Aspektorientierte Programmierung mit AspectC++

Grundlagen

Georg Blaschke, Dipl.-Inf. Daniel Lohmann, Dr.-Ing. Olaf Spinczyk

Friedich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Informatik 4

03.09.2004

Motivation

Aspektorientierten Programmierung (AOP)

AspectC++

Zusammenfassung

Demonstration

Eine Queue Klasse

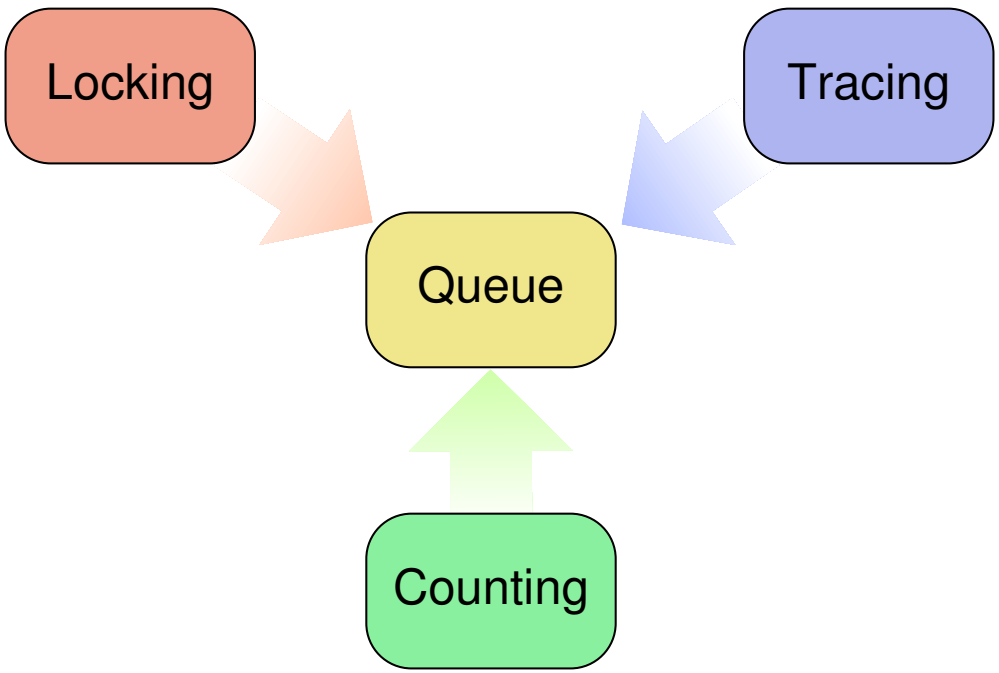
```
namespace util {
class Item {
   friend class Queue;
   Item* next;
   public:
   Item() : next(0){}
};

class Queue {
   Item* first;
   Item* last;
   public:
   Queue() : first(0), last(0) {}

   void enqueue( Item* item ) {
      if( last ){
         last->next = item;
         last = item;
      } else
         last = first = item;
   }

   Item* dequeue() {
      Item* res = first;
      if( first == last )
         first = last = 0;
      else
         first = first->next ;
      return res;
   }
}; // class Queue
} // namespace util
```

Anforderungen an `Queue`



Queue Klasse (mit Tracing)

```
class Queue {
   Item* first;
   Item* last;
   public:
   Queue() : first(0), last(0) {
   }
   void enqueue( Item* item ) {
      printf ( " > Queue::enqueue()\n" );
      if( last ){
         last->next = item;
         last = item;
      } else{
         last = first = item;
      }
      printf( " < Queue::enqueue()\n" );
  }
   Item* dequeue() {
      printf(" > Queue::dequeue()\n");
      Item* res = first;
      if( first == last )
         first = last = 0;
      else
         first = first->next ;
      printf(" < Queue::dequeue()\n");
      return res;
   }
}; \\ class Queue
```

Queue (mit Tracing+Counting)

```
class Queue {
   Item* first;
   Item* last;
   unsigned int counter;
   public:
   Queue() : first(0), last(0) {
            counter=0;
   }
   void enqueue( Item* item ) {
      printf ( " > Queue::enqueue()\n" );
      counter++;
      if( last ){
         last->next = item;
         last = item;
      } else{
         last = first = item;
      }
      printf( " < Queue::enqueue()\n" );
  }
```

```
   Item* dequeue() {
      printf(" > Queue::dequeue()\n");
      Item* res = first;
      if( first == last )
         first = last = 0;
      else
         first = first->next ;
         counter--;
      printf(" < Queue::dequeue()\n");
      return res;
   }
   unsigned int count(){return counter;}
}; \\ class Queue
```

