1333203 DSA Winter 2023

Q1a: Define linked list. List different types of linked list. (03 marks)

પ્રશ્ન 1અ: લીન્કડ લીસ્ટની વ્યાખ્યા આપો. વિવિધ પ્રકારના લિન્ક્ડ લીસ્ટ ની યાદી આપો. (૦૩ ગુણ)

Q1b: Explain Linear and Non Linear Data structure in Python with examples. (04 marks)

પ્રશ્ન 1બ: પાયથનમાં લીનીયર અને નોન-લીનીયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર ઉદાહરણ સાથે સમજાવો. (૦૪ ગુણ)

Q1c: Explain class, attributes, object and class method in python with suitable example. (07 marks)

પ્રશ્ન 1ક: પાયથનમાં ક્લાસ, એટ્રિબ્યુટ્સ, ઓબ્જેક્ટ અને ક્લાસ મેથડ યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે સમજાવો. (૦૭ ગુણ)

Q1cOR: Define Data Encapsulation & Polymorphism. Develop a Python code to explain Polymorphism. (07 marks)

પ્રશ્ન 1કOR: ડેટા એન્કેપ્સુલેસન અને પોલીમોર્ફીસમની વ્યાખ્યા આપો. પોલીમોર્ફીસમ સમજાવવા માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. (૦૭ ગુણ)

Q2a: Differentiate between Stack and Queue. (03 marks)

પ્રશ્ન 2અ: સ્ટેક અને ક્યુ નો તફાવત આપો. (૦૩ ગુણ)

Q2b: Write an algorithm for PUSH and POP operation of stack in python. (04 marks)

પ્રશ્ન 2બ: પુશ અને પોપ ઓપરેશન માટેનો અલ્ગોરીધમ લખો. (૦૪ ગુણ)

Q2c: Convert following equation from infix to postfix using Stack: A * (B + C) - D / (E + F) (07 marks)

પ્રશ્ન 2ક: નીચે આપેલ સમીકરણને ઇન્ફિક્સમાંથી પોસ્ટફિક્સમાં બદલો: A * (B + C) - D / (E + F) (૦૭ ગુણ)

Q2aOR: Differentiate between simple Queue and circular Queue. (03 marks)

પ્રશ્ન 2અOR: સિમ્પલ ક્યુ અને સર્ક્યુલર ક્યુ નો તફાવત આપો. (૦૩ ગુણ)

Q2bOR: Explain concept of recursive function with suitable example. (04 marks)

પ્રશ્ન 2બOR: રીકર્સિવ ફંક્શનનો કોન્સેપ્ટ યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે સમજાવો. (૦૪ ગુણ)

Q2cOR: Develop a python code to implement Enqueue and Dequeue operation in Queue. (07 marks)

પ્રશ્ન 2કOR: Enqueue અને Dequeue ઓપરેશન માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. (૦૭ ગુણ)

Q3a: Give Difference between Singly linked list and Circular linked list. (03 marks)

પ્રશ્ન 3અ: સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ અને સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ નો તફાવત આપો. (૦૩ ગુણ)

Q3b: Explain concept of Doubly linked list. (04 marks)

પ્રશ્ન 3બ: ડબલી લિન્ક્ડ લીસ્ટ નો કોન્સેપ્ટ સમજાવો. (૦૪ ગુણ)

Q3c: Write an algorithm for following operations on singly linked list: (07 marks)

પ્રશ્ન 3ક: નીચે આપેલ ઓપરેશન માટે અલગોરિધમ લખો: (૦૭ ગુણ)

૧. લીસ્ટ ની શરૂઆતમાં નોડ દાખલ કરવા

૨. લીસ્ટ ના અંતમાં નોડ દાખલ કરવા

Q3aOR: List different operations performed on singly linked list. (03 marks)

પ્રશ્ન 3aOR: સિંગલી લિંક્ડ લિસ્ટ પરના વિવિધ ઓપરેશનની યાદી આપો. (૦૩ ગુણ)

Q3bOR: Explain concept of Circular linked list. (04 marks)

પ્રશ્ન 3bOR: સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટનો કોન્સેપ્ટ સમજાવો. (૦૪ ગુણ)

Q3cOR: List applications of linked list. Write an algorithm to count the number of nodes in singly linked list. (07 marks)

પ્રશ્ન 3cOR: લિંક્ડ લીસ્ટની એપ્લિકેશનોની યાદી આપો. સિંગલી લિંક્ડ લીસ્ટમાં કુલ નોડ ગણવા માટેનો અલગોરિધમ લખો. (૦૭ ગુણ)

Q4a: Compare Linear search with Binary search. (03 marks)

પ્રશ્ન 4અ: લીનીયર સર્ચ અને બાયનરી સર્ચની સરખામણી કરો. (૦૩ ગુણ)

Q4b: Write an algorithm for selection sort method. (04 marks)

પ્રશ્ન 4બ: સિલેક્શન સોર્ટ માટેનો અલગોરિધમ લખો. (૦૪ ગુણ)

Q4c: Develop a Python code to sort the following list in ascending order using Bubble sort method. list1=[5,4,3,2,1,0] (07 marks)

પ્રશ્ન 4ક: નીચે આપેલા લીસ્ટને બબલ સોર્ટ મેથડ વડે ચડતા ક્રમમાં ગોઠવવા માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. list1=[5,4,3,2,1,0] (૦૭ ગુણ)

Q4aOR: Define sorting. List different sorting methods. (03 marks)

પ્રશ્ન 4aOR: સોર્ટિંગની વ્યાખ્યા આપો. વિવિધ પ્રકારના સોર્ટિંગની યાદી આપો. (૦૩ ગુણ)

Question 4(b) OR: Write an algorithm for Insertion sort method. (04 marks)

પ્રશ્ન 4(બ) OR: Insertion sort method નો અલગોરિધમ લખો. (૦૪ ગુણ)

Question 4(c) OR: Develop a python code to sort following list in ascending order using selection sort method. list1=[6,3,25,8,-1,55,0] (07 marks)

પ્રશ્ન 4(ક) OR: નીચે આપેલા લીસ્ટ ને સિલેક્શન સોર્ટ મેથડ વડે ચડતા ક્રમમાં ગોઠવવા માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. list1= [6,3,25,8,-1,55,0] (૦૭ ગુણ)

1333203 DSA Winter 2023

Q1a: Define linked list. List different types of linked list. (03 marks)

Ans 1a:
A linked list is a dynamic data structure consisting of a sequence of elements, where each element (called a node) contains data and a reference (or link) to the next element in the sequence. Unlike arrays, linked lists do not store elements in contiguous memory locations, allowing for efficient insertion and deletion operations.

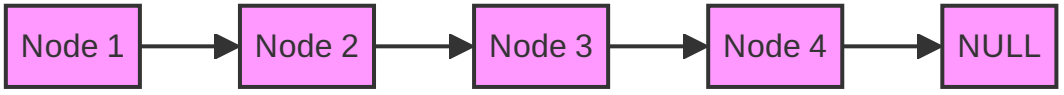
Key characteristics of linked lists:

- Dynamic size: Can grow or shrink during program execution
- Non-contiguous memory allocation: Elements can be stored anywhere in memory
- Efficient insertion and deletion: O(1) time complexity for operations at the beginning or end

Different types of linked lists:

1. **Singly Linked List**:
    - Each node contains data and a single reference to the next node
    - Last node points to NULL, indicating the end of the list
2. **Doubly Linked List**:
    - Each node contains data and two references: one to the next node and one to the previous node
    - Allows traversal in both directions
3. **Circular Linked List**:
    - Similar to singly linked list, but the last node points back to the first node
    - Forms a closed loop

4. **Circular Doubly Linked List**:
    - Combines features of doubly linked and circular linked lists
    - Last node's next pointer points to the first node, and first node's previous pointer points to the last node
5. **Header Linked List**:
    - Contains a special header node at the beginning
    - Header node may store metadata about the list (e.g., size, pointers to first and last elements)



પ્રશ્ન 1અ: લીન્કડ લીસ્ટની વ્યાખ્યા આપો. વિવિધ પ્રકારના લિન્કડ લીસ્ટ ની યાદી આપો. (૦૩ ગુણ)

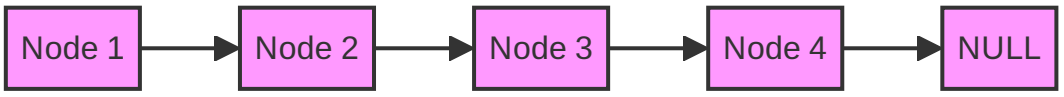
જવાબ 1અ:
linked list એ એક ડાયનેમિક ડેટા સ્ટ્રક્ચર છે જેમાં એલિમેન્ટ્સનો ક્રમ હોય છે, જ્યાં દરેક એલિમેન્ટ (જેને node કહેવાય છે) ડેટા અને ક્રમમાં આગળના એલિમેન્ટનો સંદર્ભ (અથવા link) ધરાવે છે. એરેઝથી વિપરીત, linked lists એલિમેન્ટ્સને સતત મેમરી સ્થાનોમાં સંગ્રહિત કરતા નથી, જે insertion અને deletion ઓપરેશન્સને કાર્યક્ષમ બનાવે છે.

linked lists ની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:

- ડાયનેમિક કદ: પ્રોગ્રામ એક્ઝીક્યુશન દરમિયાન વધી અથવા ઘટી શકે છે
- નોન-કન્ટીગ્યુઅસ મેમરી એલોકેશન: એલિમેન્ટ્સ મેમરીમાં ગમે ત્યાં સ્ટોર કરી શકાય છે
- કાર્યક્ષમ insertion અને deletion: શરૂઆત અથવા અંતમાં ઓપરેશન્સ માટે O(1) સમય જટિલતા

વિવિધ પ્રકારના linked lists:

1. **Singly Linked List**:
    - દરેક node ડેટા અને આગળના node નો એક સિંગલ સંદર્ભ ધરાવે છે
    - છેલ્લું node NULL તરફ પોઈન્ટ કરે છે, જે લિસ્ટના અંતને સૂચવે છે
2. **Doubly Linked List**:
    - દરેક node ડેટા અને બે સંદર્ભો ધરાવે છે: એક આગળના node માટે અને એક પાછલા node માટે
    - બંને દિશાઓમાં ટ્રાવર્સલની મંજૂરી આપે છે
3. **Circular Linked List**:
    - Singly Linked List જેવું જ, પરંતુ છેલ્લું node પ્રથમ node તરફ પાછું પોઈન્ટ કરે છે
    - બંધ લૂપ બનાવે છે
4. **Circular Doubly Linked List**:
    - Doubly Linked અને Circular Linked Lists ની વિશેષતાઓને જોડે છે
    - છેલ્લા node નો next pointer પ્રથમ node તરફ પોઈન્ટ કરે છે, અને પ્રથમ node નો previous pointer છેલ્લા node તરફ પોઈન્ટ કરે છે
5. **Header Linked List**:
    - શરૂઆતમાં એક વિશેષ header node ધરાવે છે
    - Header node લિસ્ટ વિશેના મેટાડેટા સ્ટોર કરી શકે છે (દા.ત., કદ, પ્રથમ અને છેલ્લા એલિમેન્ટ્સના pointers)



Q1b: Explain Linear and Non Linear Data structure in Python with examples. (04 marks)

Ans 1b:
Data structures in Python can be categorized into two main types: Linear and Non-Linear. These categories differ in how they organize and allow access to data elements.

1. Linear Data Structures:
Linear data structures are those in which data elements are arranged sequentially or linearly. Each element is directly connected to its previous and next elements (if they exist).

Characteristics:

- Elements are arranged in a sequential order
- Each element has at most one predecessor and one successor
- Data can be traversed in a single run

Examples in Python:

a) Lists:

```
fruits = ['apple', 'banana', 'cherry']
print(fruits[1])  # Output: banana
```

b) Tuples:

```
coordinates = (10, 20)
print(coordinates[0])  # Output: 10
```

c) Strings:

```
message = "Hello"
print(message[2])  # Output: l
```

d) Stack (implemented using a list):

```
stack = []
stack.append('a')
stack.append('b')
print(stack.pop())  # Output: b
```

e) Queue (using collections.deque):

```
from collections import deque
queue = deque(['x', 'y', 'z'])
queue.append('w')
print(queue.popleft())  # Output: x
```

2. Non-Linear Data Structures:
Non-linear data structures are those in which data elements are not arranged sequentially. Each element can be connected to multiple other elements.

Characteristics:

- Elements are not arranged in a sequential order
- An element can be connected to multiple other elements
- Data cannot be traversed in a single run

Examples in Python:

a) Dictionaries:

```
person = {'name': 'John', 'age': 30}
print(person['name'])  # Output: John
```

b) Sets:

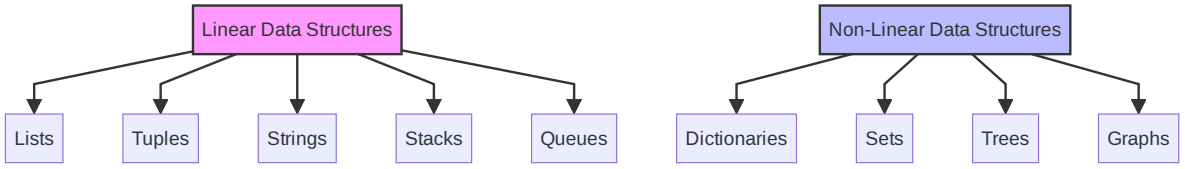
```
unique_numbers = {1, 2, 3, 4, 5}
unique_numbers.add(6)
print(unique_numbers)  # Output: {1, 2, 3, 4, 5, 6}
```

c) Trees (implemented using a class):

```
class TreeNode:
    def __init__(self, value):
        self.value = value
        self.left = None
        self.right = None

root = TreeNode(1)
root.left = TreeNode(2)
root.right = TreeNode(3)
```

d) Graphs (using a dictionary):

```
graph = {
    'A': ['B', 'C'],
    'B': ['A', 'D', 'E'],
    'C': ['A', 'F'],
    'D': ['B'],
    'E': ['B', 'F'],
    'F': ['C', 'E']
}
```



પ્રશ્ન 1બ: પાયથનમાં લીનીયર અને નોન-લીનીયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર ઉદાહરણ સાથે સમજાવો. (૦૪ ગુણ)

જવાબ 1બ:
પાયથનમાં ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સને બે મુખ્ય પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે: લીનીયર અને નોન-લીનીયર. આ વર્ગીકરણો ડેટા એલિમેન્ટ્સને કેવી રીતે વ્યવસ્થિત કરે છે અને તેમના ઍક્સેસની મંજૂરી આપે છે તેના આધારે અલગ પડે છે.

1. લીનીયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સ:
લીનીયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સ એ છે જેમાં ડેટા એલિમેન્ટ્સ અનુક્રમિક અથવા રેખીય રીતે ગોઠવાયેલા હોય છે. દરેક એલિમેન્ટ તેના અગાઉના અને પછીના એલિમેન્ટ્સ સાથે સીધું જોડાયેલું હોય છે (જો તે અસ્તિત્વમાં હોય તો).

લાક્ષણિકતાઓ:

- એલિમેન્ટ્સ અનુક્રમિક ક્રમમાં ગોઠવાયેલા હોય છે
- દરેક એલિમેન્ટને વધુમાં વધુ એક પૂર્વગામી અને એક અનુગામી હોય છે
- ડેટાને એક જ રનમાં ટ્રાવર્સ કરી શકાય છે

પાયથનમાં ઉદાહરણો:

a) Lists:

```
fruits = ['apple', 'banana', 'cherry']
print(fruits[1])  # આઉટપુટ: banana
```

b) Tuples:

```
coordinates = (10, 20)
print(coordinates[0])  # આઉટપુટ: 10
```

c) Strings:

```
message = "Hello"
print(message[2])  # આઉટપુટ: l
```

d) Stack (લિસ્ટનો ઉપયોગ કરીને અમલીકરણ):

```
stack = []
stack.append('a')
stack.append('b')
print(stack.pop())  # આઉટપુટ: b
```

e) Queue (collections.deque નો ઉપયોગ કરીને):

```
from collections import deque
queue = deque(['x', 'y', 'z'])
queue.append('w')
print(queue.popleft())  # આઉટપુટ: x
```

2. નોન-લીનીયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સ:
નોન-લીનીયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સ એ છે જેમાં ડેટા એલિમેન્ટ્સ અનુક્રમિક રીતે ગોઠવાયેલા નથી. દરેક એલિમેન્ટ અન્ય ઘણા એલિમેન્ટ્સ સાથે જોડાયેલું હોઈ શકે છે.

લાક્ષણિકતાઓ:

- એલિમેન્ટ્સ અનુક્રમિક ક્રમમાં ગોઠવાયેલા નથી
- એક એલિમેન્ટ અન્ય ઘણા એલિમેન્ટ્સ સાથે જોડાયેલું હોઈ શકે છે
- ડેટાને એક જ રનમાં ટ્રાવર્સ કરી શકાતો નથી

પાયથનમાં ઉદાહરણો:

a) Dictionaries:

```
person = {'name': 'John', 'age': 30}
print(person['name'])  # આઉટપુટ: John
```

b) Sets:

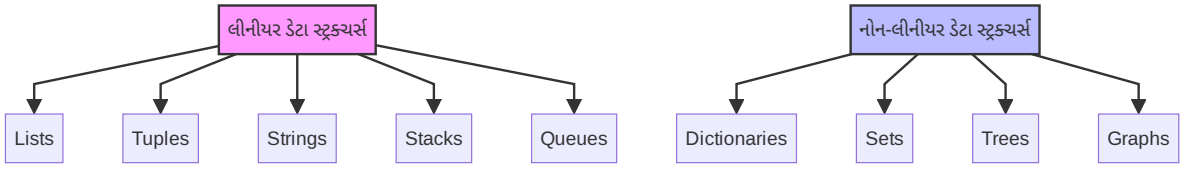
```
unique_numbers = {1, 2, 3, 4, 5}
unique_numbers.add(6)
print(unique_numbers)  # આઉટપુટ: {1, 2, 3, 4, 5, 6}
```

c) Trees (ક્લાસનો ઉપયોગ કરીને અમલીકરણ):

```
class TreeNode:
    def __init__(self, value):
        self.value = value
        self.left = None
        self.right = None

root = TreeNode(1)
root.left = TreeNode(2)
root.right = TreeNode(3)
```

d) Graphs (ડિક્શનરીનો ઉપયોગ કરીને):

```
graph = {
    'A': ['B', 'C'],
    'B': ['A', 'D', 'E'],
    'C': ['A', 'F'],
    'D': ['B'],
    'E': ['B', 'F'],
    'F': ['C', 'E']
}
```



Q1c: Explain class, attributes, object and class method in python with suitable example. (07 marks)

Ans 1c:
In Python, object-oriented programming (OOP) is implemented using classes and objects. Let's explore these concepts along with attributes and class methods.

1. **Class**:
   A class is a blueprint for creating objects. It defines a set of attributes and methods that the objects of that class will have.
2. **Attributes**:
   Attributes are variables that hold data associated with a class or its instances. There are two types of attributes:
   - Instance attributes: Unique to each instance
   - Class attributes: Shared among all instances of the class
3. **Object**:
   An object is an instance of a class. It's a concrete entity based on the class blueprint.
4. **Class Method**:
   A class method is a method that is bound to the class and not the instance of the class. It can access and modify class state.

Let's illustrate these concepts with an example of a `Car` class:

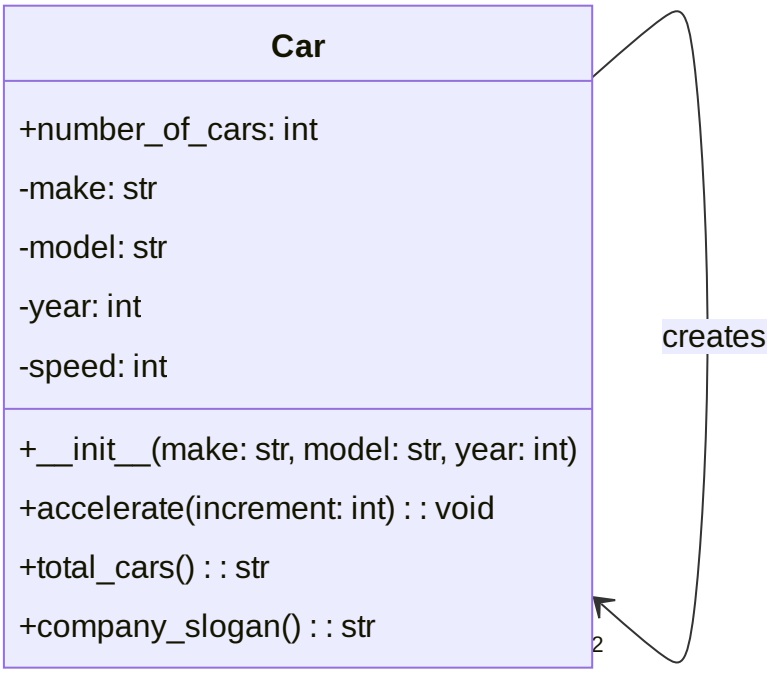
```
class Car:
    # Class attribute
    number_of_cars = 0

    def __init__(self, make, model, year):
        # Instance attributes
        self.make = make
        self.model = model
        self.year = year
        self.speed = 0
        Car.number_of_cars += 1

    def accelerate(self, increment):
        """Instance method to increase speed"""
        self.speed += increment
        print(f"{self.make} {self.model} is now going {self.speed} km/h")

    @classmethod
    def total_cars(cls):
        """Class method to return total number of cars"""
        return f"Total number of cars: {cls.number_of_cars}"

    @staticmethod
    def company_slogan():
        """Static method for company slogan"""
        return "We build awesome cars!"

# Creating objects (instances) of the Car class
car1 = Car("Toyota", "Corolla", 2020)
```

```
car2 = Car("Honda", "Civic", 2021)

# Accessing instance attributes
print(f"Car 1: {car1.make} {car1.model}")
print(f"Car 2: {car2.make} {car2.model}")

# Calling instance method
car1.accelerate(50)

# Accessing class attribute and calling class method
print(Car.total_cars())

# Calling static method
print(Car.company_slogan())
```

Explanation:

1. **Class Definition**: The `Car` class is defined with the `class` keyword.
2. **Attributes**:
   - Class attribute: `number_of_cars` is shared among all instances.
   - Instance attributes: `make`, `model`, `year`, and `speed` are unique to each car object.
3. **Methods**:
   - `__init__`: Constructor method to initialize instance attributes.
   - `accelerate`: Instance method that modifies the object's state.
   - `total_cars`: Class method (decorated with `@classmethod`) that accesses class state.
   - `company_slogan`: Static method (decorated with `@staticmethod`) that doesn't access instance or class state.
4. **Objects**: `car1` and `car2` are instances of the `Car` class, created with specific attribute values.
5. **Accessing Attributes and Methods**:
   - Instance attributes are accessed using dot notation: `car1.make`
   - Instance methods are called on objects: `car1.accelerate(50)`
   - Class methods are called on the class: `Car.total_cars()`
   - Static methods can be called on either the class or an instance: `Car.company_slogan()`

This example demonstrates the core concepts of OOP in Python, showing how classes encapsulate data (attributes) and behavior (methods), and how objects are instantiated from these classes.



પ્રશ્ન 1ક: પાયથનમાં ક્લાસ, એટ્રિબ્યુટ્સ, ઓબ્જેક્ટ અને ક્લાસ મેથડ યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે સમજાવો. (૦૭ ગુણ)

જવાબ 1ક:
પાયથનમાં, ઓબ્જેક્ટ-ઓરિએન્ટેડ પ્રોગ્રામિંગ (OOP) ક્લાસ અને ઓબ્જેક્ટ્સનો ઉપયોગ કરીને અમલમાં મૂકવામાં આવે છે. આ વિભાવનાઓને એટ્રિબ્યુટ્સ અને ક્લાસ મેથડ્સ સાથે સમજીએ.

1. **ક્લાસ (Class)**:
   ક્લાસ એ ઓબ્જેક્ટ્સ બનાવવા માટેનો બ્લુપ્રિન્ટ છે. તે એટ્રિબ્યુટ્સ અને મેથડ્સનો સેટ વ્યાખ્યાયિત કરે છે જે તે ક્લાસના ઓબ્જેક્ટ્સ ધરાવશે.
2. **એટ્રિબ્યુટ્સ (Attributes)**:
   એટ્રિબ્યુટ્સ એ વેરિએબલ્સ છે જે ક્લાસ અથવા તેના ઇન્સ્ટન્સ સાથે સંકળાયેલ ડેટા ધરાવે છે. બે પ્રકારના એટ્રિબ્યુટ્સ છે:
   - ઇન્સ્ટન્સ એટ્રિબ્યુટ્સ: દરેક ઇન્સ્ટન્સ માટે અનન્ય
   - ક્લાસ એટ્રિબ્યુટ્સ: ક્લાસના તમામ ઇન્સ્ટન્સ વચ્ચે શેર કરેલ
3. **ઓબ્જેક્ટ (Object)**:
   ઓબ્જેક્ટ એ ક્લાસનું ઇન્સ્ટન્સ છે. તે ક્લાસ બ્લુપ્રિન્ટ પર આધારિત ઠોસ એન્ટિટી છે.
4. **ક્લાસ મેથડ (Class Method)**:
   ક્લાસ મેથડ એ એક મેથડ છે જે ક્લાસ સાથે બંધાયેલ છે, ક્લાસના ઇન્સ્ટન્સ સાથે નહીં. તે ક્લાસ સ્થિતિને ઍક્સેસ અને સંશોધિત કરી શકે છે.

આ વિભાવનાઓને `Car` ક્લાસના ઉદાહરણ સાથે સમજાવીએ:

```
class Car:
    # ક્લાસ એટ્રિબ્યુટ
    number_of_cars = 0

    def __init__(self, make, model, year):
        # ઇન્સ્ટન્સ એટ્રિબ્યુટ્સ
        self.make = make
        self.model = model
        self.year = year
        self.speed = 0
```

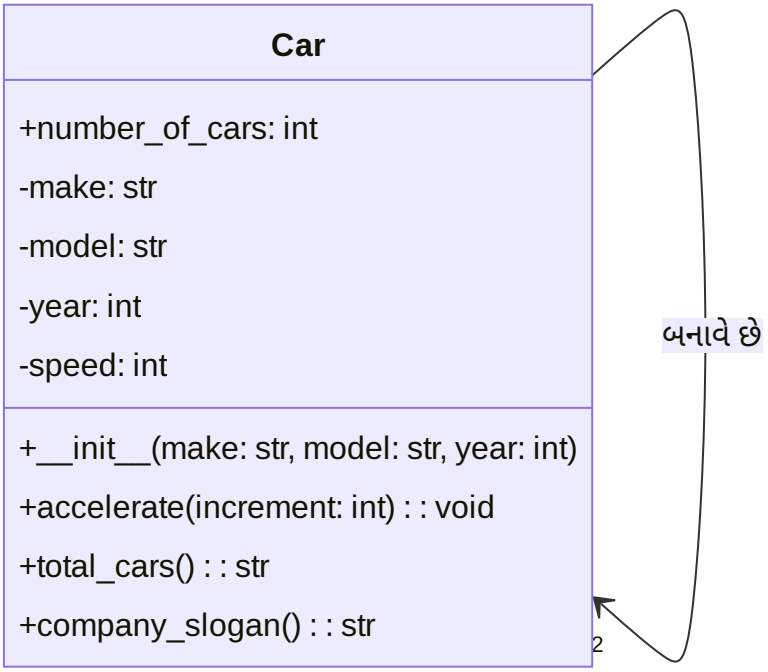
```
        Car.number_of_cars += 1

    def accelerate(self, increment):
        """ગતિ વધારવા માટેની ઇન્સ્ટન્સ મેથડ"""
        self.speed += increment
        print(f"{self.make} {self.model} હવે {self.speed} કિમી/કલાક પર જઈ રહી છે")

    @classmethod
    def total_cars(cls):
        """કુલ કારની સંખ્યા પરત કરવા માટેની ક્લાસ મેથડ"""
        return f"કુલ કારની સંખ્યા: {cls.number_of_cars}"

    @staticmethod
    def company_slogan():
        """કંપનીના સ્લોગન માટેની સ્ટેટિક મેથડ"""
        return "અમે અદ્ભુત કાર બનાવીએ છીએ!"

# Car ક્લાસના ઓબ્જેક્ટ્સ (ઇન્સ્ટન્સ) બનાવવા
car1 = Car("Toyota", "Corolla", 2020)
car2 = Car("Honda", "Civic", 2021)

# ઇન્સ્ટન્સ એટ્રિબ્યુટ્સને ઍક્સેસ કરવું
print(f"કાર 1: {car1.make} {car1.model}")
print(f"કાર 2: {car2.make} {car2.model}")

# ઇન્સ્ટન્સ મેથડને કૉલ કરવી
car1.accelerate(50)

# ક્લાસ એટ્રિબ્યુટને ઍક્સેસ કરવું અને ક્લાસ મેથડને કૉલ કરવી
print(Car.total_cars())

# સ્ટેટિક મેથડને કૉલ કરવી
print(Car.company_slogan())
```

સમજૂતી:

1. **ક્લાસ વ્યાખ્યા**: `Car` ક્લાસ `class` કીવર્ડ સાથે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.
2. **એટ્રિબ્યુટ્સ**:
   - ક્લાસ એટ્રિબ્યુટ: `number_of_cars` તમામ ઇન્સ્ટન્સ વચ્ચે શેર કરવામાં આવે છે.
   - ઇન્સ્ટન્સ એટ્રિબ્યુટ્સ: `make`, `model`, `year`, અને `speed` દરેક કાર ઓબ્જેક્ટ માટે અનન્ય છે.
3. **મેથડ્સ**:
   - `__init__`: ઇન્સ્ટન્સ એટ્રિબ્યુટ્સને પ્રારંભિક કરવા માટેની કન્સ્ટ્રક્ટર મેથડ.
   - `accelerate`: ઓબ્જેક્ટની સ્થિતિને સંશોધિત કરતી ઇન્સ્ટન્સ મેથડ.
   - `total_cars`: ક્લાસ સ્થિતિને ઍક્સેસ કરતી ક્લાસ મેથડ (`@classmethod` સાથે ડેકોરેટેડ).
   - `company_slogan`: ઇન્સ્ટન્સ અથવા ક્લાસ સ્થિતિને ઍક્સેસ ન કરતી સ્ટેટિક મેથડ (`@staticmethod` સાથે ડેકોરેટેડ).
4. **ઓબ્જેક્ટ્સ**: `car1` અને `car2` એ `Car` ક્લાસના ઇન્સ્ટન્સ છે, જે ચોક્કસ એટ્રિબ્યુટ મૂલ્યો સાથે બનાવવામાં આવ્યા છે.
5. **એટ્રિબ્યુટ્સ અને મેથડ્સને ઍક્સેસ કરવું**:
   - ઇન્સ્ટન્સ એટ્રિબ્યુટ્સને ડોટ નોટેશનનો ઉપયોગ કરીને ઍક્સેસ કરવામાં આવે છે: `car1.make`
   - ઇન્સ્ટન્સ મેથડ્સને ઓબ્જેક્ટ્સ પર કૉલ કરવામાં આવે છે: `car1.accelerate(50)`

- ક્લાસ મેથડ્સને ક્લાસ પર કૉલ કરવામાં આવે છે: `Car.total_cars()`
- સ્ટેટિક મેથડ્સને ક્લાસ અથવા ઇન્સ્ટન્સ પર કૉલ કરી શકાય છે: `Car.company_slogan()`

આ ઉદાહરણ પાયથનમાં OOP ના મુખ્ય ખ્યાલોને દર્શાવે છે, જે બતાવે છે કે કેવી રીતે ક્લાસ ડેટા (એટ્રિબ્યુટ્સ) અને વર્તણૂક (મેથડ્સ) ને એનકેપ્સ્યુલેટ કરે છે, અને કેવી રીતે આ ક્લાસમાંથી ઓબ્જેક્ટ્સ બનાવવામાં આવે છે.



