

# Exploration von sozialen Netzwerken im 3D Raum am Beispiel von SoNVR für Last.fm

Andreas Bluhm, Jens Eickmeyer, Tobias Feith, Nikita Mattar, Thies Pfeiffer

AG Wissensbasierte Systeme  
Technische Fakultät, Universität Bielefeld  
33501 Bielefeld, Germany

E-Mail: {abluhm,jeeickme,tfeith,nmattar,tpfeiffe}@techfak.uni-bielefeld.de

**Zusammenfassung:** Die Portale für soziale Netzwerke im Internet gehen mittlerweile deutlich über die Verwaltung einfacher Bekanntschaftsbeziehungen hinaus. Ihnen liegen immer reichhaltigere Datenmodelle zu Grunde. Darstellung und Exploration dieser Netzwerke sind eine große Herausforderung für die Entwickler, wenn beides nicht zu einer solchen für die Benutzer werden soll. Im Rahmen eines studentischen Projektes wurde die dritte Dimension für die Darstellung des komplexen sozialen Netzwerkes von Last.fm nutzbar gemacht. Durch die entwickelte Anwendung SoNVR wird das Netzwerk interaktiv und intuitiv sowohl am Desktop, als auch in der Immersion einer dreiseitigen CAVE explorierbar. Unterschiedliche Relationen des sozialen Graphen können parallel exploriert und damit Zusammenhänge zwischen Individuen intuitiv erfahren werden. Eine Suchfunktion erlaubt dabei die flexible Komposition verschiedener Startknoten für die Exploration.

**Stichworte:** soziale Netzwerke, Last.fm, Graphen, CAVE, Visualisierung, Interaktion, Wii

## 1 Einleitung

Heute bieten Internetportale wie Facebook, studiVZ, Xing oder MySpace die Möglichkeit, riesige soziale Netzwerke sowohl im privaten als auch im beruflichen Leben aufzubauen. In der ersten Generation dieser Netzwerke stand das reine Ausdrücken von Freundschafts- oder Bekanntschaftsbeziehungen im Vordergrund.

In neueren Generationen werden die Basisinformationen der expliziten sozialen Beziehung durch andere, sekundäre, Informationen erweitert. Bei Last.fm [Las09] stehen so z.B. nicht mehr die Benutzer und die Kontaktaufnahme untereinander im Vordergrund. Nutzer können zusätzlich zu ihren Profildaten die von ihnen gehörten Lieder, sowie deren Interpreten festhalten, um ihren Musikgeschmack zu präsentieren. Neben dem weiterhin vorhandenen expliziten Freundesnetzwerk besteht dadurch die Möglichkeit, neue Leute über einen ähnlichen Musikgeschmack, also implizite soziale Nähe, kennenzulernen. Last.fm nennt diese Beziehungsrelation "Nachbarschaft". Mit diesen Informationen liefert Last.fm darüber hinausgehend den Benutzern auch einen echten Mehrwert: aus dem persönlichen Musikprofil und dem Abgleich mit anderen Benutzern werden Musikvorschläge generiert: Was jemandem gefällt der ähnliche Musik hört wie Du, das könnte auch Dir gefallen.

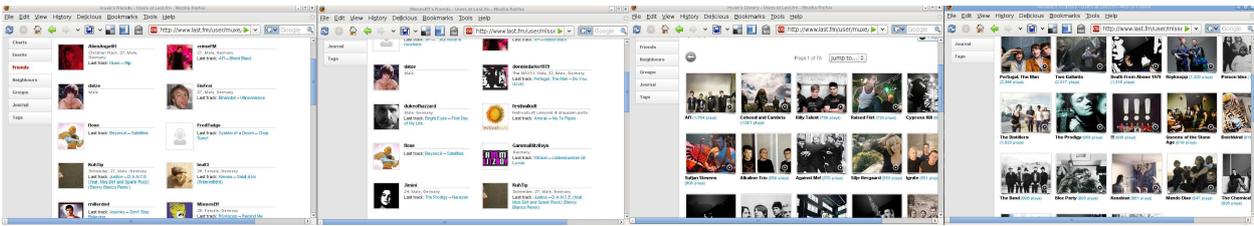


Abbildung 1: Das 2D Browser-Interface erlaubt nur eine sehr eingeschränkte Exploration der Daten. Um die Freunde und die Interpretenliste von nur zwei Benutzern zu vergleichen werden vier Browserfenster benötigt.

Die sich bildenden Interessengruppen und Freundschaftsbeziehungen spannen schnell ein sehr großes soziales Netzwerk auf. Jedoch ist ein initialer realer Kontakt lange nicht mehr ausschlaggebend für virtuelle Nachbarschaftsbeziehungen. Daher ist die Art der Präsentation und Interaktion besonders wichtig.

Technisch stellt sich also die Frage, wie solche großen Netzwerke sinnvoll visualisiert werden und wie Benutzer komfortabel mit ihnen interagieren können. Im Vordergrund steht der Gedanke, dass man möglichst auf einen Blick Verbindungen bis hin zu Gruppenbildungen (gleicher Musikgeschmack, gleiche Hobbys etc.) oder auch nicht personenspezifische Zusatzinformationen (ähnliche Künstler, ähnliche Interpreten) schnell erfassen kann. Bisher beschränkt sich die Darstellung in den Portalen auf die einzelner Profilsseiten. Auf diesen Profilen kann man zu jedem einzelnen Nutzer z.B. Informationen finden wie Hobbys, Interessen, Musikgeschmack oder Freunde. Möchte man aber herausfinden, welcher der Freunde die gleichen Hobbys verfolgt und somit vielleicht zu der gleichen sozialen Gruppe gehört (Sportverein, Band o.ä.), hat man nur die Möglichkeit, sich von Profil zu Profil zu hangeln (Abb. 1) und die Informationen mit dem Anfangsprofil zu vergleichen.

