
Robotaxi - Pflichtenheft

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Angaben	1
Zweck des Dokumentes	2
Vorwort	2
Einleitung	2
Terminologie	2
Anforderungen	3
Gemeinsamer Teil: Interne Karte und Integration	3
Teilprojekt: Steuerung des Roboters	4
Teilprojekt: Erkennung von Verkehrsschildern	4
Teilprojekt: Erfassung des Strassennetzes	5
Abgrenzungen	5
Randbedingungen	6
Termine	6
Beurteilung	6
Gemeinsamer Teil	7
Teilprojekte	7

Allgemeine Angaben

Tabelle 1. Allgemeine Angaben

Datum:	19. November 2004
Version:	1.0
Status:	Fertig
Diplomanden:	Frédéric Bächler, Ronny Stauffer, Michael Perrig
Betreuer:	Dr. E. Badertscher, Dr. J. Caillot , M. Dürig
Experte:	Dr. F. Flückiger

Tabelle 2. Änderungskontrolle

Version	Datum	Name	Bemerkung
0.1	27. Mai 2004	Frédéric Bächler	erster Entwurf
0.2	6. Juli 2004	Frédéric Bächler	Erweiterungen
0.3	8. Juli 2004	Ronny Stauffer, Michael Perrig	Korrekturen
0.4	13. Juli 2004	Frédéric Bächler, Ronny Stauffer, Michael Perrig	Korrekturen
1.0	19. November 2004	Frédéric Bächler, Ronny Stauffer, Michael Perrig	Korrekturen

Tabelle 3. Prüfung / Genehmigung

Version	Datum	Stelle / Name	Unterschrift(en)	Bemerkungen
1.0		Experte: Dr. F. Flückiger		
1.0		Betreuer: Dr. E. Badertscher, Dr. J. Caillot, M. Dürig		
1.0		Diplomanden: Frédéric Bächler, Ronny Stauffer, Michael Perrig		

Zweck des Dokumentes

Dieses Pflichtenheft beschreibt die Zielsetzung und die Rahmenbedingungen der Diplomarbeiten:

- Robotaxi-Projekt: Steuerung des Roboters (Diplomand: Michael Perrig)
- Robotaxi-Projekt: Erkennung von Verkehrsschildern (Diplomand: Frédéric Bächler)
- Robotaxi-Projekt: Erfassung des Strassennetzes (Diplomand: Ronny Stauffer)

Vorwort

In der Aufgabenstellung jeder Diplomarbeit ist die Bedingung hinsichtlich einer Zusammenarbeit aufgeführt. Die Ergebnisse drei Diplomarbeiten sowie ein gemeinsamer Teil, welcher von allen drei Diplomanden gemeinsam erarbeitet wird, werden im Verlaufe der Arbeit zu einem Produkt zusammengeführt. Aus diesem Grund wird die Arbeit "Robotaxi" im Folgenden als Projekt und die drei Diplomarbeiten als Teilprojekte betrachtet. Jedes Teilprojekt ist einem Diplomanden zugeteilt.

Einleitung

"Robotaxi" ist ein Roboterprojekt. Ein Roboter navigiert in einer abgegrenzten Umgebung mit den Bildinformationen, die er von einer Kamera erhält. Die Umgebung stellt ein Strassennetz dar. Der Roboter soll das Strassennetz entdecken und eine interne Karte erstellen können, welche ihm anschliessend die Orientierung und Navigation erlaubt. Der Roboter soll ausserdem in der Lage sein, Fahraufträge anzunehmen und auszuführen.

Die Arbeit „Robotaxi“ gliedert sich in zwei Teile:

Einen Experimentellen Teil, im Rahmen dessen mögliche Verfahren zur Verarbeitung der Bildinformationen und zur Steuerung des Roboters untersucht und protokolliert werden und die Implementation eines Prototyps, in welchen die aus den Experimenten gesammelte Erfahrungen einflüssen.

