Erkennung und Anonymisierung von personenbezogenen Informationen in mobil erfassten, stereobildbasierten 3D-Geobilddatendiensten

Autor(en): **Matti, Eric**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **111 (2013)**

Heft 5

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-323398

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Erkennung und Anonymisierung von personenbezogenen Informationen in mobil erfassten, stereobildbasierten 3D-Geobilddatendiensten

Stereobildbasierte Mobile Mapping-Systeme ermöglichen eine sehr effiziente Erfassung und Auswertung der realen Umwelt. Bei der öffentlichen Nutzung der 3D-Bilddatenbasis sind Objekte mit erkennbaren personenbezogenen Merkmalen aufgrund des Datenschutzes und der Privatsphäre besonders problematisch. In diesem Beitrag wird eine automatische mehrstufige stereobildbasierte Methode vorgestellt, mit welcher Personen in komplexen urbanen Szenen einfach und robust erkannt sowie anonymisiert werden können. Erste Untersuchungen der Methode zeigen auf, dass Personen mit einer Genauigkeit von 85% korrekt erkannt werden können.

Eric Matti

Einführung

Heutige stereobildbasierte Mobile Mapping-Systeme erlauben eine sehr effiziente Erfassung und Auswertung der realen Umwelt. Die erfasste umfassende Menge an Stereobilddaten enthält die verschiedensten Informationen, die je nach Auswertungsziel und Nutzerkreis als interessant, uninteressant oder als störend eingestuft werden können. Bei der öffentlichen Nutzung der Bilddaten, wie dies zum Beispiel durch den Webdienst «3DCityTV» der Firma iNovitas AG möglich ist, sind Objekte mit erkennbaren personenbezogenen Merkmalen aufgrund des Datenschutzes und der Privatsphäre der Personen besonders problematisch. Im Strassenraum sind vor allem stillstehende oder sich bewegende Personen und Fahrzeuge inklusive Nummernschilder störende Objekte und sollten mit geeigneten Algorithmen möglichst automatisch erkannt und anonymisiert werden.

Aufgrund der hohen Komplexität, verschiedenste Objekte auch unter partieller Abdeckung, hoher Objektinteraktion und -anzahl sowie bei unterschiedlicher Belichtung, Farbe und Form, mit hoher Wahrscheinlichkeit erkennen zu können, wurden bereits zahlreiche unterschiedliche Objekterkennungssysteme unter Verwendung verschiedener Sensoren und Objekterkennungsansätzen entwickelt. Dabei können stereobildbasierte Systeme als eine Erweiterung der monobildbasierten Systeme betrachtet werden, indem die Vorteile beider Systeme gezielt genutzt werden, um eine schnellere und genauere Objekterkennung erreichen zu können. Die zusätzlichen räumlichen Informationen werden unter anderem gezielt genutzt, um den Bildsuchraum einzuschränken [1, 2, 3, 4, 5], die Berechnung von Bildfeatures zu optimieren [5, 6], Features basierend auf den Tiefenkarten zu berechnen [1, 3, 4] und nach der Objekterkennung durch die temporale Integration der Erkennungen pro Aufnahmezeitpunkt das Resultat mit Hilfe eines Trackingverfahrens zu verbessern [3, 4].

In diesem Beitrag wird eine stereobildbasierte Methode vorgestellt, die unter Verwendung der räumlichen Informationen die rechteckigen Bildausschnitte grösserer vertikaler Objekte bestimmt, um mittels der Berechnung eines Bildfeatures pro Bildausschnitt als Input einer überwachten Klassifikation die Bildregionen der gesuchten Objektklassen bestimmen und anonymisieren zu können.

