



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung
Seminar/Ringvorlesung
Jan Schönherr

Peer-To-Peer In Mobile Information Environments

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Szenario	4
1.2	Eigenschaften ubiquitärer Anwendungen	4
2	P2P-Netzwerke	5
2.1	Mobile P2P Systeme	5
2.2	Internet P2P Netzwerke	5
2.3	Mobile Ad-Hoc-Netzwerke	7
2.4	Eigenschaften von mobilem P2P	7
2.5	P2P - Einordnung	8
2.6	Chord	9
2.7	P2P und Spiele	11
3	Setting für Experimente	12
4	Ausblick	12

1 Einleitung

Die Welt von morgen wird zunehmend ubiquitär und mobil. Das allgegenwärtige Rechnen ist in diesem Zusammenhang eine Entwicklung in den Bereichen Informationsverarbeitung und Kommunikation. Heutzutage trägt bereits jeder ein mobiles Gerät mit sich herum. Mobile Geräte werden dabei immer leistungsfähiger. Sie erhalten mehr Speicherplatz, mehr Rechenleistung und die Fähigkeit, sich zu Drahtlosnetzwerken zu verbinden. Dies geschieht mit Hilfe der 802.11 Standards, den WLAN Standards. Aber sie können sich auch ad-hoc über WLAN oder Bluetooth zu mobilen Ad-Hoc-Netzwerken (MANETs) zusammenschließen. Hierdurch könnte die Möglichkeit geschaffen werden, zukünftig auf eine Mobilfunkinfrastruktur zu verzichten. Der Bedarf für Server und Provider würde entfallen, und es könnten zu jeder Zeit an jedem Ort flexible Systeme entstehen.

Anwendungen lassen sich auf beinahe sämtlichen Mobiltelefonen vom Anwender installieren. Das ermöglicht diesen, an MANETs teilzunehmen. Diese Netzwerke werden bereits für eine Vielzahl an Anwendungen genutzt. Interessant wird es sein, die Möglichkeit von Person-zu-Person-Verbindungen auszuloten, bei denen Leute über ihre mobilen Geräte miteinander kommunizieren. Dabei sollen relevante Informationen und Daten ausgetauscht werden. Es soll ermöglicht werden, dass Situationen erschaffen werden, in denen Leute spontan und opportunistisch miteinander interagieren können. Nach dem Motto von Winer: „The P in P2P is People“ [[Winer \(2000\)](#)].

Dazu zeigt sich eine Entwicklung von Mobiltelefonen in Richtung mobiler Informationsumgebungen. Hier wird das Mobiltelefon zum Informationsbroker, zur Informationszentrale der modernen Zeit.

Mit der Verbreitung von MANETs wird es zunehmend interessant, verteilte Anwendungen, die man aus dem Internet kennt, hin zu MANETs zu portieren. Im Internet haben sich Distributed-Hash-Tables (DHTs) als Bausteine für Peer-to-Peer(P2P)-Applikationen bewährt. Allerdings sind DHTs nicht geeignet, um sie direkt auf MANETs zu übertragen, da sie weitestgehend das physikalische Routing nicht beachten. Trotzdem passen sowohl MANETs als auch P2P-Systeme gut zueinander, da sie eine Reihe von gleichen Anforderungen miteinander teilen. Vgl. [[Conti u. a. \(2004\)](#)].

In dieser Seminararbeit wird ein Ausblick auf die anstehende Masterarbeit gegeben. In dieser soll eine Implementierung eines für das Internet entworfenen, strukturierten P2P-Protokolls in einer mobilen Umgebung eingesetzt und getestet werden. Diese Umgebung wird die Mobilfunkplattform von Google, Android sein [[Google \(2007\)](#)]. Mithilfe des Protokolls soll dann eine Kommunikationsmiddleware für P2P-Gruppen entworfen werden. Im Rahmen des Projekts in diesem Semester wurde bereits an einem Pervasive-Gaming-Framework gearbeitet. Die Einbettung in dieses Framework ist – neben der Entwicklung einer Beispielanwendung – Ziel der Arbeit. In der Arbeit werden die für die Realisierung und das im Folgenden beschriebene Szenario nötigen Technologien betrachtet.

