

SPE3D – ein universeller Animationsserver

Nico Krebs
Frank Bahrmann

Andre Schaaf
Thomas Wiedemann
HTW Dresden ^{*1}

Zusammenfassung

Mit dem nachfolgend beschriebenen 3D-Animationsserver SPE3D wird eine echte Client-Server-Anwendung für die 3D-Animation bereitgestellt. Dieser in JAVA programmierte Animationsserver bietet durch ein Plugin-System die Möglichkeit, unabhängig von der verwendeten Hardware und vom Betriebssystem 3D-Animationsskripte interaktiv zu erstellen und oder in Echtzeit ablaufen zu lassen. Dabei können durch einen integrierten Parser auch komplexe 3D-Objekte sehr flexibel erstellt werden und sind durch die Schaffung neuer, anwendungsspezifischer Befehle sehr effektive und schnell ausführbare Animationsskripte möglich.

1 Einführung

Beim modularen Aufbau von Simulationssystemen oder bei der Visualisierung komplexer 3D-Bewegungsabläufe wird ein sehr variabel ansteuerbares Animationswerkzeug benötigt. Vorhandene Lösungen auf der Basis von VRML oder OpenGL stellen eine sehr gute Funktionalität bereit, jedoch sind die 3D-Szenarien meist komplett vorab zu generieren und ist eine Beeinflussung der Szenen zur Laufzeit ebenfalls relativ schwierig. Auch eine parallele Arbeit mit mehreren Anwendern, wie dies bei der Diskussion von Designstudien oder Prozessen in der verteilten Gruppenarbeit nötig wäre, ist meist nicht möglich. Aus diesem Grund wurde auf der Basis verfügbarer Grafikstandards wie Java3D und OpenGL eine neue Applikation SPE3D zur universellen Ansteuerung dieser Grafiksysteeme entwickelt.

Die Hauptziele bei der Entwicklung waren eine gute Unterstützung der interaktiven Arbeit an der 3D-Darstellung, eine möglichst flexible Anpassung an die spezifischen Anforderungen der Anwender und eine Wahlfreiheit bei der Hardware- und Softwarebasis.

¹* Fachbereich Informatik /Mathematik , F.-List-Platz 1 D-01069 Dresden, Germany

2 Die Architektur des Animationssservers

Zur Absicherung eines universellen Einsatzes ist der SPE3D-Animationsserver vollständig in JAVA programmiert und somit unabhängig vom verwendeten Betriebssystem. Da auch die zugrunde liegenden Grafikbibliotheken als Visualisierungsplugins ebenfalls in JAVA programmiert sind, bildet das ganze System ein vollständig gekapseltes, plattformunabhängiges Paket.

In Anlehnung an andere Client-Server-Systeme aus dem Datenbank- oder Webbereich soll der Animationsserver zu jedem Zeitpunkt durch entsprechende Befehle von außen steuerbar sein. Die Quelle der Animationsbefehle ist dabei unerheblich: Sowohl manuelle Befehle bei einer interaktiven Bedienung des Servers wie auch automatisch generierte Befehlssequenzen aus einem Simulationslauf sind dabei möglich.

Zur Verarbeitung der Befehle verfügt der Animationsserver über einen entsprechenden Parser. Nach einem ersten, durch die notwendige Befehlskomplexität weniger erfolgreichen Einsatz von Standardparsern, wurde in einer 2. Version auf den Einsatz einer FORTH-ähnlichen Syntax gesetzt [Bro04]. Die Ablage aller Parameter auf einem Stack und der darauf folgende Aufruf eines Befehls (auch als UPN - Umgekehrt Polnische Notation bezeichnet) vereinfachte die Entwicklung des Parsers deutlich und erlaubt sogar die Integration eines kleinen Sprachcompilers. Damit können häufig wiederkehrende Befehlssequenzen als neue Befehle abgelegt und effektiver aufgerufen werden.

