



PARTYBOT

Entwicklung einer Aufmerksamkeitsarchitektur für einen mobilen Roboter auf der Basis von OSGi

— Projektgruppenvorstellung —

Jan Richarz, Gernot A. Fink, Thomas Plötz

03. Dezember 2007

- ▶ Forschungskontext und Szenarien
- ▶ Motivation
- ▶ Zielsetzung
- ▶ Konkrete Teilaufgaben
- ▶ Grundlagen, Perspektiven

Worum geht es hier eigentlich?

... und Verfahrensschritte

... und Lösungsansätze

... und Minimalziele



PARTYBOT

Entwicklung einer Aufmerksamkeitsarchitektur für einen mobilen Roboter auf der Basis von OSGi

— Projektgruppenvorstellung —

Jan Richarz, Gernot A. Fink, Thomas Plötz

03. Dezember 2007

- ▶ Forschungskontext und Szenarien
- ▶ Motivation
- ▶ Zielsetzung
- ▶ Konkrete Teilaufgaben
- ▶ Grundlagen, Perspektiven

Worum geht es hier eigentlich?

... und Verfahrensschritte

... und Lösungsansätze

... und Minimalziele



Intelligente Systeme am IRF

Forschungsschwerpunkt: Multimodale Interaktion mit intelligenten Umgebungen

- ▶ Sprache
- ▶ Gestik
- ▶ Handschrift



Methoden:

- ▶ Computer Vision
- ▶ Statistische Mustererkennung
- ▶ Maschinelles Lernen



Szenario: Intelligentes Haus, Die "FINCA":
Flexible Intelligent Environment with Computational Augmentation



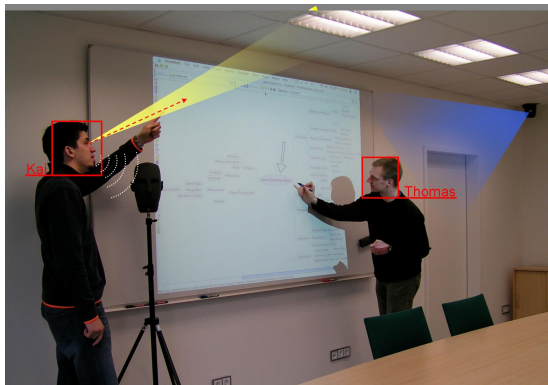
Intelligente Systeme am IRF

Forschungsschwerpunkt: Multimodale Interaktion mit intelligenten Umgebungen

- ▶ Sprache
- ▶ Gestik
- ▶ Handschrift

Methoden:

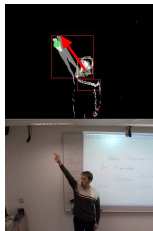
- ▶ Computer Vision
- ▶ Statistische Mustererkennung
- ▶ Maschinelles Lernen



Szenario: Intelligentes Haus, Die "FINCA":
Flexible Intelligent Environment with Computational Augmentation



Entwicklung intelligenter Umgebungen



Robuste Gestenerkennung



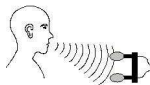
Videobasierte
Personenidentifikation



Videobasierte Handschrifterkennung



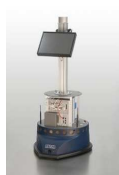
Middlewarebasierte
Integration



Sprecherunabhängige
Sprachverarbeitung



Intelligente
Gerätesteuerung

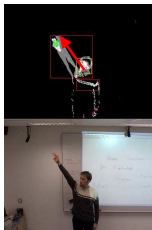


Integration
mobiler Roboter

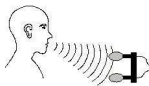
Sensordatenverarbeitung in realen Umgebungen ohne Einschränkungen an Benutzer



Entwicklung intelligenter Umgebungen



Robuste Gestenerkennung



Sprecherunabhängige Sprachverarbeitung



Videobasierte Personenidentifikation



Videobasierte Handschrifterkennung



Middlewarebasierte Integration



Intelligente Gerätesteuerung



Integration mobiler Roboter



Szenarien (1) - "Tourguide"

Zur Einstimmung: **Toomas**:
Ein intelligenter "Baumarkt-Guide".

