



VR Vorbesprechung

AK indoor nav @ airport

Unity 3d 2017.1.1

Unreal 4.16

Exercise 0 is especially work ^{intensive}
for all: start working immediately

15.10.

29.10.

17.11.

10.1.

only a few
groups can
work in the
lab (1 or 2)

□ → 5.10. ^{Lesin} Vortrag!

find partner (e.g. via tunnel)
install engine

Multimedia, Introduces 1.5 ECTS

3.10. 16th Sem. 188-2
allows adding custom hardware

VRAR - 1. Einheit

Anwendungsfälle

Immersion & Interaktion

↓
excludes 360° panoramas

- Mixed Reality ~~inkl.~~ solange nicht 100% VR
- Interaktivität also: coupling real & virtual
- 3D relations

collab. VR/AR → da drüber mehrere devices
distributed VR/AR

Sensorium 1456

Cyberith Virtualizer
sliding platform

VR - 2019
Anwendung

Simulation und Training
besonders wenn in real selten vorkommt
even

nicht mit Leben in VR reden von außen
"breaks of presence"

3rd for system - machine trauma

bezug körper - objekt /
Raumverständnis
wie anders bei VR vs.
maximaler screen

Therapie (exposur, physio-th.,
PTSD, ...)

Schlaganfall patientin
objekte langsam wahrgenommen
→ nicht gewohnt → keine Gefahr / große
als zuvor

bandagen wechsel nach verbrennung

Leisner VR

Abklärung / schwerstblinde
Immersion

ADHS distraction simulator

"bin (nicht) immersiert" X ist immersiert

(immer-)
Architektur VR

procedural, gen vom Einrichtungs
(sonst relativ kostspielig in der
3d-Model-generation)

Baustelle graben - wo sind Lebewesen?

Navigation
zusatzinfos

Museum
probi: inhaltliche
fuerer

* bringing paintings to life
small scenes acted out and
keyed to paintings

Usability, robustness, cost efficiency
cost-gain

INPUT & TRACKING

choice of input/output-devices depend
on application

e.g. most devices are too big for
children

e.g. full body gestures bad for Bh
workday

1 Freiheitsgrade / DoF 
Discrete - Continuous
event-based sampled 
Hybrids
Misc

1 Active - Passive

Isometric Joystick, e.g. Lenovo nipple

~~6DOF~~
~Bh um space mouse (6DOF)
zu erlernen

INPUTS TOTAL

Leap



Bereich des
Lichtkegels



~~mit~~ stattdessen gemacht
auf Punktmodus

IR Punktmodus



Consumer camera haben
oft IR-Filter direkt am
Sensor

alle IR devices stören sich
gegenseitig, e.g. VIVE vs
LEAP vs IR-Fernsteuerung

Haptic Input



Sampling
~ 1000 mal pro Sekunde damit
smooth, sonst vibrations
Detection → ~~gehe~~ Kraft



3DOF
oder therapeutisch
bzw. für Feinmanipulation
Interessant

Symbolic input
aka text in VR

keyboard projiziert

carryable keyboard

virtual
keyboard + pointing device
(currently visual)
requires no learning
und Gebärdensprache!

LEAP for Gebärdensprache

wrist worn ^{gesture} sensor by Microsoft
(~200€ components)

move in 3D by pulling
environment

~~point~~ finger cannon?

point and "mouse-clicks"
(hand finger)

Spracherkennung braucht ^{gute} Mikrofon
e.g. Profil
eg. 4 mics on smartphones for filtering noise

Speaker specifically so device doesn't react to any one.

TRACKING

6DoF

head tracking (ideally also eye tracking)

some systems degrade after a while (in accuracy)

jitter $\rightarrow$ static accuracy 
e.g. VIVE 0.2mm (sehr genau!)
e.g. GPS wenn nat 3ms Latenz
chr. Bereich

dynamic accuracy 

lag $\rightarrow$ disconnect for motion sickness

Latenz: bis ~~rezeptor~~ bei
Prozessor / nächster
sample requested

$\uparrow$ bessere Hardware haben
 $\uparrow$ selective sampling

Phase lag $\rightarrow$ bis Intel. A. Ausgabe
(20-30ms ist gut atm)

Update Rate: processing $\rightarrow$ Ausgabe
 $\uparrow$ effizientere Algorithmen

recommended: $\geq 90 \text{ fps} \Rightarrow 10-12 \text{ ms}$
für geschulte
Kette

trick: bereits gerendertes Bild leicht
verschleichen (basierend
auf neuesten tracking Daten)

