

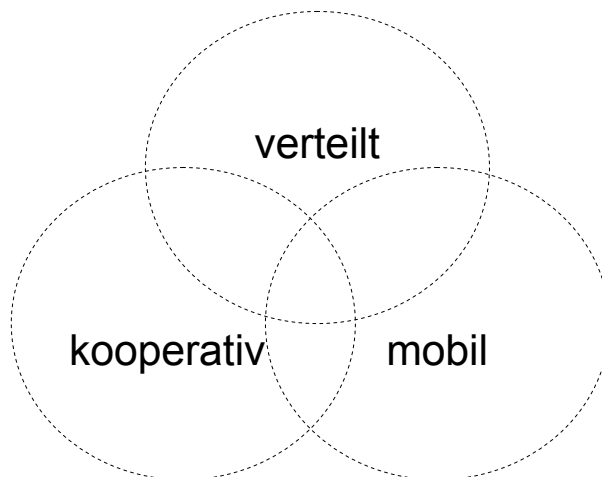
# Kooperative, verteilte und mobile Augmented Reality-Anwendungen

---

Hauptseminar „Virtual and Augmented Reality“

Sara Streng

14.06.2004



**Augmented Reality-Anwendungen**

---

# 1. Mobile AR-Anwendungen

---

## Voraussetzungen

---

- real time Durchführung
- ständige Synchronisation
- Zugang zu Informationen über Ort und Situationen
- detailliertes Modell
  - geometrische Repräsentation der Umgebung
  - semantische und kontextuelle Elemente

### 2 gängige Anwendungen:

- Navigation
- Informationssuche



### Gutes Beispiel Tourist weil:

- wenig Wissen
- großes Interesse

# Software Platform: Studierstube

kollaborative, computergestützte Arbeitsumgebung an der TU Wien

unterstützt:

- mehrere Anwender
- mehrere Applikationen
- Anzeigegeräte, wie stereoskopische HMDs
- Interaktion mit
  - virtuellen Objekten oder
  - user interface Elementen

Basiert auf Szenengraphen



# Hardware Setup

Rucksack:

- Notebook
- WLAN → Kommunikation mit anderen mobilen Einheiten
- GPS receiver → Positionsbestimmung

Helm:

- stereoskopisches HMD
- Orientierungssensor + Kamera

Handheld oder Gürtel:

- Touchpad → Cursor Kontrolle



# User Interface

## Information

### Grafische Objekte:

Information wird in grafische Objekte gepackt, die in die natürliche Umgebung eingepasst werden



### HUD (heads-up display):

Text, Bilder oder 3D Objekte, die in einem extra Fenster angezeigt werden



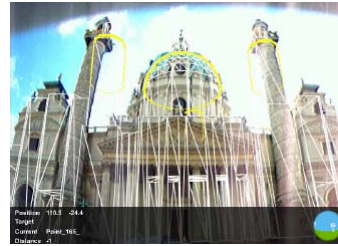
# Navigation

- Nutzer wählt Zieladresse aus
- System berechnet kürzesten Weg
- Weg wird abgebildet als eine Reihe Zylindern, die mit Pfeilen verbunden sind
- System ist interaktiv und reagiert auf die Bewegungen des Nutzers → ständiges Wiederberechnen des kürzesten Wegs
- Nutzer wird informiert, wenn er in die falsche Richtung schaut.



# Informationssuche

- Icons erscheinen, wenn historische / kulturelle Informationen existieren
- Auswahl durch Hinschauen
- Information erscheint in extra Fenster
- enthält Bilder und Text aus Touristenführern
- Nutzer kann Untermenge auswählen, die mit Schlüsselwörtern referenziert werden.