Die durch den Parser aufgelösten Befehlsfolgen werden über eine Schnittstelle an die jeweilige Grafikbibliothek gesendet und von dieser ausgeführt. Je nach Befehl wird vom Visualisierungs-Plugin eine Statusmeldung abgegeben und als Textmeldung ebenfalls an den Animationsclient übermittelt. Der gesamte Ablauf und die Basisarchitektur kann Abb. 1 entnommen.

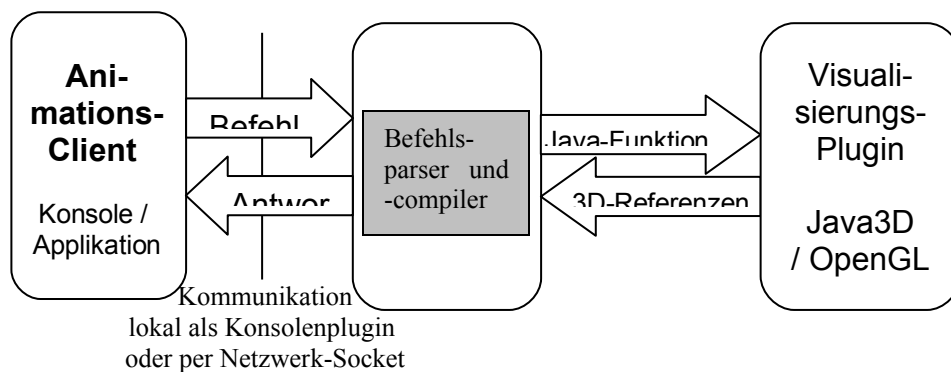


Abbildung 1: Die Basisarchitektur des SPE3D-Animationsservers

3 Der Funktionsumfang des Animationssservers

3.1 Der Spe3dForth - Parser

Spe3dForth ist eine an FORTH angelehnte, interpretierte Skriptsprache mit großem Funktionsumfang und benutzt eine umgekehrt polnische Notation (UPN) um Programmcode zu verarbeiten. Diese Syntax ist sehr flexibel und beliebig erweiterbar. So lässt sich damit auch wiederum eine in UPN notierte Programmiersprache entwickeln. Damit ist diese Sprache nicht nur eine einfache Skriptsprache, sondern im erweiterten Sinne auch Betriebssystem, integrierte Entwicklungsumgebung und Programmiersprache zugleich.

Mit Spe3dForth lässt sich auf einfachste Weise selbstmodifizierender Code erstellen, der sich zustandsabhängig verändert und somit auf Eingaben und Ereignisse reagieren kann.

Die implementierten Funktionen umfassen die Mathematischen Grundfunktionen und Funktionen um globale und lokale Variablen zu erstellen, zu löschen und zu manipulieren. Weiterhin beinhaltet es Vergleichs- und logische Operatoren, Datenbankfunktionen um 3D-Objekte zu gruppieren, Gruppen zusammenzufassen und wieder aufzulösen und Objekte mit bestimmten Eigenschaften auszuwählen.

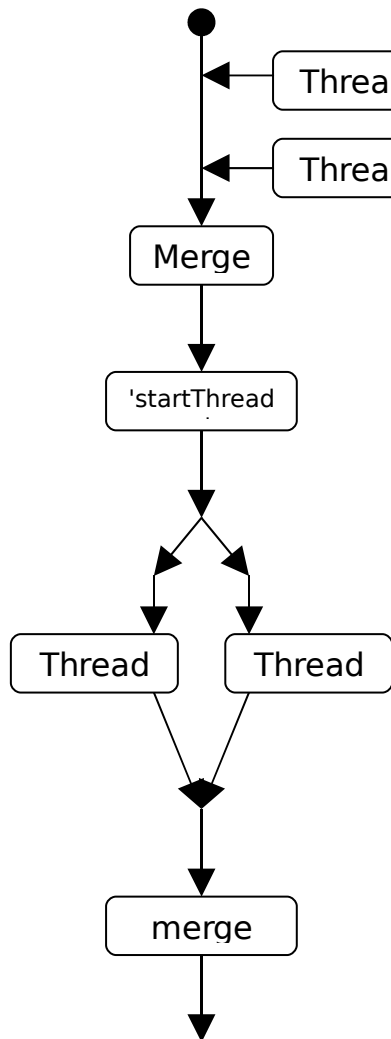
Spe3dForth bietet natürlich auch die Möglichkeit, den Programmablauf zu beeinflussen. Verfügbar sind Zählschleifen und If-Else-Abfragen. Auch können eigene Funktionen deklariert und aufgerufen werden.

