



VITRO – Vision Testing for Robustness

WIE ROBUST IST IHRE BILDVERARBEITUNG?

PROBLEMSTELLUNG

Bildverarbeitungs-Algorithmen sind mit einer großen Vielfalt von Aspekten konfrontiert, welche ihr korrektes Arbeiten behindern können, z.B. Schatten, Spiegelungen, geringe Kontraste oder Verdeckungen von Objekten. Üblicherweise verwendet man daher eine große Anzahl an aufgenommenen Testbildern, um möglichst viele dieser „Kritikalitäten“ zu enthalten. Dieser Ansatz birgt jedoch einige Probleme:

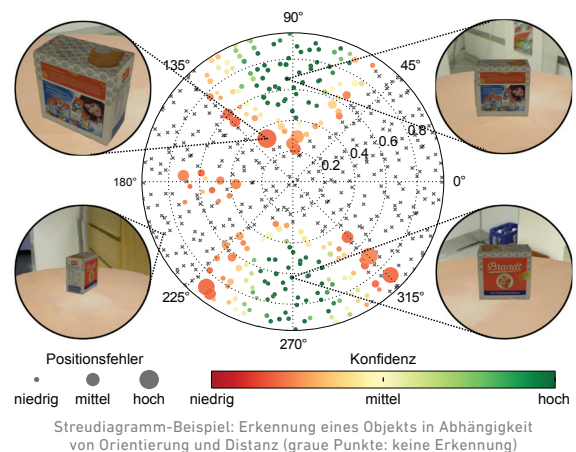
- Selbst sehr umfangreiche, real aufgenommene Testdaten garantieren nicht, dass alle für die Zielanwendung relevanten Kritikalitäten enthalten sind. Dieser Ansatz ist daher für eine Zertifizierung unzureichend.
- Die Gewinnung der Testdaten selbst ist aufwändig und teuer, und viele Situationen können aus Sicherheits- oder Aufwandsgründen nicht real nachgestellt werden.
- Die für die Beurteilung des Testausgangs notwendigen erwarteten Ergebnisse („Ground Truth“ oder GT genannt, einige Beispiele sind unten zu sehen) müssen manuell erstellt werden. Dies ist wiederum sehr zeitaufwändig und fehleranfällig.

Zwar stehen heute einige Testdatensätze öffentlich zur Verfügung, diese sind oft jedoch nicht speziell auf eine bestimmte Anwendung ausgerichtet. Sie lassen daher nur bedingt Schlüsse auf die Robustheit des getesteten Bildverarbeitungsverfahrens für die gewünschte Anwendung zu. Insgesamt stellt die Verwendung realer Testdaten also eine unbefriedigende Lösung dar.

LÖSUNG

Mit VITRO erhalten Sie einen für ihre Anwendung perfekt zugeschnittenen Testdatensatz mit maximaler Aussagekraft über die Robustheit ihres Systems. Die Daten sind aus Modellen generiert und daher in sich konsistent und exakt auswertbar.

Das „Domänenmodell“ einer bestimmten Anwendung enthält sowohl dessen Anforderungen als auch aus einem umfangreichen Katalog ausgewählte Kritikalitäten, welche in der Anwendung vorkommen können. Testdaten werden so generiert, dass alle typischen Szenen und Kritikalitäten enthalten sind, wobei Redundanzen möglichst vermieden werden. Für systematische Evaluierungen können detaillierte Datensätze erzeugt werden, wie im folgenden Beispiel:



Obere Reihe: Testbild, untere Reihe: Ground Truth:



Distanz

optischer Fluss

Segmentierung

WIE PROFITIEREN SIE VON VITRO?

- Belegbare Abdeckung typischer Szenen und Kritikalitäten
- Automatische Testdatengenerierung und Testevaluierung
- Aufwand für Aufnahme realer Testdaten stark reduziert
- Keine manuelle Erstellung der Sollergebnisse (GT) nötig
- Testen gefährlicher Situationen ohne Risiko möglich
- Einsetzbarkeit bereits während der Entwicklung
- Unterstützung lernender Bildverarbeitungsverfahren
- Ergebnisse für zukünftige Zertifizierung verwendbar

VITRO - Vision Testing for Robustness

WIE ROBUST IST IHRE BILDVERARBEITUNG?

