

Spatio-Semantic Modelling of Indoor Environments for Indoor Navigation

Zusammenfassung

Navigationsdienste im Freien sind seit vielen Jahren etabliert. Mobile Geräte unterstützen uns wie selbstverständlich bei der Wegeplanung und stellen personalisierte Informationen über unseren aktuellen Standort bereit. Diese Entwicklung ist vor allem Lokalisierungstechnologien auf Basis von GPS sowie der flächendeckenden Bereitstellung von Geoinformationen über navigierbare Straßen und Wege zu verdanken. Navigationssysteme für Personen oder Fahrzeuge im Innenraum sind hingegen nicht so weit verbreitet. Als Hauptursache wird vielfach die Nichtverfügbarkeit von GPS in Gebäuden angeführt. Ebenso wichtig ist jedoch ein standardisiertes Modell des Innenraums, das reichhaltige, vollständige und genaue Geoinformationen über den navigierbaren Raum bereitstellt, um so die vielfältigen Herausforderungen an die Innenraumnavigation auf dem Gebiet der Lokalisierung, Wegeplanung und -leitung, sowie Nachverfolgung von Objekten zu adressieren.

Die Arbeit stellt ein *räumlich-semantisches Modell für den Innenraum* vor, das diesen Bedarf decken soll. Auf Grundlage einer umfassenden Studie verwandter Arbeiten werden die vielfältigen und unterschiedlichen Anforderungen an ein Innenraummodell zum Zwecke der Navigation herausgearbeitet. Während bestehende Ansätze die Modellkomplexität oftmals a priori einschränken, besteht ein wesentliches Forschungsziel in der Definition eines generischen Rahmenwerks, das den Anforderungen genügt. Vor diesem Hintergrund wird ein Innenraummodell entwickelt, das die Integration und gemeinsame Betrachtung alternativer Raummodelle für unterschiedliche Fortbewegungsarten wie beispielsweise Laufen, Fahren oder Fliegen ermöglicht. Der Begriff des Innenraums geht jedoch über den gebauten Raum hinaus und umfasst auch logische und physikalische Räume wie Sicherheitszonen oder Sensorräume zur Abbildung der diversen Lokalisierungstechnologien in Gebäuden. So erlaubt das Modell die Ad-hoc-Auswahl und Kombination der verfügbaren und vom mobilen Endgerät des Nutzers unterstützten Lokalisierungsarten sowie der navigierbaren Räume, die den globalen und nutzerbezogenen Navigationsbeschränkungen entsprechen.

Ein wesentlicher Beitrag der Arbeit besteht in der korrekten, widerspruchsfreien und vollständigen mathematischen Formalisierung des Innenraummodells. Dies umfasst die zwei- bzw. dreidimensionale, geometrisch-topologische Repräsentation des Innenraums und deren konsistente Überführung in einen Navigationsgraphen mittels der Poincaré-Dualität. Weiterhin wird eine neuartige Space Layer Algebra zur Kombination alternativer Raummodelle entwickelt. Schließlich entwirft die Arbeit ein formales konzeptuelles Datenmodell in Übereinstimmung mit der ISO 19100 Normenreihe, wodurch Navigations- und standortbezogene Dienste im Innenraum auf Basis des entwickelten Innenraummodells sowie offener Standards realisiert werden können.

Das Ergebnis dieser Arbeit ist ein generisches, flexibles und kontextbezogenes Rahmenwerk für die Modellierung von Innenräumen, das die sich ergänzenden Navigationsaufgaben der Lokalisierung, Wegeplanung und -leitung, sowie Nachverfolgung von Objekten unterstützt. Die Definition des Innenraums auf konzeptueller, mathematischer und Datenaustauschebene erweitert und erklärt alternative Ansätze der Innenraummodellierung. Die Ergebnisse der Arbeit bilden derzeit den Kern der internationalen Standardisierungsaktivität zu IndoorGML im Open Geospatial Consortium.