

Antrag zur Durchführung einer Projektgruppe

1 Thema: *DoVinci*

Dortmund Virtualized Networked Campus Infrastructure – ein verteiltes Campus-Informationssystem basierend auf maßgeschneiderten virtuellen Maschinen

2 Zeitraum: WS 2009/2010 und SS 2010

3 Umfang: Jeweils 8 SWS

4 Veranstalter

<u>Olaf Spinczyk</u>	Professor, LS12	OH16 E01	-6322	olaf.spinczyk@tu-dortmund.de
<u>Jochen Streicher</u>	Wiss. Mitarbeiter, LS12	OH16 E03	-6142	jochen.streicher@tu-dortmund.de
Horst Schirmeier	Wiss. Mitarbeiter, LS12	OH16 E03	-6142	horst.schirmeier@tu-dortmund.de



Abbildung 1: Web-Tablett-System im Einsatz

5 Aufgabe

5.1 Einleitung

Software für Mobilgeräte (wie Web-Tablets oder Mobiltelefone) leidet aktuell unter Beschränkungen – entweder ist der Zugriff auf spezielle Funktionalität eines Mobilgerätes (wie z.B. Kamera und Mikrofon, Audio-Hardware, Bewegungssensoren oder GPS) von Laufzeitumgebungen wie Java oder .NET mobile aus nicht realisierbar, oder die Anwendung ist durch betriebssystemspezifische Schnittstellen oder Treiber auf einen bestimmten Gerätetyp angewiesen. Damit gestaltet sich die Entwicklung moderner, interaktiver Anwendungen für Mobilgeräte schwierig, da die Portierung von Software auf eine andere Plattform ein kosten- und zeitaufwändiger Vorgang ist. Aktuell sind z.B. fünf verschiedene verbreitete Betriebssysteme (Linux, NetBSD, Windows Mobile, OS X, Symbian OS) in diversen Varianten (z.B. Moblin, Maemo und Android im Linux-Bereich) in Verwendung.

Ein solcher neuer Typ von Anwendung für Mobilgeräte ist die verteilte, dezentrale Campus-Informationsumgebung „DoVinci“, die im Rahmen dieser PG geschaffen werden soll. Hierbei sollen den Nutzern des Systems lokationsspezifische Dienste von verschiedenen Anbietern zur Verfügung gestellt werden. Beispielsweise könnte die Mensa aktuelle Speisepläne mit Verfallsdatum zur Verfügung stellen, die Bibliothek Ausleihinformationen und Gebäudenavigation anbieten und die Fachschaft Erstsemester-Infos. Anwendungsszenarien sind dabei sowohl von Lokalisation wie auch von der Zeit abhängig. So kann ein Dozent mit Hilfe seines Laptops genau zu seiner Vorlesungszeit eine Umgebung mit Vorlesungsmaterialien und dem dazugehörigen Präsentationswerkzeug (OpenOffice, Powerpoint, Adobe Reader etc.) in dem entsprechenden Hörsaal anbieten. Es soll aber auch möglich sein, privat von einem Anbieter zur Verfügung gestellte Informationen (z.B. Vorlesungsmitschriften, aktuelle Mensakritiken) zu erhalten.

Das zu entwickelnde System soll dabei offen sein, d.h., jeder potentielle Diensteanbieter soll (z.B. über einen eigenen kleinen Server, der auch WLAN-Access-Point ist) eigene Anwendungen zur Verfügung stellen können.

Die Offenheit des Systems, die Menge an unterschiedlichen Client-Systemen und die nicht vorhersehbare Vielfalt möglicher Anwendungen schließt eine Realisierung mit Java oder die Bindung an eine einzelne mobile Systemplattform aus. Ein Lösungsansatz, der weitestgehende Flexibilität und Offenheit ermöglicht, ist der Einsatz von Virtualisierungstechnologien auf Systemebene. Unter Ausnutzung der stetig steigenden Leistungsfähigkeit aktueller mobiler Rechner – wie z.B. Web-Tablets oder Netbooks – ist es auch auf kleinen, preiswerten mobilen Geräten mittlerweile möglich, mit Hilfe von Virtualisierung mehrere Betriebssystemumgebungen gleichzeitig zu betreiben und dabei die Isolation zwischen den einzelnen Systemen sicherzustellen.

