Attributierte Grammatiken

AG spezifiziert abhängige Berechnungen im Strukturbaum

deklarativ: nur explizite Abhängigkeiten
keine implizite Ausführungsreihenfolge

Generator erzeugt **Plan für Baumdurchlauf**
mit Aufrufen der Berechnungen
spezifizierte Abhängigkeiten werden eingehalten
berechnete Werte werden durch den Baum transportiert

Ergebnis: Attributauswerter
(anwendbar für jeden Baum zur AG)

Strategien für Baumdurchlauf:	**AG-Klasse**
k-mal links-abwärts	**LAG (k)**
k-mal alternierend links/rechts-abwärts	**AAG (k)**
1-mal aufwärts	**SAG**
Besuchssequenzen: individueller Plan für jede Produktion der abstrakten Syntax	**OAG**

Generator analysiert Abhängigkeiten, prüft Anwendbarkeit der Strategie, erzeugt Plan.

Paß-orientierte Strategien (LAG, AAG, SAG) auch manuell anwendbar; Besuchssequenzen mit Generator.

AG zu: Zielbaum erzeugen (U-45)

```
RULE:   Stmt ::= Variable ':=' Expr            COMPUTE
    Stmt.Code = MkAssign (Variable.Code, Expr.Code);
END;

RULE:   Variable ::= Variable '.' Selector     COMPUTE
    Variable[1].Code =
        MkSelect (Variable[2].Code, Selector.Key);
END;

RULE:   Variable ::= Variable '[' Expr ']'     COMPUTE
    Variable[1].Code =
        MkIndex (Variable[2].Code, Expr.Code);
END;

RULE:   Variable ::= UseIdent                  COMPUTE
    Variable.Code = MkAddr (UseIdent.Key);
END;

RULE:   Expr ::= UseIdent                      COMPUTE
    Expr.Code = MkCont (MkAddr (UseIdent.Key));
END;
```

Grundkonzepte von AGn

AG spezifiziert Berechnungen im Strukturbaum:

kontextfreie Baumgrammatik

Produktion + Berechnungen

p: Y ::= u g (...)

wird in jedem Knotenkontext p ausgeführt

AG spezifiziert Abhängigkeiten zwischen Berechnungen

Symbole + Attribute

X.b = f (Y.a) benutzt Ergebnis von g ( )

Y.a = g (...) vor f () ausgeführt

Nachbed. Vorbedingung

abhängige Berechnungen auch in benachbarten Kontexten:

r: X ::= v Y w X.b = f (Y.a)

p: Y ::= u Y.a = g (...)

Attribute können Abhängigkeiten spezifizieren, ohne einen Wert zu transportieren.

X.GotType = ResetTypeOf (...);

Y.Type = GetTypeOf (...) <- X.GotType;

vereinfachende Notationen (siehe AG-Sprache Lido):

- **Berechnungen zu Symbolen**
- **Zugriff auf Attribute entfernter Symbole**
- **links-rechts-Abhängigkeit zwischen Berechnungen**

AG Binärzahlen

Attribute:

- **v** Wert
- **lg** Anzahl der Ziffern in der Teilfolge
- **s** Skalierung

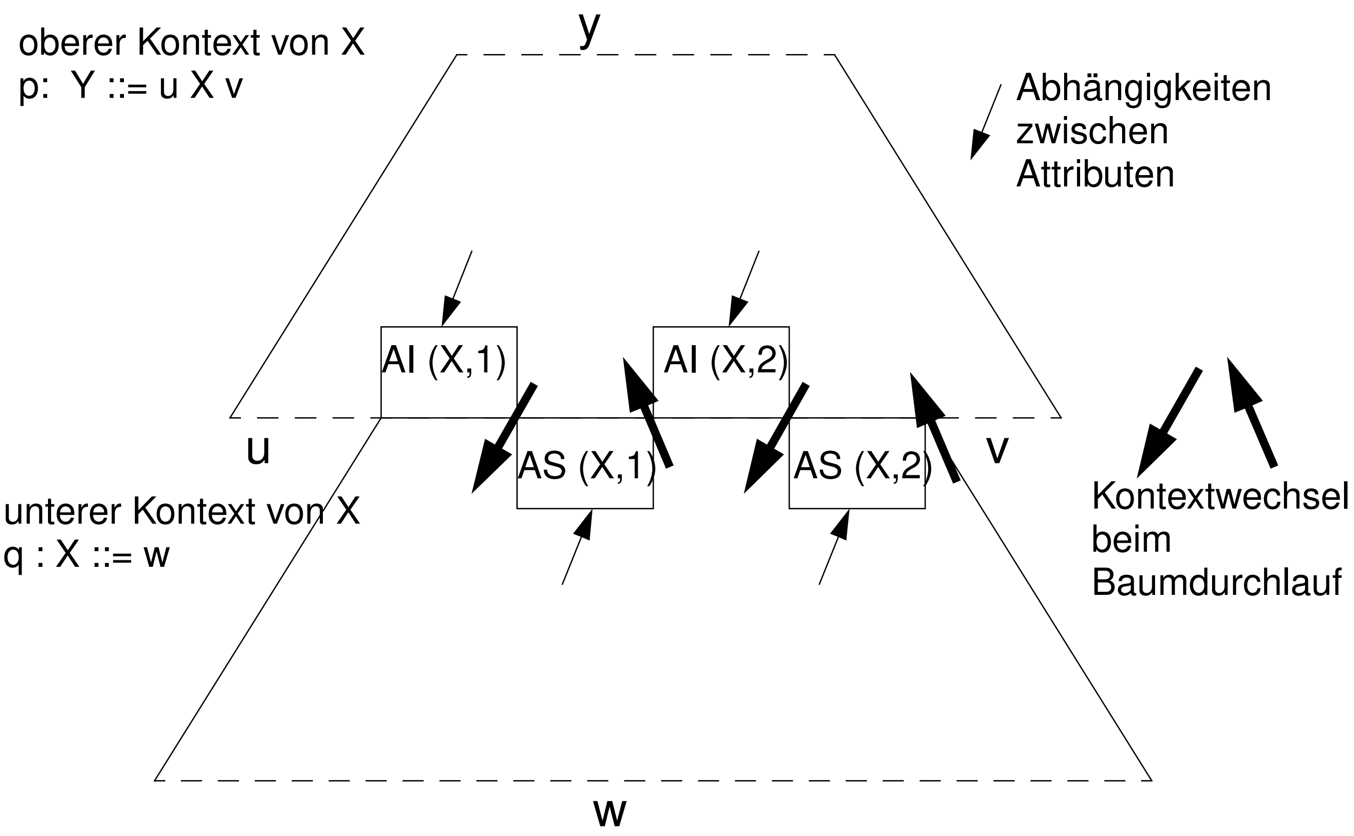
```
RULE p1:    D ::= L '.' L       COMPUTE
    D.v = ADD (L[1].v, L[2].v);
    L[1].s = 0;
    L[2].s = NEG (L[2].lg);
END;
RULE p2:    L ::= L B           COMPUTE
    L[1].v = ADD (L[2].v, B.v);
    B.s = L[1].s;
    L[2].s = ADD (L[1].s, 1);
    L[1].lg = ADD (L[2].lg, 1);
END;
RULE p3:    L ::= B             COMPUTE
    L.v = B.v;
    B.s = L.s;
    L.lg = 1;
END;
RULE p4:    B ::= '0'           COMPUTE
    B.v = 0;
END;
RULE p5:    B ::= '1'           COMPUTE
    B.v = Power2 (B.s);
END;
```

Abhängigkeitsanalyse für AGn

Attributmenge zum Symbol X 2-geteilt:

AI (X) : inherited (erworben), in oberen Kontexten berechnet

AS (X): synthesized (abgeleitet), in unteren Kontexten berechnet.



