

Motivation for Free – Zum Motivationsfaktor von internationalen RoboCupJunior-Wettbewerben

Gerhard K. Kraetzschmar

Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg
Informatik / Autonomous Systems
gerhard.kraetzschmar@fh-brs.de

Fraunhofer-Institut AIS
Behavior Engineering / Educational Robotics
kraetzschmar@ais.fraunhofer.de

Abstract: Motivation ist eine notwendige Voraussetzung für Lernen. Sind die Lernenden gut motiviert, können wir auf Lernerfolg hoffen. Andernfalls können wir eigentlich gleich aufhören. Die Verwendung von Robotern in der Ausbildung hat sich als hervorragendes Werkzeug zur Motivation von Studierenden aller Altersstufen von 8 bis 80 erwiesen. Dieser Aufsatz beschreibt die Nutzung von Wettbewerben, um die Motivation der Studierenden über einen längeren Zeitraum zu erhalten, was wiederum die Chance erhöht, dass die Studierenden Wissen über eine Thematik vertiefen und ein dauerhaftes Interesse am Fach entwickeln. Im speziellen beschreiben wir die zugrundeliegenden Ideen der verschiedenen Wettbewerbe im RoboCupJunior, die genau zu diesem Zweck entwickelt wurden und weltweit genutzt werden. Weltweit schätzungsweise mehr als 2000 Teams von Schülerinnen und Schüler haben im Jahr 2004 an solchen Wettbewerben teilgenommen, und die Teilnehmerzahlen steigen weiter.

1 Einleitung und Motivation

Ende der neunziger Jahre wurde die deutsche Bildungsszene durch die bescheidene Performanz deutscher Schülerinnen und Schüler bei internationalen Studien wie TIMMS und PISA aufgeschreckt. Seither finden Ansätze zur Verbesserung der Bildung und ihrer Ergebnisse wieder eine gewisse Aufmerksamkeit. Besonders in den letzten fünf Jahren entfaltete nahezu jede relevante gesellschaftliche Gruppe mehr oder minder hektische Aktivitäten, angefangen von den staatlichen Stellen der Bildung auf Gemeinde-, Landes- und Bundesebene, über wirtschaftliche Vereinigungen und Lobbygruppen wie den VDMA, den VDI, und Gesamtmetall, bis hin zu gemeinnützigen Organisationen, Vereinen und Stiftungen wie etwa der Robert-Bosch-Stiftung. Die Bewertung der einzelnen Aktivitäten und die Identifikation kritischer Erfolgsfaktoren ist schwierig, da eine systematische Evaluation und Analyse meist nicht erfolgt und die Ziele und Methoden sehr stark variieren.

Dennoch lässt sich ein Schlüsselement für erfolgreiche Projekte identifizieren: Motivation! Dieses Schlüsselement ist eigentlich nicht neu und zumindest in der Pädagogik altbekannt. Nur wenn die Lernenden motiviert sind, also ihr Interesse an der behandelten Thematik geweckt worden ist, können wir einen Lernerfolg erhoffen. Fehlt die Motivation, dann scheitern auch die innovativsten Lerntheorien und -praktiken. Zeitverschwendung! In unseren Schulen scheint – zumindest Betrachten außerhalb des Bildungsestablishments –,

diese Tatsache häufig aus dem Blickfeld geraten zu sein.

Der Einsatz von Robotern in der Bildung hat sich als hervorragendes Werkzeug zur Motivation Lernender aller Alterstufen erwiesen [SEJ03]. Während mit etwas Überlegung Schülerinnen und Schüler durchaus auch breit für Naturwissenschaften und Technik initial interessiert werden können, ist doch erheblich problematischer, die erzeugte Motivation über einen längeren Zeitraum zu erhalten. Hierfür nutzen wir Wettbewerbe, die die Lernenden zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit dem Stoff und einem nachhaltigeren Interesse am Fach inspirieren. Wir beschreiben insbesondere die verschiedenen Wettbewerbe im RoboCupJunior, die speziell mit dieser Zielsetzung entwickelt wurden und weltweit verbreitet sind. Im Jahr 2004 haben sich weltweit schätzungsweise weit mehr als 2000 Teams und fast 10000 Schülerinnen und Schüler über längere Zeiträume – von etwa 6-8 Wochen bis zu über einem Jahr – mit Robotik beschäftigt und an RoboCupJunior-Wettbewerben teilgenommen[LCA⁺05]. Interesse und Teilnehmerzahlen steigen weiter.