Eigenschaften	Gekennzeichnet durch
Informationen	kleine Einheiten, schnelle Veränderungen
Netzwerk	wireless, ad hoc
Zusammenarbeit	kleine Geräte, Gruppierungen, Communities
Teilen	beschränkte Geräte, Teilung der Ressourcen
Kontext	schlaues Verhalten, Kontext benutzen

Tabelle 1: Eigenschaften ubiquitärer Anwendungen [[Steinmetz und Wehrle \(2005\)](#)]

1.1 Szenario

Das Szenario sieht eine Anwendung im Bereich des in der Einleitung beschriebenen Umfeldes vor. Die Anwendung basiert auf dem Grundgedanken des Geotagging. Bilder werden mit Koordinaten versehen. Diese Koordinaten werden als Metadaten an das Bild gehängt. Die Bilder sind Fotos, die mit einer Kamera am Mobiltelefon aufgenommen wurden. Diese Fotos können später auf einen Server übertragen werden, der sie im Internet auf einer Landkarte darstellt. Hier können Anwender dann Kommentare und Bewertungen zu den Fotos abgeben. In regelmäßigen Abständen werden die bestbewerteten Bilder belohnt. Durch das Schaffen von Anreizen sollen die Anwenderzahlen erhöht werden.

Clientseitig läuft die Anwendung auf Mobiltelefonen. Verfügen diese über einen GPS-Empfänger, so können die Koordinaten automatisch bestimmt und mit dem Bild verknüpft werden. Diese Anwendung war ursprünglich konzipiert, um eine bestimmte, in ihrer Größe begrenzte Gegend, ein Gebiet, durch erhöhte Aufmerksamkeit populärer werden zu lassen. Eine Modifikation geht nun das Problem an, möglichst viele Leute in dieses Gebiet zu locken. Dazu können Fotos nur noch vor Ort bewertet werden. Die Anwendung stellt die Bilder in einem P2P-Netzwerk anderen Anwendern zur Verfügung, und diese können dann Wertungen abgeben. Dieser Aspekt macht es sinnvoll, als Gruppe vor Ort zu sein, um eine möglichst große Anzahl an positiven Wertungen zu erhalten und damit die ausgelobten Preise zu gewinnen.

In Abschnitt 2 werden die zu Grunde liegenden Technologien für ein solches Szenario beleuchtet. Im folgenden Abschnitt werden die Eigenschaften einer solchen ubiquitären Anwendung dargestellt.

1.2 Eigenschaften ubiquitärer Anwendungen

Die Tabelle 1 ist [[Steinmetz und Wehrle \(2005\)](#)] entnommen. Sie zeigt die grundlegenden Eigenschaften ubiquitärer Anwendungen. Allen gemein ist die Fähigkeit untereinander drahtlos und ad-hoc kommunizieren zu können. Für die Entwicklung von ubiquitären Anwendungen gilt es dies zu ermöglichen, etwa in Form einer Middleware.

2 P2P-Netzwerke

Wie in [1.1] dargestellt, ist die Hardware um miteinander zu interagieren, bereits vorhanden. Informationen mit Leuten in unmittelbarer Umgebung auszutauschen, wäre von großem Vorteil, da Leute häufig die gleichen Interessen mit Leuten in ihrer Umgebung teilen. Sei es ein Einkaufszentrum, in denen die Anwender Kommentare und Empfehlungen zu einzelnen Geschäften hinterlassen können, oder die in [1.1] beschriebene Anwendung. So eine Anwendung muss es also ermöglichen, dass Leute über ihre mobilen Geräte miteinander interagieren und Daten teilen können.

P2P-Netzwerke haben seit ein paar Jahren einen enormen Boom im Internet erlebt. Gerade im Bereich des Datenteilens. Jeder Benutzer installiert und startet hierfür eine Anwendung, die ihn Objekte definieren lässt, die er freigeben und an andere Benutzer verteilen kann. Das Szenario [1.1] nutzt die Fähigkeit, mobile Netzwerke mit mobilen Geräten bilden zu können, und mithilfe von P2P können sich die Benutzer untereinander austauschen.

2.1 Mobile P2P Systeme

Ein mobiles P2P-System besteht aus Peergeräten wie PDAs und Laptops, einem Netzwerkstandard, wie Bluetooth oder 802.11 im Ad-Hoc-Modus; Ferner einer Anwendung, die es den Benutzern erlaubt, miteinander zu interagieren, Dienste zu finden, Objekte auszutauschen und andere Peers im Netzwerk zu finden und abschließend aus dem Protokoll, das definiert, wie Peers untereinander ein Netzwerk aufbauen und wie sie miteinander kommunizieren.

Die meisten Arbeiten im Bereich der mobilen P2P-Netzwerke beschäftigen sich zurzeit ausschließlich mit dem Protokoll. Es ist aber auch wichtig sich das Interfacedesign anzuschauen. Das Interface gibt den Benutzern schließlich die Möglichkeit das Netzwerk zu benutzen und damit spielt das Design eine wichtige Rolle, um das Netzwerk optimal nutzen zu können. Die momentanen P2P-Anwendungen sind fürs Internet entworfen. Das hat allerdings andere Eigenschaften als ein MANET.