Ziel: Zerlegung aller Attributmengen, so daß

AI (X, i) vor i-ten Besuch von X berechnet wird

AS (X, i) bei dem i-ten Besuch von X berechnet wird

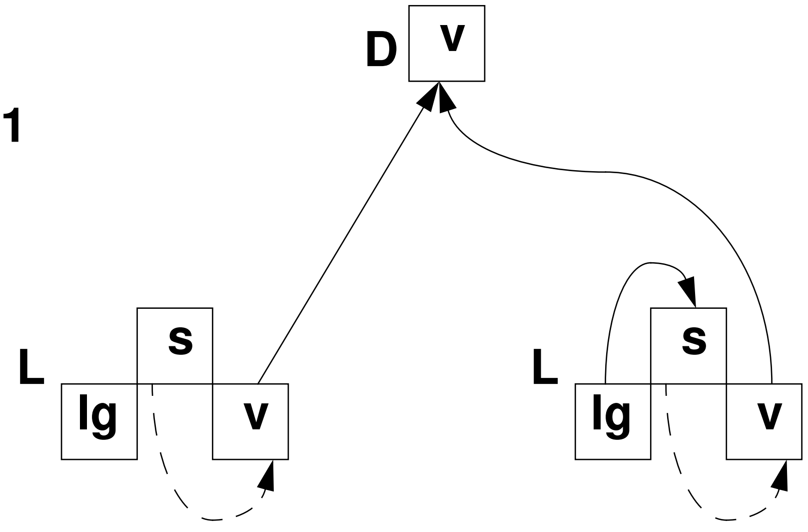
Vorraussetzung für Zerlegung:

An keinem X-Knoten in keinem Strukturbaum gibt es direkte oder indirekte Abhängigkeiten entgegen der Folge

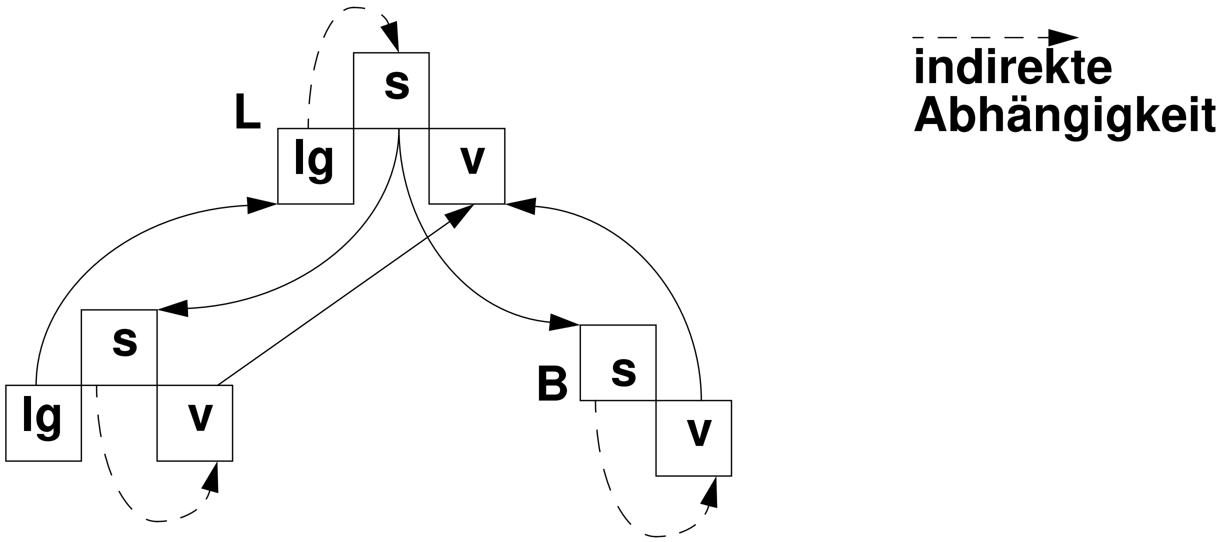
AI (X, 1), AS (X, 1), ..., AI (X, k), AS (X, k)

