

Seminar  
Ausgewählte Themen Adaptiver Systeme  
SoSe 2011

**Communication and knowledge sharing in human–robot  
interaction and learning from demonstration**

22.05.2011



# Gliederung

Einleitung

Lerntheorien

Studie 1

Studie 2

Ergebnisse

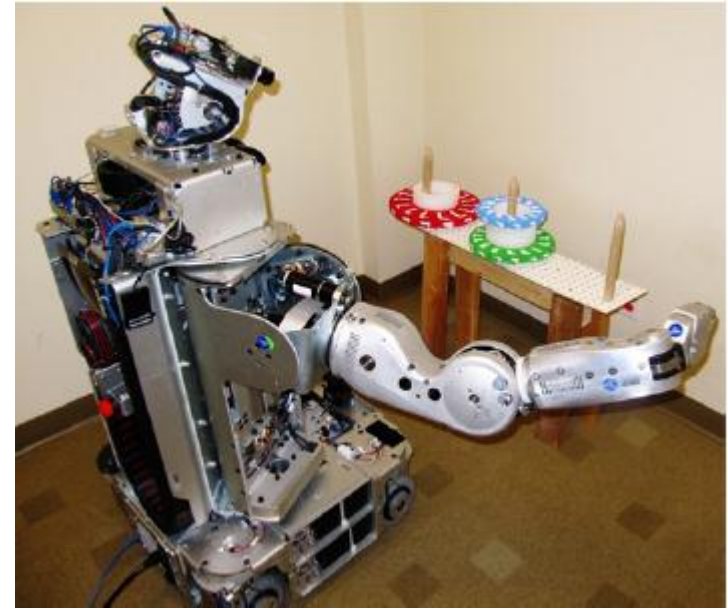
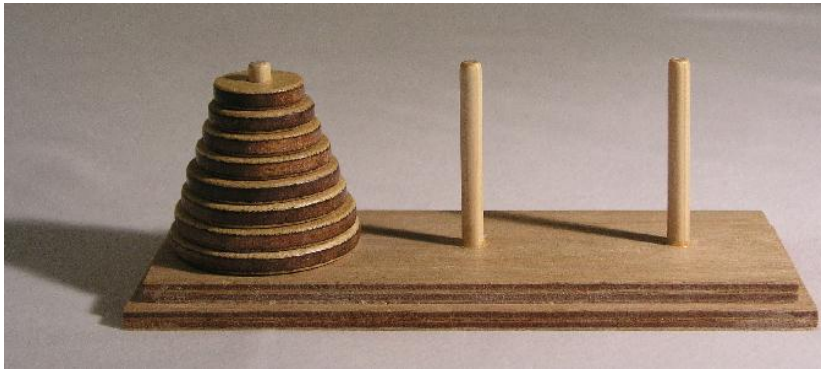
- Wie lernen Roboter?
- Welche alternative Möglichkeit gibt es?
- Lernen durch Mensch- Roboter Interaktion!



- Imitation Learning
  - Lernen durch Beobachtung
  - Technologie ist nicht so weit fortgeschritten
  
- Learning From Demonstration
  - Lernen durch gezielte Vorführung
  - Gegenseitige Kommunikation und Interaktion

# Studie 1 - Türme von Hanoi (1/6)

- Türme vom Hanoi



- Ausgangsposition: Scheiben befinden sich in geordneter Reihenfolge auf dem linken Stapel
- Nur eine einzelne Scheibe darf jeweils bewegt werden
- Eine größere Scheibe darf nicht auf eine kleinere gelegt werden
- Ziel: Alle Scheiben geordnet auf den rechten Stapel bewegen

# Studie 1 - Türme von Hanoi (2/6)

- 20 Studienteilnehmer (6 Frauen und 14 Männer, Alter 22-59)
- Ziel: Das “Türme von Hanoi“ Puzzle lösen
- Eine Hälfte der Lehrer hatte visuellen Kontakt zum Roboter
- Die andere Hälfte konnte nur über eine grafische Oberfläche Rückmeldungen vom Roboter erhalten
- Frage: Welche variante kann das Problem schneller lösen?

# Graphical User Interface (3/6)

Roboterperspektive ←

**Camera View**

**Action Selector**

**Actions:**  
Move To  
Pick-up  
Put-down

**Objects:**  
Red Disk  
Green Disk  
Blue Disk  
Left Pole  
Middle Pole  
Right Pole

**Execute**

**Instructions**

1. Select an Action and a Object.
2. Select the Execute button.
3. Repeat steps 1 and 2 until done.
4. Select the Finished button.

**Robot Status**

Waiting for a command...