Im Allgemeinen ist es eine Herausforderung, große Netzwerke in 2D zu visualisieren. Die naheliegende Möglichkeit der Präsentation als Graphen wird von den wenigsten Portalen angewendet. Ein wesentliches Problem in der 2D Darstellung von sozialen Netzwerken ist, dass bei großen Informationsmengen und Vernetzungen Kantenüberschneidungen unvermeidbar sind. Die Übersichtlichkeit leidet sehr schnell, da man nicht alles auf einen Blick darstellen kann. Zwei einzelne Freundeskreise könnte man derart darstellen, dass sich Freunde um einen gemeinsamen Freund im Kreis anordnen. Sind die Freunde des ersten Freundeskreises untereinander ebenfalls befreundet, kann man auch das durch einfache Verbindungen darstellen (je nach Dichte kann es auch hier schon zu Problemen kommen). Kommt ein dritter Freundeskreis hinzu und sind die dargestellten Personen zwischen den Freundeskreisen auch bekannt, dann wird die Darstellung zu einem Kantenknäuel das in zwei Dimensionen nicht mehr direkt nachvollziehbar ist.

SoNVR, *Social Networks in Virtual Reality*, nimmt sich diesen Herausforderungen auf mehrere Weisen an. Zum einen werden die sozialen Beziehungen als Graphen in einem 3D Raum dargestellt, um mehr Freiheitsgrade und weniger Probleme durch Überlappungen zu

haben. Letzteres kann jedoch nur mit der interaktiven Darstellung seinen Vorteil ausspielen: durch leichte Perspektivenänderungen können die durch die Projektion bedingten Überlappungen leicht und intuitiv aufgelöst werden. Weiterhin erlaubt die Anwendung die Komposition von mehreren Bekanntschafts-/Näherelationen, so dass z.B. Ausschnitte des Freundschäftsnetzwerkes parallel mit der Nähe des musikalischen Geschmacks dargestellt werden können. Wesentlich dabei ist auch wieder die Interaktion, die eine inkrementelle Exploration des sozialen Raumes erlaubt und damit die kognitive Belastung durch die Informationsflut reduzieren soll. Die Anwendung läuft dabei auf dem Desktop und in der CAVE.

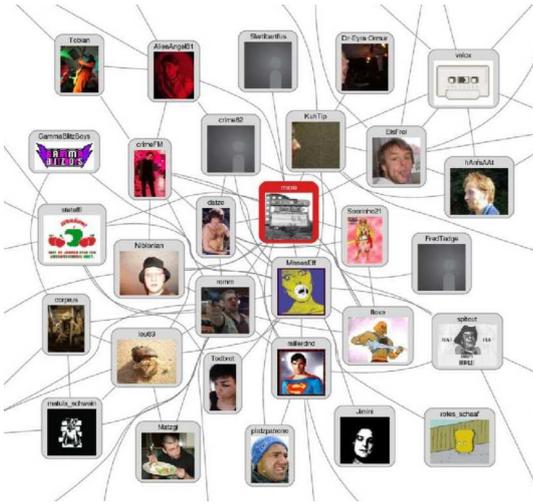
## 2 Stand der Forschung

Die wenigen vorhandenen Visualisierungen von sozialen Netzwerken arbeiten meist mit Graphen in 2D. Das Kernproblem ist, möglichst viele Daten geschickt und ohne Überschneidungen darzustellen.

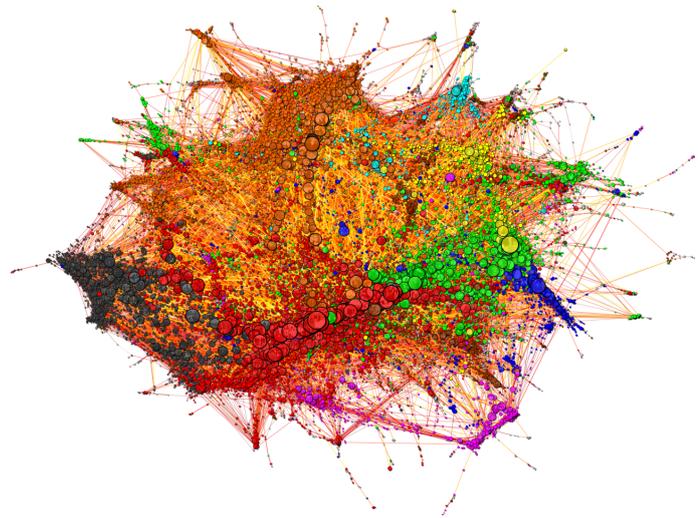
Gerade bei der Visualisierung der Freunde erkennt man schnell die Problematik solcher 2D Graphen, wie man z.B. an der Visualisierung eines Freundesnetzwerks mittels Last.fm Tools [Sho09] sehen kann (Abb. 2a). Schon nach der ersten Freundesfreundebeziehung ist das gesamte Netzwerk unübersichtlich und die Verbindungskanten nicht mehr eindeutig zuordenbar. Die Untergruppen des aufgespannten sozialen Netzwerkes werden bei dieser Darstellung nicht ersichtlich. Mögliche alternative Darstellungen mit der Unterstützung von Gruppen bzw. Unterbäumen wären Radialbäume [YFDH01] oder Hyperbäume [dSdSE03], die abweichend von populären statischen Visualisierungsansätzen großer Netzwerke [GN99], auch interaktiv einsetzbar sind. Ansätze dazu finden sich in Last.forward [Tho09], jedoch arbeitet diese Anwendung benutzerzentriert und erlaubt weder eine tiefere Exploration, noch die Betrachtung mehrerer Knoten zum gleichen Zeitpunkt.