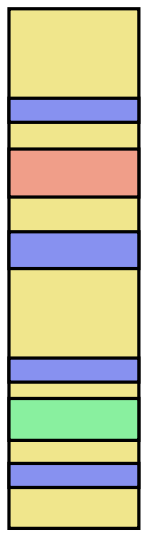
Queue (mit Tracing+Counting+Locking)

```
class Queue {
   Item* first;
   Item* last;
   unsigned int counter;
   os::Mutex lock;
   public:
   Queue() : first(0), last(0) {
            counter=0;
   }
   void enqueue( Item* item ) {
      printf ( " > Queue::enqueue()\n" );
      lock.enter();
      counter++;
      if( last ){
         last->next = item;
         last = item;
      } else{
         last = first = item;
      }
      lock.leave();
      printf( " < Queue::enqueue()\n" );
   }
   Item* dequeue() {
      printf(" > Queue::dequeue()\n");
      lock.enter();
      Item* res = first;
      if( first == last )
         first = last = 0;
      else
         first = first->next ;
         counter--;
      lock.leave();
      printf(" < Queue::dequeue()\n");
      return res;
   }
   unsigned int count(){return counter;}
}; \\ class Queue
```

Tangled Code

Resultat:

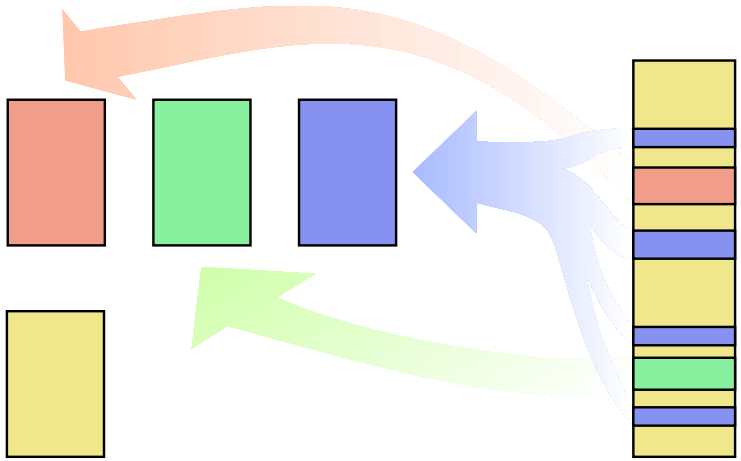
- verhedderter Quelltext (engl. *tangled code*): Strukturen im Quelltext, die mit der eigentlichen Funktion einer Queue nichts zu tun haben.



Probleme:

- schwerere Lesbarkeit
- höhererer Wartungsaufwand
- eingeschränkte Wiederverwendbarkeit
- schlechtere Konfigurierbarkeit

Prinzip der Trennung der Belange



„Dinge, die nichts miteinander zu tun haben, sind auch getrennt unterzubringen “

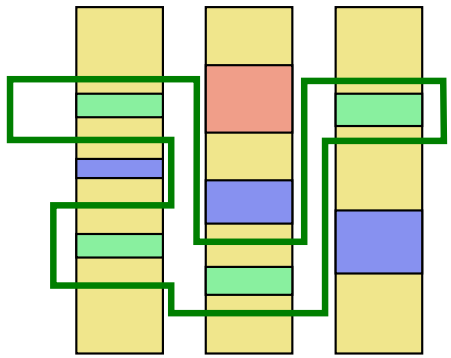
Trennung der Belange (engl. *separation of concerns*)

Kapselung jedes einzelnen Belanges in einem eigenen Softwaremodul (z.B. Funktionen, Klassen, Aspekte,...)

Problem:

Querschneidende Belange

Querschneidende Belange



Querschneidender Belang (engl. *crosscutting concern*)

Belang, dessen Implementierung über mehrere Stellen im Programmcode verteilt ist

Aspektorientierten Programmierung (AOP)

- Erweitert objektorientierte/prozedulare Programmierung um das Konzept der Aspekte

