Nested Lists

Algebren
- Einbindung
- includes

Typen

Operatoren
- einfache
- überladene

Ströme
- Argument
- Ergebnis
- Hybride

Funktionen

Erweiterung von SECONDO

Algebraimplementierung

Thomas Behr

Fakultät für Mathematik und Informatik
Datenbanksysteme für neue Anwendungen

FernUniversität in Hagen

11.Oktober 2014

©2014 FernUniversität in Hagen

Outline

1 Nested Lists

2 Algebren - Vorbereitende Schritte
- Einbindung
- includes

3 Typen in SECONDO implementieren

4 Operatoren implementieren
- einfache Operatoren
- überladene Operatoren

5 Ströme in Secondo
- Ströme als Argument
- Ströme als Ergebnis
- Strom als Argument und als Ergebnis

6 Funktionen als Argumente

Verschachtelte Listen

- Kommen an vielen Stellen vor
  - externe Darstellung von Objekten, z.B.
    `[const point value ( 1.0 9.7)]`
  - Type Mapping
  - Selection Function
  - Display Function
  - ...
- Ein Listenelement ist
  - ein Atom *oder*
  - eine Liste
- atomare Elemente
  - `Int` (32 bit)
  - `Real`
  - `Bool`
  - `String` (max. 48 Zeichen)
  - `Symbol` (max. 48 Zeichen)
  - `Text` (beliebig lang)

Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

Verwendung von Nested List

- Funktionsaufrufe über globalen Listenspeicher `nl`

```
#include "NestedList.h"
extern NestedList* nl;
```

- Erzeugen von Atomen

```
ListExpr li  = nl->IntAtom(23);
ListExpr lr  = nl->RealAtom(-8.3);
ListExpr lsy = nl->SymbolAtom("Symbol");
     ...
```

- Erzeugen von kurzen Listen

```
ListExpr l1 = nl->OneElemList(li);
ListExpr l2 = nl->TwoElemList(li, lr);
   ...
ListExpr l6 = nl->SixElemList(li,lr,lsy,l1,l2,li);
bool ok = nl->ReadFromString("( a 'b' 1.0 (TRUE 6))", ls);
```

- Erzeugen von langen Listen

```
bool ok = nl->ReadFromFile('file.nl', list);

ListExpr l1000 = nl->OneElemList(nl->IntAtom(0));
ListExpr last = l1000;
for(int i=1; i<1000; i++){
  last = nl->Append(last, nl->IntAtom(i));
}
```

Verwendung von Nested List

- Typ einer Liste

```
nl->AtomType(list)
```

ergibt: `NoAtom`, `IntType`, `RealType`, `BoolType`, `StringType`, `SymbolType` oder `TextType`

- Wert eines Atoms

```
int i = nl->IntValue(list);
string s = nl->SymbolValue(list);
string t = nl->Text2String(list);
...
```

- Länge einer Liste

```
nl->IsEmpty(list);
nl->ListLength(list); // -1 if list is an atom
nl->HasLength(list, 3);
```

- Zerlegen einer Liste

```
nl->First(list); nl->Second(list); ... nl->Sixth(list);
nl->Rest(list); // list without first element
```

Verwendung von Nested List

- Vergleich von Listen

```
bool eq = nl->Equal(list1, list2);
bool isSym = nl->IsEqual(list, "string", false);
   // list is an symbol with value string, case insensitive
```

- Ausgabe von Listen

```
        cout << nl->ToString(list) << endl;
```

- Nützliche Hilfsroutinen sind in `ListUtils` zu finden

```
#include "NestedList.h"
#include "ListUtils.h"
.....
if( listutils::isNumeric(list)){
  double d = listutils::getNumValue(list);
}
```

Verwendung von Nested List

- Achtung
  NestedList reagieren hart auf Fehlbenutzung, daher vor Aufruf einer Funktion stets prüfen, ob die Liste das notwendige Format hat
- Wrapperklasse `NList`
  - objektorientiertes Interface für verschachtelte Listen
  - Exceptions statt Assertions (meist)

Algebren

- Algebren enthalten
  - Typen
  - Operatoren
- Algebren können Typen anderer Algebren verwenden
- SECONDO bietet wohldefinierte Schnittstellen zur Einbindung neuer Algebren
- Algebren werden mit dem Systemkern zusammengelinkt
- Neue Typen/Operatoren erweitern den Sprachumfang von SECONDO

Algebren definieren und einbinden

- neues Verzeichnis im Verzeichnis `Algebras` anlegen
- neuen Eintrag in der Datei `Algebras/Management/AlgebraList.i.cfg` erstellen

```
ALGEBRA_INCLUDE(<Nummmer>,<AlgebraName>)
```