Ein genereller Bottleneck der Graphvisualisierung ist die Auflösung des Bildschirms. Durch geeignete Navigationselemente muss daher der begrenzte Raum sinnvoll strukturiert und damit der Anwender unterstützt werden. Auf diese Weise werden zwar in der Regel nicht alle Informationen auf den ersten Blick ersichtlich, sie können aber inkrementell vom Anwender exploriert werden. Für hierarchische Strukturen wurde z.B. mit den Collapsible Cylindrical Trees [DE01] eine sehr kompakte Navigationsmöglichkeit entwickelt, die sich z.B. auch für eine breadcrumb-History bei Drill-Downs eignet. Im Beispiel der Profilseiten von Last.fm könnte man so einen Weg zwischen zwei Profilseiten und den Freunden, die sie miteinander verbinden, aufzeigen. Man würde jedoch niemals alle anderen Freunde sehen.

Bei der Visualisierung von großen Netzwerken spielt eine geordnete Darstellung der einzelnen Komponenten eine wichtige Rolle. Deshalb sind in den letzten Jahren einige Algorithmen vorgeschlagen worden, um die komplexe Graphstruktur der Netzwerke zu entwirren und eine verbesserte Übersicht zu erreichen. Dabei spielt es eine große Rolle, welche Information aus den Daten gewonnen werden soll, denn meistens erhöhen die Layoutalgorithmen nicht nur die Übersicht, sondern dienen gleichzeitig dazu, versteckte Strukturen in den Daten sichtbar zu machen. Ein gutes Layout löst die Probleme der Darstellung von möglichst vielen



(a) Darstellung des Freudenetzwerk durch das Last.fm Freunde Tool [Sho09].



(b) *Interactive Map* der bei Last.fm registrierten Interpreten [Nep09].

Informationen sowie die Ausnutzung des begrenzten Platzes. Ein kräftebasierender Layouter [Kre05] beispielsweise versucht mittels zweier Kräfte die Überlagerung von Kanten und Knoten zu minimieren und gleichzeitig verwandte Knoten nah beieinander darzustellen. Die erste Kraft sorgt mit einer magnetischen Abstoßung dafür, dass Knoten sich gleichmäßig im Raum verteilen. Dem entgegen steht die Kraft einer Feder mit der zwei Knoten zueinander hingezogen werden, wenn diese durch eine Kante verbunden sind. Der größte Vorteil des Layouters ergibt sich aus dem Gestaltgesetz der Nähe, welches besagt, dass benachbarte graphische Elemente als zusammengehörig wahrgenommen werden. So schafft es dieser Algorithmus Subgraphen und Cluster sehr gut darzustellen. In 3D arbeitet dieser Algorithmus effektiv. Beim Expandieren eines neuen Knotens werden die Unterknoten innerhalb einer Kugel um den Wurzelknoten angeordnet. Den genauen Abstand kann man dabei mit einer individuellen Gewichtung bestimmen. Wird ein Unterknoten expandiert und bilden sich um diesen auch wieder neue Knoten, erhöht sich seine Gewichtung zum eigenen Ursprungsknoten und er wird aus dem alten Verbund herausgezogen, um einen neuen Zweig im Graphen aufzuklappen.

Anwendungen, die ein soziales Netzwerk in einem 3D Raum abbilden und somit wesentlich mehr Platz zur Darstellung ausnutzen können, sind bisher eher seltener. Eine Anwendung wie die *Interactive Map* [Nep09] von Last.fm stellt zwar nicht das Netzwerk dar, zeigt aber die Möglichkeiten im 3D Raum. Die *Interactive Map* zeigt alle bisher in Last.fm eingetragenen Interpreten in einer Art Galaxie. Jeder Interpret stellt einen Stern, in der Farbe seiner Musikrichtung (rot = Rock, gelb = Jazz ... usw), dar. Je öfter ein Interpret von Nutzern angegeben wurde, desto größer der Stern. Leider bietet dieses Tool keine Interaktionsmöglichkeiten, außer einem Zoom und einer Suchfunktion.

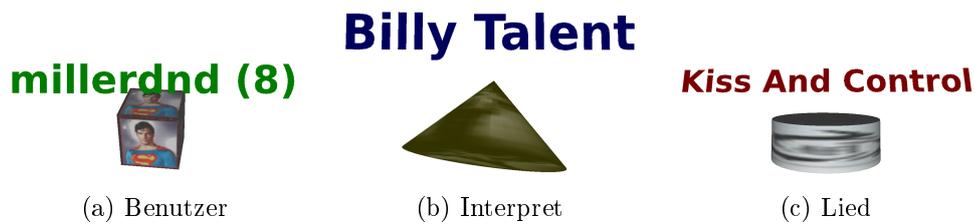


Abbildung 2: Die verschiedenen Symbole der Knotenvisualisierung.