2.2 Internet P2P Netzwerke

P2P-Systeme im Internet entstehen dadurch, dass sie ein virtuelles Overlaynetzwerk erzeugen. Siehe Abb. [1]. Diese Systeme benutzen die Infrastruktur des Internets, um Verbindungen zwischen den Peers herzustellen; Ferner wird auf Applikationsebene das Routing über dem IP-Routing ausgeführt. Die Eigenschaften des Internets hinsichtlich des Netzwerks selbst, aber auch in Bezug auf die Knoten, waren maßgeblich für das Design von P2P-Applikationen.

P2P-Netzwerke mit einer Overlayschicht haben laut [Hayes und Wilson (2004)] die folgenden Charakteristiken:

- **Viele potentielle Peers:** P2P-Netzwerke im Internet haben oft viele tausend Nutzer. Laut [Wikipedia (2007)] verzeichnete das Gnutella-Netzwerk im Mai 2006 schätzungs-

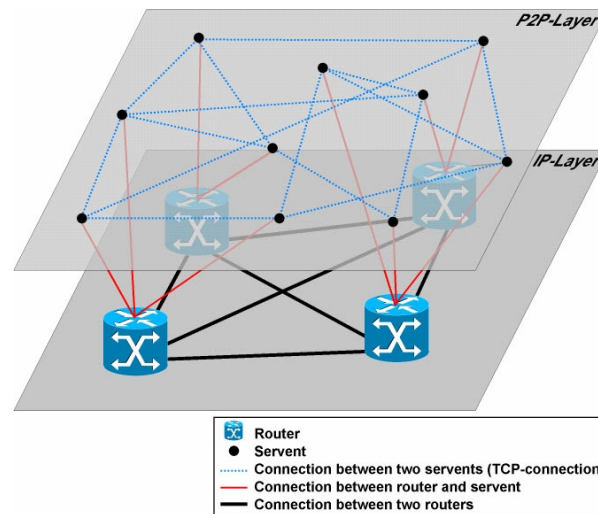


Abbildung 1: Schematische Sicht auf physikalische und virtuelle Overlaynetzwerk-Topologie [Eberspächer u. a. (2004)]

weise 2,2 Millionen Nutzer. Knapp eine halbe Millionen Nutzer waren ständig mit dem Gnutella-Netzwerk verbunden. Diese enormen Benutzerzahlen sind auf die Topologie des Internets zurückzuführen. Jeder Knoten kann eine direkte Verbindung zu einem anderen Knoten herstellen, daher ist die Anzahl der Knoten nur durch die Anzahl an Knoten beschränkt, auf denen die Applikation läuft.

- **Leistungsstarke Knoten:** Die Knoten, die am P2P-Netzwerk teilnehmen, sind Computer mit großer Rechenleistung und beträchtlichen Mengen an Speicherplatz.
- **Benutzerinteraktion:** Wenn Benutzer mit der P2P-Applikation interagieren, richten sie in der Regel ihre ganze Aufmerksamkeit auf diesen Prozess – etwa das Auffinden von Dateien – und das über einen genügend langen Zeitraum.

Aus diesen Charakteristiken resultierend bieten P2P-Systeme eine Reihe von weiteren Eigenschaften.

- **Lange Verbindungszeiten:** Da es so viele Peers im Netzwerk gibt und sich der lokale Peer zu all diesen Peers verbinden kann, gibt es genügend Möglichkeiten für neue Verbindungen. Demnach kann, wenn eine existierende Verbindung beendet wird, der lokale Peer eine neue Verbindung in relativ kurzer Zeit herstellen und kann dadurch konsistent mit dem Netzwerk verbunden bleiben.
- **Großer Geltungsbereich für Abfragen:** Da jeder Peer in der Lage ist, eine selbstbestimmte Menge an Verbindungen zu erhalten, kann davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmer gut miteinander verbunden sind.

- **Große Datenmengen:** Da viele Peers über große Mengen an Speicherplatz verfügen, haben sie auch das Potential, erhebliche Datenmengen zu teilen. Wenn ein Großteil der Nutzer dieses Potential ausschöpft, resultiert dies in einer beträchtlichen Menge an im Netzwerk verfügbaren Daten.

Der Effekt dieser Charakteristiken ist, dass Benutzer zu jeder Zeit eine große Datenbank mit Informationen abfragen können. Dadurch können Applikationen dem Benutzer eine interaktive, sofort reagierende Form der Suche anbieten.