Was haben wir hier gesehen?

- ✓ Mobiler Roboter
- ✓ Freie Bewegung in komplexer Umgebung
- ✓ Interaktion mit Personen
- ✓ Guidefunktion

Übertragen auf FINCA:

- ▶ "Empfangsroboter"
- ▶ Führung zum/durch Labor





Szenarien (1) - "Tourguide"

Zur Einstimmung: **Toomas**:
Ein intelligenter "Baumarkt-Guide".

Was haben wir hier gesehen?

- ✓ Mobiler Roboter
- ✓ Freie Bewegung in komplexer Umgebung
- ✓ Interaktion mit Personen
- ✓ Guidefunktion

Übertragen auf FINCA:

- ▶ "Empfangsroboter"
- ▶ Führung zum/durch Labor





Szenarien (2) - "PARTYBOT"

- ▶ Roboter bewegt sich frei zwischen Personen
- ▶ nimmt Interaktionspartner wahr
- ▶ Kontaktaufnahme mit einzeln stehenden Personen
- ▶ Follow-me-Funktionalität
- ▶ "Interesse" und "Furcht"-Verhalten
- ▶ Allgemein: Roboter verhält sich gesellig





Szenarien (2) - "PARTYBOT"

- ▶ Roboter bewegt sich frei zwischen Personen
- ▶ nimmt Interaktionspartner wahr
- ▶ Kontaktaufnahme mit einzeln stehenden Personen
- ▶ Follow-me-Funktionalität
- ▶ "Interesse" und "Furcht"-Verhalten
- ▶ Allgemein: Roboter verhält sich gesellig





Szenarien (2) - "PARTYBOT"

- ▶ Roboter bewegt sich frei zwischen Personen
- ▶ nimmt **Interaktionspartner** wahr
- ▶ **Kontaktaufnahme** mit einzeln stehenden Personen
- ▶ **Follow-me**-Funktionalität
- ▶ "Interesse" und "Furcht"-Verhalten
- ▶ Allgemein: Roboter verhält sich **gesellig**





Szenarien (2) - "PARTYBOT"

- ▶ Roboter bewegt sich frei zwischen Personen
- ▶ nimmt **Interaktionspartner** wahr
- ▶ **Kontaktaufnahme** mit einzeln stehenden Personen
- ▶ **Follow-me**-Funktionalität
- ▶ "Interesse" und "Furcht"-Verhalten
- ▶ Allgemein: Roboter verhält sich **gesellig**



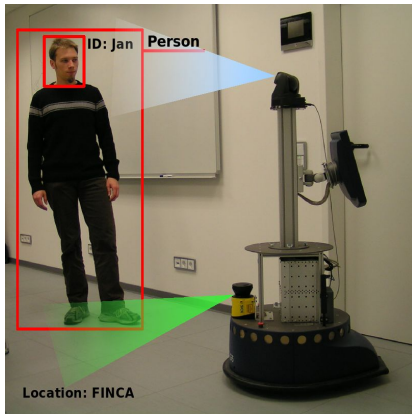


PARTYBOT: Motivation

Kontext: Mobiler Roboter in realer Umgebung

Ziel: Freie Bewegung in Einsatzumgebung, Intelligente Interaktion mit (potentiellen) Nutzern

- ⚡ Wahrnehmung der Umgebung
- ⚡ Welche Ereignisse sind (im aktuellen Kontext) „interessant“?
- ⊘ Benötigen „Aufmerksamkeitsmechanismus“
- ⊘ Im Allgemeinen: Zusammenspiel vieler unterschiedlicher Komponenten
 - ▶ Abfrage der Sensoren
 - ▶ Navigation
 - ▶ Personendetektion
 - ▶ ...