### 3 Konzeption

Das Internetportal Last.fm bietet Nutzern die Gelegenheit, neben ihren Profildaten und Freundschaften eine Liste aus Musikstücken und Interpreten aufzubauen. Über diese Liste stellen sie ihren individuellen Musikgeschmack dar und bieten gleichzeitig anderen Nutzern die Möglichkeit, Musik ähnlich zum eigenen Geschmack zu finden. So baut Last.fm indirekt ein sekundäres soziales Netzwerk auf, das sich aus den Musikgeschmäckern und den Nutzern bildet, die in ihrem Geschmack übereinstimmen. Die Daten stellt Last.fm über eine Webservice-API frei zur Verfügung. Als Beziehungen zwischen Nutzern gibt es Freundschaft und Nachbarschaft. Zwischen Nutzern und Liedern, sowie zwischen Interpreten und Liedern gibt es die Beziehung TopTracks. Die Beziehung zwischen Nutzern und Interpreten heißt TopArtists.

#### 3.1 Visualisierung

Um dem Nutzer ein effizientes Explorieren des sozialen Netzwerkes zu ermöglichen, muss dessen inhärente Graphstruktur übersichtlich und verständlich abgebildet werden. Dabei gilt es in erster Linie, die verschiedenen Komponenten des Netzwerkes differenziert darzustellen (Abschnitt 3.2) und diese möglichst plausibel im 3D Raum anzuordnen (Abschnitt 3.3).

#### 3.2 Darstellung der Komponenten

Netzwerke bestehen aus Elementen (Knoten) und ihren Verbindungen (Kanten). Es werden drei Knotentypen unterstützt: Benutzer, Interpreten, und Lieder. Diese werden jeweils als Würfel, Kegel oder Zylinder dargestellt (Abb. 2). Auf diese Weise kann jeder Knoten anhand seiner Darstellung eindeutig zugeordnet werden. Zusätzlich wird ein eventuell bereitgestelltes Bild als Textur und der Name als Beschriftung über jedem abgebildeten Knoten verwendet.

Außerdem ist diese Information ebenfalls in der Farbe der Kanten kodiert, welche anzeigt, um was für einen Verbindungstyp es sich handelt. Diese eigentlich redundante Information erleichtert bei größeren Abständen die Orientierung. Zusätzlich zum Verbindungstyp wird die Stärke der Verbindung zweier Knoten in die Darstellung der Kante integriert. Die Dicke der Kante entspricht dabei der Stärke der Verbindung und erlaubt eine direkte Bewertung der Ähnlichkeit zweier Knoten. Diese Bewertung wird von der API von Last.fm geliefert und basiert auf Ähnlichkeitsmaßen des kollaborativen Filterns [GNOT92].

### 3.3 Layout

Als Layoutalgorithmus wurde zur Visualisierung von LastFM ein kräftebasierender Algorithmus gewählt, wie er in Abschnitt 2 beschrieben wurde. Durch die Simulation eines physikalischen Systems entsteht eine kompakte und übersichtliche Darstellung der Netzwerkstruktur. Last.fm und Cluster werden direkt ersichtlich. Dies ist bei der Exploration des Graphen ein enormer Mehrwert gegenüber anderen Layoutalgorithmen, in welchen die Nähe von verwandten Knoten meist eine untergeordnete Rolle spielt. Im 3D Raum erhält man mit diesem Algorithmus eine Verästelungsstruktur, bei der die Endknoten die Form von "Pustebäumen" haben. Zueinander gehörige Gruppen werden hierbei automatisch wegen ihrer Gewichtung zusammen gezogen und erhalten durch ihre Verbindungen untereinander eine Stabilität gegenüber neu entstehenden Knoten (Abb. 3d). Diese werden wiederum eher aus dem System herausgezogen werden, wenn sie genug eigene (bisher unbekannte und nicht verbundene) Unterknoten haben.

Durch die physikalische Simulation eignet sich der Layout-Algorithmus hervorragend für die interaktive Exploration, da einzelne Knoten mit sofortiger Wirkung auf das Layout gegriffen und verschoben werden können.

### 3.4 Zielplattform

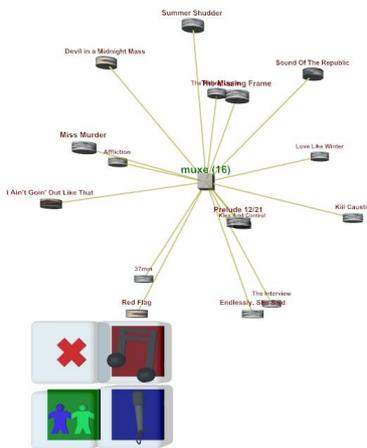
Die Interaktion mit dem Netzwerk im 3D Raum stellte insbesondere durch die Anforderung, sowohl auf dem Desktop als auch in einer dreiseitigen CAVE laufen zu sollen, eine Herausforderung dar. Ersteres sollte eine breite Nutzbarkeit der Anwendung und eine vereinfachte Entwicklung ermöglichen. Letzteres ermöglichte die einfache Integration dynamischer Perspektiven und erweiterte Interaktionsformen. Für die Desktop Anwendung bleibt eine PC-Maus die Standardeingabe und hilft bei der Navigation durch die Szene. In der CAVE wird mittels Wii Remote navigiert und selektiert. Die Wii Remote ist jedoch auch am Bildschirm zur Navigation einsetzbar.