2.3 Mobile Ad-Hoc-Netzwerke

MANETs sind kleine Netzwerke, die spontan für spezielle Zwecke von mobilen Geräten geschaffen werden. Diese Netze bauen sich selbstständig auf und konfigurieren sich auch selbstständig. Sie benötigen keine feste Infrastruktur. Die Daten werden von Knoten zu Knoten weitergereicht, bis sie beim Empfänger angekommen sind. Die Netzwerke bleiben häufig nur so lange bestehen, wie sie benötigt werden, oder die Teilnehmer in Reichweite zueinander sind.

MANETs können mit Technologien wie WLAN oder Bluetooth realisiert werden. Sie erlauben den Geräten, sich untereinander zu verbinden, und somit bieten sie auch die Möglichkeit Ad-Hoc-Netzwerke zu bilden. Dabei kann ein Gerät nur mit Geräten in seiner Reichweite kommunizieren. [Nokia (2007)] gibt die Reichweite für WLAN mit ca. 50 - 150 Metern an. Die Reichweite für Bluetooth ist geringer. Sie liegt, ebenfalls laut [Nokia (2007)], bei maximal 10 Metern.

Im Internet reißen Verbindungen zwischen Knoten in der Regel dadurch ab, dass die Anwendung bei einem der Teilnehmer beendet wird. In einer mobilen Umgebung gibt es zahlreiche andere Gründe für Verbindungsprobleme. Dem Einen geht die Batterieleistung aus, der Andere bewegt sich und verlässt den Radius, in dem die Knoten miteinander kommunizieren können. Nicht nur kommen ständig Teilnehmer hinzu und verlassen das Netzwerk. Auch die Routen unterliegen ständigen Veränderungen, während die Teilnehmer sich bewegen. Es besteht also eine bisweilen sehr dynamische Topologie mit einer hohen Churn-Rate¹.

An dieser Stelle soll noch eine kurze Abgrenzung erfolgen. So können Mobile Geräte die über die Mobilfunkinfrastruktur ins Internet kommen, natürlich auch als mobile Peers in P2P-Netzwerken betrachtet werden, mit Einschränkungen bei der Hardware und den Verbindungsgeschwindigkeiten. In dieser Arbeit soll explizit nur auf MANETs eingegangen werden. Hierdurch entfällt der Bedarf für eine Mobilfunkinfrastruktur.

2.4 Eigenschaften von mobilem P2P

Wie im vorigen Abschnitt beschrieben, unterscheiden sich P2P-Anwendungen, die für das Internet entwickelt werden, stark von solchen, die für MANETs ausgelegt sind. Bei Dateitauschbörsen erhält der Benutzer direkt ein Ergebnis auf seine Suchanfrage. In mobilen Umgebungen

¹Die Churn-Rate bezeichnet die Anzahl an Peers, die ein Netzwerk innerhalb einer bestimmten Zeit verlassen.

würde sich eine solche Anwendung aufgrund der folgenden Eigenschaften von MANETs anders verhalten:

- Mobile Geräte können sich nur zu anderen Geräten in Reichweite verbinden. Im Internet können Peers alle anderen Peers erreichen. Dies schränkt die Teilnehmerzahl für ein P2P-Netzwerk erheblich ein.
- Die meiste Zeit verbringen die Geräte getrennt vom Netzwerk.
- Durch die Dynamik, das Bewegen der Peers, sind die Verbindungszeiten der Geräte relativ kurz.
- Die mobilen Geräte verfügen nur über eingeschränkte Eingabe- und auch Ausgabemöglichkeiten.
- Benutzerinteraktionen sind deutlich reduziert.

Beim Portieren eines Protokolls, das für das Internet entwickelt wurde, sind dies Faktoren die es zu berücksichtigen gilt. Im nächsten Abschnitt werden aus dem Internet bekannte P2P-Systeme vorgestellt.

2.5 P2P - Einordnung

[Eberspächer u. a. (2004)] bestimmen zunächst drei allgemeine Eigenschaften von P2P-Systemen:

1. Ressourcen werden von den Peers geteilt.
2. Ressourcen können direkt von anderen Peers benutzt werden.
3. Peers stellen Ressourcen bereit und benutzen Ressourcen anderer Peers.

Im Anschluss an diese Eigenschaften wird eine Einteilung der Systeme in verschiedene Typen vorgenommen. Siehe Tabelle 2.