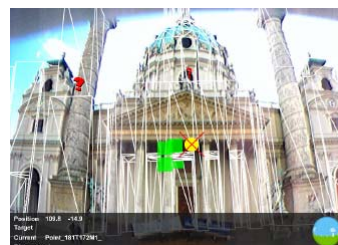
Kooperative, verteilte und mobile AR-Anwendungen

9



# Anmerkungen

- Nutzer kann selbst Anmerkungen hinzufügen
- Virtueller Strahl führt durch rotes Kreuz
- Zeigt der Strahl auf ein Objekt, erscheint ein gelber Kreis
- Der Nutzer kann ein 3D icon aussuchen und platzieren



Kooperative, verteilte und mobile AR-Anwendungen

10

# Daten Management: 3-Stufen Architektur

Zentrale Datenbank	Zentrales und effizientes Speicher-Management (geringe Redundanz)
Vermittelt zwischen Datenbank und Applikation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trennt die Präsentation von der Datenspeicherung</li><li>• Format-Transformation → Applikation kann effizienteres Format verwenden als Speicherformat</li></ul>
Applikationen	Effiziente Datenstrukturen

Architektur basiert auf XML Technologie

## Bewertung des Projekts

### Positives Feedback:

- leichter Umgang
- Interaktion mit HUD funktionsfähig

### Probleme:

- GPS liefert ungenaue Positionen
- Hohe Gebäude stören Übertragung zu Satelliten

Es ist bis jetzt eine der wenigen Technologien, die über eine minimale aber ausreichende Genauigkeit und Robustheit verfügt.

### MARS - Mobile Augmented Reality Systems (Columbia University):

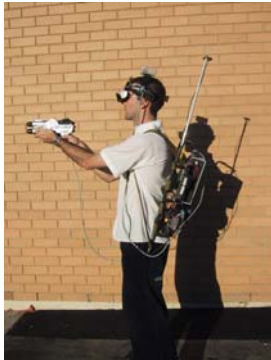
- Zuerst einfaches Campus Informationssystem
- Erweiterung um Multimedia Information (Sound, Text, Bilder, Video)
- 3D GUI, die es auch Nutzern erlaubt zu dokumentieren

## Weitere Anwendungsbereiche

---

ARQuake Project (University of South Australia)

- AR-Version des Quake Computerspiels:
- Man sieht die reale Umgebung + zusätzliche computergenerierte Informationen, vor allem passende Texturen



Kooperative, verteilte und mobile AR-Anwendungen

13

## Interaktionsmöglichkeiten

---

### Navigation:

- Folge einem anderen Nutzer (Ziel wird angepasst)
- Führe andere Nutzer (setze Ziel eines anderen)
- Treffe andere Nutzer (System errechnet Ziel, nämlich die Mitte zwischen den Positionen der beiden Nutzer)

### Informationssuche:

- Nutzer können Themenauswahl teilen oder Empfehlungen geben
- Führungsprogramm kann Themenauswahl vorgeben

### Anmerkungen:

- virtuelle Icons können von anderen genutzt werden

Kooperative, verteilte und mobile AR-Anwendungen

14

## 2. Kooperative AR-Anwendungen

---

## Voraussetzungen

---

- real time Durchführung
- ständige Synchronisation
- jeder Nutzer hat maßgefertigte Sicht des Datensatzes
- Kollaborateure vorzugsweise im selben Raum → natürliche Interaktion bei Diskussionen möglich



## Studierstube – Umgebung

---

## Hardware Setup

---

### Personal Interaction Panel (PIP):

- Handheld in der Größe eines Notebooks
- Positions- und Orientierungsbestimmung

### Helm:

- stereoskopisches HMD
- grobe Bestimmung des Blickpunktes durch magnetisches head-tracking
- feine Bestimmung durch optisches Tracking