### 3.5 Interaktion

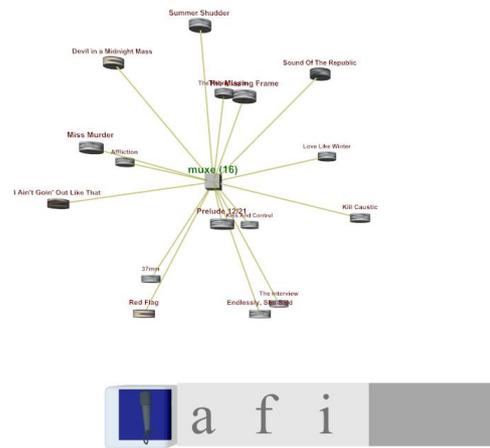
Ein Schwerpunkt der Arbeit lag auf der Entwicklung einer geeigneten Steuerung von SoNVR. Dabei sollte eine interaktive, schrittweise Exploration des Graphen möglich sein. Diese Interaktion erweitert bisherige statische Darstellungskonzepte wie "Distance Scaling" oder "Classical Scaling" [Pfe08]. Sie gestattet es dem Nutzer, sein Netzwerk dynamisch zu explorieren und uninteressante Teile schneller zu ignorieren.

### 3.6 Navigation und Selektion

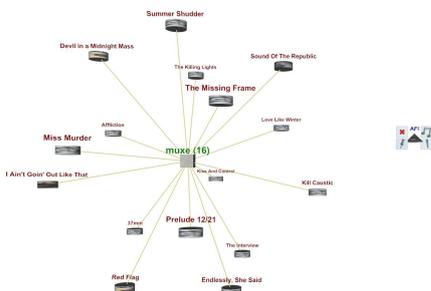
Grundsätzlich basiert die Steuerung auf beiden Systemen auf einem Zeigestrahl mit dem einzelne Komponenten selektiert und manipuliert werden können. Ben Shneiderman formulierte mit seinem Mantra 'Overview first, zoom in and filter, then details on demand' eine wichtige Eigenschaft an interaktive Visualisierungen [Shn96]. In SoNVR werden zunächst die



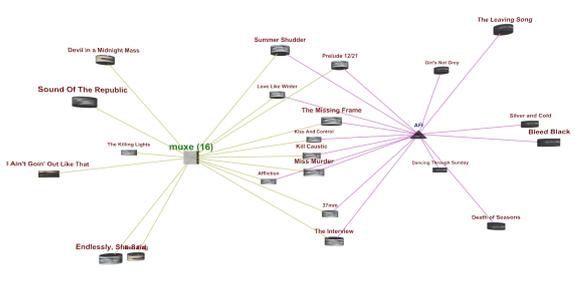
(a) Benutzer *muxe* mit Lieblingsliedern, links unten Beispiel für HUD Menü zur Suche



(b) Texteingabe im ARCADE-Stil erlaubt die Suche nach dem Interpret *AFI*



(c) Über das lokal verankerte Menü (klein, rechts) können die Lieder des gefundenen Interpreten expandiert werden



(d) Die Ergebnisse werden eingeblendet und das Layout angepasst, Lieblingslieder vom gleichen Interpreten sind leicht erkennbar

Abbildung 3: Mit der Graphendarstellung lassen sich die Beziehungen zwischen den Benutzern, Liedern und Künstlern leicht explorieren, hier gezeigt an der Desktop-Version.

Steuerungselemente zur Exploration des Graphen verborgen und erscheinen erst bei Bedarf, welcher durch einen Klick auf einen Knoten signalisiert wird. Daraufhin entfaltet sich ein lokal verankertes Menü, mit dem man den Graphen expandieren kann (Abb. 3c).

Am Desktop wird die Maus zur Steuerung des Zeigestrahls verwendet. Mit dem linken Mausbutton werden dabei die Steuerungselemente der Komponenten bedient. Außerdem stehen die Standardnavigationen *Examine*, *Walk*, *Fly*, *Free Fly* und *Look At* zur Verfügung, um sich frei im 3D Raum zu bewegen und zu orientieren.

Für die CAVE wurde eine Interaktion über eine Kombination aus einer Wii Remote und einem optischen Tracking der ART GmbH realisiert. Dazu wurde ein entsprechendes Target auf der Wii Remote angebracht, ein kostengünstiger Ersatz für einen Flystick. Mithilfe des Targets wird die Ausrichtung des Zeigestrahl realisiert und die Selektion dann mit einem Knopfdruck ausgelöst. Die Navigation im Raum findet im freien Flug alleine durch die Kontrollen der Wii Remote statt (Steuerkreuz zur Orientierungsänderung und zwei Knöpfe für vor/zurück).

### 3.7 Manipulation

Die Knoten können gegriffen (Drag'n'Drop per Maus oder Wii) und im Raum verschoben werden. Das Layout passt sich dabei interaktiv der Manipulation an. Einzelne Knoten können jederzeit fixiert und damit vor weiteren Positionsänderungen durch das Layout geschützt werden. Durch die Kombination beider Techniken können das automatisch generierte Layout beliebig verfeinert und damit die interessanten Beziehungen stärker herausgearbeitet werden.

### 3.8 Texteingabe

Um Benutzer, Interpreten oder Lieder in Last.fm finden zu können, wird sowohl auf dem Desktop als auch in der CAVE ein im Viewpoint verankertes Head-up-Display (HUD) genutzt, welches bei Bedarf eingeblendet werden kann (Abb. 3a). Derzeit besteht das HUD aus vier Menüeinträgen, jeweils einen zur Suche nach den drei Knotentypen und einen zum Schließen des Menüs.

Nach der Auswahl des Suchtyps erfolgt die Texteingabe im ARCADE-Stil (Abb. 3b). Die hellblauen Quadrate sind Platzhalter für Buchstaben, die jeweils durchgeklickt werden können. Weitere Buchstaben können durch Klicken auf den nächsten freien Platz hinzugefügt werden. Ein Klick auf das letzte Quadrat bestätigt die Eingabe und startet die Suche.