Unstrukturierte, broadcastbasierte Peer-to-Peer Netzwerke sind mit steigender Teilnehmerzahl schlecht skalierbar. Dies trifft gerade in Umfeld der ressourcenbeschränkten MANETs zu. Um diese Skalierbarkeitsprobleme zu umgehen, wurden die DHTs entwickelt. Wie in der Einführung bereits erwähnt, gilt es die Vorteile eines strukturierten P2P-Systems zu nutzen und dieses auch in mobilen Umgebungen effizient zum Einsatz zu bringen. Pastry [Rowstron und Druschel (2001)] und Chord sind zwei prominente Vertreter dieser Klassen. Chord wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

Unstructured P2P			Structured P2P
Centralized P2P	Hybrid P2P	Pure P2P	DHT-basierendes P2P
1. Alle Features von P2P 2. Zentrale Instanz liefert Service 3. Bsp.: Napster	1. Alle Features von P2P 2. Jeder Peer kann entfernt werden - kein Funktionalitätsverlust 3. Dynamische zentrale Instanzen 4. Bsp.: Gnutella 0.6; JXTA	1. Alle Features von P2P 2. Jeder Peer kann entfernt werden - kein Funktionalitätsverlust 3. Keine zentralen Instanzen 4. Bsp.: Gnutella 0.4; Freenet	1. Alle Features von P2P 2. Jeder Peer kann entfernt werden - kein Funktionalitätsverlust 3. Keine zentralen Instanzen 4. Verbindungen im Overlaynetz sind fest 5. Bsp.: Chord, Pastry

Tabelle 2: P2P: Einordnung. Nach [Eberspächer u. a. (2004)]

2.6 Chord

In diesem Abschnitt wird Chord vorgestellt. Es ist ein Protokoll für strukturierte P2P-Systeme. Im Prinzip ist es ein verteiltes Suchprotokoll, das Schlüssel auf Knoten abbildet.

Chord ist ein Projekt der „Parallel and Distributed Operating Systems Group“ des MIT und wird auch dort entwickelt. Unter anderem beschäftigen sich diese Artikel, aus denen auch die nun folgenden Ausführungen über Chord entnommen sind, mit dem Protokoll: [Brunskill u. a. (2001)], [Cramer und Fuhrmann (2006)], [Stoica u. a. (2003)]. Diverse Veröffentlichungen diskutieren über Verbesserungen von Chord. Chord wurde erstmalig 2001 auf der SIGCOMM der ACM vorgestellt. Es existieren eine Referenzimplementierung des Protokolls, sowie zahlreiche Varianten, unter anderem auch in Java.

Im Folgenden werden die Eigenschaften eines Chordsystems nach [Humboldt-Universität (2007)] aufgelistet:

- Durch ein konsistentes Hashverfahren sorgt Chord dafür, dass sich eine gleichmäßige Verteilung der Schlüssel im System ergibt.
- Alle Knoten sind gleichberechtigt
- Chord verhält sich auch in großen Netzen performant.
- Auch bei Ausfall und Hinzukommen von Knoten, passt sich das System an. Dadurch wird sichergestellt, dass der für einen Schlüssel zuständige Knoten gefunden wird.

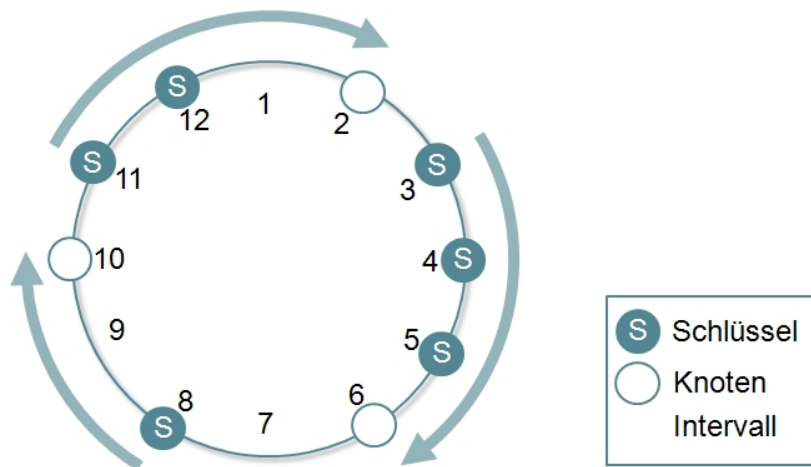


Abbildung 2: Chord Ring

- Flexible Namensgebung: Es gibt keine Einschränkung bezüglich der Wahl der verwendeten Schlüssel.

Chord verwendet verteilte Hash-Tabellen (DHTs) als Grundlage. Auf dieser DHT bildet Chord die eigene Datenstruktur ab und übernimmt auch die Routing-Funktion innerhalb dieser DHT. Abbildung [2] zeigt die Schlüsselverteilung auf einem Chord-Ring.