Objekterkennungsmethode

Der in Abb. 1 dargestellte Workflow zur Erkennung von Objekten in komplexen urbanen Szenen basiert darauf, unter Verwendung einer horizontalen 3D-Punktdichtekarte, die rechteckigen Bildausschnitte grösserer vertikaler Objekte von bestimmten räumlichen Dimensionen, basierend auf den Werten vorgängig generierter Tiefenkarten, nach [7] im linken Stereonormalbild zu identifizieren. Als Resultat dieser Suchraumeinschränkung erhält man mehrere rechteckige Bildausschnitte, so genannte Regions of Interest (ROI), für die angenommen wird, dass sie die zu erkennenden Objekte (z.B. Personen und Nicht-Personen) einzeln beinhalten. Im zweiten Schritt folgt die Berechnung eines Bildfeatures pro Bildausschnitt, um so durch die Ableitung zusätzlicher Bildinformationen den Bildinhalt bestmöglich beschreiben zu können. Nach diesen Schritten folgt unter Verwendung von semi-automatisch erstellten Trainingsdaten von Bildausschnitten, welche die zu erkennenden Objekte beinhalten, eine überwachte Klassifikation sämtlicher rechteckiger Bildausschnitte. Im letzten Schritt folgt die Filterung der klassifizierten rechteckigen Bildausschnitte nach derjenigen Objektklasse, die unter Anwendung eines Gauss'schen Weichzeichners zu anonymisieren ist.

Generierung der Regions of Interest

Ziel der Generierung und Filterung von Regions of Interest (ROI) ist, den Suchraum im linken Stereonormalbild einzuschränken, um durch die geringe Anzahl von zu klassifizierenden Bildausschnitten eine möglichst schnelle und genaue Ob-