Mit Hilfe von Virtualisierung für Mobilgeräte ist ein Ansatz realisierbar, den Kompatibilitätsproblemen zu entgehen und damit eine Basis für eine offene, flexible Informationsinfrastruktur zu entwickeln. Die jeweilige Applikation im DoVinci-System wird dabei als maßgeschneiderte virtuelle Maschine (Virtual Appliance, VA) implementiert und an das jeweilige mobile Endgerät ausgeliefert. Diese VA beinhaltet das Betriebssystem, benötigte Libraries und Middleware sowie die eigentliche Applikation und deren Daten. Abbildung 2 zeigt ein mögliches Szenario, bei dem gerade eine neue virtuelle Maschine von einem Server, der verschiedene VMs anbietet, geladen wird.

Ziel der Projektgruppe ist es, eine Infrastruktur für ein auf Virtual Appliances basierendes Campus-Informationssystem zu schaffen sowie prototypische Anwendungen für das System als VAs unter Berücksichtigung der Ressourcenbeschränktheit (Energie [10], Speicher, Rechenleistung, Netzanbindung) von Mobilgeräten [8] zu entwickeln. Basierend auf dieser Infrastruktur sollen geeignete Lösungen zur Verwaltung orts- und zeitabhängiger Anwendungen entworfen und implementiert werden. Die PG gibt die Gelegenheit, in vielen Bereichen der Informatik zu arbeiten – angefangen von der systemnahen Virtualisierungsebene bis hin zu innovativen Anwendungen für Mobilgeräte.

5.2 Wissenschaftlicher Kontext

Virtualisierung ist im Bereich von Servern und Desktop-Systemen eine seit Jahren etablierte Technologie, die es ermöglicht, mehrere Betriebssystem-Umgebungen gleichzeitig, quasi-parallel und voneinander isoliert auf einer Hardware auszuführen. In diesen Bereichen ist Virtualisierung sowohl in kommerziellen Produkten (z.B. VMware, VirtualBox) als auch als Open Source-Lösung (Xen, Linux KVM) verfügbar.

Bei mobilen (eingebetteten) Systemen ist Virtualisierung ein aktuelles Forschungsthema [5, 2], das u.a. auch Thema des von der Arbeitsgruppe ausgerichteten IIES-Workshops ist [4, 3]. Die Ressourcenbeschränktheit von mobilen eingebetteten Systemen stellt dabei neuartige Herausforderungen an Virtualisierungsinfrastrukturen, die in dieser Form bisher nicht existieren [11]. So ist beispielsweise die Größe von virtuellen Maschinen zu minimieren, um dem begrenzten Speicher und der vergleichsweise langsamen Netzanbindung Rechnung zu tragen. Hier können Techniken aus dem Bereich des Software-Engineering, insbesondere Ansätze zur Maßschneiderung, zu einer deutlichen Reduktion der Größe der virtuellen Maschinen beitragen. Maßschneiderungstechniken werden in der Arbeitsgruppe bereits erfolgreich im Bereich der Betriebssysteme [7] und Datenhaltungssysteme [9] eingesetzt.

Der für die Projektgruppe gewählte Kontext eines Campus-Informationssystems ermöglicht die Erforschung von Provisioning-Infrastrukturen – also die Bereitstellung, Übertragung, Verteilung und die Lebenszyklus-Verwaltung – für maßgeschneiderte virtuelle Maschinen in großem Maßstab. Zugleich ermöglichen es die geplanten orts- und zeitabhängigen Dienste im Informationssystem, Ansätze wie push-Methoden oder publish-and-subscribe auf den Einsatz mit virtuellen Maschinen zu adaptieren.