  Nummer und Name müssen eindeutig sein
- Aktivieren der Algebra in der Datei `makefile.algebras`

```
ALGEBRA_DIRS += Verzeichnisname
ALGEBRAS     += Algebraname
```

Algebren definieren und einbinden

- Erstellen einer `makefile` Datei im neuen Algebraverzeichnis
  - Kopieren der Datei `makefile` aus dem Verzeichnis `Algebras/Standard-C++`
  - Abhängigkeiten zu anderen Algebren einfügen nach der Zeile `include ../../makefile.env`

```
CURRENT_ALGEBRA := AlgebraName
ALGEBRA_DEPENDENCIES := StandardAlgebra
ALGEBRA_DEPENDENCIES += XYZAlgebra
    ...
```

- Erstellen der Algebradatei(en)
  - Header
  - Implementierung(en)
  - `spec`-Datei
  - `examples`-Datei

Algebradatei(en)

- PD-Kommentare
  `http://dna.fernuni-hagen.de/papers/PDSystem.pdf`
- Includes
- globale (externe) Variablen
- Typkonstruktoren
- Operatoren
- Algebradefinition
- Algebrainitialisierung

includes und externe Variablen


```
#include "Attribute.h"
#include "Algebra.h"
#include "NestedList.h"
#include "QueryProcessor.h"
#include "AlgebraManager.h"
#include "Operator.h"
#include "StandardTypes.h"
#include "NList.h"
#include "Symbols.h"
#include "ListUtils.h"
   .....
extern NestedList *nl;
extern QueryProcessor *qp;
extern AlgebraManager *am;
```

Erstellung eines einfachen[1] neuen Typs

- C++-Klasse, die den Typ darstellt
  - muss einen Konstruktor besitzen, der **nichts** tut
  - erweitert um zusätzliche Funktionen, die das spätere Leben einfacher machen
- Funktionen zur Integration in Secondo
  - Typbeschreibung, Import, Export
  - Erzeugen, Löschen, Öffnen, Speichern, Schließen
  - Duplizieren, Cast, Größe, Typprüfung
- Erstellung einer Typkonstruktor-Instanz
- Hinzufügen zur Algebra
- Zuordnen von Kinds
- Erweiterung der Benutzungsschnittstellen

[1] kein Attributdatentyp

C++-Klasse für einen Secondo-Typ, Beispiel: SCircle


```
class SCircle{
    public:
      SCircle() {} // Konstruktor, der nichts tut
      SCircle(const double _x, const double _y, const double _r):
         x(_x), y(_y), r(_r) {}
      ~SCircle(){}
      static const string BasicType(){ return "scircle"; }
      static const bool checkType(const ListExpr list) {
         return listutils::isSymbol(list, BasicType());
      }

      double perimeter() const{
         return 2*M_PI*r;
      }
      double getX() const{ return x; }
      double getY() const{ return y; }
      double getR() const{ return r; }
    private:
      double x;
      double y;
      double r;
 };
```

Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

Typbeschreibung

- dient der Beschreibung des Typs für den Benutzer
- Funktion, die eine Nested List liefert
- Aufbau der Liste vorgegeben

```
ListExpr SCircleProperty() {
   return ( nl->TwoElemList (
       nl->FourElemList (
          nl->StringAtom("Signature"),
          nl->StringAtom("Example Type List"),
          nl->StringAtom("List Rep"),
          nl->StringAtom("Example List")),
       nl->FourElemList (
          nl->StringAtom("-> SIMPLE"),
          nl->StringAtom(SCircle::BasicType()),
          nl->StringAtom("(real real real) = (x,y,r)"),
          nl->StringAtom("(13.5 -76.0 1.0)")
      )));
}
```

Import


```
Word InSCircle( const ListExpr typeInfo, const ListExpr instance,
       const int errorPos, ListExpr& errorInfo, bool& correct );
```

result Typ `Word`, Objekt wird in Member `addr` (einem void-Pointer) gespeichert

typeInfo Typbeschreibung, wird für zusammengesetzte Typen (z.B. Tuple) benötigt

instance Liste mit der Objektbeschreibung (muss nicht korrekt sein)

errorPos Positionsangabe eines aufgetretenen Fehlers (für mengenwertige Typen)