Jedem Knoten wird ein Schlüssel zugeordnet. Dieser Schlüssel wird mittels einer Hashfunktion zum Beispiel über die IP des Knotens gebildet. Die Knoten sind in einem Ring angeordnet. Informationen erhalten auch mithilfe der Hashfunktion einen Schlüssel und verteilen sich auf dem Ring. Für eine kurze Beschreibung des Ablaufs sei auf [[Humboldt-Universität \(2007\)](#)] verwiesen, für ausführliche Beschreibungen auf die am Anfang dieses Abschnitts erwähnten Artikel.

Chord - Performanz in mobilen Ad-Hoc-Netzwerken

Chord wurde als P2P-Protokoll für das Internet entworfen. Die Auswirkungen und Unterschiede wurden bereits in Kapitel [2] angesprochen. In [[Cramer und Fuhrmann \(2006\)](#)] nehmen die Autoren zunächst an, dass Chord sich nicht für mobile Umgebungen eignet. Dies führen sie auf das, auch von [[Gruber u. a. \(2004\)](#)] angenommene Problem der Separation von Netzwerk- und Anwendungsschicht und den dadurch entstehenden zu hohen Traffic zurück. Tatsächlich widerlegen sie diese Annahme in soweit, als sie eine andere Ursache für die niedrige Performanz ausmachen. Die Ausfallstrategie des Protokolls nimmt an, dass Knoten das Netzwerk verlassen haben, sobald sie ein Paket nicht empfangen. Tatsächlich gibt es in mobilen Umgebungen häufig andere Gründe für ein Ausbleiben von Paketen.

Für das Szenario ist die Performanz aber nur sekundär wichtig, da man von niedrigen Teilnehmerzahlen ausgehen kann.

2.7 P2P und Spiele

Da eine spätere Einbindung des Protokolls ins Pervasive-Gaming-Framework erfolgen soll, muss auch ein Blick auf die Anforderungen und Besonderheiten im Zusammenhang von P2P-Systemen und Spielen geworfen werden.

Dazu identifizieren [Neumann u. a. (2007)] vier maßgebliche Herausforderungen. Das Managen von Spielzuständen, die Verzögerungen im Spiel, die Skalierbarkeit und das Schummeln.

Ein Spiel hat eine Menge an Spielzuständen, die während des Spiels durch bestimmte Ereignisse modifiziert werden. Unabhängig davon, wie die Kommunikation innerhalb des Spiels aussieht, müssen die relevanten Zustände bei allen Spielern konsistent sein. Nun kann man zunächst eine Unterscheidung zwischen globalen Zuständen, wie etwa der Uhrzeit, und lokalen Zuständen, wie etwa dem individuellen Spielerzustand, vornehmen. Die lokalen Zustände müssen, im Gegensatz zu den globalen Zuständen, nicht in jedem Fall konsistent für alle Spieler sein. Spieler, die nicht mit entfernten lokalen Zuständen interagieren, können ihre Zustände im Laufe der Zeit aktualisieren.

Für die globalen Zustände bieten sich strukturierte P2P-Systeme an. Anders verhält es sich mit den lokalen Zuständen. Hier wären unstrukturierte P2P-Systeme sinnvoller. Wenn man allerdings die für mobile P2P-Systeme [2.4] geringen Teilnehmerzahlen bedenkt, so eignen sich auch für die lokalen Zustände strukturierte P2P-Systeme.

Verzögerungen im Spiel entstehen durch zwei Faktoren. Erstens die Zeit, die Informationen für ihren Weg durchs Netzwerk brauchen, und zweitens die Zeit, die benötigt wird, um Aktionen der Spieler zu synchronisieren, also bis die Aktion eines einzelnen Spielers im Netzwerk propagiert wurde.

Diese Verzögerungen müssen unter dem für Menschen wahrnehmbaren Bereich bleiben, der bei ungefähr 200ms liegt. Diese Zeitgrenze wirkt im Hinblick auf heutige, langsam reagierende Anwendungen auf Mobiltelefonen noch nicht entscheidend. Mit zunehmender Verbesserung der Mobiltelefone wird aber auch dieser Punkt relevanter. So hat [NVIDIA (2007)] mit dem APX2500 bereits einen Chip für 3D-Grafiken für mobile Geräte entwickelt.

Jeder Spieler bietet CPU, Speicher und Bandbreite an, daher sind P2P-Systeme an sich schon stark skalierbar, wenn auch nicht beliebig. Als Ausweg kann man zum Beispiel das Spielgebiet in einzelne Zonen unterteilen und so die Belastung insgesamt reduzieren. Allerdings gilt hier der gleiche Aspekt, der auch für die Spielzustände zutrifft: Die Teilnehmerzahlen sind nicht besonders hoch.