Die für das Hauptanwendungsgebiet wohl wichtigsten Funktionen sind die 3D-Funktionen mit denen Objekte erstellt, manipuliert und animiert werden können. Es können Eltern-Kind-Beziehungen zwischen Objekten hergestellt werden. Transformationen und Animationen des Elternobjekts wirken sich dann auch auf die Kind-Objekte aus, was die Konstruktion etwa von Robotern stark vereinfacht. Damit genügt es, einen Ausleger als Kind eines Gelenks zu definieren. Wird das Gelenk nun z.B. gedreht, dreht sich ebenso der Ausleger, als wären Gelenk und Ausleger mechanisch verbunden.

3.2. Die parallele Ausführung von Animationsthreads

Zur gleichzeitigen Animation von unterschiedlichen Objektgruppen muss eine parallele Steuerung der einzelnen Animationssequenzen erfolgen. Moderne Computer werden normalerweise nicht mehr, wie früher üblich, mit einem Single-Core-Prozessor ausgeliefert, sondern beherbergen 2, 3, 4 oder mehr Rechenkerne und würden eine gewisse Parallelität erlauben. Heutige Programmiersprachen kommen jedoch nicht ohne umständliche und schwer debugbare Synchronisierungsmaßnahmen aus.

Auch in Spe3dForth ist es möglich, parallel zu programmieren. Um dies dem Programmierer so einfach wie möglich zu machen, wurde ein spezielles Multi-threading System entwickelt, welches sich durch folgende Merkmale auszeichnet:



- Threads werden von einem **Merger** verwaltet und gestartet
- bei der Deklaration eines Threads wird dieser in den Merger eingefügt. Ein **ThreadPack** wird erstellt und kann um weitere Threads erweitert werden
- Der Merger muss explizit gestartet werden, was durch den Befehl "startThreads" realisiert wird.
- Threads können lokale und globale Variablen erstellen
- Globale Variablen werden im Speicher des Threads vorgehalten
- Nach Beendigung aller Threads werden deren neue globale Variablen in SpeedForth eingemischt(**merge**)
- Schon vorhandene Variablen werden dabei nicht überschrieben
- Das Hauptprogramm wird für die Zeit der Threadausführung angehalten und erst fortgesetzt, wenn alle vorher gestarteten Threads terminiert haben

Bildlich gesprochen trennt sich der Hauptprogrammstrang an der Stelle auf, an der die Threads gestartet werden. Mit Beendigung aller Threads wird das Hauptprogramm weiter ausgeführt.

Dieses Modell der parallelen Programmierung hat einige Vor- und Nachteile:

Vorteile:

- paralleles Programmieren ist extrem einfach
- Deadlocks, konkurrierende Schreibzugriffe auf gemeinsame Ressourcen sowie Synchronisationsprobleme existieren nicht

Nachteile:

- Keine "echte" Nebenläufigkeit der Threads neben dem Hauptprogramm
- keine Kommunikation zwischen den Threads eines ThreadPacks

Als Ausweg sind für eine spätere Version von Spe3dForth Prozesse geplant, die miteinander über ein vereinfachtes Socket-Konzept kommunizieren.