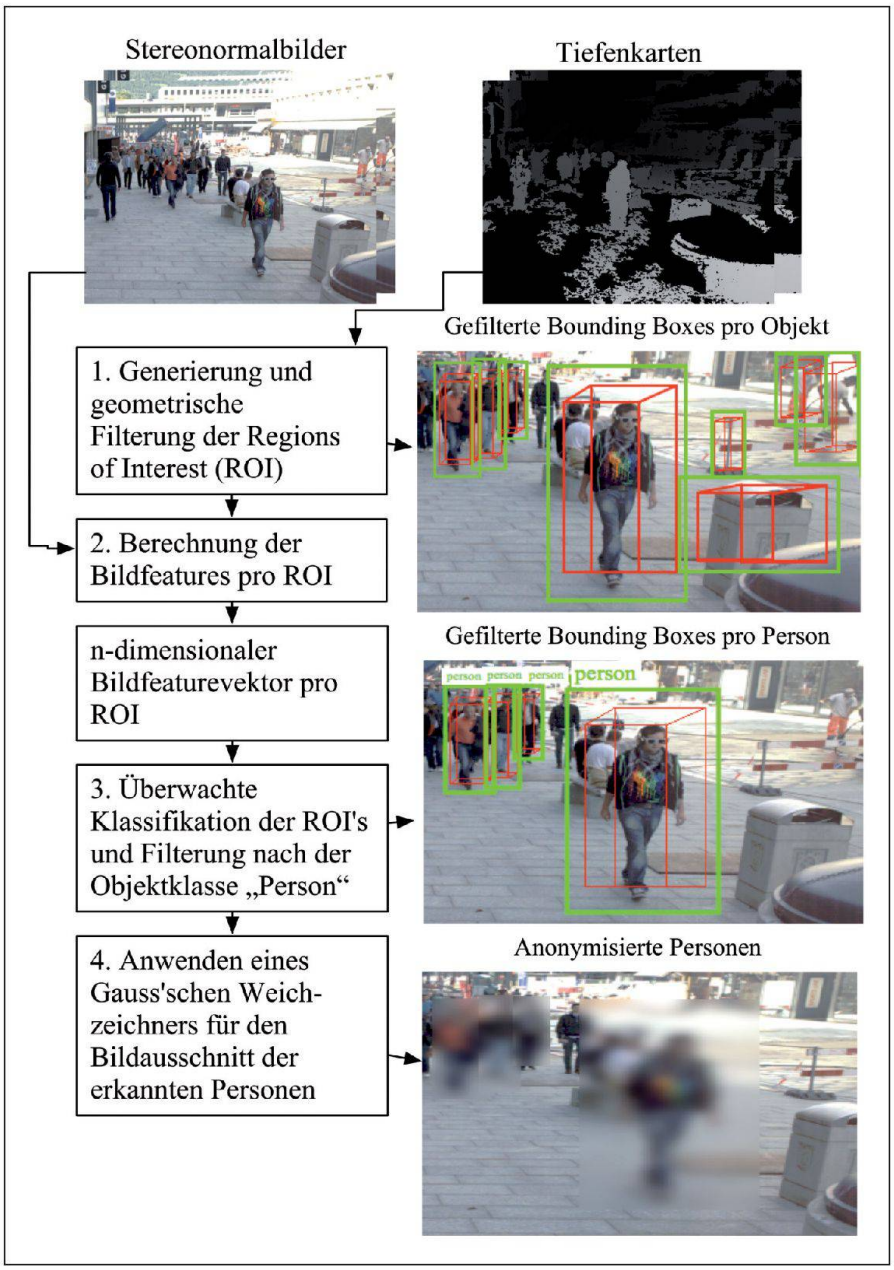


Abb. 1: Schematische Darstellung des Workflows.

jekterkennung erreichen zu können. Dazu wird in Anlehnung an [8] und [9] wie folgt vorgegangen:

a) Berechnung der 3D-Punkte im horizontalen Kamerakoordinatensystem. b) Selektion der zu berücksichtigenden 3D-Punkte innerhalb eines räumlichen Rechtecks. c) Projektion der 3D-Punkte in ein horizontales Koordinatensystem, in welchem die X- und Y-Koordinatenwerte der 3D-Punkte mit zunehmender Aufnahmedistanz eine grössere Kompressionsrate erfahren. d) Berechnung der 3D-Punktdichtekarte anhand der Anzahl Punkte mit gleichen horizontalen Koordinaten. e) Segmentierung der 3D-Punktdichtekarte, wahlweise mittels des graphenbasierten Segmentierungsansatzes von [10] oder mittels Connected-Component Labeling. f) Berechnung der 2D- und 3D-Bounding Boxes basierend auf der segmentierten Punktwolke (vgl. grüne bzw. rote Rechtecke in Abb. 1).

Überwachte Klassifikation der Regions of Interest

Ziel der ROI-Klassifikation ist, die Bildausschnitte der 2D-Bounding Boxes entweder der positiven oder negativen Objektklasse (z.B. Personen und Nicht-Personen) zuzuweisen. Dazu wird der Histograms of Orientated Gradients (HOG) nach [11] oder der biologisch inspirierte Standard Model of the Visual Cortex-Bildfeature (SMF) nach [12] pro Bildausschnitt berechnet und mit einem trainierten Naive Bayes- oder einem Support Vektor Machines-Klassifikator (SVM) klassifiziert.

Untersuchungen und Resultate

Um die Eignung des entwickelten Workflows beurteilen zu können, wurde die korrekte Erkennungsrate (TPR) und die Anzahl falsch erkannter Personen (FPPI) pro Bild bezüglich einem erstellten Referenzdatensatz von acht Befahrungsabschnitten der Stadt Chur bestimmt (siehe Tab. 1). Nebst dieser Untersuchung der Erkennungsgenauigkeit des gesamten Workflows zeigten weitere Untersuchungen auf, dass unter Verwendung der ROI-Genierungsmethode für durchschnittlich 80% aller Personen ein rechteckiger Bildausschnitt generiert wird. Weiter kann unter Verwendung einer der beiden Bildfeatures in Kombination mit dem SVM-Klassifikator im Schnitt eine korrekte Klassifikationsrate von 90% bei einer Falschklassifikationsrate von 5% für die Klassifikation der Bildausschnitte nach Personen erreicht werden.

Statistik	TPR	FPPI
Minimum	35	0.5
Mittelwert	65	0.5
Maximum	85	0.5

Tab. 1: Erreichte Erkennungsraten verschiedener Befahrungsabschnitte unter Verwendung des SMF-Bildfeatures und eines SVM-Klassifikators mit linearem Kernel.

