Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Lab 1 – FIFO med cirkulär implementation

Objektorienterad programmering i C++

Dynamisk minneshantering och smarta pekare
’pre/postconditions’.

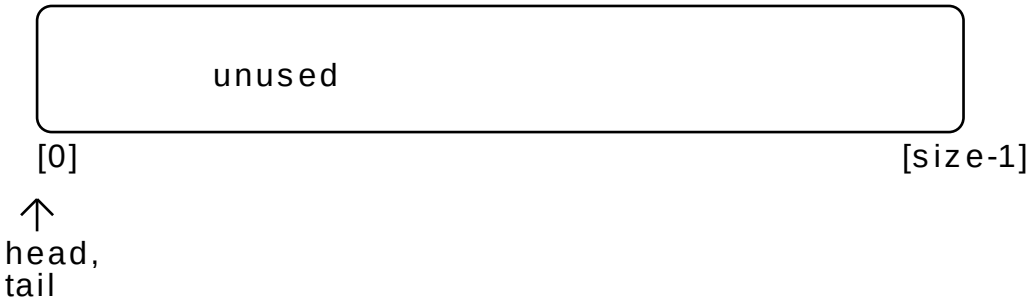
Lab 1 – FIFO med cirkulär implementation

En av de klassiska Abstrakta Datatyperna är Kö. En kö är en FIFO-struktur, *”First In First Out”* (precis som i en civiliserad MacDonalds-kö). Nya element stoppas in längst bak i kön (tail) och det äldsta elementet plockas ut längst fram (head). I datasammanhang används köer som buffertar mellan en ‘dataproducent’ och en ‘datakonsument’. Om dessa producerar respektive konsumerar data i samma takt behövs i princip ingen buffert men i verkligheten är det vanligt att olika enheter och processer har skiftande snabbhet. En buffert där data kan lagras tillfälligt kan då utjämna tillfälliga skillnader i processhastighet. T.ex. används buffertar i samband med tangentbordsinmatning, nätverksinterface, seriekommunikation, utskriftshantering och filhantering. För en ADT Kö kan lämpliga operationer vara

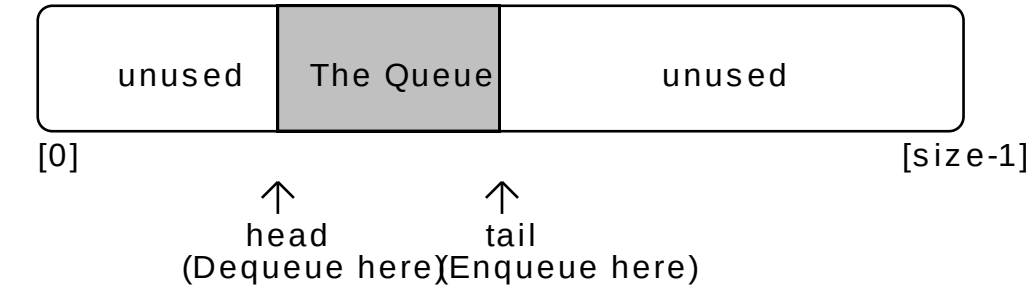
- enqueue - stoppa in nytt element längst bak i kön
- dequeue - ta ut elementet längst fram i kön
- length - aktuellt antal element i kön
- full - kön full ?
- empty - kön tom ?
- capacity - kön maximala storlek?

En kö kan implementeras på många sätt. I många varianter använder man en array för att lagra elementen i kön. Av effektivitetsskäl ska man aldrig flytta element i arrayen när element läggs till eller tas bort. I stället använder man sig av två ‘heltals-pekare’, head och tail (typen int) som innehåller index i arrayen för köns första respektive sista element. Dessa index rör sig framåt i arrayen allt eftersom kön växer respektive krymper. Följande figurer beskriver implementationen av en kö i en *cirkulär* array.

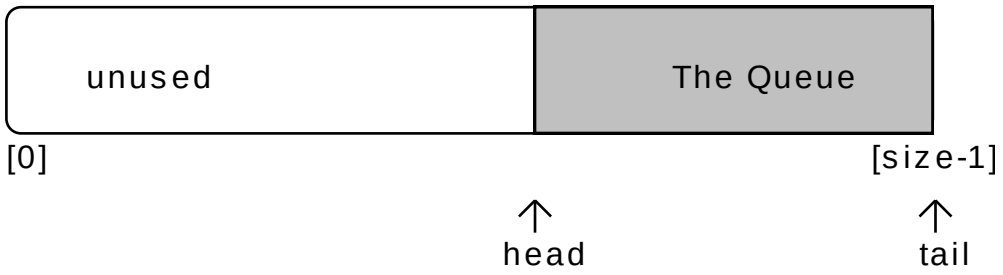
Tom kö:



Kön efter en viss tid:

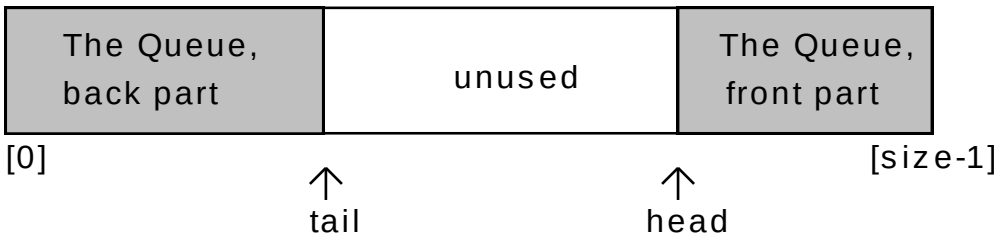


Kön när arrayens övre gräns är nådd är:



I detta läge låter man kön *internt* bli cirkulär så att nästa enqueue sker i början av den lediga delen på arrayen. För att få head och tail att ’hoppa’ från size-1 till 0 vid uppräkning kan en if-sats eller modulus-operatorn % användas (vilken tror du går snabbast?).