Abhängigkeitsgraphen zu AG Binärzahlen

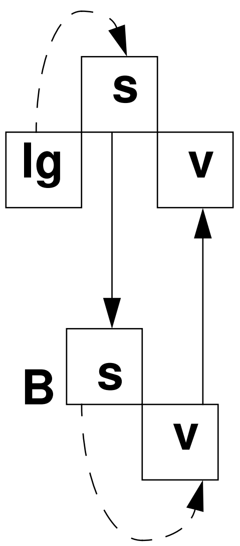
p1



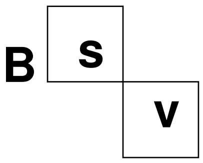
p2



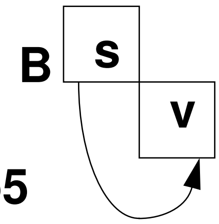
p3



p4



p5



Besuchssequenzen

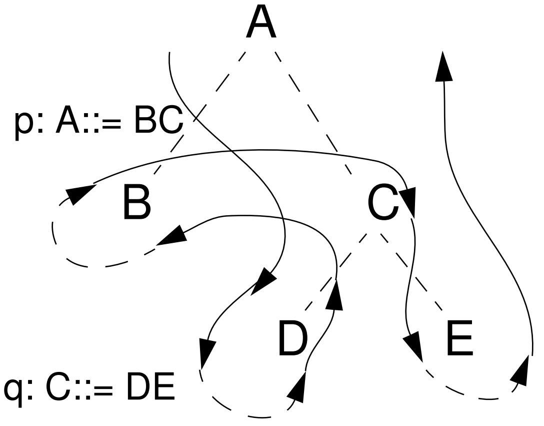
Eine Besuchssequenz (visit-sequence) vs_p zu jeder Produktion der Baumgrammatik:

$p\colon X_o ::= X_1 \dots X_i \dots X_n$

Folge von Operationen

$\downarrow i, j$	j-ter Besuch des i-ten Unterbaums
$\uparrow j$	j-te Rückkehr zum Vaterknoten
$eval_c$	Ausführung einer p zugeordneten Berechnung c

Beispiel im Baum:

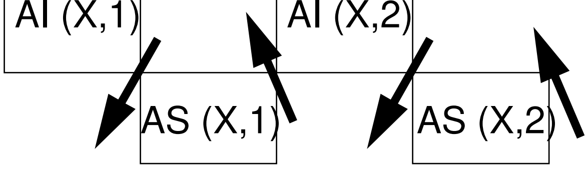


Besuchssequenzen

vs_p: ... $\downarrow$C,1 ...$\downarrow$B,1 ...$\downarrow$C,2 ...$\uparrow$1

vs_q: ... $\downarrow$D,1 ... $\uparrow$1 ... $\downarrow$E,1 ... $\uparrow$2

Attributzerlegung garantiert korrekte Verzahnung



Implementierung:

je eine Prozedur für Besuchssequenz bis $\uparrow$

Aufruf (mit Verzweigung über Produktion) für $\downarrow$

Besuchssequenzen für AG Binärzahlen

vs_{p1}: D ::= L '.' L

↓L[1],1; L[1].s=0; ↓L[1],2; ↓L[2],1; L[2].s=NEG(L[2].lg);

↓L[2],2; D.v=ADD(L[1].v, L[2].v); ↑1

vs_{p2}: L ::= L B

↓L[2],1; L[1].lg=ADD(L[2].lg,1); ↑1

L[2].s=ADD(L[1].s,1); ↓L[2],2; B.s=L[1].s; ↓B,1;