~7ms Δ for single display HMDs
(w/ 2 synched screens) $\approx$ 1

Wahrnehmung vs real vs messung
"hand ruhig" jitter static accuracy



Mechanical Tracking

e.g. robot arms

Compound error: Fehle
 e.g. wenn Hauptgelände gefunden
 hat, wird in vorne
 sehr starkes Hebelkänge

Magnetic Tracking



3 coils (xyz) in middle

3 coils in receiver (rotation)

DC pulses
 nach der Reize geschaltet
 (weniger Interferenz)



braucht keine Line of Sight

anfällig auf ^{fernen} ~~fernen~~, bildschirme,
 lautsprecher, --- (braucht sensoren
 nos 4012)

Feldstärke nimmt kubisch ab
 → ungenau an Rand

Race Hydra ~1.5m radius
 ~150€

Optical Tracking

optical flow: "welch hat sich
 das bild bewegt"

funktioniert eher für
 kurze time brackets

Fiducials: b/w marker

(passive marker? V_0 reflects IR

Homography: calc. perspective distortion

HiBall only give (x,y) of brightest pixel
 (n3) pixel in center rather
 for good ~~position~~ tracking

why not 3 const leds? more
 stability?
 more space?

alt.: 3 laser $\uparrow$ + cam that sees center

AR on mobile device: "magical lens
 interface"

Active Markers

@ cost: require high-frequency cameras

~~Rate~~

A.R.T. setup synched sampling!
(to enable stereoscopy)

< ~~thing~~ they built @ TUvienna



jede struktur eindeutig
unterschiedliche Längen

stereoscopic $\rightarrow$ 3d pos details

$\rightarrow$ wo posst keine Licht $\rightarrow$
rotation &
marker-id

Intrinsic calibration

using chessboard
vs. large distortion

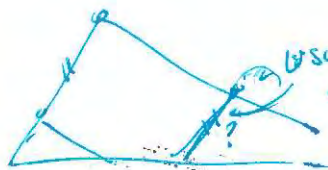
~~extrinsic~~

extrinsic calibration

@ pos of different calms

sehen Einstrahlung: selbe markiert
ausgeblendet

Hough-circle transform to get
blob centers



Lösungsraum durch
eine Kamera

Blickstrahl
Kamera $\rightarrow$ Punkt

Kamera schließt Licht aus, 1 Punkt
durch
jeden
Punkt



Lösungsraum
durch diese
eine Kamera

Tunnel

mit Target ~30m

1-2cm Genauigkeit

Lighthouse Tracking
(VIVE) light-Hed nur eine Laser statisch notwendig

Laser Linie (Lighthouse)

pattern alle 8ms

~~initial flash~~

plane angle $\leftarrow$ ~~initial flash~~ laser-plane hit me $\rightarrow$ initial flash

do this for angle in x and angle in y
 $\rightarrow$ vision ray

~~initial~~ optisch 16ms (2x 8ms)

inertial sensor $\rightarrow$ this latency

$\rightarrow$ korrekter von dynamischer Ungenauigkeit

 drehen zwischen mehreren Sensoren
(auf brille) $\rightarrow$ drehen zu
light tower

ohne Marker (Natural Feature Tracking)

initial scan $\rightarrow$ feature detection

Flughafen 80% können verdetektet
sein da so viele features

Tablet: Kamera trackt Augen
Geräte wird angepasst

es sollte Fovs-Framework
geben dafür

verbundene Features!

(Ecken, Kanten, ...)

prob indoor!

braucht immer initialisierung
(e.g. ~~gps~~ gps or compass/gyro)

to narrow down search space

requires initial scan of area

VFORIA tracking lib for mobile devices

Parallel Tracking and Mapping

eg. @BRL

Simultaneous
Localization
and
Mapping

Referenz $\rightarrow$ Skalierung
z.B. IKSA-satolog

ARKit ~~be~~ verwendet gyro / position
um Distanz / Genauigkeit zu messen

FAST corner detector
wenn 9 pixel auf dem
knoten heller sind $\rightarrow$ Ecke!

holoblas $\sim 10-15$ maps
beyond that would exceed
memory

Hofburg Tablet-AR um
verschiedene Rechner setups
vor Ort anzusehen

Prob: Parkett ~~hat~~ selbst-
ähnliche Muster

pro 100m ~ 5 MB feature map

Flughafen Roboter bei regelmäßig durchfährt
und Karte updatet (z.B. saisonal)

prob verschiedene Lichtsituationen
 $\rightarrow$ eine map pro Licht ^{setup} ~~setup~~ notwendig
pro Jahreszeit? -- d.h. farb schin-
werfen

ARKit $\rightarrow$ RealLife ads? ad blocker for known
repeating pictures
that aren't street
signs?

