Vorlesungsreihe „Simulation betrieblicher Systeme“

Animation von SLX-Simulationsläufen
und andere Visualisierungsaufgaben

Prof. Dr.-Ing. Thomas Wiedemann
email: wiedem@informatik.htw-dresden.de

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN (FH)
Fachbereich Informatik/Mathematik

Animation von Simulationsläufen

- Allgemeine Optionen bei der Animation
- Das Animationsprogramm PROOF
  - Überblick
  - Grundlegende Funktionalität
  - Beispiele
- Die Anbindung des SLX-Simulators an PROOF
  - direkt im Sourcecode
  - mit einem Erweiterungsmodul

Allgemeine Optionen bei der Animation

Allgemeine Optionen der Animationsanbindung

- als separates Add-on (meist bei Programmiersprachen (wie SLX))
  - Verfügbarkeit (Markt?), aktuell auch Spiele-Grafikengines nutzbar ?!
- direkt integriert (meist bei großen, fachspezifischen Bausteinsystemen – vgl. VL dazu)
- Bewertung:
  - bessere Flexibilität und Austauschbarkeit bei Add-Ons
  - besseres Look&Feel bei direkter Integration

Weitere Unterscheidungsmerkmale

- Interaktionsfähigkeit
  - Steuerbarkeit der Zeit - mit Zurück-Option (meist nur bei Add-ons)
  - Steuerbarkeit der Simulation selbst (meist nur integ. Systeme), z.B. durch Druck auf 3D-Button an Maschine -> Maschinen-Stop
- Grafikperformance, max. Anzahl möglicher Grafikobjekte
- Einbindung von externen Grafiken (Bitmaps als Hintergrundbild oder 2D/3D-Grafiken von aus CAD-Daten), auch mit Bitmaps als Objektpräsentation (sogen. Sprites)

Animation von SLX-Simulationsläufen mit PROOF

Visualisierung von SLX-Simulationsläufen

- SLX als Simulationssprache enthält keine direkt integrierte Animation.
- jedoch kann mit beliebigen Visualisierungstools oder mit dem von der gleichen Firma bereitgestellten Animationstool PROOF eine Animation angebunden werden

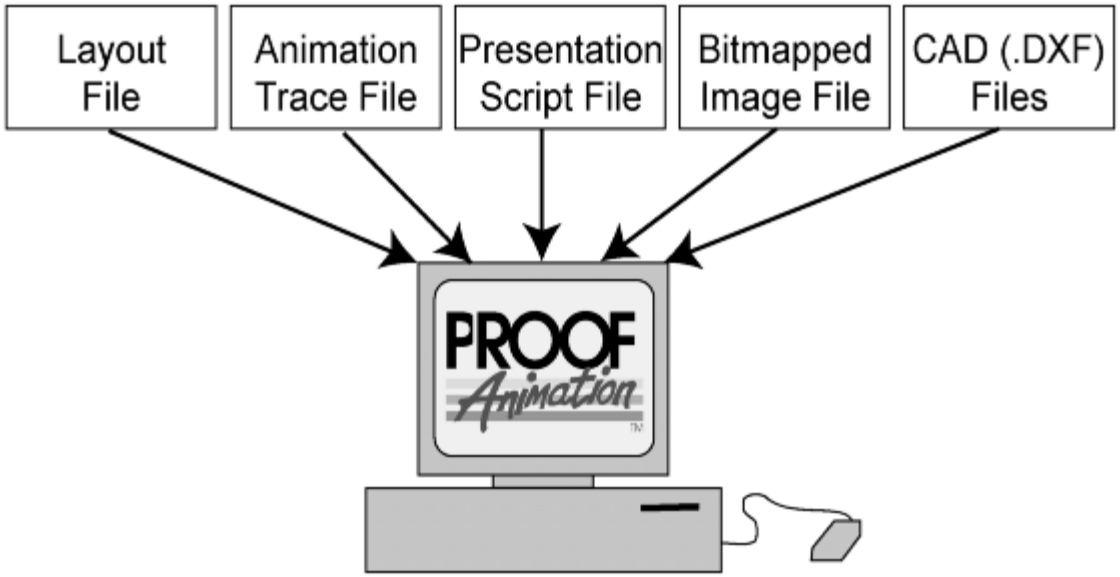
Animation mit PROOF

- PROOF ist ein Animations- und Visualisierungsprogramm, welches in mehreren Versionen von Wolverine Software bereitgestellt wird :
  - PROOF4 - 2D-Animation (ältere Version PROOF3)
  - PROOF 3D – neueste Version mit 3D-Unterstützung (die nachfolgenden Beschreibung gelten für diese Version, sind meist aber auch gültig für P4/P3)