Die Ergebnisse der PG sind direkt für einen aktuell in der Beantragungsphase befindlichen SFB-Antrag relevant, den Arbeitsgruppen der Fakultät Informatik in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Logistik erarbeitet haben. Hierbei ist ein Thema der Einsatz von Virtualisierungstechnologien im Bereich der Logistik.

5.3 Ziele und beabsichtigte Lerneffekte

Im Rahmen der PG sollen folgende Einzelziele erreicht werden:

- Entwicklung einer Virtualisierungsumgebung für mobile, eingebettete Systeme basierend auf existierenden Technologien wie Xen [1] oder Linux/KVM [6, 11]



Abbildung 2: Virtualisierungsstrukturen

- Entwicklung einer Infrastruktur für ein offenes, verteiltes Campus-Informationssystem
- Implementierung und Evaluation von Methoden zur Maßschneidung von virtuellen Maschinen für Mobilgeräte

Im Bereich der Virtualisierung wird eine Zusammenarbeit mit Industriepartnern angestrebt.

Die Arbeitspakete der PG umfassen sowohl konzeptionelle wie auch Implementierungsaufgaben. Die einzelnen Pakete sind dabei in verschiedenen Bereichen der mobilen Softwareentwicklung angesiedelt – von systemnahen Aufgaben wie Entwicklung einer Virtualisierungsumgebung bis hin zu Fragen der Bereitstellung von Netzwerkdiensten und der Entwicklung mobiler Anwendungen wird ein breites Spektrum an Informatik-Fachgebieten abgedeckt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf den speziellen Anforderungen eingebetteter mobiler Systeme. Hier sollen die PG-Teilnehmer lernen, mit den typischen Ressourcenbeschränkungen wie Energie, Speicher, Prozessorleistung und Netzwerkbandbreite, umzugehen und die zu erarbeitenden Teilprojekte spezifisch auf diesen Schwerpunkt hin zu optimieren. Aktuelle, forschungsnahe Themen wie die Maßschneidung von Systemen, werden hierbei auf das Problemfeld der PG angewendet und bilden damit auch die Grundlage für weitere Beschäftigung mit der Thematik, beispielsweise im Rahmen von Diplomarbeiten.

Studentinnen und Studenten, die in der Projektgruppe mitarbeiten, bietet sich neben der Erfahrung, eine komplexe Aufgabe im Team zu lösen, die Möglichkeit, vertieft in Virtualisierungstechnologien und die Thematik der eingebetteten Systeme einzusteigen und neue Software- und Systeminfrastrukturen für Mobilgeräte forschungsnah mitzuentwickeln. Dazu gehört Wissen über den Aufbau mobiler Hardware und virtueller Maschinen und Appliances, Entwicklung von mobilen Anwendungen sowie generelles Know-How über die Zusammenhänge in dieser zukunftsweisenden Branche. Auf der praktischen Seite bietet die Projektgruppe Teilnehmern die Gelegenheit, ein verteiltes, heterogenes, eingebettetes System zu konzipieren und zu entwickeln, das die Basis für ein real einsetzbares Campus-Informationssystem bilden kann und zudem auch in weiteren Anwendungsdomänen (wie z.B. der Logistik) relevant sein wird.

6 Teilnahmevoraussetzungen

Notwendige Voraussetzungen

- Vorlesung „Aktuelle Forschungsfragen der eingebetteten Systemsoftware“ / „Eingebettete Systeme“
- Bereitschaft zur systemnahen Programmierung
- Verständnis englischsprachiger Artikel und Handbücher

Wünschenswert

- Programmierkenntnisse in C/C++ und Erfahrung mit Linux
- Vorlesung „Software ubiquitärer Systeme“

