Realizzazione Alberi N-ari

Laboratorio di Algoritmi e Strutture Dati

Domenico Redavid
redavid@di.uniba.it

Materiale di base gentilmente concesso dal dott. Nicola Di Mauro Ricercatore presso l'Univ. di Bari

Rappresentazione con puntatori
La Classe Cella

```
#ifndef _CELLA_H
#define _CELLA_H
// stessa classe di ADT albero binario
// diversa denominazione dei campi
template <class T> class Cella
  {
  public:
    typedef T tipoelem;
    Cella();
    Cella(tipoelem);
    void setElemento(tipoelem);
    tipoelem getElemento() const;
    void setPRIMOFIGLIO(Cella<T>*);    // primo figlio
    void setPROXFRATELLO(Cella<T>*);   // fratello più prossimo
    void setPADRE(Cella<T>*);          // padre
    Cella<T>* getPRIMOFIGLIO() const;
    Cella<T>* getPROXFRATELLO() const;
    Cella<T>* getPADRE() const;
    bool operator ==(Cella<T>);
    bool operator <=(Cella<T>);
  private:
    tipoelem elemento;
    Cella<T>* PRIMOFIGLIO;
    Cella<T>* PROXFRATELLO;
    Cella<T>* PADRE;

  };
```

Rappresentazione con puntatori
La Classe Cella

```
// Implementazione della classe Cella
// costruttori
template <class T> Cella<T>::Cella(){
        PRIMOFIGLIO=NULL;
        PROXFRATELLO=NULL;
        PADRE=NULL;
}
template <class T> Cella<T>::Cella(tipoelem e)
{
  elemento = e;
}
template <class T> void Cella<T>::setElemento(tipoelem label)
{
  elemento = label;
}
template <class T>  T Cella<T>::getElemento() const
{
    return elemento;
}
template <class T> void Cella<T>::setPRIMOFIGLIO(Cella<T>* p)
{
  PRIMOFIGLIO=p;
}

template <class T> void Cella<T>::setPROXFRATELLO(Cella<T>* p)
{
  PROXFRATELLO=p;
}

template <class T> void Cella<T>::setPADRE(Cella<T>* p)
{
  PADRE=p;
}
```

Rappresentazione con puntatori
La Classe Cella

```
template <class T> Cella<T>* Cella<T>::getPRIMOFIGLIO() const
  {
    return PRIMOFIGLIO;
  }

template <class T> Cella<T>* Cella<T>::getPROXFRATELLO() const
  {
    return PROXFRATELLO;
  }

  template <class T> Cella<T>* Cella<T>::getPADRE() const
  {
    return PADRE;
  }

// sovraccarico dell'operatore ==
template <class T> bool Cella<T>::operator==(Cella<T> cella)
{
  return (getElemento == cella.getElemento);
}

template <class T> bool Cella<T>::operator<=(Cella<T> cella)
{
  return (getElemento <= cella.getElemento);
}
#endif // _CELLA_H
```

Rappresentazione con puntatori
La Classe AlberoN

```
#ifndef _ALBERON_H_
#define _ALBERON_H_
#include "Cella.h"
#include <cassert>
#include <iostream>
using namespace std;

template <class T> class Albero {
public:
// tipi
typedef T tipoelem;
typedef Cella<T>* Nodo;

// costruttori e distruttori
Albero();
~Albero();
// operatori
void creaAlbero();
bool alberoVuoto();
void insRadice(Nodo);
Nodo radice();
Nodo padre(Nodo);
bool foglia(Nodo);
Nodo primoFiglio(Nodo);
bool ultimoFratello(Nodo);
Nodo succFratello(Nodo);
void insPrimoSottoalbero(Nodo,Albero<T>&);
void insSottoalbero(Nodo,Albero<T>&);
void cancSottoalbero(Nodo); //
```

LA SPECIFICA SINTATTICA

Tipi*: *albero, boolean, nodo

CREAALBERO: ( ) → *albero*
ALBEROVUOTO: (*albero*) → *boolean*
INSRADICE: (*nodo, albero*) → *albero*
RADICE: (*albero*) → *nodo*
PADRE: (*nodo, albero*) → *nodo*
FOGLIA: (*nodo, albero*) → *boolean*
PRIMOFIGLIO: (*nodo, albero*) → *nodo*
ULTIMOFRATELLO: (*nodo, albero*) → *boolean*
SUCCFRATELLO: (*nodo, albero*) → *nodo*
INSPRIMOSOTTOALBERO: (*nodo,albero,albero*)→*albero*
INSSOTTOALBERO: (*nodo, albero, albero*) → *albero*
CANCSOTTOALBERO: (*nodo, albero*) → *albero*