Generelle Eigenschaften aller Versionen:

- Nutzung der DirectX-Schnittstelle von Microsoft (damit nur unter Windows lauffähig und verfügbar) und orientiert auf mod. Hardw.
- PROOF 3D kann auch Multicore-Systeme sinnvoll ausnutzen (z.B. zum verteilten Handling von größeren Mengen dynamischer Objekte)
- GUI und Grundkonzepte (noch) durch historische Entw. geprägt

Inputdaten von PROOF 3D



- **Layoutpläne** *.lay (required) – enthält statische Szenen/Hintergrund,
  - zusätzlich **Bitmap** und **Vektor-Grafikformate (CAD)**
- **Tracefiles** *.atf (optional) zur eigentlichen Bewegungsbeschreibung aus SLX (oder auch aus anderen Simulationstools heraus generiert) mit
  - Bewegungs- (Delta-X,Y,Z) und Eigenschaftenupdates (Farbe, Form…)
  - Stops und Viewänderungen
- **Skripte** (optional) zur Präsentationsautomatisierung

PROOF - Arbeitsmodi

Entwicklungsmodi (interaktiv) in der Reihenfolge der Nutzung

- Menüpunkt |->Mode-> Draw blendet Zeichenmenü ein
- Menüpunkt |->Mode-> Class erlaubt Klassendefinitionen
- Menüpunkt |->Mode-> Path erlaubt Klassendefinitionen

Run-time und Debug-Modi

- zur Laufzeitsteuerung (siehe auch Animationssteuerung)
- zum Debuggen von Animationen (bzw. Visualisierungen)

Spezialoptionen:

- Aufruf von SLX oder anderen Datenlieferanten aus dem Code heraus und abschnittsweise Animation

Hilfe und Dokumentation

- Eine relativ ausführliche Beschreibung aller Befehle ist über |->Help erreichbar ! Programmcode-Befehle sind dort auch komplett dokumentiert – in diesem Skript nur die wichtigsten !!!

Layoutdefinition – Grundprimitive

- Definition der Layouts über interaktive Menüsteuerung oder per Text
- Groß- und Kleinschreibung ist **signifikant bei Grafikelementen u. Objekten**
- PROOF speichert Definition auch für manuelle Änderungen ab (*.lay)

Geometrische Grundelemente

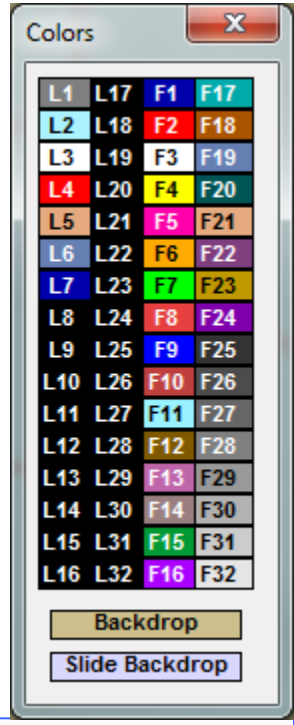
- **Linie** – Grundform : line x1 y1 z1 x2 y2 z2
- Linie – volle Form : line [#IDnr] [*ExtrusionID Xx Xy Xz]x1 y1 z1 x2 y2 z2
  mit Zusatzpar. für PathID bzw. Extrusionsparametern -> bei allen weiteren Primitiven sind diese Zusatzparameter analog vorhanden -> siehe Hilfe !!)
- **Kreis** – Grundform: arc [filled] radius x y z alpha omega [normal nx ny nz]

  wobei alpha und omega die Anfangs- und Endwinkel angeben
- **Polyline** – Grundform (zum Zeichnen von größeren Konturen):

```
polyline
        #1 x y z      (einzelne Punkte)
        ...
        #N x y z
end | close       (close verbindet Anfang und Ende)
```

Layoutdefinition – weitere Grundelemente

- **Fontdefinition** (mit 2. vordef. Fonts: 0-fixed Courier 1=Arial TT)
  define font 2 “Times New Roman”
- **statischer Text** – Grundform :
  text fontnum height [billboard] [justification] x y z [textstring]
  Bsp.: Text 1 2 LJ -60 32 0 Static Text
- **Dynamischer Text** (veränderbar während Animation) – Grundform :
  message messagename fontnum height line [textprototype]
  Bsp.: Message DynamicText1 1 2 LJ -60 25 0 Text1111
- **Farbzuordnung mit** color colorID
  Farbcode entsp. rechter Dialogbox mit F* = Foreground und L*-Layoutcolor (mit geringerer Priorität), Backcolor geringste Prio.
  Bsp. für Blau als Farbe des Elements : color F1
  wobei die Farben den F/L- Codes mit der **Farbdefinition**
  define color ColorID redvalue greenvalue bluevalue
  Bsp.: ColorID F2 1.0 0.0 0.0
  frei zugeordnet werden können (1.0 = volle RGB-Farbe)