Kön efter ytterligare en tid, "wrapped state":



Uppgift
Implementera klassen `Queue`. RAII-konceptet med `unique_ptr` ska användas för den interna arrayen. Ett interaktivt menystyrt testprogram ska skrivas i form av en klass där de olika operationerna på en Queue motsvaras av medlemsfunktioner i klassen. *Förslag* till testklass:

```
class TestApp {
private:
      smart pointer object to hold the dynamically Queue object
      bool done;

      // Main menu
      void showMenu();
      char getMenuOption();
      void doMenuOption(char option);

      // Menu-alternativ
      void createQueue();           //  Skapar en kö av önskad längd
      void enqueue();               //  Frågar efter tal
      void dequeue();               //  Tar bort tal, skriver ut
      void isEmpty() const;
      void isFull() const;
      void nrElements() const;

public:
      TestApp();
      void run();
};
```

Klassdefinition för klassen Queue:

```
typedef int Type;       // Make Type an alias for int
const int QSIZE = 10;   // Default Queue size

class Queue {
private:
      smart pointer object to hold the dynamically allocated array

      int   head;    // index in array for head
      int   tail;    // index in array for tail
      int   nElem;   // nr of items in queue
      int   maxElem; // max capacity of queue
public:
      Queue(int n = QSIZE);  // n = max capacity of queue
      /* Pre:   -
      Post:  A Queue object with capacity for n data-
      items is created. */
      ~Queue();
      /* Pre:   -
      Post:  The Queue-pre object is destroyed  */

      void enqueue(Type elem);
      /* Pre:   The Queue has not reached its maximum capacity.
      Post:  elem is inserted as the newest element in
      Queue. */

      void dequeue(Type &elem);
      /* Pre:   The Queue is not empty.
      Post:  elem contains the oldest element in Queue-
      pre and elem is not contained in Queue. */

      int length() const;
      /* Pre:   -
      Post:  Number of elements in Queue is returned. */

      bool full() const;
      /* Pre:   -
      Post:  If Queue has reached its maximum capacity
      true is returned, else false is returned. */

      bool empty() const;
      /* Pre:   -
      Post:  If Queue is true is returned,
      else false is returned. */

      int capacity() const;
      /* Pre:   -
      Post:  Maximal number of elements that the Queue can
      hold Queue is returned. */
};
```

`Pre` är en förkortning av Pre-condition och `Post` är en förkortning av Post-condition. Post condition beskriver det tillstånd som ska gälla omedelbart efter det att operationen ifråga är

exekverad, under förutsättning att Pre-condition var uppfyllt vid början av exekveringen. Man kan se dessa villkor som ett kontrakt: *om Pre är uppfyllt före exekveringen av en operation så ska Post garanteras efter exekveringen.* Detta innebär att operationer som har Pre-conditions måste föregås av en kontroll. Speciella operationer för sådana kontroller ska alltid finnas (t.ex. full och empty). Om en operation exekveras utan att Pre-condition är uppfyllt så behöver inte Post gälla, resultatet är då odefinierat. Observera att Pre- och Post-conditions inte beskriver hur implementationen ska göras i detalj utan endast vad som ska vara uppfyllt före exekveringen och vad resultatet ska vara efter exekveringen. Väl skrivna Pre- och Post-conditions är därför tillräckliga för att utföra en implementation.
Beteckningen Queue-pre i ett Post-condition betyder tillståndet i Queueobjektet som det var *före* exekveringen.

Krav på lösningen

- Queue ska använda en smart pekare till den dynamiskt skapade interna arrayen
- Körning av testprogrammet görs genom att ett TestApp-objekt skapas och dess run-funktion anropas.
- TestApp ska använda en smart pekare till ett dynamiskt skapat Queue-objekt
- `TestApp::createQueue` ska fråga efter önskad kölängd och skapa motsvarande Queue-objekt.
- Lösningen ska garantera att om `TestApp::createQueue` anropas upprepade gånger så ska det existerande Queue-objektet deallokeras.
- Innan `TestApp::createQueue` har anropats finns inget Queue-objekt och då ska inte de övriga menyalternativen i TestApp inte vara tillgängliga.
- `TestApp::run()` ska köra meny-loopen tills man väljer att avsluta.
- Användare av testprogrammet ska kunna
    - Skapa en kö med önskad storlek (upprepade gånger).
    - Lägga till ett angivet element (enqueue).
    - Ta bort element (dequeue). Värdet ska fångas upp av testprogrammet och skrivas ut.
    - Testa om kön är tom respektive full.
    - Visa antalet element i kön.
    - Visa köns maximala storlek.

    Kom ihåg att alltid kolla pre-conditions för Queue i TestApps funktioner!
- Dina källkodsfiler ska vara kommenterade. Alla filer i lösningen ska ha en inledande kommentardel där filnamn, uppgift och ditt egen namn står.

Redovisning

Packad fil med filerna som ingår i lösningen.
Om du använder VisualStudio så skickar du in bara källkodsfilerna och projektfilen <projektnamn>.vcxproj. Om du använder Linux eller Mac så skickar du in källkodsfilerna och en make-fil.