2 Roboterwettbewerbe als Motivationsfaktor

Die Idee, Konstruktion, Bau, und Programmierung von Robotern zur Motivation einzusetzen, entstand in den 80er Jahren am MIT, insbesondere durch die grundlegenden Arbeiten der Forschergruppe um Seymour Papert am MIT Media Lab, den sogenannten 6.270-Kursen und den damit verbundenen Wettbewerben. In den frühen 90er Jahren wurde das Konzept durch Roboterbaulabore bei den AAAI-Konferenzen 93 und 94¹ einem größeren Interessentenkreis zugänglich gemacht, und viele der Teilnehmer initiierten später eigene Aktivitäten an ihren jeweiligen Universitäten. Diese Kurse erforderten eine sehr intensive Beschäftigung mit dem Thema Robotik, typischerweise in einem sehr gedrängten Zeitplan von wenigen Tagen bis zu einer Woche, und verwendeten Wettbewerbe vorrangig aus den folgenden Gründen:

Erfolgskontrolle: Wettbewerbe im Kursverlauf geben den Teilnehmenden Feedback über die Eignung und Tragfähigkeit ihrer Designentscheidungen. Solche Zwischenwettbewerbe verwenden meist vereinfachte Versionen der finalen Aufgabenstellung.

Medienereignis: Der Abschlusswettbewerb wird als PR-Ereignis genutzt, zu dem Sponsoren, Förderer, lokale Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens sowie Medien und Presse geladen wurden.

Motivationserhaltung: Schon mit der Registrierung für einen solchen Kurs gehen die Teilnehmenden (meist unbewusst) das Commitment ein, bis zum Ende durchzuhalten. Ein Aufgeben mitten im Kurs, etwa weil etwas auch nach stundenlanger Arbeit noch nicht funktionieren will, wird als Versagen empfunden. Niemand möchte eine Versagerin oder ein Versager sein. Deshalb erzeugen Wettbewerbe den Effekt, dass die Teilnehmenden die Ausdauer zum Durchhalten bis zum Ende und die Motivation und Energie zum Überstehen von Krisensituationen im Entwicklungsprozess oder in der Teamarbeit entwickeln.

¹Letzteres wurde bereits vom Autor mitorganisiert.

In den späten neunziger Jahren haben wir begonnen, die Idee in die Schulen zu tragen.² Das Kurskonzept musste so abgeändert werden, dass die Kursdauer auf ein halbes oder ganzes Schuljahr verlängert, die wöchentliche Beschäftigung aber auf wenige Stunden reduziert wurde. Unter solchen Rahmenbedingungen wird die Rolle der Wettbewerbe als Motivationshilfe über längere Perioden hinweg immer wichtiger.

Gleichzeitig mit der Verbreitung von Bausatzsystemen für die Ausbildungsrobotik, wie etwa LEGO Mindstorms, Tetraxx, oder Elekit, wurden Roboterwettbewerbe für Schülerinnen und Schüler entwickelt. Beispiele sind FIRST, First LEGO League und RoboKing. Aus China wird berichtet, dass die Durchführung von Roboterwettbewerben sich zu einem veritablen Geschäftsfeld entwickelt, oft mit mehr als 1000 Teilnehmern je Wettbewerb. Allerdings sind solche Wettbewerbe eher von zweifelhaften pädagogischen Wert. Die Wettbewerbsaufgaben sind jedes Mal neu und ändern sich jährlich, so dass es oft auch wenig oder kein didaktisches Material für Lehrende gibt. In den Wettbewerben geht es zu sehr um das Gewinnen, nicht um das Lernen.

3 Die RoboCupJunior Wettbewerbe

Im RoboCupJunior entwickeln wir Wettbewerbe, die speziell auf Lernerfahrung und Wissensaustausch angelegt sind. Einerseits ist der Wettbewerbsaspekt wegen des Motivationseffekts wichtig und notwendig, andererseits legen wir auch besonderen Wert auf kooperative und kommunikative Aspekte, wie etwa den Austausch von Wissen zwischen Teams und der gegenseitige Hilfe. Alle nachfolgend beschriebenen Wettbewerbe werden in zwei Altersklassen für Lernende unter 15 Jahren und Lernende von 15 bis 19 Jahren angeboten.

