Programmaufteilung

Sebastian Stabinger, Thomas Hausberger

SS2021

Wozu sollte man ein Programm aufteilen?

Hintergrund

- In C und C++ kann man prinzipiell beliebig große Programme in einer Datei schreiben (das geht nicht in allen Sprachen)
- Größere Programme schreibt man aber üblicherweise auf mehrere (oft sehr viele) Dateien aufgeteilt
  - Der Linux Kernel hat aktuell z.B. knapp 60.000 Dateien mit 24.000.000 Zeilen Code

Vorteile einer Aufteilung

- Einfacheres Zusammenarbeiten mit anderen Programmierern
- Übersichtlicher
- Die Compilezeiten verringern sich sehr

Zusammenarbeiten

- Es ist relativ schwierig eine Datei mit mehreren Leuten gleichzeitig zu bearbeiten
- Häufig muss man für die Implementierung einer neuen Funktion das Programm kurzzeitig in einen ungültigen Zustand bringen (das Programm compiliert nicht mehr). Das wäre für andere Beteiligte relativ unpraktisch.
- Üblicherweise verwendet man ein Version Control System um die Änderungen in einem Projekt nachvollziehen zu können und mehreren Programmierern Änderungen zu erlauben. Das populärste VCS ist aktuell `git`
  `https://en.wikipedia.org/wiki/Git`

Beispiel git

Änderungsverlauf des git-Repositories dieser Lehrveranstaltung

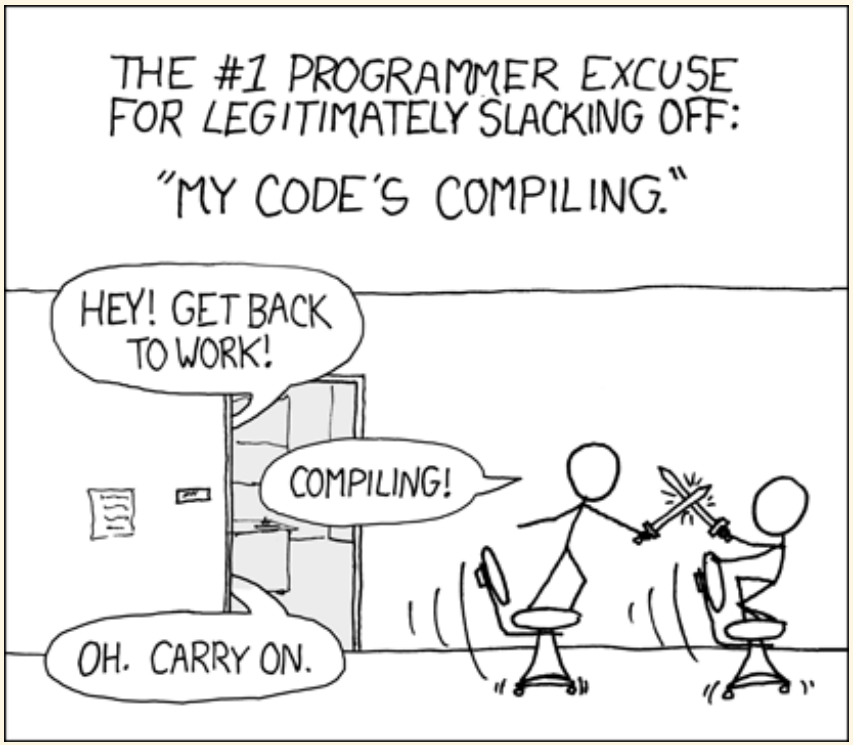
```
Commits in master
7892537 * master origin/master graded exercise 7                    Simon Walter Hangl 11 months
56672c5 * graded exercise 6                                         Simon Walter Hangl 11 months
98db28d * graded sheet5                                             Simon Walter Hangl 11 months
8816ed4 *   Merge branch 'master' of github.com:shangl/mci           Simon Walter Hangl 11 months
        |\
13d1a0a | * Sample Programs VO14 Group B                             Sebastian Stabing… 11 months
691cd09 | * Add sample programs from lecture 12/13 group B           Sebastian Stabing… 12 months
0c6199f | * Add sample programs of group A 13/14                     Sebastian Stabing… 12 months
c0b1f39 | * Add health bars to sebastian example project            Sebastian Stabing… 12 months
184a66e | * Fixes unicode bug in exception slides                   Sebastian Stabing… 12 months
95cbd67 | * Added project for students sebastian including minimal  Sebastian Stabing… 12 months
implementation
58c5f6d | * Converted .bmp tiles to a better supported format       Sebastian Stabing… 12 months
278ee2f | * Updated MCIGraphTemplate with new library               Sebastian Stabing… 12 months
4ff4d7e | * Updated MCIgraph with additional features              Sebastian Stabing… 12 months
ecb7cda * | corrcted sheets 2 and 3                                 Simon Walter Hangl 11 months
        |/
78fc6cf * final projects                                            Simon Walter Hangl 12 months
ceada73 * final projects                                            Simon Walter Hangl 12 months
bcb8526 * started final project description                         Simon Walter Hangl 12 months
658505b *   Merge branch 'master' of github.com:shangl/mci          Simon Walter Hangl 12 months
        |\
54c8302 | * Adds sample programs for lecture 10 11 group A          Sebastian Stabing… 12 months
fe8be57 * | ...                                                     Simon Walter Hangl 12 months
        |/
```