errorInfo Rückgabeparameter, der einen aufgetretenen Fehler beschreibt

correct Rückgabeparameter, der den Erfolg des Aufrufs angibt

Import, Beispiel

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen

```
Word InSCircle( const ListExpr typeInfo, const ListExpr instance,
     const int errorPos, ListExpr& errorInfo, bool& correct ){
  Word res((void*)0);
  correct = false;
  if(!nl->HasLength(instance,3)){
    return res;
  }
  if(   !listutils::isNumeric(nl->First(instance))
     || !listutils::isNumeric(nl->Second(instance))
     || !listutils::isNumeric(nl->Third(instance))){
     return res;
  }
  double x = listutils::getNumValue(nl->First(instance));
  double y = listutils::getNumValue(nl->Second(instance));
  double r = listutils::getNumValue(nl->Third(instance));
  if(r<=0){
     return res;
  }
  correct = true;
  res.addr = new SCircle(x,y,r);
  return res;
}
```

Export

- Umwandeln einer Objektinstanz in eine Liste
- wird nur mit dem richtigen Typ aufgerufen, d.h. Cast ist stets erfolgreich

```
ListExpr OutSCircle( ListExpr typeInfo, Word value ) {
   SCircle* k = (SCircle*) value.addr;
     return nl->ThreeElemList(
                nl->RealAtom(k->getX()),
                nl->RealAtom(k->getY()),
                nl->RealAtom(k->getR()));
}
```

typeInfo enthält den Typen als Liste

value enthält einen Zeiger auf die Instanz

Erzeugen und Löschen eines Objekts

- Erzeugen einer Objektinstanz mit einem beliebigen Wert

```
Word CreateSCircle( const ListExpr typeInfo ) {
  Word w;
  w.addr = (new SCircle(0,0,1.0));
  return w;
}
```

- Löschen eines Objekts inklusive evtl. vorhandener Teile auf der Festplatte

```
void DeleteSCircle( const ListExpr typeInfo, Word& w ) {
  SCircle *k = (SCircle *)w.addr;
  delete k;
  w.addr = 0;
}
```

Speichern eines Objekts

- Serialisierung des Objekts
- wird in SMI-Record geschrieben

```
bool SaveSCircle( SmiRecord& valueRecord, size_t& offset,
                  const ListExpr typeInfo, Word& value );
```

result Typ `bool`, gibt über den Erfolg der Funktion Auskunft

valueRecord Hier wird das Objekt hineingeschrieben

offset Ab dieser Stelle im Record soll geschrieben werden

typeInfo Typ als Nested List

value das zu speichernde Objekt

Objekt speichern, Beispiel


```
bool SaveSCircle( SmiRecord& valueRecord, size_t& offset,
                  const ListExpr typeInfo, Word& value ) {
   SCircle* k = static_cast<SCircle*>( value.addr );
   size_t size = sizeof(double);
   double v = k->getX();
   bool ok = valueRecord.Write( &v, size, offset );
   offset += size;
   v = k->getY();
   ok = ok && valueRecord.Write(&v,size,offset);
   offset += size;
   v = k->getR();
   ok = ok && valueRecord.Write(&v,size,offset);
   offset += size;
   return ok;
}
```

Öffnen eines Objekts

- holt ein Objekt (teilweise) von der Festplatte in den Speicher

```
bool OpenSCircle( SmiRecord& valueRecord,
                  size_t& offset, const ListExpr typeInfo,
                  Word& value );
```

result Type `bool`, gibt über den Erfolg der Funktion Auskunft

valueRecord Hier liegen die einzulesenden Daten

offset ab hier sind die Daten des Objekts zu finden

typeInfo Typ als Liste

value Rückgabeparameter

Öffnen eines Objekts


```
bool OpenSCircle( SmiRecord& valueRecord,
                  size_t& offset, const ListExpr typeInfo,
                  Word& value ){
  size_t size = sizeof(double);
  double x,y,r;
  bool ok = valueRecord.Read(&x,size,offset);
  offset += size;
  ok = ok && valueRecord.Read(&y,size,offset);
  offset += size;
  ok = ok && valueRecord.Read(&r, size, offset);
  offset += size;
  if(ok){
    value.addr = new SCircle(x,y,r);
  } else {
    value.addr = 0;
  }
  return ok;
}
```

Wichtig: Open- und Save-Funktion müssen symmetrisch sein

Schließen eines Objekts

- Der Hauptspeicheranteil eines Objekts wird gelöscht
- Ggf. existierende zusätzliche (SMI-)Dateien bleiben unberührt (im Gegensatz zu Delete)

```
void CloseSCircle( const ListExpr typeInfo, Word& w ) {
  SCircle *k = (SCircle *)w.addr;
  delete k;
  w.addr = 0;
}
```

