

Autonome Mobile Systeme in der Lehre

Abstract

Der Beitrag beschreibt die Erfahrungen, die mit einer speziellen Lehrform auf dem Gebiet der Autonomen Mobile Systeme an der FH Brandenburg gewonnen wurden. Hierbei handelt es sich um die Ausbildung von Studenten der Informatik und des Maschinenbaus in Lehrveranstaltungen mit hohem studentischem Aktivitätsanteil. Die Lehrform bietet ein enormes Potential bei der Vermittlung von Haltungen und Problemlösungsstrategien, birgt allerdings auch einige Risiken. Anhand verschiedener Szenarien wird untersucht, welchen Einfluß insbesondere das Design der Abschlußwettbewerbe auf den Verlauf und die Akzeptanz der Lehrveranstaltung hat.

1 Einleitung

Intelligente Systeme zur Lösung komplexer Aufgaben sind ein wesentlicher Bestandteil innovativer Produkte. Sie vereinen Wahrnehmung, Handlungsplanung und -ausführung auch bei unscharfen und unvollständigen Informationen über die Umwelt.

Eine vielversprechende Entwicklungsrichtung der intelligenten Systeme stellen autonome Serviceroboter dar. Autonome Serviceroboter sollen durch das Erbringen von Dienstleistungen dazu beitragen, den Menschen von gefährlichen oder monotonen Tätigkeiten zu befreien. Die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten von Servicerobotern ist enorm. Einen umfassenden Überblick über realisierte Systeme und mögliche Einsatzbereiche bieten Schraft und Volz in [1]. Hier wird dem Markt an Servicerobotern im Jahr 2005 allein in der Bundesrepublik Deutschland ein Umfang von über 16 Milliarden D-Mark prognostiziert. Natürlich sind derartige Zahlen mit einer beträchtlichen Unschärfe behaftet, denn gerade bei Servicerobotern, beispielsweise in privaten Haushalten, kommt der Marktvorbereitung und Markteinführung eines Produktes ein hoher Stellenwert zu. Um hier eine Akzeptanz beim Anwender zu erreichen, ist es nötig, daß die Systeme über ein Mindestmaß an maschineller Intelligenz verfügen. Sie sollten in der Lage sein, in dynamischen und unstrukturierten Umgebungen zu navigieren, ihre Handlungen zu planen und zu kontrollieren. Sie sollten die Fähigkeit besitzen, sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen, um einzeln oder in kooperierenden Teams zielgerichtet zu wirken.

Bis zu diesen Einsatzidealen ist es jedoch ein weiter Weg, wenn wir den Stand von Wissenschaft und Forschung in der Service-Robotik etwas genauer betrachten. Hier besteht insbesondere in den informatischen Bereichen Navigation, Umgebungsmodellierung, Planen unter unscharfen Randbedingungen, Sensordatenfusion und Wissensverarbeitung ein erhöhter Forschungs- und Entwicklungsbedarf. So wurden auch "Intelligente Systeme in natürlicher Umwelt" als ein Förderfeld vom BMBF im Förderprogramm Informationstechnik [4] definiert.

Das Potential von autonomen Robotern resultiert aus der interdisziplinären Integration von Informatik, Mechatronik, Maschinenbau und Elektronik in einem System. Allerdings liegt hier auch die Schwierigkeit in der Praxis: ein Ingenieur oder Informatiker, der auf dem Gebiet der autonomen intelligenten Systeme entwickelt, kann in der Regel nicht Spezialist für alle beteiligten Komponenten sein. Er wird sich also häufig in der Situation finden, ein Problem fächerübergreifend analysieren zu müssen - auch wenn für ihn nicht alle Systembestandteile zu seinem speziellen Fachwissen gehören. Zusätzlich stellt gerade bei autonomen

mobilen Systemen die Behandlung der Unschärfe und Komplexität einer realen Umgebung eine besondere Schwierigkeit beim Entwurf eines intelligenten Systems dar. Für die Lehre stellt sich damit (neben den inhaltlichen Schwerpunkten) für uns die Frage:

Wie können in der Lehre geeignete Haltungen und Herangehensweisen vermittelt werden, die zur Bewältigung derartiger Probleme nötig sind?