PARTYBOT: Motivation (2)

- ⚡ Zu erwarten: Komplexes System, viele kleine "Teilfunktionalitäten"
- ⚡ Unterschiedliche Aufgaben erfordern ggf. unterschiedliche Kombinationen

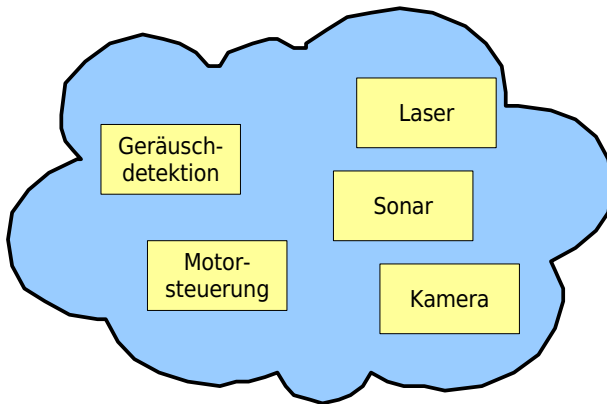
🛑 Wünschenswert: Modulare Steuerarchitektur

- ✓ Kleine, wiederverwendbare Bausteine
- ✓ Einfache, flexible Kombination
- ✓ Automatische Sichtbarkeit verfügbarer Bausteine
- ✓ Ggf. Unterstützung verteilter Systeme

→ Idee: Serviceorientierter Ansatz

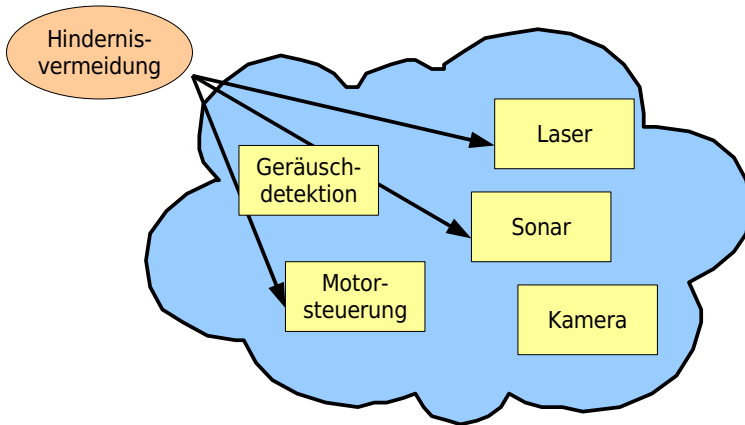


PARTYBOT: Motivation (3)



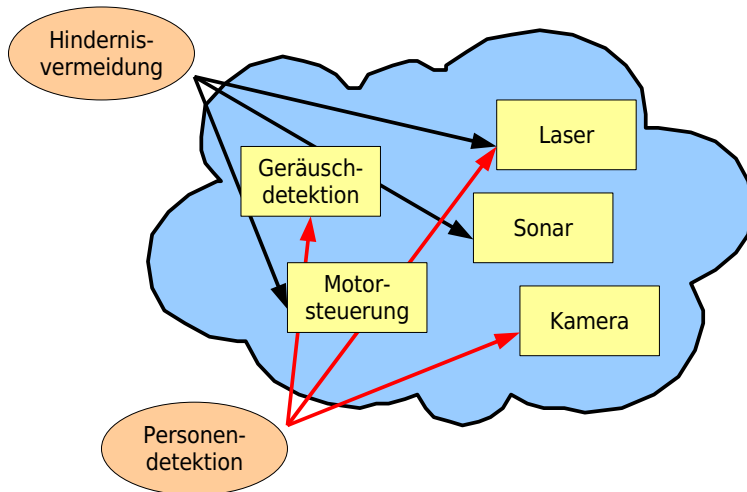


PARTYBOT: Motivation (3)