Objekt Klonen

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen


```
Word CloneSCircle( const ListExpr typeInfo, const Word& w ){
  SCircle* k = (SCircle*) w.addr;
  Word res;
  res.addr = new SCircle(k->getX(), k->getY(), k->getR());
  return res;
}
```

Cast und Size Funktionen

- Cast vom Void-Pointer zum Objekt zum Void-Pointer
- dient der Aktualisierung von persistierten Funktionspointern

```
void*  CastSCircle( void* addr ) {
    return (new (addr) SCircle);
}
```

- Größenangabe = wieviel Platz ist zum Speichern notwendig

```
int SizeOfSCircle() {
    return 3*sizeof(double);
}
```

Typprüfung

- prüft, ob eine gegebene Liste dem Typ entspricht
- **errorInfo** für genauere Fehlermeldungen
- ähnlich zur Funktion `checkType`

```
bool SCircleTypeCheck(ListExpr type, ListExpr& errorInfo){
  return nl->IsEqual(type, SCircle::BasicType());
}
```

Der Typkonstruktor

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen

```
TypeConstructor SCircleTC(
   SCircle::BasicType(),
   SCircleProperty,
   OutSCircle, InSCircle,
   0, 0,                      // deprecated, don't think about it
   CreateSCircle, DeleteSCircle,
   OpenSCircle, SaveSCircle,
   CloseSCircle, CloneSCircle,
   CastSCircle,
   SizeOfSCircle,
   SCircleTypeCheck);
```

Algebradefinition und -initialisierung

- Typen werden im Algebrakonstruktor hinzugefügt
- Typen werden Kinds zugeordnet
- Algebradefinition

```
class SCircleAlgebra : public Algebra {
 public:
   SCircleAlgebra() : Algebra() {
     AddTypeConstructor( &SCircleTC );
     SCircleTC.AssociateKind( Kind::SIMPLE() );

   }
 };
```

- Algebrainitialisierung
- Name der Funktion muss Initialize<AlgebraName> sein

```
extern "C"
Algebra*
   InitializeSCircleAlgebra( NestedList* nlRef,
                             QueryProcessor* qpRef ) {
   return new SCircleAlgebra;
}
```

Linken der Algebra

- Übersetzen der Algebra
  - im Algebraverzeichnis
    `make`
    eintippen
- Linken der Algebra
  - im SECONDO-Verzeichnis
    `make` *oder* `make TTY`
    eintippen

Erste Tests

- SecondoTTYBDB starten
- `list algebras`
  `SCircleAlgebra` sollte in der Liste erscheinen
- `list algebra SCircleAlgebra`
  Typkonstruktor für `scircle` sollte auftauchen
- Öffnen einer Datenbank, dann:
- `query [const scircle value (9.0 10.0 20.0) ]`
  ein entsprechendes SCircle-Objekt wird als Liste dargestellt
- `query [const scircle value (a + b ) ]`
  eine Fehlermeldung wird angezeigt
- `let k1 = [const scircle value (9.0 10.0 20.0)]`
  meldet Erfolg
- `query k1`
  zeigt das definierte Objekt an

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen

- Freuen
- Durchatmen
- Operatoren definieren

Operatoren

Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

- Type Mapping
- Value Mapping(s)
- Value Mapping Array[2]
- Selection Function[2]
- Beschreibung
- Operatorinstanz
- Syntax [3]
- Beispiel [4]

---

[2] bei überladenen Operatoren
[3] `spec`-Datei
[4] `examples`-Datei

Type Mapping

- prüft, ob die Argumenttypen vom Operator verarbeitet werden können (inklusive Überladungen)
- gibt den Ergebnistyp zurück[5]
- Argumente und Ergebnis als Nested Lists

```
ListExpr perimeterTM(ListExpr args){
   string err = "scircle expected";
   if(!nl->HasLength(args,1)){
     return listutils::typeError(err + " (wrong number of arguments)");
   }
   if(!SCircle::checkType(nl->First(args))){
     return listutils::typeError(err);
   }
   return listutils::basicSymbol<CcReal>();
}
```