2 Projekt "Autonome Mobile Systeme"

Eine verbreitete Lehrform in Hochschulen ist auch heute noch die single-answer-Methode. Sie besteht im Vermitteln von Problembeschreibungen mit einer eindeutigen Antwort - den sogenannten single-answer-Problemen. Das Vorstellen praxisrelevanter Algorithmen wird durch diese Vereinfachung und Isolation von anderen Problemkreisen in der Regel überhaupt erst möglich. Zusätzlich ist die Popularität dieser Methode durch ihre einfache Anwendbarkeit begründet. So ist es für den Lehrenden nicht unbedingt nötig, sich umfassend in die Problemzusammenhänge einzuarbeiten, wenn nur das Anwenden einer speziellen Methode vermittelt werden soll. Die Methode ist damit entlastend und effizient. Allerdings stehen diesen Vorteilen auch eine Reihe von nachteiligen Effekten (siehe auch [5]) gegenüber:

- Unvollständiges oder widersprüchliches Wissen über ein Problem findet wenig Berücksichtigung.
- Die Existenz eines quasi objektiven Standards bringt den Lehrenden in eine unangreifbare Situation, die das Infragestellen der Methode und Resultate beim 'Belehrten' nicht ermutigt.
- Es wird eine Lösbarkeit von Problemen suggeriert, die in der Praxis bis zur Unlösbarkeit komplexer sein können.

Gerade auf dem Gebiet der autonomen mobilen Systeme ist beim momentanen Forschungsstand noch ein gewisses kreatives und spielerisches Herangehen (im Sinne des Ausprobierens) beim Entwurf geboten, so daß sich die Lehre hier nicht auf diese Methode beschränken darf.

In diesem Zusammenhang erarbeitete Fred Garth Martin im Jahre 1994 am MIT ein Konzept für eine Lehrform [5] (ursprünglich für Studenten des Maschinenbaus), die sich in den Folgejahren sowohl am MIT als auch in der Bundesrepublik Deutschland verbreitet hat (siehe auch [7]). Die Grundidee besteht in folgendem:

Studentengruppen erhalten einen Bausatz, der es erlaubt, autonome mobile Roboter zu konstruieren. Das Abstraktionsniveau des Bausatzes ist dabei so niedrig zu wählen, daß die Vielfalt der Lösungen nicht unnötig eingeschränkt wird, allerdings immer noch so hoch, daß ein funktionierendes System erstellt werden kann. Durch wenige vorbereitende Übungen werden die Studenten befähigt, die Möglichkeiten des Bausatzes zu erkennen und ihn zu programmieren. Nach der Aufwärmphase folgt die Periode der selbständigen Arbeit an einem System, daß eine vorgegebene Aufgabenstellung erfüllen soll. In dieser Phase treten die Lehrenden nur noch als Diskussionspartner und Organisationshelfer auf. Zum Schluß des Kurses wird die Güte der realisierten Systeme bezüglich der gestellten Aufgabe in einem Abschlußwettbewerb beurteilt, bei dem alle Teams ihre Roboter präsentieren.

Wir haben an der FH Brandenburg diesen Ansatz aufgegriffen und 1996 das Projekt "Autonome Mobile Systeme" (AMS) im Wintersemester eingeführt. Die Details des Laboraufbaus

und der Komponenten sowie ein Überblick der Lehrinhalte sind u.a. in [3] dargelegt, hier seien nur die wesentlichen Eckdaten erwähnt:

- Mikrocontroller-Platinen mit MC68HC11 nach dem Vorbild der 6.270-Boards des MIT
- Sensoren und Motoren aus dem lowcost-Bereich
- Programmiersprache InteractiveC (interaktiv, preemptives Multitasking, Bibliotheken zur Ansteuerung der Peripheriebausteine)
- LEGO-Technik als mechanische Basis (Achsen, Zahnräder, Bauelemente ...)
- Testumgebung bestehend aus variablen Hindernissen, Rampen und Lichtsignalen

Mit dem Projekt, welches in der Lehre im Informatik- und Maschinenbaustudium eingesetzt wird, wollen wir folgende Haltungen und Herangehensweisen, die im normalen Vorlesungs- und Übungsbetrieb nur schwierig zu vermitteln sind, beim Studierenden herausbilden:

- Erfahren der Lösungsvielfalt einer realen Aufgabe
- Entdecken der Praxis als ultimativem Bewertungskriterium
- Bereitschaft, Verantwortung für ein erschaffenes Produkt zu übernehmen, welches nicht perfekt, aber dennoch funktionsfähig ist
- Hinterfragen von Informationen, Methoden und Resultaten
- Soziale Kompetenz durch Teamarbeit unter Zeit- und Ressourcenknappheit
- Erleben der Emergenz mechatronischer intelligenter Systeme
- Wille und Fähigkeit zur Problemlösung auch bei unvollständigem Problemwissen

In verschiedenen durchgeführten Kursen für Informatiker und Maschinenbauer erwies sich für uns, daß das Projekt AMS sehr gut geeignet ist, diese Erkenntnisse und Haltungen zu vermitteln. Allerdings hängt der erfolgreiche Verlauf eines Projektes nach unseren Erfahrungen entscheidend von 2 Aspekten ab:

- dem Design der Aufgabenstellung und damit des Wettbewerbs und
- der Art der Intervention der Betreuer.

3 Das Wettbewerbsdesign

3.1 AMS-Wettbewerbe an der FHB

Seit 1996 führten wir an der FHB 14 Wettbewerbe im Rahmen von Lehrveranstaltungen der Informatik/Intelligente Systeme, Einführung in die Mechatronik und Projektwochen mit Brandenburger Gymnasien durch. Nicht alle dieser Wettbewerbe hatten verschiedene Aufgabenstellungen, vielmehr ist es so, daß bewährte Themen (wenn auch unter anderer Umgebungsgeschichte) wiederholt werden. Einen Überblick über die Aufgabenstellungen bietet [2]. Der wesentliche Anteil der Wettbewerbe fand im Rahmen eines Projektes "Autonome Mobile Systeme" im Hauptstudium der Informatik statt. Dieses Projekt ist unsere Plattform, um neue Aufgabenstellungen erstmals umzusetzen und zu erproben.

3.2 Grundsätzliche Anforderungen an eine Aufgabenstellung

Entsprechend den o.g. Lehrzielen können einige grundsätzliche Eigenschaften von Aufgaben direkt abgeleitet werden, die wir bei geeigneten Aufgaben verlangen wollen:

Lösungsvielfalt: Bei der Umsetzung einer realen Anwendungsaufgabe mit autonomen Robotern kann es nicht *die* richtige Lösung geben; bedingt durch die Komplexität einer realen

Anwendung von autonomen Robotern können verschiedenartige Systeme zu einer befriedigenden Problemlösung führen. Eine Projektaufgabe in der Lehre sollte somit eine Vielfalt von Lösungsmöglichkeiten beinhalten und den Lösungsraum nicht durch eine künstliche Reglementierung zu stark beschneiden. Die Vielfalt kann sich beispielsweise in der Art der verwendeten Sensorik, Antriebe, Roboterarchitekturen oder Strategien widerspiegeln.

Indirekte Konkurrenz: Wenn der Betreuer eine Anfangsmotivation erfolgreich vermitteln (oder erhalten) konnte, so stellt sich über den entwickelnden Gruppen in der Regel eine von 2 Atmosphären ein: ein gemeinsames Arbeiten gegen die Widrigkeiten der Aufgabenstellung und der Technik oder ein gegenseitiges argwöhnisches Beobachten. Wir haben die Erfahrung machen können, daß in unseren Projekten ein offener und kooperativer Umgang der Projektteilnehmer untereinander vorherrschte. Neben dem Einfluß der Betreuer trug dazu wesentlich die Art und Weise der Aufgabenstellung bei. Wir haben versucht, bei den Aufgabenstellungen vordergründig aggressive Szenarien und Kämpfe zu vermeiden und statt dessen die Konkurrenz zwischen den Teams (die ja unbestritten vorhanden ist) auf den sportlichen Wettkampf und eine mehr indirekte Konfrontation zu verlagern. So entstanden Wettläufer, Labyrinthforscher, Hasen und Füchse. Die offene Diskussion über Sensoren, Strategien usw. zwischen den Teams, das Vorstellen eigener Ideen bringt insgesamt bessere Problemlösungen hervor und ist nicht zuletzt auch ein bereicherndes und angenehmes Erlebnis für alle Teilnehmenden.

Prüfbarkeit: Verschiedene Teams werden bei günstigem Design der Aufgabe verschiedene Lösungsansätze umsetzen. Der Grad der Aufgabenerfüllung durch ein System soll im Abschlußwettbewerb bestimmbar sein, um damit einen Vergleich der eingesetzten Ideen und Methoden zu ermöglichen. Diese Bewertung sollte transparente, leicht verständliche Kriterien enthalten, die Bestandteil der Aufgabenstellung werden.

