

Einführung in die Programmiersprachen C und C++

Prof. Dr. Ulf Rehmann, Fakultät für Mathematik

Übungsblatt 10 (7 Seiten)

Hier die Kombination einiger Klassen und Programme:

Das Programm `btree.cc` wird so erweitert, dass die in einem Baum gesammelten Daten (Paare vom Typ `(string, int)` von Wörtern und einer Häufigkeits-Angabe) anschließend nach der Häufigkeit sortiert werden.

Für das Sortieren wird die Implementation von `quicksort` von Blatt 6 verwendet.

Die Paare werden zu einer sortierbaren Klasse zusammengebunden:

```
class pair {
public:
    string s; int n;
    friend int operator<(pair& x, pair& y) {
        if (x.n == y.n) return (x.s < y.s);
        return (x.n < y.n);
    }
    friend int operator>(pair& x, pair& y) {
        if (x.n == y.n) return (x.s > y.s);
        return (x.n > y.n);
    }
};
```

Nach dem Aufbau des Binärbaumes sollen sie zu einem durch `quicksort` sortierbaren Array zusammengefaßt werden, dazu muss die Anzahl der Paare bekannt sein. Die läßt sich durch Mitzählen der `nodes` im Binärbaum in einer weiteren "Size"-Komponente `s` von `struct node` erreichen:

```
class tree {
    struct node{
        T e; int c; int s; node *l, *r;
        // Element, Zaehler, Groesse, linker/rechter Teilbaum
        node() { c = s = 1; l = NULL; r = NULL; }
    } *n;
    friend int size (node *n) { return ( n ? n->s : 0 ); }
    void consist(node *n) {
        if (n) { n->s = 1 + size(n->l) + size(n->r); }
    }
};
```

Eine kleine Änderung in `node * insert()` ist noch nötig, ausserdem eine `inorder`-Überladung zum Eintrag der Paare in eine Array:

```
friend pair* inorder(pair* p, tree t) {
    if (t.n) {
        p = inorder(p, t.n->l);
        p->s = t.n->e; p->n = t.n->c; p++;
        p = inorder(p, t.n->r);
    }
    return p;
}
```

Hier ist das gesamte Programm:

```
// btree_qsort.cc : Binaerbaum + Quicksort

#include <ctype.h>
#include <iostream.h>
#include <locale.h>
#include "quicksort.h"
#include "string-class.h"

class pair {
public:
    string s; int n;
    friend int operator<(pair& x, pair& y) {
        if (x.n == y.n) return (x.s < y.s);
        return (x.n < y.n);
    }
    friend int operator>(pair& x, pair& y) {
        if (x.n == y.n) return (x.s > y.s);
        return (x.n > y.n);
    }
};

template<class T>
class tree {
    struct node{
        T e; int c; int s; node *l, *r;
        // Element, Zaehler, Groesse, linker/rechter Teilbaum
        node() { c = s = 1; l = NULL; r = NULL; }
    } *n;
    friend int size (node *n) { return ( n ? n->s : 0 ); }
    void consist(node *n) {
        if (n) { n->s = 1 + size(n->l) + size(n->r); }
    }

public:
    tree() { n = NULL; }           // Konstruktor : fuer Deklarationen
    tree(node *nn) { n = nn; }     // Konstruktor : fuer Initialisierungen
    friend int size(tree t) { return size(t.n); }
    node* insert(const T &e) { // Member-Funktion :
        if (n == NULL) {
            n = new node;           // liefert und initialisiert struct node n
            n->e = e;                // Datenelement
        }
        else if (e == n->e) { n->c++; } // e vorhanden, erhoehe Zaehler
        else if (e < n->e)           // ordne lexikographisch ein :
            n->l = tree(n->l).insert(e);
        else
            n->r = tree(n->r).insert(e);
        consist(n);
        return this->n;
    }
    friend ostream& inorder(ostream& os, tree t) {
```

```

        if (t.n) {
            inorder(os, t.n->l);
            os << t.n->e << '(' << t.n->c << ")\n" ;
            inorder(os, t.n->r);
        }
        return os;
    }
    friend pair* inorder(pair* p, tree t) {
        if (t.n) {
            p = inorder(p, t.n->l);
            p->s = t.n->e; p->n = t.n->c; p++;
            p = inorder(p, t.n->r);
        }
        return p;
    }
};

bool getword(istream& is, string& s) {
    if ( ! (is >> s) ) return false ;
    char *p, *q;
    p = q = &s[0];
    while (*p) {
        if ( isalpha(*p) ) // Nur alpha-Zeichen werden beruecksichtigt
            *q++ = *p;      // Kopieren von Zeichen
        p++;
    }
    *q = '\0';
    return true;
}

int main() {
    string s;
    tree<string> tr;                // Deklariere Baum aus Strings
    setlocale(LC_ALL, "deutsch"); // cf. "man setlocale", "man locale"
    while ( getword(cin, s) ) {
        tr.insert(s);
    }

    pair *p;
    cout << size(tr) << "\n";
    p = new pair[ size(tr) ];

    cout << "Inorder arbeitet:\n";
    inorder(p, tr);                // Ausgabe der sortierten Woerter in Array
    cout << "Quicksort arbeitet:\n";
    quicksort(p, size(tr));
    for (int i = 0 ; i < size(tr) ; i++) {
        cout << p[i].n << " " << p[i].s << "\n";
    }
}