SIFT

AR/VR

- Structured Light
- Time of Flight
- Lightfield Cams

MoCap

Inertial Sensors

- Accelerometer ($\vec{a}$)
- Gyro ($\vec{\omega}$)
- Magnetometer ($\odot$)

short term angles are good

long term: $\int \vec{a} \rightarrow \text{pos}$

↑
accumulated errors!
→ position starts to drift!

Wieder fix bei mocap:
fixe Länge von Skelet

gyro schräg liegt da hat rotiert
auch aus gängen



vibrating gyro
external vibrations
cause errors



pros Pos/Cons: "Robust" (?) ist vermutlich
falsch hier, da Drift

□ Sagnac Effect / Interferometer
~ Doppler but for light

Time of Flight

Sound
GPS/Galileo/Galileo / — (Chinese thing)
Mark stations kontrolliert Uhren

Häuser schwächen Multipath Effect

im Kreis gehen
Tests: Hand de zu 2x zusammen ~~fix~~ fallen
auf sessel keine Ausstrecken

o.g. motion
prob.: walking in
circles

GPS Prob: Sonnenstörme

Differential GPS

Korrekturvektor via Funk (n1-zk)

EPost: Kontempflchtig

Zachtrack

Schauspieler haben Sensor
Scheinwerfer folgt der
Person

~~zum~~ zum tracking persone als ganz
→ kein system für genaues
tracking outdoors (IR failed
an Sonn-
licht)

Hybrid-systeme

Dex Mo Data glove with haptic
feedback

Wii mode

Sensor / 5 hellste Punkte

Head tracking only works for one
person

Sony Move

Kugelfarbe kontrastiert
zu Hintergrund

Size of ball → distance
to camera

IR ~~light~~ positive + accelerometer

Haptic Devices

to control muscles

prob: danger!

prob: ~~von Muskel per Daten in~~
into differences in muscles
between persons

robot arm with selection of
~~best~~ real objects: hands
out right object or pushes itself

Walking

TV hat einen Virtualizer

fix, Körpergewicht macht gehen
leichter/schwerer

verwendet Drucksensoren

Another (Carving)

H

DISPLAYS

Visual

Fov $\sim 100^\circ$

↑
HMD
atm

human: $\sim 200^\circ$

Field of Regard (!)
(was wahrgenommen werden)

~~Field of R~~

Focus distance also with
one eye

Depth cue Mismatch

e.g. 3d-Film DOF nicht
gleich wohin hingesehen

Shutter glasses

sync über Kabel
oder IR-puls

prob: Ghosting bei langsamen
Bildschirm
→ Schlieren, Muster



~~polarization~~
polarization

es gibt auch projektoren mit rotierenden
Filtern → Filter

~~prob~~ prob: Kopfschmerz → schräg

Side-note: normale wand
streut polarisierung
wieder
→ eigene Wand beschichtung
notwendig

~~HMD~~

oder am häufigsten side-by-side

Fove includes eye-tracking

foveated rendering:
nur viel detail wo hingesehen

~~retailer~~
virtueller supermarket
eye-tracking studio

Near Eye Light field Display

~ LF-Cam

braucht extreme auflösung
(4k display + micro-lense)

user kann selbst fokussieren



VRAR

total internal reflection → waveguided displays

Licht tritt erst
aus wenn e.g.
druck ausgeübt

↓
für großformatige
Interfaces.



an Holokras.
arbeiten ~1000 Leute

SLAM ~~wird~~ ist mit 2+ Kameras
besser. Mehr Blickfeld.