Q1cOR: Define Data Encapsulation & Polymorphism. Develop a Python code to explain Polymorphism. (07 marks)

Ans 1cOR:

Data Encapsulation:
Data Encapsulation is an Object-Oriented Programming concept that binds together the data and the functions that manipulate the data, keeping both safe from outside interference and misuse. It wraps the data (variables) and code acting on the data (methods) together as a single unit. In Python, encapsulation is achieved using private and protected members along with public interfaces.

Polymorphism:
Polymorphism is the ability of different classes with the same interface to have different implementations. It allows us to use a single interface to represent different underlying forms (data types or classes). Polymorphism enables using a single type of object to represent various scenarios, making code more flexible and reusable.

Let's develop a Python code to explain Polymorphism:

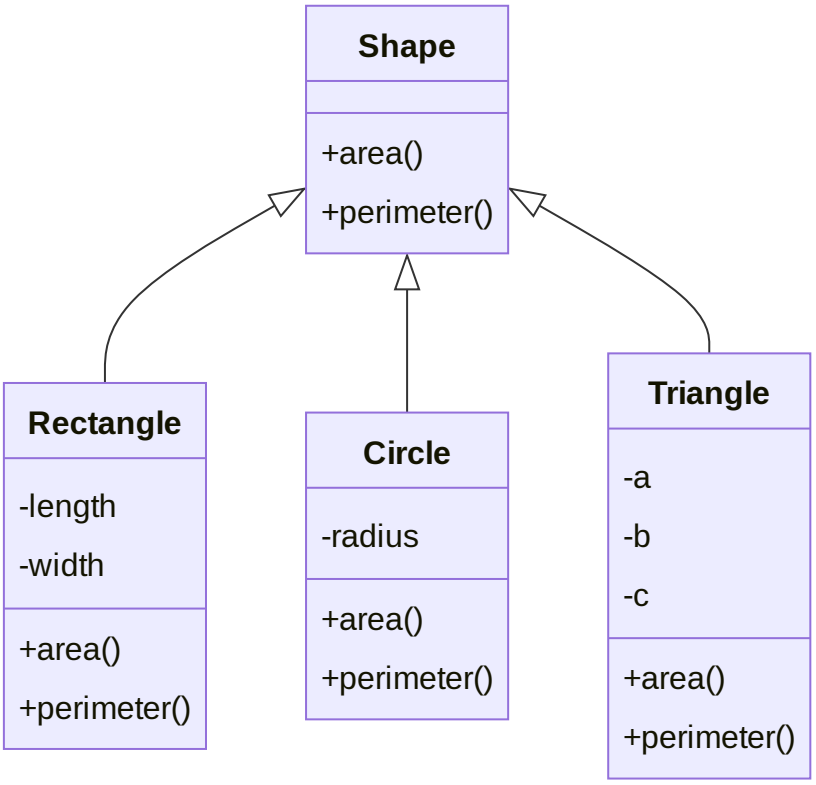
```
from abc import ABC, abstractmethod

class Shape(ABC):
    @abstractmethod
    def area(self):
        pass

    @abstractmethod
    def perimeter(self):
```

```
        pass

class Rectangle(Shape):
    def __init__(self, length, width):
        self.length = length
        self.width = width

    def area(self):
        return self.length * self.width

    def perimeter(self):
        return 2 * (self.length + self.width)

class Circle(Shape):
    def __init__(self, radius):
        self.radius = radius

    def area(self):
        return 3.14 * self.radius ** 2

    def perimeter(self):
        return 2 * 3.14 * self.radius

class Triangle(Shape):
    def __init__(self, a, b, c):
        self.a = a
        self.b = b
        self.c = c

    def area(self):
        # Using Heron's formula
        s = (self.a + self.b + self.c) / 2
        return (s * (s - self.a) * (s - self.b) * (s - self.c)) ** 0.5

    def perimeter(self):
        return self.a + self.b + self.c

def print_shape_info(shape):
    print(f"Shape: {type(shape).__name__}")
    print(f"Area: {shape.area():.2f}")
    print(f"Perimeter: {shape.perimeter():.2f}")
    print()

# Create different shapes
rectangle = Rectangle(5, 4)
circle = Circle(3)
triangle = Triangle(3, 4, 5)

# Demonstrate polymorphism
shapes = [rectangle, circle, triangle]

for shape in shapes:
    print_shape_info(shape)
```

Explanation of the code:

1. We define an abstract base class `Shape` with abstract methods `area()` and `perimeter()`.
2. We create three concrete classes: `Rectangle`, `Circle`, and `Triangle`, each inheriting from `Shape` and implementing its own `area()` and `perimeter()` methods.
3. The `print_shape_info()` function demonstrates polymorphism. It takes a `shape` parameter and calls the `area()` and `perimeter()` methods without knowing the specific type of shape.
4. We create instances of different shapes and store them in a list.
5. We iterate through the list of shapes, calling `print_shape_info()` for each shape. This demonstrates polymorphism as the same function works with different shape objects.

This code showcases polymorphism by allowing different shape objects to be treated uniformly through a common interface (`Shape`), while each shape implements its specific behavior for area and perimeter calculations.



પ્રશ્ન 1કOR: ડેટા એન્કેપ્સુલેસન અને પોલીમોર્ફીસમની વ્યાખ્યા આપો. પોલીમોર્ફીસમ સમજાવવા માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. (૦૭ ગુણ)

જવાબ 1કOR:

ડેટા એન્કેપ્સુલેસન:
ડેટા એન્કેપ્સુલેસન એ ઓબ્જેક્ટ-ઓરિએન્ટેડ પ્રોગ્રામિંગનો એક ખ્યાલ છે જે ડેટા અને ડેટાને હેરફેર કરતા ફંક્શન્સને એકસાથે બાંધે છે, બંનેને બાહ્ય દખલ અને દુરુપયોગથી સુરક્ષિત રાખે છે. તે ડેટા (વેરિએબલ્સ) અને ડેટા પર કાર્ય કરતા કોડ (મેથડ્સ) ને એક એકમ તરીકે સાથે રાખે છે. પાયથનમાં, એન્કેપ્સુલેસન પબ્લિક ઇન્ટરફેસ સાથે પ્રાઇવેટ અને પ્રોટેક્ટેડ સભ્યોનો ઉપયોગ કરીને પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે.

પોલીમોર્ફીસમ:
પોલીમોર્ફીસમ એ વિવિધ વર્ગોની એક જ ઇન્ટરફેસ સાથે અલગ અલગ અમલીકરણ કરવાની ક્ષમતા છે. તે એક જ ઇન્ટરફેસનો ઉપયોગ કરીને વિવિધ અંતર્નિહિત સ્વરૂપો (ડેટા પ્રકારો અથવા વર્ગો) ને રજૂ કરવાની મંજૂરી આપે છે. પોલીમોર્ફીસમ વિવિધ પરિસ્થિતિઓનું પ્રતિનિધિત્વ કરવા માટે એક જ પ્રકારના ઓબ્જેક્ટનો ઉપયોગ કરવા સક્ષમ બનાવે છે, જેથી કોડ વધુ લવચીક અને ફરીથી ઉપયોગ કરી શકાય તેવો બને છે.

ચાલો પોલીમોર્ફીસમ સમજાવવા માટે એક પાયથન કોડ વિકસાવીએ:

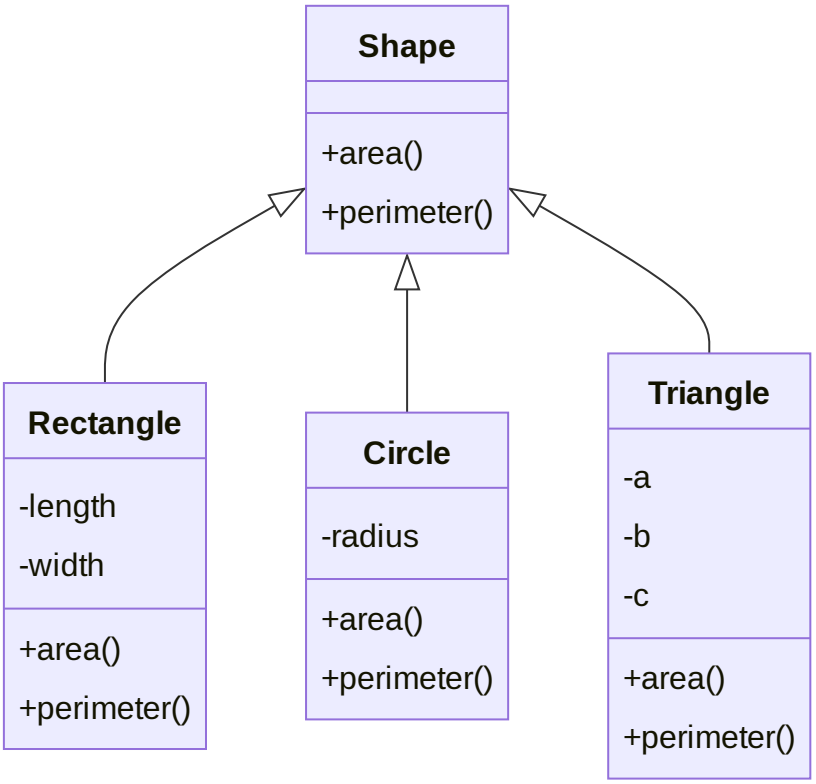
```python
from abc import ABC, abstractmethod

class Shape(ABC):
    @abstractmethod
    def area(self):
        pass

    @abstractmethod
    def perimeter(self):
        pass

class Rectangle(Shape):
    def __init__(self, length, width):
        self.length = length
        self.width = width

    def area(self):
        return self.length * self.width

    def perimeter(self):
        return 2 * (self.length + self.width)

class Circle(Shape):
    def __init__(self, radius):
        self.radius = radius

    def area(self):
        return 3.14 * self.radius ** 2

    def perimeter(self):
        return 2 * 3.14 * self.radius

class Triangle(Shape):
    def __init__(self, a, b, c):
        self.a = a
        self.b = b
        self.c = c

    def area(self):
        # હેરોનનું સૂત્ર વાપરીને
        s = (self.a + self.b + self.c) / 2
        return (s * (s - self.a) * (s - self.b) * (s - self.c)) ** 0.5

    def perimeter(self):
        return self.a + self.b + self.c

def print_shape_info(shape):
    print(f"આકાર: {type(shape).__name__}")
    print(f"ક્ષેત્રફળ: {shape.area():.2f}")
    print(f"પરિમિતિ: {shape.perimeter():.2f}")
    print()

# વિવિધ આકારો બનાવો
rectangle = Rectangle(5, 4)
circle = Circle(3)
```

```
triangle = Triangle(3, 4, 5)

# પોલીમોર્ફીસમ દર્શાવો
shapes = [rectangle, circle, triangle]

for shape in shapes:
    print_shape_info(shape)
```

કોડની સમજૂતી:

1. અમે `area()` અને `perimeter()` એબ્સ્ટ્રેક્ટ મેથડ્સ સાથે એક એબ્સ્ટ્રેક્ટ બેઝ ક્લાસ `Shape` વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ.
2. અમે ત્રણ કોન્ક્રીટ ક્લાસ બનાવીએ છીએ: `Rectangle`, `Circle`, અને `Triangle`, દરેક `Shape` માંથી વારસો મેળવે છે અને તેની પોતાની `area()` અને `perimeter()` મેથડ્સનો અમલ કરે છે.
3. `print_shape_info()` ફંક્શન પોલીમોર્ફીસમ દર્શાવે છે. તે `shape` પેરામીટર લે છે અને આકારનો ચોક્કસ પ્રકાર જાણ્યા વિના `area()` અને `perimeter()` મેથડ્સને કૉલ કરે છે.
4. અમે વિવિધ આકારોના ઇન્સ્ટન્સ બનાવીએ છીએ અને તેમને એક લિસ્ટમાં સ્ટોર કરીએ છીએ.
5. અમે આકારોની લિસ્ટમાંથી પસાર થઈએ છીએ, દરેક આકાર માટે `print_shape_info()` ને કૉલ કરીએ છીએ. આ પોલીમોર્ફીસમ દર્શાવે છે કારણ કે એક જ ફંક્શન વિવિધ આકાર ઓબ્જેક્ટ્સ સાથે કાર્ય કરે છે.

આ કોડ વિવિધ આકાર ઓબ્જેક્ટ્સને સામાન્ય ઇન્ટરફેસ (`Shape`) દ્વારા એકસમાન રીતે ગણવાની મંજૂરી આપીને પોલીમોર્ફીસમ દર્શાવે છે, જ્યારે દરેક આકાર ક્ષેત્રફળ અને પરિમિતિની ગણતરી માટે તેના ચોક્કસ વર્તનનો અમલ કરે છે.



Q2a: Differentiate between Stack and Queue. (03 marks)

Ans 2a:
Stack and Queue are both fundamental data structures used in computer science, but they differ in their behavior and use cases. Here's a comparison:

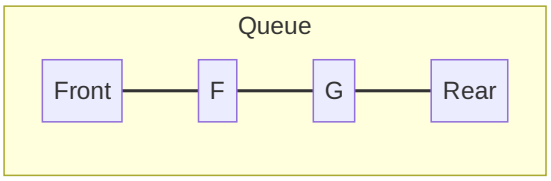
1. **Order of Operations**:
    - Stack: Last-In-First-Out (LIFO)

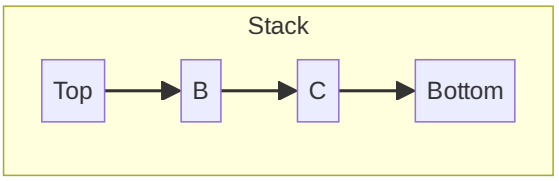
- Queue: First-In-First-Out (FIFO)

2. **Access Points**:
   - Stack: Single end (top) for both insertion and deletion
   - Queue: Two ends - rear for insertion (enqueue) and front for deletion (dequeue)
3. **Main Operations**:
   - Stack: Push (insert) and Pop (remove)
   - Queue: Enqueue (insert) and Dequeue (remove)
4. **Use Cases**:
   - Stack: Function call management, undo mechanisms, expression evaluation
   - Queue: Task scheduling, breadth-first search, printer spooling
5. **Flexibility**:
   - Stack: More flexible for nested structures
   - Queue: Better for sequential processing

Tabular Comparison:

Aspect	**Stack**	**Queue**
Order	LIFO (Last-In-First-Out)	FIFO (First-In-First-Out)
Insertion	At one end (top)	At one end (rear)
Deletion	From the same end as insertion (top)	From the opposite end of insertion (front)
Main Operations	Push, Pop	Enqueue, Dequeue
Access	Only top element is accessible	Elements accessible from both ends
Implementation	Can be implemented using arrays or linked lists	Can be implemented using arrays, linked lists, or circular arrays
Terminology	Top	Front and Rear
Overflow Condition	When stack is full	When queue is full
Underflow Condition	When stack is empty	When queue is empty





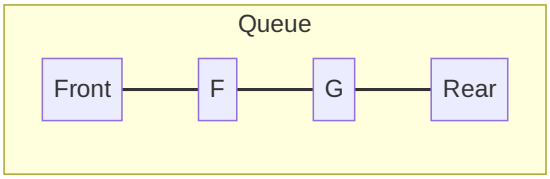
પ્રશ્ન 2અ: સ્ટેક અને ક્યુ નો તફાવત આપો. (૦૩ ગુણ)

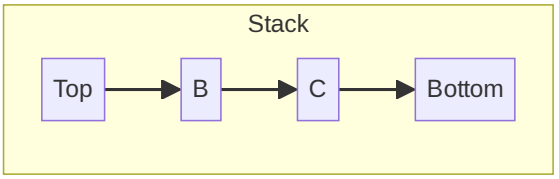
જવાબ 2અ:
સ્ટેક અને ક્યુ બંને કમ્પ્યુટર સાયન્સમાં ઉપયોગમાં લેવાતા મૂળભૂત ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સ છે, પરંતુ તેઓ તેમના વર્તન અને ઉપયોગના કિસ્સાઓમાં અલગ પડે છે. અહીં એક તુલના આપી છે:

1. **ઓપરેશન્સનો ક્રમ**:
    - સ્ટેક: Last-In-First-Out (LIFO)
    - ક્યુ: First-In-First-Out (FIFO)
2. **ઍક્સેસ પોઇન્ટ્સ**:
    - સ્ટેક: એક જ છેડો (ટોચ) દાખલ કરવા અને કાઢવા બંને માટે
    - ક્યુ: બે છેડા - દાખલ કરવા માટે પાછળનો (enqueue) અને કાઢવા માટે આગળનો (dequeue)
3. **મુખ્ય ઓપરેશન્સ**:
    - સ્ટેક: Push (દાખલ કરવું) અને Pop (કાઢવું)
    - ક્યુ: Enqueue (દાખલ કરવું) અને Dequeue (કાઢવું)
4. **ઉપયોગના કિસ્સાઓ**:
    - સ્ટેક: ફંક્શન કૉલ મેનેજમેન્ટ, અન્ડુ મેકેનિઝમ્સ, એક્સપ્રેશન ઇવેલ્યુએશન
    - ક્યુ: ટાસ્ક શેડ્યુલિંગ, બ્રેડ્થ-ફર્સ્ટ સર્ચ, પ્રિન્ટર સ્પૂલિંગ
5. **લવચીકતા**:
    - સ્ટેક: નેસ્ટેડ સ્ટ્રક્ચર્સ માટે વધુ લવચીક
    - ક્યુ: અનુક્રમિક પ્રોસેસિંગ માટે વધુ સારું

કોષ્ટક સ્વરૂપે તુલના:

પાસું	સ્ટેક	ક્યુ
ક્રમ	LIFO (Last-In-First-Out)	FIFO (First-In-First-Out)
દાખલ કરવું	એક છેડે (ટોચ પર)	એક છેડે (પાછળ)
કાઢવું	દાખલ કરવાના એ જ છેડેથી (ટોચ)	દાખલ કરવાના વિરુદ્ધ છેડેથી (આગળ)
મુખ્ય ઓપરેશન્સ	Push, Pop	Enqueue, Dequeue
ઍક્સેસ	માત્ર ટોચનું એલિમેન્ટ ઍક્સેસ કરી શકાય છે	બંને છેડેથી એલિમેન્ટ્સ ઍક્સેસ કરી શકાય છે
અમલીકરણ	એરે અથવા લિંક્ડ લિસ્ટ્સનો ઉપયોગ કરીને અમલ કરી શકાય છે	એરે, લિંક્ડ લિસ્ટ્સ, અથવા સર્ક્યુલર એરેનો ઉપયોગ કરીને અમલ કરી શકાય છે
શબ્દાવલી	ટોચ	આગળ અને પાછળ
ઓવરફ્લો સ્થિતિ	જ્યારે સ્ટેક ભરાઈ જાય	જ્યારે ક્યુ ભરાઈ જાય
અન્ડરફ્લો સ્થિતિ	જ્યારે સ્ટેક ખાલી હોય	જ્યારે ક્યુ ખાલી હોય





Q2b: Write an algorithm for PUSH and POP operation of stack in python. (04 marks)

Ans 2b:

Here are the algorithms for PUSH and POP operations of a stack implemented in Python:

PUSH Algorithm:

1. Check if the stack is full
2. If full, display "Stack Overflow" error
3. If not full, increment the top pointer
4. Add the new element at the position of the top pointer

Python implementation:

```
def push(stack, item, max_size):
    if len(stack) >= max_size:
        print("Stack Overflow. Cannot push item:", item)
    else:
        stack.append(item)
        print("Pushed item:", item)
```

POP Algorithm:

1. Check if the stack is empty
2. If empty, display "Stack Underflow" error
3. If not empty, retrieve the item at the top pointer
4. Decrement the top pointer
5. Return the retrieved item

Python implementation:

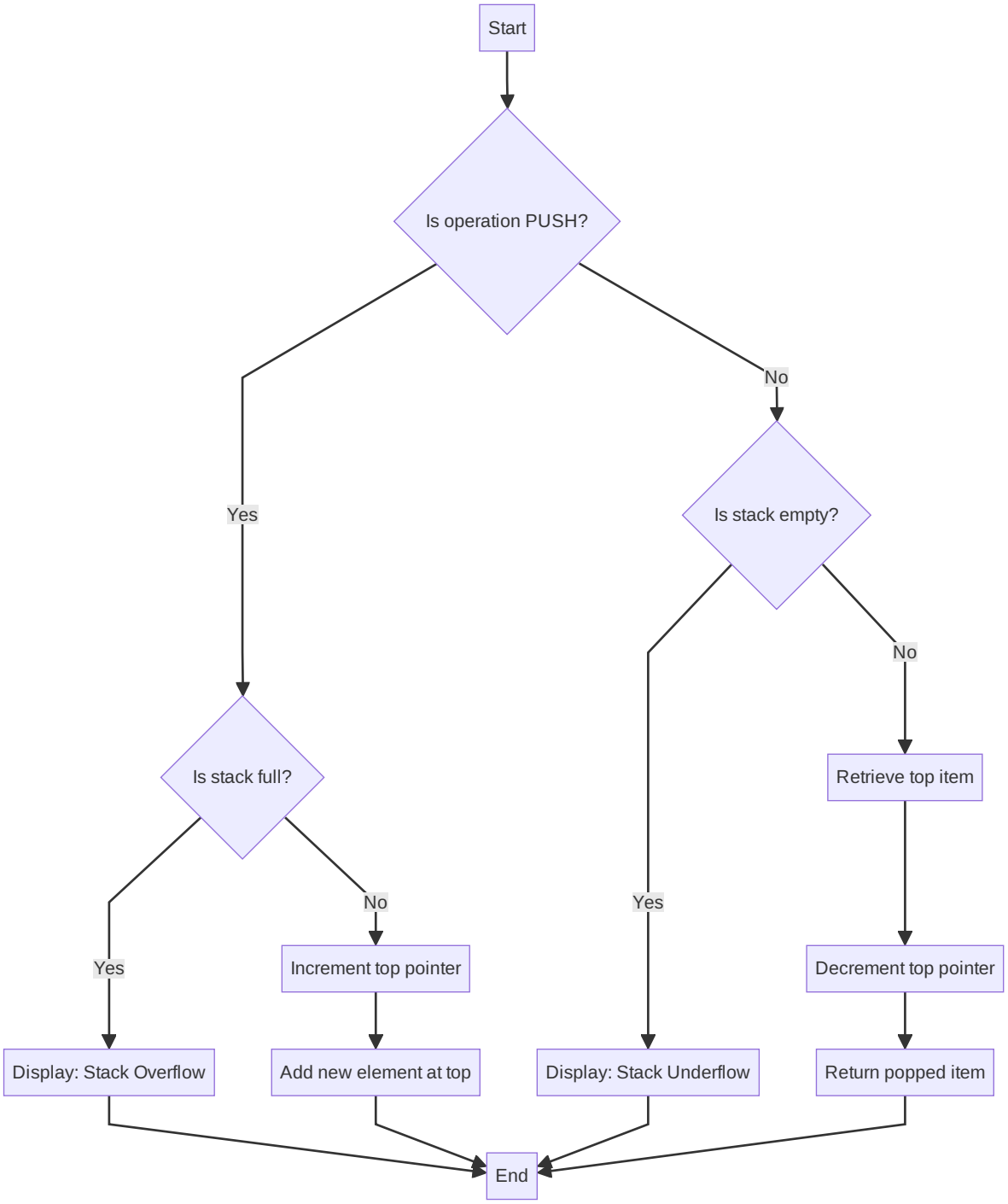
```
def pop(stack):
    if len(stack) == 0:
        print("Stack Underflow. Cannot pop item from an empty stack.")
        return None
    else:
        item = stack.pop()
        print("Popped item:", item)
        return item
```

Usage example:

```
# Initialize an empty stack
stack = []
```

```
max_size = 5

# Push operations
push(stack, 10, max_size)
push(stack, 20, max_size)
push(stack, 30, max_size)

# Pop operations
pop(stack)
pop(stack)

# Try to pop from an empty stack
pop(stack)
pop(stack)  # This will show the underflow error

# Try to push beyond the max size
push(stack, 40, max_size)
push(stack, 50, max_size)
push(stack, 60, max_size)
push(stack, 70, max_size)  # This will show the overflow error
```

This implementation uses Python's built-in list as the underlying data structure for the stack. The `append()` method is used for pushing elements, and the `pop()` method is used for removing elements from the top of the stack.



પ્રશ્ન 2બ: પુશ અને પોપ ઓપરેશન માટેનો અલ્ગોરીધમ લખો. (૦૪ ગુણ)

જવાબ 2બ:

અહીં પાયથનમાં અમલ કરાયેલ સ્ટેકના PUSH અને POP ઓપરેશન માટેના અલ્ગોરિધમ આપ્યા છે:

PUSH અલ્ગોરિધમ:

1. તપાસો કે શું સ્ટેક ભરેલો છે
2. જો ભરેલો હોય, તો "સ્ટેક ઓવરફ્લો" ભૂલ દર્શાવો
3. જો ભરેલો ન હોય, તો ટોચના પોઈન્ટરને વધારો
4. ટોચના પોઈન્ટરની સ્થિતિએ નવું એલિમેન્ટ ઉમેરો

પાયથન અમલીકરણ:

```
def push(stack, item, max_size):
    if len(stack) >= max_size:
        print("સ્ટેક ઓવરફ્લો. આઇટમ પુશ કરી શકાતી નથી:", item)
    else:
        stack.append(item)
        print("પુશ કરેલી આઇટમ:", item)
```

POP અલ્ગોરિધમ:

1. તપાસો કે શું સ્ટેક ખાલી છે
2. જો ખાલી હોય, તો "સ્ટેક અન્ડરફ્લો" ભૂલ દર્શાવો
3. જો ખાલી ન હોય, તો ટોચના પોઈન્ટર પરની આઇટમ મેળવો
4. ટોચના પોઈન્ટરને ઘટાડો
5. મેળવેલી આઇટમ પરત કરો

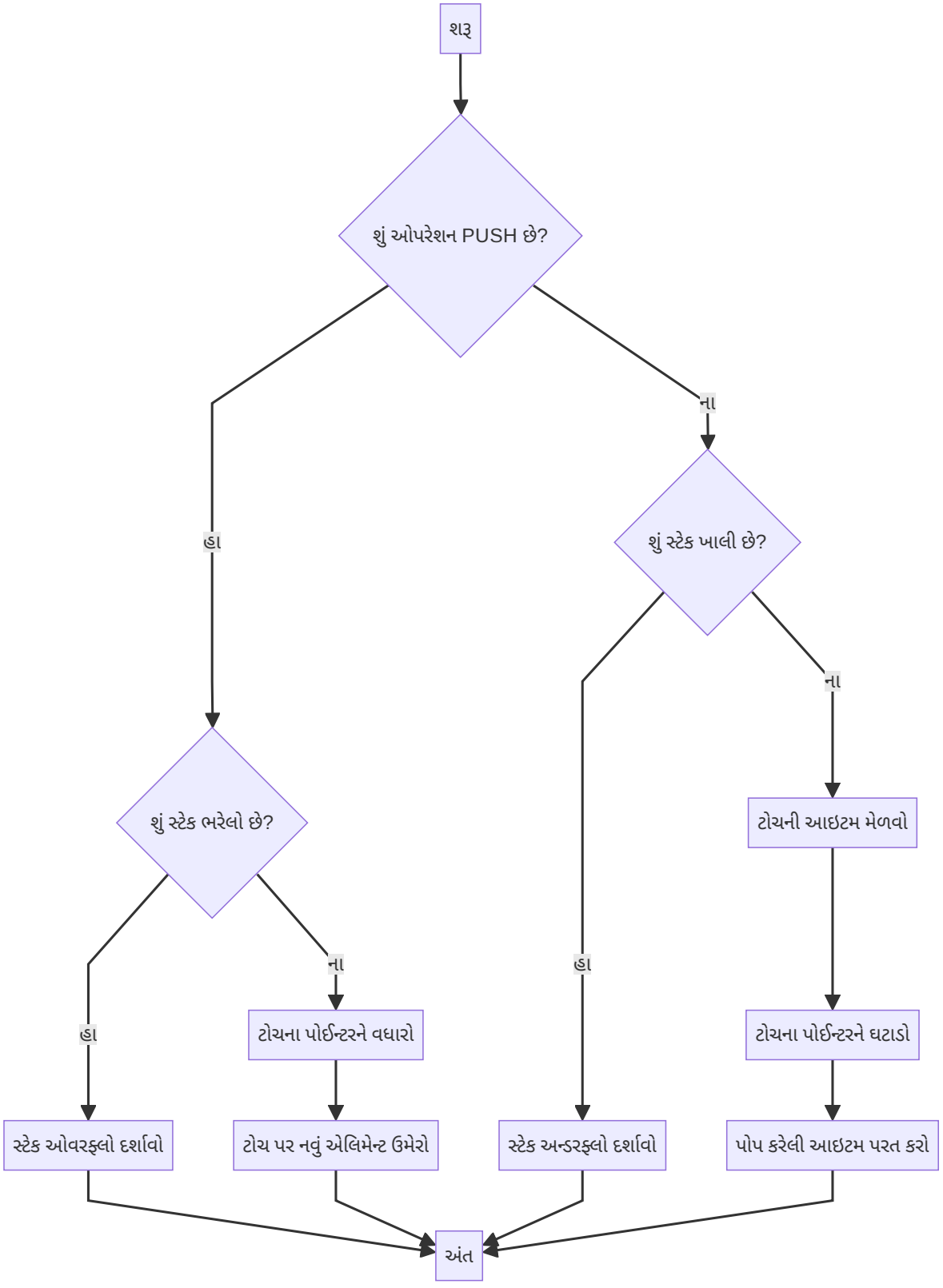
પાયથન અમલીકરણ:

```
def pop(stack):
    if len(stack) == 0:
        print("સ્ટેક અન્ડરફ્લો. ખાલી સ્ટેકમાંથી આઇટમ પોપ કરી શકાતી નથી.")
        return None
    else:
        item = stack.pop()
        print("પોપ કરેલી આઇટમ:", item)
        return item
```

ઉપયોગનું ઉદાહરણ:

```
# ખાલી સ્ટેક શરૂ કરો
stack = []
max_size = 5

# પુશ ઓપરેશન્સ
push(stack, 10, max_size)
push(stack, 20, max_size)
push(stack, 30, max_size)

# પોપ ઓપરેશન્સ
pop(stack)
pop(stack)

# ખાલી સ્ટેકમાંથી પોપ કરવાનો પ્રયાસ
pop(stack)
pop(stack)  # આ અન્ડરફ્લો ભૂલ બતાવશે

# મહત્તમ કદથી વધારે પુશ કરવાનો પ્રયાસ
push(stack, 40, max_size)
push(stack, 50, max_size)
push(stack, 60, max_size)
push(stack, 70, max_size)  # આ ઓવરફ્લો ભૂલ બતાવશે
```

આ અમલીકરણ સ્ટેક માટે પાયથનની બિલ્ટ-ઇન લિસ્ટનો ઉપયોગ કરે છે. `append()` મેથડનો ઉપયોગ એલિમેન્ટ્સ પુશ કરવા માટે થાય છે, અને `pop()` મેથડનો ઉપયોગ સ્ટેકની ટોચથી એલિમેન્ટ્સ દૂર કરવા માટે થાય છે.



Q2c: Convert following equation from infix to postfix using Stack: A * (B + C) - D / (E + F) (07 marks)

Ans 2c:

To convert the infix expression A * (B + C) - D / (E + F) to postfix, we'll use the stack-based algorithm. Here's the step-by-step process:

1. Initialize an empty stack and an empty output string.
2. Scan the infix expression from left to right.
3. For each character in the infix expression:
    - If it's an operand (letter or digit), add it to the output string.
    - If it's a left parenthesis '(', push it onto the stack.
    - If it's a right parenthesis ')', pop operators from the stack and add them to the output string until a left parenthesis is encountered. Pop and discard the left parenthesis.
    - If it's an operator (+, -, *, /):
        - While the stack is not empty and the top of the stack has higher or equal precedence, pop operators from the stack and add them to the output string.
        - Push the current operator onto the stack.
4. After scanning all characters, pop any remaining operators from the stack and add them to the output string.

