

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. - Raumfahrtmanagement

## **„SpaceBot Cup“**

### ***Robotik-Wettbewerb des Raumfahrtmanagements im DLR***

#### **Aufgabenbeschreibung und Teilnahmebedingungen**

Die Aufgabenstellung für die Roboter leitet sich aus einem typischen Explorationsszenario ab. Diese umfasst die Navigation und Kartenbildung, das Auffinden definierter Objekte, das Überwinden unterschiedlicher Untergründe mit verschiedenen Steigungen und Manipulationsaufgaben mit definierten Objekten. Die Robotersysteme sollen in der Lage sein, in einem ausgewählten Gelände teilautonom Objekte aufzufinden und zu identifizieren, sie abhängig von ihren Eigenschaften zu handhaben und zu transportieren um sie schließlich zu einer Gesamtheit zu montieren.

Um die Aufgaben zu bewältigen, sind die Roboter mit Fähigkeiten der Lokalisation, Navigation und Kartenbildung, Sensordatenverarbeitung, Kommunikation, Planung, Steuerung und Kontrolle auszustatten. Daneben sind sie so zu konzipieren, dass sie sich bei ändernden Umweltbedingungen sicher bewegen können.

#### **Wettbewerbsszenario und Randbedingungen**

Das Szenario des Wettbewerbs leitet sich aus einem typischen Explorationsszenario ab:

- Ein Robotersystem wurde auf einer planetaren Oberfläche abgesetzt.
- Eine grobe Karte der Umgebung um das Robotersystem liegt vor.
- Die Masse der/des abgesetzten Gerät(e) ist aufgrund der Begrenzungen durch das Transportvehikel auf 100 kg beschränkt.
- Die Selbstlokalisierung und Navigation des(r) Roboter(s) kann nur GPS-frei erfolgen.
- Die Steuerungs- und Kontrollstation des Roboters repräsentiert eine Bodenstation auf der Erde. D. h. das Betriebsteam hat keinen direkten Zugriff auf das Robotersystem und es ist von der Station aus nicht sichtbar. Der Austausch von Informationen zwischen Roboter und Station erfolgt ausschließlich über eine Telekommunikationsverbindung.
- Die Erfassung des Zustandes des(r) Roboter und der Umwelt erfolgt ausschließlich über die im System verfügbare Sensorik.
- Bei der Überwachung und Kommandierung sind die typischen Latenzen und Ausfälle der Kommunikationsstrecke zu berücksichtigen.

Folgende Randbedingungen sind für den Wettbewerb zu berücksichtigen:

- Es wird ein Startbereich vorgegeben, in dem der/die Roboter aufgestellt werden. Dieser Startbereich definiert die Landezone
- Der Zielbereich ist durch die Position eines der 3 zu findenden Objekte (Basisobjekt) definiert.

- Die Dauer eines Durchlaufs zum Absolvieren aller Aufgaben beträgt maximal 1 Stunde (inkl. der erlaubten Check-Points). Nach dieser Zeit wird der Durchlauf abgebrochen und die Gesamtzeit (ggf. zzgl. Zeitstrafen) ermittelt.
- Während eines Durchlaufs sind 3 Haltepunkte (Check-Points) von jeweils 5 Minuten erlaubt, an welchen die Teams ihre Systeme per Fernwartung überprüfen bzw. auch nachjustieren dürfen (z.B. für Systemchecks, Re-Konfigurationen, SW-Updates etc.).
- Die Durchführung der Operation erfolgt weitestgehend autonom (bis auf die Check-Points).
- Die Anzahl der Roboter ist nicht vorgeschrieben, d.h. es können Roboterteams zur Bewältigung der Aufgaben eingesetzt werden.

## Aufgaben

Die zu absolvierenden Aufgaben reflektieren typische Aufgaben und Fähigkeiten, die sowohl bei der Durchführung einer Explorationsmission als auch im Bereich terrestrischer Anwendungen wie z.B. Search & Rescue vorkommen bzw. gebraucht werden.

Es sind von dem/den Roboter(n) drei Teilaufgaben zu bewältigen. Dazu werden die Robotersysteme im Startbereich (Landezone) platziert, von wo aus sie starten:

### 1. *Auffinden und Identifizieren*

Das Auffinden und Identifizieren von 3 definierten Objekten (unterschiedliche Farben und Formen repräsentieren einen bestimmten Objekttyp). Mindestens ein Objekt ist von oben (aus der Luft) nicht sichtbar. Um diese Aufgabe zu lösen, muss das Robotersystem folgende Punkte abarbeiten können:

- Bewegen in nahezu unbekanntem Gelände. Die vorgegebene grobe Karte des abzusuchenden Geländes ist zu verfeinern. Dabei sind ggf. unterschiedliche Bodenbeschaffenheiten und Steigungen zu erkennen und zu überwinden.
- Die Positionen der 3 Objekte sind zu finden und in der Karte zu speichern.
- Der Objekttyp ist zu identifizieren (werden nach dem Durchlauf von der Jury überprüft). Der Zielbereich, der durch einen der drei Objekte (Basisobjekt) definiert ist, muss erkannt werden, um die nachfolgenden Aufgaben lösen zu können.

