



**BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL**

Prof. Dr. Hans-Jürgen Buhl  
Praktische Informatik/Numerik

Fachbereich C  
Mathematik und Naturwissenschaften,  
Mathematik und Informatik

E-MAIL buhl@math.uni-wuppertal.de

WWW www.math.uni-wuppertal.de/~buhl

DATUM 11. Mai 2015

## **Formale Methoden**

**SS 2015 – Übungsblatt 4**

**Ausgabe: 12. Mai 2015**

**Abgabe bis 19. Mai 2015 an: [dsavvidi+fm@studs.math.uni-wuppertal.de](mailto:dsavvidi+fm@studs.math.uni-wuppertal.de)**

### **Aufgabe 1.** *ParameterDirectionKind, subsets ownedRule*

Welche C++-Typmodifizierer werden (vermutlich) bei der Abbildung von Modellen auf Code-Eigenschaften für die UML-ParameterDirectionKinds (vgl. <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/microsoft.visualstudio.uml.classes.parameterdirectionkind.aspx>) genutzt?

Lesen Sie in Abschnitt 7 (Classes) der UML 2.4.1 Superstructure Specification das Diagramm 7.11. Erläutern Sie die subsets-Eigenschaft der Rollen precondition und postcondition.

Warum ist es wichtig, für (fast) alle Methoden (Operationen) Vor- und Nachbedingungen explizit anzugeben?

### **Aufgabe 2.** *Redesign Sparbuch*

Designen Sie das Sparbuch aus Übungsblatt 2 neu nach den Prinzipien objektorientierter Programmierung (abstrakte Klasse Waehrung, abstrakte Klasse Konto, ...) und der SdV (welche grundlegenden Observatoren sind nötig, welche Modifikatoren, ...). Konstruieren Sie in papyrus die nötigen Diagramme. Vergessen Sie nicht entsprechende subsets-Eigenschaften der verschiedenen Buchungstypen explizit anzugeben.

Konzipieren Sie einen «datatype» Datum und eine Methode Zinstage, die die Anzahl der wirksamen Zinstage jedes Datums nach der kaufmännischen Zinsrechnung ( $12 * 30$  Tage) bestimmt. Wie kann das Ergebnis dieser Methode in OCL spezifiziert werden? Welche Invariante sollte Datum besitzen?

### Aufgabe 3. *OclVoid und null; Real*

Informieren Sie sich im OCL2.4-Manual über den Datentyp `OclVoid`. Wozu kann er benutzt werden?

Welche Operationen gibt es für den `primitive type Real` in der OCL-Spezifikation? Erläutern Sie die Nachbedingung der Operation `round()`. Warum wird in dieser die Zeichenfolge `"abs ()"` so unüblich benutzt?

### Aufgabe 4. *Ein Code-Contract*

Erläutern Sie die Prinzipien der SdV

**Spezifikation durch Vertrag - eine Basistechnologie ...**

an folgendem Beispiel:

```
...
template <class T>
set<T> operator+(const set<T>& s, const T& e){
    ...
};
...
template <class T>
set<T> operator-(const set<T>& s, const T& e){
    ...
};
...
class mydictionary{

public :
    ////////// basic queries :

    unsigned int get_count() const;           // number of key/value-pairs in dict.

    bool has(const KEY& k) const;             // key in dictionary?

    VALUE value_for(const KEY& k) const;      // lookup value for key

    ////////// class invariant :
private :
    virtual bool invariant() const;
public :

    ////////// derived queries :
    // not yet necessary

    ////////// constructors and destructors :

    mydictionary ();

    ~mydictionary ();

    ////////// copy constructor

    mydictionary(const mydictionary<KEY, VALUE>& s);

    ////////// deactivate operator=
```

```

private :
    mydictionary& operator=(const mydictionary<KEY, VALUE>& s);
public :

    //////////////// (pure) modifiers
    void put(const KEY& k, const VALUE& v);
                                   // put key/value-pair in dict.

    void remove(const KEY& k);
                                   // remove key/value-pair

};
...
template<class KEY, class VALUE>
unsigned int mydictionary<KEY, VALUE>::get_count() const{
    REQUIRE( invariant() );
    ...
};
...
template<class KEY, class VALUE>
bool mydictionary<KEY, VALUE>::has(const KEY& k) const {
    REQUIRE( invariant() );
    ...
    ENSURE( /* consistent with count */ (get_count() != 0) || ! result);
    ...
};
...
template<class KEY, class VALUE>
VALUE mydictionary<KEY, VALUE>::value_for(const KEY& k) const{
    REQUIRE( invariant() );
    REQUIRE(/* key in dict. */ has(k));
    ...
};
...
template<class KEY, class VALUE>
mydictionary<KEY, VALUE>::mydictionary(){
    ...
    ENSURE(invariant());
    ENSURE(count == 0);
};
...
template<class KEY, class VALUE>
mydictionary<KEY, VALUE>::~mydictionary(){
    REQUIRE( invariant() );
    ...
};
...
template<class KEY, class VALUE>
mydictionary<KEY, VALUE>::mydictionary(const
                                   mydictionary<KEY, VALUE>& s){
    ...
    ENSURE(get_count() == s.get_count());
    ...
    ENSURE(invariant());
};

```

```

...
template<class KEY, class VALUE>
void mydictionary<KEY, VALUE>::put(const KEY& k, const VALUE& v)
DO
  REQUIRE(/* key not in dict. */ ! has(k));
  ID(unsigned int count_old=get_count());
  ...
  ENSURE(/* count incremented */ get_count() == count_old + 1);
  ENSURE(/* key in dict. */ has(k) );
  ENSURE(/* correct value */ value_for(k) == v);
END;
...
template<class KEY, class VALUE>
void mydictionary<KEY, VALUE>::remove(const KEY& k)
DO
  REQUIRE(/* key in dict. */ has(k));
  ID(unsigned int count_old = get_count());
  ...
  ENSURE(/* count decremented */ get_count() == count_old - 1);
  ENSURE(/* key not in dict. */ ! has(k));
  ...
END;
...
int main(){
  ...
}

```

Die Abfrage `has(k)` reicht aus, genau spezifizieren zu können, wann `put(k, v)` und `remove(k)` aufgerufen werden dürfen und welchen Haupteffekt ihre Aufrufe jeweils haben.

Sie reicht jedoch nicht aus, um die vollständige Wirkung von `put()` beziehungsweise `remove()` spezifizieren zu können (Framebedingung). Wie müssten die grundlegenden Observatoren geändert werden, um auch dies zu erlauben?

#### Aufgabe 5. Design by Contract/Spezifikation durch Vertrag

Der Artikel

[Design by Contract](#)

beschreibt ebenfalls die Methodik der Codeverträge. Welche Vorteile sieht der Autor in der Benutzung von internen Selbsttests?

Beantworten Sie mit Hilfe von [http://de.wikipedia.org/wiki/Design\\_by\\_contract#Sprachunterst.C3.BCtzung](http://de.wikipedia.org/wiki/Design_by_contract#Sprachunterst.C3.BCtzung) und <http://c2.com/cgi/wiki?DesignByContract>, welche Programmiersprachen die Methodik DbC von Haus aus, welche erst mit Hilfe zusätzlicher externer Tools unterstützen?