Let's apply this algorithm to our expression: A * (B + C) - D / (E + F)

Step	Symbol	Stack	Output	Explanation
1	A	[]	A	Operand, add to output
2	*	[*]	A	Push * to stack
3	(	[*, (]	A	Push (to stack
4	B	[*, (]	AB	Operand, add to output
5	+	[*, (, +]	AB	Push + to stack
6	C	[*, (, +]	ABC	Operand, add to output
7	)	[*]	ABC+	Pop until (, add to output
8	-	[-]	ABC+*	Pop *, push -
9	D	[-]	ABC+*D	Operand, add to output
10	/	[-, /]	ABC+*D	Push / (higher precedence)
11	(	[-, /, (]	ABC+*D	Push (to stack
12	E	[-, /, (]	ABC+*DE	Operand, add to output
13	+	[-, /, (, +]	ABC+*DE	Push + to stack
14	F	[-, /, (, +]	ABC+*DEF	Operand, add to output
15	)	[-, /]	ABC+*DEF+	Pop until (, add to output
16	End	[]	ABC+*DEF+/-	Pop remaining operators

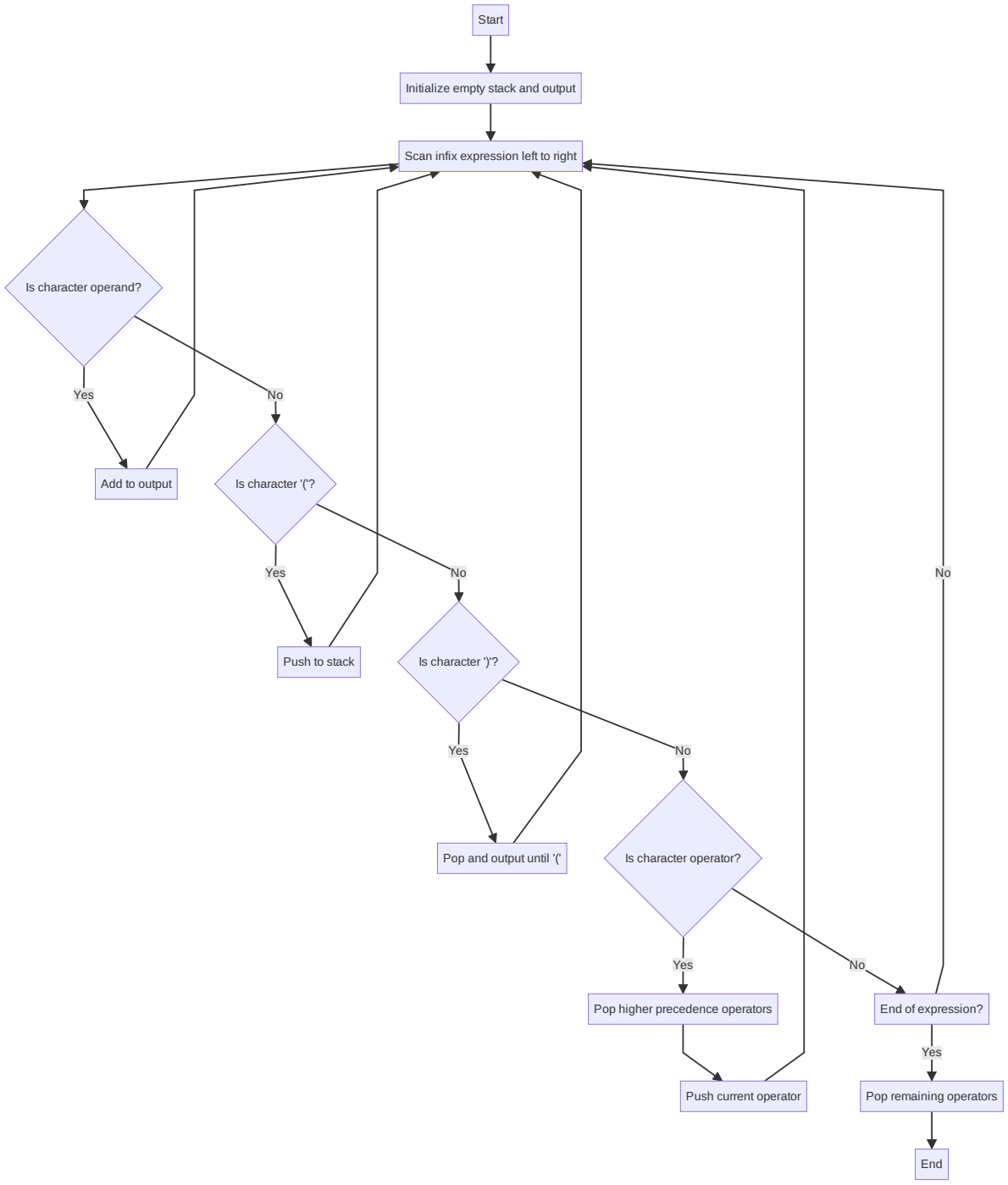
Therefore, the postfix expression is: ABC+*DEF+/-

Verification:

- The original infix expression: A * (B + C) - D / (E + F)

- The resulting postfix expression: ABC+*DEF+/-

This postfix expression correctly represents the original infix expression, preserving the order of operations and parentheses.



પ્રશ્ન 2ક: નીચે આપેલ સમીકરણને ઇન્ફિક્સમાંથી પોસ્ટફિક્સમાં બદલો: A * (B + C) - D / (E + F) (૦૭ ગુણ)

જવાબ 2ક:

ઇન્ફિક્સ અભિવ્યક્તિ A * (B + C) - D / (E + F) ને પોસ્ટફિક્સમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે, આપણે સ્ટેક-આધારિત અલ્ગોરિધમનો ઉપયોગ કરીશું. અહીં પગલાવાર પ્રક્રિયા આપી છે:

1. ખાલી સ્ટેક અને ખાલી આઉટપુટ સ્ટ્રિંગ શરૂ કરો.
2. ઇન્ફિક્સ અભિવ્યક્તિને ડાબેથી જમણે સ્કેન કરો.
3. ઇન્ફિક્સ અભિવ્યક્તિના દરેક અક્ષર માટે:

- જો તે ઓપરેન્ડ (અક્ષર અથવા અંક) હોય, તો તેને આઉટપુટ સ્ટ્રિંગમાં ઉમેરો.
- જો તે ડાબો કૌંસ '(' હોય, તો તેને સ્ટેક પર પુશ કરો.
- જો તે જમણો કૌંસ ')' હોય, તો ડાબો કૌંસ મળે ત્યાં સુધી સ્ટેકમાંથી ઓપરેટરોને પોપ કરો અને તેમને આઉટપુટ સ્ટ્રિંગમાં ઉમેરો. ડાબા કૌંસને પોપ કરો અને કાઢી નાખો.
- જો તે ઓપરેટર (+, -, *, /) હોય:
  - જ્યાં સુધી સ્ટેક ખાલી ન હોય અને સ્ટેકની ટોચ પર ઉચ્ચ અથવા સમાન અગ્રતા હોય, ત્યાં સુધી સ્ટેકમાંથી ઓપરેટરોને પોપ કરો અને તેમને આઉટપુટ સ્ટ્રિંગમાં ઉમેરો.
  - વર્તમાન ઓપરેટરને સ્ટેક પર પુશ કરો.

4. બધા અક્ષરોને સ્કેન કર્યા પછી, સ્ટેકમાંથી કોઈપણ બાકી રહેલા ઓપરેટરોને પોપ કરો અને તેમને આઉટપુટ સ્ટ્રિંગમાં ઉમેરો.

ચાલો આ અલ્ગોરિધમને આપણા સમીકરણ પર લાગુ કરીએ: A * (B + C) - D / (E + F)

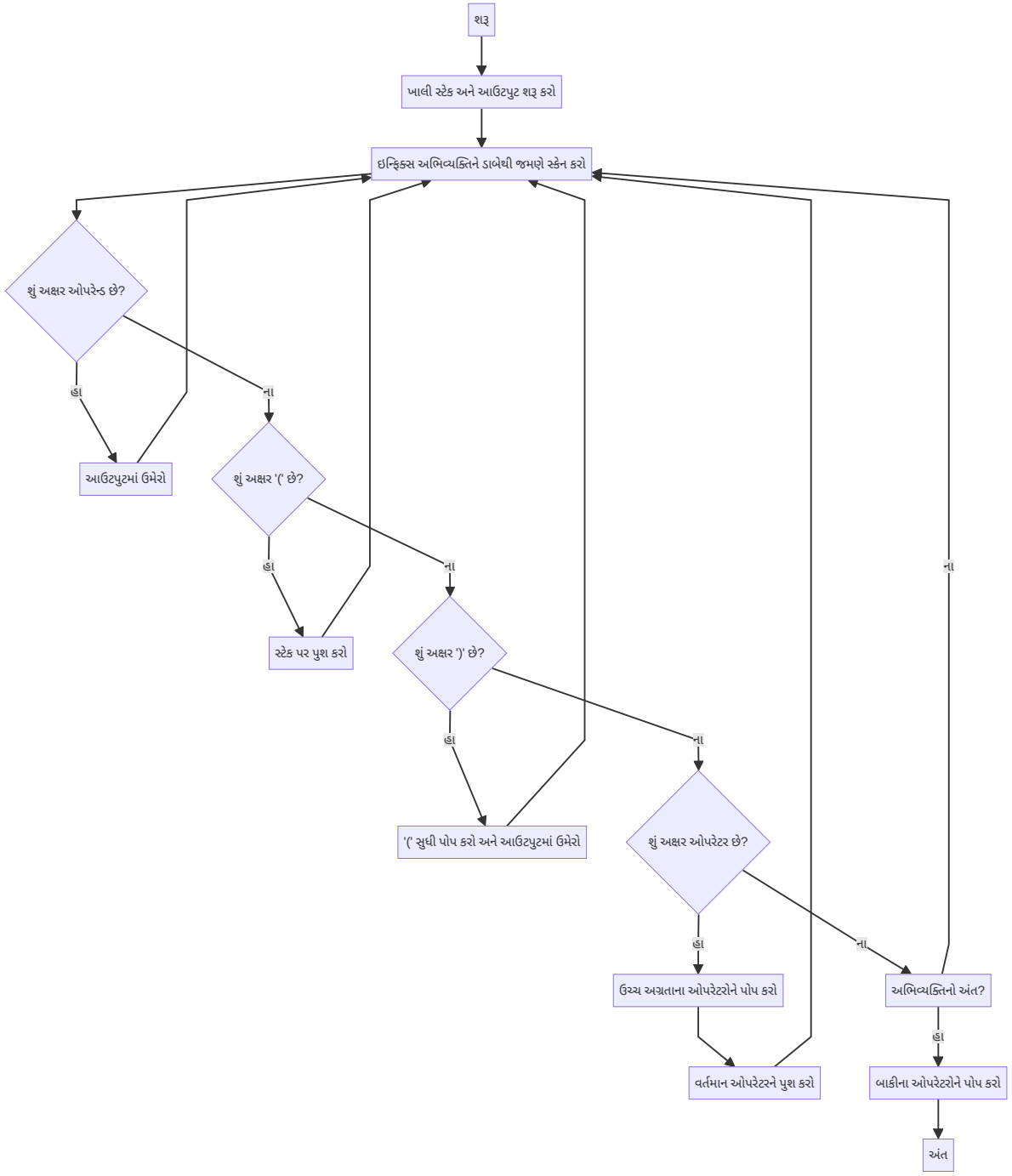
પગલું	પ્રતીક	સ્ટેક	આઉટપુટ	સમજૂતી
1	A	[]	A	ઓપરેન્ડ, આઉટપુટમાં ઉમેરો
2	*	[*]	A	* ને સ્ટેક પર પુશ કરો
3	(	[*, (]	A	(ને સ્ટેક પર પુશ કરો
4	B	[*, (]	AB	ઓપરેન્ડ, આઉટપુટમાં ઉમેરો
5	+	[*, (, +]	AB	+ ને સ્ટેક પર પુશ કરો
6	C	[*, (, +]	ABC	ઓપરેન્ડ, આઉટપુટમાં ઉમેરો
7	)	[*]	ABC+	(સુધી પોપ કરો, આઉટપુટમાં ઉમેરો
8	-	[-]	ABC+*	* ને પોપ કરો, - ને પુશ કરો
9	D	[-]	ABC+*D	ઓપરેન્ડ, આઉટપુટમાં ઉમેરો
10	/	[-, /]	ABC+*D	/ ને પુશ કરો (ઉચ્ચ અગ્રતા)
11	(	[-, /, (]	ABC+*D	(ને સ્ટેક પર પુશ કરો
12	E	[-, /, (]	ABC+*DE	ઓપરેન્ડ, આઉટપુટમાં ઉમેરો
13	+	[-, /, (, +]	ABC+*DE	+ ને સ્ટેક પર પુશ કરો
14	F	[-, /, (, +]	ABC+*DEF	ઓપરેન્ડ, આઉટપુટમાં ઉમેરો
15	)	[-, /]	ABC+*DEF+	(સુધી પોપ કરો, આઉટપુટમાં ઉમેરો
16	અંત	[]	ABC+*DEF+/-	બાકીના ઓપરેટરોને પોપ કરો

તેથી, પોસ્ટફિક્સ અભિવ્યક્તિ છે: ABC+*DEF+/-

ચકાસણી:

- મૂળ ઇન્ફિક્સ અભિવ્યક્તિ: A * (B + C) - D / (E + F)
- પરિણામી પોસ્ટફિક્સ અભિવ્યક્તિ: ABC+*DEF+/-

આ પોસ્ટફિક્સ અભિવ્યક્તિ મૂળ ઇન્ફિક્સ અભિવ્યક્તિનું યોગ્ય રીતે પ્રતિનિધિત્વ કરે છે, ઓપરેશનનો ક્રમ અને કૌંસને જાળવી રાખે છે.



Q2aOR: Differentiate between simple Queue and circular Queue. (03 marks)

Ans 2aOR:

Simple Queue and Circular Queue are both linear data structures based on the First-In-First-Out (FIFO) principle, but they differ in their implementation and efficiency. Here's a comparison:

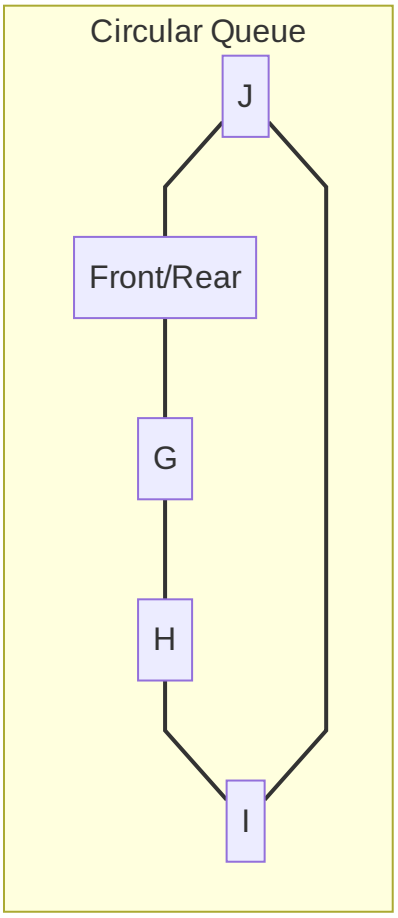
1. **Definition**:
    - Simple Queue: A linear data structure where insertion is done at the rear and deletion is done from the front.
    - Circular Queue: A variation of a simple queue where the last element is connected to the first element, forming a circle.
2. **Memory Utilization**:
    - Simple Queue: May lead to unused memory when elements are dequeued.

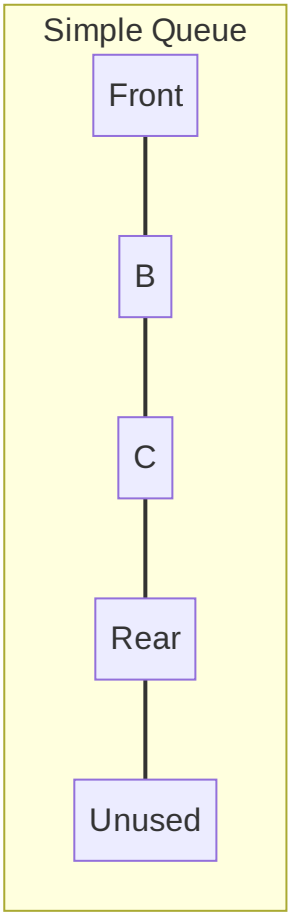
- Circular Queue: Efficiently utilizes memory by reusing empty spaces.

3. **Overflow Condition**:
   - Simple Queue: Occurs when rear reaches the end of the array, even if there's space at the front.
   - Circular Queue: Occurs only when all spaces are filled, regardless of position.
4. **Implementation Complexity**:
   - Simple Queue: Simpler to implement.
   - Circular Queue: Slightly more complex due to circular nature.
5. **Operations**:
   - Simple Queue: Enqueue and Dequeue operations may require shifting elements.
   - Circular Queue: Uses modulo arithmetic for Enqueue and Dequeue, avoiding shifts.

Tabular Comparison:

Aspect	**Simple Queue**	**Circular Queue**
Structure	Linear	Circular
Memory Utilization	Less efficient	More efficient
Overflow Condition	When rear reaches array end	When all spaces are filled
Implementation	Simpler	More complex
Space Reusability	Limited	High
Position Tracking	Front and Rear pointers	Front and Rear pointers with modulo arithmetic
Best Use Case	When queue size is unpredictable	Fixed size buffer, continuous operations


Circular Queue
J
Front/Rear
G
H
I


Simple Queue
Front
B
C
Rear
Unused

પ્રશ્ન 2અOR: સિમ્પલ ક્યુ અને સર્ક્યુલર ક્યુ નો તફાવત આપો. (૦૩ ગુણ)

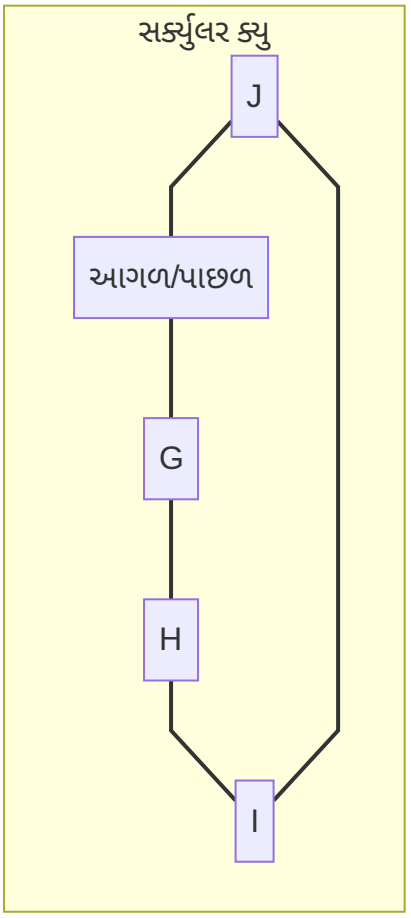
જવાબ 2અOR:

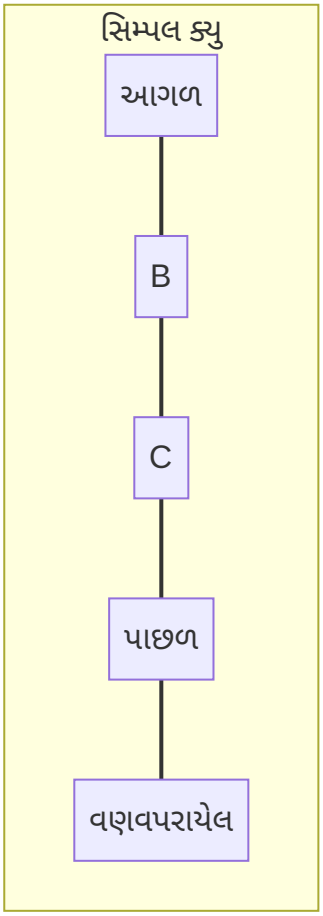
સિમ્પલ ક્યુ અને સર્ક્યુલર ક્યુ બંને First-In-First-Out (FIFO) સિદ્ધાંત પર આધારિત લીનિયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સ છે, પરંતુ તેમના અમલીકરણ અને કાર્યક્ષમતામાં તફાવત છે. અહીં એક તુલના આપી છે:

1. **વ્યાખ્યા**:
    - સિમ્પલ ક્યુ: એક લીનિયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર જ્યાં દાખલ કરવાનું કામ પાછળના છેડે અને કાઢવાનું કામ આગળના છેડેથી થાય છે.
    - સર્ક્યુલર ક્યુ: સિમ્પલ ક્યુનો એક પ્રકાર જ્યાં છેલ્લો એલિમેન્ટ પ્રથમ એલિમેન્ટ સાથે જોડાયેલો હોય છે, વર્તુળ બનાવે છે.
2. **મેમરી ઉપયોગ**:
    - સિમ્પલ ક્યુ: જ્યારે એલિમેન્ટ્સ કાઢવામાં આવે છે ત્યારે વણવપરાયેલી મેમરી રહી શકે છે.
    - સર્ક્યુલર ક્યુ: ખાલી જગ્યાઓનો ફરીથી ઉપયોગ કરીને મેમરીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ કરે છે.
3. **ઓવરફ્લો સ્થિતિ**:
    - સિમ્પલ ક્યુ: જ્યારે પાછળનો છેડો એરેના અંત સુધી પહોંચે છે ત્યારે થાય છે, પછી ભલે આગળ જગ્યા હોય.
    - સર્ક્યુલર ક્યુ: માત્ર ત્યારે જ થાય છે જ્યારે બધી જગ્યાઓ ભરાયેલી હોય, સ્થાનની પરવા કર્યા વગર.
4. **અમલીકરણ જટિલતા**:
    - સિમ્પલ ક્યુ: અમલ કરવામાં સરળ.
    - સર્ક્યુલર ક્યુ: વર્તુળાકાર પ્રકૃતિને કારણે થોડું વધુ જટિલ.
5. **ઓપરેશન્સ**:
    - સિમ્પલ ક્યુ: Enqueue અને Dequeue ઓપરેશન્સમાં એલિમેન્ટ્સને ખસેડવાની જરૂર પડી શકે છે.
    - સર્ક્યુલર ક્યુ: Enqueue અને Dequeue માટે મોડ્યુલો ગણિતનો ઉપયોગ કરે છે, ખસેડવાનું ટાળે છે.

કોષ્ટક સ્વરૂપે તુલના:

પાસું	સિમ્પલ ક્યુ	સર્ક્યુલર ક્યુ
રચના	લીનિયર	વર્તુળાકાર
મેમરી ઉપયોગ	ઓછો કાર્યક્ષમ	વધુ કાર્યક્ષમ
ઓવરફ્લો સ્થિતિ	જ્યારે પાછળનો છેડો એરેના અંત સુધી પહોંચે	જ્યારે બધી જગ્યાઓ ભરાયેલી હોય
અમલીકરણ	સરળ	વધુ જટિલ
જગ્યા પુન:ઉપયોગ	મર્યાદિત	ઉચ્ચ
સ્થિતિ ટ્રેકિંગ	આગળ અને પાછળના પોઇન્ટર્સ	આગળ અને પાછળના પોઇન્ટર્સ મોડ્યુલો ગણિત સાથે
શ્રેષ્ઠ ઉપયોગ કેસ	જ્યારે ક્યુનું કદ અનિશ્ચિત હોય	નિશ્ચિત કદનો બફર, સતત ઓપરેશન્સ


સર્ક્યુલર ક્યુ
J
આગળ/પાછળ
G
H
I


સિમ્પલ ક્યુ
આગળ
B
C
પાછળ
વણવપરાયેલ

Q2bOR: Explain concept of recursive function with suitable example. (04 marks)

Ans 2bOR:

A recursive function is a function that calls itself during its execution. This technique allows the function to repeat its behavior to solve a problem by breaking it down into smaller, more manageable subproblems. Recursive functions typically have two main components:

1. **Base case**: A condition that stops the recursion.
2. **Recursive case**: The part where the function calls itself with a modified input.

Key aspects of recursive functions:

- They can often provide elegant solutions to complex problems.
- Each recursive call creates a new instance of the function on the call stack.
- Improper implementation can lead to stack overflow errors.

Let's illustrate this concept with a classic example: calculating the factorial of a number.

Example: Factorial Calculation

The factorial of a non-negative integer n, denoted as n!, is the product of all positive integers less than or equal to n. For example, 5! = 5 * 4 * 3 * 2 * 1 = 120.

Here's a Python implementation of a recursive factorial function:

```
def factorial(n):
    # Base case
    if n == 0 or n == 1:
        return 1

    # Recursive case
    else:
        return n * factorial(n - 1)

# Example usage
print(factorial(5))  # Output: 120
```

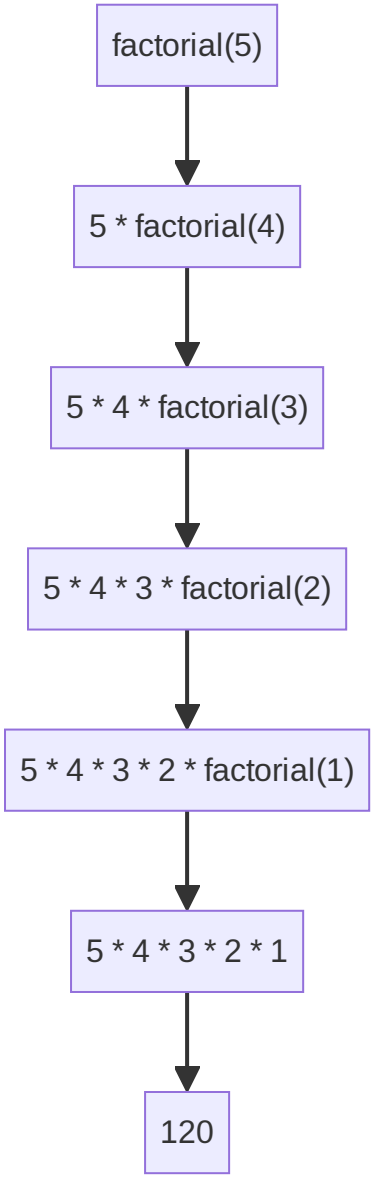
Explanation of the recursive process:

1. When `factorial(5)` is called:
    - 5 is not 0 or 1, so it goes to the recursive case.
    - It returns 5 * factorial(4)
2. Now `factorial(4)` is called:
    - 4 is not 0 or 1, so it returns 4 * factorial(3)
3. This continues until we reach `factorial(1)`:
    - 1 is a base case, so it returns 1
4. The recursion then unwinds:
    - factorial(2) = 2 * 1 = 2
    - factorial(3) = 3 * 2 = 6

- factorial(4) = 4 * 6 = 24
- factorial(5) = 5 * 24 = 120

5. The final result, 120, is returned.

This recursive approach breaks down the problem of calculating 5! into smaller subproblems, eventually reaching the base case and then building the solution back up.



પ્રશ્ન 2બOR: રીકર્સિવ ફંક્શનનો કોન્સેપ્ટ યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે સમજાવો. (૦૪ ગુણ)

જવાબ 2બOR:

રીકર્સિવ ફંક્શન એ એવું ફંક્શન છે જે તેના અમલીકરણ દરમિયાન પોતાને જ કૉલ કરે છે. આ તકનીક ફંક્શનને સમસ્યાને નાના, વધુ સંચાલનક્ષમ ઉપ-સમસ્યાઓમાં વિભાજિત કરીને તેના વર્તનને પુનરાવર્તિત કરવાની મંજૂરી આપે છે. રીકર્સિવ ફંક્શન્સમાં સામાન્ય રીતે બે મુખ્ય ઘટકો હોય છે:

1. **બેઝ કેસ**: એક શરત જે રીકર્શનને રોકે છે.
2. **રીકર્સિવ કેસ**: જે ભાગમાં ફંક્શન પોતાને સુધારેલા ઇનપુટ સાથે કૉલ કરે છે.

રીકર્સિવ ફંક્શન્સના મુખ્ય પાસાઓ:

- તેઓ ઘણીવાર જટિલ સમસ્યાઓ માટે સુંદર ઉકેલો પ્રદાન કરી શકે છે.
- દરેક રીકર્સિવ કૉલ કૉલ સ્ટેક પર ફંક્શનનું નવું ઇન્સ્ટન્સ બનાવે છે.

- અયોગ્ય અમલીકરણ સ્ટેક ઓવરફ્લો ભૂલો તરફ દોરી શકે છે.

ચાલો આ કોન્સેપ્ટને એક ક્લાસિક ઉદાહરણ સાથે સમજાવીએ: સંખ્યાનું ફેક્ટોરિયલ ગણવું.

ઉદાહરણ: ફેક્ટોરિયલ ગણતરી

નોન-નેગેટિવ ઇન્ટીજર n નું ફેક્ટોરિયલ, n! તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે, તે n કરતાં ઓછા અથવા તેના જેટલા બધા પોઝિટિવ ઇન્ટીજર્સનો ગુણાકાર છે. દાખલા તરીકે, 5! = 5 * 4 * 3 * 2 * 1 = 120.

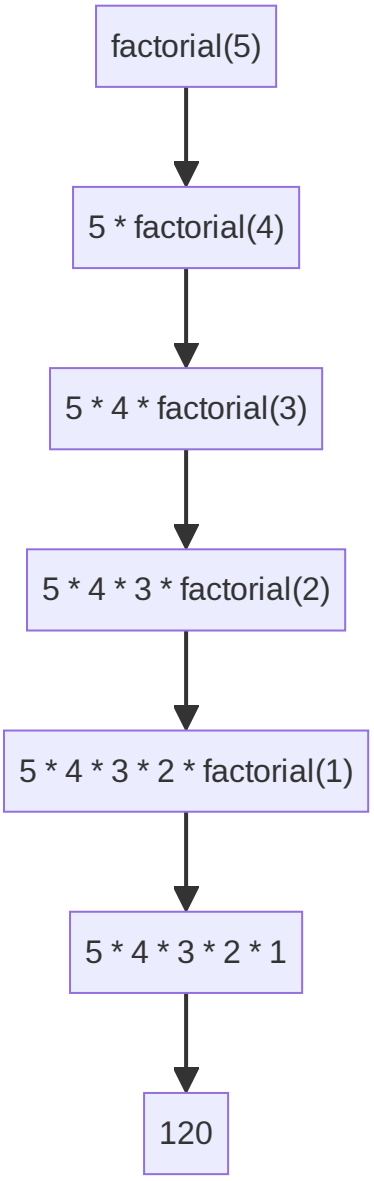
અહીં રીકર્સિવ ફેક્ટોરિયલ ફંક્શનનું પાયથન અમલીકરણ આપ્યું છે:

```
def factorial(n):
    # બેઝ કેસ
    if n == 0 or n == 1:
        return 1

    # રીકર્સિવ કેસ
    else:
        return n * factorial(n - 1)

# ઉપયોગનું ઉદાહરણ
print(factorial(5))  # આઉટપુટ: 120
```

રીકર્સિવ પ્રક્રિયાની સમજૂતી:

1. જ્યારે `factorial(5)` કૉલ થાય છે:
    - 5 એ 0 અથવા 1 નથી, તેથી તે રીકર્સિવ કેસમાં જાય છે.
    - તે 5 * factorial(4) પરત કરે છે
2. હવે `factorial(4)` કૉલ થાય છે:
    - 4 એ 0 અથવા 1 નથી, તેથી તે 4 * factorial(3) પરત કરે છે
3. આ ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે જ્યાં સુધી આપણે `factorial(1)` સુધી પહોંચતા નથી:
    - 1 એક બેઝ કેસ છે, તેથી તે 1 પરત કરે છે
4. પછી રીકર્શન પાછું વળે છે:
    - factorial(2) = 2 * 1 = 2
    - factorial(3) = 3 * 2 = 6
    - factorial(4) = 4 * 6 = 24
    - factorial(5) = 5 * 24 = 120
5. અંતિમ પરિણામ, 120, પરત કરવામાં આવે છે.