# Systemeigenschaften

---

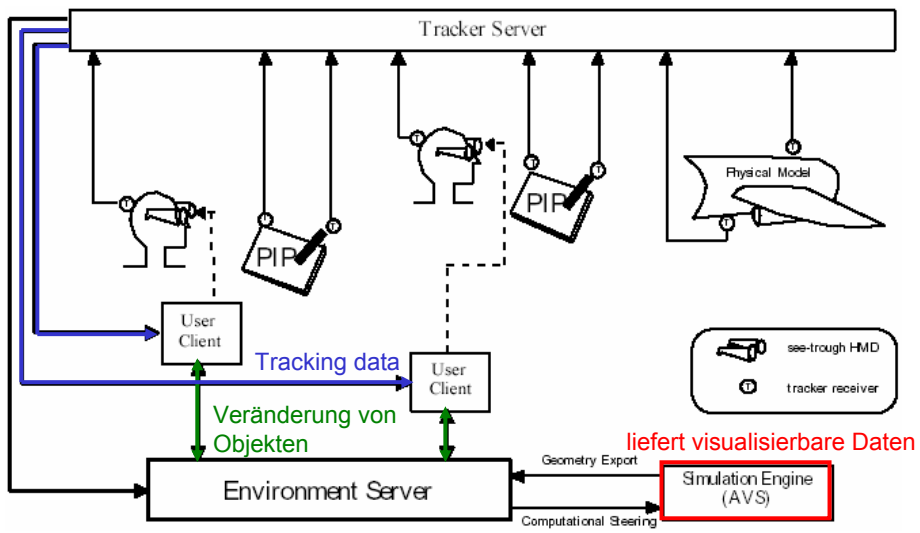
- Virtualität (Objekte, die nicht existieren oder auf die man nicht zugreifen könnte werden eingefügt)
- Augmentation (Echten Objekten werden räumlich angeordnete Informationen beigefügt)
- Multi-User Unterstützung
- Unabhängigkeit (Kontrolle ist nicht auf eine Führungsperson beschränkt)
- Gemeinsame Sicht vs. Unterschiedliche Sicht (Objekte generell für alle sichtbar, aber Anzeige kann variieren)
- Interaktion und Interaktivität (Daten können interaktiv untersucht werden. Änderungen sind sofort sichtbar.)

# Merkmale der Augmentation

---

- Schichten (Daten werden in Schichten zerlegt, z.B. Grundriss – Möbel – Maßstäbe. Jede Schicht kann getrennt angezeigt werden → maßgefertigte Sicht)
- Anmerkungen (Nutzer kann mit PIP an bestimmten 3D-Punkten Text hinzufügen, platzieren, verändern und verschieben)
- Projektionswände (Statische, virtuelle Objekte, die logisch dem PIP eines Nutzers zugeordnet aber für alle sichtbar sind)
- Tracking bewegbarer Objekte (um Gegenstände in das System mit einzubeziehen. Sie liefern Informationen über Positions-, Orientations- und Zustandsänderungen )

# Systemarchitektur



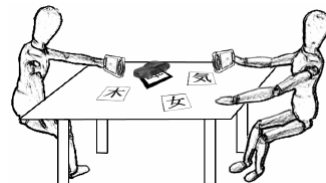
Kooperative, verteilte und mobile AR-Anwendungen

21

# Weitere Anwendungsbereiche

Lernhilfen:

- Mathematik- / Geometrieunterricht:  
Räumliches Verständnis kann viel leichter erworben werden



- „Kanji Learning“: Spiel zum Vokabeln lernen, bei dem 2 Spieler an einem Tisch sitzen. Auf dem Tisch liegen wie beim Memory-Spiel mit Kanji Symbolen versehene Karten verdeckt. Dreht ein Spieler die Karte um, wird das zu der Vokabel passende 3D-Symbol auf dem PDA angezeigt. Weiß der Spieler die Vokabel darf er weiter machen, sonst ist der andere am Zug.