HMD - Properties

@Hygiene: Läuse, Bindehautentzündung
Schmerzen

Schuld kabellos bewegen sich
Leute viel freier

30-60min glasses/dimmers due to back
 ↑ gutt HHDs, e.g. vive
 virtual tracking

mainly Affordable Virtual Env (DAVE)
 nur 200k€

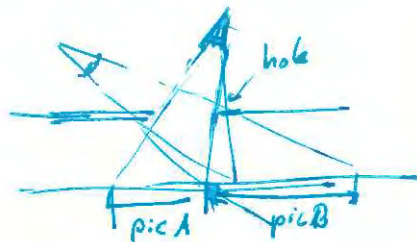
~~passive stereo~~ 2 projektoren
 für wand
 aktiv stereo mit schalter glasses
 jede wand ein Rechner
 Spiegel

schalter glasses → multiviewer?

MSD
 ↗ gleichzeitige frames
 1 frame lock
 ↗ zusätzliche
 ~ 100 steps (warke bis alle fertig gemacht)
 ↗ gleichzeitige
 pixel

zirkular polarisiertes Licht?

Screen partitioning



pico projektor
 headset-up with projektor
 e.g. lines to help people with parkinson to walk straight

Projected Environments

binocular projektor
 that compensate for color and texture of wall

Auto stereoscopic



Autostereoscopic glasses



abwechselnde pixelreihen

→ 3D an einer bestimmten Stelle (selbst auch mit tracking)