[5] und ggf. weitere Infos

Value Mapping

- nimmt Werte entgegen und berechnet daraus das Ergebnis

```
int perimeterVM (Word* args, Word& result, int message,
                 Word& local, Supplier s);
```

result Typ `int`: bei Nicht-Strom-Operatoren stets 0

args Array von `Word`, deren `addr`-Member auf die Argumente zeigen

result Rückgabe des Ergebnis, bei Nicht-Strom-Operatoren muss `result` auf den Ergebnisspeicher des Operatorknotens `s` im Operatorbaum gesetzt werden

message nur für Stromoperatoren interessant

local lokaler Speicher. Bleibt über mehrere Operatoraufrufe hinweg erhalten. nur für Stromoperatoren interessant

s Der Operatorknoten dieses Operators

Value Mapping Beispiel


```
int perimeterVM (Word* args, Word& result, int message,
                 Word& local, Supplier s) {
   SCircle* k = (SCircle*) args[0].addr;
   result = qp->ResultStorage(s);
   CcReal* res = (CcReal*) result.addr;
   res->Set(true, k->perimeter());
   return 0;
}
```

Operatorspezifikation

- Beschreibung des Operators für den Benutzer

```
OperatorSpec(
  const string& signature, const string& syntax,
  const string& meaning, const string& example,
  const string& remark="");
```

signature	Signatur des Operators als String (siehe Type Mapping)
syntax	wie wird der Operator aufgerufen
meaning	was berechnet der Operator
example	eine Beispielanfrage
remark	zusätzliche Bemerkungen

Operatorspezifikation, Beispiel

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen

```
OperatorSpec perimeterSpec(
   "scircle -> real",
   "perimeter(_)",
   "Computes the perimeter of an scircle.",
   "query perimeter([const scircle value (1.0 8.0 16.0)])"
);
```

Instanz eines Operators

Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

- Definiert einen Operator
- verschiedene Konstruktoren für überladene und nicht-überladene Operatoren[6]

```
    Operator(
       const string& name, const string& specification,
       ValueMapping valueMapping, SelectFunction selection,
       TypeMapping typeMapping);
  );
```

name Name des Operators

specification Spezifikation als String

valueMapping die Value Mapping Funktion

selection für nicht überladene Operatoren: `Operator::SimpleSelect`

typeMapping die Type Mapping Funktion

[6] hier nicht überladen

Instanz eines Operators, Beispiel


```
Operator perimeterOp(
  "perimeter",
  perimeterSpec.getStr(),
  perimeterVM,
  Operator::SimpleSelect,
  perimeterTM
);
```

Einbinden des Operators

- innerhalb des Algebrakonstruktors `AddOperator` aufrufen

```
class SCircleAlgebra : public Algebra {
 public:
   SCircleAlgebra() : Algebra() {
     AddTypeConstructor( &SCircleTC );
     SCircleTC.AssociateKind( Kind::SIMPLE() );

     AddOperator(&perimeterOp);
   }
 };
```

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen

Syntax des Operators festlegen

- neue Datei `AlgebraName.spec` im Algebraverzeichnis anlegen
- Syntax von **jedem** Operator sollte beschrieben werden
- wenn Operatorname in anderer Algebra bereits verwendet wird, muss die Syntax die gleiche wie dort sein
- mögliche Einträge in der Datei

```
# Kommentar
operator <opname> alias <opalias> pattern
         <pattern> [<implicit parameters>]
```

opname	Name des Operators
opalias	Name des Operators als Text
pattern	Syntax des Operators
implicit parameters	Festlegung von bestimmten Typen für Funktionsargumente

Mögliche Pattern

op(_)	Präfixoperator mit einem Argument
op(_, _)	Präfixoperator mit beliebig vielen Argumenten
_ infixop _	Infixoperator
_ op	Postfixoperator mit einem Argument
_ _ op	Postfixoperator mit zwei Argumenten
...	
_ op [<paralist>]	Postfixoperator mit einem Argument und Parametern
_ _ op [<paralist>]	Postfixoperator mit zwei Argumenten und Parametern
...	

Parameterlisten

_, _	gewöhnliche Parameter
list	Liste von Parametern
fun	Parameter, der Funktion darstellt (nur zusammen mit impliziten Parametern)
funlist	Liste von Funktionen
X;Y	getrennte Listen, X und Y sind Parameterlisten

Implizite Parameter

- werden für einfache Benutzung benötigt
- beziehen sich auf Funktionsparameter
- Beispiel filter

```
operator filter alias FILTER pattern _ op [ fun ]
     implicit parameter streamelem type STREAMELEM
```

automatische Extraktion des Tupeltyps mittels Typoperatoren

Operatorsyntax, Beispiel


```
operator perimeter alias PERIMETER pattern op(_)
```

Example

- neue Datei `AlgebraName.examples` im Algebraverzeichnis
- wird für automatische Tests verwendet
- Achtung: ohne Beispiel wird der Operator abgeschaltet

```
Database   : berlintest
Restore    : No

Operator   : perimeter
Number     : 1
Signature  : scircle -> real
Example    : query perimeter[const scircle value (0.0 0.0 1.0)]
Result     :  6.28
Tolerance  :  0.01
```