આ રીકર્સિવ અભિગમ 5! ની ગણતરી કરવાની સમસ્યાને નાની ઉપ-સમસ્યાઓમાં વિભાજિત કરે છે, અંતે બેઝ કેસ સુધી પહોંચે છે અને પછી ઉકેલને પાછો બાંધે છે.



Q2cOR: Develop a python code to implement Enqueue and Dequeue operation in Queue. (07 marks)

Ans 2cOR:

Here's a Python implementation of a Queue class with Enqueue and Dequeue operations:

```
class Queue:
    def __init__(self, capacity):
        self.capacity = capacity
        self.queue = [None] * capacity
        self.front = self.rear = -1
        self.size = 0

    def is_empty(self):
        return self.size == 0

    def is_full(self):
        return self.size == self.capacity

    def enqueue(self, item):
```

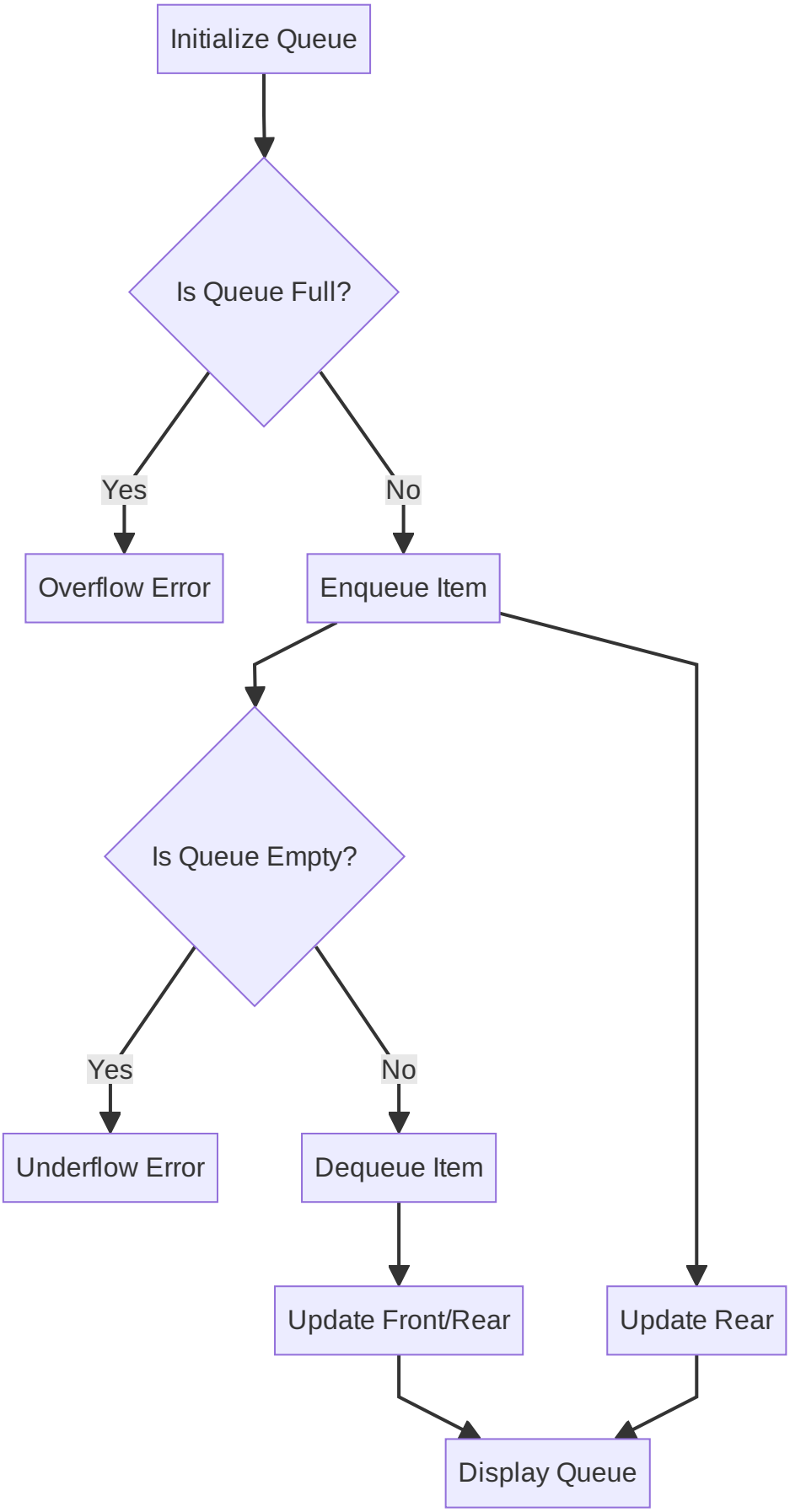
```
        if self.is_full():
            print("Queue Overflow! Cannot enqueue item:", item)
            return

        if self.is_empty():
            self.front = self.rear = 0
        else:
            self.rear = (self.rear + 1) % self.capacity

        self.queue[self.rear] = item
        self.size += 1
        print(f"Enqueued {item} to the queue")

    def dequeue(self):
        if self.is_empty():
            print("Queue Underflow! Cannot dequeue from an empty queue")
            return None

        item = self.queue[self.front]
        self.queue[self.front] = None

        if self.size == 1:
            self.front = self.rear = -1
        else:
            self.front = (self.front + 1) % self.capacity

        self.size -= 1
        print(f"Dequeued {item} from the queue")
        return item

    def display(self):
        if self.is_empty():
            print("Queue is empty")
        else:
            index = self.front
            print("Queue contents:")
            for _ in range(self.size):
                print(self.queue[index], end=" ")
                index = (index + 1) % self.capacity
            print()

# Example usage:
queue = Queue(5)

queue.enqueue(1)
queue.enqueue(2)
queue.enqueue(3)
queue.display()

queue.dequeue()
queue.display()

queue.enqueue(4)
queue.enqueue(5)
queue.enqueue(6)
queue.display()
```

```
queue.dequeue()
queue.dequeue()
queue.display()

queue.enqueue(7)
queue.display()
```

Explanation:

1. The `Queue` class is initialized with a fixed capacity. It uses a list to store elements and keeps track of the front, rear, and size of the queue.
2. `is_empty()` and `is_full()` methods check if the queue is empty or full, respectively.
3. `enqueue(item)` operation:
    - Checks if the queue is full before adding an item.
    - If it's the first item, sets both front and rear to 0.
    - Otherwise, increments rear using modulo arithmetic to wrap around.
    - Adds the item and increments the size.
4. `dequeue()` operation:
    - Checks if the queue is empty before removing an item.
    - Retrieves the item at the front.
    - If it's the last item, resets front and rear to -1.
    - Otherwise, increments front using modulo arithmetic.
    - Decrements the size and returns the dequeued item.
5. `display()` method shows the current contents of the queue.

The example usage demonstrates enqueue and dequeue operations, handling overflow and underflow conditions, and displaying the queue's contents at various stages.


Initialize Queue
Is Queue Full?
Yes
No
Overflow Error
Enqueue Item
Is Queue Empty?
Yes
No
Underflow Error
Dequeue Item
Update Front/Rear
Update Rear
Display Queue

પ્રશ્ન 2કOR: Enqueue અને Dequeue ઓપરેશન માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. (૦૭ ગુણ)

જવાબ 2કOR:

અહીં Enqueue અને Dequeue ઓપરેશન્સ સાથે Queue ક્લાસનું પાયથન અમલીકરણ આપ્યું છે:

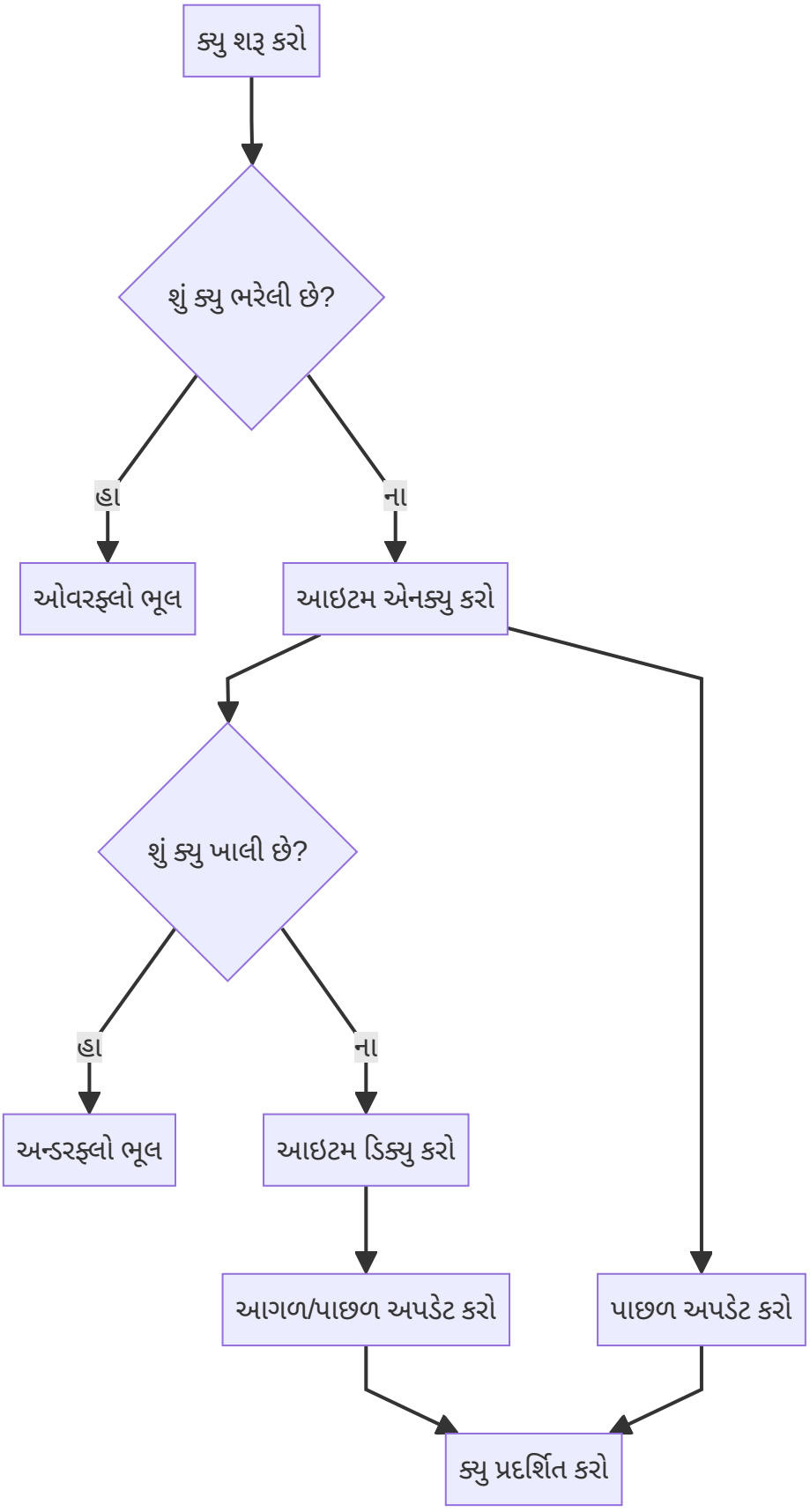
```
class Queue:
    def __init__(self, capacity):
        self.capacity = capacity
        self.queue = [None] * capacity
        self.front = self.rear = -1
        self.size = 0

    def is_empty(self):
        return self.size == 0

    def is_full(self):
        return self.size == self.capacity

    def enqueue(self, item):
        if self.is_full():
            print("ક્યુ ઓવરફ્લો! આઇટમ એનક્યુ કરી શકાતી નથી:", item)
            return

        if self.is_empty():
            self.front = self.rear = 0
        else:
            self.rear = (self.rear + 1) % self.capacity

        self.queue[self.rear] = item
        self.size += 1
        print(f"{item} ને ક્યુમાં એનક્યુ કર્યું")

    def dequeue(self):
        if self.is_empty():
            print("ક્યુ અન્ડરફ્લો! ખાલી ક્યુમાંથી ડિક્યુ કરી શકાતું નથી")
            return None

        item = self.queue[self.front]
        self.queue[self.front] = None

        if self.size == 1:
            self.front = self.rear = -1
        else:
            self.front = (self.front + 1) % self.capacity

        self.size -= 1
        print(f"{item} ને ક્યુમાંથી ડિક્યુ કર્યું")
        return item

    def display(self):
        if self.is_empty():
            print("ક્યુ ખાલી છે")
        else:
```

```
            index = self.front
            print("ક્યુની સામગ્રી:")
            for _ in range(self.size):
                print(self.queue[index], end=" ")
                index = (index + 1) % self.capacity
            print()

# ઉપયોગનું ઉદાહરણ:
queue = Queue(5)

queue.enqueue(1)
queue.enqueue(2)
queue.enqueue(3)
queue.display()

queue.dequeue()
queue.display()

queue.enqueue(4)
queue.enqueue(5)
queue.enqueue(6)
queue.display()

queue.dequeue()
queue.dequeue()
queue.display()

queue.enqueue(7)
queue.display()
```

સમજૂતી:

1. `Queue` ક્લાસ નિશ્ચિત ક્ષમતા સાથે શરૂ થાય છે. તે એલિમેન્ટ્સ સંગ્રહ કરવા માટે લિસ્ટનો ઉપયોગ કરે છે અને ક્યુના આગળ, પાછળ અને કદને ટ્રૅક કરે છે.
2. `is_empty()` અને `is_full()` મેથડ્સ અનુક્રમે ક્યુ ખાલી છે કે ભરેલી છે તે તપાસે છે.
3. `enqueue(item)` ઓપરેશન:
    - આઇટમ ઉમેરતા પહેલા તપાસે છે કે ક્યુ ભરેલી છે કે નહીં.
    - જો તે પ્રથમ આઇટમ હોય, તો આગળ અને પાછળ બંનેને 0 પર સેટ કરે છે.
    - અન્યથા, પાછળને મોડ્યુલો ગણિતનો ઉપયોગ કરીને વધારે છે જેથી તે ફરીથી શરૂઆતમાં આવી શકે.
    - આઇટમ ઉમેરે છે અને કદ વધારે છે.
4. `dequeue()` ઓપરેશન:
    - આઇટમ કાઢતા પહેલા તપાસે છે કે ક્યુ ખાલી છે કે નહીં.
    - આગળના આઇટમને મેળવે છે.
    - જો તે છેલ્લી આઇટમ હોય, તો આગળ અને પાછળને -1 પર રીસેટ કરે છે.
    - અન્યથા, આગળને મોડ્યુલો ગણિતનો ઉપયોગ કરીને વધારે છે.
    - કદ ઘટાડે છે અને ડિક્યુ કરેલી આઇટમ પરત કરે છે.
5. `display()` મેથડ ક્યુની વર્તમાન સામગ્રી બતાવે છે.

ઉપયોગનું ઉદાહરણ enqueue અને dequeue ઓપરેશન્સ, ઓવરફ્લો અને અન્ડરફ્લો સ્થિતિઓને સંભાળવાનું અને વિવિધ તબક્કે ક્યુની સામગ્રી પ્રદર્શિત કરવાનું દર્શાવે છે.



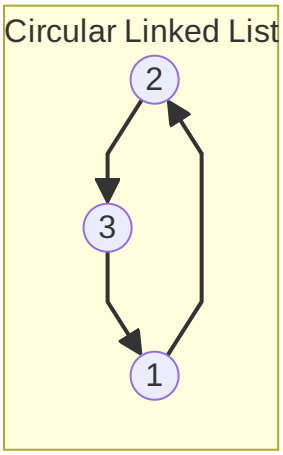
Q3a: Give Difference between Singly linked list and Circular linked list. (03 marks)

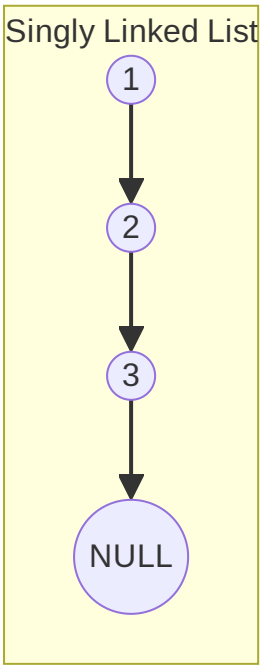
Ans 3a:

Singly linked list and Circular linked list are both linear data structures, but they have some key differences in their structure and behavior. Here's a comparison:

1. **Structure**:
    - Singly Linked List: Each node points to the next node, and the last node points to NULL.
    - Circular Linked List: Similar to singly linked list, but the last node points back to the first node, forming a circle.
2. **Last Node**:
    - Singly Linked List: The last node contains a NULL pointer, indicating the end of the list.
    - Circular Linked List: The last node contains a pointer to the first node.
3. **Traversal**:
    - Singly Linked List: Traversal starts at the head and ends when NULL is reached.
    - Circular Linked List: Traversal can start at any node and end when it reaches the starting node again.
4. **Insertion at End**:
    - Singly Linked List: Requires traversing the entire list to reach the last node.
    - Circular Linked List: Can be done in constant time if we maintain a pointer to the last node.
5. **Memory Usage**:
    - Singly Linked List: Uses slightly less memory as the last node stores NULL.
    - Circular Linked List: Uses marginally more memory as every node stores a valid address.
6. **Identifying End**:
    - Singly Linked List: End is identified by NULL pointer.
    - Circular Linked List: End is identified when we reach the starting node again.

Aspect	**Singly Linked List**	**Circular Linked List**
Last Node Points To	NULL	First Node
Traversal End	At NULL	At Starting Node
Cycle	No cycle	Forms a cycle
Insertion at End	O(n) time	O(1) time with tail pointer
Space Efficiency	Slightly more efficient	Slightly less efficient





પ્રશ્ન 3અ: સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ અને સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ નો તફાવત આપો. (૦૩ ગુણ)

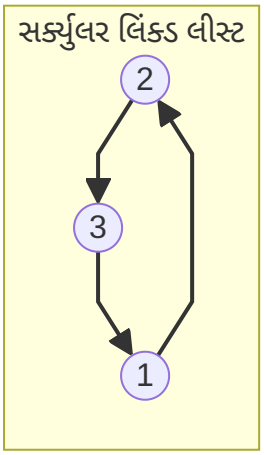
જવાબ 3અ:

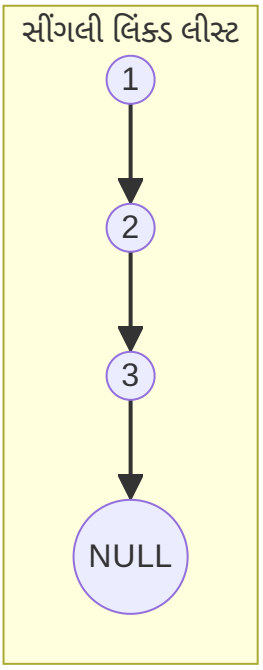
સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ અને સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ બંને લીનિયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સ છે, પરંતુ તેમની રચના અને વર્તણૂકમાં કેટલાક મહત્વપૂર્ણ તફાવતો છે. અહીં એક તુલના આપી છે:

1. **રચના**:
    - સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ: દરેક નોડ આગળના નોડને પોઇન્ટ કરે છે, અને છેલ્લું નોડ NULL ને પોઇન્ટ કરે છે.
    - સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ: સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ જેવું જ, પરંતુ છેલ્લું નોડ પ્રથમ નોડને પાછું પોઇન્ટ કરે છે, વર્તુળ બનાવે છે.
2. **છેલ્લું નોડ**:
    - સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ: છેલ્લા નોડમાં NULL પોઇન્ટર હોય છે, જે લીસ્ટના અંતને સૂચવે છે.
    - સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ: છેલ્લા નોડમાં પ્રથમ નોડનો પોઇન્ટર હોય છે.
3. **ટ્રાવર્સલ**:
    - સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ: ટ્રાવર્સલ હેડથી શરૂ થાય છે અને NULL સુધી પહોંચે ત્યારે સમાપ્ત થાય છે.
    - સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ: ટ્રાવર્સલ કોઈપણ નોડથી શરૂ થઈ શકે છે અને જ્યારે તે ફરીથી શરૂઆતના નોડ પર પહોંચે ત્યારે સમાપ્ત થાય છે.

4. **અંતે ઉમેરો**:
    - સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ: છેલ્લા નોડ સુધી પહોંચવા માટે આખી લીસ્ટને ટ્રાવર્સ કરવાની જરૂર પડે છે.
    - સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ: જો આપણે છેલ્લા નોડનો પોઇન્ટર જાળવીએ તો સતત સમયમાં કરી શકાય છે.
5. **મેમરી વપરાશ**:
    - સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ: છેલ્લું નોડ NULL સંગ્રહિત કરે છે તેથી થોડી ઓછી મેમરીનો ઉપયોગ કરે છે.
    - સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ: દરેક નોડ માન્ય સરનામું સંગ્રહિત કરે છે તેથી થોડી વધારે મેમરીનો ઉપયોગ કરે છે.
6. **અંતની ઓળખ**:
    - સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ: NULL પોઇન્ટર દ્વારા અંત ઓળખાય છે.
    - સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ: જ્યારે આપણે ફરીથી શરૂઆતના નોડ પર પહોંચીએ ત્યારે અંત ઓળખાય છે.

પાસું	સીંગલી લિંક્ડ લીસ્ટ	સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ
છેલ્લું નોડ પોઇન્ટ કરે છે	NULL તરફ	પ્રથમ નોડ તરફ
ટ્રાવર્સલ અંત	NULL પર	શરૂઆતના નોડ પર
ચક્ર	કોઈ ચક્ર નથી	ચક્ર બનાવે છે
અંતે ઉમેરો	O(n) સમય	O(1) સમય (tail પોઇન્ટર સાથે)
જગ્યા કાર્યક્ષમતા	થોડી વધુ કાર્યક્ષમ	થોડી ઓછી કાર્યક્ષમ





Q3b: Explain concept of Doubly linked list. (04 marks)

Ans 3b:

A doubly linked list is a linear data structure that consists of a sequence of elements where each element contains three components:

1. Data
2. A pointer to the next node
3. A pointer to the previous node

Key characteristics of a doubly linked list include:

- **Bidirectional traversal**: Unlike a singly linked list, a doubly linked list can be traversed in both forward and backward directions.
- **Dynamic size**: The list can grow or shrink in size during program execution.
- **Non-contiguous memory**: Nodes are not stored in contiguous memory locations.

Structure of a node in a doubly linked list:

```python
class Node:
    def __init__(self, data):
        self.data = data
        self.next = None
        self.prev = None
```

Advantages:

- Bidirectional traversal allows for more efficient insertion and deletion operations.
- Reverse lookup is possible without the need for an additional data structure.

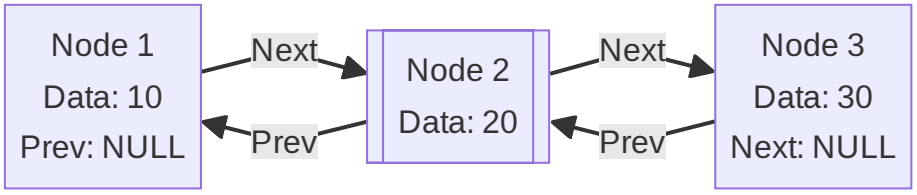
Disadvantages:

- Requires more memory due to the extra pointer in each node.
- Increased complexity in implementation and maintenance.

Common operations:

- Insertion (at beginning, end, or any position)
- Deletion (from beginning, end, or any position)
- Traversal (forward and backward)
- Searching for an element

Diagram:



Applications:

- Implementation of navigation systems (forward/backward)
- Undo/Redo functionality in applications
- Browser cache for storing recently visited pages

In conclusion, doubly linked lists provide enhanced flexibility in data manipulation at the cost of increased memory usage and complexity.

પ્રશ્ન 3બ: ડબલી લિન્ક્ડ લીસ્ટ નો કોન્સેપ્ટ સમજાવો. (૦૪ ગુણ)

જવાબ 3બ:

ડબલી લિન્ક્ડ લીસ્ટ એ એક લીનીયર ડેટા સ્ટ્રક્ચર છે જેમાં એલિમેન્ટ્સની એક શ્રેણી હોય છે જેમાં દરેક એલિમેન્ટમાં ત્રણ ઘટકો હોય છે:

1. ડેટા
2. આગળના નોડ તરફ નિર્દેશ કરતું પોઈન્ટર
3. પાછલા નોડ તરફ નિર્દેશ કરતું પોઈન્ટર

ડબલી લિન્ક્ડ લીસ્ટની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓમાં સામેલ છે:

- **દ્વિદિશ ટ્રાવર્સલ**: સિંગલી લિન્ક્ડ લીસ્ટથી વિપરીત, ડબલી લિન્ક્ડ લીસ્ટને આગળ અને પાછળ બંને દિશાઓમાં ટ્રાવર્સ કરી શકાય છે.

- **ડાયનેમિક સાઇઝ**: પ્રોગ્રામના અમલીકરણ દરમિયાન લીસ્ટનું કદ વધી અથવા ઘટી શકે છે.
- **નોન-કન્ટીગ્યુઅસ મેમરી**: નોડ્સ સળંગ મેમરી સ્થાનોમાં સંગ્રહિત થતા નથી.

ડબલી લિન્કડ લીસ્ટમાં નોડની રચના:

```
class Node:
    def __init__(self, data):
        self.data = data
        self.next = None
        self.prev = None
```

ફાયદા:

- દ્વિદિશ ટ્રાવર્સલ વધુ કાર્યક્ષમ insertion અને deletion ઑપરેશન્સની મંજૂરી આપે છે.
- વધારાના ડેટા સ્ટ્રક્ચરની જરૂર વિના રિવર્સ લુકઅપ શક્ય છે.

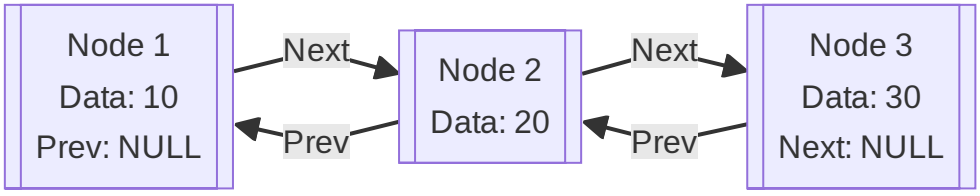
ગેરફાયદા:

- દરેક નોડમાં વધારાના પોઈન્ટરને કારણે વધુ મેમરીની જરૂર પડે છે.
- અમલીકરણ અને જાળવણીમાં વધેલી જટિલતા.

સામાન્ય ઓપરેશન્સ:

- Insertion (શરૂઆતમાં, અંતમાં, અથવા કોઈપણ સ્થિતિમાં)
- Deletion (શરૂઆતથી, અંતથી, અથવા કોઈપણ સ્થિતિથી)
- Traversal (આગળ અને પાછળ)
- કોઈ એલિમેન્ટ માટે શોધ

આકૃતિ:



એપ્લિકેશન્સ:

- નેવિગેશન સિસ્ટમ્સનું અમલીકરણ (આગળ/પાછળ)
- એપ્લિકેશન્સમાં અનડુ/રીડુ કાર્યક્ષમતા
- તાજેતરમાં મુલાકાત લીધેલા પેજોને સંગ્રહિત કરવા માટે બ્રાઉઝર કેશ

નિષ્કર્ષમાં, ડબલી લિન્કડ લીસ્ટ વધેલી મેમરી વપરાશ અને જટિલતાની કિંમતે ડેટા મેનિપ્યુલેશનમાં વધારેલી લવચીકતા પ્રદાન કરે છે.

Q3c: Write an algorithm for following operations on singly linked list: (07 marks)

1. **To insert a node at the beginning of the list.**
2. **To insert the node at the end of the list.**

Ans 3c:

Let's start by defining the structure of a node in a singly linked list:

```
class Node:
    def __init__(self, data):
        self.data = data
        self.next = None
```

Now, let's write algorithms for the two operations:

1. **Algorithm to insert a node at the beginning of the list:**

```
def insert_at_beginning(head, new_data):
    # Step 1: Create a new node
    new_node = Node(new_data)

    # Step 2: Make the new node point to the current head
    new_node.next = head

    # Step 3: Update the head to point to the new node
    head = new_node

    # Step 4: Return the new head
    return head
```

Explanation:

- We create a new node with the given data.
- We set the next pointer of the new node to the current head, effectively linking it to the rest of the list.
- We update the head to point to the new node, making it the new first element.
- We return the new head of the list.

Time Complexity: O(1) - constant time operation

2. **Algorithm to insert a node at the end of the list:**

```
def insert_at_end(head, new_data):
    # Step 1: Create a new node
    new_node = Node(new_data)

    # Step 2: If the list is empty, make the new node the head
    if head is None:
        return new_node
```

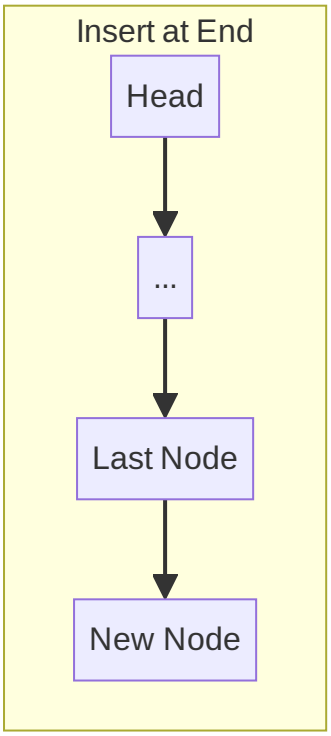
```
    # Step 3: Traverse to the last node
    current = head
    while current.next:
        current = current.next

    # Step 4: Link the last node to the new node
    current.next = new_node

    # Step 5: Return the head (unchanged in this case)
    return head
```

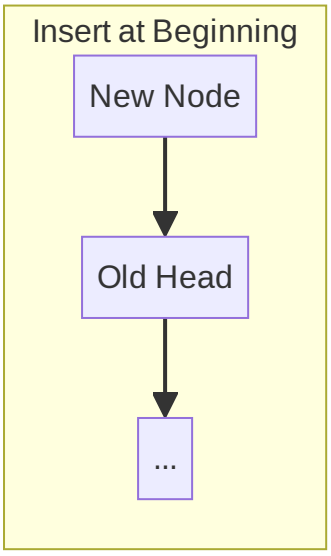
Explanation:

- We create a new node with the given data.
- If the list is empty (head is None), we return the new node as the head.
- We traverse the list to find the last node (the one with next pointing to None).
- We set the next pointer of the last node to our new node.
- We return the head of the list (which remains unchanged in this operation).

Time Complexity: O(n), where n is the number of nodes in the list

Diagram illustrating both operations:





In conclusion, inserting at the beginning is generally more efficient as it's a constant time operation, while inserting at the end requires traversing the entire list, making it less efficient for large lists.