Kooperative, verteilte und mobile AR-Anwendungen

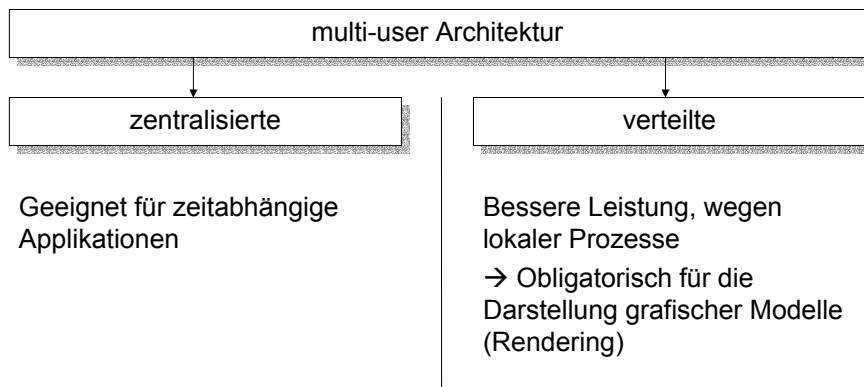
22

## 3. Verteilte AR-Anwendungen

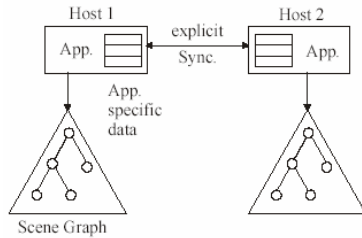
---

## Vor- und Nachteile einer verteilten Architektur

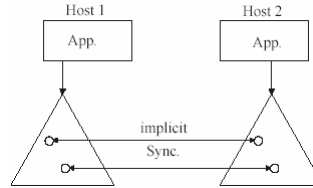
---



# Synchronisationsmöglichkeiten

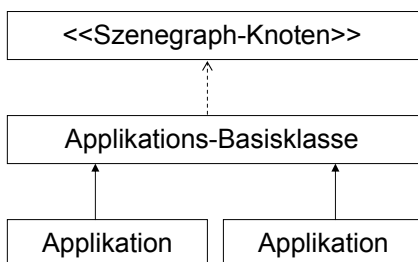


- Nur (verteilter) Status wird synchronisiert
  - Grafische Objekte lokal gespeichert.
- + geringe Netzwerkbelastung  
+ unabhängige Behandlung von Status und Grafiken



- Status ist in den Szenengraf eingebettet
  - Mehrere lokale Kopien des szenegraphen werden synchronisiert.
- + Kein zusätzlicher Aufwand, um Status und Grafiken synchronisiert zu halten  
+ Verteilung ist vollkommen transparent für den Entwickler

# Applikationen im Szenegraphen

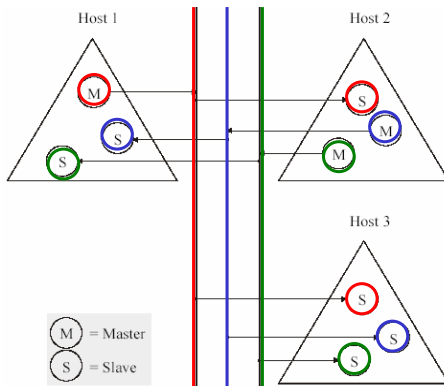


Mehrere Applikationsklassen erben von einer Basisklasse, die wiederum einen normalen Szenengraf-Knoten implementiert.

→ Mehrere Applikationsklassen

→ Multitasking möglich

# Master / Slave Architektur



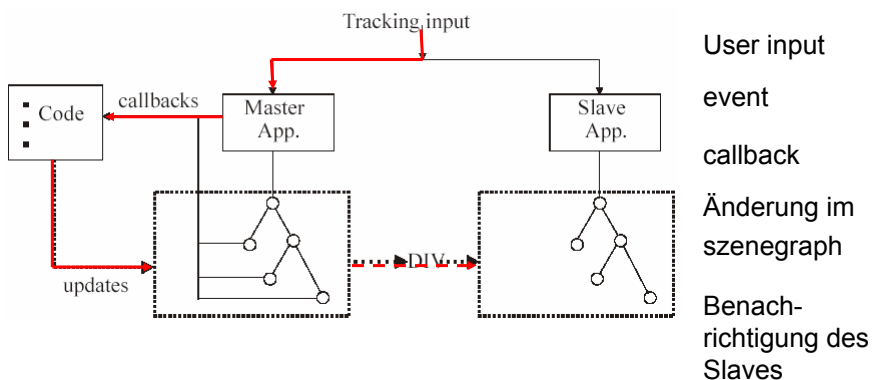
Für jede Applikationsinstanz wird ein Master Host festgelegt, der für die Ausführung verantwortlich ist.