Übersetzen,Linken, Testen

- `make` im Algebraverzeichnis: Übersetzen
- `make` im SECONDO-Verzeichnis: Linken
- im Verzeichnis `secondo/bin`

  ```
  Selftest tmp/<AlgebraName.examples>
  ```

  eintippen
- Speicherfehler finden durch

  ```
  Selftest --valgrind tmp/<AlgebraName.examples>
  Selftest --valgrindlc tmp/<AlgebraName.examples>
  ```

Überladene Operatoren

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen

- haben mehrere Signaturen, d.h. mehrere Typkombinationen können verarbeitet werden
- Anzahl der Argumente darf variieren
- Ergebnistyp kann unterschiedlich sein
- Überladung über mehrere Algebren durch Queryprozessor aufgelöst
- Überladung innerhalb einer Algebra durch den Operator selbst aufgelöst

Überladene Operatoren, Unterschiede

- TypeMapping muss jede Typkombination akzeptieren und den passenden Ergebnistyp berechnen
- es gibt für jede Typkombination ein eigenes Value Mapping (oder Value Mapping ist als Template realisiert)
- alle ValueMappings werden in einem Array zusammengefasst
- Selection-Funktion wählt richtiges ValueMapping aus
- anderer Konstruktor zur Erzeugung der Operatorinstanz

Überladener Operator Beispieloperator `distN`

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen

- berechnet den Abstand zweier Zahlen
- als Eingabe werden zwei Integer oder zwei reelle Zahlen akzeptiert
- Ergebnis hat den gleichen Typ wie beide Eingaben
- Operator soll ein Infixoperator sein

Type Mapping


```
ListExpr distNTM(ListExpr args){
  string err = "int x int or real x real expected";
  if(!nl->HasLength(args,2)){
    return listutils::typeError(err + " (wrong number of arguments)");
  }
  if(   CcInt::checkType(nl->First(args))
     && CcInt::checkType(nl->Second(args))){
     return listutils::basicSymbol<CcInt>();
  }
  if(   CcReal::checkType(nl->First(args))
     && CcReal::checkType(nl->Second(args))){
     return listutils::basicSymbol<CcReal>();
  }
  return listutils::typeError(err);
}
```

ValueMapping (als Template)


```
template<class T>
int distNVMT( Word* args, Word& result, int message,
              Word& local, Supplier s ){
  T* a1 = (T*) args[0].addr;
  T* a2 = (T*) args[1].addr;
  result = qp->ResultStorage(s);
  T* res = (T*) result.addr;
  if(!a1->IsDefined() || !a2->IsDefined()){
     res->SetDefined(0);
     return 0;
  }
  res->Set(true, a1->GetValue() - a2->GetValue());
  if(res->GetValue() < 0){
     res->Set(true, res->GetValue() * -1);
  }
  return 0;
}
```

ValueMapping Array und Selection-Funktion

Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

```
ValueMapping distNVM[] = {
   distNVMT<CcInt>,
   distNVMT<CcReal>
};

int distNSelect(ListExpr args){
  if ( CcInt::checkType(nl->First(args)) ){
     return 0;
  }
  if ( CcReal::checkType(nl->First(args)) ){
     return 1;
  }
  return -1;
}
```

Operator-Instanz

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

Algebren
Einbindung
includes

Typen

Operatoren
einfache
überladene

Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride

Funktionen

```
Operator distNOp(
     "distN",
      distNSpec.getStr(),
      2,                       // number of Value Mappings
      distNVM,                  // value mapping array
      distNSelect,              // selection function
      distNTM
 );
```

Operatorsyntax und example

- Festlegen der Syntax

```
operator distN alias DISTN pattern _ infixop _
```

- Empfohlen: für jede Typkombination 1 Beispiel

```
Operator  : distN
Number    : 1
Signature : int x int -> int
Example   : query 1 distN 3
Result    : 2

Operator  : distN
Number    : 2
Signature : real x real -> real
Example   : query 3.0 distN 1.0
Result    : 2.0
```

Ströme in Secondo

- Vermeiden der Materialisierung von großen Mengen, z.B. Relationen
- Elemente (z.B. Tupel einer Relation) werden einzeln durch die Operatoren gezogen
- Ströme können Argument oder Ausgabe von Operatoren sein
- Ströme können nicht das Ergebnis einer Anfrage sein
- Strom als Argument: Elemente müssen explizit angefordert werden
- Strom als Ergebnis: Einzelne Elemente werden im Value Mapping angefordert