Wenn Spieler durch das Manipulieren von Spielzuständen versuchen, Vorteile für sich zu erschleichen, gibt es zwei Ansätze damit umzugehen. Einerseits kann versucht werden, solche Manipulationen im Vorwege zu unterbinden, oder es kann versucht werden, Manipulationen zu

erkennen. Beide Gebiete sind noch nicht wirklich erforscht. Hauptproblem hierbei ist das Fehlen einer kontrollierenden Serverinstanz.

3 Setting für Experimente

Um ein P2P-Protokoll in mobilen Umgebungen zu testen, bedarf es einer Testumgebung. Hier kann z. B. der Netzwerksimulator GloMoSim² zum Einsatz kommen oder das Simulationsframework für Overlaynetzwerke PlanetSim³. Für die prototypische Entwicklung des Protokolls und den Einsatz bedarf es einer Entwicklungsumgebung. Einleitend wurde bereits erwähnt, dass mit Android⁴ eine Mobilfunkplattform von Google samt Software Development Kit (SDK) auf den Markt kommt. Das SDK wurde bereits freigegeben, befindet sich aber noch in einer frühen Phase. Erste Telefone, auf denen die Plattform laufen soll, werden für Mitte 2008 erwartet. Sollte es bis zum Zeitpunkt der Masterarbeit allerdings noch keine entsprechende Hardware geben, so wird auf die Emulation zurückgegriffen, verteilt auf verschiedene Computer. Im SDK enthalten sind Emulator, Werkzeuge zum Debugging und zur Performanzanalyse, sowie ein Plugin für Eclipse. Außerdem enthalten ist eine eigens von Google entwickelte Java Virtual Machine. Da die Implementierung des P2P-Protokolls in Java erfolgen soll, ist dies eine notwendige Bedingung.

4 Ausblick

Das Ziel dieser Ausarbeitung ist es, einen Ausblick auf die anstehende Masterarbeit im Themengebiet „Peer-to-Peer in Mobile Information Environments“ zu geben. Die Relevanz dieses Forschungsgebiets zeigt sich unter anderem an der Vielzahl von Projekten, die sich mit dem Thema beschäftigen. Einige dieser Projekte werden in der AW2-Ausarbeitung [Schönherr (2007)] und dem Artikel [Gruber u. a. (2003)] beschrieben.

Zusammen mit Jan-Peter Tutschke [Tutschke (2007)] soll die Implementierung eines strukturierten P2P-Protokolls ins Pervasive-Gaming-Framework erfolgen. Das Protokoll muss dabei an die Herausforderungen einer mobilen Umgebung, wie sie im Kapitel [2] beschrieben wurden, angepasst werden. Ziel ist es, eine grundlegende Form der Kommunikation in mobilen Umgebungen zu ermöglichen, bei der auf Server und Mobilfunkinfrastrukturen verzichtet werden kann.

Dennis Hollatz beschäftigt sich mit dem Themengebiet des Ambient Assisted Living [Hollatz (2007)]. Dies ist ein weiterer möglicher Forschungsansatz. Verzichtet man auf den von ihm benutzten iROS-Server, müssten sich die Smart Devices selbstständig organisieren. Auch die

²<http://pcl.cs.ucla.edu/projects/gloimosim/>

³<http://planet.urv.es/trac/planetsim/>

⁴<http://code.google.com/android/>

Smart Devices werden zunehmend leistungsfähiger, wodurch sich hier ebenfalls der Einsatz eines strukturierten P2P-Systems anbieten würde.