```

Hier ist die Implementation der Klasse `string`, die schon mehrfach verwendet worden ist.

Sie arbeitet mit sogenannten Referenzzählern, die Buch darüber führen, wie oft ein Objekt zur Laufzeit vom Programm gerade verwendet wird.

Die Klasse verwendet neben den üblichen Konstruktoren auch sogenannte "Destruktoren" – das sind Member-Funktionen, die das Verschwinden von Variablen z. B. am Ende eines Anweisungs-Blocks automatisieren. Eine Destruktor-Funktion trägt – ähnlich wie eine Konstruktor-Funktion – den Namen der Klasse, jedoch mit einer vorangestellten Tilde `~`, in diesem Fall also `~string()`. Solche Destruktor-Funktionen werden in der Regel automatisch und implizit aufgerufen, z. B. beim Verlassen einer Funktion oder eines "Compound Statements". Z. B. können sie mit `delete` oder `delete[]` Speicher freigeben. (Hinweis: Die Befehle `new[]`, `delete[]` können Arrays von Objekten allokieren oder de-allokieren.)

Die Klasse `string` besteht aus einer Komponente `p`, ein Zeiger auf die Struktur `srep`, die aus den Komponenten `char *s` und `int n` besteht. `s` zeigt auf einen ganz gewöhnlichen C-String. `n` ist ein Referenzzähler. Da ein String sehr lang sein kann, ist es nicht zweckmäßig, ihn bei Zuweisungen, Funktionsaufrufen oder Werterückgabe jedesmal zu kopieren, daher arbeitet man in diesem Programm mit Referenzen: Jedesmal werden in solchen Situationen nur Referenzen auf den String, also Adressen, übergeben, und der String jeweils nur in einfacher Kopie gehalten.

Um den Speicher, den er verbraucht, dennoch "dynamisch" verwalten zu können, also den Speicherplatz für einen String genau dann freizugeben, wenn der String selbst vom Programm nicht mehr gebraucht wird, führt man in der Komponente `n` Buch über die Anzahl der Referenzen, die gerade auf den String zeigen.

Ein Code

```
string s = "Hallo!";
string t;
t = s;
```

wird also in der ersten Zeile den Referenzzähler von `s` auf 1 setzen. In der dritten Zeile wird er auf 2 gesetzt, und es wird nicht, wie bei gewöhnlichen Zuweisungen, sein Wert kopiert.

Das Beispiel-Programm `test.cc` demonstriert dies etwas ausführlicher.

Dazu ist in `string-class.h` die Hilfs-Member-Funktion `string::check()` definiert worden.

```
// test.cc
#include <iostream.h>
#include <stdio.h>
#include "string-class.h"

string s = "Hallo Welt";

string reverse(string u) {
    u.check("reverse: u");
    string t = u;
    t.check("reverse: t");
    int i,j;
    for(i=0, j = strlen(t)-1; i<j ; i++, j--) {
        char c = t[i];
        t[i] = t[j];
        t[j] = c;
    }
    t.check("reverse: t");
    return u;
}

int main() {
    string t;
    s.check("s");t.check("t");
    t = s;
```

```

    s.check("s");t.check("t");
    t = reverse(s);
    s.check("s");t.check("t");
    s = s + " Welt!";
    s.check("s");t.check("t");
    s = t + " " + (t = s);
    s.check("s");t.check("t");
    s.check("s");t.check("t");
}

```

Aufgabe 10.1: Lesen Sie `string-class.h` und interpretieren Sie die Implementationen der einzelnen Klassenfunktionen. Erweitern Sie das Test-Programm, um die Wirkungsweise von Kon-/Destruktoren zu verstehen.