પ્રશ્ન 3ક: નીચે આપેલ ઓપરેશન માટે અલગોરિધમ લખો: (૦૭ ગુણ)

૧. લીસ્ટ ની શરૂઆતમાં નોડ દાખલ કરવા

૨. લીસ્ટ ના અંતમાં નોડ દાખલ કરવા

જવાબ 3ક:

ચાલો પ્રથમ singly linked list માં નોડની રચના વ્યાખ્યાયિત કરીએ:

```
class Node:
    def __init__(self, data):
        self.data = data
        self.next = None
```

હવે, ચાલો બે ઓપરેશન્સ માટે અલગોરિધમ લખીએ:

1. **લીસ્ટની શરૂઆતમાં નોડ દાખલ કરવાનો અલગોરિધમ:**

```
def insert_at_beginning(head, new_data):
    # પગલું 1: નવું નોડ બનાવો
    new_node = Node(new_data)

    # પગલું 2: નવા નોડને વર્તમાન head તરફ પોઇન્ટ કરાવો
    new_node.next = head

    # પગલું 3: head ને અપડેટ કરો જેથી તે નવા નોડ તરફ પોઇન્ટ કરે
    head = new_node

    # પગલું 4: નવા head ને પરત કરો
    return head
```

સમજૂતી:

- આપેલા ડેટા સાથે આપણે એક નવું નોડ બનાવીએ છીએ.
- નવા નોડના next પોઇન્ટરને વર્તમાન head પર સેટ કરીએ છીએ, જેથી તે બાકીની લિસ્ટ સાથે જોડાય જાય.
- આપણે head ને અપડેટ કરીએ છીએ જેથી તે નવા નોડ તરફ પોઇન્ટ કરે, જે હવે નવું પ્રથમ એલિમેન્ટ બની જાય છે.
- આપણે લિસ્ટનો નવો head પરત કરીએ છીએ.

સમય જટિલતા: O(1) - સતત સમય ઓપરેશન

2. **લીસ્ટના અંતમાં નોડ દાખલ કરવાનો અલગોરિધમ:**

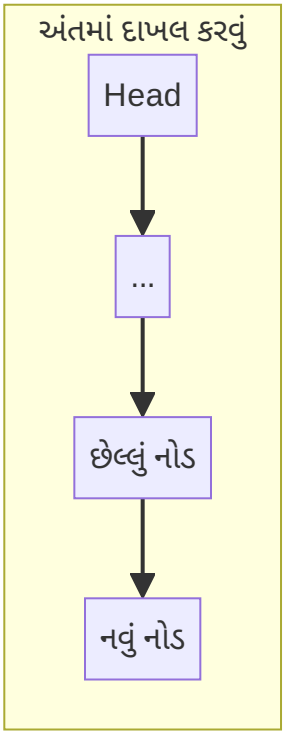
```
def insert_at_end(head, new_data):
    # પગલું 1: નવું નોડ બનાવો
    new_node = Node(new_data)

    # પગલું 2: જો લિસ્ટ ખાલી હોય, તો નવા નોડને head બનાવો
    if head is None:
        return new_node

    # પગલું 3: છેલ્લા નોડ સુધી ટ્રાવર્સ કરો
    current = head
    while current.next:
        current = current.next

    # પગલું 4: છેલ્લા નોડને નવા નોડ સાથે જોડો
    current.next = new_node

    # પગલું 5: head ને પરત કરો (આ કેસમાં અપરિવર્તિત)
    return head
```

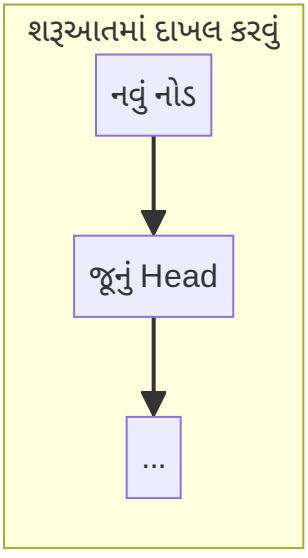
સમજૂતી:

- આપેલા ડેટા સાથે આપણે એક નવું નોડ બનાવીએ છીએ.
- જો લિસ્ટ ખાલી હોય (head None હોય), તો આપણે નવા નોડને head તરીકે પરત કરીએ છીએ.
- આપણે છેલ્લા નોડને શોધવા માટે લિસ્ટને ટ્રાવર્સ કરીએ છીએ (જેનું next None તરફ પોઇન્ટ કરતું હોય).
- આપણે છેલ્લા નોડના next પોઇન્ટરને આપણા નવા નોડ પર સેટ કરીએ છીએ.
- આપણે લિસ્ટનો head પરત કરીએ છીએ (જે આ ઓપરેશનમાં અપરિવર્તિત રહે છે).

સમય જટિલતા: O(n), જ્યાં n લિસ્ટમાં નોડ્સની સંખ્યા છે

બંને ઓપરેશન્સને દર્શાવતી આકૃતિ:





નિષ્કર્ષમાં, શરૂઆતમાં દાખલ કરવું સામાન્ય રીતે વધુ કાર્યક્ષમ છે કારણ કે તે સતત સમય ઓપરેશન છે, જ્યારે અંતમાં દાખલ કરવા માટે સમગ્ર લિસ્ટને ટ્રાવર્સ કરવાની જરૂર પડે છે, જે મોટી લિસ્ટ માટે ઓછું કાર્યક્ષમ બનાવે છે.

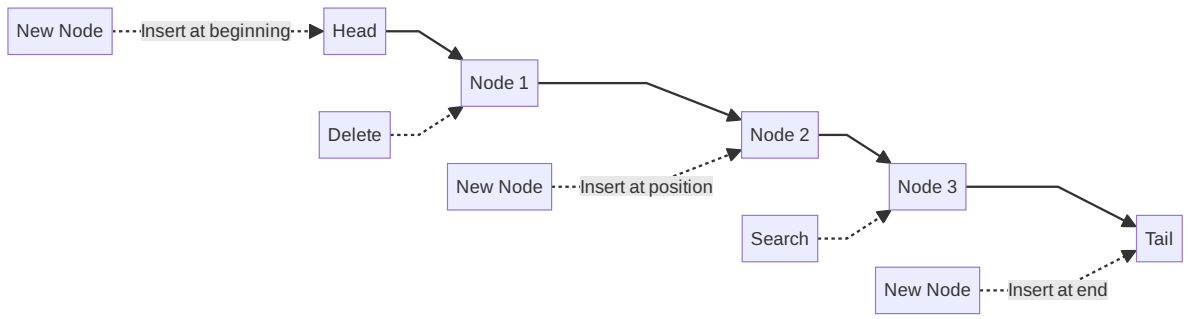
Q3aOR: List different operations performed on singly linked list. (03 marks)

Ans 3aOR:

The singly linked list is a fundamental data structure that supports various operations. Here's a list of the most common operations performed on a singly linked list:

1. **Insertion operations:**
   - Insert at the beginning (head)
   - Insert at the end (tail)
   - Insert at a specific position
2. **Deletion operations:**
   - Delete from the beginning
   - Delete from the end
   - Delete from a specific position
   - Delete a node with a given value
3. **Traversal operation:**
   - Traverse the list to display all elements
4. **Search operation:**
   - Search for a specific element in the list
5. **Update operation:**
   - Modify the data of a specific node
6. **Length calculation:**
   - Count the number of nodes in the list
7. **Reverse operation:**
   - Reverse the order of nodes in the list
8. **Merge operation:**
   - Combine two singly linked lists into one
9. **Sort operation:**
   - Arrange the nodes in a specific order (e.g., ascending or descending)

Diagram illustrating some key operations:



These operations form the core functionality of a singly linked list, allowing for efficient data manipulation and management in various applications.

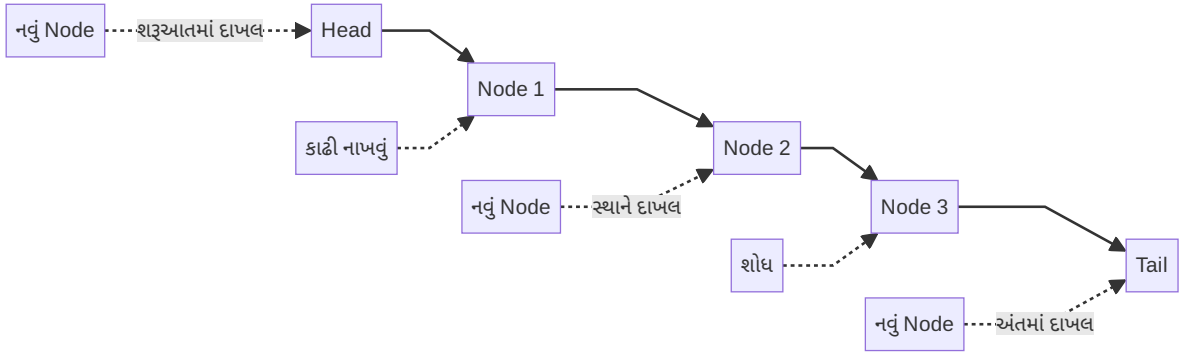
પ્રશ્ન 3aOR: સિંગલી લિંક્ડ લિસ્ટ પરના વિવિધ ઓપરેશનની યાદી આપો. (૦૩ ગુણ)

જવાબ 3aOR:

સિંગલી લિંક્ડ લિસ્ટ એ એક મૂળભૂત ડેટા સ્ટ્રક્ચર છે જે વિવિધ ઓપરેશનોને સપોર્ટ કરે છે. અહીં સિંગલી લિંક્ડ લિસ્ટ પર કરવામાં આવતા સૌથી સામાન્ય ઓપરેશનોની યાદી છે:

1. **દાખલ કરવાના (Insertion) ઓપરેશન:**
    - શરૂઆતમાં (head) દાખલ કરવું
    - અંતમાં (tail) દાખલ કરવું
    - ચોક્કસ સ્થાને દાખલ કરવું
2. **કાઢી નાખવાના (Deletion) ઓપરેશન:**
    - શરૂઆતથી કાઢી નાખવું
    - અંતથી કાઢી નાખવું
    - ચોક્કસ સ્થાનેથી કાઢી નાખવું
    - આપેલી કિંમત ધરાવતા નોડને કાઢી નાખવું
3. **ટ્રાવર્સલ ઓપરેશન:**
    - બધા એલિમેન્ટ્સ પ્રદર્શિત કરવા માટે લિસ્ટને ટ્રાવર્સ કરવી
4. **શોધ (Search) ઓપરેશન:**
    - લિસ્ટમાં ચોક્કસ એલિમેન્ટ શોધવું
5. **અપડેટ ઓપરેશન:**
    - ચોક્કસ નોડનો ડેટા સુધારવો
6. **લંબાઈની ગણતરી:**
    - લિસ્ટમાં નોડની સંખ્યા ગણવી
7. **રિવર્સ ઓપરેશન:**
    - લિસ્ટમાં નોડનો ક્રમ ઉલટાવવો
8. **મર્જ ઓપરેશન:**
    - બે સિંગલી લિંક્ડ લિસ્ટને એક કરવી
9. **સોર્ટ ઓપરેશન:**
    - નોડને ચોક્કસ ક્રમમાં ગોઠવવા (દા.ત., ચઢતા અથવા ઉતરતા ક્રમમાં)

કેટલાક મુખ્ય ઓપરેશનોને દર્શાવતી આકૃતિ:



આ ઓપરેશનો સિંગલી લિંક્ડ લિસ્ટની મુખ્ય કાર્યક્ષમતા રચે છે, જે વિવિધ એપ્લિકેશનોમાં કાર્યક્ષમ ડેટા મેનિપ્યુલેશન અને મેનેજમેન્ટની મંજૂરી આપે છે.

Q3bOR: Explain concept of Circular linked list. (04 marks)

Ans 3bOR:

A circular linked list is a variation of a linked list in which the last node points back to the first node, creating a circular structure. This circular nature allows for continuous traversal through the list, as there is no null end point.

Key characteristics of a circular linked list include:

1. **No Null Termination:** Unlike a standard linked list, there is no null at the end. The last node's next pointer points to the first node.
2. **Any Node Can Be a Starting Point:** Due to its circular nature, any node can serve as the starting point for traversal.
3. **Efficient Circular Operations:** It's particularly useful for applications requiring repeated cycling through a list of elements.
4. **Types:**
    - Singly Circular Linked List: Each node has only one link pointing to the next node.
    - Doubly Circular Linked List: Each node has two links, one to the next node and one to the previous node.
5. **Implementation:** Usually implemented with a header node or a tail pointer for efficient insertions and deletions.

Structure of a node in a circular linked list:

```
class Node:
    def __init__(self, data):
        self.data = data
        self.next = None  # In a doubly circular list, there would also be a
self.prev
```

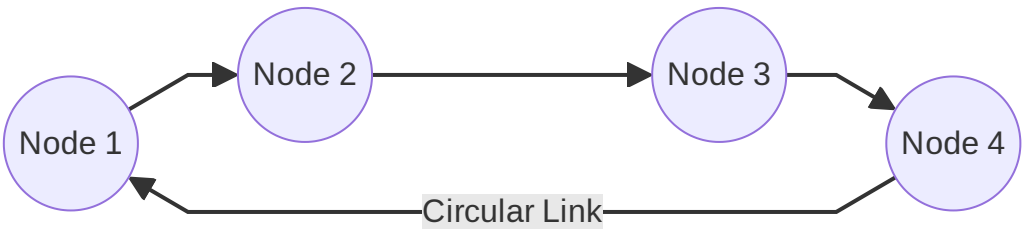
Advantages:

- Allows for constant-time insertion at the beginning and end of the list.
- Useful for implementing circular buffers or queues.
- Simplifies certain algorithms, like round-robin scheduling.

Disadvantages:

- Slightly more complex to implement and manage than linear linked lists.
- Risk of infinite loops if not handled carefully.

Diagram of a Circular Linked List:



In this diagram, Node 4 points back to Node 1, creating the circular structure.

Applications of circular linked lists include:

- Implementation of circular buffers
- Round-robin scheduling in operating systems
- Maintaining a playlist for music players
- Implementing circular queues in computer science

In conclusion, circular linked lists offer unique advantages in scenarios requiring cyclic data structures, providing efficient circular traversal and operations at both ends of the list.

પ્રશ્ન 3bOR: સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટનો કોન્સેપ્ટ સમજાવો. (૦૪ ગુણ)

જવાબ 3bOR:

સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ એ લિંક્ડ લીસ્ટનો એક પ્રકાર છે જેમાં છેલ્લું નોડ પાછું પ્રથમ નોડ તરફ પોઈન્ટ કરે છે, જે એક વર્તુળાકાર રચના બનાવે છે. આ વર્તુળાકાર પ્રકૃતિ લિસ્ટમાં સતત ટ્રાવર્સલની મંજૂરી આપે છે, કારણ કે ત્યાં કોઈ null અંતિમ બિંદુ નથી.

સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓમાં સામેલ છે:

1. **Null સમાપ્તિ નથી:** પ્રમાણભૂત લિંક્ડ લીસ્ટથી વિપરીત, અંતે કોઈ null નથી. છેલ્લા નોડનું next પોઈન્ટર પ્રથમ નોડ તરફ પોઈન્ટ કરે છે.
2. **કોઈપણ નોડ પ્રારંભિક બિંદુ બની શકે છે:** તેની વર્તુળાકાર પ્રકૃતિને કારણે, કોઈપણ નોડ ટ્રાવર્સલ માટે પ્રારંભિક બિંદુ તરીકે કાર્ય કરી શકે છે.
3. **કાર્યક્ષમ વર્તુળાકાર ઓપરેશન્સ:** તે એલિમેન્ટ્સની સૂચિમાંથી વારંવાર સાયકલિંગની જરૂર પડતી એપ્લિકેશનો માટે ખાસ કરીને ઉપયોગી છે.
4. **પ્રકારો:**
    - સિંગલી સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ: દરેક નોડમાં માત્ર એક લિંક હોય છે જે આગળના નોડ તરફ પોઈન્ટ કરે છે.
    - ડબલી સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ: દરેક નોડમાં બે લિંક હોય છે, એક આગળના નોડ તરફ અને એક પાછલા નોડ તરફ.
5. **અમલીકરણ:** સામાન્ય રીતે કાર્યક્ષમ insertions અને deletions માટે હેડર નોડ અથવા tail પોઈન્ટર સાથે અમલમાં મૂકવામાં આવે છે.

સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટમાં નોડની રચના:

```
class Node:
    def __init__(self, data):
        self.data = data
        self.next = None  # ડબલી સર્ક્યુલર લીસ્ટમાં, ત્યાં self.prev પણ હશે
```

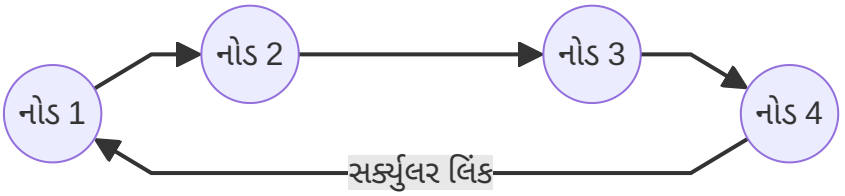
ફાયદા:

- લિસ્ટની શરૂઆત અને અંતમાં સતત-સમય insertion ની મંજૂરી આપે છે.
- સર્ક્યુલર બફર્સ અથવા queues ને અમલમાં મૂકવા માટે ઉપયોગી.
- કેટલાક અલ્ગોરિધમ્સને સરળ બનાવે છે, જેમ કે round-robin શેડ્યુલિંગ.

ગેરફાયદા:

- લીનીયર લિંક્ડ લીસ્ટ્સ કરતાં થોડું વધુ જટિલ અમલીકરણ અને સંચાલન.
- કાળજીપૂર્વક હેન્ડલ ન કરવામાં આવે તો અનંત લૂપ્સનું જોખમ.

સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટની આકૃતિ:



આ આકૃતિમાં, નોડ 4 પાછું નોડ 1 તરફ પોઈન્ટ કરે છે, જે વર્તુળાકાર રચના બનાવે છે.

સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટના ઉપયોગોમાં સામેલ છે:

- સર્ક્યુલર બફર્સનું અમલીકરણ
- ઓપરેટિંગ સિસ્ટમ્સમાં round-robin શેડ્યુલિંગ
- મ્યુઝિક પ્લેયર્સ માટે પ્લેલિસ્ટ જાળવવી
- કમ્પ્યુટર સાયન્સમાં સર્ક્યુલર queues નું અમલીકરણ

નિષ્કર્ષમાં, સર્ક્યુલર લિંક્ડ લીસ્ટ્સ cyclic ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સની જરૂર પડતા સંજોગોમાં અનન્ય ફાયદાઓ આપે છે, કાર્યક્ષમ વર્તુળાકાર ટ્રાવર્સલ અને લિસ્ટના બંને છેડે ઓપરેશન્સ પૂરા પાડે છે.

Q3cOR: List applications of linked list. Write an algorithm to count the number of nodes in singly linked list. (07 marks)

Ans 3cOR:

Applications of Linked List:

1. **Dynamic Memory Allocation:** Used in memory management systems.
2. **Implementation of Data Structures:**
    - Stacks and Queues
    - Hash tables (for handling collisions)
    - Graphs (adjacency lists)
3. **Undo Functionality:** In applications like text editors for maintaining edit history.
4. **Polynomial Arithmetic:** Representing and manipulating polynomials.
5. **Music Player Playlists:** Managing songs in a playlist.
6. **Image Viewer:** For navigating through a series of images.
7. **Browser History:** Storing and navigating through visited web pages.
8. **Symbol Table Management:** In compiler design.
9. **File Systems:** In operating systems for directory management.
10. **Sparse Matrix Representation:** Efficient storage of matrices with many zero elements.

Algorithm to count the number of nodes in a singly linked list:

```
def count_nodes(head):
    # Step 1: Initialize counter
    count = 0

    # Step 2: Initialize current node to head
    current = head
```

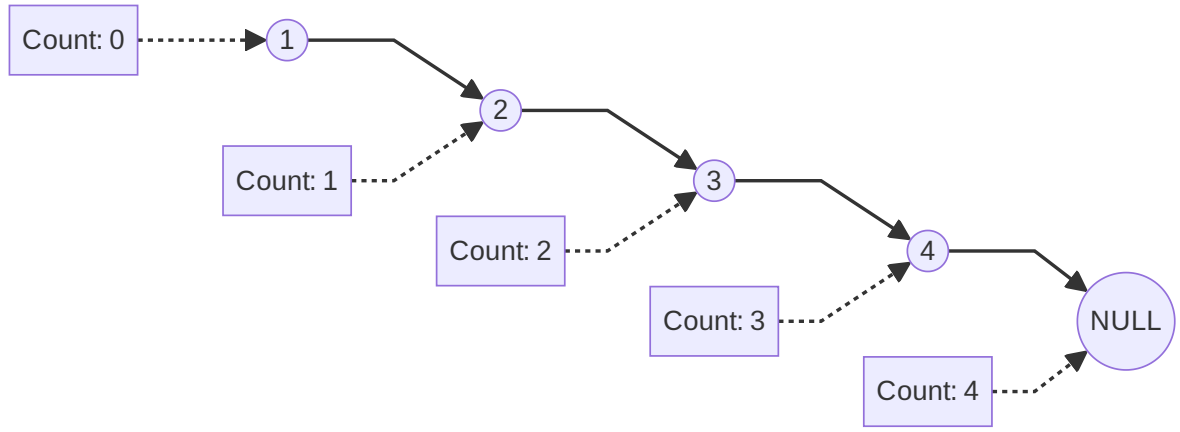
```
    # Step 3: Traverse the list
    while current is not None:
        # Step 3a: Increment counter
        count += 1

        # Step 3b: Move to next node
        current = current.next

    # Step 4: Return the count
    return count
```

Explanation of the algorithm:

1. We start by initializing a counter variable to 0.
2. We set a pointer (current) to the head of the list.
3. We enter a loop that continues as long as the current node is not None:
    - In each iteration, we increment the counter.
    - We move the current pointer to the next node.
4. Once we've traversed the entire list (current becomes None), we return the final count.

Time Complexity: O(n), where n is the number of nodes in the list.
Space Complexity: O(1), as we only use a constant amount of extra space.

Diagram illustrating the node counting process:



This diagram shows how the count increases as we traverse each node in the list.

In conclusion, linked lists have a wide range of applications in computer science and software development. The algorithm to count nodes demonstrates a fundamental operation on linked lists, showcasing the sequential access nature of this data structure.

પ્રશ્ન 3cOR: લિંક્ડ લીસ્ટની એપ્લિકેશનોની યાદી આપો. સિંગલી લિંક્ડ લીસ્ટમાં કુલ નોડ ગણવા માટેનો અલગોરિધમ લખો. (૦૭ ગુણ)

જવાબ 3cOR:

લિંક્ડ લીસ્ટની એપ્લિકેશનો:

1. **ડાયનેમિક મેમરી એલોકેશન:** મેમરી મેનેજમેન્ટ સિસ્ટમ્સમાં વપરાય છે.
2. **ડેટા સ્ટ્રક્ચર્સનું અમલીકરણ:**

    - સ્ટેક્સ અને ક્યૂઝ
    - હેશ ટેબલ્સ (કોલિઝન્સ હેન્ડલ કરવા માટે)
    - ગ્રાફ્સ (એડજેસન્સી લિસ્ટ્સ)
3. **અનડુ ફંક્શનાલિટી:** ટેક્સ્ટ એડિટર્સ જેવી એપ્લિકેશનોમાં એડિટ હિસ્ટ્રી જાળવવા માટે.
4. **પોલિનોમિયલ એરિથમેટિક:** પોલિનોમિયલ્સને રજૂ કરવા અને મેનિપ્યુલેટ કરવા માટે.
5. **મ્યુઝિક પ્લેયર પ્લેલિસ્ટ્સ:** પ્લેલિસ્ટમાં ગીતોનું સંચાલન કરવા માટે.
6. **ઇમેજ વ્યૂઅર:** ચિત્રોની શ્રેણીમાં નેવિગેટ કરવા માટે.
7. **બ્રાઉઝર હિસ્ટ્રી:** મુલાકાત લીધેલા વેબ પેજોને સંગ્રહિત કરવા અને નેવિગેટ કરવા માટે.
8. **સિમ્બોલ ટેબલ મેનેજમેન્ટ:** કમ્પાઇલર ડિઝાઇનમાં.
9. **ફાઇલ સિસ્ટમ્સ:** ઓપરેટિંગ સિસ્ટમ્સમાં ડિરેક્ટરી મેનેજમેન્ટ માટે.
10. **સ્પાર્સ મેટ્રિક્સ રિપ્રેઝન્ટેશન:** ઘણા શૂન્ય તત્વો ધરાવતી મેટ્રિસિસનો કાર્યક્ષમ સંગ્રહ.

સિંગલી લિંક્ડ લીસ્ટમાં કુલ નોડ ગણવા માટેનો અલગોરિધમ:

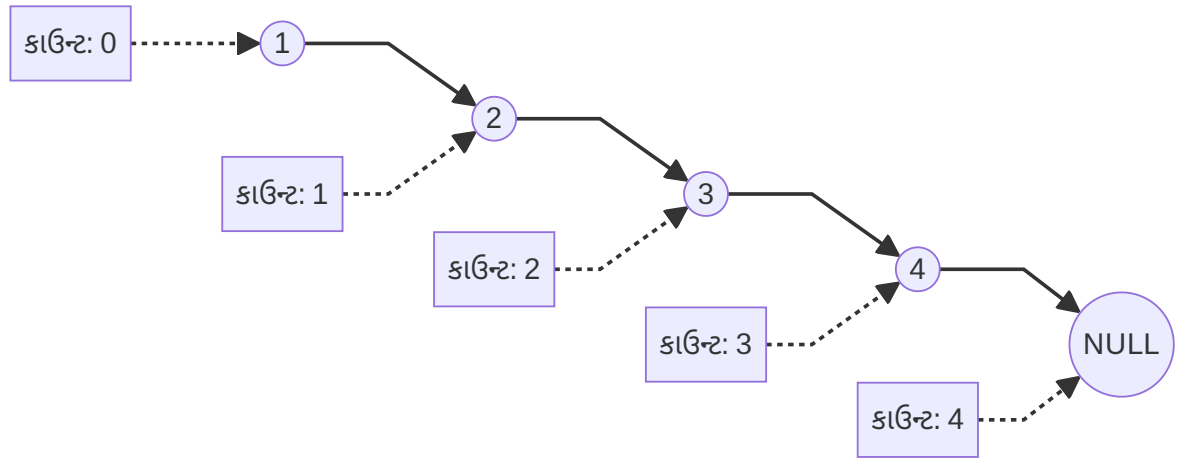
```
def count_nodes(head):
    # પગલું 1: કાઉન્ટર પ્રારંભિક કરો
    count = 0

    # પગલું 2: વર્તમાન નોડને head પર સેટ કરો
    current = head

    # પગલું 3: લિસ્ટને ટ્રાવર્સ કરો
    while current is not None:
        # પગલું 3અ: કાઉન્ટર વધારો
        count += 1

        # પગલું 3બ: આગળના નોડ પર જાઓ
        current = current.next

    # પગલું 4: કાઉન્ટ પરત કરો
    return count
```

અલગોરિધમની સમજૂતી:

1. આપણે 0 થી કાઉન્ટર વેરિએબલ પ્રારંભ કરીએ છીએ.
2. આપણે લિસ્ટના head પર એક પોઇન્ટર (current) સેટ કરીએ છીએ.
3. આપણે એક લૂપમાં પ્રવેશ કરીએ છીએ જે ત્યાં સુધી ચાલે છે જ્યાં સુધી વર્તમાન નોડ None ન થાય:
    - દરેક પુનરાવર્તનમાં, આપણે કાઉન્ટર વધારીએ છીએ.
    - આપણે વર્તમાન પોઇન્ટરને આગળના નોડ પર ખસેડીએ છીએ.
4. એકવાર આપણે સમગ્ર લિસ્ટને ટ્રાવર્સ કરી લીધા પછી (current None બને છે), આપણે અંતિમ કાઉન્ટ પરત કરીએ છીએ.

સમય જટિલતા: O(n), જ્યાં n લિસ્ટમાં નોડની સંખ્યા છે.
સ્પેસ જટિલતા: O(1), કારણ કે આપણે માત્ર સ્થિર જથ્થામાં વધારાની જગ્યાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

નોડ ગણતરી પ્રક્રિયાને દર્શાવતી આકૃતિ:



આ આકૃતિ બતાવે છે કે કેવી રીતે આપણે લિસ્ટમાં દરેક નોડને ટ્રાવર્સ કરતી વખતે કાઉન્ટ વધે છે.

નિષ્કર્ષમાં, લિંક્ડ લીસ્ટ્સ કમ્પ્યુટર સાયન્સ અને સોફ્ટવેર ડેવલપમેન્ટમાં વ્યાપક રેન્જની એપ્લિકેશનો ધરાવે છે. નોડ્સ ગણવાનો અલગોરિધમ લિંક્ડ લીસ્ટ્સ પરની મૂળભૂત કામગીરીનું પ્રદર્શન કરે છે, આ ડેટા સ્ટ્રક્ચરની અનુક્રમિક ઍક્સેસ પ્રકૃતિને પ્રકાશિત કરે છે.

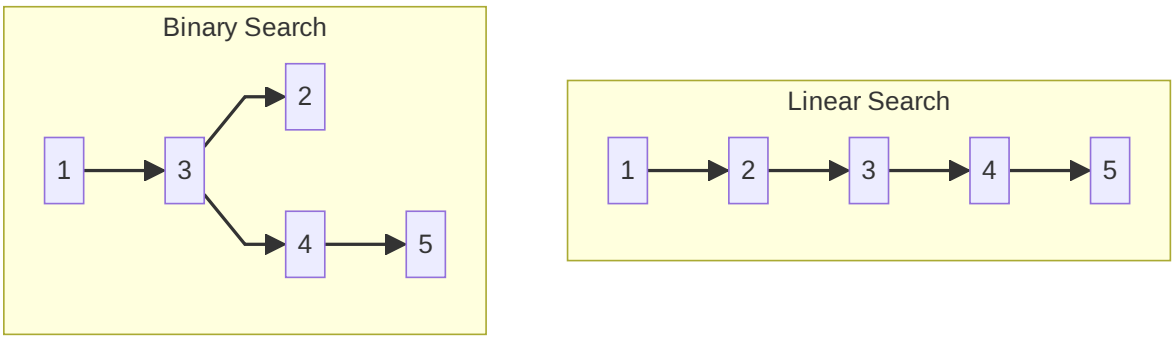
Q4a: Compare Linear search with Binary search. (03 marks)

Ans 4a:

Linear search and Binary search are two fundamental algorithms used for searching elements in a collection. Here's a comparison of these two search methods:

Aspect	Linear Search	Binary Search
Basic Principle	Sequentially checks each element	Divides the search interval in half repeatedly
Data Structure Requirement	Works on both sorted and unsorted data	Requires sorted data
Time Complexity	O(n) - where n is the number of elements	O(log n) - where n is the number of elements
Space Complexity	O(1) - constant space	O(1) for iterative, O(log n) for recursive implementation
Best Case Scenario	O(1) - if the element is at the beginning	O(1) - if the element is in the middle
Worst Case Scenario	O(n) - if the element is at the end or not present	O(log n) - even in worst case
Simplicity	Very simple to implement	More complex, requires understanding of divide-and-conquer
Efficiency for Large Datasets	Inefficient for large datasets	Very efficient for large datasets
Use Case	Small datasets or unsorted lists	Large, sorted datasets

Diagram comparing search patterns:



In this diagram, the arrows show the typical search pattern for each algorithm. Linear search checks each element sequentially, while Binary search divides the search space in half each time.