L[1].v=ADD(L[2].v, B.v); ↑2

vs_{p3}: L ::= B

L.lg=1; ↑1

B.s=L.s; ↓B,1; L.v=B.v; ↑2

vs_{p4}: B ::= '0'

B.v=0; ↑1

vs_{p5}: B ::= '1'

B.v=Power2(B.s); ↑1

Implementierung:

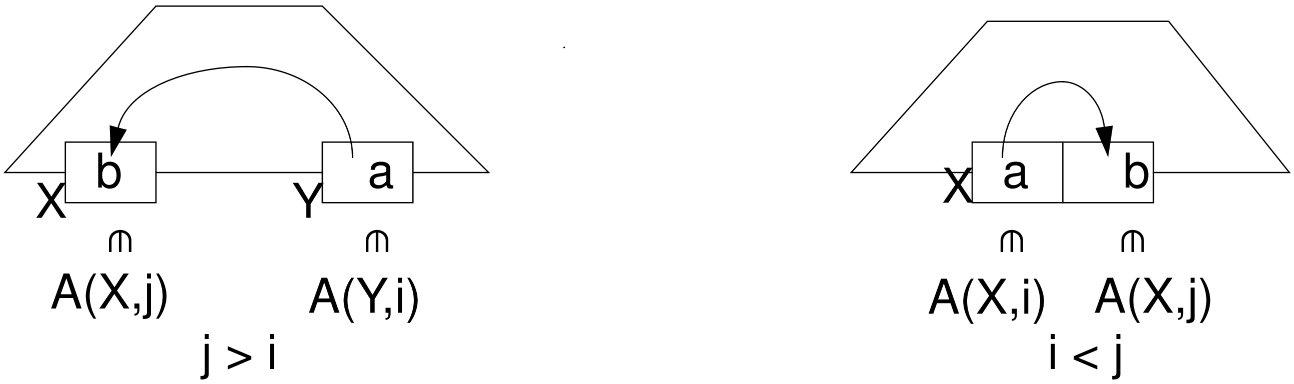
Prozedur vs<i><p> für jeden Abschnitt von vs_p bis ↑i

Aufruf mit Verzweigung für ↓X,i

LAG (k)-Bedingung

Für alle X gibt es eine Zerlegung A (X,1), ..., A (X, k), so daß A (X, i) im i-ten links-abwärts-Durchgang berechnet werden können.

Notwendige und hinreichende Bedingung über Abhängigkeitsgraphen zu Produktionen:



Algorithmus: berechnet A (1), ..., A (k), falls existiert:

für i = 1, 2, ...
A (i) := alle noch nicht zugeordneten Attribute
streiche Attribute solange folgende Regeln anwendbar:

- **streiche X.b, wenn es in einem Kontext von einem Attribut aus A (i) nach obigem Muster abhängt**
- **streiche Z.c, wenn es von einem gestrichenen Attribut abhängt**

falls alle Attribute zugeordent: **AG ist LAG (k)**, k = i
falls A (i) leer: **AG ist nicht LAG (k)**

Generatoren für AGn

LIGA	Universität Paderborn, in Eli	OAG
FNC-2	INRIA	ANCAG
Synthesizer Generator	Cornell University	OAG, inkrementell
CoCo	Universität Linz	LAG(1)

Eigenschaften von LIGA

- **höhere Spezifikationssprache Lido**
- **Modularisierung, Wiederverwendung von AG-Komponenten**
- **Objekt-orientierte Konstrukte zur Abstraktion von Berechnungsmustern**
- **Berechnungen: Funktionsaufrufe; implementiert außerhalb der AG**
- **auch Abhängigkeiten für Seiteneffekt-Berechnungen**
- **Notationen für Zugriff auf entfernte Attribute**
- **generiert Besuchssequenz-gesteuerte Attributauswerter in C**
- **Speicheroptimierung für Attribute**