4 Erweiterbarkeit und modularer Aufbau

SPE3D ist sehr flexibel und erweiterbar. Es können zwei verschiedene Arten von Plugins eingebaut werden: Visualisierungs-Plugins und Spe3dForth-Plugins. Entwickeln wird auf der Projekt-Homepage [Krebs07] ein Developer-Paket zum Download geboten in dem diverse Interfaces und Klassen zur Ansteuerung der Visualisierung und zum Entwickeln eigener Forth-Funktionen bereitgestellt werden. Damit ist es möglich, Spe3dForth mit neuen, eigenen Funktionen auszustatten, wenn Programmierern die vorhandenen Möglichkeiten nicht ausreichen sollten.

4.1 Das Visualisierungs-Plugin - 3V1L

Das Visualisierungs-Plugin 3V1L (Details unter [Schaaf07]) basiert auf Java3D und wird direkt als Plugin, später auch als Netzwerkklient an SPE3D angebunden. Die wichtigsten Features sind:

- Einfügen von Animationsdaten
- Anhalten/Pausieren der Animation
- Entfernen von Animationen
- Zeitabschnitte animieren
- Animation beschleunigen/verlangsamen
- Springen zu Animationszeiten

Alle Segmente des Raumgitters sind als Wireframe Würfel dargestellt. Die Einzelsegmente werden dabei mit "x.y.z" nummeriert und sind frei ansprechbar. Jedes Raumgitter enthält einen "SpacePathTracker" der Übergänge von einem Segment in ein anderes in einer kleinen Animation verfährt.

In den Ansichten sind folgende Operationen möglich :

- Einfügen von Schnittebenen. Schnittebene definieren (Höhenvektor, zwei Ebenenvektoren) Schnitt wird berechnet und als Einzelobjekt angezeigt
- Object-picking-Verhalten: wenn das gepickte Objekt in einer Objektgruppe ist, wird die gesamte Gruppe angezeigt, alle anderen Objekte halbtransparent
- Explosionsansicht: Abstandsvektor zwischen Mittelpunktobjekt und herauszustellendem Objekt wird berechnet. Darauf wird das zweite Objekt verschoben. Der Explosionsfaktor (Faktor der den Abstand der Objekte zueinander angibt) ist variabel.

5 Ausblick

Es ist geplant, SPE3D zu einem voll funktionsfähigen Server mit einer Behandlung der Grafikobjekte analog zu einem Datenbankserver auszubauen. Damit können Gruppen von Grafikobjekten mit einer SELECT-Operation temporär zusammengefasst und beliebigen Operationen unterworfen werden.

Durch die Integration von Lock-Mechanismen kann dann auch mit mehreren Benutzern gleichzeitig an einer 3D-Szene gearbeitet werden. Dabei ist die Kommunikation zwischen Clients und Server zu verschlüsseln, um sicheres Bearbeiten professioneller Projekte zu gewährleisten.

Die Anwender können dann mit mehreren Visualisierungen auf eine Datenbank zuzugreifen, welche von einem zentralen Steuerclient gesteuert wird. So sind vielfältige Anwendungen denkbar. Man könnte damit VoIP-Konferenzen neue Möglichkeiten der Dokumentenbearbeitung geben, was nicht allein auf 3D-Dokumente beschränkt ist, sondern sich auch problemlos auf Texte, Bilder oder Videos anwenden lässt. Verteilte Simulationen aber auch Präsentationen werden von diesen Erweiterungen stark profitieren.

Volumendaten wie sie MRT- und CT-Maschinen beispielsweise zur Verfügung stellen, können ebenfalls visualisiert werden.

Um derart rechenintensive Arbeiten durchzuführen wird SPE3D an vorhandene High-End-Grafikhardware angebunden werden können. Dies wird über Java3D erfolgen, womit es dann auch beliebig ist, welche Shader-Sprache der Entwickler bevorzugt.

Literatur

[Bro04] Leo Brodie. Starting FORTH. Prentice-Hall Software Series, Second Edition, 2007

[Krebs07] Nico Krebs. <http://www.nkcomputer.de>, 2007

[Schaaf07] Andre Schaaf. <http://www.nkcomputer.de/evil>, 2007