Aspekt

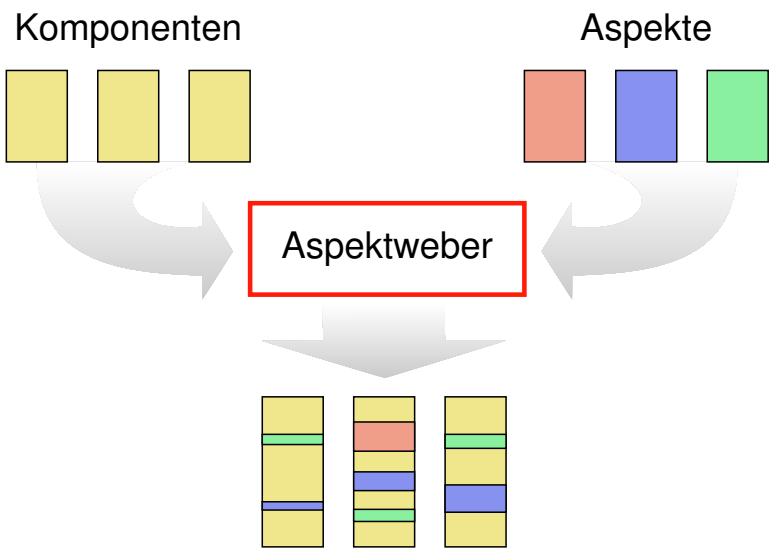
Softwaremodul zur Kapselung eines querschneidender Belangs

Komponente

Softwaremodul zur Kapselung eines herkömmlicher Belangs

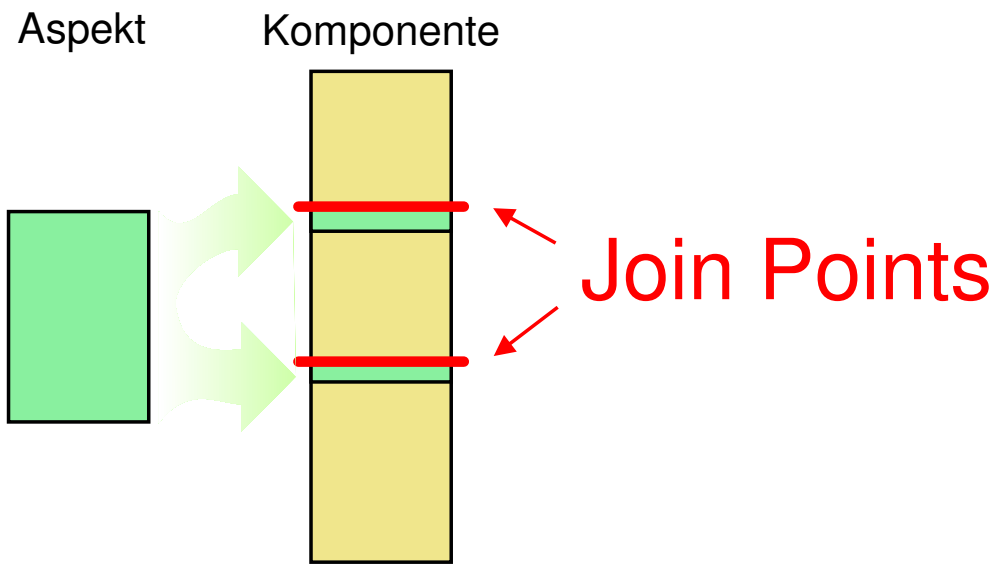
Aspektweber

Aspektweber(2)



- Verknüpfung (*Weben*) des Aspektcodes mit dem Komponentencode
- Weben möglich zur Übersetzungszeit, Ladezeit oder Laufzeit

Verbindungspunkt



Verbindungspunkt (engl. *join point*)

Stelle im Komponentencode, wo der Aspektweber Aspektcode hineingewebt; wird im Aspekt spezifiziert.

AspectJ

- Bekanntes System für AOP
- Erweiterung der Programmiersprache Java
- Eingängige Syntax
- Benötigt keine spezielle Java-Laufzeitumgebung
- Starke Förderung durch IBM
- Werkzeugunterstützung:
  Kommandozeile, Emacs, Eclipse und JBuilder

AspectC++

- Syntax und Semantik angelehnt an AspectJ
- Transformiert C/C++- und Aspekt-Quelltext nach C++
- Overhead vergleichsweise gering
- Werkzeugunterstützung:
  Kommandozeile, VisualStudio.NET, Eclipse

Aktuelle Version 0.9pre1

- Noch Mangelnde Unterstützung einiger C++ Sprachkonstrukte

Queue Klasse (mit Tracing)

```
class Queue {
   Item* first;
   Item* last;
   public:
   Queue() : first(0), last(0) {
   }
   void enqueue( Item* item ) {
      printf ( " > Queue::enqueue()\n" );
      if( last ){
         last->next = item;
         last = item;
      } else{
         last = first = item;
      }
      printf( " < Queue::enqueue()\n" );
  }
   Item* dequeue() {
      printf(" > Queue::dequeue()\n");
      Item* res = first;
      if( first == last )
         first = last = 0;
      else
         first = first->next ;
      printf(" < Queue::dequeue()\n");
      return res;
   }
}; \\ class Queue
```

