



**BERICHT**

2009

zum Exzellenzschwerpunkt

FutureLabs@TUGraz

Die Partnerinstitute von FutureLabs@TUGraz sind:

- Institut für Angewandte Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnologie (IAIK)
- Institut für Informationssysteme und Computermedien (IICM)
- Institut für Wissensmanagement (IWM)
- Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung (IGI)
- Institut für Semantische Datenanalyse (ISD)
- Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen (ICG)
- Institut für Computergraphik und Wissensvisualisierung (CGV)
- Institut für Softwaretechnologie (IST)

Redaktion: K. Tochtermann, U. Birkner

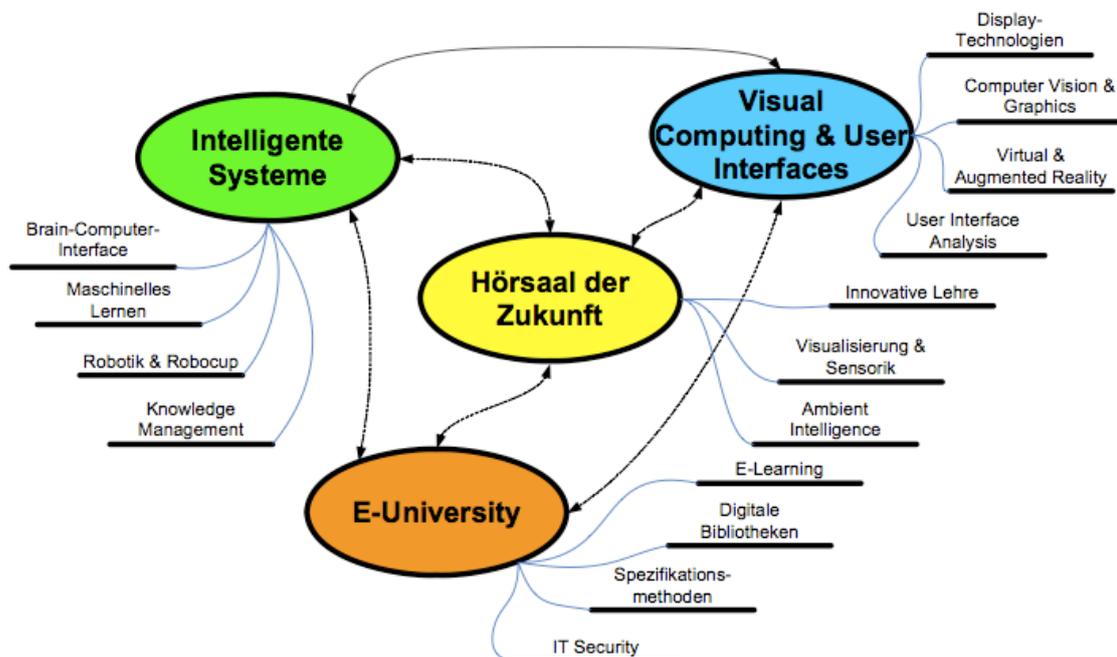
März 2010

# VORWORT

In der Exzellenzinitiative FutureLabs versuchen mehrere Institute der TU Graz gemeinsam einen Teil der möglichen Zukünfte der Menschen zu erfinden und mitzugestalten. Dass diese Forscher und Forscherinnen durchwegs im Bereich der Informatik angesiedelt sind, ist nicht weiter verwunderlich. Die unüblich rasche Entwicklung der Informatik in den letzten paar Jahrzehnten sowie der offensichtliche Einfluss der Informatik auf alle Lebensbereiche wird mittlerweile von allen wahrgenommen und als Faktum verstanden.

Dies wird sich aller Voraussicht nach vorerst nicht ändern. Diese Entwicklung ist weitestgehend forschungs- und innovationsgetrieben. Neu in FutureLabs ist, dass die Informatikforscher/innen ihre Arbeiten auch synoptisch betrachten. Fortschrittlich ist auch, dass nicht historisch gewachsene und durch Namen von Instituten definierte Strukturen im Vordergrund stehen, sondern Themen als FutureLabs sich auf verschiedene Weise mit hochaktuellen Fragen der Informatik beschäftigen: „Was ist Denken?“, „Inwieweit lässt sich Denken berechnen und damit auch automatisieren?“, und „Was ist Information?“ „Wie kann Inspiration durch Computer unterstützt werden?“. Diese an sich rein grundlagenorientierten Fragen haben massive Auswirkungen auf den menschlichen Alltag. Vor allem das Tandem „Mensch – Computer“ ist von Interesse, wobei der Begriff „Computer“ hier allgemein zu verwenden ist: vom Internet über den Personal Computer bis hin zur Chipkarte, intelligenten RFID Chips und den verbindenden Netzwerken. Was kann der Mensch zusammen mit einer von Computern durchsetzten Umgebung? Wie organisieren wir unsere Gesellschaft angesichts der ubiquitären Verfügbarkeit von Information und deren automatisierter Verarbeitung? Wie gestalten wir diese informatisierte Umgebung auf eine vertrauenswürdige Weise? Wie schützen wir uns vor einer Überschwemmung mit teils unzuverlässiger Information? Und welche wissenschaftlichen Fragestellungen resultieren daraus?

Welche Themen im Rahmen von FutureLabs wichtig sind, ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.



Rund um das Thema „Hörsaal der Zukunft“ finden sich drei weitere Themen: „Visual Computing und User Interfaces“, „E-University“ und „Intelligente Systeme“. Jedes dieser vier Themen besteht aus einer Reihe von Unterthemen. Diese rund 15 Sub-Themen repräsentieren das derzeitige Forschungsinteresse der an FutureLabs beteiligten Institute. Die Themen und Sub-Themen hängen vielfach miteinander zusammen und werden in rund einem Dutzend Teilprojekten bearbeitet. Dazu gehören etwa Informationssicherheit, Hörsaal der Zukunft, Inspirationen, Modelle für komplexe Bewegungsabläufe, 3D-Städterekonstruktion, RoboCup u.v.a.m.

<b>1. Institut für angewandte Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnologie .....</b>	<b>1</b>
1.1. FutureLabs am IAIK: Informationssicherheit .....	1
1.1.1. Die Forschung am IAIK und die Einbettung von FutureLabs .....	1
1.1.2. Hochleistungscluster für Formale Methoden .....	2
1.1.3. Motortisch für das VLSI-Labor.....	2
1.1.4. Vertrauenswürdige Kommunikation mit Android.....	3
1.1.5. UHF RFID Reader - IMPINJ Revolution .....	4
1.1.6. Zusammenfassung .....	5
<b>2. Institut für Informationssysteme und Computermedien .....</b>	<b>6</b>
2.1. FutureLabs am IICM: Der Hörsaal der Zukunft .....	6
2.1.1. Motivation.....	6
2.1.2. Zukunfts-Vision.....	7
2.1.3. Vorarbeiten .....	7
2.1.4. Erweiterungen des Ist-Standes (Second Life Insel „TU Graz“) um eine kollaborative Lernumgebung für Kleingruppen .....	8
2.1.5. Kollaborative Lernumgebung für Kleingruppen unter Nutzung der Sun Wonderland Infrastruktur .....	10
2.2. FutureLabs am IICM: J.UCS und Austria Forum .....	13
<b>3. Institut für Wissensmanagement .....</b>	<b>23</b>
3.1. FutureLabs am IWM: Wie Computer helfen neue Ideen zu generieren.....	23
3.1.1. Anwendungsfall Präsentation von Inspirationen.....	23
3.1.2. Anwendungsfall Sammeln von Inspirationen .....	25
3.1.3. Verwendung der Inspiration Machine .....	26
<b>4. Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung .....</b>	<b>27</b>
4.1. FutureLab am IGI: Ein Modell des primären visuellen Cortex .....	27
4.2. Räumlich-zeitliche Information im primären visuellen Kortex .....	29
4.3. FutureLabs am IGI: Lernen von internen Modellen für komplexe Bewegungsabläufe .....	30
<b>5. Institut für semantische Datenverarbeitung.....</b>	<b>32</b>
5.1. FutureLabs am ISD: Entwicklung hybrider Brain-Computer Interface-Systeme.....	32
5.1.1. Studien zum Hybrid-BCI .....	34
<b>6. Institut für maschinelles Sehen und Darstellen .....</b>	<b>36</b>
6.1. FutureLabs am ICG: Visual Computing Supercomputer.....	36
6.1.1. Der CUDA Supercomputer .....	36
6.1.2. Visual Computing .....	37
6.1.3. 3D Städterekonstruktion.....	37
6.1.4. Visualisierung und Verarbeitung von Medizinischen Daten .....	38
6.1.5. Literaturverzeichnis.....	39
6.2. FutureLabs am ICG: Intelligent Room .....	40
<b>7. Institut für Computergrafik und Wissensvisualisierung .....</b>	<b>42</b>
7.1. FutureLabs am CGV: Die Erfassung, Verarbeitung und Anzeige größerer Mengen von 3D-Daten in hoher Qualität.....	42

7.1.1.	Hindernisse auf dem Weg zur vollautomatischen 3D-Erfassung .....	42
7.1.2.	Flächenrückführung in „class-A“ Qualität .....	42
7.1.3.	Der Anwendungsfall „Cultural Heritage“ .....	43
7.1.4.	Virtual Reality auf dem letzten Stand der Technik.....	45
7.1.5.	Multitouch-Funktionalität für die HeyeWall .....	45
<b>8.</b>	<b>Institut für Softwaretechnologie .....</b>	<b>47</b>
8.1.	FutureLabs am IST: Game Programming Contest for Computer Science Education .....	47
8.2.	FutureLabs am IST: Robot Learning Lab.....	51
8.2.1.	Das war RoboCup 2009 .....	51
8.2.2.	RoboCup Teams .....	52
8.2.3.	Publikationen im Rahmen des „Robotik Learning Lab“ 2009 .....	53

# 1. INSTITUT FÜR ANGEWANDTE INFORMATIONSVERRARBEITUNG UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE

## 1.1. FutureLabs am IAIK: Informationssicherheit

---

K. C. Posch, G. Hofferek, J.-M. Schmidt, M. Aigner, S. Kraxberger

### 1.1.1. Die Forschung am IAIK und die Einbettung von FutureLabs

Die im Jahr 2008 gestarteten FutureLabs-Aktivitäten am Institut für Angewandte Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnologie (IAIK) wurden im Jahr 2009 erfolgreich fortgesetzt. Dieses Dokument berichtet über diese Aktivitäten. Es zeigt zuerst den Hintergrund der IAIK-Forschungsthemen in Zusammenhang mit FutureLabs auf, skizziert danach in aller Kürze die über FutureLabs finanzierten Anschaffungen und argumentiert deren Verwendung für neue Forschungsergebnisse.

Unsere Gesellschaft vertraut in zunehmendem Maße technischen Geräten im Alltag. Der Innovationsaspekt dieser Geräte wird zum Großteil durch deren Umgang mit Information bestimmt. Die fortschreitende Miniaturisierung und die damit einhergehende Kostenreduktion von informationstechnischen Systemen ermöglichen immer wieder neuartige Anwendungen. Eine Vorbedingung für die gedeihliche Entwicklung dieses Trends ist die geeignete Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten in den technischen Systemen. Das Thema „Informationssicherheit“ gehört deshalb zu den notwendigen Forschungs- und Lehraufgaben einer Universität.

Das Projekt FutureLabs stellt für das geschilderte Szenario den Modul „E-University“ bereit. Dieser Modul liefert zusammen mit dem Modul „Hörsaal der Zukunft“ das geeignete Ambiente für Forschungsarbeiten in Richtung „Informationssicherheit“, dem Kernthema der Forschung am Institut für Angewandte Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnologie (IAIK).

In FutureLabs setzten wir die im Jahr 2008 begonnene Arbeit der Forschung im Rahmen mehrerer IAIK-Forschungsgruppen fort. Dazu gehörten im Wesentlichen die beiden Gruppen „Sichere und korrekte Systeme“ und „VLSI & Security“. FutureLabs bot für diese beiden Gruppen eine Möglichkeit, die technische Ausstattung mit einer Reihe von neuen Geräten auf den Stand der Technik zu bringen bzw. zu halten. Neue theoretische Arbeiten konnten so mit deren Implementierung in realen Geräten in Korrespondenz gebracht werden, sodass das angestrebte Ziel „Informationssicherheit“ in wesentlichen Facetten abgedeckt werden konnte.

Die FutureLabs-Mittel für Investitionen und technische Komponenten betragen im Jahr 2009 etwa € 55.000.-. Damit wurden eine Reihe von Infrastrukturverbesserungen am IAIK vorgenommen, durch welche nicht nur mehrere IAIK-Forschungsgruppen, sondern in wesentlichem Maße auch Studierende in verschiedenen fortgeschrittenen Stadien profitieren und auch bereits profitiert haben. Dabei handelt es sich nicht nur um Bachelor-Projekte, Master-Projekte, Masterarbeit und Dissertationen, sondern auch um verschiedene Konstruktionsübungen. Die angeschafften Geräte sind zum Großteil für Spezialzwecke gedacht. Nachfolgend werden diese im Einzelnen beschrieben.

### 1.1.2. Hochleistungscluster für Formale Methoden

Der Einsatz formaler Methoden in den Bereichen des (automatischen) Entwurfs und der beweisbaren Verifikation von digitalen Schaltungen basiert auf Großteils sehr rechen- und vor allem auch speicherintensiven Algorithmen. Dies trifft insbesondere auf neue, gerade erst in Entstehung befindliche Forschungs-Prototypen zu. Gerade um jene aber zu analysieren und zu evaluieren, sind oft Versuchsreihen bzw. Fallstudien mit vielen, zum Teil besonders aufwändigen Fallbeispielen notwendig. Herkömmliche Arbeitsplatzrechner verfügen im Allgemeinen nicht über ausreichende Ressourcen in Bezug auf Arbeitsspeicher und Rechenleistung, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Um Ergebnisse innerhalb vernünftiger Zeit zurück zu erhalten, ist die gleichzeitige parallele Ausführung mehrerer Versuche unumgänglich. Dafür sind Rechner mit mehreren Rechenkernen („Cores“) erforderlich, welche gleichzeitig über einen großen Arbeitsspeicher verfügen, damit auch alle gleichzeitig laufenden (jeder für sich bereits speicherintensiven) Prozesse darin Platz finden. Mit der aktuellen Anschaffung ergänzen wir unseren bestehenden Hochleistungsrechencluster um eine Einheit, welche im Vergleich zu den bestehenden Einheiten für die einzelnen enthaltenen Rechenkerne jeweils schnelleren und direkteren Zugriff auf den Arbeitsspeicher erlaubt. Damit soll vermieden werden, dass die Verbindung zwischen Rechenkernen und Speicher bei vielen parallelen Zugriffen zum Flaschenhals wird. Durch diese Erweiterung des Clusters werden in Zukunft Fallstudien und Prototypen-Versuche schneller und effizienter durchführbar sein. Die verringerte Wartezeit auf Ergebnisse lässt raschere Korrekturen und Verbesserungen an den Prototypen zu. Darüber hinaus wird die Möglichkeit, verschiedene Ideen und Alternativen gleichzeitig zu erproben, gesteigert.



Abb 1: Synthesis Cluster Nodes

### 1.1.3. Motortisch für das VLSI-Labor

Viele Mikrochips enthalten sensitive Daten, wie zum Beispiel kryptografische Schlüssel im Falle von Chipkarten. Diese sensitiven Daten sollten auf keine Weise durch Unberechtigte gelesen werden können. Für Untersuchungen über die Sicherheit von Mikrochips hinsichtlich ihrer Schwächen

gegenüber Angriffen auf das in ihnen gespeicherte Geheimnis, sind passive optische Inspektionen und auch optische invasive Eingriffe von Interesse.

Als Ergänzung für das bereits vorhandene Mikroskop haben wir einen sogenannten Motortisch angeschafft. Eine detaillierte Untersuchung von Mikrochips, die bis jetzt nur per Hand und dementsprechend relativ schwer reproduzierbar war, ist mit Hilfe des neuen Tisches nun automatisiert mit einer Genauigkeit von  $3\mu\text{m}$  möglich. Die Schrittweite von  $0,05\mu\text{m}$  erlaubt das präzise Scannen eines kompletten Chips, wobei neben einer visuellen Inspektion auch diverse Tastköpfe, z.B. für die elektromagnetische Abstrahlung, zum Einsatz kommen.

Die Anwendung beschränkt sich jedoch nicht auf passive Untersuchungen. Mittels Laser oder Spannungsentladungen wird der Chip aktiv bei seiner Berechnung gestört. Im Anschluss werden die gemessenen Daten, ebenso wie eventuell fehlerhafte Ausgaben des Gerätes evaluiert. Dabei wird untersucht, ob sie Informationen enthalten, die den Chip eigentlich nicht verlassen sollten, z.B. ob sie Rückschlüsse auf einen geheimen, zum digitalen Signieren verwendeten, Schlüssel zulassen. Somit ist es nun möglich, die Teile eines Chips, die besondere Aufmerksamkeit des Entwicklers erfordern um die Sicherheit eines Produktes zu gewährleisten, gezielt und systematisch zu ermitteln.



Abb. 2: Motortisch samt Mikroskop

#### 1.1.4. Vertrauenswürdige Kommunikation mit Android

In Zukunft werden mobile Plattformen auch vertrauenswürdige Module oder sichere Speicher beinhalten. Nur damit kann man sicherstellen, dass auf sensitive Daten und vertrauenswürdige sichere Netzwerke lediglich autorisierten Personen zugreifen können. Dies ist insbesondere in kritischen Situationen wie z.B. bei Unglücks- und Katastrophenfällen wichtig. In diesen Fällen müssen

negative Auswirkungen von Virus- und Wurmprogrammen wie auch anderen „Exploits“ von mobilen Plattformen auf jeden Fall vermieden werden. Durch die zunehmende Rechenleistung dieser mobilen Plattformen sind diese auch gleichzeitig häufigeren Angriffen ausgesetzt.

Im Rahmen des europäischen Projektes SECRIKOM wurde am IAIK ein Secure Docking Module entwickelt. Dieser Module wird mit dem Secure P2P-Framework, welches ebenfalls am IAIK im Rahmen des europäischen Projektes SMEPP entwickelt wurde, integriert. Damit entsteht ein vertrauenswürdiges selbst-organisierendes Netzwerk. Beide erwähnten Technologien basieren auf Java und wurden für Dalvik adaptiert; damit können sie auf Android-Geräten verwendet werden. Mit dieser Entwicklung kann die Vielfalt von Geräten, mit welchen auf kritische Informationsinfrastrukturen zugegriffen werden kann, erweitert werden. Beispiele für sensible Information sind etwa Gesundheitsdaten, Evakuierungspläne, Energieversorgung oder Notfallsnetzwerke.



Abb 3: Android

### 1.1.5. UHF RFID Reader - IMPINJ Revolution

Durch minimalen Leistungsverbrauch von Sensoren und Mikroprozessoren ist es inzwischen möglich, intelligente Sensoren kontaktlos im RF-Feld von RFID-Lesegeräten zu betreiben. Die Plattform WISP (Wireless Identification and Sensing Platform) von Intel ist ein Prototyp eines solchen kontaktlosen Sensorsystems. Von Intel, dem Hersteller der WISPs, werden diese ausgewählten Forschungsgruppen zur Verfügung gestellt. Diese Tags bzw. Sensoren arbeiten mit kommerziellen RFID-Readern nach amerikanischer Norm, d.h. sie entnehmen dem RFID-Feld die zum eigenen Betrieb notwendige Leistung und kommunizieren gleichzeitig durch Modulation dieses Feldes.

Im Zuge des Forschungsthemas „Sicheres Internet der Dinge“ betrachtet das IAIK diese passiven Sensor-Tags als neue Technologie im Internet der Dinge. Anstatt „nur“ die eigene Seriennummer zu übertragen, können diese Tags über ihre integrierten Sensoren (Beschleunigung, Licht, Temperatur) Daten über ihre Umwelt sammeln und an Lesegeräte kontaktlos übertragen. Die Tags sind programmierbar, d.h. sie können selbstständig intelligente Entscheidungen auf Basis der gesammelten Daten treffen. In Bezug auf Sicherheit stellen in diesem Zusammenhang die Themen

Integrität und Authentizität der von Tags gesammelten Daten eine spezielle Herausforderung dar. Für Applikationen, die auf zentralen Servern die Daten der verteilten Sensoren verarbeiten, ist es oft notwendig zu überprüfen, ob die über das ungesicherte Netzwerk empfangenen Daten unverfälscht sind und von vertrauenswürdigen Sensoren stammen. Mithilfe von kryptographischen Methoden, die auf den Mikroprozessoren der Sensoren ausgeführt werden, soll die Unverfälschtheit der generierten Daten gesichert werden. Seitenkanalangriffe stellen in diesem Umfeld eine wichtige, jedoch in diesem Umfeld bisher bislang kaum betrachtete Thematik dar.