7 Minimalziele

1. Konzipierung und Entwicklung von Methoden zur Dienstlokalisierung in drahtlosen Netzen als Basis für ortsabhängige Dienste
2. Entwicklung einer Virtualisierungs-Basisinfrastruktur, die VAs auf Anforderung laden kann, z.B. basierend auf Xen [1] oder Linux/KVM [6]
 - (a) Entwicklung einer Infrastruktur zum Laden/Entladen von VMs im Hypervisor
 - (b) Methoden zur gemeinsamen Benutzung von Ressourcen zwischen VMs (Bildschirm, Eingabegeräte etc.) unter Wahrung der Isolationsanforderungen
3. Provisioning von VMs
 - (a) Erstellung eines prototypischen Servers zur Bereitstellung und Maßschneiderung von VMs
 - (b) Erstellung von mindestens zwei Beispielapplikationen und zugehörigen VMs
4. Dokumentation von Ideen zur Maßschneiderung von VMs (z.B. in Hinblick auf Anwendungen, Dateisystem und Daten) und Implementierung mindestens einer Methode

8 Literatur

- [1] P. Barham, B. Dragovic, K. Fraser, St. Hand, T. Harris, A. Ho, R. Neugebauer, I. Pratt, and A. Warfield. Xen and the art of virtualization. In *SOSP '03: Proceedings of the nineteenth ACM symposium on Operating systems principles*, pages 164–177, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- [2] Jörg Brakensiek, Axel Dröge, Martin Botteck, Hermann Härtig, and Adam Lackorzynski. Virtualization as an enabler for security in mobile devices. In *IIES '08: Proceedings of the 1st workshop on Isolation and integration in embedded systems*, pages 17–22, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [3] Michael Engel and Joerg Nolte, editors. *Proceedings of the 2nd Workshop on Isolation and Integration in Embedded Systems (IIES 2009)*, Nuremberg, Germany, April 2009. ACM Press.
- [4] Michael Engel and Olaf Spinczyk, editors. *Proceedings of the 1st Workshop on Isolation and Integration in Embedded Systems (IIES 2008)*, Glasgow, UK, April 2008. ACM Press.
- [5] Gernot Heiser. The role of virtualization in embedded systems. In *IIES '08: Proceedings of the 1st workshop on Isolation and integration in embedded systems*, pages 11–16. ACM, 2008.
- [6] A. Kivity, Y. Kamay, D. Laor, U. Lublin, and A. Liguori. KVM: the Linux virtual machine monitor. In *OLS '07: The 2007 Ottawa Linux Symposium*, pages 225–230, July 2007.
- [7] Daniel Lohmann, Wanja Hofer, Wolfgang Schröder-Preikschat, and Olaf Spinczyk. CiAO: An aspect-oriented operating-system family for resource-constrained embedded systems. In *Proceedings of the 2009 USENIX Annual Technical Conference*, Berkeley, CA, USA, June 2009. USENIX Association.
- [8] Peter Marwedel. *Eingebettete Systeme*. Springer-Verlag, 2007.
- [9] Marko Rosenmüller, Norbert Siegmund, Horst Schirmeier, Julio Sincero, Sven Apel, Thomas Leich, Olaf Spinczyk, and Gunter Saake. FAME-DBMS: Tailor-made Data Management Solutions for Embedded Systems. In *Workshop on Software Engineering for Tailor-made Data Management*, pages 1–6. School of Computer Science, University of Magdeburg, March 2008.
- [10] Jan Stoess, Christian Lang, and Frank Bellosa. Energy management for hypervisor-based virtual machines. In *Proceedings of the USENIX Annual Technical Conference*, 2007.
- [11] Disheng Su. Mini VM - Extending KVM towards Embedded Systems. In *Ottawa Linux Symposium: Virtualization Mini Summit*, June 2008.

9 Rechtliche Hinweise

Die Ergebnisse der Projektarbeit inkl. der dabei erstellten Hard- und Software sollen der Fakultät für Informatik uneingeschränkt zur freien Forschung zur Verfügung stehen. Darüber hinaus sind keine Einschränkungen der Verwertungsrechte an den Ergebnissen der Projektgruppe vorgesehen. Es ist jedoch möglich, dass im Rahmen von Industriekooperationen im Einzelfall Vertraulichkeitsvereinbarungen unterzeichnet werden müssen.