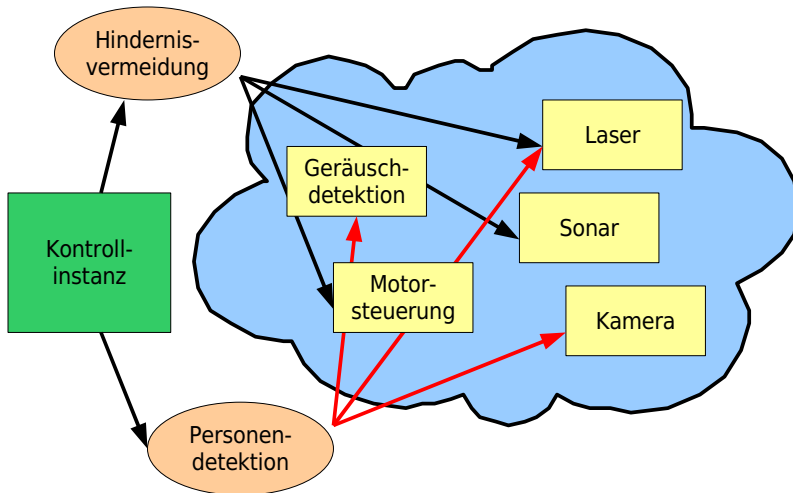


PARTYBOT: Motivation (3)



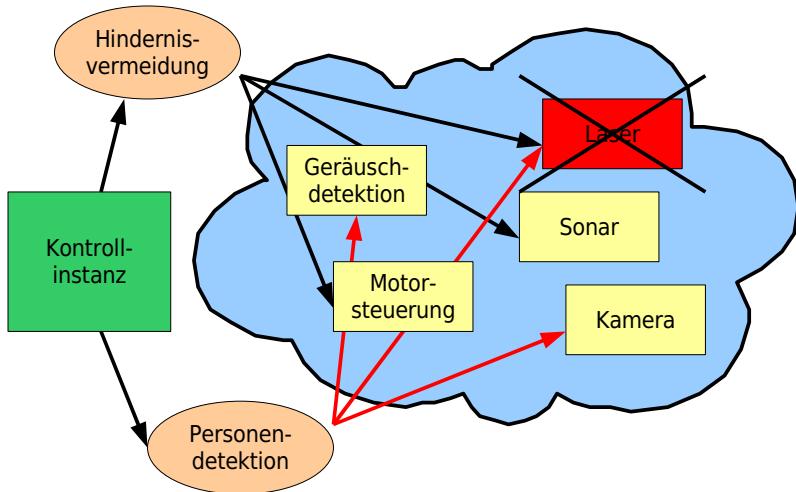


PARTYBOT: Motivation (3)



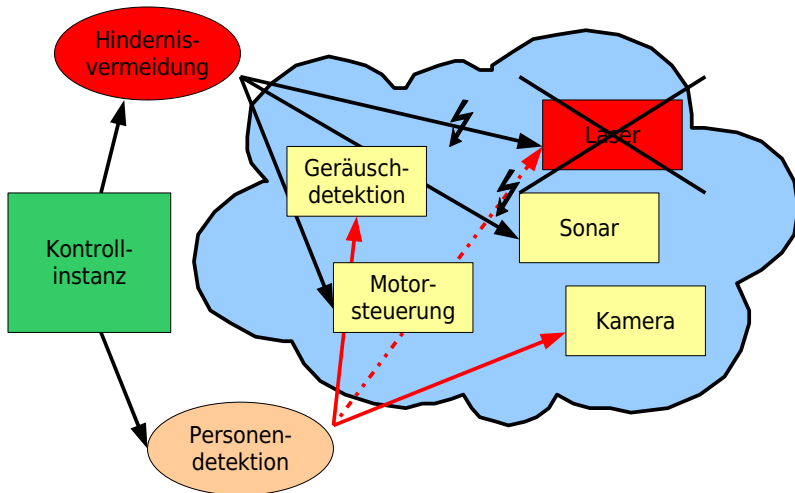


PARTYBOT: Motivation (3)





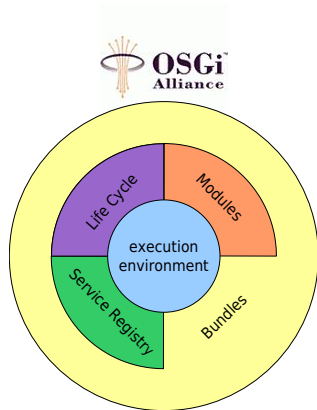
PARTYBOT: Motivation (3)