Übersichtlicher

- Es ist wesentlich einfacher bestimmte Teile eines Programms zu finden wenn mehrere Dateien verwendet werden
- Wenn z.B. jede Klasse in einer eigenen Datei liegt findet man diese sehr einfach über den Klassennamen
- Mit einer modernen IDE ist das kein so großes Problem mehr wie früher
  - Es gibt z.B. üblicherweise eine eigene Klassenansicht die unabhängig von Dateien arbeitet
  - Es kommt aber immer wieder vor, dass man ohne IDE auskommen muss, oder externe Tools verwendet werden die mit einer Aufteilung auf Dateien übersichtlicher werden

Compilezeiten

- Große Projekte können Stunden für einen kompletten Compilevorgang benötigen. Daduch kann das Programmieren extrem ineffizient werden
- Wenn ein Programm auf mehrere Dateien aufgeteilt ist müssen nur die Dateien neu compiliert werden die sich geändert haben



https://xkcd.com/303/

Wie teilt man Programme auf mehrere Dateien auf?

Das generelle Prinzip

- Wir wollen also Teile unseres Programms aus der Hauptdatei (in der die `main`–Funktion liegt) auslagern
- In C/C++ müssen für ausgelagerte Teile immer zwei Dateien geschrieben werden. Die Headerdatei und die eigentliche Quellcodedatei

Headerdatei

Definiert welche Funktionalität der ausgelagerte Teil anbietet. z.B. Funktionen und Klassen

Quellcodedatei

Implementiert die in der Headerdatei definierte Funktionalität

Die Headerdatei

- Enthält einen sogenannten Include Guard der verhindert, dass die selbe Headerdatei öfter als ein mal inkludiert werden kann
- Enthält Signaturen aller Funktionen und Klassen
- Enthält Namen von Konstanten und globalen Variablen
- Enthält `#include` für anderen Headerdateien

Include Guard

```
#ifndef EINDEUTIGER_NAME
#define EINDEUTIGER_NAME

// Alles andere kommt hier hin!

#endif
```

Signaturen?

Signaturen teilen dem Compiler mit welche Funktionen und Klassen es gibt, ohne die Funktionalität bereits zu implementieren

Was macht `#include` eigentlich?

- `#include` ersetzt die Zeile in der `#include` steht mit dem Inhalt der angegebenen Datei
- Der Include Guard verhindert, dass der Inhalt einer Datei nicht öfters verwendet wird.

Beispiel

```
#include <iostream>
#include <iostream>
#include <iostream>
```

Die wiederholten Einfügungen von `iostream` werden vor dem compilieren wieder gelöscht.

Signaturen von Funktionen

Bestehen einfach aus dem Teil einer Funktion vor den { }

Beispiele

```
int add(int a, int b);
bool is_even(int number);
void print_my_stuff(MyClass &c);
// ...
```

Parameternamen

Die Signatur einer Funktion muss prinzipiell keine Parameternamen enthalten. Es ist für den Compiler nur wichtig, dass die Typen alle korrekt sind:

```
int add(int, int);
bool is_even(int);
void print_my_stuff(MyClass &);
// ...
```

Der Übersichtlichkeit halber verwendet man sie generell aber trotzdem!