Rappresentazione con puntatori
La Classe AlberoN

```
// operazioni di lettura / scrittura sui nodi
void scriviNodo(Nodo,tipoelem);
tipoelem leggiNodo(Nodo);
// servizio
void stampa(Nodo,int); // stampa il sottoalbero di radice Nodo posto a livello int
// gli algoritmi di visita sono gli stessi degli alberi binari

private:
bool appartiene(Nodo);
Nodo root; // un albero è identificato dalla sua radice
};
```

Implementazione

```
template <class T> Albero<T>::Albero()
{creaAlbero();}

template <class T> Albero<T>::~Albero()
{}

template <class T> void Albero<T>::creaAlbero()
{
  root=NULL;
}

template <class T> bool Albero<T>::alberoVuoto()
{
  return (root==NULL);
}
template <class T> void Albero<T>::insRadice(Nodo n)
{
   assert (alberoVuoto());
   root=n;
   root->setPRIMOFIGLIO(NULL);    // non ha figli
   root->setPROXFRATELLO(NULL);    // non ha fratelli
   root->setPADRE(NULL);  // non ha genitore
}

template <class T> Cella<T>* Albero<T>::radice()
{
    assert (!alberoVuoto());
    return (root);
}
```

Implementazione

```
template <class T> Cella<T>* Albero<T>::padre(Nodo n)
{
     assert (n!=radice());
     assert (appartiene(n));
     return (n->getPADRE());
}

template <class T> bool Albero<T>::appartiene(Nodo n)
{
     // va implementato il controllo se il nodo
     // appartiene all'albero
     return (true);
}

template <class T> bool Albero<T>::foglia(Nodo n)
{
     assert(appartiene(n));
     return (n->getPRIMOFIGLIO()==NULL); // NODO FOGLIA SE NON HA FIGLI

}

template <class T> Cella<T>* Albero<T>::primoFiglio(Nodo n)
{
     assert (appartiene(n));
     assert (n->getPRIMOFIGLIO()!=NULL);
     return (n->getPRIMOFIGLIO());
}
```

Implementazione

```
template <class T> bool Albero<T>::ultimoFratello(Nodo n)
{
    assert (appartiene(n));
    return (n->getPROXFRATELLO()==NULL); // ULTIMO FRATELLO SE NON HA FRATELLI
}
template <class T> Cella<T>* Albero<T>::succFratello(Nodo n)
{
    assert (appartiene(n));
    assert (!ultimoFratello(n));
    return (n->getPROXFRATELLO());
}

template <class T> void Albero<T>::insPrimoSottoalbero(Nodo n, Albero<T> &a)
{
    assert (!a.alberoVuoto()); // a non è vuoto
    assert (appartiene(n)); // n è nell'albero corrente
    a.radice()->setPROXFRATELLO(n->getPRIMOFIGLIO());  // quello che era il primo figlio di n
                                                       // diventa fratello della radice di a
    a.radice()->setPADRE(n); // n diventa padre della radice di a
    n->setPRIMOFIGLIO(a.radice()); // la radice di a diventa primo figlio di n
}

template <class T> void Albero<T>::insSottoalbero(Nodo n, Albero<T> &a)
{
    assert (!a.alberoVuoto()); // a non è vuoto
    assert (appartiene(n)); // n è nell'albero corrente
    assert (radice()!=n); // n è nell'albero corrente
    a.radice()->setPROXFRATELLO(n->getPROXFRATELLO());  // quello che era il fratello di n
                                                        // diventa fratello della radice di a
    a.radice()->setPADRE(radice()); // n diventa padre della radice di a
    n->setPROXFRATELLO(a.radice()); // la radice di a diventa primo figlio di n
}
```

Implementazione

```
template <class T> void Albero<T>::cancSottoalbero(Nodo n)
{
     assert (appartiene(n)); // n è nell'albero corrente
     cout << "entro nella procedura per eliminare nodo: " << n->getElemento() << endl;
     // spezzo i legami tra n, il padre ed i fratelli
     if (radice()==n)
    {    delete root;      }
     else
     {
       if (n==primoFiglio(padre(n))) // n è il primo figlio
       {
         if (ultimoFratello(n))
           padre(n)->setPRIMOFIGLIO(NULL);
         else
           padre(n)->setPRIMOFIGLIO(succFratello(n));// allora ha un fratello che diventa il primo figlio
       }
       else
       {
         // sono nel ramo else dunque n non è primo figlio
         Nodo prec=primoFiglio(padre(n));
         Nodo current=succFratello(prec);
         while (current!=n)
         {
           prec=current;
           current=succFratello(current);
         }
         // current=n
         if (ultimoFratello(n))
           prec->setPROXFRATELLO(NULL);
         else
           prec->setPROXFRATELLO(succFratello(n));
       }
     }
     delete n;
}
```

