Tipus recursius de dades, IV

Ricard Gavaldà

Programació 2
Facultat d'Informàtica de Barcelona, UPC
Primavera 2019

Aquesta presentació no substitueix els apunts

Contingut

Implementació accedint a la representació

Implementacions amb accés a la representació

- Avantatge: Eficiència. Assignació d'apuntadors vs. còpia d'estructures
- Inconvenient: Lligades a una representació. No modularitat
- Exemple: `sort` com a mètode de la classe `list` a STL

Cerca d'un element en una pila

```
/* Pre: cert */
/* Post: el resultat indica si x apareix a la pila p.i. */
bool cerca_pila(const T &x) const;
```

Cerca en una pila: versió iterativa

```
/* Pre: cert */
/* Post: el resultat indica si x apareix a la pila p.i. */
bool cerca_pila(const T &x) const {
    node_pila* act = primer_node;
    /* Inv: cap node anterior a act conté x */
    while (act != nullptr) {
        if (act->info == x) return true;
        act = act->seguent;
    }
    return false;
}
```

Exercici: versió amb booleà i sense return dins del bucle

Cerca en una pila: versió recursiva I

```
bool cerca_pila(const T &x) const;
```

Problema: La recursió és (node $\rightarrow$ node), no (pila $\rightarrow$ pila)!

Immersió: $\rightarrow$ operació auxiliar, recursiva, amb paràmetre `node*`

la crida inicial fa el pas (pila $\rightarrow$ `node*`)

Cerca en una pila: versió recursiva II

```
/* Pre: cert */
/* Post: el resultat indica si x apareix a la pila p.i. */
bool cerca_pila(const T &x) const {
    return cerca_pila_node(primer_node, x);
}
```

```
/* Pre: cert */
/* Post: el resultat indica si x apareix a la llista
         de nodes apuntada per n */
static bool cerca_pila_node(node_pila* n, const T &x);
```

Atenció a l'`static`!

Cerca en una pila: versió recursiva III

```
/* Pre: cert */
/* Post: el resultat indica si x apareix a la llista
         de nodes apuntada per n */
static bool cerca_pila_node(node_pila* n, const T &x) {
    if (n == nullptr) return false;
    else if (n->info == x) return true;
    else return cerca_pila_node(n->seguent, x);
}
```

Compte: precondició de l'operador ->

Sumar un valor a tots els elements d'un arbre binari

El plantegem com a nou mètode de la classe arbre binari

```
/* Pre: A és el valor inicial del p.i. */
/* Post: el p.i. és com A però havent sumat k
         a tots els seus elements */
void inc_arbre(const T &k);
```

Sumar un valor a tots els elements d'un arbre binari

```
/* Pre: A és el valor inicial del p.i. */
/* Post: el p.i. és com A però havent sumat k a tots
         els seus elements */
void inc_arbre(const T &k) {
    inc_node(a.primer_node, k);
}
```

```
/* Pre: cert */
/* Post: el node apuntat per n i tots els seus següents tenen
         al camp info la suma de k i el seu valor original */
static void inc_node(node_arbre* n, int k) {
    if (n != nullptr) {
        n->info += k;
        inc_node(n->segE, k);
        inc_node(n->segD, k);
    }
}
```

Substitució de fulles per un arbre I

Substituir totes les fulles del p.i. que continguin el valor `x` per l'arbre as

```
/* Pre: A es el valor inicial del p.i. */
/* Post: el p.i. és com A però havent substituït
       les fulles que contenien x per l'arbre as */
void subst(int x, const Arbre<int> &as);
```

Substitució de fulles per un arbre II

```
void subst(int x, const Arbre<int> &as) {
    subst_node(primer_node, x, as.primer_node);
}


/* Pre: cert */
/* Post: els nodes de la jerarquia de nodes que comença
   al node apuntat per n són tals que si eren una fulla
   amb x a info han estat substituïts per una còpia de la
   jeraquia de nodes que comença al node apuntat per ns */
static void subst_node(node_arbre* &n, int x, node_arbre* ns);
```