OSGi - Open Services Gateway Initiative

- ▶ "Betriebssystem" für modulare Systeme
- ▶ Serviceorientierter Ansatz ("Bundles")
- ▶ Basis: Java-VM
- ▶ Erweiterung der JVM um
 - ▶ Dynamische Plugin-Fähigkeit
 - ▶ Definierte Schnittstellen für Wiederverwendbarkeit
 - ▶ Definition von Abhängigkeiten



→ Ziel: Vereinfachung der Entwicklung komplexer verteilter Systeme



PARTYBOT: Schwerpunkte

Ziel der PG: Entwicklung einer serviceorientierten Steuerarchitektur (SoA) für einen mobilen Roboters auf Basis von OSGi

1. Integration des **Mobilen Roboters** *... in ein OSGi-Framework*
2. Identifikation und Implementierung benötigter **Funktionalitäten** *... als OSGi-Bundles*
3. Erarbeitung eines **Aufmerksamkeitskonzeptes** *... unter Verwendung der Dienste des Roboters*
4. Robuste **Personendetektion** *... mit Hilfe der Sensorik des Roboters*
5. **Integration:** Einfache reaktive Verhaltensweisen *... in einem Gesamtdemonstrator*



Der mobile Roboter "SCITOS"

Ausstattung:

- ▶ Differentieller Antrieb (nahezu beliebige Bewegungen möglich)
- ▶ Entfernungsmessung (Odometrie, Sonar, Laser)
- ▶ On-Board Kamera (PAL)
- ▶ Embedded PC (Dual Core, WLAN), "touch pad", Lautsprecher
- ▶ Ansteuerung: Player/Stage bzw. C++ API

Aufgaben:

- ▶ Einbinden der Basisfunktionalitäten in Steuerarchitektur
 - ▶ Sensorik
 - ▶ Motorsteuerung/Navigation
 - ▶ ...
- ▶ "Dialog" mit Benutzer (akustisch, Touch Pad)





Aufmerksamkeitskonzept – Ansätze

In unserem Szenario vor allem interessant: Personen

Kamerabasiert:

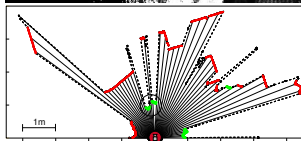
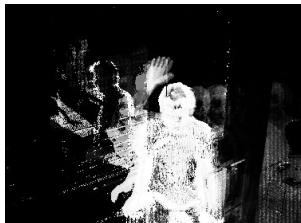
- ▶ Bewegung
- ▶ Gesichts-/Personendetektion

Soundbasiert:

- ▶ Schallquellenlokalisierung
- ▶ Kommandosteuerung (Spracherkennung)

Sonstige Sensorik:

- ▶ Auswertung von Sonar- oder Laserprofilen

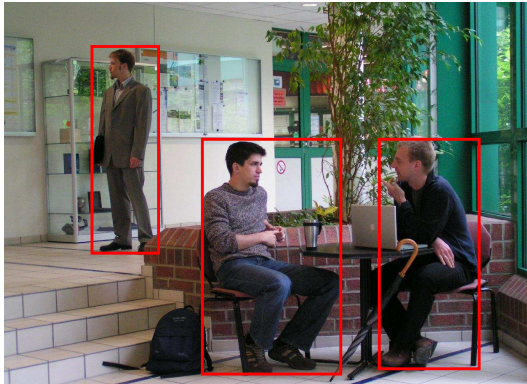




Robuste Personendetektion

Aufgaben:

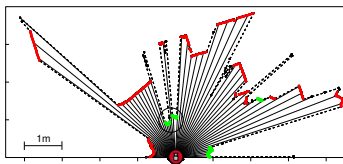
- ▶ Primär: Videobasiert (on-board Kamera)
- ▶ Ggf. Multi-modal, z.B. inkl. Laser
- ▶ Einsatz in dynamischen Umgebungen
(Bewegungen der Personen und des Roboters)





