

**Theresa Meyer**

## **Änderungsdetektion durch Analyse von Bildsequenzen und BIM-konformen Innenraummodellen**

Methoden zur automatisierten Erfassung und Rekonstruktion von Gebäudeinnenbereichen gehören zu aktuellen Forschungsfragen der Informatik und Geodäsie. Es wächst der Bedarf nach effizienten Verfahren, die speziell auf die Dokumentation von Innenraumszenen, zumeist im Kontext von Building Information Modeling (BIM) und automatischer Baufortschrittskontrolle ausgelegt sind. Das Aufkommen mobiler Indoor Mapping Systeme wie Trolleys und Backpacks haben die geometrische und radiometrische Innenraumerfassung in Form von 3D-Punktwolken und Panoramen in den letzten Jahren stark vorangerieben. Eingeschränkte Aufnahmeperspektiven und Schleifenschluss-Bedingungen sowie die Erfordernis von geodätischen Referenzpunkten schränken jedoch die Anwendbarkeit solcher Produkte für z. B. Baustellen und Industrieanlagen ein.

Mit Hilfe von performanten Verfahren der digitalen Photogrammetrie und Computer Vision ermöglichen mobile Kamera- und Multikamerasysteme eine Messdatengewinnung in hoher geometrischer und radiometrischer Auflösung, bei kurzen Aufnahmezeiten und unter Einhaltung ingenieurgeodätischer Genauigkeitsanforderungen. Insbesondere haben Neuentwicklungen im Bereich der UAV-Technologie dazu beigetragen, deren Einsatz als flexible Sensorplattformen auch auf Indoor-Anwendungen auszuweiten. Gleichzeitig stellen begrenzte Bewegungsräume, texturarme Oberflächen und fehlende Möglichkeiten der direkten Georeferenzierung im Gebäudeinneren eine Erschwernis für die automatische und exakte Systemorientierung und 3D-Szenenrekonstruktion aus 2D-Bilddaten dar. Dabei kann jedoch die Tatsache genutzt werden, dass häufig bereits umfangreiches Modellwissen in Form von detailreichen Planungs- oder as-built-BIM-Modellen vorliegt – die Aufnahme demnach in einer weitgehend bekannten Umgebung erfolgt. Um die geometrischen, semantischen und topologischen Eigenschaften von im Messbild sichtbaren BIM-Objekten für die Sensororientierung und Veränderungsdetektion nutzen zu können, ist ein Matching zwischen Kamerabild und BIM-Modell erforderlich.

Ziel dieser Arbeit ist es eine Matching-Strategie für die Ko-Registrierung von Bildsequenzen mit BIM-konformen Innenraummodellen zu entwickeln. Insbesondere sollen hinterlegte Objekteigenschaften und bauteilspezifische Integritätsbedingungen dafür genutzt werden BIM-Objekte in Bilddaten zu identifizieren, ausreichend Korrespondenzen für die Ko-Registrierung aufzudecken und infolgedessen Veränderungen zwischen Bestandsmodell und tatsächlichem Zustand vor Ort zu detektieren. Dafür wird die Orientierung überlappender Bildserien im Modell durch eine Korrespondenzanalyse (z. B. unter Verwendung einer Geometric Hashing Variante) und SfM geschätzt. Dieser Schritt sowie die anschließende 3D-Szenenrekonstruktion werden durch semantische Bildsegmentierung (z. B. mittels Deep Learning) gestützt. Die Verwendung von Vorkenntnissen über Gebäude- und Objektstrukturen kann den Suchraum und damit Übereinstimmungsmehrdeutigkeiten verringern, die häufig durch sich wiederholende und symmetrische Szenenelemente entstehen. Bei dem regelbasierten Ansatz erfolgt eine Plausibilitätsprüfung durch invariante, globale Kontextinformationen. Das geometrische und semantische Vorwissen wird genutzt, um in einer Objekt-basierten Analyse Veränderungen zu detektieren. Schließlich sollen metrische Toleranzen durch eine Genauigkeitsoptimierung sichergestellt werden, indem Unsicherheiten berücksichtigt und stets redundante Beobachtungen ausgewertet werden.

Es werden Erkenntnisse darüber erwartet unter welchen Aufnahmebedingungen die neue Methode anwendbar ist, welche Anforderungen an das zugrundeliegende Innenraummodell hinsichtlich der Detailtiefe und geometrischer Korrektheit gestellt werden und welche Orientierungs- und Rekonstruktionsgenauigkeiten zu erreichen sind.