

Labor Robotik - AMR - Einführung

Christoph Zinnen
(Laborkonzept & Manuskript: Prof. Dr. Peter Gemmar)

Fachbereich Informatik
Hochschule Trier

WS17/18



LABORROBOTIK
Informatik – Computer Science

Informatik
Hauptcampus

H O C H
S C H U L E
T R I E R

Einführung

Three fundamental Rules of Robotics:

We have: one, a robot may not injure a human being, or through inaction, allow a human being to come to harm.

Two, a robot must obey the orders given it by human beings except where such orders would conflict with the First Law.

And three, a robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with the First or Second Laws.

*Isaac Asimov: Runaround
(Powell and Donovan discuss the Laws of Robotics)*

AMR - Charakteristika I

- ▶ Autonome Mobile Roboter (AMRs) bewegen sich (autonom) in ihrer Umgebung.
- ▶ AMRs benötigen "Computer"-Methoden, um zu navigieren und mit Sensoren ihre Umgebung wahrzunehmen.
- ▶ AMRs müssen einen sogen. large-scale-space (LSS) verstehen, der nicht von einem Standort zu erkennen ist.
- ▶ AMRs *verhalten* sich in einem LSS, hierzu müssen sie:
 - ▶ Ihre Position(-sfehler) abschätzen; Erfahrung über ihre Umgebung (inkrementell) sammeln, wichtige Objekte (Hindernisse) und Stellen erkennen.
 - ▶ Diese Aufgaben in Echtzeit und kooperierend (konzertiert) erledigen.

AMR - Charakteristika

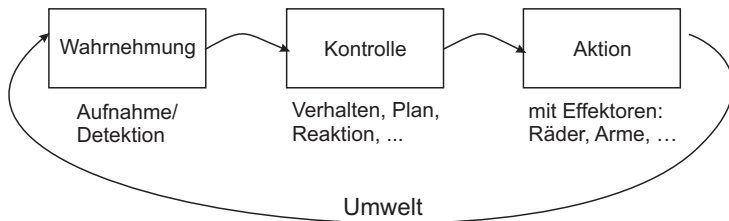
"Ein AMR ist eine frei programmierbare Maschine, die auf Basis von Umgebungssensordaten in geschlossener Regelung in Umgebungen agiert, die zur Zeit der Programmierung nicht genau bekannt und/oder dynamisch und/oder nicht vollständig erfassbar sind." [3]

AMR - Paradigmen I

Elementare Punkte / Aufgaben für Roboter(-Software) sind:

- ▶ Wie erfolgt die Wahrnehmung,
- ▶ wie erfolgt die Kontrolle und
- ▶ wie entsteht die Aktion (Abb. 1)?

Abbildung: Basis-Aufgaben für AMR



AMR - Paradigmen II

Die Organisation des Verhaltens intelligenter Roboter erfolgt nach unterschiedlichen Konzepten. Man unterscheidet z.Z. drei Ansätze (chronologische Reihenfolge):

1. Hierarchisch,
2. Reaktiv,
3. Hybrid (überlegt/reaktiv).

AMR - Paradigmen III

Die jeweilige Organisation lässt sich wieder auf unterschiedliche Art und Weise beschreiben:

1. über die Beziehung der allgemein akzeptierten **Grundelementen** ("**Primitiven**") von Robotern: Erfassen – Planen – Aktion (*sense-plan-act*),
2. über die Art und Weise, wie Sensordaten verarbeitet und im System verteilt (genutzt) werden,
z.B. vollständige Verarbeitung/Auswertung und danach die Aktion, oder in Teilen, je nach Bedarf (unterschiedliche) Sensoren und Aktion bereits nach Teilauswertung (Prioritäten, → Behaviors).

AMR - Grundelemente

- ▶ *Sense*: Erfassung; Funktion(en) zur Aufnahme von Sensordaten und zur Verarbeitung, so dass andere Funktionen (plan/ reasoning) diese sinnvoll und effektiv nutzen können.
- ▶ *Plan*: Planung (reasoning); Funktionen zur Auswertung der erfassten Information über die Umgebung (Umgebung, Hindernisse, Umgebungsmodell, Verhaltensmodell) und den Roboter selbst (Wegstrecke, Energievorrat usw.) und zur Erzeugung von Aufgaben (drehen, um x -Meter weiter fahren usw.).
- ▶ *Act*: Aktion; Funktionen zur Erzeugung von Ausgabesignalen an Aktuatoren (Motoren etc., wie z.B. drehen um 78, Geschwindigkeit $0,5ms^{-1}$).

Kontrollparadigma hierarchisch

Das hierarchische Paradigma (ca. 1967..1990) baut auf einer introspektiven Betrachtung, d.h.:

- ▶ Wie Menschen denken, planen und handeln.
- ▶ Der Roboter nimmt die Umgebung auf (sense), plant sein Verhalten (plan) und führt die Aktion durch (act).
- ▶ Man erhält so einen sequentiellen Ablauf *sense-plan-act*, der iterativ durchlaufen wird.