Fazit und Ausblick

Das entwickelte generische Verfahren zur Erkennung senkrechter Objekte ist in der Lage, Personen in komplexen urbanen Szenen mit einer guten Wahrscheinlichkeit erkennen zu können. Die Untersuchungen zeigten auf, dass die verwendete ROI-Generierungsmethode ungeeignet ist, praxistaugliche Erkennungsraten zu erreichen, da die Methode bei hoher Objektdichte mehrere Objekte fälschlicherweise zusammenfasst und bei geringer 3D-Punktdichte die zu klassifizierenden Bildausschnitte ungenügend genau bestimmt werden. Auf Grund der Erkenntnis, dass fast alle Personen, die in einer Stereobildsequenz enthalten sind, mindestens einmal korrekt erkannt werden, wird empfohlen, die erreichte Erkennungsrate durch ein bildbasiertes Trackingverfahren zu verbessern.

Literatur:

[1] D. Chambers, C. Flannigan, and B. Wheeler, ‚High-accuracy real-time pedestrian detection system using 2d and 3d features», in Proceedings of the SPIE – The International Society for Optical Engineering, vol. 8384, (USA), p. 83840G (11 pp.), SPIE – The International Society for Optical Engineering, 2012.

[2] M. Bansal, S.-H. Jung, B. Matei, J. Eledath, and H. Sawhney, «Combining structure and appearance cues for real-time pedestrian detection», in Proceedings of the SPIE – The International Society for Optical Engineering, vol. 7692, (USA), p. 76920F (9 pp.), SPIE – The International Socie-ty for Optical Engineering, 2010.

[3 M. Bajracharya, B. Moghaddam, A. Howard, S. Brennan, and L. H. Matthies, «Results from a real-time stereo-based pedestrian detection system on a moving vehicle», Int. J. Rob. Res., vol. 28, pp. 1466–1485, Nov. 2009.

[4] R. Brehar, C. Fortuna, S. Bota, D. Mladenic, and S. Nedevschi, «Spatio-temporal reasoning for traffic scene understanding», in 2011 IEEE International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP), pp. 377–384, Aug. 2011.

[5] S. Nedevschi, S. Bota, and C. Tomiuc, «Stereo-based pedestrian detection for collision-avoidance applications», Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on, vol. 10, pp. 380 –391, Sept. 2009.

[6] A. Abbas, S. Hoefler, B. Fardi, and G. Wanielik, «Stereo vision based pedestrian detection using b-spline modeling», in Vehicular Electronics and Safety, 2008. ICVES 2008. IEEE International Conference on, pp. 63–68, Sept. 2008.

[7] H. Hirschmüller, «Stereo processing by semiglobal matching and mutual information», IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 30, no. 2, pp. 328–341, 2008.

[8] C. Pantilie, S. Bota, I. Haller, and S. Nedevschi, «Real-time obstacle detection using dense stereo vision and dense optical flow», in Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP), 2010 IEEE International Conference on, pp. 191–196, Aug. 2010.

[9] C. Pocol, S. Nedevschi, and M. Meinecke, «Obstacle detection based on dense stereovision for urban ACC systems», (Hamburg), pp. 13–18, 2008.

[10] P. F. Felzenszwalb and D. P. Huttenlocher, «Efficient graph-based image segmentation», Int. J. Comput. Vision, vol. 59, pp. 167–181, Sept. 2004.

[11] N. Dalal and B. Triggs, «Histograms of oriented gradients for human detection», in Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on, vol. 1, pp. 886–893 vol. 1, June 2005.

[12] J. Mutch and D. Lowe, «Object class recognition and localization using sparse features with limited receptive fields», International Journal of Computer Vision, vol. 80, no. 1, pp. 45–57, 2008.

Eric Matti
Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Architektur,
Bau und Geomatik
Institut Vermessung und Geoinformation
Gründenstrasse 40
CH-4132 Muttenz
eric.matti@fhnw.ch