Substitució de fulles per un arbre III

```
static void subst_node(node_arbre* &n, int x, node_arbre* ns) {
    if (n != nullptr) {
        if (n->info == x and n->segE == nullptr and n->segD == nullptr)
            delete n; // equivalent aqui a esborra_node_arbre(n);
            n = copia_node_arbre(ns);
        } else {
            subst_node(n->segE, x, ns);
            subst_node(n->segD, x, ns);
        }
    }
}
```

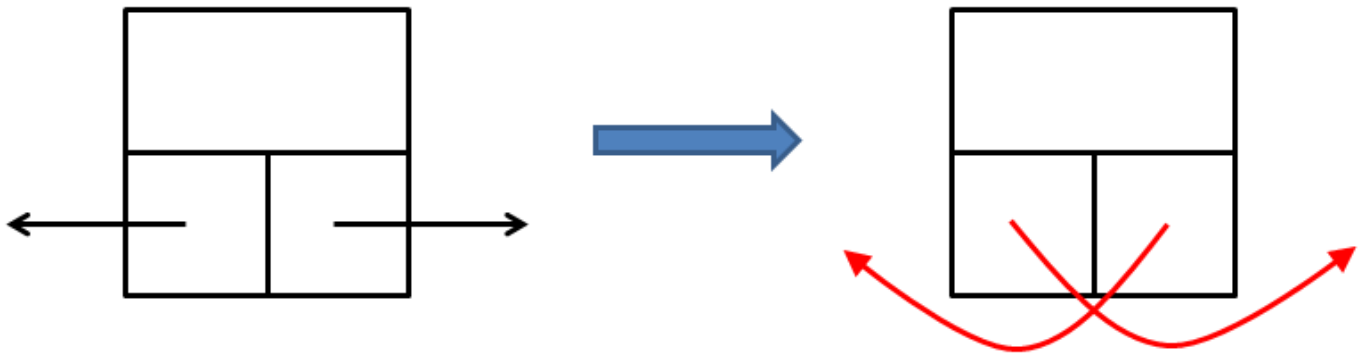
Atenció al pas de `n` per referència! Alternativa?

Revessar una llista

```
/* Pre: cert */
/* Post: el p.i. té els mateixos elements que a l'inici però
         amb l'ordre invertit i el seu punt d'interés apunta
         al mateix element */
void revessar();
```

1. Solució amb ops. de la classe: `insert`, còpies de node ...
2. Solució tocant representació: assignacions d'apuntadors

Revessar una llista



```
void revessar() {
    node_llista* n = primer_node;
    while (n != nullptr) {
      /* Inv: per als nodes anteriors al que apunta n,
         els apuntadors a anterior i seguent han estat
         intercanviats respecte a l'original */
        swap(n->seg, n->ant);
        n = n->ant;
    }
    swap(primer_node, ultim_node);
}
```

Exercici: versió recursiva

Estructures de dades noves

Cues ordenades

- Modificació de la classe `Cua`: propietat addicional de poder ser recorregudes en ordre creixent respecte al valor dels seus elements
- Dos tipus d'ordre: cronològic (com fins ara) + per valor (nou)
- Cal que hi hagi un operador < definit en el tipus o classe dels elements
- Cal redefinir la implementació amb més apuntadors

Apuntadors:

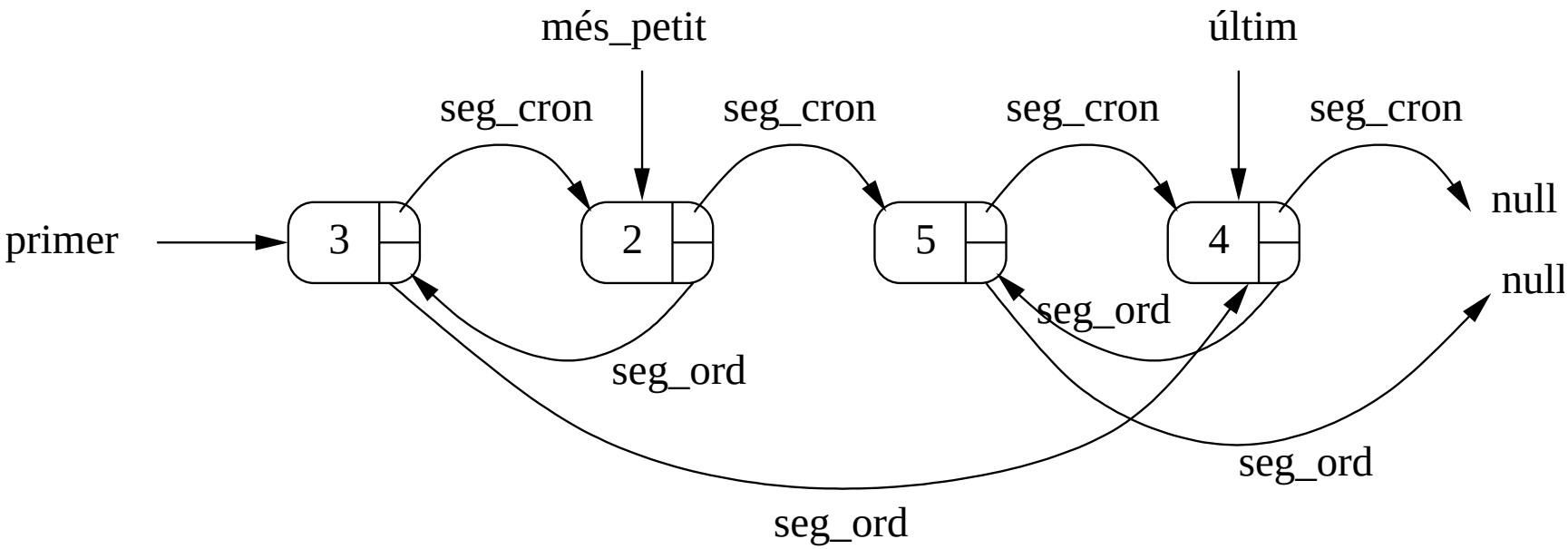
- `primer_node` i `ultim_node` i `seg_cron` per gestionar l'ordre d'arribada a la cua (**ordre cronològic**).
- `mes_petit` i `seg_ord` per gestionar l'ordre creixent segons el valor dels elements.

Nova definició de la classe

```
template <class T> class CuaOrd {
  private:
    struct node_cuaOrd {
        T info;
        node_cuaOrd* seg_ord;
        node_cuaOrd* seg_cron;
    };
    int longitud;
    node_cuaOrd* primer_node;
    node_cuaOrd* ultim_node;
    node_cuaOrd* mes_petit;
    ...  // especificació i implementació d'operacions privades
  public:
    ...  // especificació i implementació d'operacions públiques
};
```

Esquema de la implementació

Exemple:



Implementació cues ordenades

- Veurem només dues operacions públiques: `demanar_torn` (`push`) i `concatenar`
- Exercici: especificació i implementació d'altres operacions que caldria incloure

Demanar torn (push) I

```
void demanar_torn(const T& x) {
/* Pre: cert */
/* Post: el p.i. (una CuaOrd) ha quedat modificat afegint x com a darrer
         element a l'ordre cronològic i on li toqui a l'ordre creixent */
...
}
```

Demanar torn (push) II

```
void demanar_torn(const T& x) {
/* Pre: cert */
/* Post: el p.i. (una CuaOrd) ha quedat modificat afegint x com a darrer
         element a l'ordre cronològic i on li toqui a l'ordre creixent */
  node_cuaOrd*  n;
  n = new node_cuaOrd;
  n->info = x;
  n->seg_cron = nullptr;
  if (primer_node == nullptr) {
    primer_node = n;
    ultim_node = n;
    mes_petit = n;
    n->seg_ord = nullptr;
  }
  else {
    ...
  }
  ++longitud;
}
```