Nintendo
e.g. 3DS

Volumetric displays

Layered LCD-display



Holographic Display

alle 2s ein neues Bild

Schreibbar

monochrome projektion

$3 \times 4 \times 5 \text{ cm}$

↑
tiefe

~~~500 kHz~~ ~500 kHz

## Tensor Display

~shaded LCD

Solid Felix  
crystal vorsch.

Plasma excitation via Laser  
small excitation's at focus points



# AUDIO

wes to guide user

# OLFACTORY

e.g. memory but fruits smell  
→ better memory

nicht nur ~~geruch~~ verbleiben  
sondern auch abtransportieren  
~~nicht~~  
Scent cannon

# HAPTIC



# 3D user interfaces

## GPUs

Back Buffer  $\rightarrow$  Front Buffer  
|  
so bald fertig  
gerendert

Quad Buffering for Stereo  
not necessary if side-by-side 

Stencil Buffer, e.g. HUD  
für drüber gelegt

p-buffer render interval and  
to put into scene

Vertex shader to change  
geometry

~~frag~~ fragment shader to change  
colors

GLSL

tessellator can do triangulation  
by itself, e.g. via  
displacement map

Silicon Graphics hat OpenGL begründet

SLI T&L selben Speicher dupliziert  
auf allen Karten

split at vertex or fragment

CrossFire Superlinc 16 Bereiche (4x4)  
checkerboard; one GPU does odd,  
other even

PC cluster e.g. for Animationsfilme  
~~re~~ teilen sich Frames  
auf

Blue-C mocap + projection walls  
shutter-glass on sides

3D-vision pro: Standard for stereo-  
displays

W. W. W. W. W.



NVIDIA GRID

finished rendering send over network  
to screen

# INTERACTION

Cont casting



2-handed



Go-Go technique extensible arm

e.g. erect 30cm 1:1

distance exponential

weiter hinten sehr ungenau

Fishing reels zweiter Controller  
steuert Länge des Strahls

avoid clatching: c.g. beim <sup>greifen</sup> Rotieren  
Umgreifen notwendig

Scaled world grab:

Scale self/world so

selected obj is in arms  
reach

Voodoo dolls: get copy  
manipulate it  
after confirming  
obj that is changed in  
some way

## TRAVEL

in AR always by walking

"fly gesture" <sup>think</sup> (superman)



## ROUTEPANNING

place markers for path  
move along those

Loth ~~camera~~ <sup>path</sup>

## TRAVELLING (etc)

"camera" in hand

Loth ~~camera~~ <sup>monitor</sup>

PASSIVE IR, Tracker on "camera" on stick



# Real walking

besseres Raumverständnis  
Schrittlänge als Plan

but virtual env → walk on

for rotation more/less than  
user turns (e.g. 180° instead of 90°  
(user 5130°))

Schrittlänge  $\times 1.3$  verteilbar oder  
variabel



rotationally  
translationally  
gains

102m<sup>2</sup>  
enough



# SYSTEM CONTROL

Personal  
Interaction  
Panel

~~Platte~~ giot

Platte giot Haptik

keine abgedr. wunde

als constraint (im Raum hinterhalten)

Controller ist Rk als (weitere) magic lance  
→ ~~weiter~~ detail on demand

HUD ist sehr immersion breaking

using shadows/silhouettes of hands

pan. finger-tip ~~markers~~

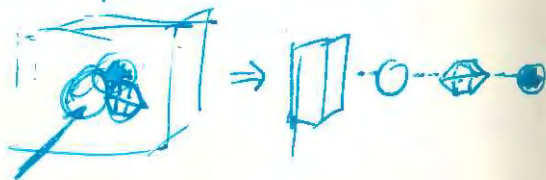
shadow of virtual object

tangible interaction



LAVAL/Homers

selection  
raycast explodes



Werner  
Startup: AR graffiti / street art

"Time capsule" ?  
↑ historische Fakten



scene graph  
depth first, left-to-right unity  
abandoned to render parallelly



# FRAMEWORKS

atm kein widget/api framework  
für VR

System architektur (!)  
↳ Prüfung

e.g.  needs transform of verbs mesh  
mesh mit 60x pro Sec.  
schicken ist zu teuer

- ~~no~~ action schicken
- nur and resultat schicken?

Send Input daten

kritischer: TCP (e.g. Button press)

sonst/kontinuierlicher: UDP (e.g. drifty)

# ARVR

## PSYCHOLOGICAL EVALUATION

ethical commission when working with humans. consent form from parents when working with children

critical incident (note) taking  
e.g. when Leute aussteigen/  
fragen müssen

qualitative psych. Forschung in  
VR da gucken tracking!

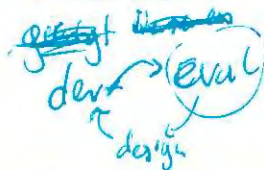
vid/audio-protokoll

structured interviews after  
lab tests



Usability Engineering  
→ test!

Formative Usab. Eval  
kleine Pilotstudie mit  
3-4 Leuten



iterieren

@ Example Eval Design  
haben Kontrollgruppe

Aufwand:  
1 person Arbeit  
nur Termine  
planen



→  
Wieder @  
festhalten?

Direkte Effekte:  
e.g. Schäden durch Gerate, e.g.  
~~Reiz~~ Laser im Aug (Retina  
Displays)

Indirekte:

After Effects

zu Hause Übelkeit  
bis zu 3 Tage nachher  
Kopfschmerzen/schwindel

→ Hardware verwendet die  
getestet wurde, e.g. TÜV bei  
Virtualize

Motor sickness

stärker bei Leuten mit starker  
3D Wahrnehmung und bei  
größerem FOV

blurred vision: nach Abnehmen des  
HMD

neg. 1. Thema mit Kopfweh  
(Sony Glasstron, 40° FOV  
60FPS, 250ms lag)

etwas mehr FOV

großer Faktor ist persönliche Anfälligkeit

eines der  
Sample Probleme: Leute, die sich selbst  
wegen Anfälligkeit heraus-  
selektieren



keine Kontrolle → Sicherheits +  
(Vergleich: Auto-  
fahren vs. befahren)



Faster → Sicherheits

gibt es Genehmigung?  
bisher nicht eindeutig



Studie mit Malrose auf Schiffe  
und UBoote → Vitamin C senkt  
Motion Sickness

~~XXXX~~ Simulator Sickness Questionnaire  
~~XXXX~~

@Adaption: e.g. großen  
Trampolin  
nach Verlassen ist  
garnicht Springen  
erschweren

Wüffel groß, e.g. für  
physiotherapie  
(in VR ist Wüffel klein →  
Erfolgschancen)

warning/  
Consent form (!)

@Noise Exposure Safety guidelines/  
Arbeitsrecht

@Hygiene: Gesichtsmaske/-tuch

Immersion notwendig für Präsenz-  
gefühl (Gehirn)

"besuchen" vs "ist dort"



nicht durch  
Zwischenfragen  
unterbrechen

via questionnaire  
physiologische  
Messungen (e.g. PPG)

notwendig  
für Therapie  
Effektivität!



Video-see-through  
im Alltag:

was man sehen darf  
im Verkehr! → optischen see-through!

# PRÜFUNG

1.5h

Tracking!

~~kurze~~  
(große Funktions-  
prinzipien)

4 Schritte Usab Engineering!

wie Grafik-sync?, welche Hardware?  
natural feature tracking

#



Fatal Frame  
killing ghosts with a camera

# HOLDENSEIDEMO

~ 2h Akku