In allen anderen Szenegraphen ist diese Applikation als Slave implementiert, der nur Updates vom Master empfängt, falls sich dessen Zustand ändert.

## Vorteile der Master / Slave Architektur:

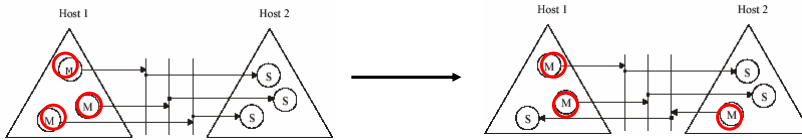
- Rechnungen, die der user input erfordert, müssen nur einmal getätigt werden
- Keine Inkonsistenzen möglich

# Synchronisationsprozess



# Load Balance

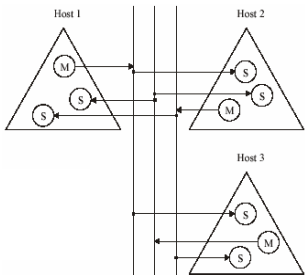
Session-Manager überwacht den Computational Load. Wenn sich der Datenfluss auf Grund von Änderungen der Applikationsinstanzen ändert, veranlasst der Session-Manager „**Activation Migration**“, d.h. der Master Host einer Applikationsinstanz wird verlegt.



## Umsetzung:

- alle Callbacks des Applikationsknotens und dessen Subgraf freigeben
- Migration: neuen Master definieren
- Callbacks neu registrieren.

## Late Joining

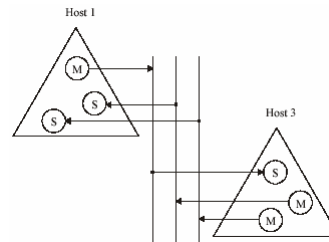


Kopie der Applikation (d.h. des szenegraph) am neuen Host notwendig  
→ „**Application migration**“:

## Umsetzung:

Kompletter Status (grafisch und nicht-grafisch) wird im Buffer gespeichert, über Netzwerk an Host übertragen und dort dem lokalen Szenegraphen angehängt

## Early Exit



Existiert am Host ein Master, so muss er an einen anderen Host verlegt werden

→ **Activation Migration** (wie bei Load Balance)

# Fragen??

---

## Quellen I

---

### Mobil:

- „Collaborative Augmented Reality for Outdoor Navigation and Information Browsing“  
<http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/reitmayrbs2004.pdf>
- „Recent Advantages in Augmented Reality“  
<http://www.cs.unc.edu/~azuma/cqa2001.pdf>
- „MARS - Mobile Augmented Reality Systems“  
<http://www1.cs.columbia.edu/graphics/projects/mars/mars.html>



## Quellen II

---

### Kollaborativ:

- „Collaborative Augmented Reality“  
[http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/schmalstieg\\_habil.pdf](http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/schmalstieg_habil.pdf)
- „Augmented Reality Videoconferencing for Collaborative Work“  
[http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/arvideoconf\\_hun03.pdf](http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/arvideoconf_hun03.pdf)
- „Mathematics And Geometry Education With Collaborative Augmented Reality“  
[http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/Construct3D\\_SIGGRAPH\\_Final.pdf](http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/Construct3D_SIGGRAPH_Final.pdf)
- „Augmented Reality Kanji Learning“  
[http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/ISMAR03\\_Demo\\_DanielWagner.pdf](http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/ISMAR03_Demo_DanielWagner.pdf)
- About The ARQuake Project  
<http://www.wearables.unisa.edu.au/projects/ARQuake/www/index.html>