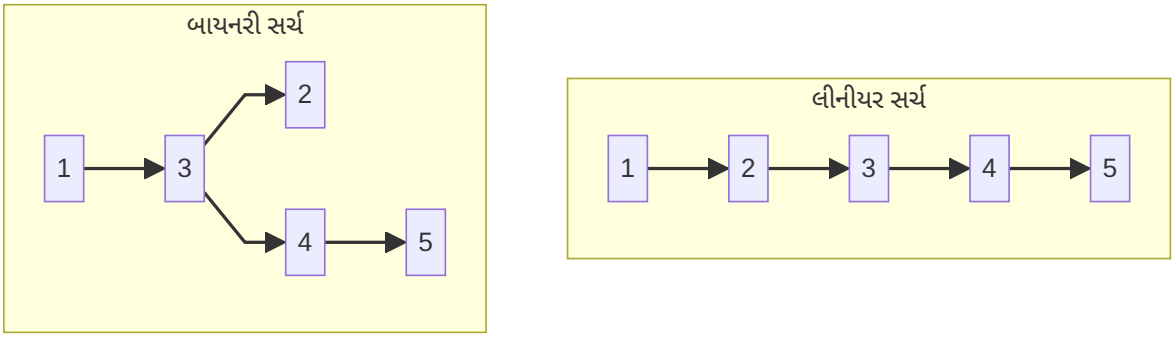
પ્રશ્ન 4અ: લીનીયર સર્ચ અને બાયનરી સર્ચની સરખામણી કરો. (૦૩ ગુણ)

જવાબ 4અ:

લીનીયર સર્ચ અને બાયનરી સર્ચ એ કલેક્શનમાં એલિમેન્ટ્સ શોધવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતી બે મૂળભૂત અલ્ગોરિધમ્સ છે. અહીં આ બે શોધ પદ્ધતિઓની સરખામણી છે:

પાસું	લીનીયર સર્ચ	બાયનરી સર્ચ
મૂળભૂત સિદ્ધાંત	ક્રમશઃ દરેક એલિમેન્ટની તપાસ કરે છે	શોધ અંતરાલને વારંવાર અડધો કરે છે
ડેટા સ્ટ્રક્ચર આવશ્યકતા	સોર્ટેડ અને અનસોર્ટેડ બંને ડેટા પર કામ કરે છે	સોર્ટેડ ડેટાની જરૂર પડે છે
સમય જટિલતા	O(n) - જ્યાં n એલિમેન્ટ્સની સંખ્યા છે	O(log n) - જ્યાં n એલિમેન્ટ્સની સંખ્યા છે
સ્પેસ જટિલતા	O(1) - સ્થિર જગ્યા	O(1) પુનરાવર્તી માટે, O(log n) રિકર્સિવ અમલીકરણ માટે
શ્રેષ્ઠ કેસ સ્થિતિ	O(1) - જો એલિમેન્ટ શરૂઆતમાં હોય	O(1) - જો એલિમેન્ટ મધ્યમાં હોય
સૌથી ખરાબ કેસ સ્થિતિ	O(n) - જો એલિમેન્ટ અંતમાં હોય અથવા હાજર ન હોય	O(log n) - સૌથી ખરાબ કેસમાં પણ
સરળતા	અમલ કરવા માટે ખૂબ જ સરળ	વધુ જટિલ, ડિવાઇડ-એન્ડ-કોન્કર સમજવાની જરૂર પડે છે
મોટા ડેટાસેટ્સ માટે કાર્યક્ષમતા	મોટા ડેટાસેટ્સ માટે અકાર્યક્ષમ	મોટા ડેટાસેટ્સ માટે ખૂબ જ કાર્યક્ષમ
ઉપયોગનો કેસ	નાના ડેટાસેટ્સ અથવા અનસોર્ટેડ લિસ્ટ્સ	મોટા, સોર્ટેડ ડેટાસેટ્સ

શોધ પેટર્નની સરખામણી કરતી આકૃતિ:



આ આકૃતિમાં, તીરો દરેક અલ્ગોરિધમ માટે સામાન્ય શોધ પેટર્ન બતાવે છે. લીનીયર સર્ચ દરેક એલિમેન્ટની ક્રમશઃ તપાસ કરે છે, જ્યારે બાયનરી સર્ચ દર વખતે શોધ સ્પેસને અડધો કરે છે.

Q4b: Write an algorithm for selection sort method. (04 marks)

Ans 4b:

Selection Sort is a simple comparison-based sorting algorithm. The main idea is to divide the input list into two parts: a sorted portion at the left end and an unsorted portion at the right end. Initially, the sorted portion is empty and the unsorted portion is the entire list.

Algorithm for Selection Sort:

1. Initialize the sorted portion as empty and the unsorted portion as the entire list.
2. For each iteration from i = 0 to n-1 (where n is the number of elements):
   a. Find the minimum element in the unsorted portion (from index i to n-1).
   b. Swap this minimum element with the first element of the unsorted portion.
   c. Expand the sorted portion to include this newly positioned element.
3. Repeat step 2 until the entire list is sorted.

Python implementation of Selection Sort:

```
def selection_sort(arr):
    n = len(arr)

    for i in range(n):
        # Find the minimum element in the unsorted portion
        min_idx = i
        for j in range(i+1, n):
            if arr[j] < arr[min_idx]:
                min_idx = j

        # Swap the found minimum element with the first element of the unsorted
portion
        arr[i], arr[min_idx] = arr[min_idx], arr[i]

    return arr
```

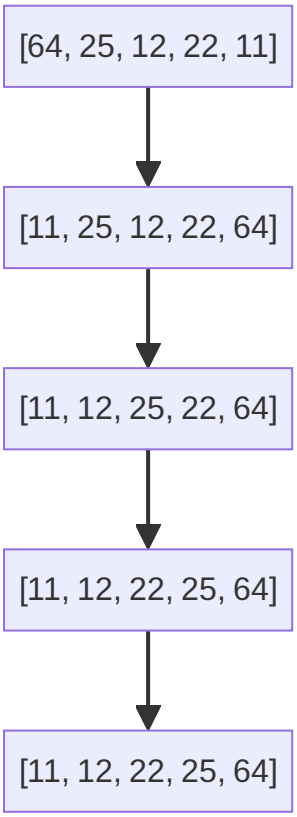
Explanation of the algorithm:

1. We start with the entire list as unsorted.
2. In each iteration:

- We find the smallest element in the unsorted portion.
- We swap this smallest element with the first element of the unsorted portion.
- This effectively moves the boundary of the sorted portion one step to the right.

3. We repeat this process until the entire list is sorted.

Visualization of Selection Sort:



This diagram shows how the list is progressively sorted from left to right.

Time Complexity: O(n^2) for all cases (best, average, and worst)
Space Complexity: O(1) as it sorts in-place

Selection Sort is not efficient for large lists but can be useful for small lists or when memory write is a costly operation.

પ્રશ્ન 4બ: સિલેક્શન સોર્ટ માટેનો અલગોરિધમ લખો. (૦૪ ગુણ)

જવાબ 4બ:

સિલેક્શન સોર્ટ એ એક સરળ તુલના-આધારિત સોર્ટિંગ અલગોરિધમ છે. મુખ્ય વિચાર ઇનપુટ લિસ્ટને બે ભાગમાં વિભાજિત કરવાનો છે: ડાબા છેડે સોર્ટેડ ભાગ અને જમણા છેડે અનસોર્ટેડ ભાગ. શરૂઆતમાં, સોર્ટેડ ભાગ ખાલી હોય છે અને અનસોર્ટેડ ભાગ સંપૂર્ણ લિસ્ટ હોય છે.

સિલેક્શન સોર્ટ માટેનો અલગોરિધમ:

1. સોર્ટેડ ભાગને ખાલી અને અનસોર્ટેડ ભાગને સંપૂર્ણ લિસ્ટ તરીકે પ્રારંભ કરો.
2. i = 0 થી n-1 સુધી દરેક પુનરાવર્તન માટે (જ્યાં n એલિમેન્ટ્સની સંખ્યા છે):
   a. અનસોર્ટેડ ભાગમાં (ઇન્ડેક્સ i થી n-1) લઘુત્તમ એલિમેન્ટ શોધો.
   b. આ લઘુત્તમ એલિમેન્ટને અનસોર્ટેડ ભાગના પ્રથમ એલિમેન્ટ સાથે સ્વેપ કરો.
   c. સોર્ટેડ ભાગને વિસ્તૃત કરો જેથી આ નવા સ્થાનિત એલિમેન્ટનો સમાવેશ થાય.
3. સંપૂર્ણ લિસ્ટ સોર્ટેડ ન થાય ત્યાં સુધી પગલું 2 પુનરાવર્તિત કરો.

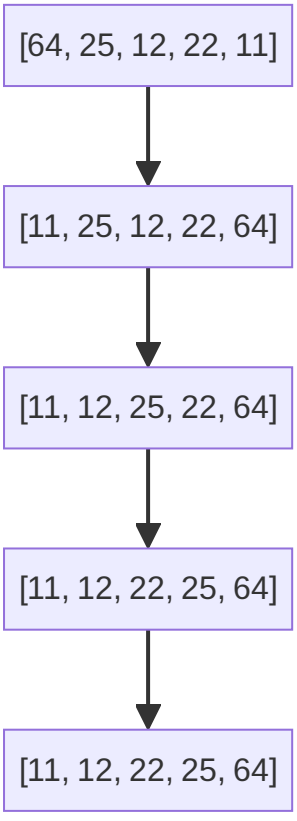
પાયથોનમાં સિલેક્શન સોર્ટનું અમલીકરણ:

```
def selection_sort(arr):
    n = len(arr)

    for i in range(n):
        # અનસોર્ટેડ ભાગમાં લઘુત્તમ એલિમેન્ટ શોધો
        min_idx = i
        for j in range(i+1, n):
            if arr[j] < arr[min_idx]:
                min_idx = j

        # શોધાયેલ લઘુત્તમ એલિમેન્ટને અનસોર્ટેડ ભાગના પ્રથમ એલિમેન્ટ સાથે સ્વેપ કરો
        arr[i], arr[min_idx] = arr[min_idx], arr[i]

    return arr
```

અલગોરિધમની સમજૂતી:

1. આપણે સંપૂર્ણ લિસ્ટને અનસોર્ટેડ તરીકે શરૂ કરીએ છીએ.
2. દરેક પુનરાવર્તનમાં:
    - આપણે અનસોર્ટેડ ભાગમાં સૌથી નાના એલિમેન્ટને શોધીએ છીએ.
    - આપણે આ સૌથી નાના એલિમેન્ટને અનસોર્ટેડ ભાગના પ્રથમ એલિમેન્ટ સાથે સ્વેપ કરીએ છીએ.
    - આ અસરકારક રીતે સોર્ટેડ ભાગની સીમાને એક પગલું જમણી તરફ ખસેડે છે.
3. આપણે સંપૂર્ણ લિસ્ટ સોર્ટેડ ન થાય ત્યાં સુધી આ પ્રક્રિયાને પુનરાવર્તિત કરીએ છીએ.

સિલેક્શન સોર્ટની દૃશ્યાત્મક રજૂઆત:



આ આકૃતિ બતાવે છે કે કેવી રીતે લિસ્ટ ડાબેથી જમણે ક્રમશઃ સોર્ટેડ થાય છે.

સમય જટિલતા: O(n^2) બધા કેસ માટે (શ્રેષ્ઠ, સરેરાશ, અને સૌથી ખરાબ)
સ્પેસ જટિલતા: O(1) કારણ કે તે ઇન-પ્લેસ સોર્ટ કરે છે

સિલેક્શન સોર્ટ મોટી લિસ્ટ્સ માટે કાર્યક્ષમ નથી પરંતુ નાની લિસ્ટ્સ માટે અથવા જ્યારે મેમરી લખવાનું ખર્ચાળ ઓપરેશન હોય ત્યારે ઉપયોગી થઈ શકે છે.

Q4c: Develop a Python code to sort the following list in ascending order using Bubble sort method. list1=[5,4,3,2,1,0] (07 marks)

Ans 4c:

Here's a Python implementation of the Bubble Sort algorithm to sort the given list in ascending order:

```
def bubble_sort(arr):
    n = len(arr)

    for i in range(n):
        # Flag to optimize the algorithm
        swapped = False

        # Last i elements are already in place
        for j in range(0, n-i-1):
            # Swap if the element found is greater than the next element
            if arr[j] > arr[j+1]:
                arr[j], arr[j+1] = arr[j+1], arr[j]
                swapped = True

        # If no swapping occurred, array is already sorted
        if not swapped:
            break

    return arr

# Initialize the list
list1 = [5, 4, 3, 2, 1, 0]

print("Original list:", list1)

# Sort the list using bubble sort
sorted_list = bubble_sort(list1)

print("Sorted list:", sorted_list)
```

Explanation of the code:

1. We define a `bubble_sort` function that takes an array as input.
2. We get the length of the array and store it in `n`.
3. We use two nested loops:
    - The outer loop `i` runs `n` times, representing `n` passes over the array.

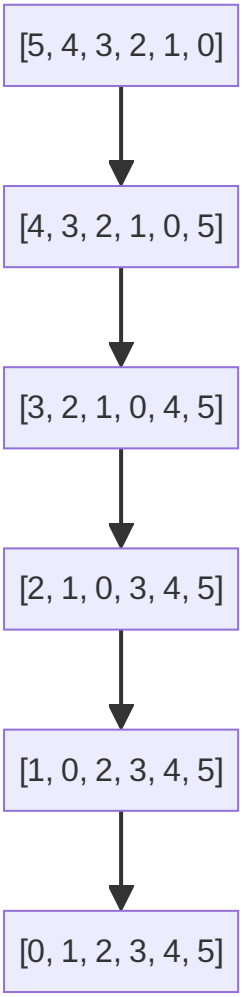
- The inner loop `j` compares adjacent elements and swaps them if they are in the wrong order.

4. We use a `swapped` flag to optimize the algorithm. If no swaps occur in a pass, the list is already sorted, and we can exit early.
5. After sorting, we return the sorted array.
6. We initialize `list1` with the given values.
7. We print the original list, call the `bubble_sort` function, and then print the sorted list.

Output:

```
Original list: [5, 4, 3, 2, 1, 0]
Sorted list: [0, 1, 2, 3, 4, 5]
```

Visualization of the sorting process:



This diagram shows how the largest element "bubbles up" to the end in each pass.

Time Complexity: O(n^2) in worst and average cases, O(n) in best case (when the list is already sorted)
Space Complexity: O(1) as it sorts in-place

Bubble Sort is simple but not efficient for large lists. It's mainly used for educational purposes or for very small datasets.

પ્રશ્ન 4ક: નીચે આપેલા લીસ્ટને બબલ સોર્ટ મેથડ વડે ચડતા ક્રમમાં ગોઠવવા માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. list1=[5,4,3,2,1,0] (૦૭ ગુણ)

જવાબ 4ક:

અહીં આપેલ લીસ્ટને ચડતા ક્રમમાં ગોઠવવા માટે બબલ સોર્ટ અલ્ગોરિધમનું પાયથન અમલીકરણ છે:

```
def bubble_sort(arr):
    n = len(arr)

    for i in range(n):
        # અલ્ગોરિધમને ઓપ્ટિમાઇઝ કરવા માટે ફ્લેગ
        swapped = False

        # છેલ્લા i એલિમેન્ટ્સ પહેલેથી જ યોગ્ય સ્થાને છે
        for j in range(0, n-i-1):
            # જો મળેલું એલિમેન્ટ પછીના એલિમેન્ટ કરતાં મોટું હોય તો સ્વેપ કરો
            if arr[j] > arr[j+1]:
                arr[j], arr[j+1] = arr[j+1], arr[j]
                swapped = True

        # જો કોઈ સ્વેપિંગ ન થયું હોય, તો એરે પહેલેથી જ સોર્ટેડ છે
        if not swapped:
            break

    return arr

# લીસ્ટને પ્રારંભ કરો
list1 = [5, 4, 3, 2, 1, 0]

print("મૂળ લીસ્ટ:", list1)

# બબલ સોર્ટનો ઉપયોગ કરીને લીસ્ટને સોર્ટ કરો
sorted_list = bubble_sort(list1)

print("સોર્ટેડ લીસ્ટ:", sorted_list)
```

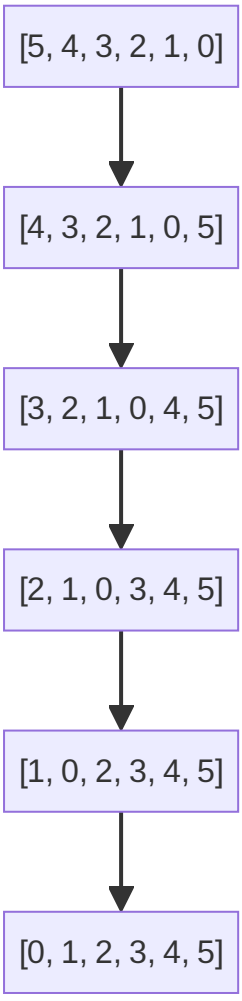
કોડની સમજૂતી:

1. આપણે `bubble_sort` ફંક્શન વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ જે એરેને ઇનપુટ તરીકે લે છે.
2. આપણે એરેની લંબાઈ મેળવીએ છીએ અને તેને `n` માં સંગ્રહિત કરીએ છીએ.
3. આપણે બે નેસ્ટેડ લૂપ્સનો ઉપયોગ કરીએ છીએ:
    - બાહ્ય લૂપ `i` `n` વખત ચાલે છે, જે એરે પર `n` પાસને રજૂ કરે છે.
    - આંતરિક લૂપ `j` બાજુના એલિમેન્ટ્સની સરખામણી કરે છે અને જો તેઓ ખોટા ક્રમમાં હોય તો તેમને સ્વેપ કરે છે.
4. આપણે અલ્ગોરિધમને ઓપ્ટિમાઇઝ કરવા માટે `swapped` ફ્લેગનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. જો કોઈ પાસમાં સ્વેપ ન થાય, તો લીસ્ટ પહેલેથી જ સોર્ટેડ છે, અને આપણે વહેલા બહાર નીકળી શકીએ છીએ.
5. સોર્ટિંગ પછી, આપણે સોર્ટેડ એરે પરત કરીએ છીએ.
6. આપણે `list1` ને આપેલ મૂલ્યો સાથે પ્રારંભ કરીએ છીએ.
7. આપણે મૂળ લીસ્ટ પ્રિન્ટ કરીએ છીએ, `bubble_sort` ફંક્શનને કૉલ કરીએ છીએ, અને પછી સોર્ટેડ લીસ્ટ પ્રિન્ટ કરીએ છીએ.

આઉટપુટ:

```
મૂળ લીસ્ટ: [5, 4, 3, 2, 1, 0]
સોર્ટેડ લીસ્ટ: [0, 1, 2, 3, 4, 5]
```

સોર્ટિંગ પ્રક્રિયાની દૃશ્યાત્મક રજૂઆત:



આ આકૃતિ બતાવે છે કે કેવી રીતે દરેક પાસમાં સૌથી મોટું એલિમેન્ટ "બબલ્સ અપ" થઈને અંત સુધી પહોંચે છે.

સમય જટિલતા: સૌથી ખરાબ અને સરેરાશ કેસમાં O(n^2), શ્રેષ્ઠ કેસમાં O(n) (જ્યારે લીસ્ટ પહેલેથી જ સોર્ટેડ હોય)
સ્પેસ જટિલતા: O(1) કારણ કે તે ઇન-પ્લેસ સોર્ટ કરે છે

બબલ સોર્ટ સરળ છે પરંતુ મોટી લીસ્ટ્સ માટે કાર્યક્ષમ નથી. તે મુખ્યત્વે શૈક્ષણિક હેતુઓ માટે અથવા ખૂબ જ નાના ડેટાસેટ્સ માટે વપરાય છે.

Q4aOR: Define sorting. List different sorting methods. (03 marks)

Ans 4aOR:

Definition of Sorting:
Sorting is the process of arranging a collection of data elements in a specific order, typically in ascending or descending order based on one or more attributes of the elements. This fundamental operation in computer science aims to organize data for easier searching, analysis, and further processing.

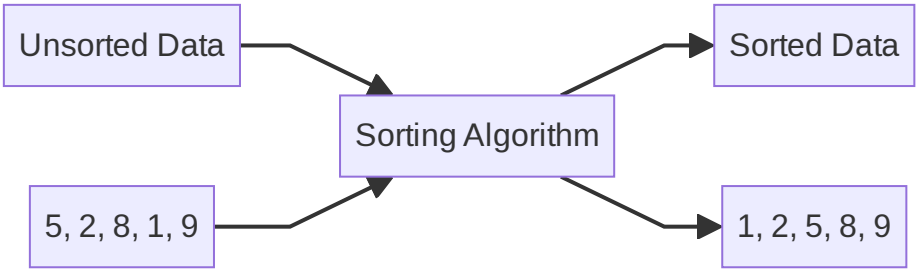
List of Different Sorting Methods:

1. **Comparison-based sorting algorithms:**

- Bubble Sort
- Selection Sort
- Insertion Sort
- Merge Sort
- Quick Sort
- Heap Sort
- Shell Sort

2. **Non-comparison based sorting algorithms:**
   - Counting Sort
   - Radix Sort
   - Bucket Sort
3. **Hybrid sorting algorithms:**
   - Introsort (Introspective Sort)
   - Timsort
4. **Distribution-based sorting:**
   - Pigeonhole Sort
5. **Concurrent sorting algorithms:**
   - Bitonic Sort
   - Odd-Even Sort
6. **External sorting algorithms:**
   - External Merge Sort

Diagram illustrating the concept of sorting:



This diagram shows the general process of sorting, transforming unsorted data into sorted data using a sorting algorithm.

પ્રશ્ન 4aOR: સોર્ટિંગની વ્યાખ્યા આપો. વિવિધ પ્રકારના સોર્ટિંગની યાદી આપો. (૦૩ ગુણ)

જવાબ 4aOR:

સોર્ટિંગની વ્યાખ્યા:
સોર્ટિંગ એ ડેટા એલિમેન્ટ્સના સંગ્રહને ચોક્કસ ક્રમમાં ગોઠવવાની પ્રક્રિયા છે, સામાન્ય રીતે એલિમેન્ટ્સના એક અથવા વધુ ગુણધર્મોના આધારે ચડતા અથવા ઉતરતા ક્રમમાં. કમ્પ્યુટર સાયન્સમાં આ મૂળભૂત ઓપરેશનનો ઉદ્દેશ સરળ શોધ, વિશ્લેષણ અને વધુ પ્રક્રિયા માટે ડેટાને વ્યવસ્થિત કરવાનો છે.

વિવિધ પ્રકારના સોર્ટિંગની યાદી:

1. **તુલના-આધારિત સોર્ટિંગ અલ્ગોરિધમ્સ:**

- બબલ સોર્ટ
- સિલેક્શન સોર્ટ
- ઇન્સર્શન સોર્ટ
- મર્જ સોર્ટ
- ક્વિક સોર્ટ
- હીપ સોર્ટ
- શેલ સોર્ટ

2. **બિન-તુલના આધારિત સોર્ટિંગ અલ્ગોરિધમ્સ:**
   - કાઉન્ટિંગ સોર્ટ
   - રેડિક્સ સોર્ટ
   - બકેટ સોર્ટ
3. **હાઇબ્રિડ સોર્ટિંગ અલ્ગોરિધમ્સ:**
   - ઇન્ટ્રોસોર્ટ (ઇન્ટ્રોસ્પેક્ટિવ સોર્ટ)
   - ટિમસોર્ટ
4. **વિતરણ-આધારિત સોર્ટિંગ:**
   - પિજનહોલ સોર્ટ
5. **સમવર્તી સોર્ટિંગ અલ્ગોરિધમ્સ:**
   - બાયટોનિક સોર્ટ
   - ઓડ-ઈવન સોર્ટ
6. **બાહ્ય સોર્ટિંગ અલ્ગોરિધમ્સ:**
   - એક્સટર્નલ મર્જ સોર્ટ

સોર્ટિંગના ખ્યાલને દર્શાવતી આકૃતિ:

આ આકૃતિ સોર્ટિંગની સામાન્ય પ્રક્રિયા દર્શાવે છે, જેમાં સોર્ટિંગ અલ્ગોરિધમનો ઉપયોગ કરીને અસોર્ટેડ ડેટાને સોર્ટેડ ડેટામાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે.

Question 4(b) OR: Write an algorithm for Insertion sort method. (04 marks)

Ans 4(b)OR:

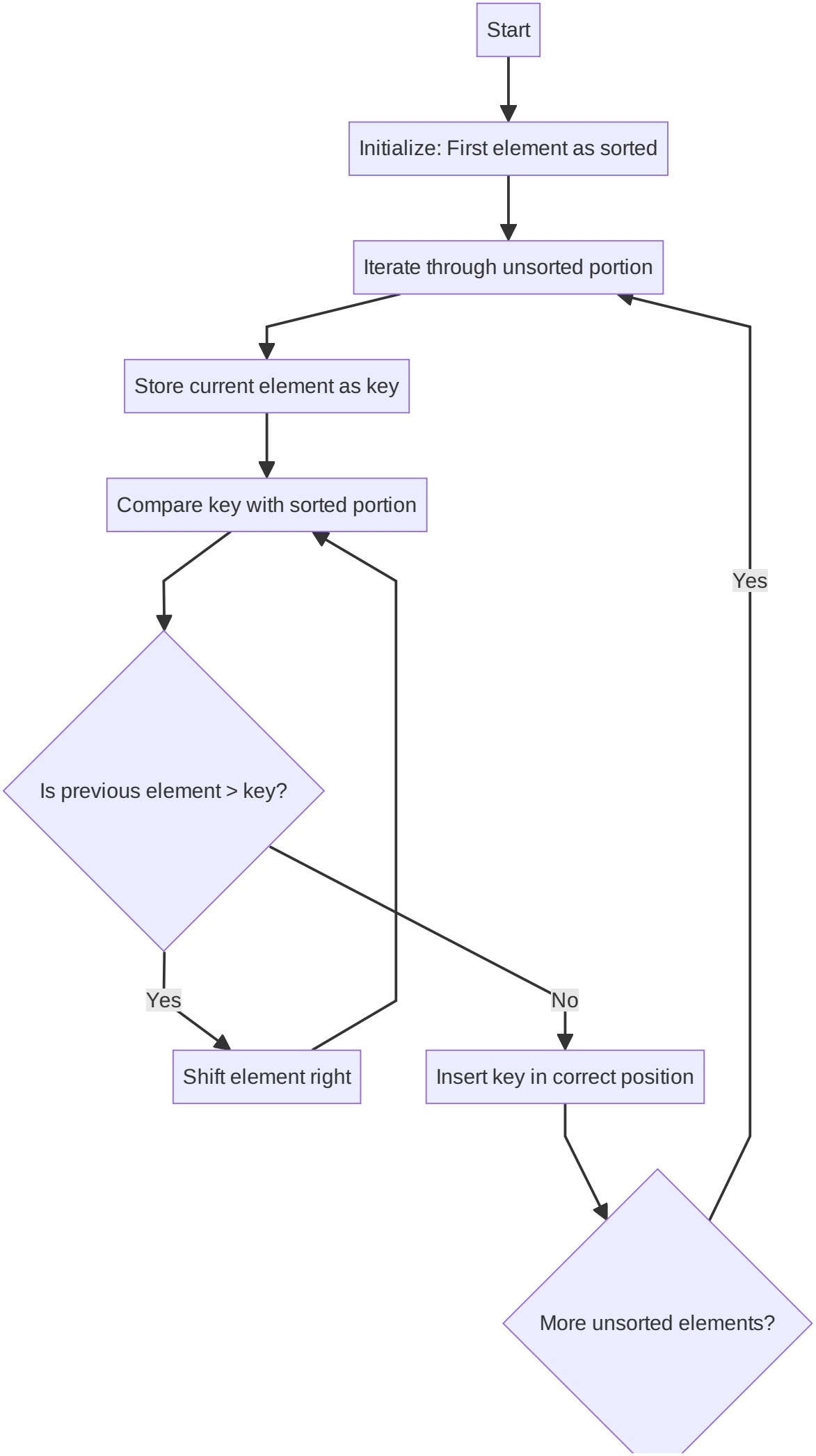
Insertion sort is a simple sorting algorithm that builds the final sorted array one item at a time. Here's the algorithm for the Insertion sort method:

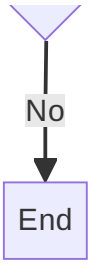
1. **Initialize:**
   - Start with the first element (index 0) as a sorted subset.

- Consider the rest of the array as the unsorted portion.

2. **Iterate through unsorted portion:**
    - For each element from index 1 to n-1 (where n is the array length):
        - Store the current element as a key.
        - Initialize j as the index of the previous element.
3. **Compare and shift:**
    - While j ≥ 0 and the element at index j is greater than the key:
        - Shift the element at index j one position to the right.
        - Decrement j.
4. **Insert the key:**
    - Place the key at index j+1.
5. **Repeat:**
    - Continue steps 2-4 until all elements are sorted.

Here's a visual representation of the Insertion sort algorithm:


Start
Initialize: First element as sorted
Iterate through unsorted portion
Store current element as key
Compare key with sorted portion
Is previous element > key?
Yes
No
Shift element right
Insert key in correct position
More unsorted elements?
Yes



Python implementation of Insertion sort:

```
def insertion_sort(arr):
    for i in range(1, len(arr)):
        key = arr[i]
        j = i - 1
        while j >= 0 and arr[j] > key:
            arr[j + 1] = arr[j]
            j -= 1
        arr[j + 1] = key
    return arr
```

Time Complexity:

- Best Case: O(n) when the array is already sorted
- Average and Worst Case: O(n^2)

Space Complexity: O(1) as it sorts in-place

Insertion sort is efficient for small data sets and nearly-sorted arrays. It's stable and works well as an online algorithm, where new elements can be added to the array efficiently.

પ્રશ્ન 4(બ) OR: Insertion sort method નો અલગોરિધમ લખો. (૦૪ ગુણ)

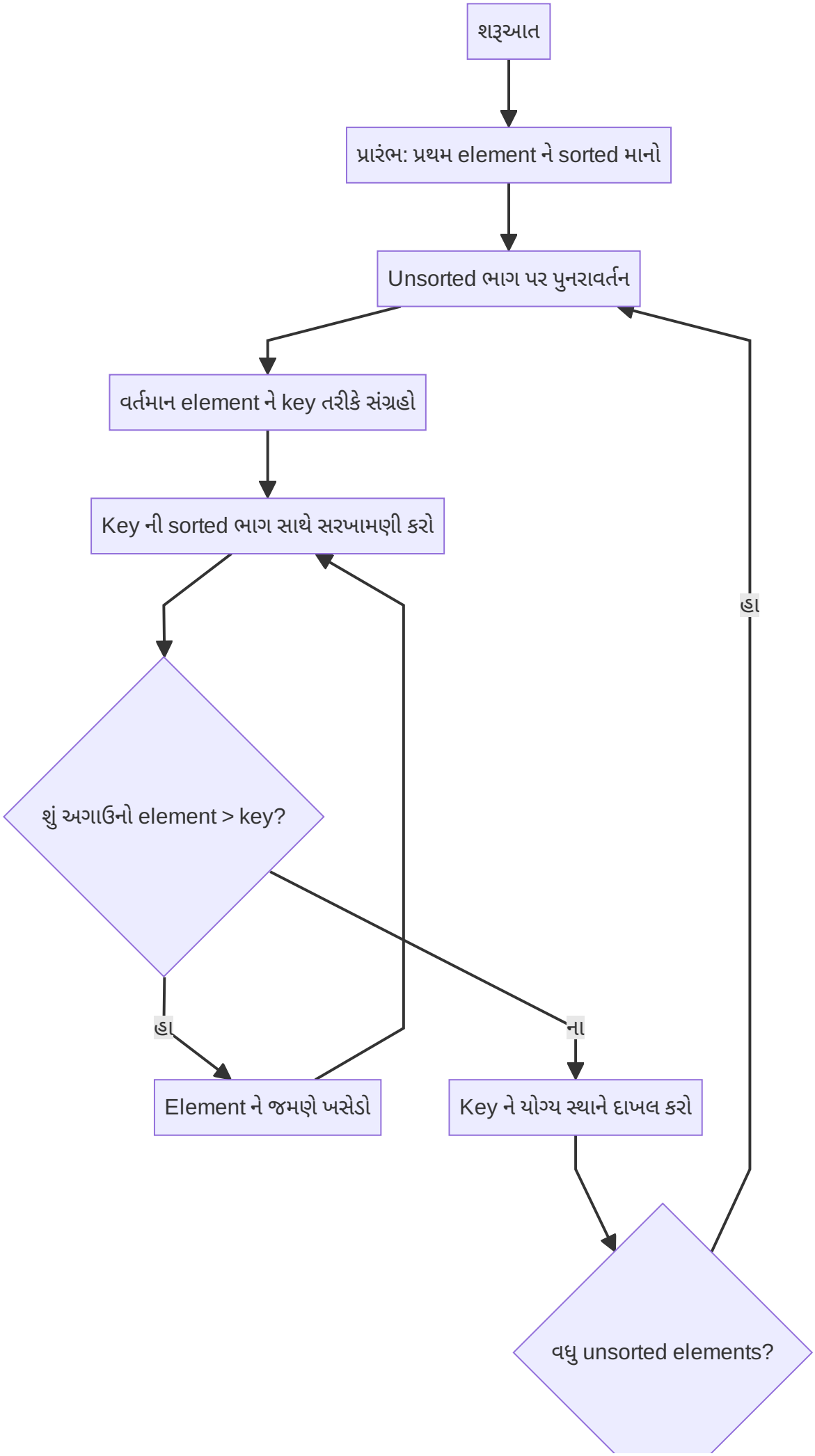
જવાબ 4(બ)OR:

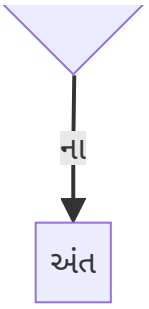
Insertion sort એ એક સરળ sorting અલગોરિધમ છે જે અંતિમ sorted array ને એક સમયે એક item બનાવે છે. અહીં Insertion sort method નો અલગોરિધમ આપેલ છે:

1. **પ્રારંભ કરો:**
    - પ્રથમ element (index 0) ને sorted subset તરીકે લો.
    - બાકીના array ને unsorted ભાગ તરીકે ગણો.
2. **Unsorted ભાગ પર પુનરાવર્તન કરો:**
    - Index 1 થી n-1 સુધીના દરેક element માટે (જ્યાં n array ની લંબાઈ છે):
        - વર્તમાન element ને key તરીકે સંગ્રહિત કરો.
        - j ને અગાઉના element ના index તરીકે initialize કરો.
3. **સરખામણી કરો અને ખસેડો:**
    - જ્યાં સુધી j ≥ 0 હોય અને index j પરનું element key કરતાં મોટું હોય:
        - Index j પરના element ને એક સ્થાન જમણી તરફ ખસેડો.
        - j ને ઘટાડો.
4. **Key ને દાખલ કરો:**
    - Key ને index j+1 પર મૂકો.