**Task Complete**

**Finished**

→ Steuerung des Roboters

→ Aktueller Status des Roboters

→ Demonstration beendet

Anleitung für den Lehrer ←

# Studie 1 - Türme von Hanoi (4/6)

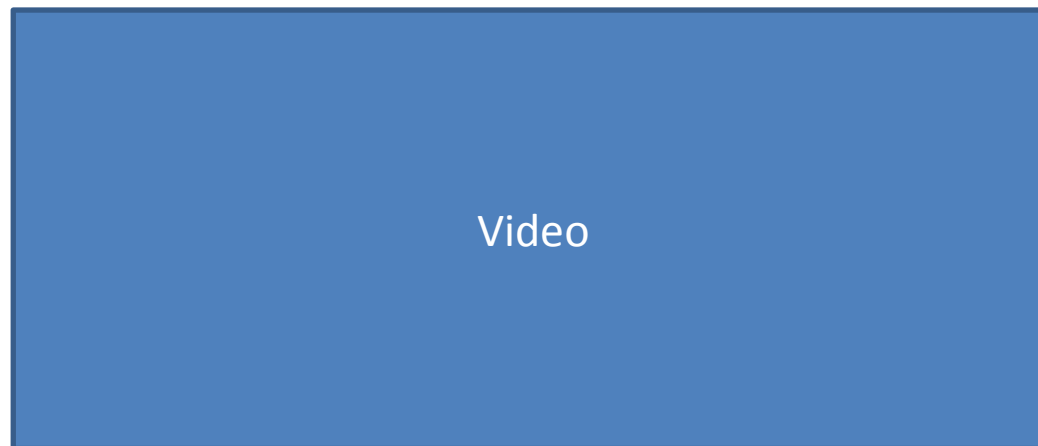
- Mit visuellem Kontakt → weniger gültige Anweisungen an den Roboter
  - (M = 47.1, SD = 12.3)
- Kein visueller Kontakt zum Roboter → mehr gültige Anweisungen
  - (M = 36.8, SD = 7.7)
- Gesamtanzahl der Anweisungen war mit visuellem Kontakt höher
  - (M = 36.7, SD = 7.7)
- Ohne visuellen Kontakt
  - (M = 29.9, SD = 4.0)



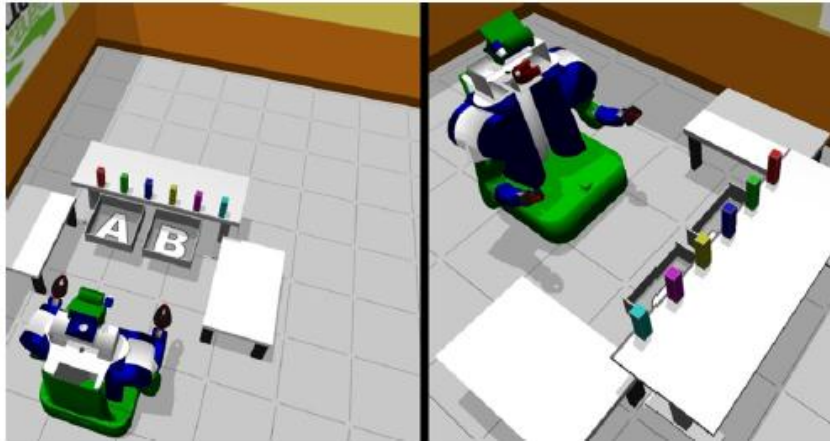
- Studie 1
  - Mit visuellem Kontakt:
    - Ablenkung durch die Bewegungen des Roboters
    - Es wurden mehr (ungültige-) Anweisungen an den Roboter übergeben
    - Höherer Grad an Frustration bei den Lehrern

# Video Beispiel (6/6)

- Video Beispiel - Interaktion zwischen Mensch und Roboter auf Basis von “Learning From Demonstration“:



# Studie 2 - Kitting (1/2)



- Gegeben: Objekte die aus zusammengehörenden Einzelteilen bestehen
- Aufgabe: Objekte in korrekten Behältern sammeln

# Studie 2 – Kitting (2/2)

- 20 Studienteilnehmer (10 Frauen und 10 Männer, Alter 22-60)
- Eine Hälfte der Lehrer erhielt auditive Signale vom Roboter
- Messung der Auswirkungen mit gleichzeitigen auditiven Signalen und visuellen Sichtkontakt
- Auditive Signale
  - 3 unterschiedliche Signale für Erfolg, Fehler und Bestätigung
  - Signalklänge sind leicht unterscheidbar
    - Damit können sie der Bedeutung einfach zugeordnet werden

# Studie 2 – Kitting (2/2)

- Mit auditiven Signalen → weniger ungültige Anweisungen
  - (M = 1.9, SD = 1.5)
- Ohne auditiven Signale → Mehr ungültige Anweisungen:
  - (M = 3.3, SD = 2.3)
- Mit visuellem Kontakt → Leicht höhere Anzahl von Anweisungen
  - (M = 27.1, SD = 2.1)
- Ohne visuellen Kontakt → Leicht geringe Anzahl von Anweisungen
  - (M = 26.4, SD = 2.2)

# Studie 2 – Kitting (2/2)

- Ergebnis
  - Mit auditiven Signalen
    - Reduzierung von (ungültigen-) Anweisungen
    - Bearbeitung der Aufgaben fiel den Lehrern leichter
  - Mit visuellen Kontakt
    - Leicht höhere Anzahl an Anweisungen

# Ergebnisse (1/2)

- Mit auditiver Rückmeldung des Roboters → geringerer Aufwand beim lösen der Probleme
  - (M = 2.1, SD = 1.5)
- Ohne auditive Rückmeldung → Höherer Aufwand
  - (M = 3.4, SD = 2.1)
- Mit auditiver Rückmeldung des Roboters → höhere körperliche Anstrengung beim lösen der Probleme
  - (M = 1.7, SD = 0.9)
- Ohne auditive Rückmeldung → geringere körperliche Anstrengung
  - (M = 1.1, SD = 0.3),

# Ergebnisse (2/2)

- Auditive und visuelle Kommunikation beeinflusst die Interaktion mit Robotern maßgeblich
- Visueller Kontakt zum Roboter lenkte die Studienteilnehmer von der eigentlichen Aufgabe ab und löste Frustration aus



## Fazit

- Erfahrung mit Robotern und Engagement der Lehrer führt zu besseren Ergebnissen
- Eindeutige Rückmeldung der Roboter ist wichtig