Literatur

- [Brunskill u. a. 2001] BRUNSKILL, Emma ; DABEK, Frank ; KAASHOEK, Frans ; KARGER, David ; MORRIS, Robert ; STOICA, Ion ; BALAKRISHNAN, Hari: Building Peer-to-Peer Systems with Chord, a Distributed Lookup Service. In: *Proceedings of the 8th Workshop on Hot Topics in Operating Systems* (2001)
- [Conti u. a. 2004] CONTI, Marco ; GREGORI, Enrico ; TURI, Giovanni: Towards Scalable P2P Computing for Mobile Ad Hoc Networks. In: *Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops* (2004)
- [Cramer und Fuhrmann 2006] CRAMER, Curt ; FUHRMANN, Thomas: Performance Evaluation of Chord in Mobile Ad Hoc Networks. In: *Proceedings of the 1st international Workshop on Decentralized Resource Sharing in Mobile Computing and Networking, ACM* (2006)
- [Ding und Bhargava 2004] DING, Gang ; BHARGAVA, Bharat: Peer-to-peer File-sharing over Mobile Ad hoc Networks. In: *Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops* (2004)
- [Eberspächer u. a. 2004] EBERSPÄCHER, Jörg ; SCHOLLMEIER, Rüdiger ; ZÖLS, Stefan ; KUNZMANN, Gerald: Structured P2P Networks in Mobile and Fixed Environments. In: *HET-NETs '04, Second International Working Conference* (2004)
- [Fritsch u. a. 2006] FRITSCH, Tobias ; RITTER, Hartmut ; SCHILLER, Jochen: CAN mobile gaming be improved? In: *The 5th Workshop on Network & System Support for Games* (2006)
- [Google 2007] GOOGLE: *Google-Android*. 2007. – URL [http://code.google.com/android/\(Stand:12.02.2008\)](http://code.google.com/android/(Stand:12.02.2008))
- [Gruber u. a. 2004] GRUBER, Ingo ; SCHOLLMEIER, Rüdiger ; KELLERER, Wolfgang: Performance evaluation of the mobile peer-to-peer service. In: *Proceedings of the 2004 IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid* (2004)
- [Gruber u. a. 2003] GRUBER, Ingo ; SCHOLLMEIER, Rüdiger ; NIETHAMMER, Florian: Protocol for peer-to-peer networking in mobile environments. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Communications and Networks* (2003)
- [Hayes und Wilson 2004] HAYES, Anna ; WILSON, David: Peer-to-Peer Information Sharing in a Mobile Ad Hoc Environment. In: *WMCSA '04: Proceedings of the Sixth IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA'04)* (2004)

- [Hollatz 2007] HOLLATZ, Dennis: *Managing Information: Personal Information Environments based on iROS*. 2007. – URL <https://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master07-08-aw/vortraege.html>
- [Humboldt-Universität 2007] HUMBOLDT-UNIVERSITÄT: *Chord*. 2007. – URL <http://sarwiki.informatik.hu-berlin.de/Chord>
- [Neumann u. a. 2007] NEUMANN, Christoph ; PRIGENT, Nicolas ; VARVELLO, Matteo ; SUH, Kyoungwon: Challenges in Peer-to-Peer Gaming. In: *ACM SIGCOMM Computer Communication Review* (2007)
- [Nokia 2007] NOKIA: *Nokia*. 2007. – URL <http://www.nokia.de/> (Stand:12.02.2008)
- [NVIDIA 2007] NVIDIA: *NVIDIA*. 2007. – URL <http://www.nvidia.de/> (Stand:14.02.2008)
- [Pucha u. a. 2004] PUCHA, Himabindu ; DAS, Saumitra ; HU, Charlie: How to Implement DHTs in Mobile Ad Hoc Networks. In: *10th ACM International Conference on Mobile Computing and Network* (2004)
- [Rowstron und Druschel 2001] ROWSTRON, Antony ; DRUSCHEL, Peter: Pastry: Scalable, distributed object location and routing for large-scale peer-to-peer systems. In: *Proceedings of the 18th IFIP/ACM International Conference on Distributed Systems Platforms* (2001)
- [Schönherr 2007] SCHÖNHERR, Jan: *Approaches For Mobile Peer-To-Peer Environments*. 2007. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master07-08-aw/vortraege.html>
- [Steinmetz und Wehrle 2005] STEINMETZ, Ralf ; WEHRLE, Klaus: *Peer-to-Peer Systems and Applications*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. – ISBN 3-540-29192-X
- [Stoica u. a. 2003] STOICA, Ion ; MORRIS, Robert ; LIBEN-NOWELL, David ; KARGER, David R. ; KAASHOEK, M. F. ; DABEK, Frank ; BALAKRISHNAN, Hari: Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol for Internet Applications. In: *IEEE/ACM Transactions on Networking* (2003)
- [Tutzschke 2007] TUTZSCHKE, Jan-Peter: *Ein Rahmenwerk für pervasives Spielen in mobilen Umgebungen*. 2007. – URL <https://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master07-08-aw/vortraege.html>
- [Wikipedia 2007] WIKIPEDIA: *Wikipedia*. 2007. – URL <http://de.wikipedia.org/>
- [Winer 2000] WINER, Dave: *Dave: 'P2P is Bigger'*. 2000. – URL <http://davenet.scripting.com/2000/09/13/p2pisbigger/>, 2000 (Stand:04.01.2008)

- [Yan u. a. 2004] YAN, Lu ; SERE, Kaisa ; ZHOU, Xinrong ; PANG, Jun: Towards an Integrated Architecture for Peer-to-Peer and Ad Hoc Overlay Network Applications. In: *Proceedings of the 10th IEEE International Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems* (2004)