Widersprüchliche Anforderungen: Beim Entwurf autonomer Systeme sind stets mehrere Zielgrößen zu optimieren, die sich untereinander im Widerspruch befinden, beispielsweise Geschwindigkeit und Wahrnehmungsauflösung. Unsere Projektaufgaben sollten diese Ambivalenz ebenfalls forcieren. Hier einige Beispiele:

- *Geschwindigkeit ↔ Bremsweg:* ein Rennen mit einer Wand, die wenige Zentimeter hinter der Ziellinie angeordnet und deren Berührung verboten ist.
- *Verteilung der Aufmerksamkeit auf verschiedene Sensoren:* ein 'Artificial Animal' bewegt sich ruhelos in einer hindernisreichen Umgebung und soll auf verschiedene Ereignisse reagieren
- *Sensorgesichtsfeld für nahe ↔ ferne Objekte:* ein künstlicher Hase muß den Fuchs sowohl entfernt als auch in seiner Nähe orten können.
- *Geschwindigkeit ↔ Wahrnehmungsauflösung:* Erforschen eines Labyrinthes und Finden kleiner Markierungen mit Zeitbegrenzung
- *Geschwindigkeit ↔ Steuerbarkeit:* ein Verfolgungsrennen auf einer kreisförmigen schwarzen Linie

Minimallösung: Die Komplexität einer Aufgabenstellung stellt einen kritischen Parameter bei der Projektdurchführung dar. Um einen Abschlußzustand zu erreichen, in dem jedes Team auf einen wie auch immer gearteten Roboter zeigen kann, mit den Worten: "Das ist unser Produkt", ist es notwendig, eine einfache beherrschbare Lösung im Lösungsraum vorzusehen. Eine solche **Minimallösung** sollte eingängig, wiederholbar und einfach zu bauen sein. Erfahrungsgemäß treten viele Teams mit wundervollen Ideen und Strategien in die Kon-

struktionsphase ein, um dann auf die obligatorischen Schwierigkeiten (deren Erfahrung durchaus Bestandteil der Lehrziele ist) der Realität zu treffen, als da sind Sensorrauschen, Sensorausfälle, instabile Konstruktionen, Programmfehler und vieles mehr - also Ungenauigkeiten und Unwägbarkeiten auf jeder Ebene der Systeme. Ohne eine naheliegende Mindestlösung sind einige Teams damit zum kompletten Scheitern verurteilt, und wir werden kaum die Wirkung erzielen, daß Studenten, den verdienten Stolz für ihre Lösung empfinden: "Das ist das Beste, was wir mit diesen Mitteln in dieser Zeit konstruieren konnten und es funktioniert!"

3.3 Erfahrungen

Einige Aspekte des Wettbewerbsentwurfes können wir aus den durchgeführten Projekten zusätzlich ableiten:

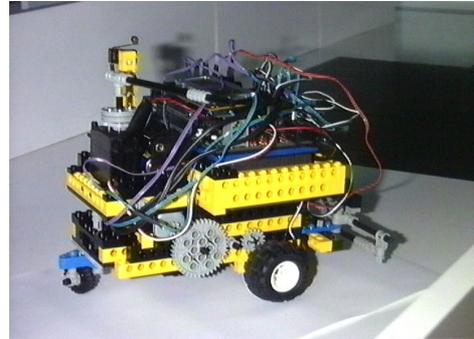
Ruhepolster-Lösung: Im Bestreben, eine einfache Minimallösung sicherzustellen, ergab es sich, daß einige Minimallösungen so leistungsfähig waren, daß die Komplexität besserer Systeme nicht beherrschbar war. Zwangsläufig wurde dann von fast allen Teams die Minimallösung implementiert - und dementsprechend die Wettbewerbe weniger kurzweilig. Wir erlebten diesen Fall bei den Labyrinthforschern, die ein unbekanntes Labyrinth mit Hilfe eines Infrarot-Leuchtturmes auf der anderen Seite durchqueren sollten. Wir hatten viele interessante Strategien erwartet und als Minimallösung das Verfolgen einer linken Wand eingeplant. Aber der Mehraufwand, der zur Lokalisierung und (intelligenten) Auswertung des Leuchtturms nötig war, stand in keinem Verhältnis zur Leistungssteigerung des Systems. Am Ende verfolgten alle Teams die Minimalstrategie. Die Minimallösung sollte also keine Aussicht auf den Sieg im Wettbewerb haben.