Im Zuge unserer Futurelabs-Aktivitäten werden wir ein WISP-Test-Setup aufbauen, um die Möglichkeiten von kryptographischen Schutzmechanismen für Sensordaten zu untersuchen. Der Impinj Revolution Reader, stellt in Kombination mit der Cushcraft Fernfeldantenne für 915 MHz (US Norm) das zentrale Element des Testsetups dar. Unter Verwendung unserer digitalen Oszilloskope und des RF Receivers werden wir Implementierungsangriffen auf WISPs durchführen und, falls diese erfolgreich sind, entsprechende Gegenmaßnahmen vorschlagen.

Das Setup wird sowohl in der Lehre als auch für Forschungsaktivitäten Verwendung finden. Wir gehen davon aus, dass die erzielten Ergebnisse auf internationalen Konferenzen als Aufsatz und Vortrag akzeptiert werden.



**Abb 4: Kontaktloser RFID-Sensor WISP**

([http://www.seattle.intel-research.net/wisp/summit/images/wisp\\_in\\_hand.png](http://www.seattle.intel-research.net/wisp/summit/images/wisp_in_hand.png))

### **1.1.6. Zusammenfassung**

In diesem Dokument haben wir beispielhaft einige Infrastruktur-Komponenten aus FutureLabs beschrieben, welche im Rahmen von FutureLabs angeschafft wurden und am IAIK von verschiedenen Forschungsgruppen verwendet werden. Die Palette zieht sich dabei über mehrere Themen innerhalb der Forschung im Bereich Informationssicherheit.

## 2. INSTITUT FÜR INFORMATIONSSYSTEME UND COMPUTERMEDIEN

### 2.1. FutureLabs am IICM: Der Hörsaal der Zukunft

---

#### F. Kappe

##### 2.1.1. Motivation

Die aktuelle Raum-Situation in Bezug auf die Hör- und Lehrsäle an der Fakultät für Informatik ist in mehrfacher Hinsicht unbefriedigend:

1. Selbst die großen Hörsäle P1 (494 Plätze) bzw. i13 (300 Plätze) sind zu klein für unsere Studentenzahlen in den Einführungs-Lehrveranstaltungen geworden, wie ich aus eigener Erfahrung weiß (ich habe im derzeit laufenden Wintersemester über 800 Studierende „Einführung in die strukturierte Programmierung“). Wenn wir eine weitere Erhöhung der Absolventenzahlen und damit auch der Studienanfänger anstreben und vielleicht langfristig als Informatikfakultät die Informatik-Vorlesungen für andere Fakultäten als Serviceleistung anbieten wollen (beides sollten wir meiner Meinung nach tun), wird dieses Problem eher noch größer werden. Eine Aufteilung in kleinere Gruppen und mehrfache Abhaltung der LV löst das Problem nicht, weil dafür nicht genügend freie Zeitschlitzte in den existierenden Hörsälen zur Verfügung stehen.
2. Ähnliches gilt für die Tutorien: Aufgrund des zu knappen Angebots an freien Lehrsälen mit entsprechender Computerausstattung müssen wir die Tutorien in recht großen Gruppen abhalten. Abgabegespräche finden eher improvisiert in irgendwelchen Ecken statt.
3. Wenn man des weiteren bedenkt, dass unsere Studierenden zu Hause typischerweise über bessere Hardware als in unseren Lehrsälen verfügen, samt Breitband-Internet, und sich ein immer größerer Teil der Lehre ohnehin virtuell über das Internet abspielt (TUGTC, TUGLL, Wikis, Blogs, Newsgroups, Podcasts, ...), muss man sich schon fragen, ob das Szenario „wir gehen alle zu einer bestimmten Zeit an einen bestimmten Ort, in zu großer Anzahl und einem schlechter ausgestatteten Raum als ihr es zu Hause habt“ überhaupt noch zeitgemäß ist.

### 2.1.2. Zukunfts-Vision

Aus diesen Gründen schlagen wir vor, den Hörsaal der Zukunft als – zumindest teilweise - virtuellen Hörsaal zu begreifen. Die Studierenden können physisch zu Hause bleiben und treffen sich mit den Vortragenden bzw. Tutoren in einem virtuellen Hörsaal, der je nach Situation optimal für die Anforderungen konfiguriert ist. Dabei schweben uns vor allem die folgenden zwei Szenarien vor:

1. Die Vorlesung in einem „Hybrid-Hörsaal“: Dabei wird ein realer Hörsaal mit einem virtuellen verbunden. Die Anwesenden in dem virtuellen Hörsaal sehen den realen Hörsaal als Video-Stream und umgekehrt. Dadurch können alle gemeinsam an der Veranstaltung teilnehmen (und z.B. auch Fragen stellen). Der Vortragende kann dabei sowohl im realen als auch im virtuellen Raum (also physisch z.B. in seinem Büro) sein.
2. Ein virtuelles Tutorium: eine nicht zu große Anzahl von Studierenden treffen sich in einem virtuellen Raum mit einem Tutor. Der Bildschirminhalt des Tutors erscheint als Video-Stream in dem Raum, wobei man auch umschalten kann und z.B. den Schirminhalt eines Studenten allen zur Verfügung stellen kann, um sein Problem gemeinsam zu lösen. Die Kommunikation erfolgt über Spatial Voice Chat. Eine Integration mit TUGTC erlaubt den einfachen Zugriff auf die dortigen Ressourcen.

Am Rande sei erwähnt, dass diese beiden Szenarien sich auch für andere Anwendungen als die Hochschullehre eignen (z.B. Verkaufspräsentationen, Pressekonferenzen, Meetings, Schulungen) und somit möglicherweise auch einen kommerziellen Wert und eine zukünftige Möglichkeit zu Drittmitteln zu kommen darstellt.

### 2.1.3. Vorarbeiten

Im Jahre 2008 haben wir im Rahmen des Projektes „Hörsaal der Zukunft“ virtuelle Hörsäle in Second Life gebaut, weil es sofort verfügbar ist und stabil läuft. Aufgrund von technischen Einschränkungen beim Streaming von Video, und gewissen Nachteilen in Bezug auf Internet-Datenverkehr und die rechtlichen Rahmenbedingungen ist aber klar, dass die endgültige Version auf einem an der TU Graz selbst betriebenen Server laufen soll. Daher haben wir zeitgleich eine Prototypen-Implementation mit OpenSim / realXtend unternommen [KG09]. Für diese Prototyp-Plattform haben wir uns aufgrund der weitgehenden Kompatibilität mit Second Life entschlossen.

Aufbauend auf den Arbeiten und Services sowie den gewonnenen Erfahrungen des vergangenen Jahres sollte die Infrastruktur für den Hörsaal der Zukunft im Jahr 2009 weiter ausgebaut werden. Dabei verfolgten wir gleichzeitig zwei Stoßrichtungen:

#### 2.1.4. Erweiterungen des Ist-Standes (Second Life Insel „TU Graz“) um eine kollaborative Lernumgebung für Kleingruppen

Zum einen sollte die Lernunterstützung in Second Life um weitere virtuelle Lernräume ausgebaut werden. Ziel dieser Lernumgebung ist es, kollaborative Lernaktivitäten von kleinen Studentengruppen zu unterstützen sowie die Betreuung durch die Lehrenden zu ermöglichen. Die Lernumgebung unter der 3D Welt „Second Life“ wurde umgesetzt und ist als ein Teil der Second Life Insel der TU-GRAZ nutzbar (siehe Abbildung 1).

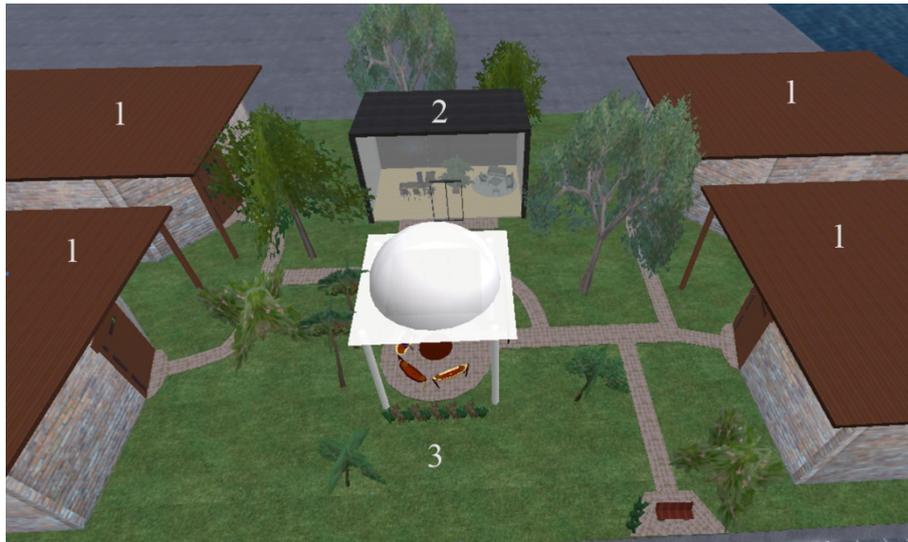


Abbildung 1: Überblick der Lernumgebung – (1) Private Lernräume, (2) Lehrerzimmer, und (3) öffentlicher Bereich

Die Lernumgebung wurde in der 3D Welt in einer Raummetapher umgesetzt und bietet private Lernräume für Studentengruppen (1), einen Lehrerraum für Besprechungen (2) sowie einen öffentlichen Sozialraum mit integrierten Newsfeed (3) (siehe auch Abbildung 5).

Die Gruppenlernräume stellen Tools für kollaboratives Lernen zur Verfügung, wie Terminplaner und Präsentationswand (siehe Abbildung 2), Brainstorming-Board und Whiteboard (siehe Abbildung 3), sowie ein Media-Board zum Anzeigen von Web-basierten Medien und zur kollaborativen Dokumenterstellung (siehe Abbildung 4).

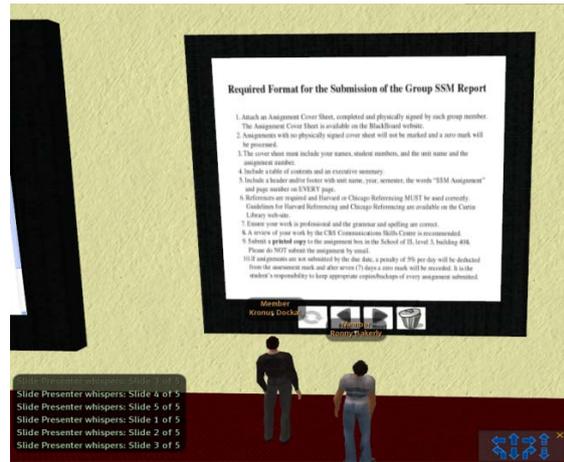


Abbildung 2: Details der Lernräume - Terminplaner (links) und Präsentations-Wand (rechts)

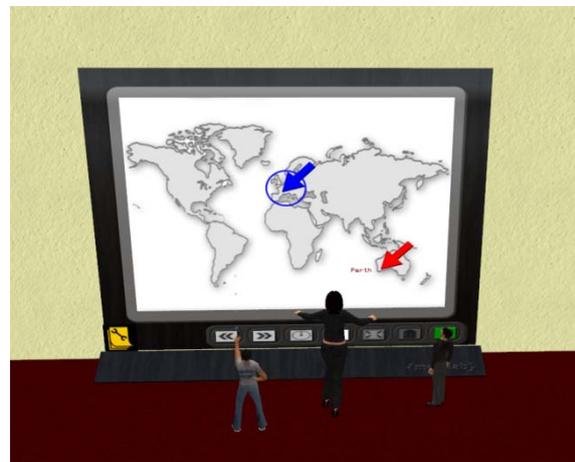


Abbildung 3: Details der Lernräume - Brainstorming Board (links) und Whiteboard (rechts)

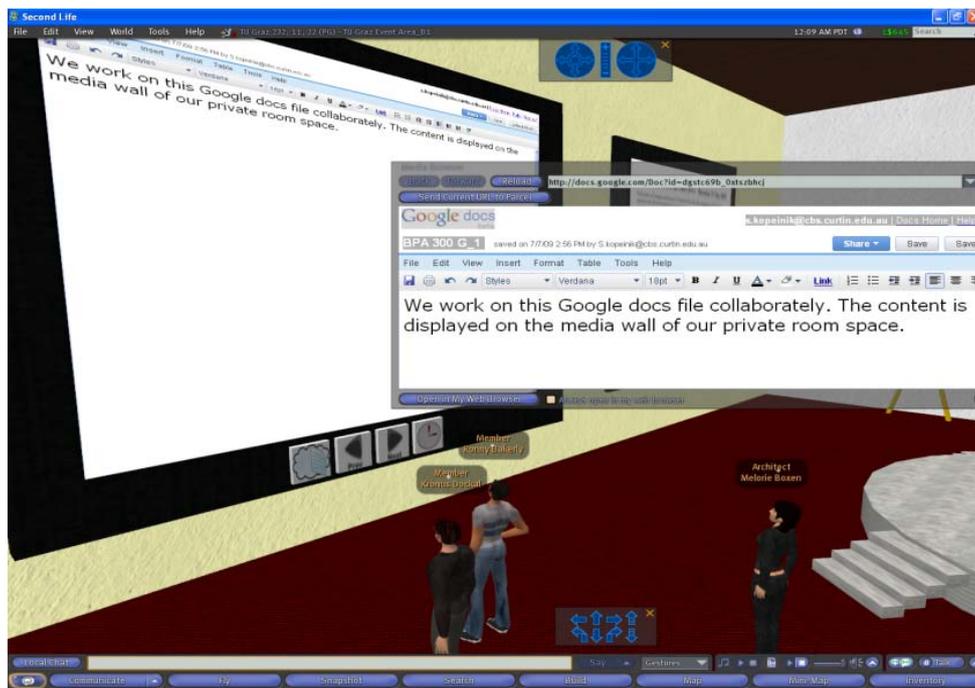


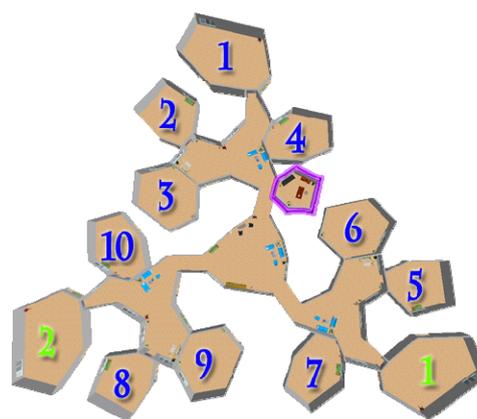
Abbildung 4: Details der Lernräume – Media-Board für kollaborative Dokumenterstellung



Abbildung 5: Lehrerzimmer (links) und öffentlicher Bereich (rechts)

### 2.1.5. Kollaborative Lernumgebung für Kleingruppen unter Nutzung der Sun Wonderland Infrastruktur

Ziel dieser zweiten Stoßrichtung war es, auf einer eigenen Server-Hardware (also unabhängig von einem Betreiber wie Second Life) eine immersive kollaborative virtuelle Umgebung für Lernaktivitäten zur Verfügung zu stellen. Diese Lernumgebung baut auf der virtuellen 3D Welt „Project Wonderland“ von Sun auf und bietet Lerngruppenräume (Team Rooms), Seminar Räume (Seminar Rooms), ein Lehrerzimmer (Tutor/Teacher Room) und einen öffentlichen Sozialbereich, siehe Abbildung 6 bis Abbildung 10. Jeder der Räume ist mit einem Web-Browser, einem Whiteboard sowie mit einem Tool für „shared Applications“ ausgestattet.



1...10 TEAM ROOMS  
 1...2 SEMINAR ROOMS  
 - TUTOR/TEACHER ROOM

Abbildung 6: Struktur der Lernumgebung



Abbildung 7: Öffentlicher Bereich



Abbildung 8: Lehrerzimmer



Abbildung 9: Gruppenlernraum

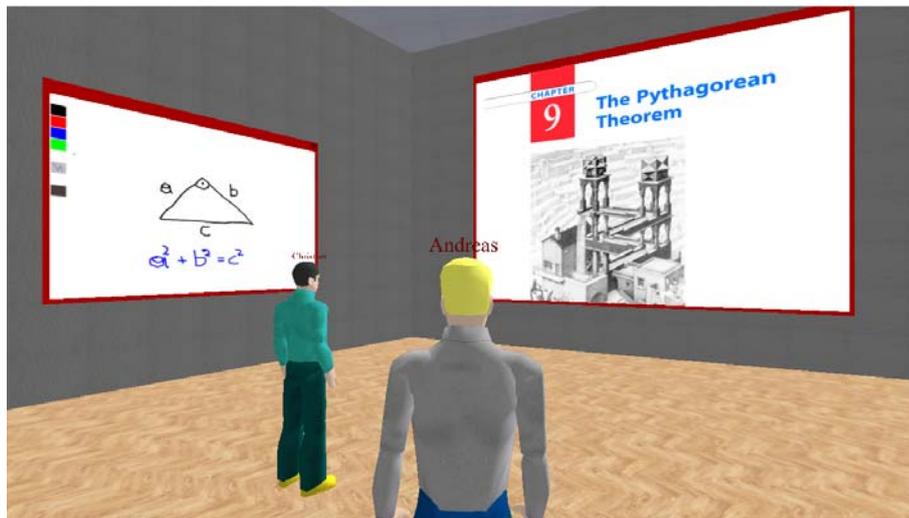


Abbildung 10: Seminarraum

Die Vorteile der Lernumgebung basierend auf Sun Wonderland umfassen die Möglichkeit der Einbindung von Applikationen, die man gemeinsam nutzen kann (Shared Applications), und gute Unterstützung von kollaborativer Dokumenterstellung. Außerdem ist Project Wonderland vollständig in Java implementiert und der Source Code ist verfügbar, wodurch wir die Plattform um eigene Module erweitern können.

[KG09] Kappe, F. & Gütl, C.: *Enhancements of the realXtend framework to build a Virtual Conference Room for Knowledge Transfer and Learning Purposes*. Proc. Ed-Media 2009.

## 2.2. FutureLabs am IICM: J.UCS und Austria Forum

---

### H. Maurer

Der Schwerpunkt meiner Gruppe liegt im Bereich **E-University**; und zwar nicht im Bereich Administration und Sicherheit, sondern im Bereich Wissensweitergabe durch *Digitale Bibliotheken*. Daher ist es auch nicht überraschend, dass einige Aktivitäten in andere wichtige Teilbereiche hineinragen: in den Bereich **Hörsaal der Zukunft** über *Innovative Lehre*; denn der Hörsaal der Zukunft muss nicht ein kohärenter Raum sein, sondern kann eine über Netzwerke verbundene zerstreute Umgebung sein, die Zugriff auf komplexe Datenbestände über diverse Kommunikations-Komponenten erlauben muss. Dass *Display Technologien* (z.B. für Mobiles Lernen) und *User Interfaces* als Teilaufgaben des Bereichs **Visual Computing & User Interfaces** eine große Rolle spielen, liegt nahe. Schließlich sind moderne Digitale Bibliotheken ohne Methoden des *Knowledge-Managements* im Bereich **Intelligente Systeme** natürlich undenkbar.

Daher sind die beiden Hauptaktivitäten im Bereich Digitale Bibliotheken stark mit anderen Aktivitäten verschränkt, wodurch sich eine wertvolle Ergänzung ergibt.

Nun aber konkreter zu den zwei großen einzelnen Teilaufgaben, die sich zwar inhaltlich trennen lassen, aber auch wieder untereinander in enger Verbindung stehen.

Lernen ohne wissenschaftliche Unterlagen und ohne Qualitätskontrolle (Plagiatserkennung im Zeitalter von Copy und Paste) ist undenkbar. Durch die Finanzierung der FutureLabs ist es gelungen, das wissenschaftliche Angebot über eine international anerkannte Fachzeitschrift, die die ganze Informatik überdeckt, nicht nur zu sichern sondern diese Zeitschrift J.UCS bietet auch von den Leistungen, die auf moderner Hardware und Software beruhen, Ungewöhnliches, was weiter unten beschrieben wird.

J.UCS („Journal of Universal Computer Science“) wurde inzwischen mit bisher über 25.000 veröffentlichten Seiten und einem Heer von internationalen Editoren eines der Aushängeschilder der Informatik an der TU Graz. Der gegenwärtige Stand wäre ohne die Finanzierung durch FutureLabs unerreichbar gewesen.

Eine wichtige Besonderheit von JUCS ist die Tatsache, dass zwar die Webversion kostenlos ist, aber JUCS auch als gedruckter Archivband nach Beendigung eines Jahres aufliegt. Da zu diesem Zeitpunkt der Band 2009 noch nicht gedruckt vorliegen kann, wird stellvertretend der Umschlag des ersten Teils (von dreien) des Bandes 2008 in Abb.1 gezeigt. Die drei Teile zusammen umfassen knapp 3.800 (!) Seiten. 2009 hat einen ähnlichen Umfang und kann daher wieder nicht als ein Buch, sondern muss auch als ein Band in drei Teilen erscheinen.