Ströme in Secondo

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

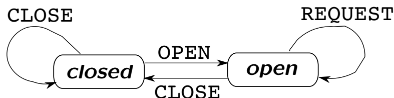
Algebren
- Einbindung
- includes

Typen

Operatoren
- einfache
- überladene

Ströme
- Argument
- Ergebnis
- Hybride

Funktionen



- Stromoperatoren bekommen Nachrichten (`OPEN`, `REQUEST`, `CLOSE`)
- Anwort auf Nachricht `REQUEST`: `YIELD` oder `CANCEL`
- Nützlicher Wrapper: Klasse `Stream` in `Stream.h`
- Unterschied zu normalen Operatoren: Value Mapping

Ströme als Argument, Beispiel

- Operator `countNumber`
- zählt die Anzahl einer geg. Zahl in einem Integer-Strom
- Postfix-Operator mit Parameter

Type Mapping

Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

```
# include "Stream.h"
...
ListExpr countNumberTM(ListExpr args){
  if(!nl->HasLength(args,2)){
    return listutils::typeError("wrong number of arguments");
  }
  if(  !Stream<CcInt>::checkType(nl->First(args))
    || !CcInt::checkType(nl->Second(args))){
    return listutils::typeError("stream(int) x int expected");
  }
  return listutils::basicSymbol<CcInt>();
}
```

ValueMapping

Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

```
int countNumberVM( Word* args, Word& result, int message,
                   Word& local, Supplier s ){
   result = qp->ResultStorage(s);
   Stream<CcInt> stream(args[0]);
   CcInt* num = (CcInt*) args[1].addr;
   int count = 0;
   stream.open();
   CcInt* elem;
   while( (elem = stream.request()) ){
      if(num->Compare(elem) == 0){
         count++;
      }
      elem->DeleteIfAllowed();
   }
   CcInt* res = (CcInt*) result.addr;
   res->Set(true,count);
   stream.close();
   return 0;
 }
```

Operator Syntax


```
operator countNumber alias countNumber pattern _ op[_]
```

Ströme als Ergebnis

- ValueMapping speichert lokalen Zustand in Variable `local`
- ValueMapping verwendet nicht den Ergebnisspeicher von `s`
- ValueMapping reagiert auf Nachrichten

OPEN	Initialisierung, Rückgabe 0
REQUEST	nächstes Ergebnis wird berechnet und zurückgegeben (`YIELD`) kein weiteres Ergebnis (`CANCEL`)
CLOSE	lokale Strukturen werden zerstört, Rückgabe 0

Stromoperator, Beispiel

- Operator `getChars`, der die einzelnen Buchstaben eines Strings zurückliefert
- Ergebnis ist ein Strom von Strings
- TypeMapping

```
ListExpr getCharsTM(ListExpr args){
  if(!nl->HasLength(args,1)){
    return listutils::typeError("wrong number of arguments");
  }
  if(!CcString::checkType(nl->First(args))){
    return listutils::typeError("string expected");
  }
  return nl->TwoElemList( listutils::basicSymbol<Stream<CcString > >(),
                          listutils::basicSymbol<CcString>());
}
```

LocalInfo-Klasse


```
class getCharsLI{
  public:
      getCharsLI(CcString* arg) : input(""), pos(0){
         if(arg->IsDefined()){
            input = arg->GetValue();
         }
      }

      ~getCharsLI(){}

      CcString* getNext(){
         if(pos >= input.length()){
            return 0;
         }
         CcString* res = new CcString(true, input.substr(pos,1));
         pos++;
         return res;
      }

  private:
    string input;
    size_t pos;
};
```

Value Mapping

```
int getCharsVM( Word* args, Word& result, int message,
                  Word& local, Supplier s ){
   getCharsLI* li = (getCharsLI*) local.addr;
   switch(message){
     case OPEN : if(li) {
                    delete li;
                 }
                 local.addr = new getCharsLI( (CcString*) args[0].addr);
                 return 0;
     case REQUEST: result.addr = li?li->getNext():0;
                   return result.addr?YIELD:CANCEL;
     case CLOSE:  if(li){
                    delete li;
                    local.addr = 0;
                  }
                  return 0;
   }
   return 0;
}
```

Ströme als Eingabe und als Ergebnis, Beispiel

- Operator `startsWithS`
- erhält einen Strom von Strings und einen String
- lässt alle Strings durch, die mit dem zweiten Argument anfangen