Multiagentensysteme: Autonome Systeme bergen sehr interessante Aufgabenstellungen durch die Kooperation mehrerer Systeme: gemeinsames Planen, Kommunikation, Abgleich von Zielen, Delegieren von Aufgaben, gemeinsames Erforschen und andere. Es bietet sich also an, Wettbewerbe zu entwerfen, bei denen die Roboter gemeinsam eine Aufgabe erfüllen. Unser diesbezügliches Projekt stellt ein autonomes Streckenwartungssystem aus 3 Robotern dar: ein Inspektor, der ständig ein (Straßen-, Kanal-, Abwasser-) Netz inspiziert und bei ungewöhnlichen Ereignissen einen Rettungswagen oder eine autonome Werkstatt benachrichtigt. Allerdings ist die Abhängigkeit der Komponenten in diesem Beispiel so stark, daß die unterschätzte Komplexität des Inspektors dazu führte, daß das gesamte Projekt nicht zufriedenstellend abgeschlossen werden konnte. Bei dieser Aufgabenklasse ist also die Abhängigkeit der Gesamtlösung von den einzelnen Teams zu beachten. Günstiger wäre somit ein Kooperationsprojekt mit gleichartigen Robotern (z.B. Fahren in der Kolonne).

Gleichverteilung des Aufwands: Autonome Roboter verlangen vom Entwickler eine ganzheitliche Herangehensweise, wir wollen also erreichen, daß die Teammitglieder nicht nur ihre spezielle Teilaufgabe, sondern das Gesamtsystem im Auge behalten. Dazu ist es ungünstig, ein System zu verlangen, welches die Lehrenden einseitig auf die Konstruktion oder die Wissensverarbeitung und Programmierung orientiert. Wir erfuhren dies an einem Projekt, bei dem unter anderem ein Greifer am Fahrzeug notwendig war. Fast alle Teams konzentrierten ihr Engagement wochenlang auf den Greifer und konnten nur durch Intervention des Betreuers auf die Gesamtaufgabe gelenkt werden. Ergebnis waren Systeme mit hervorragenden (mehrgelenkigen) Greifern, die sich allerdings nicht orientieren konnten.

Publikumswirksamkeit: Einen entscheidenden Ansporn für die Studenten liefern die Wettbewerbe am Ende des Projektes und die damit verbundenen Präsentationen ihrer Ideen und

Systeme. Um die erforderliche Resonanz bei interessierten Kommilitonen und beim Lehrkörper zu erhalten, sollte bei der Gestaltung des Wettbewerbes eine leichtverständliche Grundidee gewählt werden. Mit anderen Worten, die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Systeme sollte auch zufälligen Zuschauern intuitiv klarwerden. Die Chance, ein erheiterndes Element in die Wettbewerbe einzubauen, ist immer gegeben und sollte nicht vertan werden: forcierte Begegnung zweier Roboter (siehe unten 'Labyrinth des Minotaurus' und [2]), Fuchs jagt einen Hasen durch die Zuschauermenge usw. Übrigens erzielen alle Arten bewegter Teile an den Systemen in der Regel einen begeisterten Szenenapplaus - wir haben also das 'erhobene Fähnchen' zur Anzeige eines Ereignisses in vielen unserer Aufgaben verwendet.



Lebenspunkte: Trotz perfekter Aufgabenstellung und engagierter Mitarbeit der Teams kann es in der Entwicklung zu Totalausfällen kommen, also Systemen, die keine erkennbare Aufgabe erfüllen. Wir wollen in diesen Fällen auch minimale Systemfunktionen in der Bewertung berücksichtigen und sogenannte Lebenspunkte vergeben, die z.B. schon durch eine reaktive Bewegung erreicht werden können. Dies hatte die (erwartete) Folge, daß Teams, die am Vortage des Wettbewerbs entnervt aufgeben wollten, durch Hinweis auf viele einfach erreichbare Punkte noch motiviert werden konnten. Denn unser Ziel ist, daß jedes Team ein bewertbares Artefakt als Entwicklungsergebnis vorlegen kann - und nicht nur einen Hinweis auf ein gestern noch funktionierendes System.