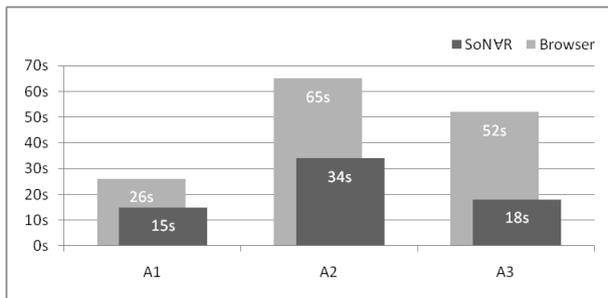
Diese Methode wurde gewählt, um ein einheitliches Bedienkonzept zu haben, welches sowohl am Desktop als auch in der CAVE mit der Wii Remote als Eingabegerät auskommt. Besonders in der 3D Umgebung der CAVE ist diese Art der Interaktion eine von vielen Möglichkeiten, wie ein Nutzer mit dem System in Verbindung steht und sein Netzwerk persönlich expandieren kann.

## 4 Benutzerstudie

Effizienz und Zufriedenheit wurden in einer Benutzerstudie getestet. Hierbei wurden Probanden drei Aufgaben gestellt, die sie zum einen mit SoNVR und zum anderen mit Hilfe der Last.fm-Seite im Browser lösen sollten. An der Studie nahmen 16 (5 weiblich, 11 männlich) Probanden im Alter zwischen 20 und 30 Jahren teil. Alle Probanden waren in einem sozialen Netzwerk angemeldet und der Großteil hatte Vorerfahrungen mit 3D-Anwendungen (Spiele, CAD etc.).

Da die Aufgaben in der Studie sowohl mit SoNVR als auch mit dem Browser bearbeitet werden sollten, wurde die Abfolge der beiden Systeme variiert, um Primingeffekte ausschließen zu können. Vor der Bearbeitung der Aufgaben konnten die Benutzer beide Systeme ausgiebig erproben. Damit sollte eine Verzerrung der Ergebnisse durch Vorwissen möglichst ausgeschlossen werden. Ausgangspunkt für die Bearbeitung der Aufgaben war immer das Profil des selben Last.fm Users.

Die Benutzerstudie (Abb. 4) hat gezeigt, dass SoNVR bei komplexen Explorationsaufgaben Vorteile gegenüber der herkömmlichen Darstellung im Browser bietet. Alle Aufgaben wurden mit SoNVR schneller gelöst (Abb. 4a): Aufgabe 2 etwa doppelt und Aufgabe 3 etwa



(a) Messung der Effizienz über die mittlere Zeit in Sekunden, die für die Bearbeitung der Aufgaben A1-3 gebraucht wurde. A1: Ist T1 unter U1s meist gehörten Tracks?; A2: Nenne drei gemeinsame Freunde von U1 und U2.; A3: U1 hört den Track T2. Nenne einen Track der diesem ähnlich ist.



(b) Messung der Zufriedenheit und der subjektiven Einschätzung der Effizienz über einen Fragebogen. VGL1-3: Welches System würdest du für die Beantwortung von den Aufgaben A1-3 bevorzugt verwenden?; VGL4: Mit welchem System, glaubst du, warst du insgesamt schneller?

Abbildung 4: Ergebnisse der Benutzerstudie in der SoNVR der browser-basierten Darstellung von Last.fm gegenübergestellt wurde.

dreimal so schnell. Das wird auch von den Probanden so empfunden und deshalb würden viele Teilnehmer der Studie SoNVR für eine erneute Beantwortung der Aufgaben 2 und 3 gegenüber dem Browser vorziehen (Abb. 4b). Besonders bei Aufgabe 2 stießen die Probanden mit dem Browser an ihre Grenzen. Auch durch das Verwenden von Tabs, mehreren Fenstern oder der Suchfunktion konnten die Freunde zweier User nicht effizient miteinander verglichen werden. Ganz im Gegensatz zu SoNVR, bei dem instantan die gemeinsamen Freunde identifiziert werden konnten. Dass es sich bei der 2. Aufgabe um eine sehr spezielle auf SoNVR zugeschnittene Aufgabenstellung handelt, war beabsichtigt. Überraschend war, dass die Probanden auch für die Exploration in die Tiefe bei der 3. Aufgabe SoNVR bevorzugten. Nur bei einfachen Suchoperationen, wie bei der 1. Aufgabe, ist der Effizienzgewinn zu klein, um die ungewohnte grafische Aufbereitung der Daten zu kompensieren.

## 5 Zusammenfassung

Die Exploration sozialer Netzwerke ist eine besondere Herausforderung. Mit dem in diesem Beitrag vorgestellten Werkzeug SoNVR wurde eine interaktive 3D Darstellung des sozialen Netzwerkes von Last.fm ermöglicht. Dem Anwender wird dabei eine einfach zu bedienende Oberfläche zur Verfügung gestellt, die sowohl am Desktop als auch in einer CAVE eingesetzt werden kann (Abb. 5). Die Anwendung unterstützt verschiedene Eingabegeräte (Wii, Maus, Tracking) und verschiedene Interaktionen (Selektion, Texteingabe, Navigation).