Layoutdefinition – Klassendefinition für die Animation

Für die spätere Animation müssen Klassen definiert werden:

- **Klassendefinition:**

```
define class classname [directional] [clearance fore aft ] [speed s]
        …
        geometry (line, arc, text, fill, message commands)
        …
end
```

- Bsp. zur Definition der Klasse Kiste4 :

```
Define Class Kiste4 Camera  0 0.0 86.0 86.6 1.5 1.5 0 Clearance 3 3 Speed 1
 Line 0 10 0 10 10 0
 Arc Filled 3 5 5 0 0 360 normal 0 0 1
End
```

- verwendbar sind die angegebenen Geometrie-Primitiven
- Die Zusatzoptionen definieren bereits das Verhalten auf Pfaden (Abstand zum Vordermann etc.), hier
  - Default-Bewegungsgeschwindigkeit = 1
  - Clearance (Abstand auf Pfaden = 3)

Layout – Pfaddefinition für die Animation

Für die spätere Animation können Pfade für komplizierte Bewegungsmuster definiert werden:

- **Klassendefinition:**

```
define path pathname [accumulating| circular] [ label x y z ] [ lag delay ]
                                                    [ leapok ] [ [ speed s ] | [ time t ] ]
    segment #source x1 y1 z1 x2 y2 z2 length [ cw | ccw ]
    …
    segment #source x1 y1 z1 x2 y2 z2 length [ cw | ccw ]
 end
```

- Bsp. zur Definition des Pfades Kistenpfad4 :

```
Define Path Kistenpfad1 Accumulating Speed 1
Segment #1 -50 0 0 -10 0 0 40
Segment #2 -10 0 0 0 -10 0 14.142136
end
```

- **Die Segmente beziehen sich auf existierende Geometrie! Vorsicht bei Veränderungen dieser –> kann PATH zerstören !!!**
- Die Zusatzoptionen definieren wieder das Verhalten , hier
  - Default-Bewegungsgeschwindigkeit = 1
  - Clereance (Abstand auf Pfaden = 3)

Layout – mit 3D-Welten

Eine 3D-Animation kann über zusätzliche 3D-Operationen definiert werden:

Zusatzangaben in den Grafik-Primitiven

- Angaben zur Extrusion im Grafikelement

  arc [#IDnumber] [*ExtrusionID Xx Xy Xz] [filled] radius x y z alpha

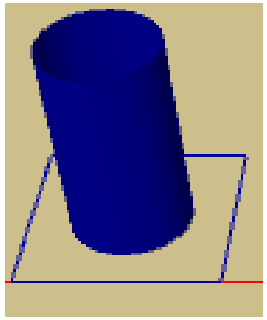
  Bsp. zur Extrusion eines Kreises innerhalb der Objektdefinition :

  Arc *100 0 0 1 Filled 3 5 5 0 0 360 normal 0 0 1

- + globale Definition der Extrusionsparameter

  extrusion ID height cone_height wedge_angle x y z

  define extrusion *100 10 0 0 0 0 1 (generiert Zylinder)



- Über Zusatzoptionen können
  - geneigte Flächen (-> Kegel oder Pyramiden)
  - Kugeln (Drehung eines Kreises im Raum)
  - und Spiralen (Drehung eines Kreises im Raum mit Offset zur Drehachse)

  definiert werden.

Animation - Tracefile – Basisdefinitionen

Der Tracefile enthält die Anweisungen zur Steuerung der Animation.

1. Anlegen und Platzieren von Objekten

Anlage und Platzierung von im Layout vorhandenen Klasseninstanzen:

```
create Kiste4 1
```
(mit create classname objectID)

```
place 1 at  3.0 0.0 0.0
```
(place objectID at x y z)

Die weitere Ansprache der Objekte erfolge immer über die objectID.