Signaturen von Klassen

Die Signatur einer Klasse ist aufgebaut wie eine Klasse die wir bis jetzt gesehen haben, enthält aber statt der Funktionen nur die Funktionssignaturen.

Beispiel für die ursprüngliche Player Klasse

```
class Player {
private:
    int _posx, _posy;
    string _img;
    int _fieldsx, _fieldsy;
    int _sizex, _sizey;

public:
    Player(int posx, int posy, string img, int fieldsx,
           int fieldsy, int sizex, int sizey);

    void move_left();
    void move_right();
    void move_up();
    void move_down();
    void draw();
};
```

Die Quellcodedatei

- Inkludiert die zuvor beschriebene Headerdatei mit `#include "dateiname.h"` (Achtung: Die Anführungszeichen sind wichtig!)
- Implementiert die Funktionen und die Memberfunktionen von Klassen die wir in der Headerdatei beschrieben haben (siehe die folgenden beiden Beispiele)

Auslagern von Funktionen — Beispiel

Wir wollen `is_prime` des folgenden Programms auslagern:

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

bool is_prime(int number) {
  for (int i = 2; i < number / 2 + 1; i++) {
    if (number % i == 0)
      return false;
  }
  return true;
}

int main() {
  for (int i = 2; i < 100; i++) {
    if (is_prime(i)) {
      cout << i << " ist eine Primzahl" << endl;
    }
  }
}
```

Auslagern von Funktionen — Beispiel

prime.hpp

```
#ifndef PRIME_H
#define PRIME_H

bool is_prime(int number);

#endif /* PRIME_H */
```

prime.cpp

```
#include "prime.hpp"

bool is_prime(int number) {
    for (int i = 2; i < number / 2 + 1; i++) {
        if (number % i == 0)
            return false;
    }
    return true;
}
```

Auslagern von Funktionen — Beispiel

main.cpp

```cpp
#include <iostream>
#include "prime.hpp"
using namespace std;

int main() {
  for (int i = 2; i < 100; i++) {
    if (is_prime(i)) {
      cout << i << " ist eine Primzahl" << endl;
    }
  }
}
```

Auslagern von Klassen — Beispiel

Wir wollen `Average` des folgenden Programms auslagern:

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Average {
private:
    double sum = 0.0;
    int count = 0;

public:
    void add(double val) {
        sum += val;
        count++;
    }

    double get_avg() { return sum / count; }
};

int main() {
  Average avg;
  avg.add(12.3);
  avg.add(11.7);
  avg.add(13.7);
  cout << avg.get_avg() << endl;
}
```

Auslagern von Klassen — Beispiel

average.hpp

```
#ifndef AVERAGE_H
#define AVERAGE_H

class Average {
private:
    double sum = 0.0;
    int count = 0;

public:
    void add(double val);
    double get_avg();
};

#endif /* AVERAGE_H */
```

Auslagern von Klassen — Beispiel

average.cpp

```cpp
#include "average.hpp"

void Average::add(double val) {
    sum += val;
    count++;
}

double Average::get_avg() { return sum / count; }
```

main.cpp

```cpp
#include "average.hpp"
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
  Average avg;
  avg.add(12.3);
  avg.add(11.7);
  avg.add(13.7);
  cout << avg.get_avg() << endl;
}
```

Globale Variablen

Globale Variablen müssen in der Headerdatei mit `extern` markiert und in der Quellcodedatei erzeugt werden

Header

```
// ...
extern int meine_globale_variable;
// ...
```

Quellcodedatei

```
#include "header.hpp"
int meine_globale_variable = 42;
```

Main

```
#include "header.cpp"
#include <iostream>

int main() {
  std::cout << meine_globale_variable << std::endl;
}
```

Übung

- Laden Sie sich die Datei `split_off.cpp` aus Sakai
- Lagern Sie alles bis auf die `main`-Funktion in eine Header- und Quellcodedatei aus