Implementazione

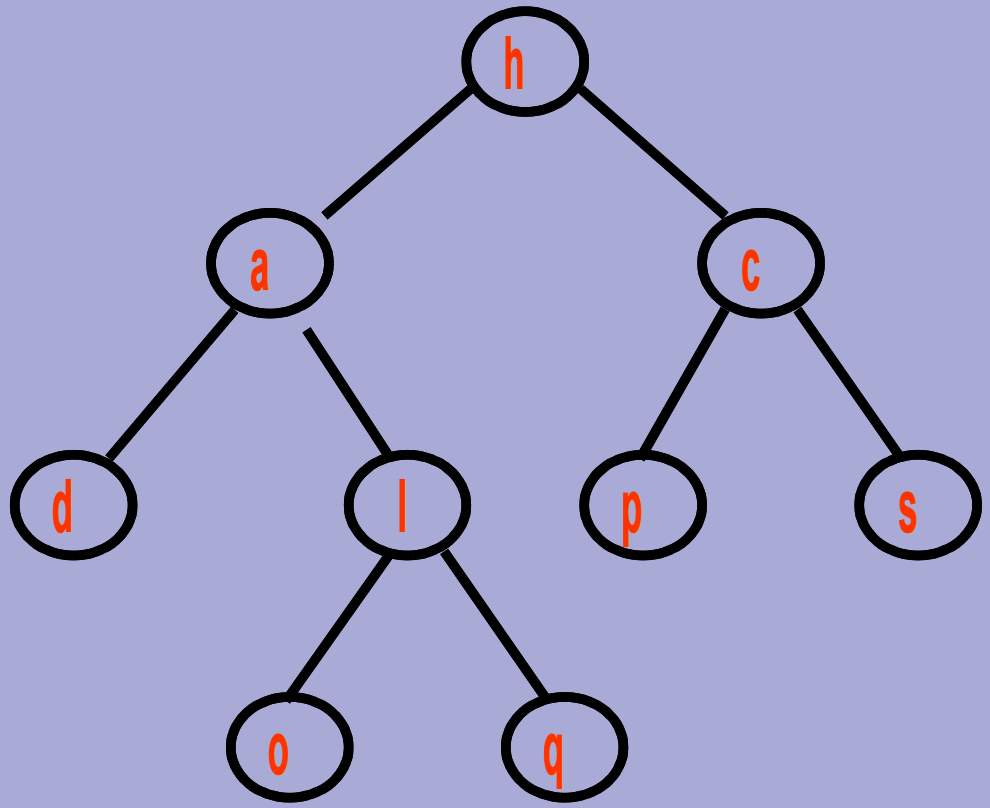
```
template <class T> void Albero<T>::scriviNodo(Nodo n, tipoelem e)
{
      assert (appartiene(n)); // n è nell'albero corrente
      n->setElemento(e);
}

template <class T> T Albero<T>::leggiNodo(Nodo n)
{
      assert (appartiene(n)); // n è nell'albero corrente
      return (n->getElemento());
}
```

Implementazione

```
// Stampa dal nodo n fino alle foglie
template <class T> void Albero<T>::stampa(Nodo n, int livello)
{
  assert(appartiene(n));
  assert(livello>=0);
  if (alberoVuoto())
  {
    cout << "albero vuoto!" << endl;
    return;
  }
  const int Nspaces=4;
  int spaces=livello*Nspaces;
  // stampo il nodo
  for (int i=1;i<spaces;i++)
        cout << " ";
  cout << leggiNodo(n) << endl; // stampo il nodo
  if (!foglia(n))
  {
    livello++; // ed i suoi eventuali figli: passo al livello successivo
    stampa(primoFiglio(n),livello);
    Nodo iter=primoFiglio(n);
    bool ancora_fratelli = !ultimoFratello(iter);
    while (ancora_fratelli)
    {
        iter=succFratello(iter);
        stampa(iter,livello);
        ancora_fratelli=!ultimoFratello(iter);
    }
  }
}
```

Algoritmi di visita

- Sono gli stessi visti per gli alberi binari



Esercizio #1

- Scrivere un programma che:
  - acquisisca un albero n-ario di elementi di tipo intero e lo stampi.
- Scrivere una funzione *somma(AlberoN Tree)* che restituisca la somma di tutti gli elementi di Tree
- Scrivere una funzione *sommaLivello(AlberoN Tree, int k)* che restituisca la somma di tutti gli elementi di livello k di Tree

Esercizio #2

- Scrivere un programma che:
  - acquisisca un albero n-ario di elementi di tipo intero e lo stampi.
- Scrivere una funzione *incrementa(AlberoN Tree, int k)* che modifichi Tree aggiungendo ad ogni livello un nodo che contenga la somma di tutti gli elementi di livello k di Tree (k>0)
  - Sfruttare quanto realizzato nell'esercizio #1