Robuste Personendetektion – Ansätze

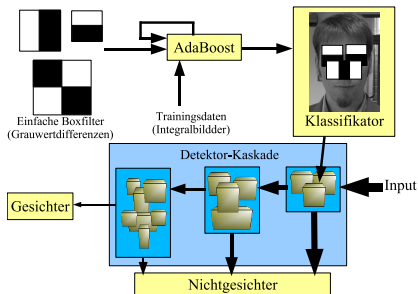
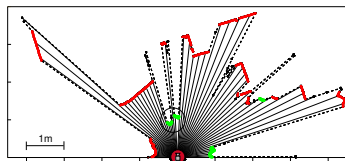
- ▶ Detektion von Beinpaaren mit Laserscans [Fritsch 2003]
- ▶ Gesichtsdetektion [Viola 2001]
 - ▶ Idee: Einfache aber viele Merkmale
 - ▶ Automatische Auswahl der besten Merkmale → Boosting
 - ▶ Effiziente Kaskadenstruktur
- ▶ Torso- oder Kopf-Schulter- Erkennung [Boehme 1998]
- ▶ Integration verschiedener Verfahren
 - ▶ Multimodal Anchoring [Fritsch 2003]
 - ▶ Varianz-Intersektion [Martin 2005]





Robuste Personendetektion – Ansätze

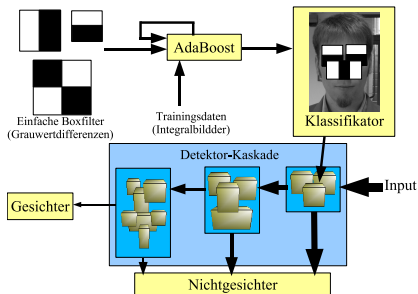
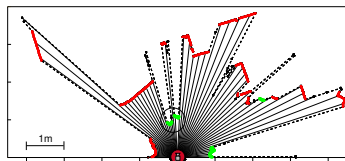
- ▶ Detektion von Beinpaaren mit Laserscans [Fritsch 2003]
- ▶ Gesichtsdetektion [Viola 2001]
 - ▶ Idee: Einfache aber viele Merkmale
 - ▶ Automatische Auswahl der besten Merkmale → Boosting
 - ▶ Effiziente Kaskadenstruktur
- ▶ Torso- oder Kopf-Schulter- Erkennung [Boehme 1998]
- ▶ Integration verschiedener Verfahren
 - ▶ Multimodal Anchoring [Fritsch 2003]
 - ▶ Varianz-Intersektion [Martin 2005]





Robuste Personendetektion – Ansätze

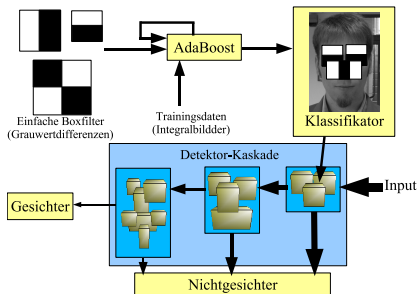
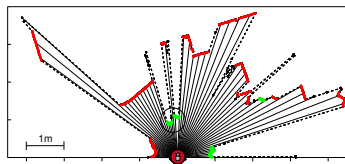
- ▶ Detektion von Beinpaaren mit Laserscans [Fritsch 2003]
- ▶ Gesichtsdetektion [Viola 2001]
 - ▶ Idee: Einfache aber viele Merkmale
 - ▶ Automatische Auswahl der besten Merkmale → Boosting
 - ▶ Effiziente Kaskadenstruktur
- ▶ Torso- oder Kopf-Schulter- Erkennung [Boehme 1998]
- ▶ Integration verschiedener Verfahren
 - ▶ Multimodal Anchoring [Fritsch 2003]
 - ▶ Varianz-Intersektion [Martin 2005]





