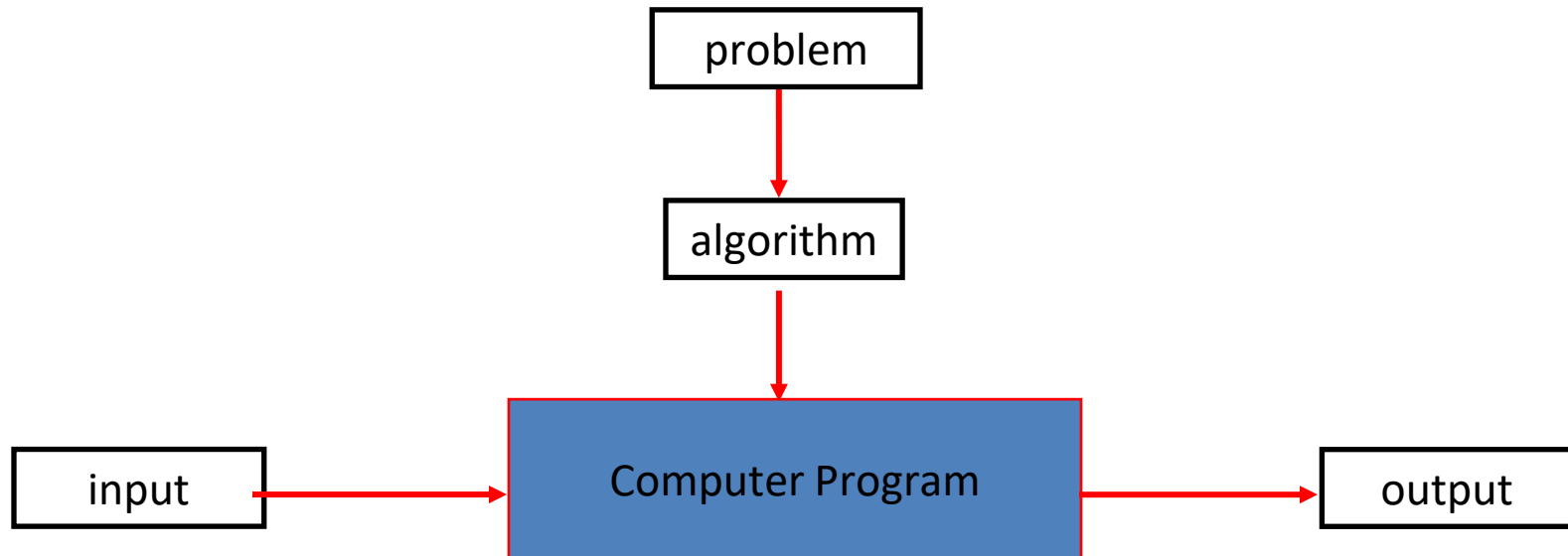
# ما هو البرنامج؟ What is a program?

- A computer program is an instance, or concrete representation, for an algorithm in some programming language.

برنامج الحاسوب هو مثال، أو تمثيل ملموس، لخوارزمية في بعض لغات البرمجة.

- A set of instructions which the computer will follow to solve a problem.

مجموعة من الإرشادات التي سيتبعها الحاسوب لحل مشكلة.



# Collections

- **Collection:** is a structured data type that stores **data** and provides **operations** to manipulate this data (such as: add, remove and update).  
**التجميع:** هو نوع من البيانات المنظمة التي تخزن البيانات وتوفر عمليات لمعالجة هذه البيانات (مثل: إضافة وإزالة وتحديث).
- Collection main types (categories):  
أنواع (فئات) المجموعة الرئيسية:
  - **Linear:** List of elements where elements follow each other in a linear order (ordered by position: first, second, ... , etc.).  
**خطي:** قائمة بالعناصر التي تتبع فيها العناصر بعضها البعض بترتيب خطي (مرتبة حسب الموضع: الأول، الثاني، ...، إلخ).
    - E.g.: Array, ArrayList, String, Struct, Stack, Queue.
  - **Nonlinear:** List of elements which don't have positional order.  
قائمة بالعناصر التي ليس لها ترتيب موضعي.
    - E.g.: trees, heaps, graphs, and sets



- Collection property such as:
  - **Count:** number of items in the collection. عدد العناصر في المجموعة.
- Collection operations such as:

<b>Add ()</b>	adds a new item to the collection. عنصر جديد إلى المجموعة
<b>Insert ()</b>	adds a new item to the collection at a specific location. إضافة عنصر جديد إلى المجموعة في موقع معين.
<b>Remove ()</b>	removes a specific item from the collection. يزيل عنصرا معينا من المجموعة.
<b>Clear ()</b>	removes all items from the collection. يزيل جميع العناصر من المجموعة
<b>Contains ()</b>	determines if a specific item is a member of a collection. يحدد ما إذا كان عنصر معين عضوا في مجموعة.
<b>IndexOf ()</b>	determines the index of a specific element in a collection. يحدد فهرس عنصر معين في مجموعة.

# Collection Subcategories

## الفئات الفرعية للمجموعة

- Within the two major categories of collections (**Linear** and **Nonlinear**), there are several subcategories.
- **Linear Collections** can be either:
  - **Direct Access Collections**, or مجموعات الوصول المباشر أو
  - **Sequential Access Collections.** مجموعات الوصول المتسلسلة
- **Nonlinear Collections** can be either:
  - **Hierarchical Collections**, or **Group Collections.** المجموعات الهرمية، أو مجموعات المجموعة.

# Direct Access Collections

## مجموعات الوصول المباشر

- **Array:** a collection of elements with the same data type that are directly accessed via an integer index.  
الصفيف: مجموعة من العناصر التي لها نفس نوع البيانات التي يتم الوصول إليها مباشرة عبر فهرس صحيح
- **String:** a collection of characters that can be directly accessed via an index.  
السلسلة: مجموعة من الأحرف التي يمكن الوصول إليها مباشرة عبر فهرس.
- **Struct** (Structure or record): a composite data type that holds data that may consist of many different data types.  
**الهيكـل** (الهيكـل أو السجل): نوع بيانات مركب يحتوي على بيانات قد تتكون من العديد من أنواع البيانات المختلفة
  - E.g.: Student record (num: int, name: string, avg: float)

# Sequential Access Collections

## مجموعات الوصول المتسلسلة

- Is a list that stores its elements in a sequential order (i.e., linear list).  
هي قائمة تخزن عناصرها بترتيب تسلسلي (أي قائمة خطية)
- Items in a linear list can only be accessed by their position (i.e., they are not accessed directly).  
لا يمكن الوصول إلى العناصر الموجودة في قائمة خطية إلا من خلال موضعها (أي لا يمكن الوصول إليها مباشرة)
- Examples: Stacks and Queues.

# Hierarchical Collections

## Group Collections

المجموعات الهرمية  
مجموعات المجموعات

- A nonlinear collection of items that are **UNORDERED**.

مجموعة غير خطية من العناصر غير المرتبة

- Examples:
  - Sets.
  - Graphs.
  - Networks.