### 5.1 Kommentar aus Sicht der Lehrenden

Dieses Projekt im Umfang von 4 SWS/5 LP wurde im Rahmen der Lehre an der Universität Bielefeld durchgeführt. Ziel der Lehrveranstaltung war die Vermittlung von Grundlagen in der VR Programmierung, sowie die Auseinandersetzung mit Informationsdesign, Navigation

und der echtzeitfähigen Benutzerinteraktion. Ein besonderes Anliegen war, eine Anwendungsdomäne zu finden, die gleichsam interessante und komplexe Daten bietet, auf der anderen Seite aber insbesondere auch einen direkten Bezug zu den Interessen der Teilnehmenden hat. Sowohl für Lehrende als auch Studierende war dies der erste Kontakt mit X3D und InstantReality. Diese Wahl erwies sich für diese Aufgabenstellung als glücklich, da insbesondere durch die Nähe der verwendeten Sprachen zu Internet-Technologien die Verbindung zwischen Webservices und VR Applikation leicht herzustellen war.

## 5.2 Kommentar aus Sicht der Studierenden

Die Kombination aus sozialen Netzwerken und die Arbeit mit einer immersiven 3D-Umgebung (CAVE) waren ausschlaggebend für die Teilnahme an dem Projektseminar. Besonders motivierend waren die erweiterten Interaktionsmöglichkeiten in der CAVE (Wii Remote, Trackern). Trotzdem war es uns wichtig, dass die Anwendung auch auf einem herkömmlichen Rechner lauffähig sein sollte.

Das Projektseminar begann mit einer Einführungswoche in das Thema: 3D-Programmierung mit OpenGL und GLUT. Dabei lernten wir hauptsächlich das Konzept des Szenengraphen kennen. Aus unserer Sicht wäre jedoch eine zielgerichtete Einführung in die auch später verwendeten Technologien X3D und InstantReality erforderlich gewesen und hätte den späteren Einarbeitungsaufwand reduziert. Das Resultat war ein recht hoher Arbeitsaufwand in der Anfangsphase des Projekts. Während des Projekts lag der Zeitaufwand hingegen im durchschnittlichen Rahmen eines studentischen Projekts. Gegen Ende wuchs der Aufwand durch die freiwillige Entscheidung, das Projekt in Form einer Tagungseinreichung zu dokumentieren. Dieser Mehraufwand wurde von uns gerne in Kauf genommen, um das Vorgehen und die Methoden zur Erstellung einer wissenschaftlichen Veröffentlichung kennenzulernen.

Abschließend sind wir uns einig, dass die Kombination aus X3D/InstantReality und Java/JavaScript eine glückliche Wahl war, denn nach der Einarbeitung gestaltete sich die Arbeit mit den Technologien sehr angenehm. Besonders die umfangreiche Dokumentation, die aktive Community aller Technologien und der professionelle Support des Fraunhofer IGDs für InstantReality erleichterten die Arbeit ungemein.

## 5.3 Lessons Learned

Einige besondere Herausforderung der Implementierung ergaben sich aus dem Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten der X3D Implementierung: dem Kern des Players, OpenSG als Grafikbibliothek und der Java Virtual Machine (JVM).

Im Kontext von Internet-Anwendungen spielt eine asynchrone Verarbeitung eine große Rolle. Bei der Verwendung mehrerer Threads unter der JVM ist jedoch zwingend darauf zu achten, dass die Interaktion mit dem Szenengraphen oder der GUI des InstantPlayers nur im Hauptthread erfolgt. Dies ist insbesondere auch bei Textausgaben zu beachten. Alle weiteren Threads sollten in Java mit `setDaemon` markiert werden.