Die Popularität von JUCS kommt aber vielleicht noch deutlicher wie folgt zum Ausdruck: steigt man bei der Seite [www.jucs.org](http://www.jucs.org) ein (siehe Abb. 2.) und geht dann über **<enter>** zum Inhaltsverzeichnis, so findet man zunächst nur die Titel der Beiträge im ausgewählten Teil des ausgewählten Bandes. Man kann dort mit einem Klick eine Zusammenfassung eines Beitrags abrufen (als Beispiel siehe Abb. 3), und sich damit überzeugen, ob man sich ernsthaft für den Beitrag interessiert. Nur wenn dies der Fall ist, wird man den PDF File (den ganzen Beitrag) laden... und das ist 2009 mehr als 800.000 Mal

geschehen, d.h. es wurden pro Arbeitstag ca. 4.000 Artikel abgerufen. Die Gemeinde der Leser wird auf Grund von Analysedaten auf 80.000 verschiedene Personen geschätzt, Tendenz wachsend.

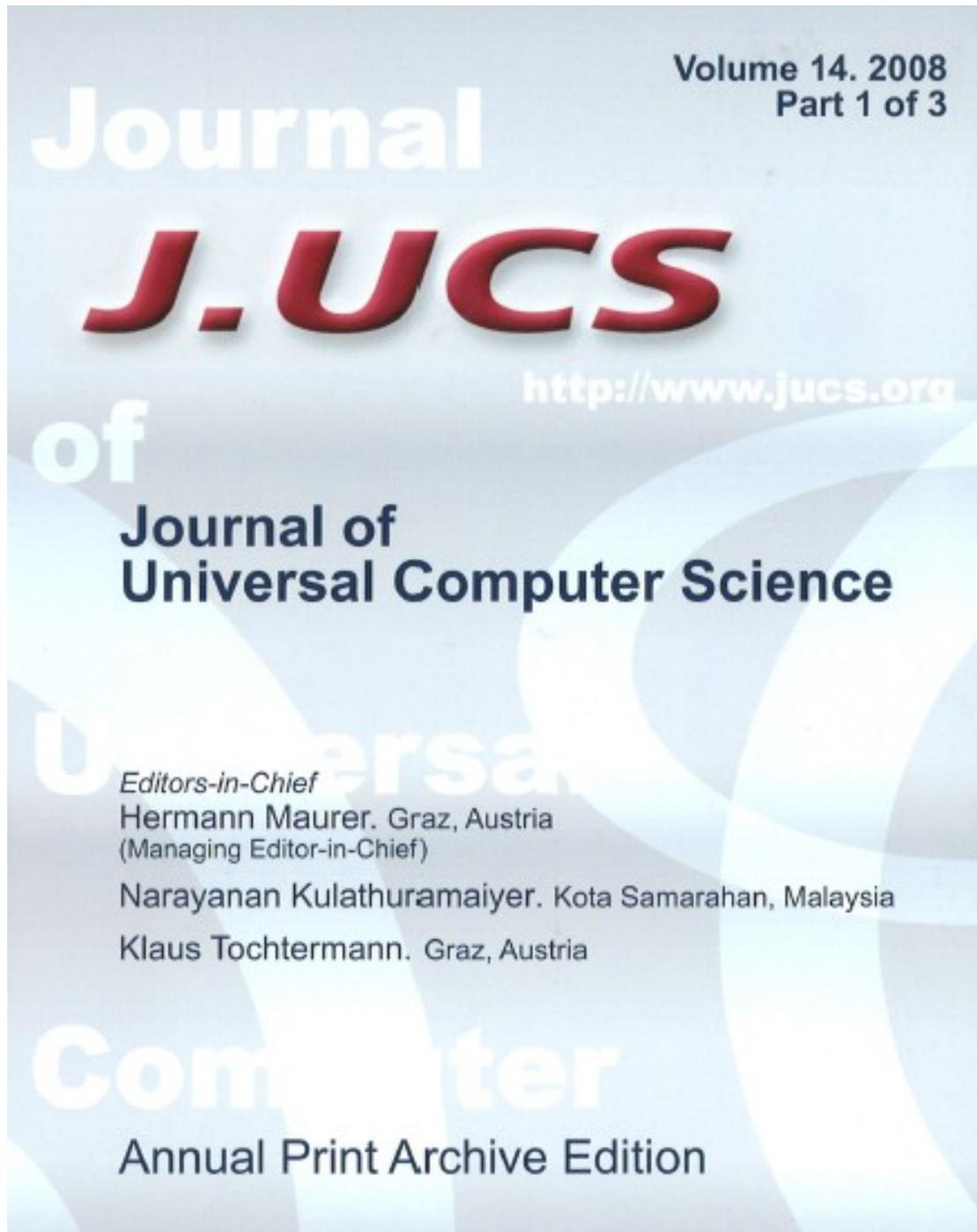


Abb.1.: Die Umschlagseite des 1200-seitigen Buches, das das erste Drittel des JUCS Bandes 2008 darstellt.

Zu den innovativen Funktionen, die neues wissenschaftliches Terrain beschreiten, gehören „geographische Mash-Ups“. Diese erlauben es festzustellen, aus welchen Teilen der Welt die Verfasser von Beiträgen, aber auch die Mitglieder des Editorial-Boards kommen: Das Editorial Board verfügt über mehr als 320 Personen, für deren Koordination neue Lösungswege beschritten werden mussten.

Abb. 4 zeigt bei einer Mash-Up Suche nach Autoren die Vielfalt der einstellbaren Parameter.



Abb. 2: Die Einstiegsseite [www.iucs.org](http://www.iucs.org), die nun die beiden großen Partner aus Europa bzw. Asien ausweist.

## Volume 15 / Issue 10

available in: [PDF \(751 kB\)](#) [PS \(1 MB\)](#)

get: [Similar Docs](#) [BibTeX](#) [Write a comment](#)

get: [Links into Future](#)

DOI: [10.3217/jucs-015-10-2078](https://doi.org/10.3217/jucs-015-10-2078)

### An Agent for Web-based Structured Hypermedia Algorithm Explanation System

Elhadi M. Shakshuki (Acadia University, Canada)

Richard Halliday (Acadia University, Canada)

**Abstract:** Studying and understanding algorithms is important for all computer scientists. Over two decades of research has been devoted to improving algorithm visualization and algorithm explanation techniques. Knowledge gained from these practices allows us to design and implement logically correct programs with considerations to runtime and memory constraints. For many students, learning algorithms in a traditional manner (i.e. using text-books) is challenging. We have developed an alternative approach to teaching algorithms called the Structured Hypermedia Algorithm Explanation (SHALEX) system, which uses hypermedia and represents algorithms as an abstract tree structure. Although SHALEX is a fully functioning teaching tool, currently it does not provide a way of receiving feedback on student's progress. To address this problem, this paper extends SHALEX with intelligent agent to monitor student progress, to provide the student with hints where necessary and to record the results of student interaction, all of which provide a means of quantifying the level of understanding the student has achieved. The system is implemented as a web-based application using the client-server architecture. This allows students to learn algorithms through both distance education and in the classroom setting.

Abb. 3.: Ein typischer Abstract, den man findet, wenn der Titel eines JUCS Beitrags interessant klingt, aber bevor man das Herunterladen der gesamten Arbeit als PDF beschließt.

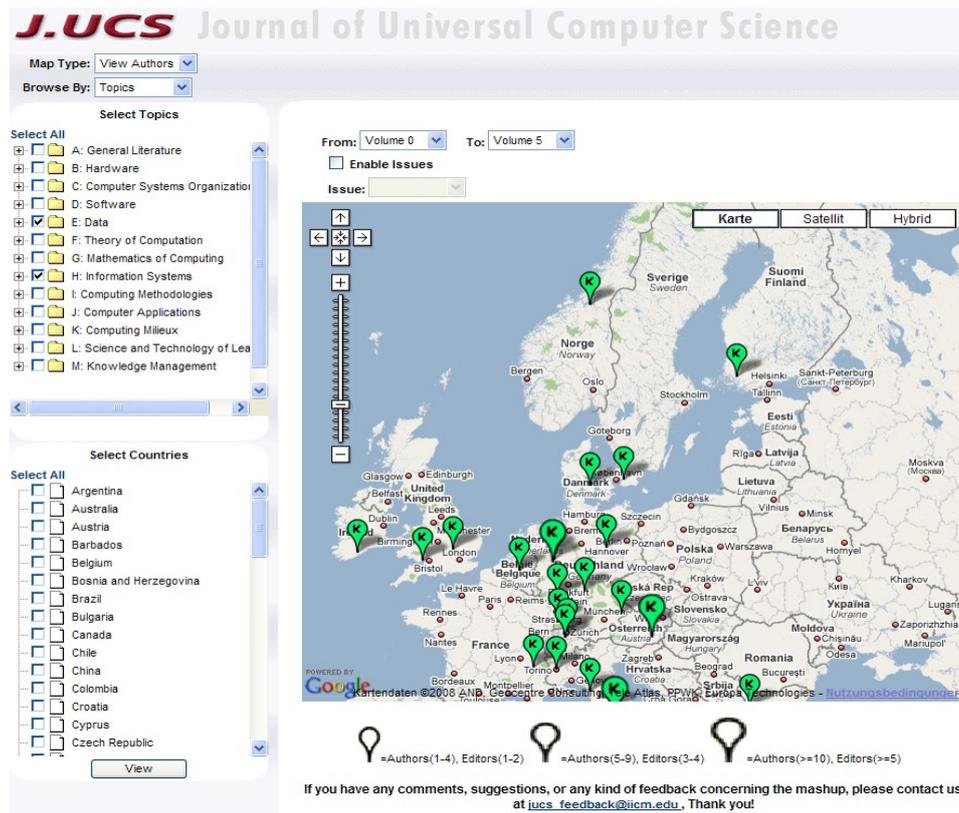


Abb. 4.: Einblick in die vielen Parameter, die man bei einem Mash-Up einstellen kann

Hier wurden die Gebiete *Data* und *Information Systems* und ein Teil Europas ausgewählt.

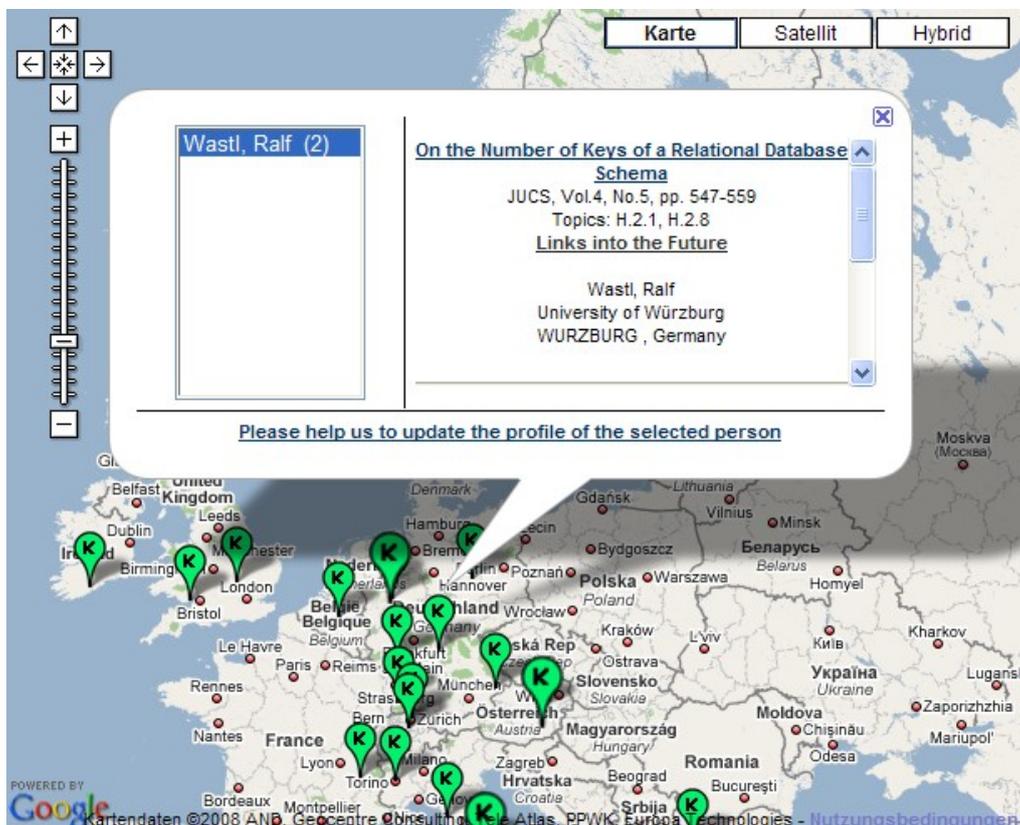


Abb. 5: Ein Mash-Up mit der Auskunft über eine Publikation aus einem bestimmten Ort

Die so eingeschränkte Anzahl von Arbeiten mit den Orten, wo sie herkommen, wird angezeigt. Klickt man auf einen „Marker“, so erhält man dazu die Information wie sie Abb.5 zeigt.

Die Generierung eines Mash-Up, wenn man den Ort kennt, ist seit ca. zwei Jahren state-of-the-art. Was das Besondere bei J.UCS ausmacht, ist die Tatsache, dass man zwar bei jedem Beitrag die Institution kennt, an der die Autoren tätig waren, dass diese Tatsache aber durchaus nicht unmittelbar auf den Ort schließen lässt! Zwar wird man bei der Institution „Graz University of Technology“ an Hand einer Geodatenbank „Graz“ leicht als Ort erkennen; diffiziler ist das bereits bei „Vienna“, weil es weltweit mehr als 20 (!) Orte mit dem Namen Vienna gibt. Aber das sind noch die einfachen Fälle: beim MIT weiß jeder, dass es in Boston liegt, wie soll das aber der Computer wissen? „University of California“ ist ein noch schwierigeres Problem, denn meint man jetzt Berkeley, Los Angeles, San Diego... oder welchen anderen der vielen Orte, wo sich ein Campus der U of C befindet? Bei University of Illinois, meint man den Campus in Urbana oder in Champaign? Wenn man die Edith Cowan University lokalisieren will, muss man deren Webseite analysieren und wird mit entsprechenden Methoden automatisch erkennen können, dass sie in Perth liegt, würde man denken. Nur so einfach ist das nicht, weil es einen zweiten Campus nördlich davon gibt. Aber Universitäten wie Rose Hulmann Institute of Technology lassen fast jede Methode versagen, weil man deren Website zwar findet, aber dort nirgends (!) die Stadt, in der die Institution liegt. Man findet sie nur, wenn man die Liste der Professoren dort analysiert und das Glück hat, bei einer (Pat Carlson) auf eine persönliche Website zu stoßen, die die gewünschte Information liefert (Terre Haut in Indiana). Es bedurfte eines Dutzend intelligenter Heuristiken, um die Erfolgsrate von 52% auf 98% zu steigern!

Besonders interessant ist übrigens auch das schon im letzten Jahresbericht erwähnte Konzept der „Links into the future“: Beim Anklicken solch eines Links werden später erschienene Arbeiten zum selben Thema angezeigt, siehe Abb. 6.

The screenshot shows the J.UCS website interface. At the top, there is a search bar and a 'Karte' (Map) button. Below the map, there is a list of authors: 'Wastl, Ralf (2)'. The main article displayed is 'On the Number of Keys of a Relational Database Schema' by Ralf Wastl, published in J.UCS, Vol. 4, Issue 5, 1998-05-28. The article is categorized under 'Links into the Future'. Below the article, there is a list of related papers: '1. Ralf Wastl, Linear Derivations for Keys of a Database Relation Schema' published in J.UCS, Vol. 4, Issue 12, 1998-05-28. At the bottom, there is a map showing various locations with markers, and a prompt: 'Please help us to update the profile of the selected'.

Abb. 6: Ein „Link into the Future“ wird angezeigt.

In den Bereichen Mash-Ups, Links into the Future, Ähnlichkeitserkennung von Beiträgen, Trendentwicklungen und Kommentierbarkeit („Social Interaction“) wurden die Arbeiten konsequent ausgedehnt. Der Bereich „Links into the Future“ reicht heute weit über JUCS hinaus: er umfasst zahlreiche andere Publikationsorgane und ist damit eine wesentliche Hilfe für alle Forscher.

Besonders interessant war auch der Versuch, die Entwicklung von Wissenschaftsbereichen durch Analyse von Stichworten zu verfolgen. Noch anspruchsvoller war der Versuch, Experten in einem bestimmten Bereich mit Verwendung verschiedenster intelligenter Heuristiken aufzufinden.

Insgesamt sind damit im Bereich Ähnlichkeitserkennung inklusive Plagiatserkennung und halbautomatisches Erkennen von Zusammenhängen zwei Dissertationen und insgesamt über 30 wissenschaftliche Arbeiten entstanden. Die notwendigen Analysen wären ohne Methoden des Wissensmanagement und ohne neue Hardware und Software unmöglich gewesen, was nur durch die FutureLabs Initiative möglich war.

Am Rande sei erwähnt, dass der Zuspruch von JUCS so groß ist, dass es dadurch zu einer Kooperation mit einer der großen Universitäten in Asien gekommen ist (siehe Abb.2), und dass der Band 15 von JUCS mit ca. 3800 Seiten in Wahrheit fast zehn wissenschaftlichen Zeitschriften entspricht. Graz hat dadurch eine zunehmend einflussreiche Rolle im Bereich Informatik, der wohl auch bewirkte, dass der Verfasser dieses Berichtes zum Vorsitzenden der Sektion Informatik der Academia Europaea (The Academy of Europe, [www.acadeuro.org](http://www.acadeuro.org)) gewählt wurde.

Neben der Arbeit an JUCS stand die Entwicklung einer hochwertigen Software für die bisher größte elektronische Enzyklopädie über Österreich im Mittelpunkt des Interesses. Im sogenannten Austria Forum, [www.austria-forum.org](http://www.austria-forum.org), das am 9. Oktober 2009 in einer Pressekonferenz in Wien der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, sind viele neue Konzepte verwirklicht und noch in Vorbereitung, die es in ähnlichen Versuchen nicht gab.

Zusätzlich zu dem im Vorjahr berichteten Ergebnissen seien nur zwei Aspekte hervorgehoben - ein kleiner und einer „der ein Fass ohne Boden ist“ und noch lange Zeit gründlicher Erforschung bedarf.

Jeder kennt vom WWW das Konzept der Links. Wir haben aber im Austria Forum zusätzlich das Konzept der **Suchlinks** implementiert. Optisch schauen diese aus wie Links, nur zeigt ein Zeichen dahinter (Lupe oder Pfeilchen) an, dass es nicht ein Link ist, sondern dass hier eine Suche durchgeführt wird, die in einem Fall (Lupe) über die ganze Datenbank geht, im zweiten Fall aber nur über einen Teilbereich. In beiden Fällen werden die Suchergebnisse angezeigt, aus denen man sich nun die interessanten selbst auswählen kann. Mit anderen Worten, Benutzern wird erspart, selbst eine Suche einzuleiten! Dass man in Teilbereichen suchen kann, gelingt nur dadurch, weil das Austria Forum ja eine Sammlung von Lexika ist (nicht ein Lexikon), wobei bei den verschiedenen Lexika andere Metadaten verwendet werden (schließlich will man Personen vielleicht nach Fachgebieten, Seen nach Wassertemperatur, Ausflugsziele nach Ort und Typ, usw. finden); dies wurde schon im letzten Jahresbericht ausführlich dargestellt.

Abb. 7 zeigt zwei Beispiele für Suchlinks. Im ersten Fall wird man viele Suchergebnisse erhalten, weil das Wort „Krone“ wohl mit vielen Beiträgen assoziiert ist; der zweite Fall wird sehr präzise die Titel aller jener Beiträge bringen, die im Zusammenhang mit österreichischen Symbolen mit dem Wort „Krone“ assoziiert sind.



Der **römische Kaiserkult**, die Vergöttlichung der Imperatoren zu Lebzeiten, die Einäscherung von Octavianus Augustus flog angeblich ein Adler auf, der Kaiser ist als eine übernatürliche Legitimation für den Zusammenhalt des Reiches. Dies wurde zwar von den Urchristen abgelehnt, bürgerte sich jedoch im Mittelalter als römisch-deutscher Kaiser durch den Papst und das von ihnen beanspruchte Recht klar zeigen. Dieses Gedankengut ist freilich nicht auf Europa beschränkt, bestehende japanische Kaiserkulte beweisen.

Die in Österreich immer wieder diskutierte Frage, ob sich **Maria Theresia** von einem Fachmann mit einem strikten „Nein“ beantwortet (Thomas Prisch 14. 7. 1994).

Zur ungebrochenen Attraktivität des Kaiserbildes in Österreich vgl. neben anderen erschienenen Bändchen von **Georg Kugler**, Franz Joseph und Elisabeth. Fl

[Beiträge mit Vorkommen des Begriffs "Krone" im gesamten Austria-Forum](#) 🔍

[Beiträge mit Vorkommen des Begriffs "Krone" nur in der Wissenssammlung "Symbole"](#) 🔍

Abb. 7.: Zwei Suchlinks, der zweite mit eingeschränktem Suchbereich.