LocalInfo

Erweiterung von SECONDO

Thomas Behr

Nested Lists

Algebren
- Einbindung
- includes

Typen

Operatoren
- einfache
- überladene

Ströme
- Argument
- Ergebnis
- Hybride

Funktionen


```
class startsWithSLI{
   public:
     startsWithSLI(Word s, CcString* st): stream(s), start(""){
        def = st->IsDefined();
        if(def){ start = st->GetValue(); }
        stream.open();
     }

     ~startsWithSLI(){
        stream.close();
      }

     CcString* getNext(){
        if(!def){ return 0; }
        CcString* k;
        while( (k = stream.request())){
           if(k->IsDefined() && stringutils::startsWith(k->GetValue(), start)){
             return k;
           }
           k->DeleteIfAllowed();
        }
        return 0;
     }

   private:
     Stream<CcString> stream;
     string start;
     bool def;
 };
```

Funktionen als Argumente

- Funktionen können als Argumente eines Operators fungieren
- Beispiel: Filter - Operator
  - erhält einen Tupel Strom als erstes Argument
  - erhält eine Funktion `Tupel -> bool` als zweites Argument
  - Tupeltypen müssen übereinstimmen

```
query plz feed filter[.PLZ < 2000] count

query plz feed
      filter[ fun(e : STREAMELEM) attr(e,PLZ) < 2000 ]
      count

query plz feed
      filter[ fun(t : tuple([PLZ : int, Ort : string])) attr(t,PLZ) < 2000 ]
      count
```

Funktionen im Type Mapping

werden dargestellt als

```
(map Argumenttypen Ergebnistyp)
```

z.B.

```
(map int real real)
```

für eine Funktion mit zwei Argumenten der Typen `int` und `real` und dem Rückgabetyp `real`

Funktionen im Value Mapping

- haben einen Argumentvektor
- dieser muss zunächst mit den Argumenten gefüllt werden
- Auswertung der Funktion muss explizit angefordert werden
- Ergebnis darf nicht vernichtet oder in einen Strom weitergereicht werden (Ausnahme: Funktion liefert selbst einen Strom)

Funktionsargumente, Beispiel

- Operator `replaceElem`
- nimmt einen Strom von Attributen und wendet auf jedes Attribut eine beliebige[7] Funktion an
- Ergebnis ist der Strom der Ergebniswerte

---

[7] Rückgabetyp muss ein Attribut sein

Type Mapping


```
ListExpr replaceElemTM(ListExpr args){
   if(!nl->HasLength(args,2)){
      return listutils::typeError("wrong number of arguments");
   }
   if(!Stream<Attribute>::checkType(nl->First(args))){
      return listutils::typeError("first argument has to be a "
                                  "stream of attributes");
   }
   if(!listutils::isMap<1>(nl->Second(args))){
      return listutils::typeError("second arg has to be a map with 1 argument");
   }
   ListExpr StreamElem = nl->Second(nl->First(args));
   ListExpr MapArg = nl->Second(nl->Second(args));
   if(!nl->Equal(StreamElem, MapArg)){
      return listutils::typeError("map arg not equal to stream elem");
   }
   ListExpr res = nl->Third(nl->Second(args));
   if(!listutils::isDATA(res)){
     return listutils::typeError("map result is not in kind DATA");
   }
   return nl->TwoElemList( listutils::basicSymbol<Stream<Attribute> >(),
                           res);
}
```

LocalInfo-Klasse


```
class replaceElemLI{
   public:
     replaceElemLI(Word st, Word f): stream(st), fun(f){
        stream.open();
        funargs = qp->Argument(f.addr);
     }

     ~replaceElemLI(){
        stream.close();
      }

     Attribute* getNext(){
        Attribute* funarg = stream.request();
        if(!funarg){ return 0; }
        (*funargs[0]) = funarg;
        Word funres;
        qp->Request(fun.addr, funres);
        funarg->DeleteIfAllowed();
        Attribute* res = (Attribute*) funres.addr;
        return res->Clone();
     }
   private:
      Stream<Attribute> stream;
      Word fun;
      ArgVectorPointer funargs;
};
```

Syntaxdefinition

Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

```
operator replaceElem alias REPLACEELEM pattern _ op[ fun ]
    implicit parameter streamelem type STREAMELEM
```

Beispielanfrage:

```
query intstream(1,10) replaceElem[ . + 1.75] transformstream consume
```

Das Ende ist da

Erweiterung von SECONDO
Thomas Behr
Nested Lists
Algebren
Einbindung
includes
Typen
Operatoren
einfache
überladene
Ströme
Argument
Ergebnis
Hybride
Funktionen

Fragen ?