5. **પુનરાવર્તન કરો:**
    - બધા elements sorted ન થાય ત્યાં સુધી પગલાં 2-4 ચાલુ રાખો.

અહીં Insertion sort અલગોરિધમનું દૃશ્યમાન રજૂઆત આપેલ છે:


શરૂઆત
પ્રારંભ: પ્રથમ element ને sorted માનો
Unsorted ભાગ પર પુનરાવર્તન
વર્તમાન element ને key તરીકે સંગ્રહો
Key ની sorted ભાગ સાથે સરખામણી કરો
શું અગાઉનો element > key?
હા
ના
Element ને જમણે ખસેડો
Key ને યોગ્ય સ્થાને દાખલ કરો
વધુ unsorted elements?
હા



Insertion sort નું Python implementation:

```
def insertion_sort(arr):
    for i in range(1, len(arr)):
        key = arr[i]
        j = i - 1
        while j >= 0 and arr[j] > key:
            arr[j + 1] = arr[j]
            j -= 1
        arr[j + 1] = key
    return arr
```

Time Complexity:

- શ્રેષ્ઠ કેસ: O(n) જ્યારે array પહેલેથી જ sorted હોય
- સરેરાશ અને ખરાબમાં ખરાબ કેસ: O(n^2)

Space Complexity: O(1) કારણ કે તે in-place sort કરે છે

Insertion sort નાના data sets અને લગભગ-sorted arrays માટે કાર્યક્ષમ છે. તે સ્થિર છે અને online algorithm તરીકે સારી રીતે કામ કરે છે, જ્યાં નવા elements ને array માં કાર્યક્ષમ રીતે ઉમેરી શકાય છે.

Question 4(c) OR: Develop a python code to sort following list in ascending order using selection sort method. list1= [6,3,25,8,-1,55,0] (07 marks)

Ans 4(c)OR:

Selection sort is a simple comparison-based sorting algorithm. Here's a Python implementation to sort the given list using the selection sort method:

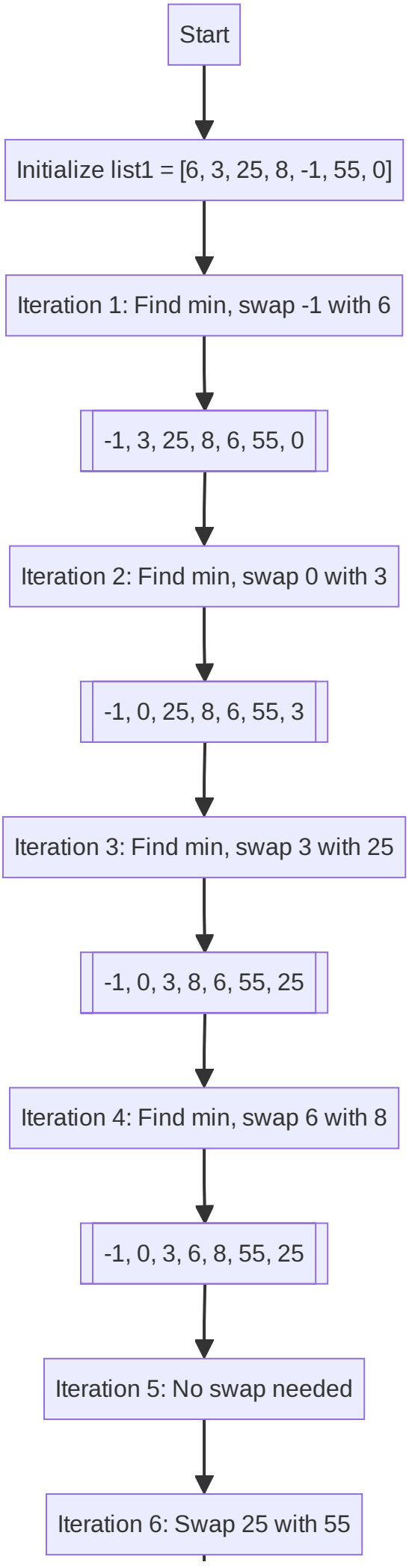
```
def selection_sort(arr):
    n = len(arr)

    for i in range(n):
        # Find the minimum element in the unsorted portion
        min_idx = i
        for j in range(i + 1, n):
            if arr[j] < arr[min_idx]:
                min_idx = j

        # Swap the found minimum element with the first element of the unsorted
portion
        arr[i], arr[min_idx] = arr[min_idx], arr[i]
```

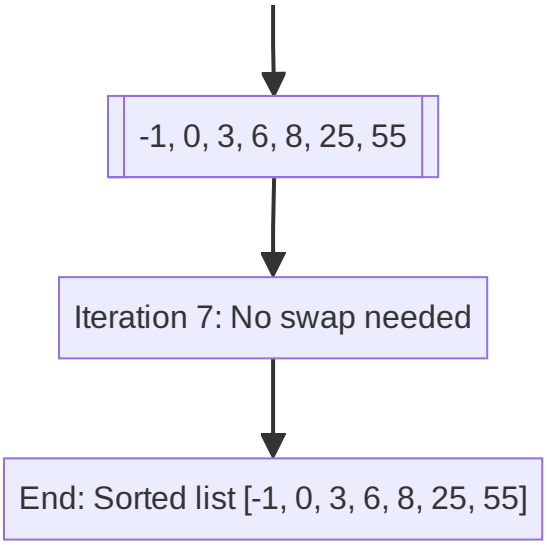
```
    return arr

# Given list
list1 = [6, 3, 25, 8, -1, 55, 0]

# Sort the list
sorted_list = selection_sort(list1)

# Print the sorted list
print("Sorted list:", sorted_list)
```

Let's break down the algorithm and explain its working:

1. **Function Definition:**
   - We define a function `selection_sort` that takes an array (or list) as input.
2. **Outer Loop:**
   - The outer loop runs from 0 to n-1, where n is the length of the list.
   - In each iteration, it considers the current index i as the start of the unsorted portion.
3. **Inner Loop:**
   - The inner loop finds the minimum element in the unsorted portion (from i to n-1).
   - It keeps track of the index of the minimum element found.
4. **Swapping:**
   - After finding the minimum element, it swaps it with the first element of the unsorted portion.
5. **Repeat:**
   - This process repeats until the entire list is sorted.

Here's a visualization of how the algorithm works on the given list:


Start
Initialize list1 = [6, 3, 25, 8, -1, 55, 0]
Iteration 1: Find min, swap -1 with 6
-1, 3, 25, 8, 6, 55, 0
Iteration 2: Find min, swap 0 with 3
-1, 0, 25, 8, 6, 55, 3
Iteration 3: Find min, swap 3 with 25
-1, 0, 3, 8, 6, 55, 25
Iteration 4: Find min, swap 6 with 8
-1, 0, 3, 6, 8, 55, 25
Iteration 5: No swap needed
Iteration 6: Swap 25 with 55



Time Complexity: O(n^2) for all cases (best, average, and worst)
Space Complexity: O(1) as it sorts in-place

This implementation efficiently sorts the given list in ascending order using the selection sort method.

પ્રશ્ન 4(ક) OR: નીચે આપેલા લીસ્ટ ને સિલેક્શન સોર્ટ મેથડ વડે ચડતા ક્રમમાં ગોઠવવા માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. list1=[6,3,25,8,-1,55,0] (૦૭ ગુણ)

જવાબ 4(ક)OR:

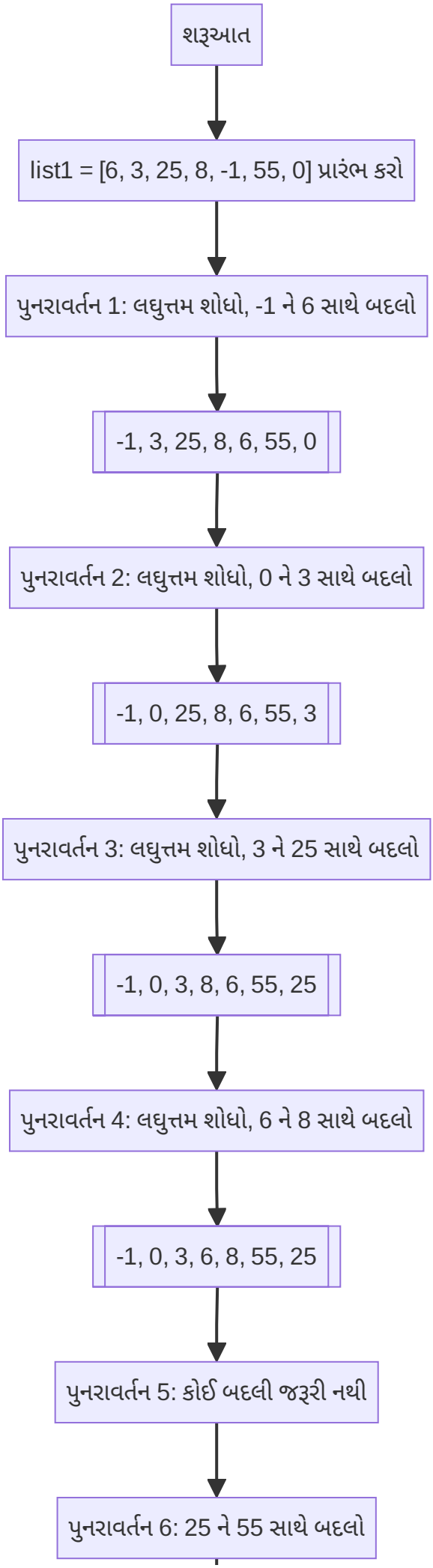
Selection sort એ એક સરળ તુલના-આધારિત sorting અલગોરિધમ છે. અહીં આપેલી list ને selection sort method નો ઉપયોગ કરીને ગોઠવવા માટેનું Python implementation આપેલ છે:

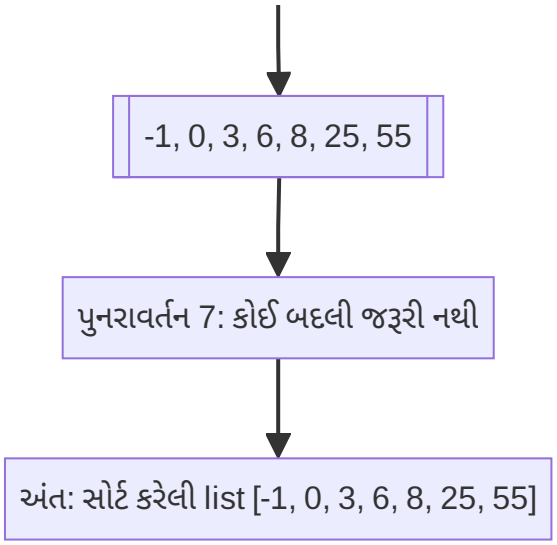
```
def selection_sort(arr):
    n = len(arr)

    for i in range(n):
        # અસોર્ટેડ ભાગમાં લઘુત્તમ element શોધો
        min_idx = i
        for j in range(i + 1, n):
            if arr[j] < arr[min_idx]:
                min_idx = j

        # મળેલા લઘુત્તમ element ને અસોર્ટેડ ભાગના પ્રથમ element સાથે બદલો
        arr[i], arr[min_idx] = arr[min_idx], arr[i]

    return arr

# આપેલી list
list1 = [6, 3, 25, 8, -1, 55, 0]

# list ને સોર્ટ કરો
sorted_list = selection_sort(list1)

# સોર્ટ કરેલી list પ્રિન્ટ કરો
print("સોર્ટ કરેલી list:", sorted_list)
```

ચાલો અલગોરિધમને તોડીએ અને તેની કાર્યપ્રણાલી સમજાવીએ:

1. **ફંક્શન વ્યાખ્યા:**
    - અમે `selection_sort` નામનું ફંક્શન વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ જે array (અથવા list) ને input તરીકે લે છે.
2. **બાહ્ય લૂપ:**
    - બાહ્ય લૂપ 0 થી n-1 સુધી ચાલે છે, જ્યાં n list ની લંબાઈ છે.
    - દરેક પુનરાવર્તનમાં, તે વર્તમાન index i ને unsorted ભાગની શરૂઆત તરીકે ગણે છે.
3. **આંતરિક લૂપ:**
    - આંતરિક લૂપ unsorted ભાગમાં (i થી n-1 સુધી) લઘુત્તમ element શોધે છે.
    - તે મળેલા લઘુત્તમ element ના index ને ટ્રૅક કરે છે.
4. **બદલી:**
    - લઘુત્તમ element શોધ્યા પછી, તેને unsorted ભાગના પ્રથમ element સાથે બદલે છે.
5. **પુનરાવર્તન:**
    - આ પ્રક્રિયા સમગ્ર list સોર્ટ ન થાય ત્યાં સુધી પુનરાવર્તિત થાય છે.

અહીં આપેલી list પર અલગોરિધમ કેવી રીતે કામ કરે છે તેનું visualization આપેલ છે:


શરૂઆત
list1 = [6, 3, 25, 8, -1, 55, 0] પ્રારંભ કરો
પુનરાવર્તન 1: લઘુત્તમ શોધો, -1 ને 6 સાથે બદલો
-1, 3, 25, 8, 6, 55, 0
પુનરાવર્તન 2: લઘુત્તમ શોધો, 0 ને 3 સાથે બદલો
-1, 0, 25, 8, 6, 55, 3
પુનરાવર્તન 3: લઘુત્તમ શોધો, 3 ને 25 સાથે બદલો
-1, 0, 3, 8, 6, 55, 25
પુનરાવર્તન 4: લઘુત્તમ શોધો, 6 ને 8 સાથે બદલો
-1, 0, 3, 6, 8, 55, 25
પુનરાવર્તન 5: કોઈ બદલી જરૂરી નથી
પુનરાવર્તન 6: 25 ને 55 સાથે બદલો



Time Complexity: બધા કેસ માટે O(n^2) (શ્રેષ્ઠ, સરેરાશ, અને ખરાબમાં ખરાબ)
Space Complexity: O(1) કારણ કે તે in-place sort કરે છે

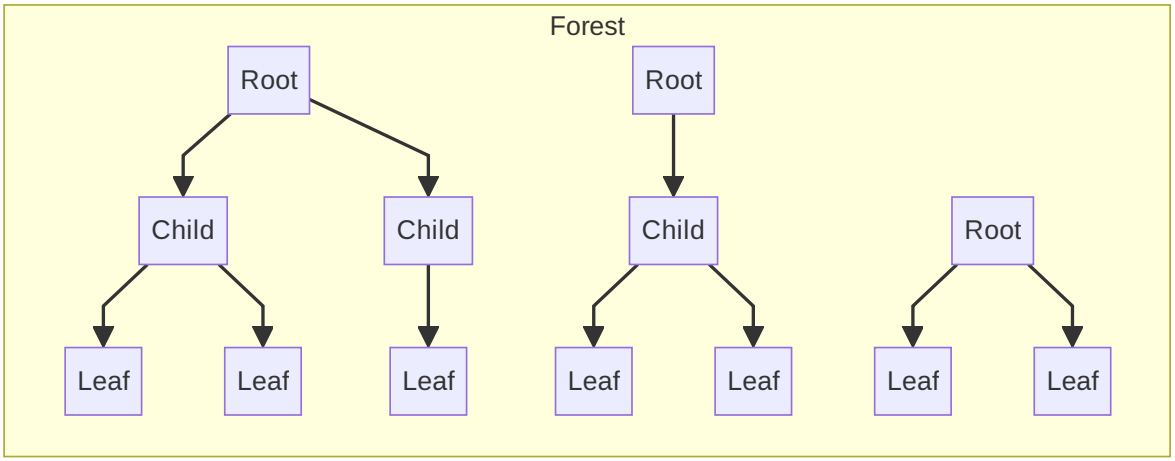
આ implementation આપેલી list ને selection sort method નો ઉપયોગ કરીને કાર્યક્ષમ રીતે ચડતા ક્રમમાં ગોઠવે છે.

Question 5(a): Define following terms regarding Tree data structure: 1. Forest 2. Root node 3. Leaf node (03 marks)

Ans 5(a):

1. **Forest:**
    - A forest is a collection of disjoint trees.
    - It consists of multiple trees that are not connected to each other.
    - Each tree in a forest has its own root node.
2. **Root Node:**
    - The root node is the topmost node in a tree structure.
    - It is the first node of the tree and has no parent.
    - All other nodes in the tree are descendants of the root node.
3. **Leaf Node:**
    - A leaf node is a node in a tree that has no children.
    - It is also known as an external node or terminal node.
    - Leaf nodes are the endpoints of the tree structure.

Here's a visual representation of these concepts:



In this diagram:

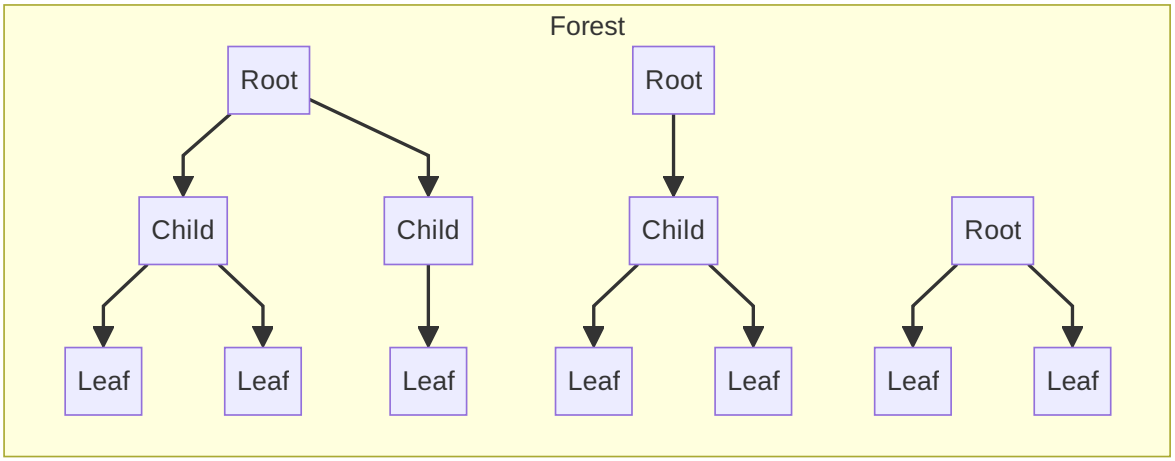
- The entire structure represents a forest with three separate trees.
- Nodes A, G, and K are root nodes of their respective trees.
- Nodes D, E, F, I, J, L, and M are leaf nodes as they have no children.

પ્રશ્ન 5(અ): Tree data structure ને લગતા નીચે આપેલ પદોની વ્યાખ્યા આપો. 1. Forest 2. Root node 3. Leaf node (૦૩ ગુણ)

જવાબ 5(અ):

1. **Forest:**
    - Forest એ અલગ-અલગ trees નો સમૂહ છે.
    - તેમાં એકબીજા સાથે જોડાયેલા ન હોય તેવા અનેક trees હોય છે.
    - Forest માંના દરેક tree ને તેનો પોતાનો root node હોય છે.
2. **Root Node:**
    - Root node એ tree structure માં સૌથી ઉપરનો node છે.
    - તે tree નો પ્રથમ node છે અને તેને કોઈ parent હોતું નથી.
    - Tree ના બાકીના બધા nodes root node ના વંશજો છે.
3. **Leaf Node:**
    - Leaf node એ tree માંનો એવો node છે જેને કોઈ children નથી હોતા.
    - તેને external node અથવા terminal node તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.
    - Leaf nodes એ tree structure ના અંતિમ બિંદુઓ છે.

આ concepts નું દૃશ્યમાન રજૂઆત અહીં આપેલ છે:



આ આકૃતિમાં:

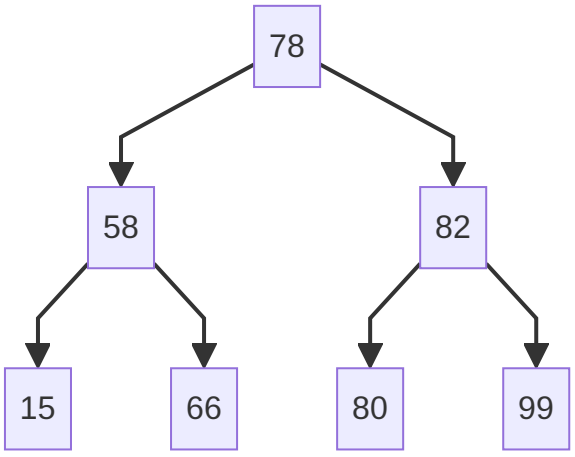
- સમગ્ર માળખું ત્રણ અલગ trees વાળા forest નું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે.
- A, G, અને K nodes તેમના સંબંધિત trees ના root nodes છે.
- D, E, F, I, J, L, અને M nodes leaf nodes છે કારણ કે તેમને કોઈ children નથી.

Question 5(b): Draw Binary search tree for 78,58,82,15,66,80,99 and write In-order traversal for the tree. (04 marks)

Ans 5(b):

Let's construct a Binary Search Tree (BST) using the given numbers: 78, 58, 82, 15, 66, 80, 99

Here's the Binary Search Tree:



Explanation of the BST construction:

1. 78 is the root node.
2. 58 is less than 78, so it goes to the left.
3. 82 is greater than 78, so it goes to the right.
4. 15 is less than 78 and 58, so it goes to the left of 58.
5. 66 is less than 78 but greater than 58, so it goes to the right of 58.
6. 80 is greater than 78 but less than 82, so it goes to the left of 82.

7. 99 is greater than 78 and 82, so it goes to the right of 82.

In-order Traversal:

The in-order traversal of a binary tree visits the left subtree, then the root, and finally the right subtree. For a BST, this results in visiting the nodes in ascending order.

The in-order traversal for this BST is:

15, 58, 66, 78, 80, 82, 99

Steps for in-order traversal:

1. Visit the left subtree of 78: (15, 58, 66)
2. Visit 78
3. Visit the right subtree of 78: (80, 82, 99)

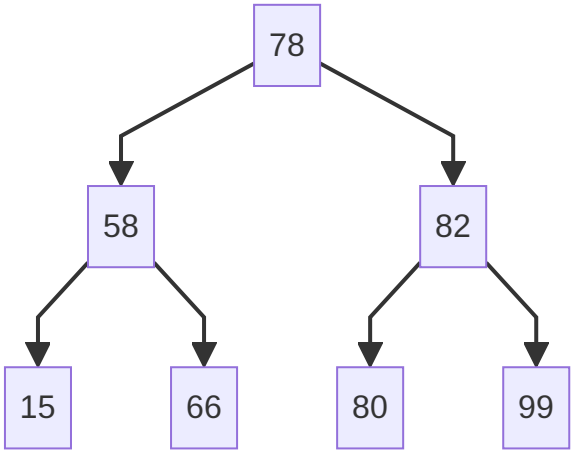
This traversal gives us the elements of the BST in sorted (ascending) order.

પ્રશ્ન 5(બ): 78,58,82,15,66,80,99 માટે Binary search tree દોરો અને તે tree માટેનું In-order traversal લખો. (૦૪ ગુણ)

જવાબ 5(બ):

ચાલો આપેલા નંબરો: 78, 58, 82, 15, 66, 80, 99 નો ઉપયોગ કરીને Binary Search Tree (BST) બનાવીએ

અહીં Binary Search Tree આપેલ છે:



BST રચનાનું સ્પષ્ટીકરણ:

1. 78 root node છે.
2. 58, 78 કરતા ઓછું છે, તેથી તે ડાબી બાજુ જાય છે.
3. 82, 78 કરતા વધારે છે, તેથી તે જમણી બાજુ જાય છે.
4. 15, 78 અને 58 કરતા ઓછું છે, તેથી તે 58 ની ડાબી બાજુ જાય છે.
5. 66, 78 કરતા ઓછું પણ 58 કરતા વધારે છે, તેથી તે 58 ની જમણી બાજુ જાય છે.
6. 80, 78 કરતા વધારે પણ 82 કરતા ઓછું છે, તેથી તે 82 ની ડાબી બાજુ જાય છે.
7. 99, 78 અને 82 કરતા વધારે છે, તેથી તે 82 ની જમણી બાજુ જાય છે.

In-order Traversal:

Binary tree નું in-order traversal પ્રથમ ડાબા subtree ને, પછી root ને, અને અંતે જમણા subtree ને મુલાકાત લે છે. BST માટે, આનાથી nodes ની મુલાકાત ચઢતા ક્રમમાં થાય છે.

આ BST માટે in-order traversal આ મુજબ છે:

15, 58, 66, 78, 80, 82, 99

In-order traversal માટેના પગલાં:

1. 78 ના ડાબા subtree ની મુલાકાત લો: (15, 58, 66)
2. 78 ની મુલાકાત લો
3. 78 ના જમણા subtree ની મુલાકાત લો: (80, 82, 99)

આ traversal આપણને BST ના elements ને સોર્ટેડ (ચઢતા) ક્રમમાં આપે છે.

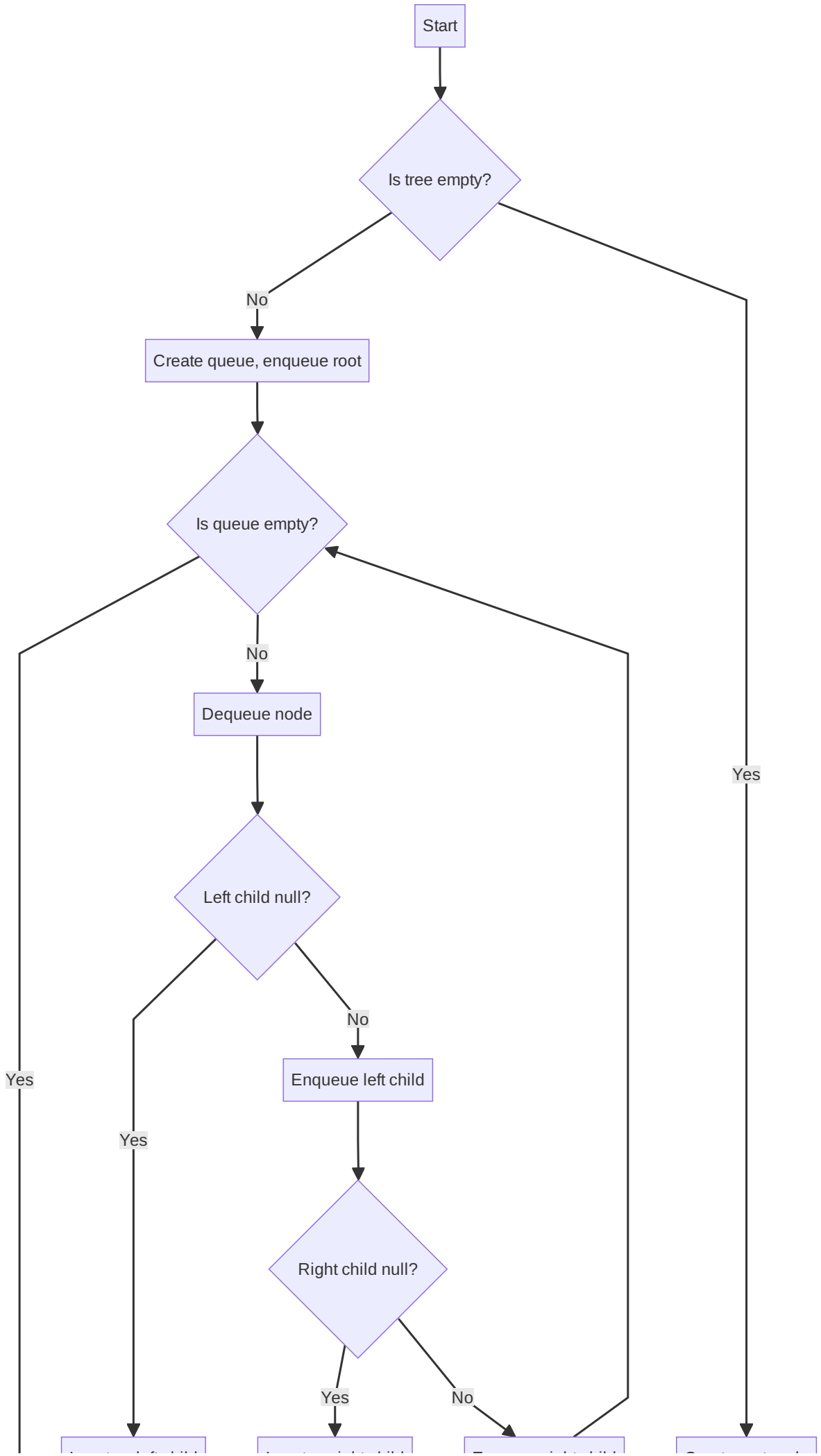
Question 5(c): Write an algorithm for following operations: 1. Insertion of Node in Binary Tree 2. Deletion of Node in Binary Tree (07 marks)

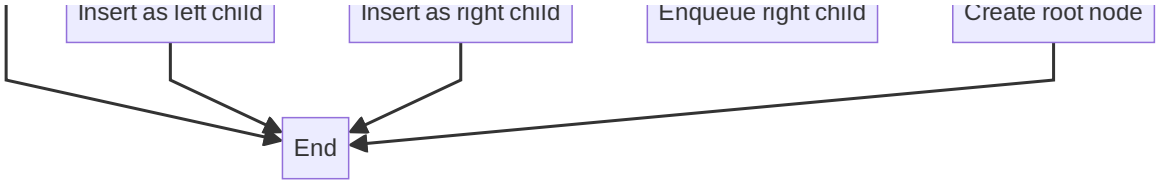
Ans 5(c):

1. **Insertion of Node in Binary Tree:**

Algorithm:

1. Start at the root of the tree.
2. If the tree is empty, create a new node as the root and return.
3. Create a queue and enqueue the root node.
4. While the queue is not empty:
   a. Dequeue a node from the front of the queue.
   b. If the left child of the node is null:
      - Create a new node and set it as the left child.
      - Return as insertion is complete.
        c. Else, enqueue the left child.
        d. If the right child of the node is null:
      - Create a new node and set it as the right child.
      - Return as insertion is complete.
        e. Else, enqueue the right child.
5. Repeat step 4 until a vacant position is found.