2. Definition einer Bewegungsinformationen

```
move  1   30  20.0 0.0 0.0
```
(move objectID **duration** xdest ydest zdest [relative])

3. Definition des Zeitfortschritts

entweder durch absolute Zeitangaben mit

```
time 100
```

oder relativ (sinnvoll für Tests oder Codebausteine) mit

```
dt 10
```
(= delta t) **Achtung: Alle Bewegungen und Transformationen werden erst bei einem Zeitfortschritt ausgeführt !!**

4. Vernichten von Objekten

```
destroy  Kiste4
```
(mit destroy objectID) bjectID)

Animation - Tracefile – weitere Definitionen

Weitere Transformationen

Drehen (auch parallel zu anderen Transformationen):

```
yaw  1  speed 2        (dreht um Z-Achse)
roll   1  speed 2      (dreht um X-Achse)
pitch  1 speed 2       (dreht um Y-Achse)
```

Skalieren (ebenfalls parallel)

```
scale 1 to 2 time 20.0
```
(scale objectID [to] factor [time duration] | [speed s])

Ausgabe von Statusinformationen und Statistiken

Schreiben von Textmeldungen (setzt enstprechende Layout Message voraus):

```
write Status Starting ...
```
(write messagename textstring)

Steuerung der Animation

- über die Tasten in entspr. Reihenfolge
  - Run (oder Continue Run)
  - Stop / Reset
  - Einzelevent pro Zeile / Zeitstep einzeln (nur im Debug-Modus |->Mode)
  - Jump in Time/Jump back
  - Set Speed, Suche Objekt (in größeren Modellen)

Tracefile – Path-bezogene Animation

Anlegen und Plazieren von Objekten auf Pfaden

(Voraussetzung : Define PATH – Layout-File) :

create classname objectid (Objektgenerierung wie vorher)

place objectID on pathname [squeeze] [at offset][at end]
[before objectID2] [after objectID2]

(mit den optionalen Parametern lässt sich die Position genauer bestimmen)

Bsp.: create Kiste4 1
place 1 on Kistenpfad0 (Pfad muss im Layout vorhanden sein)
time 100 (erst

Anmerkungen:

- Die [squeeze]-Option veranlasst ein Zusammenschieben mehrerer Objekte.

- Analog zu Objekten können auch Kameras auf einen Path gesetzt werden – dies ermöglicht Kamerafahrten
- Die Groß- und Kleinschreibung ist **NICHT signifikant bei den Tracebefehlen !**

Anbindung von PROOF an SLX

Die An- oder Einbindung von PROOF an SLX ist wie folgt möglich:

Option A. - direkt im Sourcecode

- Generierung der Trace-Statements mit Standard-Ausgabebefehlen mit
  - Ausgabe der Generierungs- und Bewegungsbefehle
  - Ausgabe der Time-Codes

  Bsp.:

  ```
  write file=atf (obid, “Path1", 2) "place _ on _ speed _.___\n";
  write file=atf (time )        “time  _.___\n";
  ```

  - **Zusatzaufgaben:**
    - ggf. unnötige Timestamps unterdrücken (bei Ausgaben zur gleichen Simulationszeit)
    - ggf. abweichende Laufzeiten zw. Simulation und Path-Animation beachten und überschreiben (rausnehmen aus PATH…)
    - Vernichtung am Ende

Anbindung von PROOF an SLX II

Die An- oder Einbindung von PROOF an SLX ist wie folgt möglich:

Option B. - durch Verwendung der Erweiterungsbiliothek PROOF.slx

(ist gleichzeitig auch ein Beispiel zur Erweiterung des SLX-Compilers)