### Verteilt:

- „Distributed Applications for Collaborative Augmented Reality“  
<http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/migration.pdf>

## Weitere Informationen zu kooperativen Anwendungen

---

# Videokonferenz

---

## Hardware Setup

---

Fenster, das lokale  
Nutzer repräsentiert

eigenen Umgebung  
+  
Virtuelle Interaktionsobjekte  
(Pen & Panel)  
+  
Konferenzmaterial

Fenster, das entfernte  
Nutzer repräsentiert

entfernten Umgebung  
+  
Virtuelle Interaktionsobjekte  
(Pen & Panel)  
+  
Konferenzmaterial



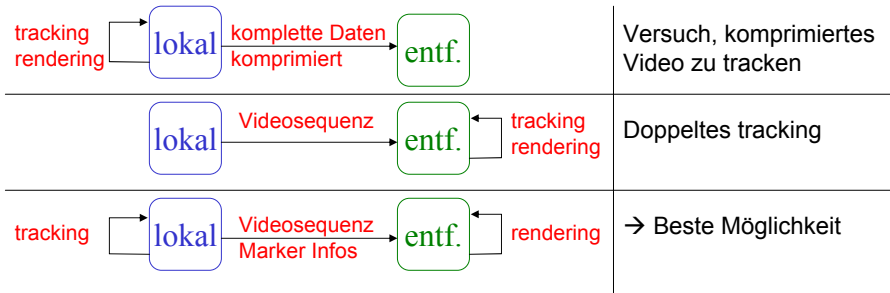
(Momentan ist die  
Anwendung auf 2  
Standorte begrenzt.)

# Tracking und Datenübertragung

## Tracking:

Position und Orientierung werden aus optischen Markierungen berechnet, die aus der lokalen Videosequenz entnommen werden.

## Datenübertragung zum entfernten Rechner:



# Systemarchitektur

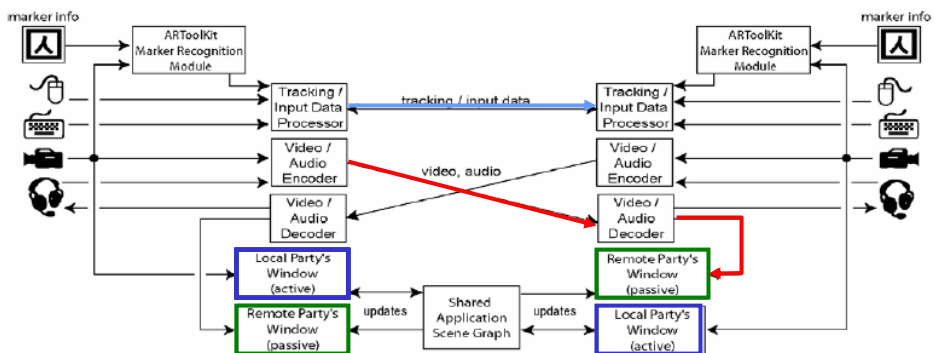


Figure 2. AR videoconference system architecture

Bild und Ton werden lokal komprimiert (Video/Audio Encoder) und über das Netz an den anderen Teilnehmer geschickt.

Tracking-Information wird lokal berechnet und an das lokale und entfernte AR System weitergeleitet.

## Bewertung des Projekts

---

### Problem:

Große Verzögerungen bei Updates machen die Applikation praktisch unbrauchbar

## Interaktion mit dem PIP

---

- 3D-Mouse  
Stift kann wie 3D-Maus zum Zeigen und Manipulieren benutzt werden
- 2D Desktop  
Display kann an eine Wand projiziert werden und wie ein Desktop verwendet werden
- Kamera  
Stift und Panel können gemeinsam als Kamera funktionieren: Die Richtung, in die der Stift zeigt, gibt einer Virtuellen Kamera die Richtung an. Das erstellte Bild wird sofort auf dem Panel angezeigt.