Das Austria Forum ist aber vor allem eine Testdatenbank, die dazu dienen soll, zu erforschen, wie Benutzer eigentlich in großen Datenbeständen suchen. Dass die Datenbestände inzwischen beachtlich sind und nur noch mit zusätzlicher über FutureLabs erworbene Hardware bewältigbar sind, zeigen Abb. 8 und die Teilstatistik in Abb. 10.

## Statistiken

Gesamtanzahl der Dokumente	39605
Gesamtanzahl der Anhänge (Bilder, Movies, PDFs, etc.)	70471
<b>Gesamtanzahl der Objekte (Dokumente+Anhänge)</b>	<b>110076</b>

Abb. 8.: Mit Jänner 2010 enthält das Austria Forum knapp über 110.000 Objekte

Die große Frage ist: Wie finden Benutzer die von ihnen gewünschte Information, bzw. warum finden sie sie nicht?

Im Austria Forum stehen die folgende Navigationsmethoden zur Verfügung:

- Verfolgen von Links
- Hierarchische Struktur, die in einer Zeile als „Breadcrumbs“ gezeigt wird
- Sprung zu jedem dieser Breadcrumbs
- Zurückgehen mit Hilfe der Zurücknavigation des Browsers
- Suche in der gesamten Datenbank, in Teilbereichen; und zwar entweder nur nach Worten, die im Titel vorkommen oder als zusätzliche Suchbegriffe eingegeben wurden, oder Suche im Volltext
- Anzeigen von ähnlichen Dokumenten ( wobei die möglichen Definitionen von „Ähnlichkeit“ eine ganze Dissertation füllen würden)

- Navigation mit Hilfe einer „Tagcloud“, die mit intelligenten und komplexen Algorithmen berechnet wird.

Abb. 9 zeigt einen großen Teil dieser Navigationsparadigma:



**Abb. 9: Einige der wichtigsten Navigationsmöglichkeiten, die stets am rechten Rand des Bildschirms im Austria Forum eingeblendet sind.**

Die Analyse des Benutzerverhaltens hat schon nach dreimonatigem Betrieb interessante (d.h. unerwartete) Ergebnisse erbracht, deren Darstellung hier zu weit gehen würde. Es sei nur ein Beispiel erwähnt: die explizite Suche wird in weniger als 10% aller Fälle verwendet!

Zum Abschluss dieses Berichtes seien noch einige Zahlen bzw. Statistiken angeführt.

Abb. 10 zeigt eine teilweise Auflistung der Größe mancher Datenbestände. Abb. 11 zeigt die Benutzerzahlen über einige Tage verteilt nach Ländern: es überrascht wohl kaum, dass die deutschsprachigen überwiegen. Das große Interesse aus Deutschland für das Austria-Forum, das ja doch nur reine „Austriaca“ enthält, war aber nicht vorhersehbar.

## Ein wenig Statistik

- ▶ Das **Lexikon AEIOU** umfasst zurzeit **14588** Begriffe
- ▶ Das Lexikon **ABC der Volkskunde Österreichs** umfasst zurzeit **833** Einträge
- ▶ Das **AEIOU\_Video\_Album** umfasst zurzeit **462** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Bibliothek** umfasst zurzeit **3821** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Bildlexikon Österreich** umfasst zurzeit **3519** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Biographien** umfasst zurzeit **732** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Briefmarken** umfasst zurzeit **1987** Einträge
- ▶ Das Lexikon der **Denkmäler Österreichs** umfasst zurzeit **162** Einträge
- ▶ Das Lexikon der **Erfinder Österreichs** umfasst zurzeit **127** Einträge
- ▶ Die Sammlung **Essays** umfasst zurzeit **507** Einträge
- ▶ Das Lexikon der **Fauna Österreichs** umfasst zurzeit **1121** Einträge
- ▶ Das Lexikon der **Flora Österreichs** umfasst zurzeit **1230** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Fossilien** umfasst zurzeit **56** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Geschichtsatlas** umfasst zurzeit **65** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Historische Bilder** umfasst zurzeit **1373** Einträge
- ▶ Das Lexikon der **Museen Österreichs** umfasst zurzeit **331** Einträge
- ▶ Das Lexikon der **Münzen Österreichs** umfasst zurzeit **357** Einträge
- ▶ Das **Musik-Lexikon Österreich** umfasst zurzeit **220** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Österreichisches Deutsch** umfasst zurzeit **27** Einträge
- ▶ Die Wissenssammlung **Politisches Wissen** umfasst zurzeit **31** Einträge
- ▶ Die Bildersammlung **Regschek** umfasst zurzeit **1188** Einträge

Abb. 10.: Die Größe einiger Datenbestände

	Detailgenauigkeit: <input type="text" value="Land/Gebiet"/>	Zugriffe ↓
1.	<a href="#">Austria</a>	38.593
2.	<a href="#">Germany</a>	30.744
3.	<a href="#">Switzerland</a>	2.540
4.	<a href="#">Italy</a>	664
5.	<a href="#">United States</a>	643
6.	<a href="#">Hungary</a>	635
7.	<a href="#">Poland</a>	552
8.	<a href="#">France</a>	547
9.	<a href="#">Czech Republic</a>	524

Abb. 11: Zugriffszahlen während einer Woche nach Ländern

Die folgende Zusammenstellung (Abb.12) zeigt, dass die tägliche Benutzeranzahl nach zwei Spitzen (Pressekonferenz am 9. Oktober und Wirkung der Publikationen darüber einige Tage später) innerhalb von drei Monaten mit Schwankungen (Tiefs am Samstagvormittag!) andauernd wächst und inzwischen bei 3.000 verschiedenen Benutzern pro Tag liegt.

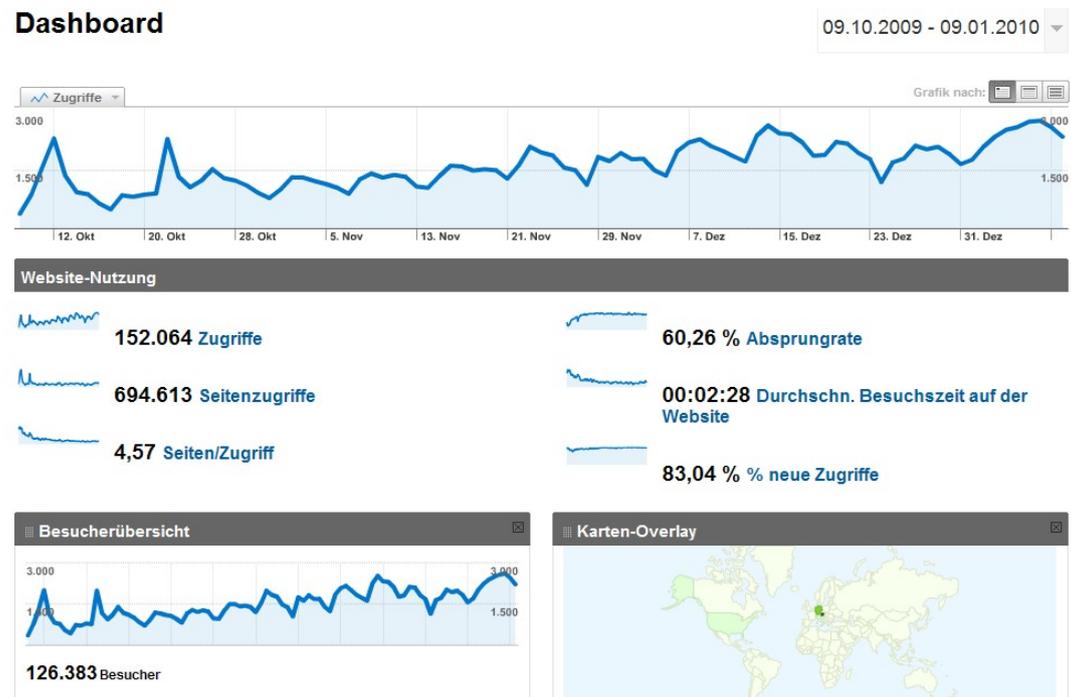


Abb. 12: Statistik über Benutzer

Insgesamt gab es in drei Monaten schon beachtliche 700.000 Zugriffe und knapp 130.000 verschiedene Benutzer.

Zusammenfassend ist daher das Austria Forum nicht nur ein unschätzbares Forschungsfeld, sondern findet auch fast unerwartetes Interesse seitens der Öffentlichkeit, ohne dass es noch eine richtige PR Kampagne gegeben hätte: Forschung ermöglicht durch die FutureLabs Initiative!

## 3. INSTITUT FÜR WISSENSMANAGEMENT

### 3.1. FutureLabs am IWM: Wie Computer helfen neue Ideen zu generieren

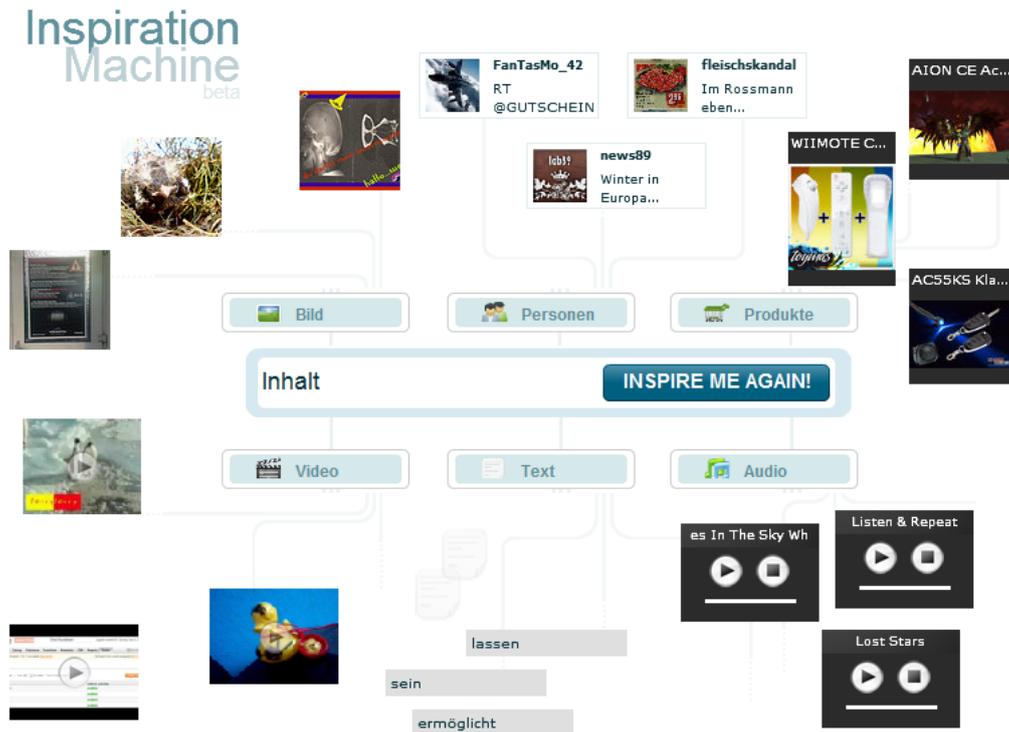
---

K. Tochtermann, S. Lindstaedt, M. Granitzer

Das Institut für Wissensmanagement (IWM) hat sich in der Vergangenheit methodisch-konzeptionell mit der Entwicklung von IT-basierter Unterstützung von Kreativität und Ideengenerierung auseinandergesetzt. Eine in diesem Rahmen entstandene Dissertation wurde mit dem Universitätsforschungspreis der Industrie 2009 ausgezeichnet. Um diese Konzeptionen nun an einer tatsächlichen Software zu untersuchen, wurde im Rahmen des FutureLab die *Inspiration Machine* angeschafft. Die Inspiration Machine unterstützt kreative Prozesse während der kurzen so genannten Impulsphasen, in denen vage Vorstellungen als konkrete Ideen Gestalt annehmen. Dazu ordnet die Inspiration Machine Inhalte, die der Suchanfrage einer Anwenderin oder eines Anwenders entsprechen, am Bildschirm optisch ansprechend an. Auf diese Weise soll die Kreativität wirkungsvoll inspiriert werden. Die beiden zentralen Anwendungsfälle für die Inspiration Machine sind die „Präsentation von Inspirationen“ und das „Sammeln von Inspirationen“.

#### 3.1.1. Anwendungsfall Präsentation von Inspirationen

Die Suche nach Inhalten, die inspirierend wirken, wird durch eine Programmoberfläche realisiert, die in einem einzigen Arbeitsschritt die Services verschiedener Such- und Inhaltenanbieter anspricht und die zurück gelieferten Ergebnisse gesammelt darstellt. Die Darstellungsform der Inhalte basiert auf Erkenntnissen der Forschung des IWM und anderen nahestehenden Organisationen. Eine dieser Erkenntnisse ist beispielsweise, dass die Präsentation von humorvollen Inhalten statistisch signifikant den Ideenreichtum der Anwenderinnen und Anwender fördern kann. Die Inspiration Machine präsentiert daher bevorzugt aber nicht ausschließlich Inhalte an, die von den Anbietern oder durch Internet-Nutzerinnen und -Nutzer als „humorvoll“ bezeichnet worden sind.



**Abbildung 1: Unterschiedliche Inhaltstypen (Bilder, Videos, Personen etc.) von externen Diensten wie flickr.com und youtube.com unter besonderer Berücksichtigung von Inhalten, die als humorvoll gekennzeichnet worden sind**

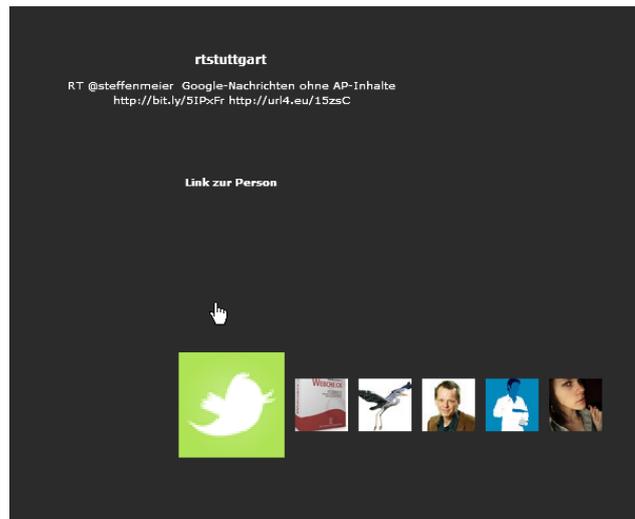
Eine spezielle Software sucht zu Begriffen, die von Anwenderinnen und Anwender eingegeben wurden, assoziativ passende Zeitwörter und ermöglicht somit Assoziationen in Form von Sätzen. Das Beispiel in der Abbildung veranschaulicht diese Art der Darstellung: „Inhalte Syndizierung“ – „ermöglicht“ – Assoziation der Anwenderin oder des Anwenders.



**Abbildung 2: Wörter die zur Bildung von Assoziationen beitragen sollen**

Eine weitere Klasse an Inhaltstypen, die von der Inspiration Machine präsentiert wird, sind Personen, die Beiträge zum Thema verfasst haben. Ausschlaggebend dafür ist die Erkenntnis aus der Forschung, dass die kognitive Stimulation während des Austausches mit anderen Menschen die

Ideengenerierung nachweisbar fördert. Durch einen einfachen Klick auf eine spezielle Person wird, wenn diese damit einverstanden ist, eine direkte Kontaktaufnahme und Interaktion ermöglicht.



**Abbildung 3: Detailansicht zu den Personen, die Beiträge zu Themen verfasst haben, die dem Suchbegriff entsprechen**

Neben den methodisch-konzeptionellen und technischen Fragen müssen rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit der Nutzung von Mediendaten und Benutzer-generiertem Content beantwortet werden. Daher werden in der Inspiration Machine nur solche Inhalte präsentiert, deren Nutzung durch Dritte rechtlich zweifelsfrei möglich ist beziehungsweise deren Nutzungsrecht durch Nennung des Namens der Urheber übertragen wird.

### 3.1.2. Anwendungsfall Sammeln von Inspirationen

Bei dieser Anwendung haben Nutzerinnen und Nutzer der Inspiration Machine die Möglichkeit, Sammlungen anzulegen, in welchen sie die Ergebnisse der Inspiration Machine zwischenspeichern können.

Die in der Inspiration Machine präsentierten Inhalte werden per einfachem Mausklick zu einer Sammlung hinzugefügt, die bis zum



**Abbildung 4: Hinzufügen eines Inhalts zur Sammlung**

neuerlichen Start der Inspiration Machine zur Verfügung steht. In der vorliegenden Version können die gesammelten Inhalte per Email verschickt werden. Die nächste Ausbaustufe ermöglicht zusätzlich die Verwaltung des gesammelten Content auf Personenebene und eine gezielte Anwendung in weiteren Aktivitäten der Anwenderinnen und Anwender. Auf der Plattform Neurovation ist diese Erweiterung beispielsweise realisiert.



**Abbildung 5: Sammlung von Suchergebnissen**

### 3.1.3. Verwendung der Inspiration Machine

Die Inspiration Machine wurde im Mai 2009 auf der Website des EU-Projekts ICT ENSURE integriert. Ziel war es, den Expertinnen und Experten des ICT ENSURE-Netzwerks ein Web 2.0-Werkzeug zur Verfügung zu stellen, um die Ideenfindung in Bezug auf Dissemination der Projektergebnisse und Verbreitung des Single Information Space in Europe for the Environment (SISE) zu unterstützen. Die Inspiration Machine konnte auch mit den Entwicklungsarbeiten an dem Projekt MATURE eine Wechselwirkung eingehen. Das Entwicklungsteam der Inspiration Machine stand in engem Kontakt mit den Entwicklerinnen und Entwicklern der Meta-Suche, die für MATURE realisiert wurde.

Beide Projekte (ICT ENSURE und MATURE) sind im Rahmen des siebenten Rahmenprogramms der EU (FP7) gefördert und werden unter Beteiligung des IWM durchgeführt.

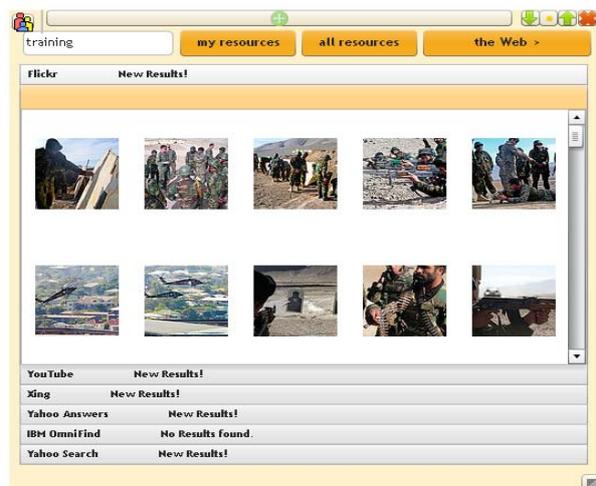


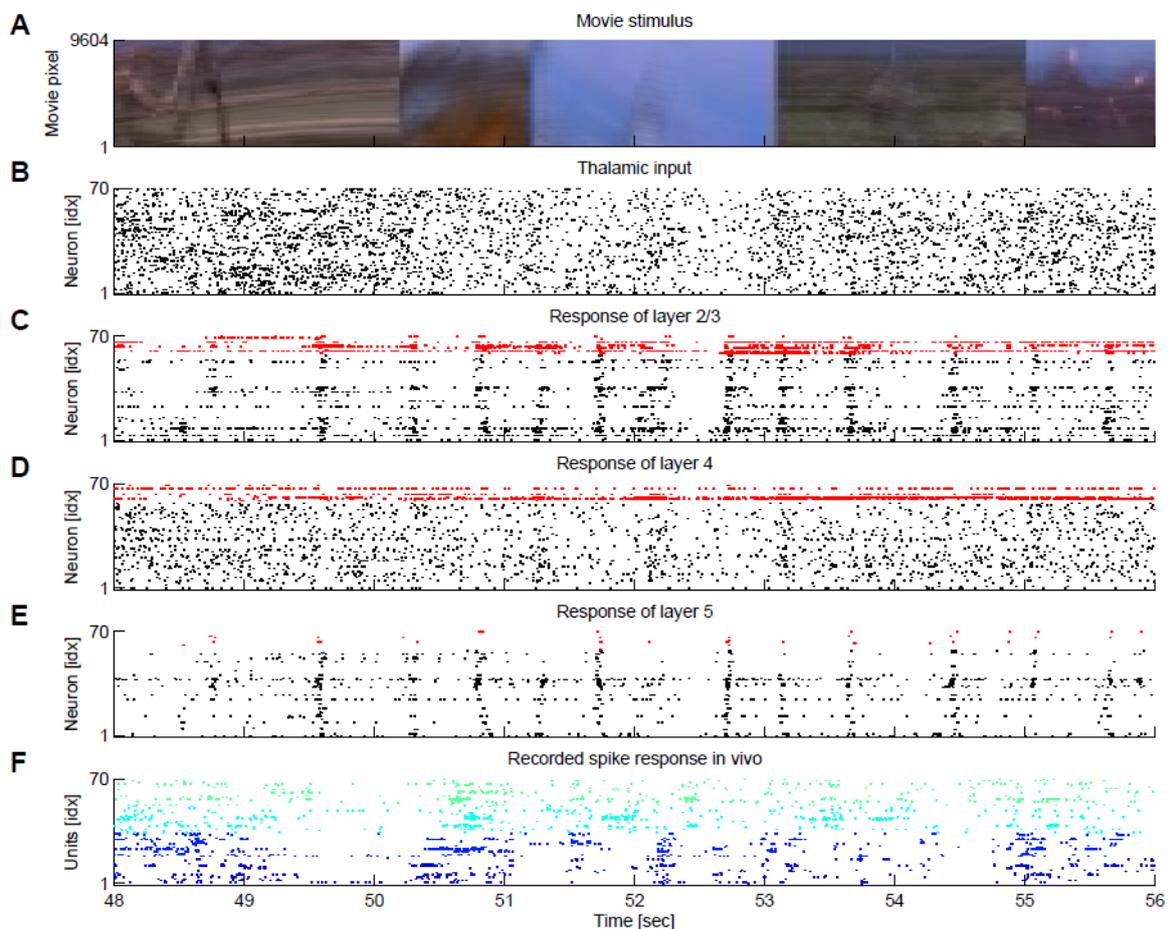
Abbildung 6: Meta-Suche im EU-Projekt MATURE

## 4. INSTITUT FÜR GRUNDLAGEN DER INFORMATIONSPERARBEITUNG

### 4.1. FutureLab am IGI: Ein Modell des primären visuellen Cortex

M. Rasch, K. Schuch, W. Maass

Der primäre visuelle Kortex (Hirnrinde) ist die erste Verarbeitungsstufe im Gehirn, in der visuelle Reize verarbeitet werden. In Zusammenarbeit mit dem Max-Planck Institut für biologische Kybernetik in Tübingen wurde ein detailliertes Computermodell eines Teiles des primären visuellen Cortex entwickelt. Dieses Computermodell wurde so angepasst, dass die Aktivität der Neuronen mit der experimentell gemessenen Aktivität entsprechender Neuronen im Kortex von Rhesusaffen statistisch übereinstimmt. Die Rhesusaffen und das Modell wurden dabei mit den gleichen natürlichen Filmsequenzen stimuliert (siehe dazu Abbildung 1). Das Computermodell des Kortex wurde dafür um ein Modell des Auges und des Thalamus erweitert. Insgesamt wurden mehr als 58000 Neuronen (Thalamus + Kortex) sowie rund 4 Millionen Synapsen simuliert, welche eine Fläche von 5x5 mm<sup>2</sup> Kortex repräsentieren.