Robuste Personendetektion – Ansätze

- ▶ Detektion von Beinpaaren mit Laserscans [Fritsch 2003]
- ▶ Gesichtsdetektion [Viola 2001]
 - ▶ Idee: Einfache aber viele Merkmale
 - ▶ Automatische Auswahl der besten Merkmale → Boosting
 - ▶ Effiziente Kaskadenstruktur
- ▶ Torso- oder Kopf-Schulter- Erkennung [Boehme 1998]
- ▶ Integration verschiedener Verfahren
 - ▶ Multimodal Anchoring [Fritsch 2003]
 - ▶ Varianz-Intersektion [Martin 2005]





Reaktive Verhaltensweisen

Aufgaben:

1. **Interesse:** Annäherung an detektierte Personen
2. **Follow me:** ggf. nach Aufforderung
3. **Furcht:** Zurückweichen, z.B. bei
 - ▶ Schneller Bewegung
 - ▶ Lautem Sprechen
4. **Partybot:** Freie Bewegung in (großen) Personengruppen
 - ▶ Situationsabhängige Verhaltensweisung (Einzelpersonen, Gruppen, ...)
 - ▶ Bewegung noch rein reaktiv, aber inkl. Kollisionsvermeidung
5. **Tourguide:** Roboter kann Personen führen
 - ▶ Benötigt globale Navigation/Wegplanung
 - ▶ Überprüfung, ob Nutzer folgt
 - ▶ Ggf. Personenidentifikation

Komplexität





Integration: Mensch-Maschine Interaktion

Ziel der PG: Funktionsfähiger Gesamtdemonstrator – Live-Präsentation am IRF

Dazu notwendig: Steuerarchitektur, die Teilbereiche integriert

- ▶ Entwurf einer (ggf. verteilten) Architektur (Schnittstellen, Datenfluss etc.)
- ▶ **Integration/Anbindung** vorhandener Funktionalität
- ▶ **Identifikation und Implementierung** fehlender Funktionalität (z.B. Kontrolldienste, Koordinierung, ...)
- ▶ Anforderung: **Reaktives** System (effiziente Algorithmen und Datenstrukturen für flüssige Interaktion)
- ▶ Fehlertoleranz (in Grenzen ...)

Außerdem: Projektmanagement

- ▶ Definition von Teilaufgaben, Erfolgskontrolle
- ▶ Dokumentation (doxygen o.ä.)
- ▶ Versionskontrolle (cvs, svn etc.)





Integration: Mensch-Maschine Interaktion

Ziel der PG: Funktionsfähiger Gesamtdemonstrator – Live-Präsentation am IRF

Dazu notwendig: Steuerarchitektur, die Teilbereiche integriert

- ▶ Entwurf einer (ggf. verteilten) Architektur (Schnittstellen, Datenfluss etc.)
- ▶ **Integration/Anbindung** vorhandener Funktionalität
- ▶ **Identifikation und Implementierung** fehlender Funktionalität (z.B. Kontrolldienste, Koordinierung, ...)
- ▶ Anforderung: **Reaktives** System (effiziente Algorithmen und Datenstrukturen für flüssige Interaktion)
- ▶ Fehlertoleranz (in Grenzen ...)

Außerdem: Projektmanagement

- ▶ Definition von Teilaufgaben, Erfolgskontrolle
- ▶ Dokumentation (doxygen o.ä.)
- ▶ Versionskontrolle (cvs, svn etc.)





Integration: Mensch-Maschine Interaktion

Ziel der PG: Funktionsfähiger Gesamtdemonstrator – Live-Präsentation am IRF

Dazu notwendig: Steuerarchitektur, die Teilbereiche integriert

- ▶ Entwurf einer (ggf. verteilten) Architektur (Schnittstellen, Datenfluss etc.)
- ▶ **Integration/Anbindung** vorhandener Funktionalität
- ▶ **Identifikation und Implementierung** fehlender Funktionalität (z.B. Kontrolldienste, Koordinierung, ...)
- ▶ Anforderung: **Reaktives** System (effiziente Algorithmen und Datenstrukturen für flüssige Interaktion)
- ▶ Fehlertoleranz (in Grenzen ...)

