

Steckbrief (Daten Verfahren)	
Bezeichnung	Detektion von Fahrrichtungspfeilen aus Luftbild-Rasterdaten über einen Mustererkennungsprozess
Kategorie	Datengewinnungsverfahren
Projektkontext	bergisch.smart_mobility , Teilprojekt 3 KI-basiertes Traffic Management und kooperative digitale Kartenservices
Förderung	NRW-Landesprogramm „Modellkommune Digitalisierung“
Ausgangsdaten	<ul style="list-style-type: none"> - stadtgebietsweites True Orthophoto mit hoher Auflösung (mindestens 5 cm) und RGB-Farbkanälen mit jeweils 8 Bit (Wertebereich: 0 bis 255) - alternativ kann auch ein einfaches Orthofoto mit hoher Auflösung verwendet werden - zur Minimierung der Berechnungsdauer und Vermeidung von Fehldetektionen bietet sich die Hinzunahme von Daten an, welche den Bereich der Straßenflächen im True Orthophoto liefern (z. B. die tatsächliche Nutzung aus dem Liegenschaftskataster)
Werkzeuge	Feature Manipulation Engine (Safe Software Inc.)
Algorithmus (Kurzbeschreibung)	<p>0. Optionale Datenreduktion durch Raster-Vektor-Verschneidung: Da Fahrrichtungspfeile nur auf Verkehrsflächen detektiert werden sollen, können z. B. Wald- und Gebäudeflächen vernachlässigt werden. Die Luftbild-Rasterdaten können daher, z. B. mithilfe der Informationen zur tatsächlichen Nutzung aus dem Liegenschaftskataster, durch einen Verschneidungsprozess von diesen unerwünschten Flächen bereinigt werden.</p> <p>1. Analyse der Pixelfarbwerte in Luftbild-Rasterdaten: Die Pixel, welche einen RGB-Farbwert von jeweils größer 180 besitzen, werden weiterverarbeitet. Dieser Schwellwert ist abhängig vom Ausgangsmaterial, wobei optisch helle Flächen selektiert werden sollen.</p> <p>2. Aggregation von Pixeln: Die verbleibenden und räumlich zusammenhängenden Pixel werden in Polygone überführt, sodass diese Polygone die helleren Stellen der Luftbild-Rasterdaten repräsentieren.</p> <p>3. Vergleich der Polygone mit „Modell-Pfeilen“: Entsprechend der StVO Anlage 2 bzw. der Richtlinie für die Markierung von Straßen (RMS) besitzen Fahrrichtungspfeile eine definierte Ausdehnung auf der Straßenoberfläche (Modell-Pfeile). Die Polygonflächen werden mit den Modell-Pfeilen verglichen, dazu werden sowohl Längen- als auch Flächenangaben verwendet. An dieser Stelle sind erneut Schwellwerte zu wählen, da sich die verschiedenen Fahrrichtungspfeiltypen in ihren Ausdehnungen unterscheiden.</p> <p>Es verbleiben die Polygone, welche die Lage der detektierten Fahrrichtungspfeile im Luftbild-Rasterdatensatz beschreiben.</p>

Steckbrief (Daten Verfahren)	
Bezeichnung	Detektion von Fahrrichtungspfeilen aus Luftbild-Rasterdaten über einen Mustererkennungsprozess
Nutzungspotenzial	<ul style="list-style-type: none"> - Detektion und geometrische Bestimmung (Typ Position Ausrichtung Kontur) von Fahrrichtungspfeilen im Zuge des datenseitigen Aufbaus eines Verkehrszeichenkatasters (Übertragung des Verfahrensansatzes auf die Detektion und geometrische Bestimmung anderer bodengleicher Verkehrszeichen erscheint möglich) - Aufbau eines digitalen urbanen Zwillings der Verkehrsinfrastruktur - Training von Modellen und Algorithmen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) zur Detektion von Fahrrichtungspfeilen in Luftbildern
Schwachpunkte und Fehlerquellen	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrrichtungspfeile können im Luftbild z. B. durch Kraftfahrzeuge oder Vegetation verdeckt sein, sodass sie nicht detektiert werden können - Fahrrichtungspfeile können durch Schattenwurf unkenntlich gemacht werden, sodass sie nicht detektiert werden können - optischer Kontrast (Farbwert der Pixel) zwischen dem Fahrrichtungspfeil und dem umgebenden Straßenbelag sollte hoch sein; abgenutzte Markierungen können zu Fehldetektionen führen - bei Ersatz des True Orthophotos durch ein einfaches Orthofoto können weitere Fahrrichtungspfeile durch Gebäude verdeckt sein
Strategien zur Qualitätsverbesserung	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung des Detektionsverfahrens auf andere Luftbilder, in denen zufällig andere Fahrrichtungspfeile verdeckt oder unkenntlich sind - Aggregation eines Gesamtdatenbestandes - Nutzung eines KI-Modells zur Detektion von Fahrzeugen im zuerst ausgewerteten Luftbild → zielgerichtete Detektion von Fahrrichtungspfeilen in anderen Luftbildern an den Fahrzeugpositionen
Offene Fragen und Forschungsansätze	<ul style="list-style-type: none"> - Wie viele Luftbilder müssen ausgewertet werden, um eine ausreichende Vollständigkeit des Datenbestandes zu erzielen? (Konvergenzgeschwindigkeit)
Aktualisierungsverfahren	<ul style="list-style-type: none"> - Ergänzung gemäß „Strategien zur Qualitätsverbesserung“ im Turnus der von der Stadt Wuppertal beauftragten Befliegungen des Stadtgebietes (2 Jahre) - Verdichtung des Fortführungsturnusses durch Einbeziehung der vom Land NRW beauftragten Befliegungen auf 1 Jahr ist möglich
Gesellschaftlicher Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> - kostengünstiger Beitrag zum Aufbau eines Verkehrszeichenkatasters (beschränkt auf Ermittlung bodengleicher Verkehrszeichen) - Verkehrszeichenkataster bzw. digitaler Zwilling der Verkehrsinfrastruktur ermöglichen effiziente und transparente Planung und Unterhaltung der Verkehrsinfrastruktur