Demanar torn (push) III

```
ultim_node->seg_cron = n;
ultim_node = n;
// Ara s'actualitza l'ordre creixent
if (x < mes_petit->info) {
  n->seg_ord = mes_petit;
  mes_petit = n;
}
else {
  node_cuaOrd* ant = mes_petit;
  bool trobat = false;
  while (ant->seg_ord != nullptr and not trobat) {
    if (x < (ant->seg_ord)->info) trobat = true;
    else ant = ant->seg_ord;
  }
  n->seg_ord = ant->seg_ord;
  ant->seg_ord = n;
}
```

Concatenar I

```
void concatenar(CuaOrd &c2) {
/* Pre: cert */
/* Post: el p.i. ha estat modificat posant després del seu últim element (cronològic)
         tots els elements de c2 en el mateix ordre cronològic en el qual hi eren
         a c2, i amb tots els elements reorganitzats per satisfer l'ordre creixent;
         c2 queda buida */
...
}
```

Concatenar II

```
void concatenar(CuaOrd &c2) {
/* Pre: cert */
/* Post: el p.i. ha estat modificat posant després del seu últim element (cronològic)
         tots els elements de c2 en el mateix ordre cronològic en el qual hi eren
         a c2, i amb tots els elements reorganitzats per satisfer l'ordre creixent;
         c2 queda buida */
  if (c2.primer_node != nullptr) { // només cal fer alguna cosa si c2 no és buida
    if (primer_node == nullptr) {  // si el p.i. és buit passa a tenir els camps de c2
      primer_node = c2.primer_node;
      ultim_node = c2.ultim_node;
      mes_petit = c2.mes_petit;
    }
    else {
      ...
    }
    // Actualitzem longitud del p.i. i els camps de c2
    longitud += c2.longitud;
    c2.primer_node = nullptr;
    c2.ultim_node = nullptr;
    c2.mes_petit = nullptr;
    c2.longitud = 0;
  }
}
```

Concatenar III

```
                                          // sinó, connectem l'últim del p.i
ultim_node->seg_cron = c2.primer_node; // amb el primer de c2
ultim_node = c2.ultim_node;            // i actualitzem aquell
// Ara fem el merge dels nodes de les dues cues segon l'ordre creixent;
// els nodes tractats i connectats a la nova cua arriben fins ant
node_cuaOrd *ant, *act1, *act2;
act1 = mes_petit;  act2 = c2.mes_petit;
if (act2->info < act1->info) {
  mes_petit = act2;
  ant = act2;
  act2 = act2->seg_ord;
}
else {
  ant = act1;
  act1 = act1->seg_ord;
}
while ...
```

Concatenar IV

(continuació)

```
while (act1 != nullptr and act2 != nullptr) {
  if (act2->info < act1->info) {
    ant->seg_ord = act2;
    ant = act2;
    act2 = act2->seg_ord;
  }
  else {
    ant->seg_ord = act1;
    ant = act1;
    act1 = act1->seg_ord;
  }
}
if (act1 != nullptr) ant->seg_ord = act1;
else ant->seg_ord = act2;
```