**Abbildung 1: Die Aktivität einiger zufällig ausgewählter Neuronen des Computermodells (B - Thalamus; C,D,E - einzelne Schichten des Modells) verglichen mit der aufgezeichneten Aktivität der Neuronen der Affen (F) induziert durch die präsentierte Filmsequenz (A).**

Die meisten Parameter des Modells wurden aus der experimentellen Fachliteratur entnommen. Um die im Vergleich zur Biologie kleinere Größe des Modells und den fehlenden Einfluss anderer Hirnareale kompensieren zu können, wurden zusätzliche Parameter eingeführt. Der Computercluster wurde dazu verwendet, um diese Parameter zu bestimmen und den Einfluss verschiedener Modellparametern auf verschiedene Statistiken der Aktivität durch Simulationen zu untersuchen.

Man kann aufgrund dieser Erkenntnisse abschätzen, ob und wie stark sich die Aktivität des Modells verändert, wenn bestimmte Komponenten des Modells verändert werden. Die Ergebnisse geben Aufschluss darüber, ob und welche Parameter wichtig sind, um bestimmte Statistiken von gemessenen Daten reproduzieren zu können. Dieses gewonnene Wissen wird unter anderem für zukünftige Hardware-Implementierungen hilfreich sein.

## 4.2. Räumlich-zeitliche Information im primären visuellen Kortex

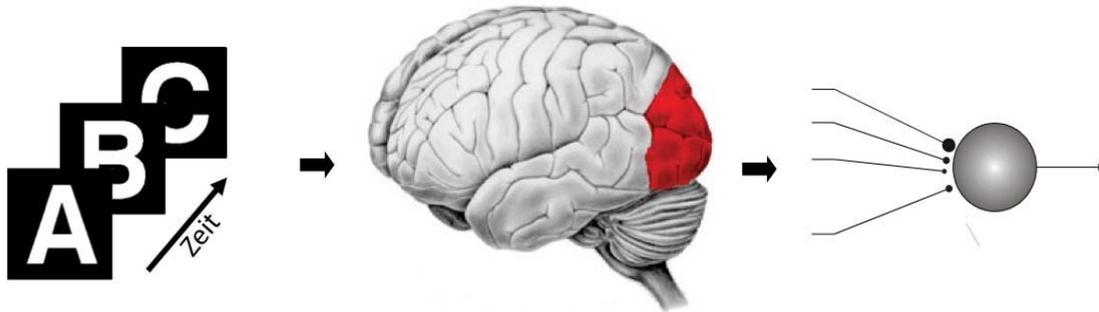


Abbildung 2: *Information in primären visuellen Kortex*

Die Informationsverarbeitung im primären visuellen Kortex erfolgt nicht streng sequentiell Bild für Bild. Dies konnte in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut (MPI) für Hirnforschung in Frankfurt experimentell bei Katzen nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis wurde erst kürzlich in der high-impact Fachzeitschrift *PLoS Biology* veröffentlicht. Bei den Experimenten wurden der Katze Sequenzen (siehe Abbildung 2) von Bildern präsentiert und man konnte zeigen, dass bereits in der ersten Verarbeitungsstufe im Kortex die Information der einzelnen aufeinander folgenden Bilder überlagert wird. Das heißt man kann zum Beispiel aus der gemessenen Aktivität einzelner Neuronen nach der Präsentation des zweiten Bildes (Buchstabe B in Abb. 2) noch immer Information über das zuvor gezeigte Bild extrahieren (Buchstabe A in Abb. 2). Dies ist ein Hinweis darauf, dass das Gehirn (oder zumindest Teile davon) nach dem Prinzip des sogenannten „liquid computing“ arbeitet.

In diesem Projekt wurde gezeigt, dass dieser Effekt im Computermodell reproduziert werden kann (siehe Abbildung 3). Dazu wurde das Modell des vorhergehenden Projekts an die speziellen Gegebenheiten der Katze angepasst.

Derzeit wird das Computermodell benutzt, um diese Informationsverarbeitung und -speicherung in kortikalen Netzwerken genauer zu untersuchen. Diese Untersuchungen können einfacher anhand von Computersimulationen durchgeführt werden, als mittels biologischen Experimenten, da man bei der Simulation zu jedem beliebigen Zeitpunkt den Zustand jeder einzelnen Netzwerkkomponente (Neuronen und Synapsen) ermitteln oder manipulieren kann.

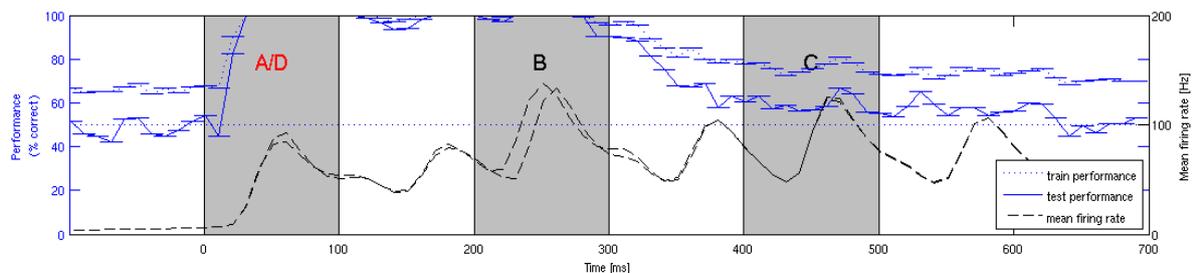


Abbildung 3 *Zeitlicher Verlauf der Information im Modell des primären visuellen Kortex*

### 4.3. FutureLabs am IGI: Lernen von internen Modellen für komplexe Bewegungsabläufe

---

G, Neumann, W. Maass

Um komplexe Bewegungsabläufe erlernen zu können werden heutzutage sogenannte Reinforcement Learning (RL) Algorithmen eingesetzt. Der Agent bzw. der Roboter probiert eine Bewegung aus und bekommt anschließend eine Bewertung, den sogenannten „Reward“. Es ist nun die Aufgabe des Agenten, diesen Reward zu maximieren. Der Reward wird stets von der experimentierenden Person gewählt und besteht meist aus mehreren Komponenten, wie zum Beispiel: die Entfernung des Endzustandes zu einem gegebenen Zielzustand, die Zeit um diesen Zielzustand zu erreichen oder auch die verbrauchte Energie der Bewegung. RL Algorithmen beinhalten aber nur Information über den Reward selbst, nicht jedoch solche über die einzelnen Reward Komponenten. Sie können deshalb nicht feststellen, warum sie einen guten oder schlechten Reward erhalten haben. Wichtige Information bleiben durch die Verwendung eines einzelnen Reward Signals den RL Algorithmen daher verborgen.

RL ist in dieser Hinsicht auch biologisch nicht realistisch. Wenn zum Beispiel ein Mensch versucht zu lernen, einen Tennisball an eine bestimmte Position zu schießen, dann betrachtet er nicht nur eine skalare Reward-Funktion, sondern er versucht auch zu erlernen, wie er die Endposition des Balles manipulieren kann; also zum Beispiel weiter nach links oder weiter nach rechts zu schießen. Mit diesem Wissen und dem Feedback über die Position des Balles beim letzten Versuch, lässt sich nun die Aufgabe viel leichter erlernen. Weiters kann man dieses Wissen auch dafür einsetzen, um den Ball an eine beliebige andere Position zu schießen.

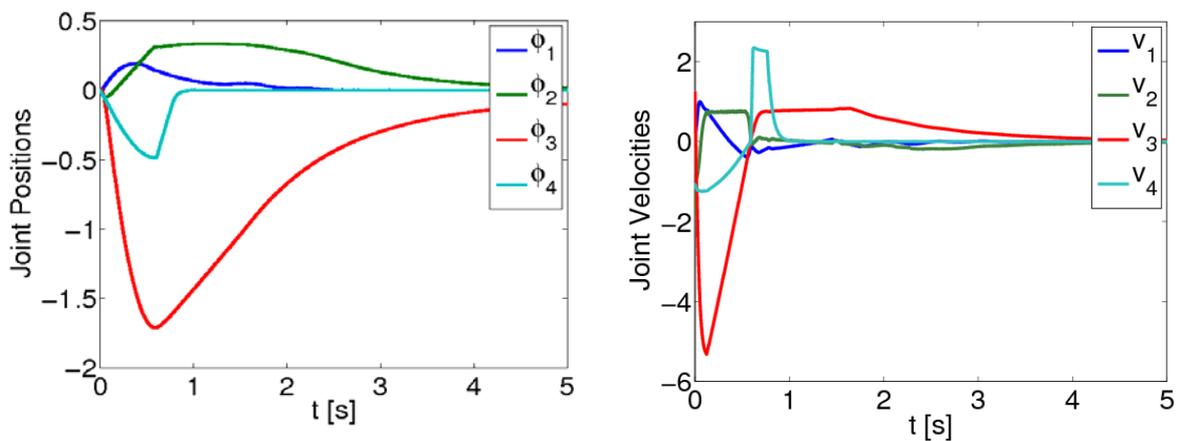
Dies alles ist mit Reinforcement Learning nicht möglich. Daher sind wir um einen alternativen Ansatz bemüht, der auf internen Modellen beruht. Es ist lange bekannt, dass der Mensch interne Modelle zur Bewegungssteuerung verwendet. Die Einsatzgebiete reichen hierbei von Zustandsschätzung, Zustandsvorhersage, Koordination von Gelenken, interner Feedback, Motorplanung und vielem mehr. Man unterscheidet zwischen 2 Arten von internen Modellen: Das Vorwärts-Modell wird zur Zustandsvorhersage verwendet; anhand des momentanen Zustandes und der Parameter der auszuführenden Bewegung wird der zukünftige Zustand vorausgesagt. In unserem Fall besteht der Zustand aus den einzelnen Reward-Komponenten. Das Inverse-Modell hingegen lernt die notwendigen Bewegungsparameter, um einen gegebenen Ziel-Zustand zu erreichen.

Unser Ansatz versucht nun, das Vorwärts- und das Inverse-Modell des gesamten Bewegungsablaufes zu erlernen. Die Algorithmen zum Erlernen dieser Modelle mussten von uns neu entwickelt werden, da vorhandene Algorithmen nicht über die gewünschten Eigenschaften verfügten.

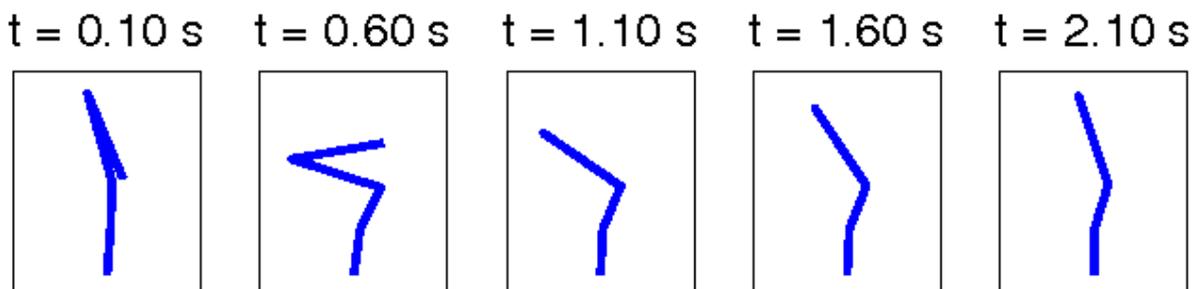
Wir spalten das Reward Signal in seine Komponenten auf und lernen für jede Komponente ein eigenes Vorwärts-Modell. Die einzelnen Komponenten sind meist leichter vorherzusagen als das gesamte Reward Signal, da die Nichtlinearitäten des Reward Signals aufgespaltet wurden. Das Inverse Modell versucht hingegen mit einer dem Reinforcement Learning ähnlichen Methode, gute Parametrisierungen der Bewegung zu erlernen. Der große Unterschied hierbei zu RL ist, dass der gewünschte Zielzustand frei gewählt werden kann. Das Vorwärts Modell wird nun dazu verwendet, um die vom Inversen Modell vorgeschlagene Bewegung zu verfeinern. Hierzu haben wir eine eigene

lokale Suchmethode entwickelt. Der neu entwickelte Algorithmus wird von uns gerade auf dem vom Futurelab finanzierten Cluster ausgetestet. Leider ist der Algorithmus sehr rechenintensiv weshalb der Einsatz des Clusters unerlässlich ist. Die ersten Ergebnisse stimmen uns sehr positiv.

Zum Beispiel experimentieren wir mit einem planaren Modell eines Humanoiden Roboters mit 4 Gelenken. Der Roboter wird von hinten gestoßen und muss lernen, trotzdem das Gleichgewicht zu halten. Der Bewegungsablauf wurde mittels eines von uns entwickelten Framework, dem Motion Template Framework, parametrisiert. Die Parametrisierung stellt ein gewünschtes Geschwindigkeitsprofil dar. Dieses Geschwindigkeitsprofil wird mittels eines linearen PD-Kontrollers gefolgt. Der Agent muss nun erlernen, wie er den gewünschten Endzustand (aufrecht stehend) herstellen kann. Schon nach nur rund 500 Versuchen schafft es der Algorithmus, ein ansehnliches Ergebnis zu produzieren (siehe Abbildung 1 und 2). Für das Lernen von Bewegungsabläufen ist dies ein vergleichsweise sehr kleiner Wert.



**Abbildung 4: Gelenkpositionen und Geschwindigkeiten des gelernten Bewegungsablauf eines Humanoiden Roboters mit 4 Gelenken. Der Roboter muss lernen einen kräftigen Stoß von hinten auszugleichen.**



**Abbildung 5: Gelernte Bewegung um einen Stoß von hinten auszugleichen. Der Algorithmus braucht nur ca. 500 Versuche um diese Bewegung zu lernen.**

Wir sind der Überzeugung, dass Algorithmen wie diese das Lernen von Bewegungsabläufen wesentlich vereinfachen werden.

## 5. INSTITUT FÜR SEMANTISCHE DATENVERARBEITUNG

### 5.1. FutureLabs am ISD: Entwicklung hybrider Brain-Computer Interface-Systeme

C. Neuper, C. Brunner, B. Allison

Das Institut für Semantische Datenanalyse/Knowledge Discovery beteiligt sich am Exzellenzschwerpunkt *FutureLabs* im Bereich Intelligente Systeme. Im Fokus der Forschungsaktivitäten steht die (Weiter-)Entwicklung von Brain-Computer Interface (BCI)-Systemen mit dem weiterführenden Ziel, deren Anwendbarkeit in verschiedensten Bereichen zu erhöhen. Im Berichtsjahr 2009 wurden FutureLab-Mittel insbesondere für die Entwicklung von neuen, hybriden Systemen eingesetzt. Dafür wurden erprobte BCI-Systeme auf ihre kombinierte Anwendung hin untersucht, sowie um weitere Biosignale bzw. Eingabehilfen erweitert.

Ein BCI ist ein Kommunikationssystem, welches es Benutzern ermöglicht, nur mit Hilfe ihrer Gehirnaktivität zu kommunizieren oder Geräte, die an einem Computer angeschlossen sind, zu steuern (Abb. 1). Dabei wird keinerlei Aktivität von Muskeln oder peripheren Nerven benötigt, weshalb diese Technologie speziell für Patientinnen mit massiver motorischer Einschränkung entwickelt wurde. Ein sogenanntes „Locked-In Syndrom“ kann durch verschiedene neurologische Erkrankungsbilder verursacht werden und äußert sich darin, dass jegliche Muskelkontrolle verlorengeht, obwohl die Gehirntätigkeit noch vollkommen intakt ist.

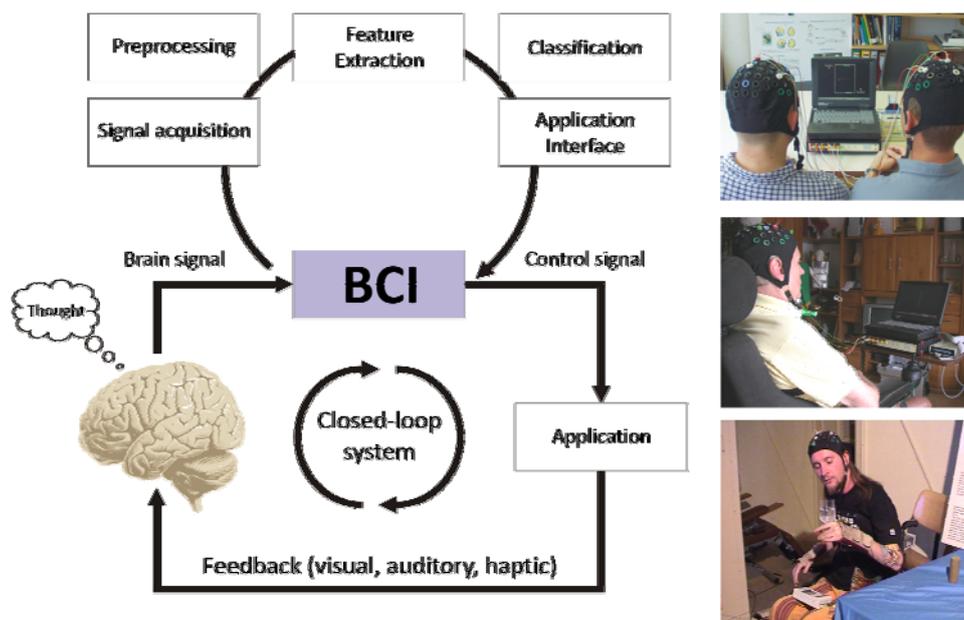


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Brain-Computer Interface (BCI) als *Closed-loop* System und verschiedene Anwendungen des Graz-BCI.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Funktionstypen von BCI-Systemen entwickelt und auch zunehmend neue Einsatzbereiche bei nur geringfügig oder gar nicht beeinträchtigten Anwendern untersucht. Dazu zählt die Entwicklung von „handfreien“ Steuerhilfen, etwa im Bereich von Computerspielen, Internet-Anwendungen, Mensch-Maschine-Systemen, bis hin zu Anwendungen im Weltraum (Abb. 2).