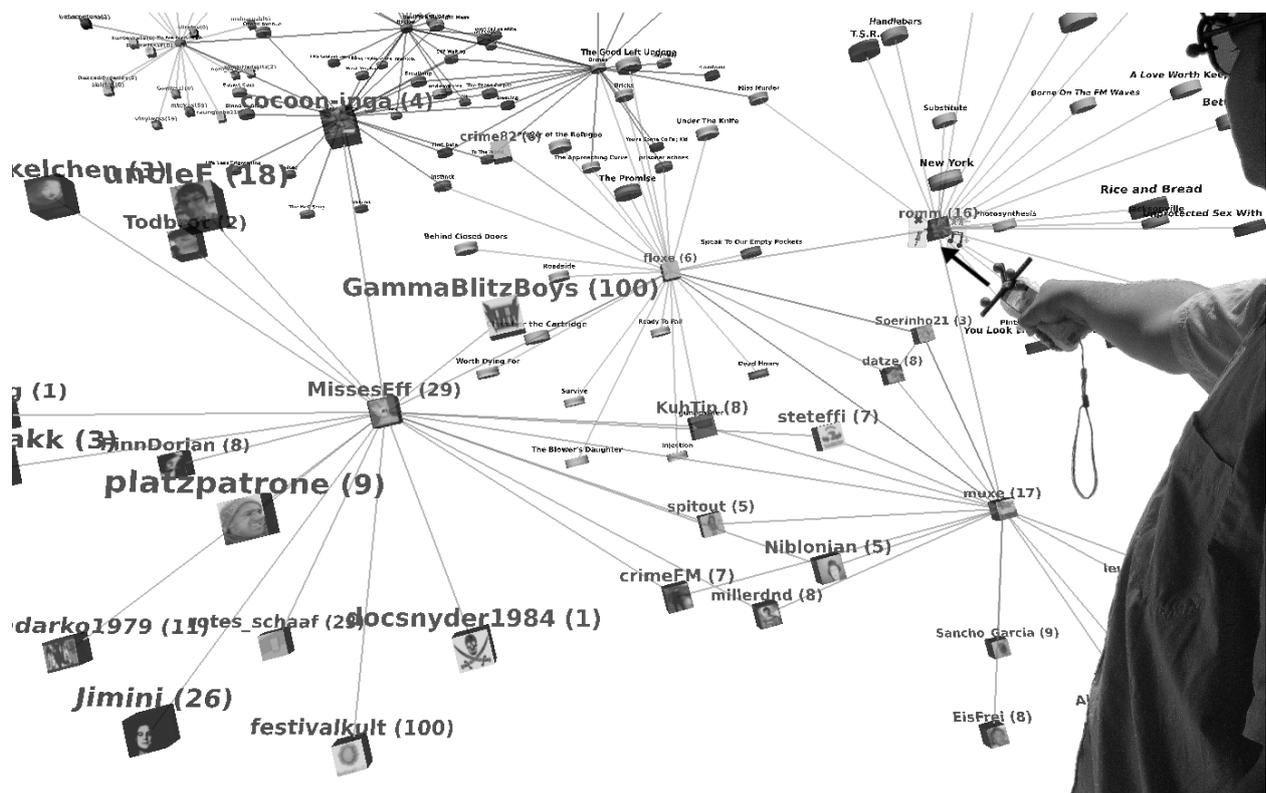


Abbildung 5: Explorieren eines Graphen mit SoNVR in der CAVE

Generell scheint die generische Erzeugung des Graphen über die JVM ein Flaschenhals zu sein, bei der so wenig API-Aufrufe auf dem Szenengraphen wie möglich geschehen sollten. Dies wurde durch den Einsatz von Prototypen und Switches erreicht und damit gleichzeitig eine flexiblere Darstellung ermöglicht.

Bei der Exploration großer Graphen werden viele Objekte erzeugt und entfernt. Um die Speicherverwaltung zu entlasten wurde daher eine Pool-Lösung entwickelt. Dabei werden zu entfernende Knoten aus dem aktiven Szenengraph ausgehängt und in einem unsichtbaren Gruppenknoten gepoolt. Soll ein neuer Knoten eingefügt werden, werden zuerst verfügbare Knoten aus dem Pool recycelt.

## 5.4 Ausblick

Die vorgestellte Anwendung wird die Ausgangsbasis für ein Projekt zur Interaktion in Virtueller Realität im Wintersemester 2009/2010 bilden. Dabei sollen insbesondere verschiedene Methoden zur Objektselektion und zur Navigation realisiert und verglichen werden.

Auf inhaltlicher Ebene wäre es interessant, verschiedene Layout-Algorithmen zu implementieren, zwischen denen, gegebenenfalls auch lokal für Untergraphen, umgeschaltet werden kann. Der nächste große Schritt ist die Entwicklung einer offenen Schnittstelle, um ähnlich einem Mashup die Informationen aus anderen Portalen integrieren zu können.

## Literatur

- [DE01] DACHSELT, RAIMUND und JUERGEN EBERT: Collapsible Cylindrical Trees: A Fast Hierarchical Navigation Technique. In: Proc. of Information Visualization 2001, Seiten 79–86. IEEE, 2001.
- [dSdSE03] SOUZA, KLEBER X. S. DE, ADRIANA D. DOS SANTOS und SILVIO R. M. EVANGELISTA: Visualization of ontologies through hypertrees. In: CLIHIC '03: Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction, Seiten 251–255, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- [GN99] GANSNER, EMDEN R. und STEPHEN C. NORTH: An Open Graph Visualization System and Its Applications to Software Engineering. *Software - Practice and Experience*, 30:1203–1233, 1999.
- [GNOT92] GOLDBERG, DAVID, DAVID NICHOLS, BRIAN M. OKI und DOUGLAS TERRY: Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Commun. ACM*, 35(12):61–70, 1992.
- [Kre05] KREMPEL, LOTHAR: Visualisierung komplexer Strukturen. Schriften des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung Köln ; Sonderbd. Campus-Verl., 2005.
- [Las09] LAST.FM LTD.: Last.fm. <http://www.lastfm.de/>, zuletzt geprüft: 10. August, 2009.
- [Nep09] NEPUSZ, TAMÁS: Interactive Map. [http://sixdegrees.hu/last.fm/interactive\\_map.html](http://sixdegrees.hu/last.fm/interactive_map.html), zuletzt geprüft: 10. August, 2009.
- [Pfe08] PFEFFER, JÜRGEN: Visualisierung sozialer Netzwerke. In: STEGBAUER, C. (Herausgeber): Netzwerkanalyse und Netzwerktheorie - Ein neues Paradigma in den Sozialwissenschaften, Seiten 227–238. VS-Verlag, Wiesbaden, 2008.
- [Shn96] SHNEIDERMAN, BEN: The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. In: Proc. Of the IEEE VL '96, Seiten 336–343, Washington, DC, 1996. IEEE.
- [Sho09] SHOXROCKS: lastFM Tools. <http://lastfm.dontdrinkandroot.net/>, zuletzt geprüft: 10. August, 2009.
- [Tho09] THOMAS KNOLL, CHRISTIAN ENDLICH, HEIKE SCHERER: last.forward. <http://lastforward.sourceforge.net/index.html>, zuletzt geprüft: 10. August, 2009.
- [YFDH01] YEE, KA-PING, DANYEL FISHER, RACHNA DHAMIJA und MARTI HEARST: Animated Exploration of Dynamic Graphs with Radial Layout. In: IEEE INFOVIS, Seiten 43–50, 2001.