### 2. *Planung und Transport*

Zwei der drei Objekte sind zu greifen und zum Basisobjekt zu transportieren. Um diese Aufgabe zu lösen, muss das Robotersystem folgende Punkte abarbeiten können:

- Durchführen einer Pfadplanung. Diese erfolgt auf Basis der in Aufgabe 1 erzeugten Karte und der darin vermerkten Objektpositionen verbunden mit Objekttypen.
- Verschiedene Untergründe und Steigungen sind zu erkennen und zu überwinden.
- Die Handhabung der Objekte erfolgt abhängig vom Ergebnis der Objektidentifikation.
- Transport der Objekte zum Basisobjekt.

### 3. *Montage und Hinderniserkennung*

Die 3 Objekte sind zu einer Gesamtheit zu montieren und müssen anschließend zur Landezone zurückkehren. In dem bereits erkundeten Terrain werden für den Rückweg zur Landezone Hindernisse in den Weg gelegt. Um diese Aufgabe zu lösen, muss das Robotersystem folgende Punkte abarbeiten können:

- Die zwei transportierten Objekte müssen an das Basisobjekt montiert werden.
- Zum Nachweis der erfolgreichen Montage wird ein Taster betätigt, womit der Nachweis der erfolgreichen Montage erbracht wird.

- Der Roboter kehrt zu seiner Ausgangsposition zurück, wobei der Rückweg durch ein vorher nicht vorhandenes Hindernis versperrt ist.

### **Punktesystem/Bewertung der Aufgaben**

Eine unabhängige Jury bewertet die Teams bei der Durchführung der Aufgaben auf der Basis einer Zeitmessung. Am Ende eines Durchlaufs wird die Gesamtzeit ermittelt. Das Robotersystem (bestehend aus einem oder mehreren Robotern), welches insgesamt am wenigsten Zeit benötigt, geht als Sieger aus dem Wettbewerb hervor.

- Es gibt eine maximale Zeitvorgabe von 1 Stunde. Nach Ablauf dieser Zeit wird der Durchlauf abgebrochen und die Gesamtzeit ermittelt.
- Für jede nicht erfüllte bzw. nicht korrekt durchgeführte Aufgabe gibt es Zeitstrafen.
- Ebenso gibt es Zeitstrafen für jeden zusätzlich eingeführten Check-Point, an welchen die Teams ihre Systeme per Fernwartung „nachjustieren“.
- Die Verweildauer von mehr als 5 Minuten an erlaubten Checkpoints führt zu Zeitstrafen.
- Das Verlassen des markierten Areals führt zu Zeitstrafen.
- Der Autonomiegrad geht wesentlich in die Bewertung ein. Je weniger Interventionen durch das Betriebsteam benötigt werden, wird ein desto höherer Zeitbonus gewährt.
- Unerlaubte Kontakte des Teilnehmerteams mit seinem System führen zur Disqualifikation.

### **Bewerbung zur Teilnahme und Auswahlverfahren**

Teilnehmen können Teams aus Hochschulen, Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen sowie kleine und mittlere Unternehmen (KMU gemäß der Definition im EU-Gemeinschaftsrahmen), die ihren Sitz in Deutschland haben.

Bewerbungen für den Wettbewerb können bis zum 30.11.2012 beim Raumfahrtmanagement im DLR durch Vorlage einer Projektskizze zur Lösung der Aufgabe eingereicht werden.

Die Projektskizzen müssen in deutscher Sprache abgefasst werden und dürfen nicht mehr als 4 DIN-A4-Seiten umfassen. Die Schriftgröße muss Arial 11 und der Zeilenabstand einzeilig sein. Die Seitenränder müssen 2 cm betragen.

Die Skizzen müssen ein fachlich beurteilbares Konzept beinhalten. Die Gliederung der Skizzen sollte die im Folgenden genannten Abschnitte umfassen und auf die jeweils aufgeführten Themen eingehen:

1. Überblick über das Projekt (technische Zielsetzung, Transfermöglichkeiten)
2. Vorstellung des Teams incl. evtl. beteiligter Partner
3. Darstellung der technischen Lösung (Robotersysteme, Teilsysteme, genereller Lösungsansatz zur Zielerreichung, etc.)
4. Arbeitsprogramm mit Zeitplan bis zum Wettbewerbstag
5. Finanzplanung mit den voraussichtlichen Ausgaben/Kosten

Auf der Basis der Skizzen werden die acht innovativsten Vorschläge ausgewählt und zum Wettbewerb zugelassen. Die Bewertungskriterien sind:

- Technische Lösung (d.h. Lokomotions- und Navigationsfähigkeiten, Interaktionsfähigkeiten mit Objekten in der Umgebung, sowie Autonomiegrad und Robustheit)
- Erwarteter Beitrag des Gesamtkonzepts zur Umsetzung zukünftiger autonomer robotischer Explorationsmissionen
- Transfermöglichkeiten in terrestrische Bereiche (Spin-Offs) sowie umgekehrt auch die Nutzung terrestrischer Technologie für Raumfahrtapplikationen (Spin-Ins)
- Technologische Reife des Systems bzw. Angemessenheit des Aufwands

Das Auswahlresultat wird den Interessenten schriftlich mitgeteilt. Zudem erhalten sie Auskunft über den weiteren Wettbewerbszeitplan, zum Austragungsort und der zu handhabenden Objekte. Eine Woche vor dem Austragungstag des Wettbewerbs erhalten die Teams eine grobe Beschreibung/Karte des Geländes.

Der Wettbewerb wird nur durchgeführt, wenn sich mindestens 4 Teams qualifizieren. Die ausgewählten Teams können für die Aufwendungen zur Vorbereitung des Wettbewerbs eine finanzielle Unterstützung bis zu 50.000,- € vom Raumfahrtmanagement des DLR erhalten.