Außerdem: Projektmanagement

- ▶ Definition von Teilaufgaben, Erfolgskontrolle
- ▶ Dokumentation (doxygen o.ä.)
- ▶ Versionskontrolle (cvs, svn etc.)





Grundlagen

Notwendig:

- ▶ Vorlesung “Mensch-Maschine-Interaktion” **oder**
- ▶ Vorlesung “Bildverarbeitung” **oder**
- ▶ Vorlesung “Mustererkennung” **oder**
- ▶ Vorlesung “Computer Vision”
- ▶ Programmierkenntnisse (Java oder C/C++)
- ▶ Motivation zur Einarbeitung in neue Themengebiete

Hilfreich: Vorkenntnisse / Erfahrungen in mind. einem der Bereiche:

- ▶ OSGi bzw. ähnliche serviceorientierte Ansätze
- ▶ Softwareentwicklung unter UNIX/LINUX
- ▶ Entwicklung komplexer, ggf. verteilter, Softwarearchitekturen





Grundlagen

Notwendig:

- ▶ Vorlesung “Mensch-Maschine-Interaktion” **oder**
- ▶ Vorlesung “Bildverarbeitung” **oder**
- ▶ Vorlesung “Mustererkennung” **oder**
- ▶ Vorlesung “Computer Vision”
- ▶ Programmierkenntnisse (Java oder C/C++)
- ▶ Motivation zur Einarbeitung in neue Themengebiete

Hilfreich: Vorkenntnisse / Erfahrungen in mind. einem der Bereiche:

- ▶ OSGi bzw. ähnliche serviceorientierte Ansätze
- ▶ Softwareentwicklung unter UNIX/LINUX
- ▶ Entwicklung komplexer, ggf. verteilter, Softwarearchitekturen





Minimalziele

1. Komplette lauffähige Kontrollarchitektur auf der Basis von OSGi
2. Kapselung der Basisfunktionalitäten in OSGi-Bundles und Integration in das Framework:
 - ▶ Zugriff auf Sensorik und Aktuatorik
 - ▶ Navigationssystem inkl. Hindernisvermeidung
3. Robuste videobasierte Personendetektion (unabhängig von tatsächlicher Identität der Personen)
4. Entwurf von einfachen reaktiven Verhaltensmustern
5. Einfacher Benutzerdialog (z.B. via Touchpad)
6. Demonstration des Gesamtsystems "live" am Institut für Roboterforschung





Perspektiven

- ▶ Praktische Erfahrungen im dynamischen Forschungsfeld Intelligenter Systeme
- ▶ Erfahrungen mit teamorientierter, strukturierter Softwareentwicklung (insbesondere der Aufgaben- und Zeitplanung)
- ▶ Erfahrungen mit dem Werkzeugeinsatz bei der Entwicklung komplexer Softwaresysteme
- ▶ Insbesondere: Qualifikation für **HiWi-Tätigkeiten, Diplomarbeiten**





Zusammenfassung PGC01

PARTYBOT – Entwicklung einer Aufmerksamkeitsarchitektur für einen mobilen Roboter auf der Basis von OSGi

Zielsetzung:

- ▶ Konzeption und Implementierung der Steuerarchitektur
- ▶ Robuste Personendetektion – multimodal (Kamera, Sonar, Laser)
- ▶ Verifizieren der Architektur: Einfaches reaktives Verhalten
- ▶ Integration in lauffähiges Gesamtsystem – Live-Demo am IRF

Termine:

- ▶ Anmeldeschluss: 12.12.2007
- ▶ Auswahl: 09.01.2008
- ▶ Erstes Treffen: Anfang März 2008



Kontakt:

- ▶ Jan.Richarz@udo.edu
Tel.: 4643, OH8 R.104
- ▶ Gernot.Fink@udo.edu
Tel.: 6151, OH16 E23
- ▶ Thomas.Ploetz@udo.edu
Tel.: 4645, OH8 R.103