Zwischenwettbewerbe: Als zeitstrukturierendes Element und zur Kontrolle der Planungen und des Systemfortschritts bieten sich Zwischenwettbewerbe an, die dazu beitragen, die Zeitknappheit bewußt werden zu lassen, denn erfahrungsgemäß wird der Aufwand zur Umsetzung einer Idee in einen funktionsfähigen Roboter von den Teams unterschätzt. Überdies kann das so Entwicklungspotential der Teams eingeschätzt und zur Modifizierung des Abschlußwettbewerbes genutzt werden.

Redundanz: Ausfälle von Sensoren, Aktoren, Akkus, Motortreibern, Platinen sind in unseren Projekten immanenter Bestandteil (und tragen nicht unwesentlich zum Verständnis des Gesamtsystems bei) und sollten demzufolge durch zusätzliche Ressourcen (mindestens 1 Kit) aufgefangen werden.

3.4 Wettbewerbsbeispiele

Wir haben durch unsere Vorüberlegungen und Auswertungen einen Weg gefunden, die Projekte für die Studenten attraktiver, für die Lehrenden beherrschbarer zu gestalten und gleichzeitig die Kreativität und schöpferische Atmosphäre bei der Entwicklung zu erhalten. Besonders 'ertragreiche' Aufgabenstellungen in diesem Sinne sind hier kurz vorgestellt:

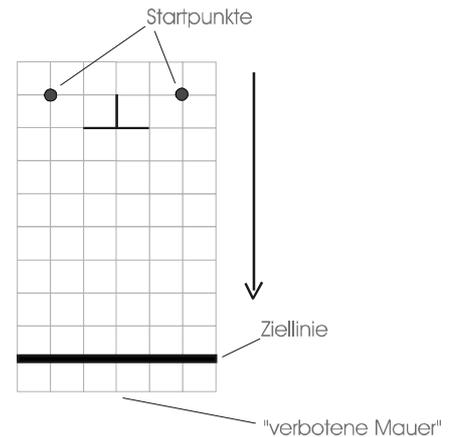
3.4.1 Das Rennen

Aufgabenstellung

Sie stehen am Start, mit dem Gesicht zur Wand, warten auf das Signal. Da ist es! Sie drehen sich blitzschnell in die Zielrichtung und sprinten los. Aber Vorsicht, achten Sie auf die schwarze Ziellinie, denn von dort ist es nicht weit bis zur Mauer, deren Berührung sie disqualifizieren würde! Übrigens, vergessen Sie nicht, im Ziel selbstbewußt ein Schild mit Ihrem Namen emporzuheben, denn dies bringt Ihnen Zusatzpunkte.

Regeln

In einer Runde treten zwei Roboter gegeneinander an. Die Startpositionen werden durch die Jury bestimmt. Die Startrichtung ist mit dem "Rücken" zum Ziel einzunehmen, so daß nach dem Startsignal eine 180°-Drehung erfolgen muß. Das Rennen beginnt, sobald die Lampen in den Startpunkten aufleuchten. Die Dauer des Rennens beträgt 60 Sekunden oder bis beide Teilnehmer ihre Schilder erhoben haben. Nach Ablauf dieser Zeit müssen die Roboter stehenbleiben. Zum Sieger der Runde wird der Roboter erklärt, welcher als erster die vordere Kante der Ziellinie mit einem beliebigen Teil überquert. Nach Überqueren der Ziellinie ist ein Schild, eine Fahne oder Ähnliches zu heben, um den Zieleinlauf zu signalisieren. Die Roboter dürfen durch eigene Ideen aus Pappe, Papier, Klebeband usw. ergänzt werden.



Angriffe auf das Mikroprozessorboard des Gegners, das Verlieren von Teilen, sowie die Informationsübermittlung von Teammitgliedern an das System während des Wettkampfes werden mit einer Disqualifikation des Roboters für diese Runde geahndet.