Hier ist `string-class.h`:

```

#include <stdio.h>
#include <string.h>
void error(char *s, int i, int j, char *w) {      // Fehlerausgabe
    cerr << s << i << " " << j << " " << w << "...\\n";
}
#define STRCMP strcoll // statt: strcmp

class string {
    struct srep {          // String repraesentiert durch
        char *s;          // Zeiger auf char
        int n;            // Referenz-Zaehler
        srep() { n = 1; } // initiiert auf 1;
    };
    srep *p;              // und Zeiger auf srep
public:
    string();              // string x;
    string(const char *);  // string x = "abc";
    string(const string &); // string y = x;
    string& operator=(const char *); // Zuweisung x = "abc";
    string& operator=(const string &); // Zuweisung y = x;
    ~string();             // Destruktor;
    char& operator[](int i); // Ueberladung des Index-Operators []
    char operator[](int i) const; // wird nicht genommen. ??
    const char * cstring() { return p->s; }
    operator char *() const { return p->s; }
    operator unsigned char *() const { return (unsigned char *)p->s; }
    friend ostream& operator<<(ostream&, const string&);
    friend istream& operator>>(istream&, string&);

    friend int operator==(const string& x, const char *s)
    { return STRCMP(x.p->s, s) == 0; }

    friend int operator==(const string& x, const string &y)
    { return STRCMP(x.p->s, y.p->s) == 0; }

    friend int operator!=(const string& x, const char *s)
    { return STRCMP(x.p->s, s) != 0; }
}

```

```

    friend int operator!=(const string& x, const string &y)
    { return STRCMP(x.p->s, y.p->s) != 0; }
    friend int operator<(const string& x, const string &y)
    { return STRCMP(x.p->s, y.p->s) < 0; }
    friend int operator>(const string& x, const string &y)
    { return STRCMP(x.p->s, y.p->s) > 0; }

    friend string operator+(const string& x, const string &y) {
        string s;
        s.p->s = new char[strlen(x.p->s) + strlen(y.p->s) + 1];
        strcpy(s.p->s, x.p->s); strcat(s.p->s, y.p->s);
        return s;
    }
    int len() { return strlen(p->s); }
    friend int strlen(const string& u) {
        return strlen(u.p->s);
    }
    void check(char *u) { // Test-Funktion
        printf("%s : -->n = %3d, s = %s\n", u, p->n, p->s);
    }
};

string::string() {
    p = new srep;
    p->s = 0;
}

string::string(const string& x) {
    x.p->n++;
    p = x.p;
}

string::string(const char *s) {
    p = new srep;
    p->s = new char[ strlen(s) + 1];
    strcpy(p->s, s);
}

string::~~string() {
    if (--p->n == 0) {
        delete[] p->s;
        delete p;
    }
}

string& string::operator=(const char *s) {
    if (p->n > 1) {
        p->n--;
        p = new srep;
    }
    else
        delete[] p->s;
    p->s = new char[strlen(s)+1];

```

```

    strcpy(p->s ,s);
    return *this;
}

string& string::operator=(const string& x) {
    x.p->n++;
    if (--p->n == 0) {
        delete[] p->s;
        delete p;
    }
    p = x.p;
    return *this;
}

ostream& operator<<(ostream& s, const string& x) {
    // return s << x.p->s << " { Ref-count = " << x.p->n << " }\n";
    return s << x.p->s;
}

istream& operator>>(istream& s, string& x) {
    char buf[1024];
    s.width(1024);
    s >> buf;          // ohne width : Ueberlaufgefahr
    x = buf;
    return s;
}

char& string::operator[](int i) {
    //cout << "first\n";
    if ( (i<0) || (strlen(p->s) < (unsigned int)i) )
        error(" 1. Index ausser Bereich : ", i, strlen(p->s), p->s );
    if (p->n > 1) {
        srep* np = new srep;
        np->s = new char[ strlen(p->s) + 1 ];
        strcpy(np->s, p->s);
        p->n--;
        p = np;
    }
    return p->s[i];
}

char string::operator[](int i) const {
    //cout << "second\n";
    if ( (i<0) || (strlen (p->s)) < (unsigned int)i)
        error("2. Index ausser Bereich", i, strlen(p->s), p->s );
    return p->s[i];
}

```