RoboRescue Der RoboRescue-Wettbewerb ist als Einstieg gedacht und setzt am wenigsten Wissen und Erfahrung bei den Teilnehmenden voraus. Das Szenario basiert auf der Idee, dass der Roboter nach einem Erdbeben verletzte Personen in einem beschädigten Haus aufspüren soll. Die Umgebung besteht aus mindestens drei nett mit Hindernissen wie Möbelstücken, Steinen, Pflanzen, usw. dekorierten Räumen, die mit Türen und Rampen miteinander verbunden sind. Eine kurvige schwarze Linie, die durch gelegentliche Lücken unterbrochen ist, führt die Roboter durch die Umgebung. Der Schwierigkeitsgrad der Umgebung und der Linienführung wächst entlang des Pfads, auf dem zwei aus unterschiedlichem Material gefertigte Kategorien von Opfern platziert werden. Sobald der Roboter ein Opfer detektiert, muss angehalten und der Opfertyp durch ein Tonsignal signalisiert werden. Der Roboter sammelt sukzessive Punkte für die erfolgreiche Navigation durch Bereiche der Umgebung und die korrekte Detektion von Opfern. Kommt der Roboter von der schwarzen Linie ab, bekommt er Punktabzug und muss an der letzten Eingangstür neu gestartet werden. Wird der Parcours erfolgreich absolviert, wofür maximal 10 Minuten Zeit ist, wird die benötigte Zeit festgehalten.

²Für weitere Informationen siehe www.tcsi.de. Für die großzügige Unterstützung der Robert-Bosch-Stiftung durch ihr visionäres und äußerst erfolgreiches NaT-Working-Programm (www.nat-working.de) bedanken wir uns an dieser Stelle herzlich.

Der RoboRescue-Wettbewerb ist für die Ausbildungsrobotik besonders gut geeignet, weil jeder sofort die Grundidee, jemandem in Not zu helfen, annehmen und akzeptieren kann. Praktische Übungen und Tests für den Wettbewerb sind sehr schnell möglich. Wird beispielsweise LEGO Mindstorms benutzt, haben die Lernenden einen geeigneten Roboter meist schon nach 2-3 Stunden Arbeit konstruiert und können dann sofort beginnen, an der Linienverfolgung zu arbeiten. Je weiter es der Roboter auf der zunehmend schwieriger werdenden Linie schafft, desto mehr Punkte gibt es. Nächste Zwischenziele sind die Überbrückung der Lücken und die Navigation enger Kurven oder von Gabelungen und Kreuzungen. Kann der Roboter der Linie folgen, kann die Detektion der Opfer in Angriff genommen werden. Die neuen Verhaltensmuster können einfach dazugenommen werden, ohne die Linienverfolgung negativ zu beeinflussen.

RoboDance Für den RoboDance-Wettbewerb müssen die Lernenden eine künstlerische Performance mit Robotern kreieren. Außer wenigen Einschränkungen, wie etwa einer Begrenzung der Bühne ($5m \times 10m$), der Zeit (2 min) und des Formats der Hintergrundmusik (MP3), gibt es praktisch keine Regeln. Die Teams können einen oder mehrere Roboter einsetzen, zusätzliches Material zur Kostümierung oder zur Ausstattung mit Instrumenten verwenden und die Teilnehmenden können selbst Teil der Performance sein. Das Genre kann beliebig gewählt werden. Bisherige Performances umfassten modernen Tanz mit Mainstream, klassischen Tanz wie Tango, Ballet mit klassischer Musik, folkloristische Tänze aus Asien, und die Inszenierung von Szenen aus Sagen, Märchen, Erzählungen, Theaterstücken, Pop Art und Avantgarde. Jedes Jahr schaffen es die Teams aufs Neue, die Juroren mit ihrer immensen Kreativität und faszinierenden Ideen zu überraschen. Während des Wettbewerbs bekommen die Teams Gelegenheit zum Proben und können ihre Roboter auf die Umgebungssituation wie Hintergrundgeräusche und Beleuchtungsverhältnisse adaptieren. In jeder Runde nehmen 6 bis 10 Teams teil und werden von 3 bis 6 Juroren in sechs Kategorien bewertet: Programmierung, Konstruktion, Einsatz von Sensoren, Choreographie, Kostümierung und Unterhaltungswert. Außer den Wettbewerbsgewinnern werden auch die besten Teams in den einzelnen Bewertungskategorien ermittelt.