Abb. 2: Kombination des Graz-BCI mit Google Earth präsentiert auf der Technologie-Ausstellung WIRED NEXTFEST in Los Angeles (cf. Scherer et al., 2008)

Trotz intensiver Forschung auf diesem Gebiet gibt es eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Personen, die aufgrund schlechter Klassifikationsgenauigkeit des Systems einen bestimmten Typ eines BCIs nicht verwenden können. Die Ursachen dafür sind vielfältig und können viele Teilkomponenten des Systems betreffen. Dieses Phänomen wird in der Fachliteratur eher unpassend als „BCI-Analphabetismus“ (*BCI Illiteracy*) bezeichnet und tritt bei allen BCI-Typen auf. Die am häufigsten eingesetzten BCI-Systeme nutzen unterschiedliche Hirnsignale, nämlich einerseits Oszillationen (ERD; Event-Related Desynchronization), stabile Potentiale (Steady-State Visually Evoked Potentials, SSVEPs) oder ereigniskorrelierte Potentiale (P300). Dies bedeutet allerdings nicht, dass bei einer Person, bei der ein spezieller BCI-Typ nicht funktioniert, auch alle anderen Typen nicht funktionieren.

Um das Problem des „BCI-Analphabetismus“ zu lösen oder zumindest abzuschwächen, wird am Institut für Semantische Datenanalyse ein neues Konzept verfolgt. Anstatt einzelne Komponenten in der BCI-Verarbeitungskette zu verbessern, werden speziell entwickelte „Hybride BCI“ untersucht.

### 5.1.1. Studien zum Hybrid-BCI

Dabei kombinieren wir einen bestimmten BCI-Typ mit einem weiteren Signal, beispielsweise mit einem weiteren BCI-Typ (vgl. Abb. 3). Durch dieses neuartige System könnten folgende Verbesserungen eintreten:

1. Eine Person, bei der ein bestimmter BCI-Typ nicht funktioniert, könnte möglicherweise einen anderen BCI-Typ nutzen. Bei einem hybriden BCI würde dies automatisch der Fall sein, da zwei Typen gleichzeitig verwendet werden. Dies würde das Phänomen des BCI-Analphabetismus reduzieren (d.h. die Anzahl der Personen, die ein BCI nicht verwenden können).
2. Die Kombination von zwei unterschiedlichen BCI-Typen könnte die Leistungsfähigkeit gegenüber den beiden Typen alleine erhöhen.

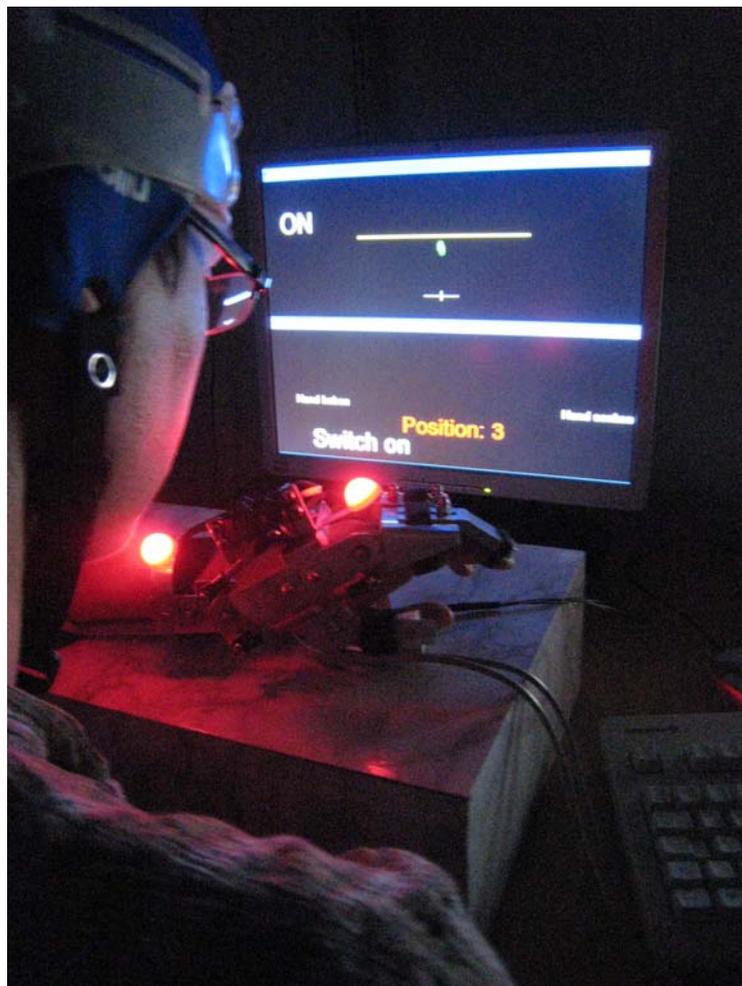


Abb.3: Beispiel eines Hybriden BCI, das auf der Klassifikation von mentalen Vorstellungen und von visuellen Verarbeitungsprozessen beruht.

In einer ersten Studie an einer Gruppe von BCI-Anwendern wurden drei verschiedene Bedingungen untersucht, in welchen unterschiedliche BCI-Typen zum Einsatz kamen.

1. ERD-BCI: Die Signalauswahl erfolgt durch die mentale Vorstellung einer bestimmten Bewegung. (Man stellt sich entweder eine linke oder rechte Handbewegung vor, um einen linken oder rechten Zielreiz auszuwählen).
2. SSVEP-BCI: Die Signalauswahl erfolgt durch die Fixation einer blinkenden Lichtquelle. (Es werden 2 LEDs mit unterschiedlichen Flickerfrequenzen eingesetzt und man konzentriert sich entweder auf eine links oder rechts am Bildschirm fixierte LED).
3. Hybrid-BCI: Die Signalauswahl erfolgt durch gleichzeitige mentale Bewegungsvorstellung und Fokussierung der entsprechenden Lichtquelle. (Die Aufgabe besteht darin, sich entweder eine linke Handbewegung vorzustellen und die Aufmerksamkeit auf die linke LED zu richten oder sich eine rechte Handbewegung vorzustellen und die Aufmerksamkeit auf die rechte LED zu richten).

Die bisherigen Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Hybrid-Bedingung, bei der zwei Aufgaben gleichzeitig ausgeführt werden, insgesamt am besten funktioniert. Weiters konnte ein erster Nachweis erbracht werden, dass die Anzahl jener Personen, die ein bestimmtes BCI nicht verwenden können (*BCI-Illiterates*), mit dem hybriden Ansatz drastisch reduziert werden kann (mehr Details zu dieser Studie finden sich in Allison et al., (2010) und Brunner et al., (2010)).

B. Z. Allison et al., (2010). Toward a hybrid brain-computer interface based on imagined movement and visual attention. *Journal of Neural Engineering* (in revision).

C. Brunner et al., (2010). Improved signal processing approaches in an offline simulation of a hybrid brain-computer interface. *Journal of Neuroscience Methods* (in revision).

## 6. INSTITUT FÜR MASCHINELLES SEHEN UND DARSTELLEN

### 6.1. FutureLabs am ICG: Visual Computing Supercomputer

---

T. Pock, H. Bischof

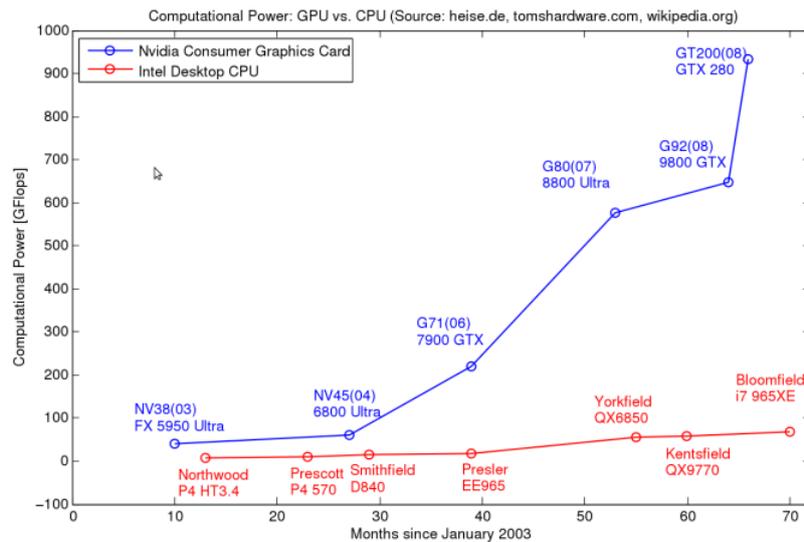
#### 6.1.1. Der CUDA Supercomputer

Mit den Mitteln aus dem FutureLab wurde im vergangenen Jahr ein CUDA Supercomputer der Marke Transtec angeschafft. Der Rechner besteht aus einem Frontend und einem Backend. Das Frontend ist mit zwei Quadcore-Prozessoren neuester Technologie und einem Hauptspeicher von 24 Gigabyte bestückt. Das Backend beinhaltet vier Nvidia Tesla C1060 Rechenkarten mit jeweils 240 Prozessoren und 4GB Hauptspeicher. Das Frontend erreicht eine theoretische Rechenleistung von etwa 80 GigaFLOPS (Milliarden Gleitkommaoperationen pro Sekunde). Das Backend erreicht bemerkenswerterweise eine theoretische Rechenleistung von etwa 4 TeraFLOPS ( Billionen Gleitkommaoperationen pro Sekunde).



Abbildung 1: Transtec CUDA Supercomputer, links das Backend, rechts das Frontend.

Es sei erwähnt, dass die magische Marke von 1 TeraFLOPS von den weltweit stärksten Supercomputern erst vor etwa 10 Jahren durchbrochen wurde. Aktuelle Supercomputer liegen in etwa im Bereich um die 1000-2000 TeraFLOPS (Cray XT5). Dies soll verdeutlichen, dass die Technologie, die vor 10 Jahren ganze Hallen gefüllt hat, heute als High-End Desktop-Rechner zur Verfügung steht. Dies ist vor allem der unglaublichen Entwicklung auf dem Grafikkartensektor zu verdanken. Abbildung 2 zeigt die zeitliche Entwicklung der Rechenleistung von Grafikprozessoren im Vergleich zu Desktop-Prozessoren. Der deutliche Performance-Vorteil von Grafikprozessoren ist vor allem der massiven Parallelität von Grafikprozessoren zu verdanken.



**Abbildung 2: Zeitliche Entwicklung von Grafikprozessoren versus der Entwicklung von Desktop-Prozessoren.**

In den letzten Jahren haben sich Grafikprozessoren (GPUs) weg von sehr spezieller Hardware hin zu leistungsstarken und flexiblen Rechenkarten entwickelt. Mit dem im Jahre 2007 eingeführten G80 Prozessor führte Nvidia auch eine neue Programmierumgebung, die „Compute Unified Device Architecture“ (CUDA), ein. Diese erlaubt es, die Grafikprozessoren mit Hilfe der Standard Programmiersprache „C“ zu programmieren.

Für das erste Quartal 2010 ist bereits der Nachfolger der aktuellen Tesla Rechenkarten angekündigt (Codename Fermi). Aktuelle Spezifikationen zufolge wird die Anzahl der Prozessoren verdoppelt, was etwa einer Verdoppelung der Rechenleistung entspricht.

### 6.1.2. Visual Computing

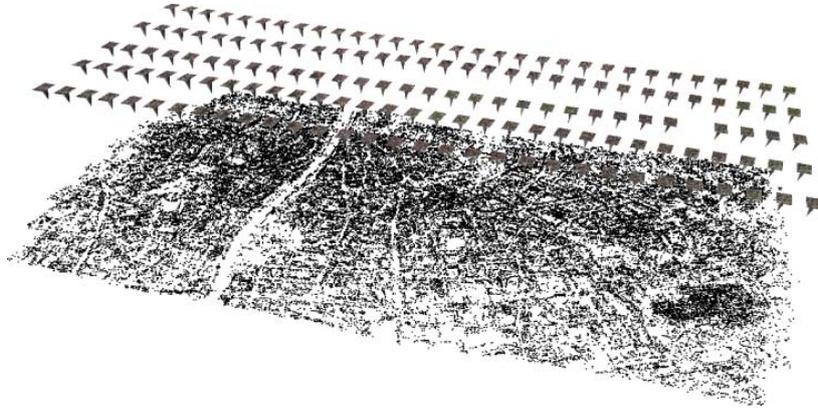
Im Bereich Visual Computing müssen naturgemäß sehr große Datenmengen (Bilder, Videos, 3D Scans) verarbeitet werden. Klassische Computer Vision Probleme, wie etwa 3D Rekonstruktion und Segmentierung, werden sehr häufig als Optimierungsprobleme formuliert. Obwohl diese Methoden qualitativ hochwertige Ergebnisse erzielen, wurden sie bisher vor allem wegen ihrer Rechenintensität in der Praxis nur selten eingesetzt.

Mit dem von FutureLab finanzierten CUDA Supercomputer wurde es möglich, Probleme von nie dagewesener Größe mit qualitativ hochwertigen Optimierungsmethoden zu lösen. Im Folgenden werden zwei Anwendungen vorgestellt, die sehr stark vom Einsatz des CUDA Supercomputers profitiert haben.

### 6.1.3. 3D Städterekonstruktion

Bei der 3D Städterekonstruktion geht es darum, aus einer großen Anzahl von aus dem Flugzeug aufgenommenen Bildern, ganze Städte dreidimensional zu rekonstruieren. Abbildung 3 zeigt ein

typisches Befliegungsmuster am Beispiel von Graz. Es wurden vom Flugzeug aus etwa 150 Bilder aufgenommen, wobei jedes Bild eine Auflösung von ca. 100 MegaPixel hat. Durch den CUDA Supercomputer wurde es möglich, eine qualitativ hochwertige aber sehr rechenintensive Methode einzusetzen.



**Abbildung 3: Befliegungsmuster für die 3D Rekonstruktion von Graz aus Luftbildern.**

Die von uns entwickelte Methode [1] erlaubt es, in Bezug auf ein sehr präzise definiertes Qualitätsmaß, die beste aller 3D Rekonstruktionen zu finden. Dies führt zu robusten und sehr detailreichen Rekonstruktionen. Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus der Innenstadt von Graz rund um den Jakomini Platz sowie eine Detailansicht des (bereits abgebauten) Marienliftes.

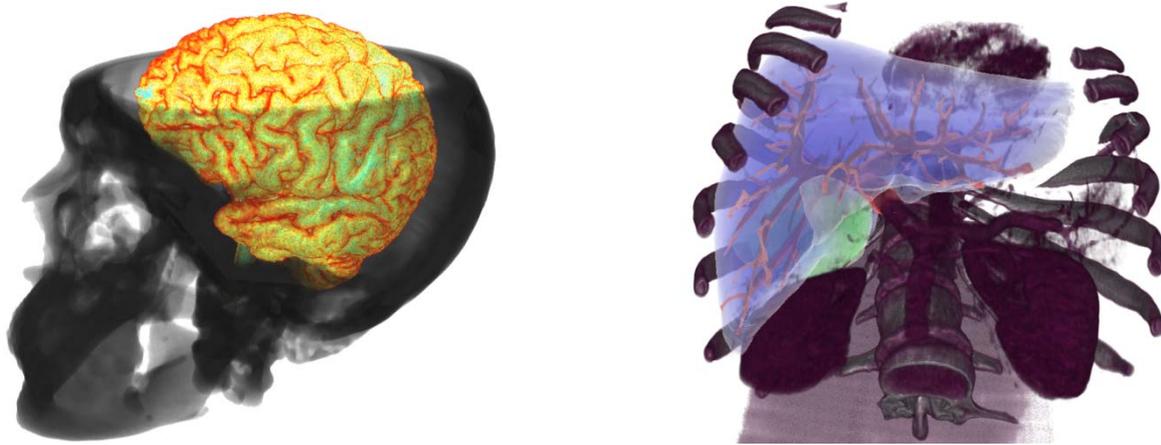


**Abbildung 4: 3D Rekonstruktion von Graz. Links ist ein Ausschnitt der Innenstadt rund um den Jakominiplatz zu sehen. Rechts ist eine Detailrekonstruktion des Marienliftes zu sehen.**

#### **6.1.4. Visualisierung und Verarbeitung von Medizinischen Daten**

Durch die ständige Entwicklung der bildgebenden Methoden in der Medizin können immer genauere 3D Aufnahmen des menschlichen Körpers gemacht werden. Die dabei anfallenden Datenmengen bedingen eine sehr hohe Anforderung an die zur Verfügung stehende Rechenleistung. Bei der Diagnoseerstellung und Operationsplanung durch den Arzt ist es unerlässlich, dass der Arzt auf natürliche Art und Weise mit den Daten interagieren kann. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Daten richtig interpretiert werden.

Durch den CUDA Supercomputer ist es erstmals gelungen, sowohl leistungsstarke Visualisierungstechniken [2] als auch qualitativ hochwertige Segmentierungsmethoden [3] gemeinsam in Echtzeit zu betreiben. Der Arzt kann somit sofort die Ergebnisse des Segmentierungsverfahrens beurteilen und gegebenenfalls verändern. Abbildung 5 zeigt Beispiele der gemeinsamen Visualisierung und Verarbeitung von medizinischen Volumensdaten.



**Abbildung 5: Gemeinsame Visualisierung und Verarbeitung von medizinischen Daten. Die linke Abbildung zeigt eine Segmentierung des menschlichen Hirns im Kontext zu den übrigen 3D Daten des Kopfes. Die rechte Abbildung zeigt eine Segmentierung der menschlichen Leber sowie eine Segmentierung innenliegende Blutgefäße.**

### 6.1.5. Literaturverzeichnis

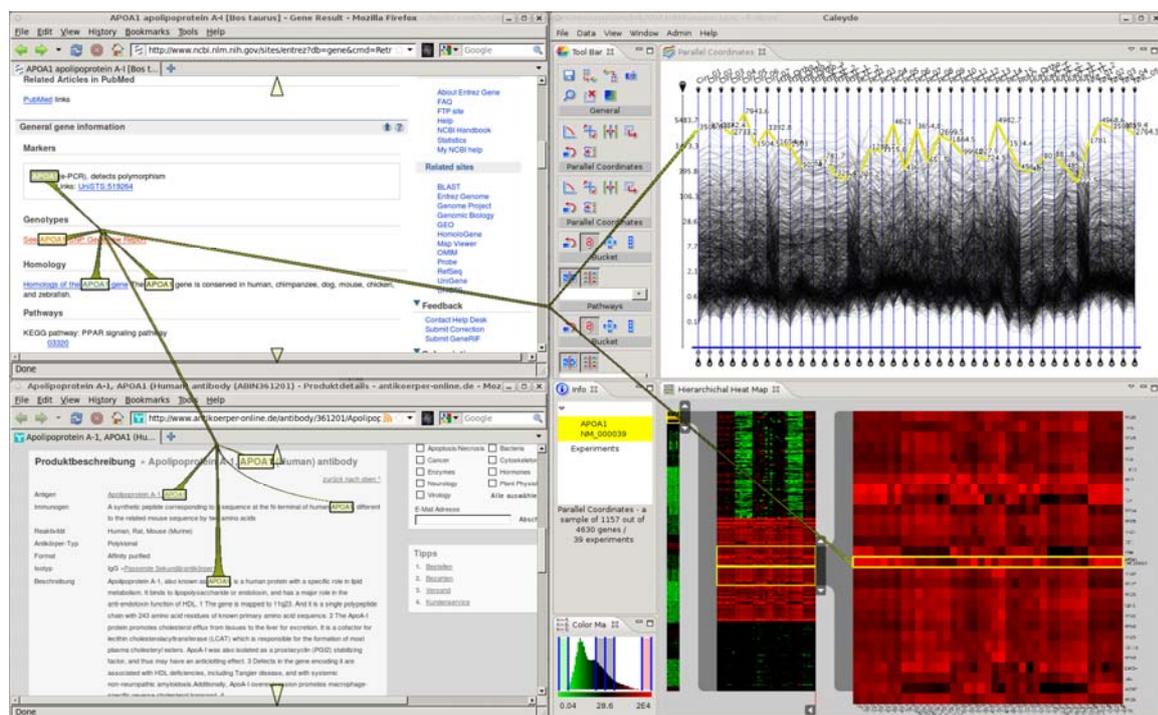
- [1] T. Pock, T. Schoenemann, G. Graber, H. Bischof, and D. Cremers. **A Convex Formulation of Continuous Multi-Label Problems**. ECCV, 2008
- [2] M. Unger, T. Pock, W. Trobin, D. Cremers, and H. Bischof. **TVSeg - Interactive Total Variation Based Image Segmentation**. BMVC, 2008
- [3] B. Kainz, M. Grabner, A. Bornik, S. Hauswiesner, J. Mühl, and D. Schmalstieg: **Efficient Ray Casting of Volumetric Datasets With Polyhedral Boundaries on Manycore GPUs**. SIGGRAPH Asia, 2009

## 6.2. FutureLabs am ICG: Intelligent Room

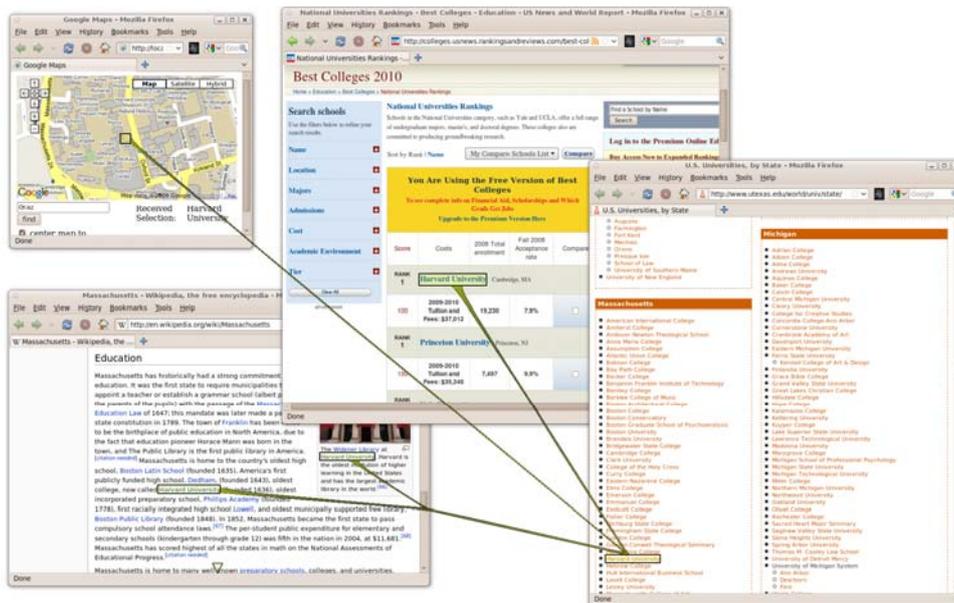
D. Schmalstieg, M. Waldner, W. Puff

Moderne Informationsarbeit erfordert die Verarbeitung von einer immer größer werdenden Anzahl an Datenquellen. Benutzer müssen Informationen von verschiedenen Quellen zusammentragen, interpretieren und vergleichen. Die Informationen werden dabei meist in mehreren getrennten Applikationsfenster dargestellt. Mit großen Displays oder Multi-Display Environments können die Fenster so angeordnet werden, dass eine Vielzahl an Informationen gleichzeitig sichtbar ist. Wenn die Information jedoch von verschiedenen Applikationen zu Verfügung gestellt wird, werden die beinhalteten Daten und deren Repräsentationen isoliert behandelt. Ebenso werden ähnliche oder zusammengehörige Datensätze nicht als solche hervorgehoben. Der Benutzer muss also manuell zusammengehörige Datensätze aus verschiedenen Applikationen finden und vergleichen.