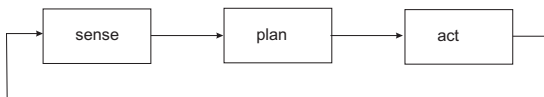


Abbildung: Sense-Plan-Act

Paradigma reaktiv

Das reaktive Paradigma (ab ca. 1988) sieht keine explizite Planung vor:

- ▶ Der Roboter nimmt seine Umgebung auf (sense) und koppelt dies mit einer Aktion.

Damit er mit verschiedenen Situationen klar kommt,

- ▶ besitzt er **mehrere sense-act - Kopplungen**
- ▶ die zusammenwirkenden Prozesse (S-A) stellen Verhaltensweisen (*Behaviors*) dar;
- ▶ Behaviors erzeugen die jeweils für sich beste Aktion,
- ▶ der Roboter führt dann eine Kombination der besten Behaviors aus (z.B. *geradeaus* + *drehen90* → *drehen45*).



Abbildung: Sense-Act

Paradigma - Hybrid

Das reaktive Paradigma ist relativ einfach, jedoch kann auf eine Planung nicht ganz verzichtet werden; deshalb wird ab ca. 1990 verstärkt ein hybrides Modell betrachtet, bei dem eine Art *Missions-Planung* stattfindet:

- ▶ Planung: Die Aufgabe (des AMR) wird in Teilaufgaben aufgebrochen;
- ▶ dabei werden wünschenswerte Behaviors bestimmt, um die Aufgabe(n) zu erfüllen;
- ▶ dann starten die Behaviors mit der Ausführung:
nach der generellen Planung also wieder das Zusammenspiel sense–act, und somit P,S-A.

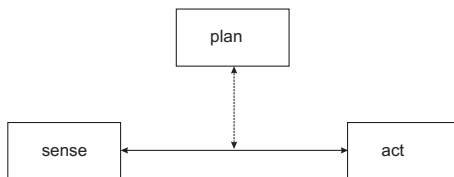


Abbildung: Plan, Sense–Act

Lokomotion (Begriffe)

► Lokomotion:

- Kraft (Befähigung) zur Bewegung von Ort zu Ort.
- Prozess: Er veranlasst einen AMR sich zu bewegen; erfordert die Anwendung von Kräften auf den AMR.

► **Dynamik:** Untersuchung (und Beschreibung) der Modellierung der Kräfte (Energie und Geschwindigkeit, physikalische Sicht).

► **Kinematik:** Untersuchung (und Beschreibung) der Bewegung (ohne Kräfte, mathematische Sicht der geometrischen Beziehungen im vorliegenden System).

Lokomotion - Strategien

Welche Form der *locomotion* verwendet wird, wird durch die Anwendung und Umgebung des AMR grundlegend bestimmt:

- ▶ Wie schnell muss der AMR sich bewegen?
- ▶ Ist die Umgebung glatt oder rauh oder ...?
(terrestrische AMR bewegen sich auf festen Untergrund)
- ▶ Wie bewegt sich der AMR:
 - ▶ Rollend (mit Rädern, Ketten oder als Ball)
 - ▶ Laufend (Beine / Arme zum Klettern)
 - ▶ Springend
 - ▶ Schlängelnd
 - ▶ Schwimmend
 - ▶ Fliegend (Drehflügler, Starrflügler, Ornithopter)
 - ▶ Hybrid

Perzeption I

Die Erfassung und Verarbeitung von Sensorinformation über die Umgebung und den AMR selbst ist eine **Schlüsselanforderung** für AMR.

Sie ist verbunden mit Aufnahme und **Erkennen** (Wahrnehmung) der Umgebung sowie **Planen** und davon abgeleiteten AMR-Aktionen.

- ▶ Ohne Erfassung (sensing) ist keine Erkennung / Wahrnehmung möglich.

Zu den zentralen Aufgaben des Erfassens zählen:

- ▶ Erfassung der Distanz der Bewegung,
- ▶ Erfassung der inertialen Änderung (der AMR-Position und Orientierung (=pose)),
- ▶ Erfassung der externen Struktur (der Umgebung).

Perzeption II

Beispiele für Sensoren hierfür sind:

- ▶ Abstands-, Positionssensoren (Berührung, Radar, GPS usw.),
- ▶ Umgebungssensoren (Temperatur, visuelle/nicht-visuelle Sensoren),
- ▶ Inertialsensoren (Beschleunigungs-, Geschwindigkeitssensoren).

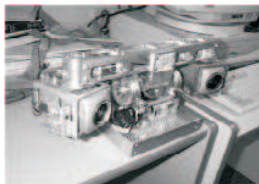


Abbildung: Sensormodule (visuell, Laser, taktil)