Wertung

Alle Roboter treten gegeneinander an, Punkte werden wie folgt vergeben:

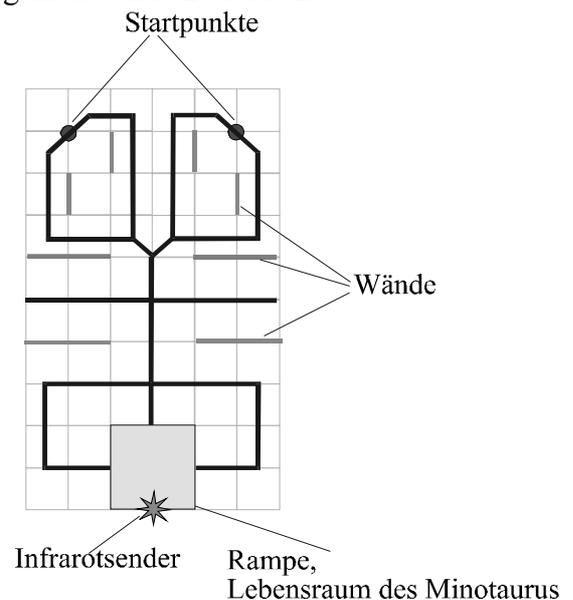
- Lebenspunkte: 3 Punkte fürs Losfahren bei dem Lichtsignal
- Spinpunkte: 3 Punkte für die geglückte 180°-Drehung
- Zielpunkte: 4 Punkte für das Überqueren der Ziellinie
- Showpunkte: 3 Punkte für das Heben eines Schildes o.ä. nach Zieleinlauf
- Siegerpunkte: 4 Punkte für den Sieger einer Runde

Der Hauptschwierigkeit dieser Aufgabe besteht in der exakten 180°-Drehung, der Geradeausfahrt und dem Abbremsen im Ziel. Als Minimallösung sahen wir ein System mit differentiellem Antrieb und Infrarot-Sensoren zur Abstandsmessung vor, welches sich an der Wand entlang ins Ziel tastet. Das System wurde durch ein Team mit wenig Aufwand erstellt, erfüllte die Aufgabe einwandfrei und belegte erwartungsgemäß den letzten Platz.

3.4.2 Das Labyrinth des Minotaurus

Aufgabenstellung

Dem Mythos nach hauste auf Kreta nahe dem Palast des Minos im Zentrum eines Labyrinths das schreckliche Mischwesen Minotaurus. Der Stier des Minos verband einen Männerkörper mit einem Stierkopf. Bis der Grieche Theseus am Faden der Ariadne das Ungeheuer bezwang, mußten ihm alle sieben Jahre sieben Knaben und sieben Mädchen geopfert werden. Doch noch ist es nicht soweit, denn Sie sind Theseus und das Labyrinth liegt direkt vor Ihnen. Viel Glück!



hinten zu berühren. Sollte dies nach 120 Sekunden nicht erfolgt sein, so stoppen beide auf der Stelle und der Vorsprung bestimmt den Sieger. Im Falle des Einholens ist der Wettbewerb vorzeitig beendet.

Wertung

Alle Roboter treten gegeneinander an, Punkte werden wie folgt vergeben:

- Lebenspunkt: 1 Punkt fürs Losfahren bei dem Lichtsignal
- Touchpunkte: 10 Punkte für das Einholen und Berühren des Konkurrenten
- Siegpunkte: 3 Punkte für den Roboter, der im Falle des Nichteinholens vorne liegt

Durch die übersichtliche Problemstellung ist in der Regel für jedes Team ein funktionsfähiges System garantiert, die Beurteilung ergibt sich nur aus der erreichten Geschwindigkeit. Wir beobachteten, daß die anfänglich verschiedenen Lösungen im Laufe des Projektes zu einer deutlich überlegenen Konzeption konvergierten - zu einem 3-Radantrieb mit Liniensensoren am gelenkten Rad.

4 Die Betreuer

Die Lehrform erfordert ein intensives Begleiten durch den Betreuer. Aus unserer Sicht verdienen dabei folgende Aspekte besondere Beachtung:

Anleitung zur Komplexitätsabschätzung: Während der Arbeit an den Systemen werden naturgemäß Unmengen spontaner Ideen diskutiert, von denen viele so faszinierend sind, daß die Teammitglieder die Komplexität der Umsetzung verdrängen. Aufgabe der Projektleiter ist es somit, die Teams zu einer Diskussion über die Realisierbarkeit, mögliche Probleme und eventuelle Rückfallösungen anzuregen. Als hilfreich erwies sich in diesem Zusammenhang eine Zeitplanung der verbleibenden Projektzeiten.