Terminologie

Tabelle 4. Terminologie

Begriff	Bedeutung
Strassennetz	Menge von Strassen, konstruiert mit Hilfe von Abgrenzungselementen (Seitenwände, Grundplatte, verschiebbare Bauelemente), ergänzt durch Signale.
Welt	ein begrenztes Strassennetz
Robotaxi	Roboter inklusive Kameramodul
interne Karte	Datenstruktur zur Repräsentation der Welt
Verkehrssignal	Objekt mit Verkehrsverhaltensinformationen im Strassennetz
Ortsmarkierung	Objekt welches an einem bestimmten Ort in der Welt positioniert ist. Dadurch wird der Ort identifizierbar.
Signal	ein Verkehrssignal oder eine Ortsmarkierung
Fahrauftrag	ein Befehl an das Robotaxi, eine bestimmte Ortsmarkierung anzufahren

Anforderungen

Aus der Aufgabestellungen der Diplomarbeiten ergeben sich folgende Anforderungen an den Prototyp:

- Das Robotaxi muss autonom die Welt erkunden.
- Die bei der Fahrt des Robotaxis gesammelten Daten werden in der interne Karte abgespeichert.
- Nachdem die ganze Welt genügend erkundet ist, nimmt das Robotaxi Fahraufträge entgegen und führt diese aus.

Aus den abstrakten Anforderungen an den Prototyp ergeben sich folgende Anforderungen an die Komponenten, welche im Rahmen der gemeinsamen Arbeit und der drei Teilprojekte erarbeitet werden:

Gemeinsamer Teil: Interne Karte und Integration

Nicht funktionale Anforderungen

Muss-Kriterien

- Definition einer Datenstruktur zur Repräsentation der internen Karte
- Definition der Schnittstellen zu den Komponenten der Teilprojekte

Funktionale Anforderungen

Muss-Kriterien

- Implementation der vorgängig definierten Datenstruktur zur Repräsentation der internen Karte

- Implementation der vorgängig definierten Schnittstellen
- Bestimmung der Position des Robotaxis im Strassennetz anhand der erhaltenen Informationen der anderen Komponenten; Integration der Positionsdaten in die interne Karte
- Integration aller Komponenten zu einem Produkt

Teilprojekt: Steuerung des Roboters

Funktionale Anforderungen

Muss-Kriterien

- kollisionsarme Bewegung des Robotaxis im Strassennetz (möglichst wenige Kollisionen mit den Abgrenzungselementen)
- Entgegennahme und Abarbeitung der Fahraufträge gemäss einer Strategie
- Navigation anhand der internen Karte und der Position des Robotaxis
- Implementation der Schnittstelle zur internen Karte
- fortlaufende Aufbereitung und Integration der von den Sensoren (Geschwindigkeit der Motoren, Abstand zu den Wänden) erhaltenen Informationen in die interne Karte
- Anwenden einer Erkundungstaktik zum Finden von Zielen in noch unbekannter Umgebung

Wunsch-Kriterien

- optimierte Abarbeitung der Fahraufträge hinsichtlich noch zu definierenden Parametern (schnellster Weg, kürzester Weg, Aufträge nicht streng sequentiell nacheinander ausführen)

Teilprojekt: Erkennung von Verkehrsschildern

Nicht funktionale Anforderungen

Muss-Kriterien

- Definition der 2-D Verkehrssignale: "Durchfahrt Verboten" und "Einbahnstrasse"
- Definition der Ortsmarkierungen in 2-D oder 3-D
- Ermitteln der geeigneten Positionierung der Signale in der Welt
- Entwicklung von Verfahren zur Erkennung von Signalen und Bestimmung der Distanz Robotaxi - Signal

Funktionale Anforderungen

Muss-Kriterien

- Erkennen von Signalen während der Fahrt des Robotaxis
- Ermitteln der Distanz Robotaxi - Signal
- Implementation der Schnittstelle zur internen Karte
- fortlaufende Aufbereitung und Integration der Daten in die interne Karte
- Generieren von Wahrscheinlichkeitsinformation während der Erkennung von Signalen

Diese Information soll beschreiben, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Signal korrekt erkannt wurde. Mittels dieser Information kann die Steuerung des Robotaxis die Qualität der Signalinformation beurteilen und gegebenenfalls die Bewegung des Robotaxis anpassen.

Teilprojekt: Erfassung des Strassennetzes

Nicht funktionale Anforderungen

Muss-Kriterien

- Ermitteln von geeigneten Eigenschaften der Welt (Farbe der Abgrenzungselemente, möglicherweise Hervorhebung von Kanten als Hilfestellung)
- Entwicklung von Verfahren zur Erfassung der Geometrie (Topologie und Dimensionen) des Strassennetzes

Funktionale Anforderungen

Muss-Kriterien

- Erfassung der Geometrie (Topologie und Dimensionen) des Strassennetzes während der Fahrt des Robotaxis
- Implementation der Schnittstelle zur internen Karte
- fortlaufende Aufbereitung und Integration der Daten in die interne Karte
- Generieren von Wahrscheinlichkeitsinformation während der Erfassung des Strassennetzes

Diese Information soll beschreiben, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Geometrie korrekt erfasst wurde. Mittels dieser Information kann die Steuerung des Robotaxis die Qualität der Informationen beurteilen und gegebenenfalls die Bewegung des Robotaxis anpassen.