Multillistes: Motivació

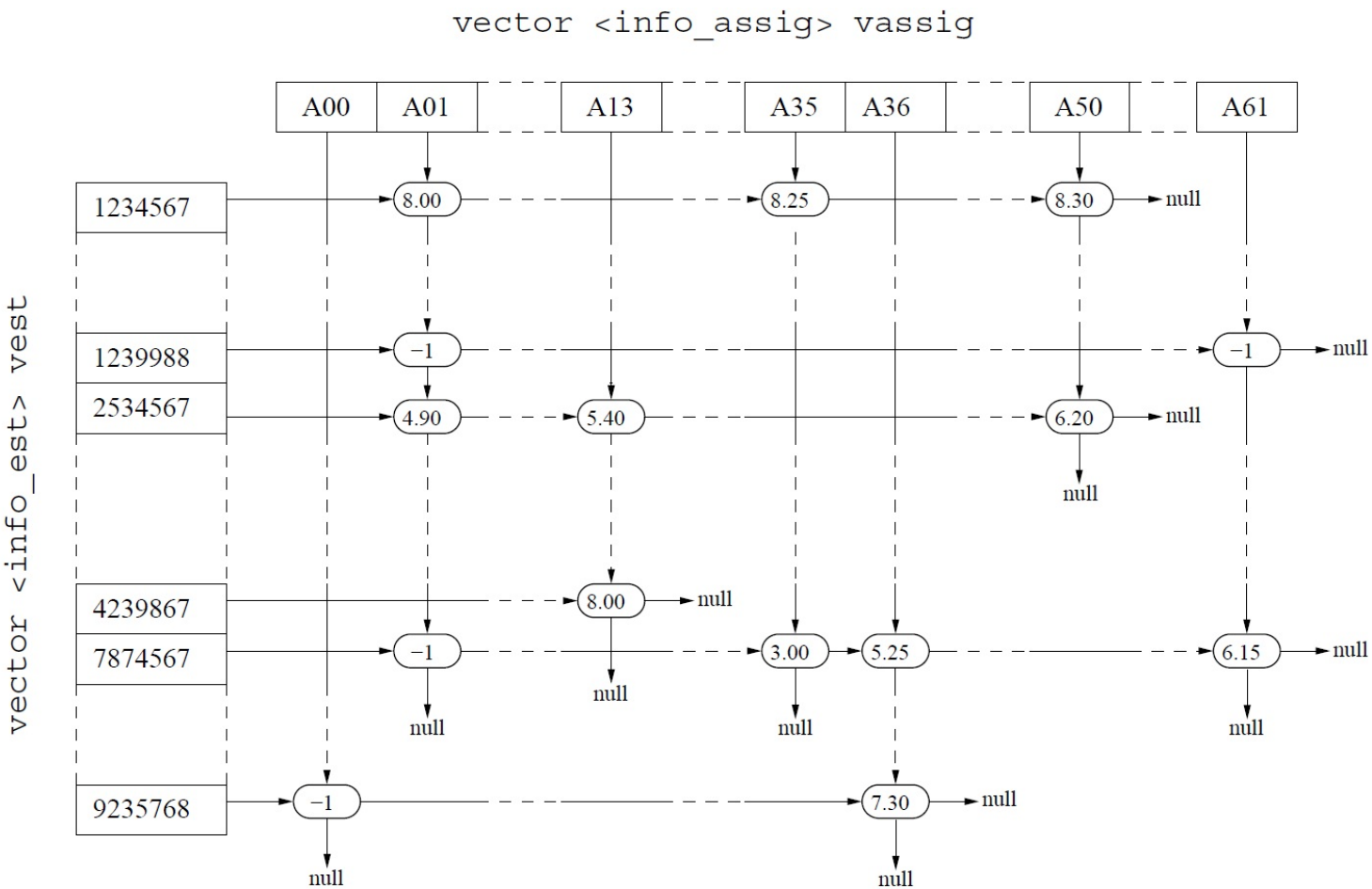
Volem guardar una taula molt gran però molt *esparsa*: molts elements nuls
Necessitem:

- Donat un índex de fila, recuperar tots els elements no nuls de la fila
- Donat un índex de columna, recuperar tots els elements no nuls de la columna

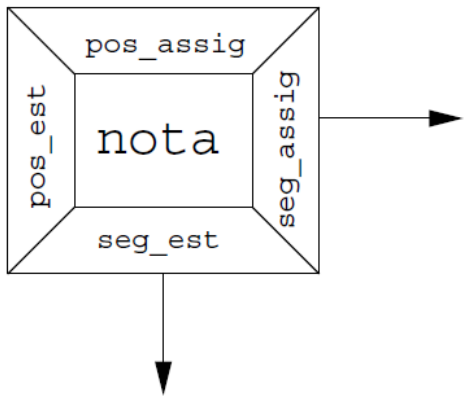
Exemple: Taula per guardar *cursos de la FIB*:

> "l'estudiant X estava matriculat a Y i ha tret nota Z"

Multillistes: Esquema



Multillistes: Node



Implementació i detalls: $\rightarrow$ apunts