Allerdings besteht hier die Gefahr, daß gerade Betreuer, die das Projekt mehrmals führten, zu stark intervenieren und die Teams zu (beherrschbaren) Standardlösungen drängen. Hier gilt es, behutsam abzuwägen.

Organistor: In der Regel bindet das Projekt enorme Zeitressourcen der Teammitglieder, überdies ist die Projektaufgabe so angelegt, daß die Teams arbeitsteilig vorgehen müssen, um die Aufgabe zu erfüllen. Der Prozeß der Konzeption, Modularisierung und Aufgabenverteilung ist deshalb durch den Betreuer in der Anfangsphase des Projektes besonders zu forcieren.

Diskussionspartner: Die Hauptaufgabe der Betreuung stellt zweifellos die ständige Ansprechbarkeit des Projektleiters zu den auftretenden Problemen dar. Die Studenten sollen hierbei vom Wissen des Betreuers profitieren und ausdrücklich zu eigenen Ideen ermutigt werden. Ziel ist somit eine kooperative, schöpferische Forschungsatmosphäre, in der jedes Team seine Konzepte mit den anderen diskutiert und sich für andere Lösungen interessiert. Abgucken (und Verbessern) ist explizit erwünscht.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das Projekt hat sich im Hauptstudium der Informatik/Intelligente Systeme und im Grundstudium des Maschinenbaus etabliert, wobei die Resonanz bei den Projektteilnehmern durchweg positiv ist. Unseres Erachtens fördert diese Lehrform als Gegenpol zur single-answer-Methode die Befähigung unserer Absolventen zum Problemlösen in der Praxis. Durch die Arbeit in der Gruppe unter Zeit- und Ressourcenknappheit erwerben die Teilnehmer soziale Fähigkeiten zur Selbstorganisation im Team. Die fast emotionale Beziehung der Konstrukteure zu ihren Geschöpfen führt zu einem starken Engagement beim Einarbeiten in die Materie und zu der Motivation, ein funktionierendes Ganzes herzustellen. Von Lehrenden und Betreuern fordert das Projekt eine offene Grundhaltung und die Bereitschaft, sich in Sinnfragen über ihre Fachgebiete immer wieder neu einzulassen.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß wir dieses Projekt nicht nur mit Studenten, sondern in den Semesterferien auch mit Brandenburger Gymnasien durchführen und so eine gewisse Werbewirkung erzielen, die dazu beiträgt das Interesse junger Menschen an der Informatik und Mechatronik zu wecken.

In den nächsten Semestern werden wir das Projekt in den Grundzügen fortführen und in der technischen Basis erweitern. Konzipiert ist die Kommunikation der autonomen Systeme über Funk, die Erweiterung um elektronische Kompass und Kameras.

Literatur- bzw. Quellenhinweise:

- [1] Schraft R. D. and Volz H.: Serviceroboter, Innovative Technik in Dienstleistung und Versorgung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1996
- [2] Boersch I.: Projektseite Autonome Mobile Systeme. <http://zeus.fh-brandenburg.de/~boersch/AMS/>
- [3] Boersch I. and Heinsohn J. and Loose H.: RobotBuildingLab - praktische Mechatronik in der Ausbildung. Proceedings - Werkzeuge der Mechatronik, 2. Polnisch - Deutscher Workshop. Ilmenau, 1998
- [4] Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie: Förderprogramm Informationstechnik. Bonn, 1997
- [5] Martin F. G.: Circuits to Control: Learning Engineering by Designing LEGO Robots. Massachusetts Institute of Technology, 1994
- [6] Flynn A. M. and Jones J. L.: Mobile Roboter. Addison-Wesley, 1996
- [7] Böhm M. and Klemke G. and v. Luck K. and Owsnicki-Klewe B. and Pfeiffer G: Integration kognitiver Systeme - ein Zwischenbericht, in "Künstliche Intelligenz - Forschung, Entwicklung, Erfahrungen" des FB1 der GI, 11. Jahrgang Heft 2, 1997

Autorenangaben:

Ingo Boersch, Dipl.-Inform.
Jochen Heinsohn, Prof. Dr.-Ing.
Harald Loose, Prof. Dr. sc. techn.
Fachhochschule Brandenburg
SG Informatik
PF 2132
14737 Brandenburg a.d. Havel

Tel. 03381 355 429

Fax. 03381 355 471

E-mail: boersch@fh-brandenburg.de