Abgrenzungen

Tabelle 5. Abgrenzungen

betreffend	Abgrenzung
Signale	Die Signale können nur erkannt werden, wenn sie nicht verdeckt sind.
Welt	Die Welt ist fix und rechtwinklig.
Strassennetz	Mit den Abgrenzungselemente werden nur rechtwinklige Strassennetze gebildet.
Typ des Roboters	Es wird nur der Khepera Roboter verwendet.
Anzahl der Roboter	Es wird sich nur ein Roboter in der Welt befinden.

Randbedingungen

In diesem Abschnitt sind alle Bedingungen aufgeführt, welche nicht als primäre Anforderungen zu sehen sind, jedoch bei der Entwicklung des Systems berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 6. Randbedingungen

betreffend	Bemerkungen
Roboterhardware	Es wird ein Khepera Roboter mit dazugehörigem Kameramodul verwendet.
Framegrabber	Es wird ein Framegrabber des Herstellers Leutron Vision verwendet.
Arbeitsplatz	Ein Arbeitsplatz wird von der HTI zur Verfügung gestellt.
Startpunkt des Roboters	Der Startpunkt des Roboters ist bekannt und befindet sich in einer Ecke der Welt.
Strassenbreite	Die Breite der Strassen beträgt ca. 18 cm.

Termine

Abschluss des Projektes (zugleich Abgabe der Diplomarbeiten):

11. Januar 2004, 18:00 Uhr

Die weitere Zeitplanung inklusive der Definition weiterer Meilensteine ist dem Projekthandbuch zu entnehmen.

Beurteilung

Die Bewertung der einzelnen Arbeitsschritte ist unterschiedlich gewichtet. Es werden Gewichtungen von 1 bis und mit 5 vergesehen. Die Schluss-Note der Diplomarbeit jedes Diplomanden wird sich aus der Note für den gemeinsamen Teil und der Bewertung für das entsprechende Teilprojekt zusammensetzen.

Die Summe aller Gewichtungen mit welchen die Arbeitsschritte jedes Diplomanden bewertet werden beträgt 57. Daraus abgeleitet ergibt sich folgender Notenschlüssel:

Note = Summe aller (Noten x Gewichtung) / 57

Der Beurteilung des gemeinsamen Teils und eines einzelnen Teilprojektes unterscheidet sich im Punkt "Durchführung". Da im gemeinsamen Teil die "Arbeits und Zeitplanung" eine sehr wichtige Rolle spielt,

wird er mit der maximalen Gewichtung bewertet.

Gemeinsamer Teil

Tabelle 7. Beurteilung des gemeinsamen Teils

Kategorie	Arbeitsschritt	Gewicht
Vorbereitungsphase	Aufbau und Vollständigkeit des Pflichtenheftes und Projekthandbuch	3
Durchführung	Arbeits und Zeitplanung	5
	Kreativität, Initiative, Selbständigkeit	3
	Wahl und Anwendung der (Entwurfs-)Methodik	2
	Implementation, Robustheit, Programmierstil	3
	Systemtest (Verfahren, Durchführung, Bericht)	3
	Kommunikation mit dem Experten und Betreuer	1
Ergebnis	Übereinstimmung Endprodukt/Pflichtenheft	5
	Allgemeiner Eindruck aus der Besichtigung	1
Dokumentation	Inhalt korrekt, vollständig, verständlich	3
	Sprache, Stil, Übersichtlichkeit	1
	Klare, aussagekräftige Zusammenfassung	1

Teilprojekte

Tabelle 8. Beurteilung der Teilprojekte

Kategorie	Arbeitsschritt	Gewicht
Durchführung	Arbeits und Zeitplanung	3
	Kreativität, Initiative, Selbständigkeit	3
	Wahl und Anwendung der (Entwurfs-)Methodik	2
	Implementation, Robustheit, Programmierstil	3
	Systemtest (Verfahren, Durchführung, Bericht)	3
	Kommunikation mit dem Experten und Betreuer	1
Ergebnis	Übereinstimmung Endprodukt/Pflichtenheft	5
	Allgemeiner Eindruck aus der Besichtigung	1
Dokumentation	Inhalt korrekt, vollständig, verständlich	3
	Sprache, Stil, Übersichtlichkeit	1
	Klare, aussagekräftige Zusammenfassung	1