Erfreulicherweise fühlen sich besonders viele Mädchen durch die Kombination von Robotern, Musik und Tanz angesprochen. Der Wettbewerb ist ebenfalls für Einsteigende geeignet, weil nur ein einziger Roboter benutzt werden muss. In internationalen Wettbewerben geht der Trend zu aufwendigeren Aufführungen mit 3 bis 6 Robotern, jedoch ist es häufig eine überzeugende Idee, auf die es ankommt und mit der die Juroren überzeugt werden.

RoboSoccer Der RoboSoccer-Wettbewerb ist der älteste und immer noch populärste Wettbewerb im RoboCupJunior. Die Idee von Lund und Pagliarini[LP99] war, eine für Schülerinnen und Schüler geeignete Version der Roboterfußballwettbewerbe im RoboCup zu entwickeln. Das Spielfeld wird mit schwarzen Wänden und grauen Toren eingefasst. Ein Graustufenboden erlaubt eine grobe Lokalisation mit einfachen Infrarotsensoren. Der Ball wurde speziell für den Wettbewerb entwickelt und emittiert Infrarotlicht, welches von den Robotern detektiert werden kann. Der Wettbewerb wird in den Kategorien 1-gegen-1 und 2-gegen-2 auf Spielfeldern unterschiedlicher Größe ausgetragen. Ein Spiel dauert zwei Mal 10 Minuten.

Es ist nicht überraschend, dass die Kombination von Robotik mit der weltweit populärsten Sportart³ für Schülerinnen und Schüler höchst attraktiv ist. Der 1-gegen-1 Wettbewerb erlaubt einen einfachen Einstieg und die Konzentration auf den Bau und die Programmierung eines einzelnen Roboters. Erfahrenere Schülerinnen und Schüler steigen dann in den 2-gegen-2 Wettbewerb ein, der durch die Notwendigkeit zur Koordination des Verhaltens zweier Roboter eine durchdachtere Strategie und bessere Teamarbeit erfordert.

4 Wettbewerbserfahrungen im RoboCupJunior

RoboCupJunior-Wettbewerbe werden seit 1999 veranstaltet. Die RoboCupJunior-Weltmeisterschaften entwickelten sich von einem lokalen Ereignis mit wenigen Dutzend Teilnehmern (Stockholm 1999) zu einer echten internationalen Konkurrenz mit über 670 Teilnehmenden in 172 Teams aus 17 verschiedenen Ländern (Lissabon 2004). Die Organisation solcher Wettbewerbe erfordert die enge Zusammenarbeit vieler Personen, und die RoboCupJunior Community hat die notwendige Kompetenz und Erfahrung hierfür entwickelt. Dennoch können die Weltmeisterschaften aus organisatorischen und finanziellen Gründen nicht beliebig weiter wachsen. Da das Interesse bereits viel größer ist als wir Plätze zur Verfügung stellen können, werden in den vielen Ländern nationale Ausscheidungsturniere veranstaltet. Mehrere Nationen verbinden diese mit anderen Wissenschaftsveranstaltungen oder RoboCup-Wettbewerben wie den GermanOpen. Sämtliche Wettbewerbe werden sowohl von den Teilnehmenden als auch der Öffentlichkeit und den Medien sehr positiv angenommen. Die RoboCupJunior-Wettbewerbe haben ihre Eignung zur breiten und nachhaltigen Motivation der Studierenden bewiesen.

Literatur

- [LCA⁺05] Pedro Lima, Luis Custodio, Levent Akin, Adam Jacoff, Gerhard Kraetzschmar, Beng Kiat Ng, Oliver Obst, Thomas Röfer, Yasutake Takahashi und Changjiu Zhou. RoboCup 2004 Competitions and Symposium: A Small Kick for Robots, a Giant Score for Science. *AI Magazine*, 2005. (to appear).
- [LP99] Henrik Hautop Lund und Luigi Pagliarini. Robot Soccer with LEGO Mondstorms. In Minoru Asada und Hiroaki Kitano, Hrsg., *RoboCup-98: Robot Soccer World Cup II*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Seiten 141–152. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1999.
- [SEJ03] Elizabeth Sklar, Amy Eguchi und Jeffrey Johnson. RoboCup Junior: Learning with Educational Robotics. In *RoboCup-2002: Robot Soccer World Cup VI*, Jgg. 2752 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, Seiten 238–253. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 2003.

³Bewerksenswerterweise ist Fußball auch unter Mädchen an amerikanischen High Schools die populärste Sportart.