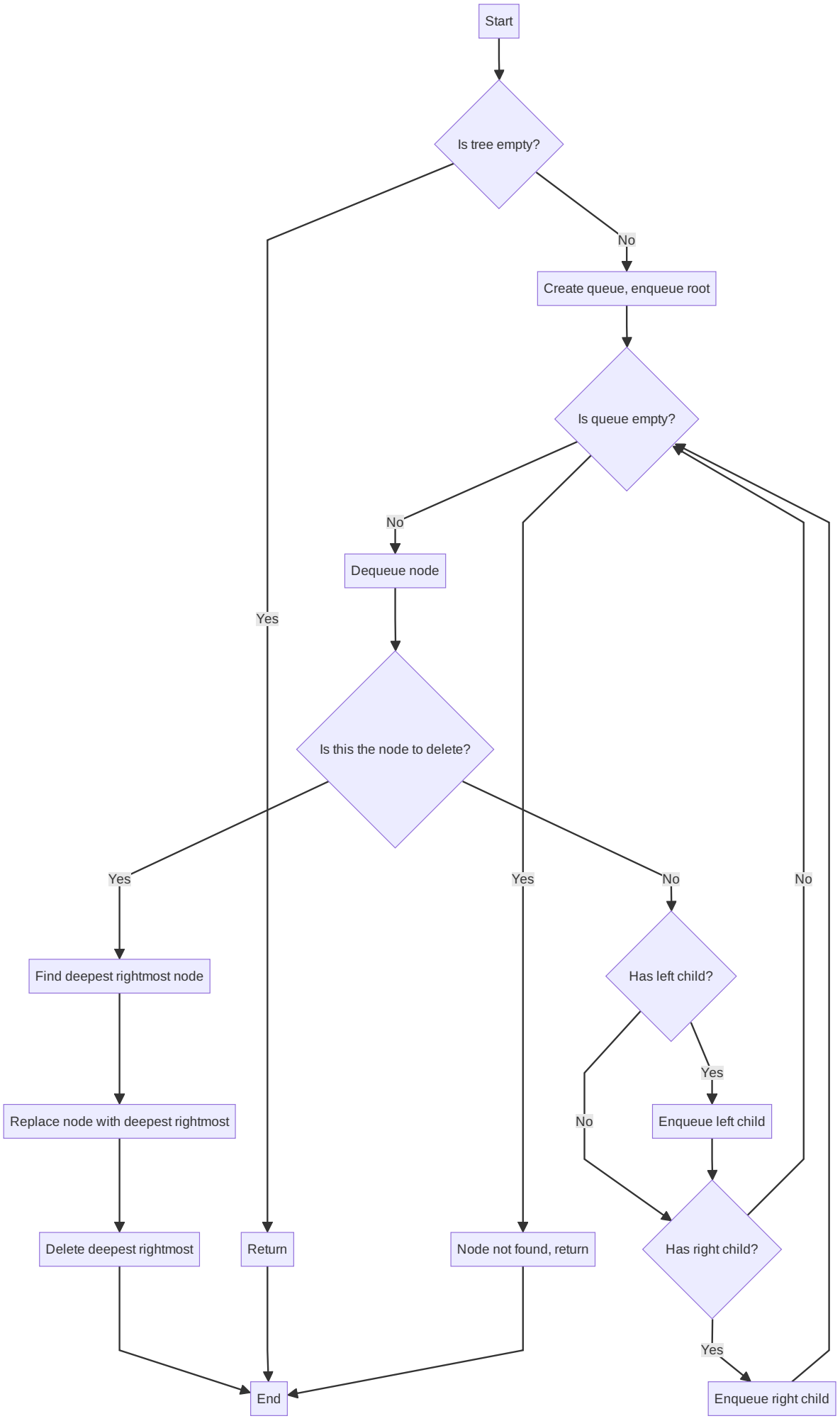

Start
Is tree empty?
No
Yes
Create queue, enqueue root
Is queue empty?
No
Yes
Dequeue node
Left child null?
No
Yes
Enqueue left child
Right child null?
Yes
No



2. **Deletion of Node in Binary Tree:**

Algorithm:

1. Start at the root of the tree.
2. If the tree is empty, return.
3. Create a queue and enqueue the root node.
4. While the queue is not empty:
   a. Dequeue a node from the front of the queue.
   b. If this is the node to be deleted:
      - Find the deepest rightmost node in the tree.
      - Replace the node to be deleted with the deepest rightmost node.
      - Delete the deepest rightmost node.
      - Return as deletion is complete.
        c. If the node has a left child, enqueue it.
        d. If the node has a right child, enqueue it.
5. If the node to be deleted is not found, return (node not in the tree).


Start
Is tree empty?
Yes
No
Create queue, enqueue root
Is queue empty?
No
Yes
Dequeue node
Is this the node to delete?
Yes
No
Yes
No
Find deepest rightmost node
Replace node with deepest rightmost
Delete deepest rightmost
Return
Node not found, return
Has left child?
Yes
No
Enqueue left child
Has right child?
Yes
No
Enqueue right child
End

These algorithms provide a general approach for insertion and deletion in a binary tree. Note that for a Binary Search Tree (BST), the algorithms would be different to maintain the BST property.

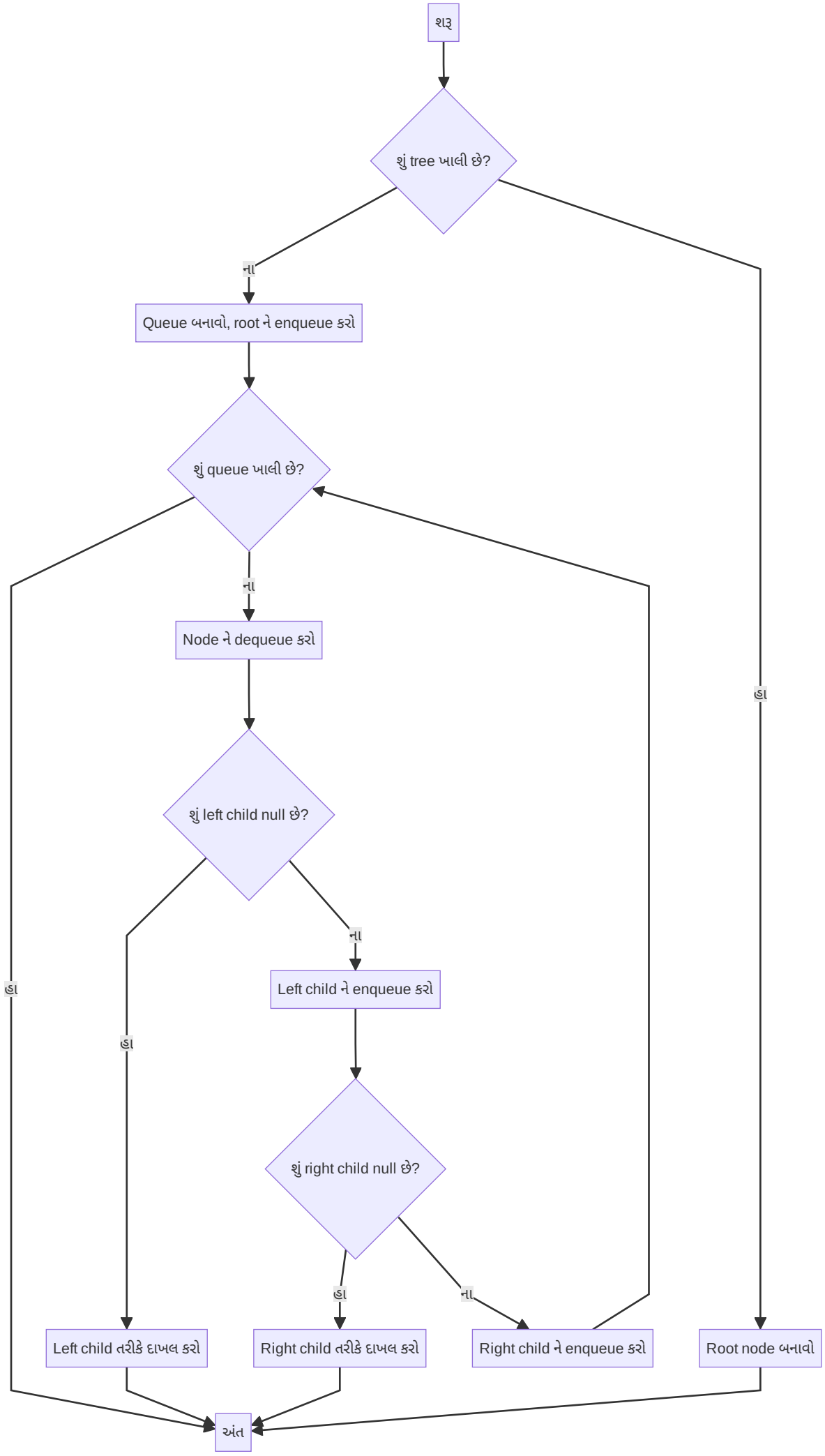
પ્રશ્ન 5(ક): નીચે આપેલ ઓપરેશન માટે અલગોરિધમ લખો: ૧. Binary Tree માં નોડ દાખલ કરવા ૨. Binary Tree માંથી નોડ કાઢવા માટે (૦૭ ગુણ)

જવાબ 5(ક):

1. **Binary Tree માં નોડ દાખલ કરવા:**

અલગોરિધમ:

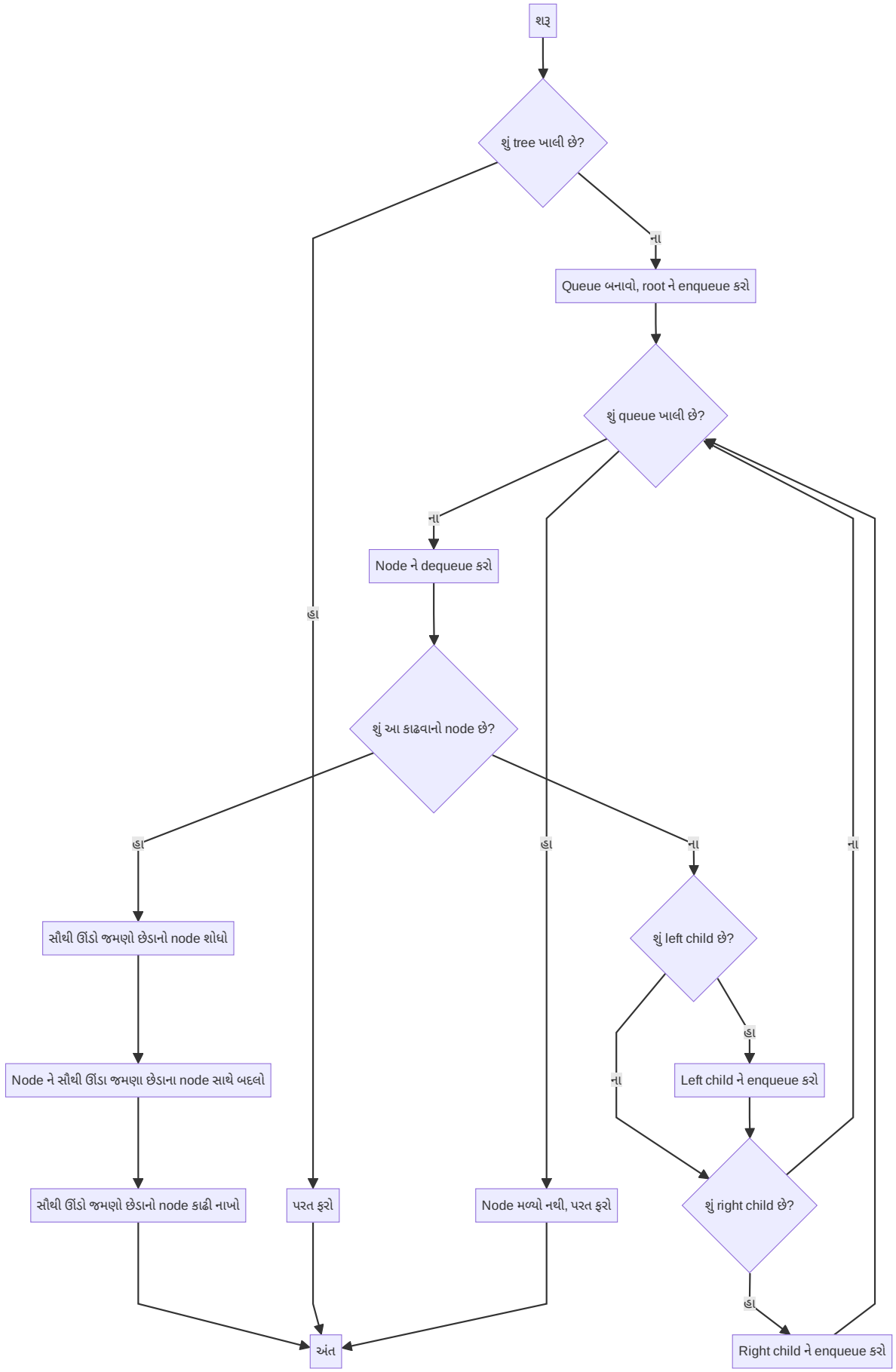
1. Tree ના root થી શરૂ કરો.
2. જો tree ખાલી હોય, તો નવો node બનાવીને તેને root તરીકે સેટ કરો અને પરત ફરો.
3. એક queue બનાવો અને તેમાં root node ને enqueue કરો.
4. જ્યાં સુધી queue ખાલી ન થાય ત્યાં સુધી:
   a. Queue ની આગળથી એક node ને dequeue કરો.
   b. જો node નો left child null હોય:
   - નવો node બનાવો અને તેને left child તરીકે સેટ કરો.
   - દાખલ કરવાનું પૂર્ણ થયું છે, તેથી પરત ફરો.
     c. અન્યથા, left child ને enqueue કરો.
     d. જો node નો right child null હોય:
   - નવો node બનાવો અને તેને right child તરીકે સેટ કરો.
   - દાખલ કરવાનું પૂર્ણ થયું છે, તેથી પરત ફરો.
     e. અન્યથા, right child ને enqueue કરો.
5. જ્યાં સુધી ખાલી સ્થાન ન મળે ત્યાં સુધી પગલું 4 પુનરાવર્તિત કરો.


શરૂ
શું tree ખાલી છે?
ના
હા
Queue બનાવો, root ને enqueue કરો
શું queue ખાલી છે?
ના
હા
Node ને dequeue કરો
શું left child null છે?
ના
હા
Left child ને enqueue કરો
શું right child null છે?
હા
ના
Left child તરીકે દાખલ કરો
Right child તરીકે દાખલ કરો
Right child ને enqueue કરો
Root node બનાવો
અંત

2. **Binary Tree માંથી નોડ કાઢવા માટે:**

અલગોરિધમ:

1. Tree ના root થી શરૂ કરો.
2. જો tree ખાલી હોય, તો પરત ફરો.
3. એક queue બનાવો અને તેમાં root node ને enqueue કરો.
4. જ્યાં સુધી queue ખાલી ન થાય ત્યાં સુધી:
   a. Queue ની આગળથી એક node ને dequeue કરો.
   b. જો આ કાઢવાનો node હોય:
      - Tree માં સૌથી ઊંડા જમણા છેડાનો node શોધો.
      - કાઢવાના node ને સૌથી ઊંડા જમણા છેડાના node સાથે બદલો.
      - સૌથી ઊંડા જમણા છેડાનો node કાઢી નાખો.
      - કાઢવાનું પૂર્ણ થયું છે, તેથી પરત ફરો.
   c. જો node ને left child હોય, તો તેને enqueue કરો.
   d. જો node ને right child હોય, તો તેને enqueue કરો.
5. જો કાઢવાનો node ન મળે, તો પરત ફરો (node tree માં નથી).



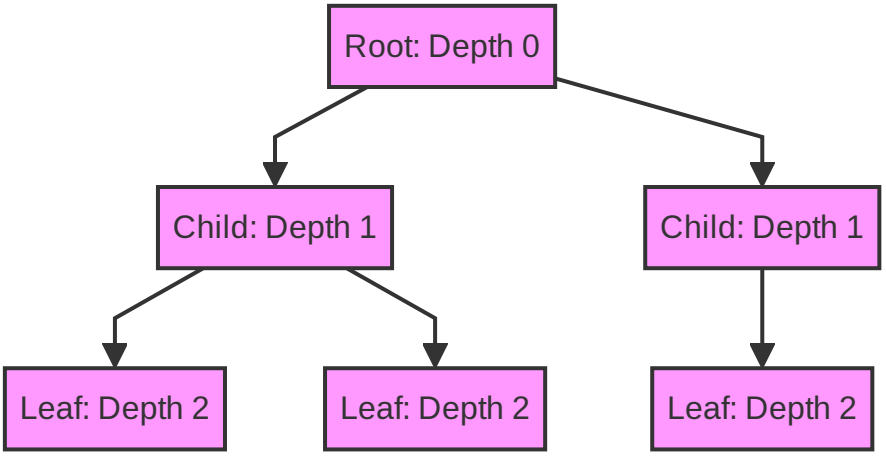
આ અલગોરિધમ્સ binary tree માં દાખલ કરવા અને કાઢવા માટેનો સામાન્ય અભિગમ પ્રદાન કરે છે. નોંધ કરો કે Binary Search Tree (BST) માટે, BST ની વિશેષતા જાળવવા માટે અલગોરિધમ્સ અલગ હશે.

Question 5(a) OR: Define following terms regarding Tree data structure: 1. In-degree 2. Out-degree 3. Depth (03 marks)

Ans 5(a)OR:

1. **In-degree:**
    - In-degree of a node is the number of edges coming into the node.
    - In a tree, every node except the root has an in-degree of 1.
    - The root node has an in-degree of 0.
2. **Out-degree:**
    - Out-degree of a node is the number of edges going out from the node.
    - In a binary tree, the maximum out-degree of any node is 2.
    - Leaf nodes have an out-degree of 0.
3. **Depth:**
    - Depth of a node is the number of edges in the path from the root to that node.
    - The root node has a depth of 0.
    - Depth increases by 1 for each level down the tree.

Here's a visual representation of these concepts:



In this diagram:

- Node A (Root) has in-degree 0 and out-degree 2
- Nodes B and C have in-degree 1 and out-degree 2 and 1 respectively
- Nodes D, E, and F (Leaves) have in-degree 1 and out-degree 0
- The depth increases as we move down the tree

પ્રશ્ન 5(અ) OR: Tree data structure ને લગતા નીચે આપેલ પદોની વ્યાખ્યા આપો. 1. In-degree 2. Out-degree 3. Depth (૦૩ ગુણ)

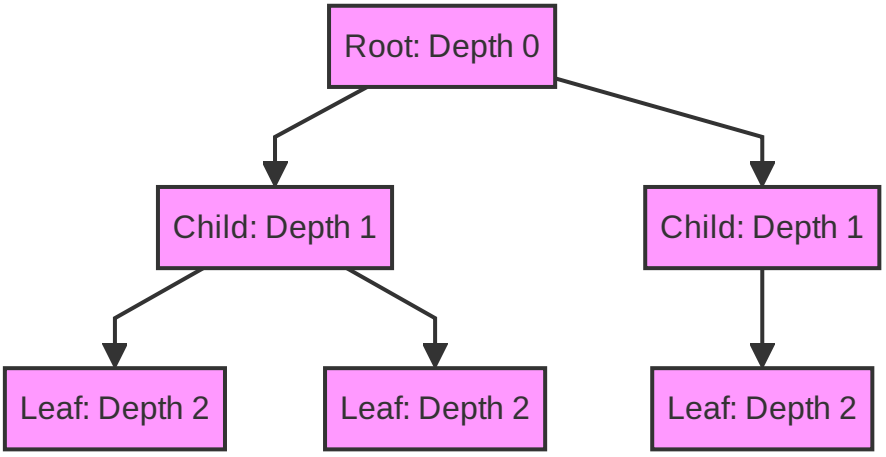
જવાબ 5(અ)OR:

1. **In-degree:**
    - Node નો in-degree એ તે node માં આવતા edges ની સંખ્યા છે.
    - Tree માં, root સિવાયના દરેક node નો in-degree 1 હોય છે.

- Root node નો in-degree 0 હોય છે.

2. **Out-degree:**
   - Node નો out-degree એ તે node માંથી નીકળતા edges ની સંખ્યા છે.
   - Binary tree માં, કોઈપણ node નો મહત્તમ out-degree 2 હોય છે.
   - Leaf nodes નો out-degree 0 હોય છે.
3. **Depth:**
   - Node ની depth એ root થી તે node સુધીના પાથમાં રહેલા edges ની સંખ્યા છે.
   - Root node ની depth 0 હોય છે.
   - Tree માં દરેક સ્તર નીચે જતાં depth 1 વધે છે.

આ concepts નું દૃશ્યમાન રજૂઆત અહીં આપેલ છે:



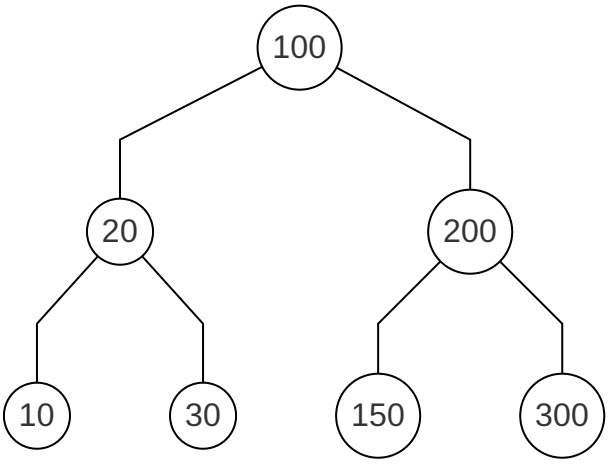
આ આકૃતિમાં:

- Node A (Root) નો in-degree 0 અને out-degree 2 છે
- Nodes B અને C નો in-degree 1 અને out-degree અનુક્રમે 2 અને 1 છે
- Nodes D, E, અને F (Leaves) નો in-degree 1 અને out-degree 0 છે
- Tree માં નીચે જતાં depth વધે છે

Question 5(b) OR: Write Preorder and postorder traversal of the given Binary tree. (04 marks)

Ans 5(b)OR:

For the given Binary tree:



1. **Preorder Traversal:**
   In preorder traversal, we visit the root node first, then the left subtree, and finally the right subtree.

   The preorder traversal for this binary tree is:
   100, 20, 10, 30, 200, 150, 300

   Steps:

   - Visit root (100)
   - Visit left subtree of 100: 20, 10, 30
   - Visit right subtree of 100: 200, 150, 300

2. **Postorder Traversal:**
   In postorder traversal, we visit the left subtree first, then the right subtree, and finally the root node.

   The postorder traversal for this binary tree is:
   10, 30, 20, 150, 300, 200, 100

   Steps:

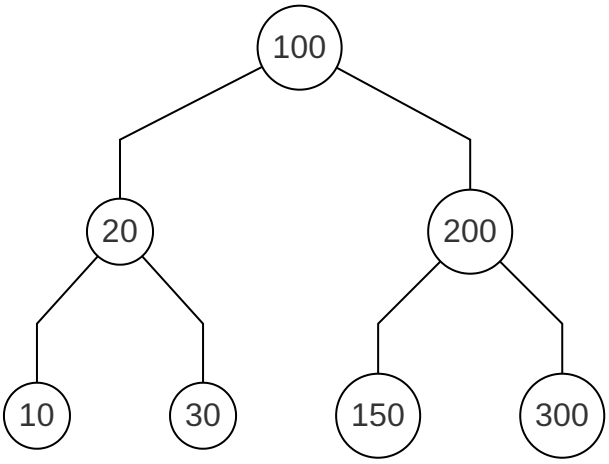
   - Visit left subtree of 100: 10, 30, 20
   - Visit right subtree of 100: 150, 300, 200
   - Visit root (100)

These traversals provide different ways to visit all nodes in the binary tree, each with its own use cases in various algorithms and applications.

પ્રશ્ન 5(બ) OR: નીચે દર્શાવેલા Binary tree માટે Preorder and postorder traversal લખો. (૦૪ ગુણ)

જવાબ 5(બ)OR:

આપેલા Binary tree માટે:



1. **Preorder Traversal:**
   Preorder traversal માં, આપણે પ્રથમ root node ની મુલાકાત લઈએ છીએ, પછી ડાબા subtree ની, અને અંતે જમણા subtree ની.

   આ binary tree માટે preorder traversal આ મુજબ છે:
   100, 20, 10, 30, 200, 150, 300

   પગલાં:

   - Root ની મુલાકાત લો (100)
   - 100 ના ડાબા subtree ની મુલાકાત લો: 20, 10, 30
   - 100 ના જમણા subtree ની મુલાકાત લો: 200, 150, 300

2. **Postorder Traversal:**
   Postorder traversal માં, આપણે પ્રથમ ડાબા subtree ની મુલાકાત લઈએ છીએ, પછી જમણા subtree ની, અને અંતે root node ની.

   આ binary tree માટે postorder traversal આ મુજબ છે:
   10, 30, 20, 150, 300, 200, 100

   પગલાં:

   - 100 ના ડાબા subtree ની મુલાકાત લો: 10, 30, 20
   - 100 ના જમણા subtree ની મુલાકાત લો: 150, 300, 200
   - Root ની મુલાકાત લો (100)

આ traversals binary tree ના બધા nodes ની મુલાકાત લેવા માટે અલગ-અલગ રીતો પ્રદાન કરે છે, જે વિવિધ algorithms અને applications માં તેમના પોતાના ઉપયોગ કેસ ધરાવે છે.

Question 5(c) OR: Develop a program to implement construction of Binary Search Tree. (07 marks)

Ans 5(c)OR:

Here's a Python program that implements the construction of a Binary Search Tree (BST):

```
class Node:
    def __init__(self, key):
        self.key = key
        self.left = None
        self.right = None
```

```
class BinarySearchTree:
    def __init__(self):
        self.root = None

    def insert(self, key):
        self.root = self._insert_recursive(self.root, key)

    def _insert_recursive(self, root, key):
        # If the tree is empty, return a new node
        if root is None:
            return Node(key)

        # Otherwise, recur down the tree
        if key < root.key:
            root.left = self._insert_recursive(root.left, key)
        elif key > root.key:
            root.right = self._insert_recursive(root.right, key)

        # Return the unchanged node pointer
        return root

    def inorder_traversal(self):
        self._inorder_recursive(self.root)

    def _inorder_recursive(self, root):
        if root:
            self._inorder_recursive(root.left)
            print(root.key, end=" ")
            self._inorder_recursive(root.right)

# Example usage
bst = BinarySearchTree()
keys = [50, 30, 70, 20, 40, 60, 80]

print("Inserting keys into BST:", keys)
for key in keys:
    bst.insert(key)

print("Inorder traversal of the constructed BST:")
bst.inorder_traversal()
```

Explanation of the code:

1. We define a `Node` class to represent each node in the BST. Each node has a key value and left and right child pointers.
2. The `BinarySearchTree` class is defined with methods:
    - `__init__`: Initializes an empty BST.
    - `insert`: Public method to insert a new key into the BST.
    - `_insert_recursive`: Private method that recursively inserts a new key.
    - `inorder_traversal`: Public method to perform an inorder traversal of the BST.
    - `_inorder_recursive`: Private method that recursively performs inorder traversal.
3. The insertion algorithm works as follows:

- If the tree is empty, create a new node as the root.
- If the key is less than the current node's key, recursively insert into the left subtree.
- If the key is greater than the current node's key, recursively insert into the right subtree.
- If the key is equal to the current node's key, we ignore it (BST typically doesn't allow duplicates).

4. The inorder traversal visits the left subtree, then the root, and finally the right subtree, which for a BST results in a sorted order of keys.

This implementation allows for the construction of a BST by inserting keys one by one, and provides a method to verify the correct construction through inorder traversal.

પ્રશ્ન 5(ક) OR: Binary Search Tree રચવા માટેનો પાયથન કોડ વિકસાવો. (૦૭ ગુણ)

જવાબ 5(ક)OR:

અહીં Binary Search Tree (BST) ની રચના માટેનો Python પ્રોગ્રામ આપેલ છે:

```
class Node:
    def __init__(self, key):
        self.key = key
        self.left = None
        self.right = None

class BinarySearchTree:
    def __init__(self):
        self.root = None

    def insert(self, key):
        self.root = self._insert_recursive(self.root, key)

    def _insert_recursive(self, root, key):
        # જો tree ખાલી હોય, તો નવો node પરત કરો
        if root is None:
            return Node(key)

        # અન્યથા, tree માં નીચે જાઓ
        if key < root.key:
            root.left = self._insert_recursive(root.left, key)
        elif key > root.key:
            root.right = self._insert_recursive(root.right, key)

        # અપરિવર્તિત node pointer પરત કરો
        return root

    def inorder_traversal(self):
        self._inorder_recursive(self.root)

    def _inorder_recursive(self, root):
        if root:
            self._inorder_recursive(root.left)
            print(root.key, end=" ")
            self._inorder_recursive(root.right)
```

```
# ઉદાહરણ ઉપયોગ
bst = BinarySearchTree()
keys = [50, 30, 70, 20, 40, 60, 80]

print("BST માં keys દાખલ કરવી:", keys)
for key in keys:
    bst.insert(key)

print("નિર્માણ કરેલા BST નું inorder traversal:")
bst.inorder_traversal()
```

કોડનું સ્પષ્ટીકરણ:

1. આપણે `Node` ક્લાસ વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ જે BST માં દરેક node નું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. દરેક node માં key value અને left અને right child pointers હોય છે.
2. `BinarySearchTree` ક્લાસ નીચેની methods સાથે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે:
    - `__init__`: ખાલી BST ને પ્રારંભ કરે છે.
    - `insert`: BST માં નવી key દાખલ કરવા માટેની public method.
    - `_insert_recursive`: નવી key ને પુનરાવર્તી રીતે દાખલ કરતી private method.
    - `inorder_traversal`: BST નું inorder traversal કરવા માટેની public method.
    - `_inorder_recursive`: પુનરાવર્તી રીતે inorder traversal કરતી private method.
3. દાખલ કરવાનો અલગોરિધમ આ રીતે કામ કરે છે:
    - જો tree ખાલી હોય, તો root તરીકે નવો node બનાવો.
    - જો key વર્તમાન node ની key કરતા ઓછી હોય, તો ડાબા subtree માં પુનરાવર્તી રીતે દાખલ કરો.
    - જો key વર્તમાન node ની key કરતા વધારે હોય, તો જમણા subtree માં પુનરાવર્તી રીતે દાખલ કરો.
    - જો key વર્તમાન node ની key ની સમાન હોય, તો આપણે તેને અવગણીએ છીએ (BST સામાન્ય રીતે duplicates ની મંજૂરી આપતું નથી).
4. Inorder traversal પ્રથમ ડાબા subtree ની, પછી root ની, અને અંતે જમણા subtree ની મુલાકાત લે છે, જે BST માટે keys ના સોર્ટેડ ક્રમમાં પરિણમે છે.

આ implementation એક પછી એક keys દાખલ કરીને BST ની રચના કરવાની મંજૂરી આપે છે, અને inorder traversal દ્વારા યોગ્ય રચનાની ચકાસણી કરવા માટેની method પ્રદાન કરે છે.