*Visual Links across Applications* sind visuelle Hilfsmittel, um Zusammengehörigkeiten von Daten über mehrere Applikationsfenster zu illustrieren. Applikationen kommunizieren mit einer Management Applikation, die eine Schnittstelle zur Synchronisierung von Benutzer-Selektionen und zum Rendern der Visual Links zur Verfügung stellt. Visual Links werden von einem Windows Manager über den bestehenden Desktop-Content gerendert.



**Visual Links verbinden Informationen aus einem Web Browser mit einer Visualisierungs-Software. In diesem Beispiel werden Informationen aus Gen-Datenbanken mit Ergebnissen von Gen-Expressionsanalysen, die über die Visualisierungs-Software Caleydo dargestellt werden, verglichen.**



**Visual Links verbinden Informationen in verschiedenen Web Browser Fenster mit geographischen Positionen. In diesem Beispiel werden Informationen über amerikanische Universitäten verglichen.**

In Multi-Display Environments sind visuelle Hilfsmittel, die die Aufmerksamkeit des Benutzers zu entlegenen Display-Regionen leiten, von besonderer Bedeutung. Durch die große Anzahl von Pixel und der Platzierung der Displays kann Information sehr leicht übersehen werden. Zusätzlich können Visual Links zur Navigationshilfe herangezogen werden, um beispielsweise die Position des Mauszeigers hervorzuheben oder den kürzesten Maus-Pfad zu einem bestimmten Display anzuzeigen.



**Visual Links zeigen den kürzesten Pfad von der aktuellen Maus-Position des Benutzers zu allen verfügbaren Displays.**

## **7. INSTITUT FÜR COMPUTERGRAFIK UND WISSENSVISUALISIERUNG**

### **7.1. FutureLabs am CGV: Die Erfassung, Verarbeitung und Anzeige größerer Mengen von 3D-Daten in hoher Qualität**

---

**S. Havemann, D. Fellner**

Die prinzipielle Machbarkeit neuer Verfahren und Algorithmen zu zeigen ist die eine Sache – Forschungsergebnisse nachhaltig zu verknüpfen aber stellt oft ganz neue Herausforderungen. Ein ganz eigenes Problem ist die Skalierbarkeit: Bei wenigen Dutzend Objekten ist manches manuell machbar, was mit Hunderten oder Tausenden von Objekten grundsätzlich neue Ansätze erfordert. So kann ein rein quantitativer Zuwachs schnell zu einem wirklich qualitativen Unterschied werden.

Das Problem der Skalierbarkeit von 3D-Methoden kann durch den Aufbau des Futurelabs erstmals eingehend untersucht werden. Die exzellenten Speicher- und Verarbeitungskapazitäten sowie die hohe Bandbreite der interaktiven Ein-/Ausgabe erlauben die Bearbeitung größerer Mengen von 3D-Daten. Mit dem Aufbau des Futurelabs und dem kontinuierlichen Ausbau, der im Jahr 2009 vorgenommen werden konnte, können die in Forschungsprojekten gestellten Probleme in der gebotenen Breite erforscht und darüber hinaus neue Tätigkeitsfelder eröffnet werden. Das wäre ohne diese wichtige Unterstützung in dieser Form nicht möglich gewesen.

#### **7.1.1. Hindernisse auf dem Weg zur vollautomatischen 3D-Erfassung**

Der im Vorjahr angeschaffte 3D-Scanner der Firma Nextengine musste in 2009 bereits durch das Nachfolgemodell HD (high definition) ersetzt werden, um mit der stürmischen Entwicklung im Bereich 3D-Aquisition Schritt zu halten. Dieses weitverbreitete Gerät ist sehr schnell zu einem Standard geworden, doch die Verarbeitung der erfassten 3D-Daten bereitet nach wie vor Probleme. Eine ganze Reihe von Arbeitsschritten ist notwendig. Besonders das Ausrichten der Einzelscans gefolgt vom Vermaschen erfordert noch manuelles Eingreifen, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Hochqualitative automatische Verfahren zu entwickeln tut dringend not. Dieses Problem wird vom CGV im Rahmen eines EU-Projekts bearbeitet, doch waren dort keine Ressourcen für die eigentliche Erfassung vorhanden, um den state of the art kennenzulernen. Durch die Verfügbarkeit des eigenen Scanners konnten wichtige systematische Untersuchungen durchgeführt werden, um einen vielversprechenden Ansatz zur vollautomatischen Verarbeitung zu entwickeln, der sich zurzeit in der Umsetzung befindet.

#### **7.1.2. Flächenrückführung in „class-A“ Qualität**

Wichtige Erfahrungen wurden ebenfalls mit der professionellen Nachbearbeitungs-Software Geomagic Studio gemacht, die in einer Kooperation mit dem Institut für Geometrie (Prof. Wallner) sehr günstig beschafft werden konnte. Es wurde erfolgreich im größeren Rahmen im Projekt „Frauen in die Technik“ (FIT) eingesetzt, wo sich im Sommer vier Ferialpraktikantinnen intensiv bemühten, den Scandaten bestmögliche Ergebnisse abzurufen (Abb. 1). Diese Modelle markieren also die best-

practice, mit deren Qualität sich unsere automatischen Verfahren zu messen haben werden. Gleichzeitig haben sich durch diese praktische Arbeit viele Ideen zu Detailverbesserungen für das *shape processing* ergeben. Zum Thema der hochqualitativen Flächenrückführung besteht eine Kooperation mit dem Volkswagen-Konzern. Im Bereich des Automobilbaus bestehen extreme Qualitätsanforderungen für sichtbare Flächen („class A“, Abb. 2). In der Kooperation geht es darum, neue Algorithmen zu entwickeln um das enorme Potenzial von Unterteilungsflächen (Subdivision Surfaces) für den Bereich der hochqualitativen Flächenrückführung im Automobilbau zu nutzen und sie als neuen Flächentyp zu etablieren.



**Abb. 1:** Hochqualitative Flächen (class-A) findet man vor allem im Automobilbau. 3D-Scans von Spielzeugmodellen bieten eine erste Basis, um die Varianz im Flächendesign zu erforschen.



**Abb.2:** Die Flächenrückführung gescannter Dreiecksnetze (Bild 1) in Subdivision Surfaces ist nicht einfach (B.2). Hohe Qualität erreicht man nur über akkurate Krümmungsberechnungen (B.3-B.6)

### 7.1.3. Der Anwendungsfall „Cultural Heritage“

Kulturerbe dreidimensional digital zu erfassen bietet viele Vorteile für die nachhaltige Dokumentation, die Bestandsaufnahme, aber auch für die Forschung: 3D-Objekte sind einfach zu übertragen, direkt manipulierbar, sie können virtuell rekonstruiert, vermessen und angepasst werden. Voraussetzung ist aber ein robuster Workflow, bei dem auch semantische Daten („Bedeutung von Form“) mit erfasst wird. In Zusammenarbeit mit einem Archäologen (Robert Fürhacker) haben wir einige Stadien der Ausgrabung eines Brunnen in 3D dokumentiert (Abb. 3).



**Abb.3:** Archäologische Dokumentation verschiedener Ausgrabungsphasen eines prähistorischen Holzbrunnens (ca. 3500 Jahre alt) mit 3D-Daten die nur aus Fotos berechnet wurden



Abb. 4: Die foto-basierte 3D-Erfassung von 24 Gipsabgüssen aus dem Gipsmuseum der Karl-Franzens-Universität benötigt signifikante Speicher- und CPU-Ressourcen

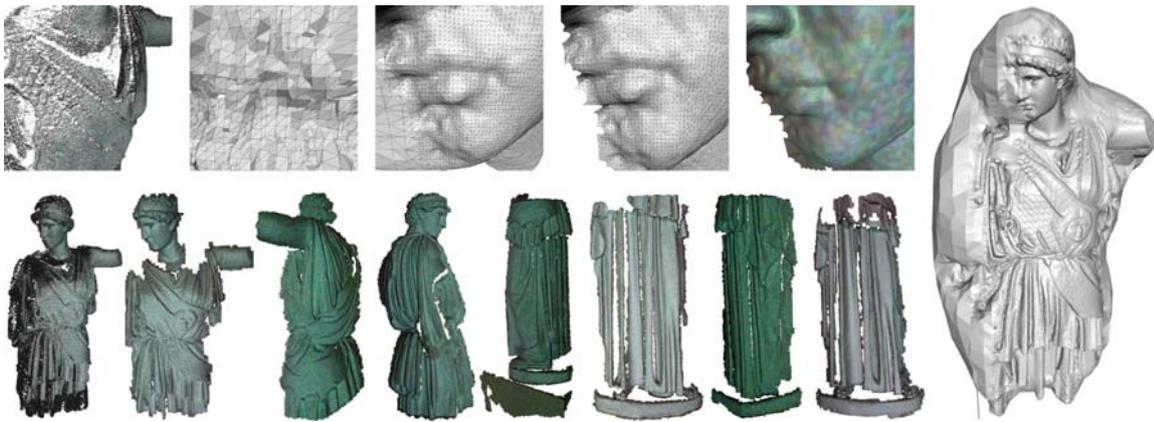


Abb.5: Der Arbeitsablauf von Punktwolkenerzeugung über mehrlagige und dann einlagige Dreiecksnetze bis hin zum Zusammensetzen der Einzelteile erfordert noch viel Handarbeit.

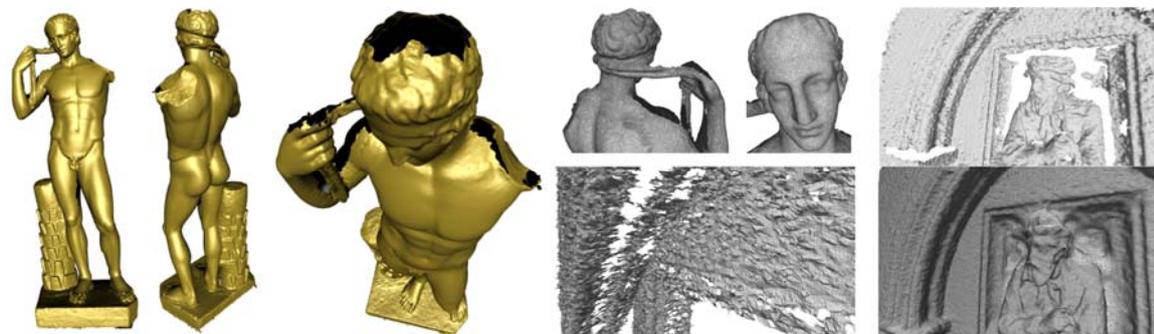


Abb.6: GeomagicStudio ist professionelle Software zum Verkleben von Einzel-Scans und liefert Dreiecksnetze in Industriequalität (links). Unsere Algorithmen sind auf dem Wege dahin (rechts)

In einem größeren EU-Forschungsprojekt (3D-COFORM, siehe [www.3d-coform.eu](http://www.3d-coform.eu)) ist es Aufgabe des CGV, ein Objektrepository zu entwickeln, das es erlaubt, die enormen Datenmengen zu speichern und verfügbar zu machen, die anfallen, wenn man ganze Museen dreidimensional erfasst. In einer Pilotstudie haben wir 24 Statuen des Gipsmuseums der Karl-Franzens-Universität fotogrammetrisch erfasst (Abb. 4). Nicht nur die Speicherung der Primärdaten sondern auch ihre Verarbeitung wären ohne die Ressourcen des FutureLab nicht möglich gewesen. Wir konnten Probleme im bisherigen Workflow identifizieren (Abb. 5) und sie den Ergebnissen gegenüberstellen, die wir mit Geomagic Studio erzielt haben (Abb. 6). In 2009 konnten weiterhin in vier Wochen 224 Sequenzen mit fast 5000 Fotos der Herz-Jesu-Kirche in Graz aufgenommen werden, die im Rahmen des Projektes ebenfalls zu einem dreidimensionalen Modell des Kirchen-Innenraums vereinigt werden sollen.

In weiterer Folge werden wir auch 3D-Daten der 3D-COFORM-Projektpartner speichern und verarbeiten können. So wird in Graz eine ansehnliche Datenbank mit dreidimensionalem Kulturerbe entstehen.

#### 7.1.4. Virtual Reality auf dem letzten Stand der Technik

Im Jahr 2009 konnte die CAVE-Installation des CGV, die DAVE (Definitely Affordable Virtual Environment) auf den aktuellen Stand der Technik gebracht werden. Gerade die Upgrade-Fähigkeit gegenüber vergleichbaren CAVEs zeichnet diese Art der Installation aus: Jeder der vier 3D-Projektoren besitzt zwei Eingänge, deren Bilder (rechtes / linkes Auge) in schneller Folge abgewechselt werden. Der Bildwechsel wird dabei von den Projektoren synchron durchgeführt. Indem die Bildanzeige und nicht die Bilderzeugung synchronisiert werden, können die Render-Computer unabhängig ersetzt werden, um mit der schnellen Entwicklung Schritt zu halten. Nachdem die in die Jahre gekommenen neun DAVE-Computer (Server + viermal rechtes und linkes Auge) durch aktuelle Modelle ersetzt wurden, können unsere Algorithmen die erstaunlichen Möglichkeiten aktueller Multicore-Rechner und Grafikkarten nun auch in der DAVE nutzen. Zu erwähnen ist, dass die DAVE seit 2008 im Regelbetrieb jeden Donnerstag von 16.00-17.00 Uhr von jedermann angeschaut werden kann; Näheres unter [www.cgvtugraz.at/DAVE](http://www.cgvtugraz.at/DAVE).

#### 7.1.5. Multitouch-Funktionalität für die HeyeWall

Eine besonders ambitionierte Installation ist die HeyeWall im Intelligent-Room, den das CGV in Zusammenarbeit mit dem ICG betreibt. Die HeyeWall liefert mit sechs Projektoren auf einer Größe von 4 x 2 Metern eine Auflösung von über 8 MPixeln, hinzu kommt ein starker Center-Projektor, der die Basis-Beleuchtung liefert. Die HeyeWall wurde bereits im Rahmen des AUTOVISTA-Projektes (FFG) erfolgreich eingesetzt. Dort konnten Dutzende einzelner Überwachungskamera-Bildschirme durch die HeyeWall als einzelnes Displaysystem ersetzt werden, das die Bilddaten der Kameras sowie detektierte Personenbewegungen im Kontext eines gemeinsamen 3D-Modells der zu überwachenden Anlage darstellt. Es hat sich gezeigt, dass die hohe Auflösung in diesem Fall den Vorteil bietet, viel weniger Zoomen zu müssen.

In 2009 wurde die HeyeWall mit einer MultiTouch-Funktionalität versehen, die auf der FTIR-Technologie basiert (Frustrated Total Internal Reflection). Dazu wurde die Acrylscheibe mit ca 150 Infrarot-Leuchtdioden umgeben, die seitlich in die Scheibe einstrahlen, sodass bei Druck eines Fingers gegen die Oberfläche ein heller Punkt entsteht, der von rückwärtig montierten Kameras aufgenommen und verfolgt („getrackt“) werden kann (Abb. 7).



**Abb. 7: Die FTIR-Technologie ermöglicht das Tracking von Berührungen der HeyeWall (Bild 3,4), indem Infrarot-Leuchtdioden (Bild 2) seitlich in die Scheibe einstrahlen.**

Eine solche Installation gibt es leider nicht von der Stange, deshalb war an dieser Stelle eine Eigenleistung erforderlich, die zwar recht aufwendig war, aber uns wertvolle Erfahrungen bezüglich

der Möglichkeiten und Grenzen dieser Technologie gebracht hat. Das Grundprinzip ist einfach, doch wie sehr oft liegt auch hier der Teufel im Detail. Dadurch, dass wir aber die Grundparameter des Systems unter Kontrolle haben, können wir die Robustheit des Finger-Trackings nun Schritt für Schritt steigern. Dies liefert die Basis, auf die wir in 2010 aufbauen können, um eine neue Generation von Anwendungen zu entwickeln, die in 3D eine ähnliche Unmittelbarkeit und intuitive Beherrschbarkeit erlauben wie sie etwa das i-Phone in 2D bietet.

# 8. INSTITUT FÜR SOFTWARETECHNOLOGIE

## 8.1. FutureLabs am IST: Game Programming Contest for Computer Science Education

---

**W. Slany**

Playful competition, be it in the form of, e.g., real soccer or virtual car racing games, constitutes a major source of motivation for many people. Computer games are particularly attractive due to their challenging complexity for the players, the nearly unlimited game possibilities software allows to create, and the immersive flow-like and highly concentrated state of awareness popular games can induce.

Harnessing the fascination of computer games for educational purposes certainly is a worthwhile endeavor. In particular, developing the software of such games oneself often can be a factor when young people decide whether to choose a computer science related education or not. Considering the immense influence as well as the economic role of software for every area of business and personal life, it is clear that educating the next generation in this fundamental cultural technique is critical for sustaining the economic welfare and competitiveness of our society.

However, developing computer games can be a mind-boggling undertaking: For instance, the creation of the hugely popular "Guitar Hero" game involved the coordinated effort of more than 2,000 people over several years. This could be a source of frustration for young people, thereby dissuading them from, rather than motivating them to study computer science.

At the same time, other examples like the also highly successful recently released "World of Goo" that was created in relatively short time by just two persons shows what creativity allows to achieve even nowadays. As software is a form of media in the sense of intellectual assets, it is like other kind of media immensely malleable to the creativity of the individual inventor, artist, or software developer.

In 2008 I initiated project "GamesLab: A Young Lady's Illustrated Primer for Computer Science" in the framework of the FutureLabs project line. In this project, we aimed at duplicating the success of "Second Life" and "YuGiOh!" for the teaching of university-level computer science curriculum content as inspired by the book "The Diamond Age" by Neal Stephenson and Mihaly Csikszentmihalyi's flow theory applied to multi-player online video games. The project was extended in 2009 to "Game Programming Contest for Computer Science Education", again aiming at harnessing the fascination of computer games for educational purposes. The project aimed at lowering the "entry costs" for students into the field of computer science through game development by providing them with an environment that allows the organization of a large scale game programming contest, with the implicit goal of fostering the attractiveness of computer science curricula at TU Graz. The competition was held in a virtual environment via the Internet, and participants could submit their programs that competed with each other in several leagues. The environment was continuously available for contests.