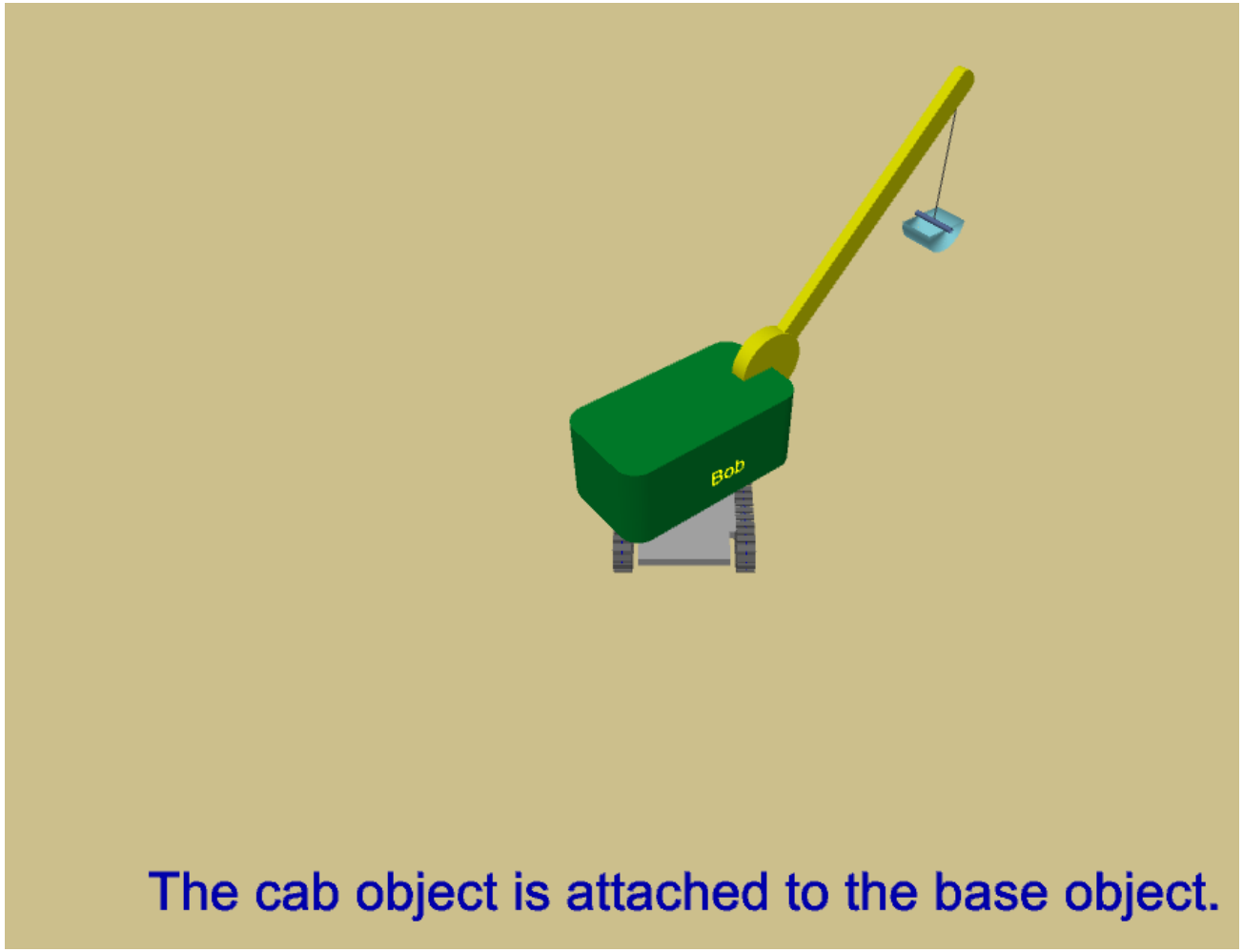
```
PA_Set path "Bob:Base:LeftTrack:TrackPath" speed 0;
+ {
+ if (AnimationActive)
+          {
+          write_time_stamp();
+          write file=atf ("Path1", 0) "set path _ speed _.___\n";
+          }
```

- PA_Set und weitere Befehle werden definiert durch `import "Proof3d.slx"`
- Dieser Modul erweitert SLX um PROOF-Animationsbefehle, welcher bei der Übersetzung in den SLX-Code (siehe +Zeilen) eingefügt werden
- Komplexes Beispiel - siehe crane.slx

Vorteile:

- Standardtests (wie auch " AnimationActive) leicht versteckbar
- besser lesbarer Code (ggf. aber auch mit Unterprogrammbib.)

Beispiel zur Animationskopplung von SLX



Grafisch relativ aufwändige Animation im Modell „cran.slx“
mit einzeln ansteuerbaren Modellkomponenten

Zusammenfassung zur Animation mit PROOF und SLX

Allgemein

- Die PROOF-SLX Kopplung kann als ein Beispiel für eine abgesetzte Animationsumgebung gesehen werden, wie diese bei den ersten Generationen von Simulatoren sehr typisch war.

Vorteile

- PROOF lässt sich sehr gut von der Simulation aus ansteuern
- Installationsaufwand (DirectX) und Laufzeitverhalten sind sehr gut
- Der Aufwand zur Visualisierung kann von einfachen Drahtmodellen bis hin zu schattierten 3D-Modellen beliebig angepasst werden.

Gewisse Nachteile liegen in der Natur der Quelltextprogrammierung

- **JEDE** Animationsbewegung **MUSS** im Simulationsquellcode eingebaut werden!
- Bei größeren Modellen schnell unübersichtlich – Ausweg durch automatisierte Codegenerierung analog zu Bausteinsystemen (vgl. VL Bausteinsysteme)

Fazit:

- bei Abstrichen am Modellierungskomfort (und zeitgemässen 3D-Ansichten) sehr gute Kombination