TECHNOLOGIE

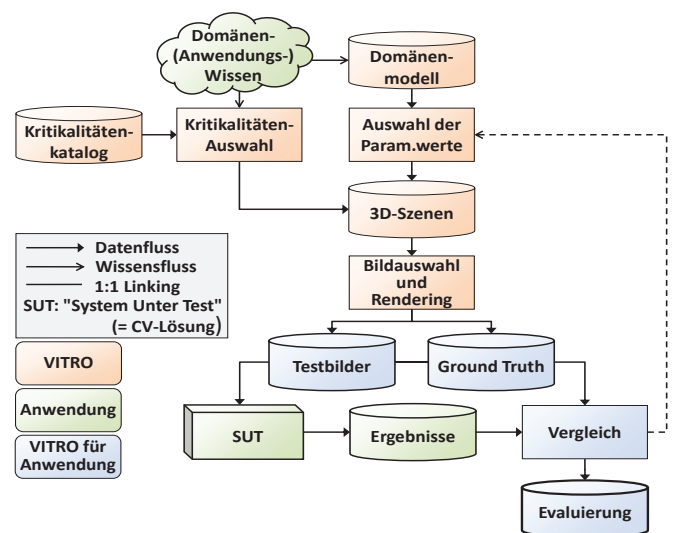
Modellierung. Das „Domänenmodell“ beschreibt die Objekte (Geometrie, Oberfläche u.s.w.) welche in dargestellten Szenen vorkommen, sowie ihre durch die Anwendung vorgegebenen Beziehungen und Einschränkungen (z.B. Größe oder Orientierung). Zusätzlich enthält es Informationen über Hintergrund, Beleuchtung, klimatische Bedingungen und die Kameras. Für bestimmte Objektfamilien wie Wolken stehen Generatoren zur Verfügung oder werden entwickelt.

Kritikalitäten. Es steht ein Katalog mit mehr als tausend Einträgen zur Verfügung. Er wurde durch Anpassung des Risikoanalyseverfahrens HAZOP (Hazard and Operability Study) an die Computer Vision (CV) erstellt. Dabei wurden Lichtquellen, Medien (z.B. Luft, Regen), Objekte und deren Wechselwirkungen, sowie Kameraeffekte berücksichtigt. Für Kameras werden Artefakte der Optik (z.B. Aberration), des Sensors (z.B. thermisches Rauschen) sowie der Software (z.B. Datenreduktion) berücksichtigt. Wird eine gegebene Anwendung getestet, müssen nur noch die relevanten Einträge ausgewählt werden.

Szenengenerierung. Die im Domänenmodell definierten Parameter wie Objektpositionen oder Stärke von Lichtquellen spannen einen Parameterraum auf. Dieser wird mit „geringer geometrischer Diskrepanz“ abgetastet, welche mit möglichst wenigen Punkten eine optimale Abdeckung erlaubt. Damit werden für die Anwendung typische Szenen generiert. Kritikalitäten werden als zusätzliche Einschränkungen eingebracht bzw. ihr Vorkommen in generierten Szenen überprüft. Für die Erstellung von Kennlinien können spezifische Szenarien erzeugt werden.

Testdatenauswahl und Generierung. Der vorige Schritt kann redundante Testbilder erzeugen, welche sich zu wenig vom Rest unterscheiden. Daher werden Testbildkandidaten mit aus den zugehörigen Szenen abgeleiteten Eigenschaften charakterisiert, etwa Anteil der Sichtbarkeit bestimmter Objekte. Mit diesen Eigenschaften werden Kandidaten gruppiert und Repräsentanten ausgewählt. Für jene werden schließlich die Testbilder gerendert und deren GT erzeugt.

Anwendung. Erzeugte Testdaten können auf bereits entwickelte CV-Verfahren angewandt und so deren Robustheit für die modellierte Anwendung bestimmt werden. VITRO kann aber auch schon während der Entwicklung genutzt werden (z.B. Test-driven Development). Dazu werden zunächst einfache Szenen erzeugt. Werden diese gut gehandhabt, folgen iterativ schwierigere Testfälle. Schließlich können auch adaptive bzw. lernende Verfahren trainiert und getestet werden.



VITRO – schematischer Anwendungsablauf

KONTAKT

AIT Austrian Institute of Technology
Safety & Security Department
Donau-City-Straße 1, 1220 Wien | Austria

DR. WOLFGANG HERZNER

Safe and Autonomous Systems
Phone: +43(0) 50550 - 4231
Mobil: +43(0) 664 620 7705
E-mail: wolfgang.herzner@ait.ac.at
Web: <http://www.ait.ac.at/v&v>

DR. HANS JÖRG OTTO

Business Development
Mobil: +43(0) 664 620 1755
E-mail: hans-joerg.otto@ait.ac.at
Web: <http://www.ait.ac.at/v&v>