Computer games with an explicit educational aim are well known for usually being rather unpopular among the intended audience. On the other hand, Neal Stephenson's science-fiction classic "Snow Crash" allegedly was one of the inspirations for the creation of "Second Life", a highly successful massive multi-player online game-like environment that sets itself apart by allowing players, among other things and motivated by the book's story, to write computer programs that can be executed inside the environment. Stephenson's other, in particular among women popular book "The Diamond Age, or A Young Lady's Illustrated Primer – A Propaedeutic Enchiridion in which is told the Tale of Princess Nell and her various Friends, Kin, Associates, &c." (346 Amazon customer reviews) follows the education of a girl from very young age to adulthood, one of the culminations being the teaching of computer science to the teen-aged girl. This book notably was one of the inspirations for the ongoing One-Laptop-Per-Child (XO-OLPC) movement that so far distributed more than 1.5 million rugged low-power subnotebook computers with mobile ad-hoc networking capabilities to young children, mostly in the developing world. One software that is preinstalled on these laptops is a programming environment for children from age 8 on. Scratch has been developed in the Lifelong Kindergarten project from MIT Media Lab<sup>1</sup>.

So far more than 850,000 programs have been uploaded by more than 100,000 contributors (mostly but not only children, out of more than 400,000 registered members). Harvard University is using Scratch to introduce programming to its first year university students. Most of the programs written are games. Variants allow to program multi-player network games and scripts for Second Life. In the framework of these projects, I have taught computer game programming to more than 350 girls in the age range 8 to 19 and have motivated them to write programs themselves. A typical program inside the development environment along with a screenshot of the game for girls between 8 and 12 years is shown in Figure 1. Figure 2 shows a similar program for and from boys. Figure 3 shows another approach to the same idea based on work done by Microsoft Research which we have analyzed in the FutureLabs project. As it needs special hardware (Xbox, Xbox Live, Xbox controllers) for users and cannot be used via the Web, it could not be used for the competition but was the source of some very interesting and advanced ideas that will influence future similar projects.

---

<sup>1</sup> <http://scratch.mit.edu/>

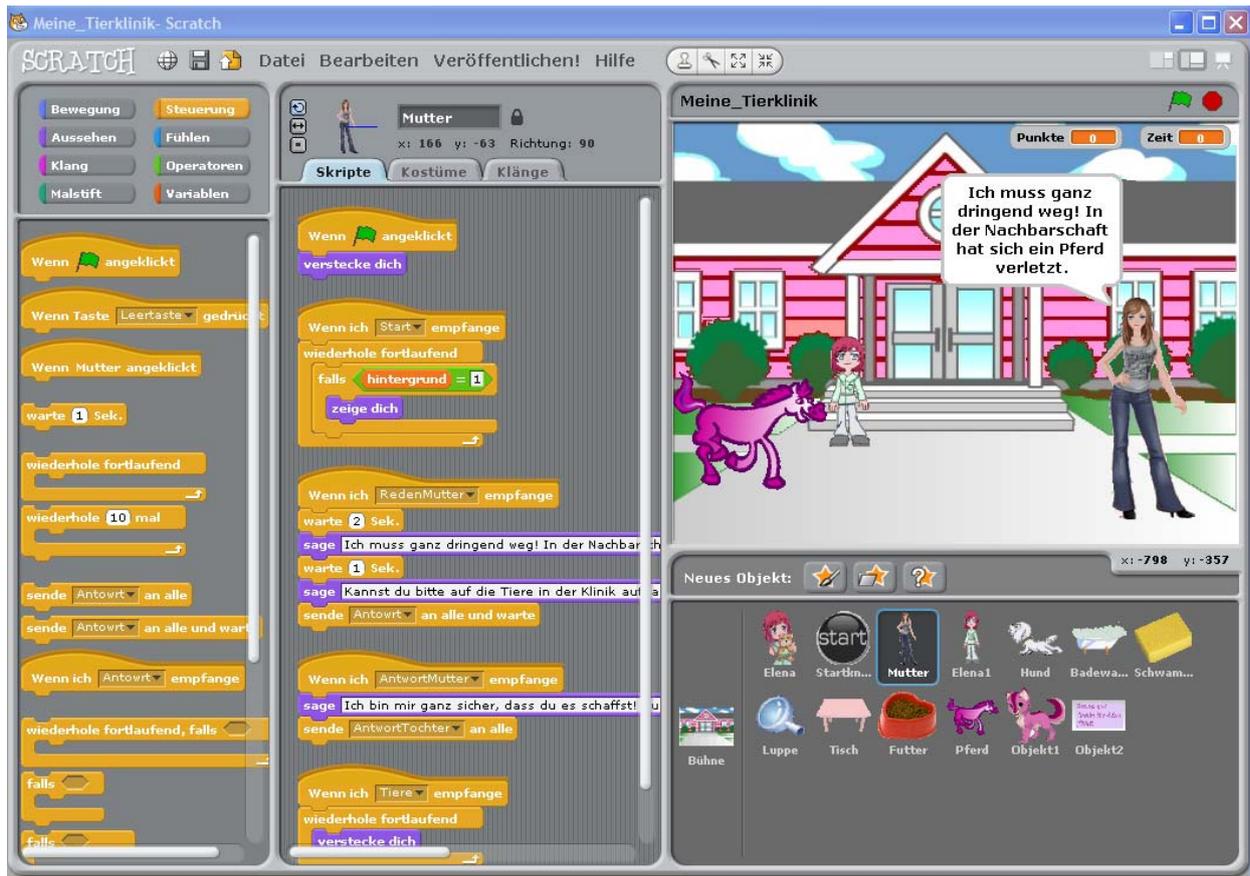


Figure 1: A typical program (middle part of the screenshot) is shown together with the program development environment, also containing a scene (on the right upper side of the screenshot) of a game appealing to girls between the age of 8 and 12 years. This program was developed together with more than 100 girls from this age range in the framework of my project "Game Programming Contest for Computer Science Education".

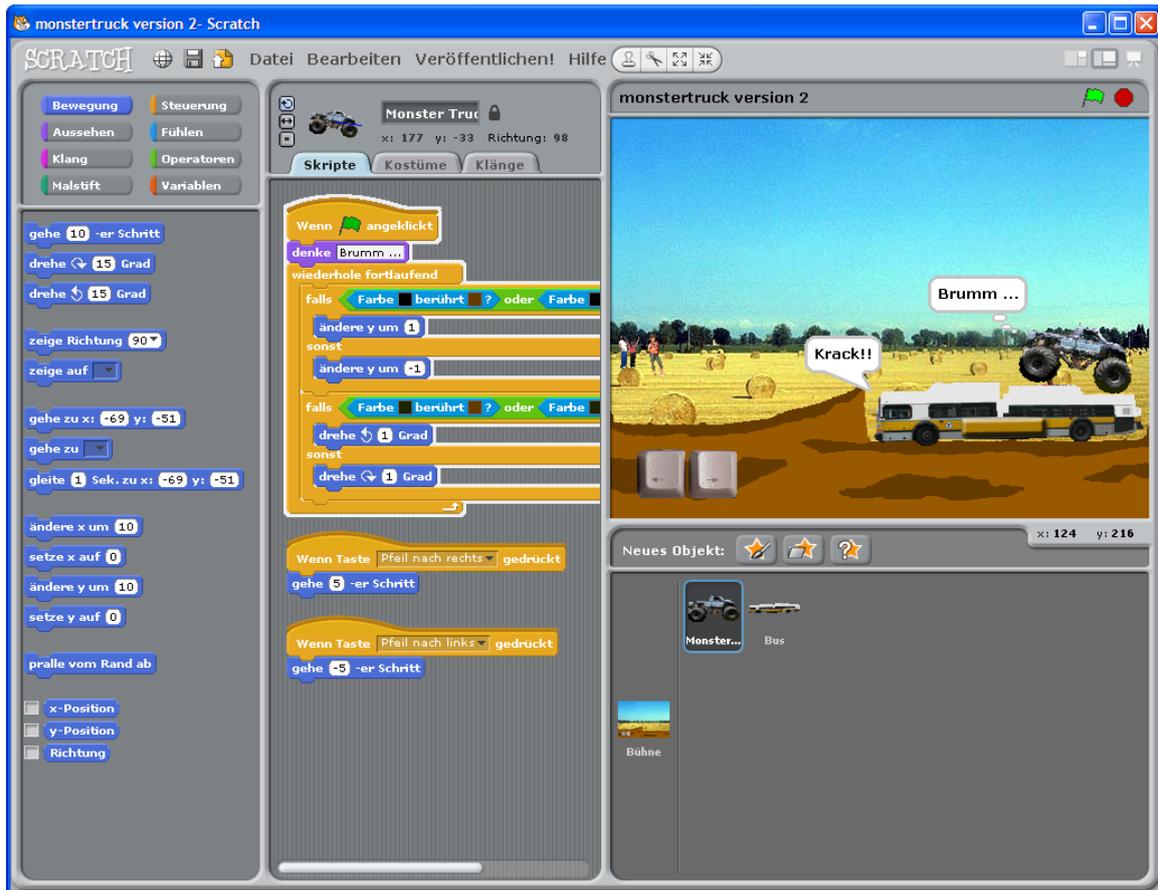


Figure 2: Interests of boys and girls in the area of game developing differ. A typical program written by boys (middle part of the screenshot) is shown again together with the scene (on the right upper side of the screenshot) of the game, also in the age range 8 to 12. Again the program was developed in the framework of my project “Game Programming Contest for Computer Science Education”.



Figure 3: Microsoft Research's Kodu allows users to create games using an entirely icon-driven system which can be controlled using \*only\* an Xbox 360 controller. In other words, Kodu offers the promise of game programming without the need for programming knowledge, allowing users of all ages to create their own games. Kodu can be used to create all kinds of games, including overhead shooters, 2D action, and even 3D platforming. Experiments with children were conducted in the framework of my project “Game Programming Contest for Computer Science Education”, and more activities in this direction are planned in the future.

## 8.2. FutureLabs am IST: Robot Learning Lab

---

### F. Wotawa

Das „Robot Learning Lab“ wurde gemeinsam von den Instituten Grundlagen der Informationsverarbeitung (IGI) und Softwaretechnologie (IST) im Rahmen von FutureLab beantragt. Ziel des „Robotic Learning Lab“ ist es, die Infrastruktur in der Forschung und Lehre im Bereich autonomer mobiler Roboter zu unterstützen. Der folgende Bericht beschränkt sich auf die Aktivitäten des IST.

Das Jahr 2009 war von der Organisation des RoboCup 2009, der vom 29. Juni bis 5. Juli 2009 in der Stadthalle Graz stattfand, geprägt. Ziel war es einerseits, den internationalen Robotikforschern während RoboCup 2009 optimale Arbeitsbedingungen zu geben und andererseits, der österreichischen Öffentlichkeit das Thema Robotik möglichst spannend und einprägsam näher zu bringen. Diese selbst gesteckten Ziele konnten zum einen durch organisatorische Maßnahmen und zum anderen durch die Ausarbeitung und Durchführung eines geeigneten Rahmenprogramms erreicht werden.

Die weiteren Aktivitäten im Rahmen vom „Robotic Learning Lab“ zielten auf die Unterstützung der RoboCup Teams der TU Graz und deren Einbettung in die Forschung ab. Alle Teams der TU Graz nahmen ebenfalls am RoboCup 2009 teil und konnten die Resultate der vorhergegangenen Jahre durchwegs verbessern. Für Spitzenplätze hat es noch nicht gereicht. Verbesserungen sind auch nur durch eine wesentliche Steigerung des Budgets der einzelnen Teams möglich.

In den nächsten Jahren sollen die Aktivitäten im Bereich Robotik weiter intensiviert werden. Eine stärkere Verankerung der Robotik an der TU Graz und insbesondere an der Fakultät für Informatik wird dabei angestrebt. Im Rahmen der Forschung fokussieren wir – wie auch bisher – auf autonome mobile Roboter und die dazu notwendigen Grundlagen aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz.

### 8.2.1. Das war RoboCup 2009

Mit mehr als 2300 Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus über 40 Nationen war RoboCup 2009 nicht nur die größte wissenschaftliche Tagung in Graz im Jahr 2009 sondern auch einer der zwei erfolgreichsten RoboCups bisher; und das trotz der wirtschaftlichen Situation und der Neuen Grippe. Rückmeldungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren alle ausgesprochen positiv. Neben den Wettkämpfen in den Bereichen Roboterfußball, Home und Rescue wurden die wissenschaftlichen Ergebnisse auch im Rahmen eines eigenen Symposiums präsentiert und diskutiert.

Die Idee hinter der RoboCup-Initiative ist es, die Forschung im autonomen mobilen Robotikbereich durch die Bereitstellung einer standardisierten Aufgabe, der sich alle Beteiligten annehmen müssen, zu fördern. Auf diese Art und Weise werden wissenschaftliche Ergebnisse direkt vergleichbar. Die standardisierte Aufgabe im RoboCup ist es, eine Mannschaft von autonomen mobilen Robotern zu konstruieren, die im Fußball unter Verwendung der geltenden und nur leicht adaptierten Regeln gewinnen können. Fußball eignet sich hier besonders, da es (1) in der Öffentlichkeit sehr populär und (2) außerdem hochdynamisch ist. Roboter müssen nicht nur die manuellen Fähigkeiten wie z.B.

passen und schießen haben, sondern auch dynamisch ihr Modell der Welt an die sich ändernde Realität im Spiel anpassen können.

Im Laufe der letzten Jahre sind noch andere standardisierte Aufgaben wie RoboCup@Home und RoboCup Rescue dazugekommen. Auch hier steht die Lösung eines Problems in einer für den Roboter unbekannt und sich ändernden Welt im Vordergrund. Außerdem kann so die Anwendbarkeit im täglichen Leben anschaulich demonstriert werden.

RoboCup 2009 wurde vom IST unter Leitung von Dr. Steinbauer und Prof. Wotawa organisiert. Neben den beiden General Chairs standen ein lokales Organisationsteam und Volunteers zur Verfügung. Finanziert wurde RoboCup 2009 durch die Tagungsgebühren der Teilnehmer, durch die öffentliche Hand (Stadt Graz, Land Steiermark, BMWF, BMVIT, und BMWFJ), private Sponsoren (Knapp, Festo, National Instruments, AustriaMicroSystems, Dachser, Cisco, Kapsch) und die involvierten Universitäten, hier vor allem die Technische Universität Graz.

Um das Fachgebiet autonome mobile Roboter auch einer breiten Öffentlichkeit näher zu bringen, war der Eintritt zum Event für alle Besucherinnen und Besucher frei. Im Rahmen einer sehr engagierten Pressearbeit, die sich in den Berichten in Zeitungen, Radio und Fernsehen niedergeschlagen hat, konnte ebenfalls die Öffentlichkeit angesprochen werden. Darüber hinaus wurde ein Rahmenprogramm angeboten, das den derzeitigen Stand der Technik im Bereich der Anwendung zeigen sollte. Im Rahmen der Eröffnungsfeier, an der neben Rektor Hans Sünkel auch die steirische Landesrätin Kristina Edlinger-Ploder und der Bürgermeister der Stadt Graz Siegfried Nagl teilnahmen (siehe Abbildung 3), wurde ein autonomes Fahrzeug (Abbildung 2) vorgestellt, das die Festgäste ohne Fahrer und Fernsteuerung sicher vom TU Graz Campus Inffeldgasse zur Stadthalle Graz brachte.

Weiters wurde am 2. Juli 2010 ein Rettungseinsatz mit Kräften der Grazer Feuerwehr unter Mithilfe von fliegenden und fahrenden Robotern (Abbildung 1) der Öffentlichkeit demonstriert. Diese Vorführung fand vor der Stadthalle Graz statt und fand breites Interesse; und das trotz Regen. Zusätzlich zu Demonstrationen wurden Vorträge von namhaften Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für alle angeboten.

Ein paar Impressionen der Spiele im Rahmen von RoboCup 2009 findet man in Abbildung 4. Nähere Informationen zum Event können über die Homepage ([www.robocup2009.org](http://www.robocup2009.org)) abgefragt werden.

### **8.2.2. RoboCup Teams**

Der größte Teil der finanziellen Mittel aus FutureLab kam auch im Jahr 2009 den RoboCup Teams der TU Graz zugute. Studentinnen und Studenten der verschiedenen Teams profitieren mehrfach von Ihrer Teilnahme. Erstens lernen sie anhand einer Anwendung die Umsetzung der in Lehrveranstaltungen präsentierten Grundlagen, Methoden und Techniken. Zweitens werden sie frühzeitig in internationale wissenschaftliche Tagungen und Communities integriert. Dies umfasst auch die Erstellung und Präsentation von Publikationen.

In [3,6] werden die einzelnen Teams beschrieben. Hierbei soll die Beschreibung, neben technischer Details, forschungsspezifische Probleme und Lösungsvorschläge enthalten. Diese Teamdescription-Papers werden in Form einer CD allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern einer RoboCup-Tagung zur

Verfügung gestellt und bilden so eine Wissensbasis für die Erkenntnisse, Verfahren und Methoden, die im RoboCup Anwendung finden.

Der Erfahrungsaustausch wird auch im Rahmen von weiteren wissenschaftlichen Tagungen gefördert. Beispiele hierfür sind die Arbeiten [1,5], die Erkenntnisse eines RoboCup Teams beschreiben und den Zweck haben, die Teammitglieder möglichst früh in die grundlegenden Arbeitsmethoden von Wissenschaftler heranzuführen. Im Jahr 2009 konnte auch eine wissenschaftliche Arbeit mit dem Thema der Evaluierung unterschiedlicher Methoden für die Ballführung von Robotern im Rahmen des RoboCup 2009 Symposium präsentiert werden [2]. Als Anmerkung sei erwähnt, dass das RoboCup Symposium peer-reviewed ist und die Proceedings im Springer Verlag erscheinen.

Weitere Forschung im Bereich mobile autonome Systeme im Rahmen des „Robot Learning Lab“ führte zu den Publikationen [4,7,8]. Die Forschungszielsetzung hierbei war und ist es, Grundlagen zu schaffen, die es ermöglichen, autonome Systeme selbstadaptiv und selbstkorrigierend zu gestalten. Hierbei verwenden wir Techniken aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz und adaptieren diese. Das Ziel ist es, einen realen Roboter mit einem System auszustatten, das erkennt, ob ein Fehlerfall eingetreten ist und wenn ja, den Fehler automatisch lokalisiert und korrigiert. Der Begriff Fehler wird hier weitergehend interpretiert. Neben Hardwarefehlern des Systems selber können auch Softwarefehler und auch Fehler in der Aufnahme von Informationen über Sensoren sowie Änderungen in der Umgebung auftreten und müssen entsprechend behandelt werden.

### **8.2.3. Publikationen im Rahmen des „Robotik Learning Lab“ 2009**

1. Preschern, C.; Muschick, D.; Galler, S.: Applying Scan Lines on a 2D Potential Field to Improve Team Cooperation Through Passing. - in: 4th Austrian RoboCup Workshop. (2009)
2. Altinger, H.; Galler, S.; Mühlbacher-Karrer, S.; Steinbauer, G.; Wotawa, F.; Zangl, H.: Concept Evaluation of a Reflex Inspired Ball Handling Device for Autonomous Soccer Robots. - in: International RoboCup Symposium. (2009)
3. Galler, S.; Altinger, H.; Bergler, B.; Hieden, A.; Hoppe, C.; Joham, T.; Magnet, T.; Maier, M.; Mühlbacher-Karrer, S.; Muschick, D.; Preschern, C.; Steinbauer, G.; Unterberger, R.; Wotawa, F.: Mostly Harmless: Team Description Paper 2009. - in: Proceeding of the International RoboCup Symposium (2009)
4. Potgieter, A.; Ferrein, A.; Steinbauer, G.: Self-Aware Robots — What do we need from Learning, Deliberation, and Reactive Control?. - in: International Workshop on Hybrid Control of Autonomous Systems - Integrating Learning, Deliberation and Reactive Control, IJCAI, (2009)
5. Altinger, H.; Galler, S.; Mühlbacher-Karrer, S.; Zangl, H.: Sensor Evaluation for a Passive Ball Handling Device for Autonomous Soccer Robots. - in: 4th Austrian RoboCup Workshop. (2009)
6. Ferrein, A.; Steinbauer, G.; McPhillips, G. .; Niemüller, T.; Potgieter, A.: Team Zadeat 2009 — Team Report. - in: RoboCup International Symposium ; (2009)
7. Steinbauer, G.; Wotawa, F.: Towards Automated Generation of Repair Actions for the Belief of Autonomous Agents. - in: Austrian RoboCup Workshop ; 4 (2009)

8. Kleiner, A.; Steinbauer, G.; Wotawa, F.: Using Qualitative and Model-Based Reasoning for Sensor Validation of Autonomous Mobile Robots. - in: International Workshop on Principles of Diagnosis ; 20 (2009)



Abb. 1: RoboCup Rescue Demo



Abb. 2: Autonomous Car Demo



Abb. 3: RoboCup 2009 – Eröffnung



Abb. 4: Impression von den RoboCup 2009 Ligen