Einfache Implementierung eines Tracing Aspekts

tracing.ah

```
aspect Tracing{
   advice execution("% util::Queue::%(...)"): before(){
      printf("--> %s\n",JoinPoint::signature());
   }
   advice execution("% util::Queue::%(...)"): after(){
      printf("<-- %s\n",JoinPoint::signature());
   }
};
```

Aspect

tracing.ah

```
aspect Tracing{
    advice execution("% util::Queue::%(...)"): before(){
        printf("--> %s\n",JoinPoint::signature());
    }
    advice execution("% util::Queue::%(...)"): after(){
        printf("<-- %s\n",JoinPoint::signature());
    }
};
```

Advice (before)

tracing.ah

```
aspect Tracing{
   advice execution("% util::Queue::%(...)"): before(){
      printf("--> %s\n",JoinPoint::signature());
   }
   advice execution("% util::Queue::%(...)"): after(){
      printf("<-- %s\n",JoinPoint::signature());
   }
};
```

Advice (after)

tracing.ah

```
aspect Tracing{
   advice execution("% util::Queue::%(...)"): before(){
      printf("--> %s\n",JoinPoint::signature());
   }
   advice execution("% util::Queue::%(...)"): after(){
      printf("<-- %s\n",JoinPoint::signature());
   }
};
```

Join-Point API

tracing.ah

```
aspect Tracing{
   advice execution("% util::Queue::%(...)"): before(){
      printf("--> %s\n",JoinPoint::signature());
   }
   advice execution("% util::Queue::%(...)"): after(){
      printf("<-- %s\n",JoinPoint::signature());
   }
};
```

Queue (mit Locking)

```
class Queue {
   Item* first;
   Item* last;
   os::Mutex lock;
   public:
   Queue() : first(0), last(0) {
   }
   void enqueue( Item* item ) {
      lock.enter();
      if( last ){
         last->next = item;
         last = item;
      } else{
         last = first = item;
      }
      lock.leave();
  }
```

```
   Item* dequeue() {
      lock.enter();
      Item* res = first;
      if( first == last )
         first = last = 0;
      else
         first = first->next ;
      lock.leave();
      return res;
   }
}; \\ class Queue
```

Implementierung eines Locking Aspekts

locking.ah

```
aspect Locking{

        advice "util::Queue": os::Mutex lock;

        advice execution("% util::Queue::%queue(...)"): around(){
                JoinPoint::That* currentObject=tjp->that();
                (currentObject->lock).enter();
                tjp->proceed();
                (currentObject->lock).leave();
        }
};
```

Introduction

locking.ah

```
aspect Locking{

        advice "util::Queue": os::Mutex lock;

        advice execution("% util::Queue::%queue(...)"): around(){
                JoinPoint::That* currentObject=tjp->that();
                (currentObject->lock).enter();
                tjp->proceed();
                (currentObject->lock).leave();
        }
};
```

Advice (around)

locking.ah

```
aspect Locking{

        advice "util::Queue": os::Mutex lock;

        advice execution("% util::Queue::%queue(...)"): around(){
                JoinPoint::That* currentObject=tjp->that();
                (currentObject->lock).enter();
                tjp->proceed();
                (currentObject->lock).leave();
        }
};
```

Join-Point API

locking.ah

```
aspect Locking{

        advice "util::Queue": os::Mutex lock;

        advice execution("% util::Queue::%queue(...)"): around(){
                JoinPoint::That* currentObject=tjp->that();
                (currentObject->lock).enter();
                tjp->proceed();
                (currentObject->lock).leave();
        }
};
```

Join-Point API

locking.ah

```
aspect Locking{

        advice "util::Queue": os::Mutex lock;

        advice execution("% util::Queue::%queue(...)"): around(){
                JoinPoint::That* currentObject=tjp->that();
                (currentObject->lock).enter();
                tjp->proceed();
                (currentObject->lock).leave();
        }
};
```

Zusammenfassung

- Kapselung von querschneidenden Belangen mit herkömmlicher Programmierung nicht machbar
- AOP ermöglicht Implementierung von querschneidenden Belangen in eigenständigen Softwaremodulen, den Aspekten
- AspectC++ ermöglicht aspektorientierte Programmierung in C++

Weiterführende Informationen

- Aspect-Oriented Software Development:
  `www.aosd.net`
- AspectC++ :
  `www.aspectc.org`
- Kommerzieller Support und VisualStudio.NET Plugin :
  `www.pure-systems.com`

Demonstration der AspectC++ Erweiterung für Eclipse