

Lebenslauf

25. Februar 2016

DI. Dr. techn. Clemens Arth

Privatadresse

Ahornstrasse 35
A-8111 Judendorf-Strassengel
Austria



Büro

AR4 Gmbh (Lab10 Space)
Strauchergasse 13
A-8020 Graz
Austria

mobile: +43 650 26 87 290 email: clemens@ar4.io
fax: +43 316 396441 web: www.ar4.io

Persönliche Informationen

Geboren:	November 22, 1979, Fürstenfeld, Österreich
Staatsbürgerschaft:	Österreich
Familienstand	verheiratet, ein Kind
Ziviler Führerschein	Gruppen A,B,C,E

Ausbildung

05/2014	Teilnahme TUG Seminar "Businessplanning"
02/2014	Teilnahme TUG Seminar "Leadership"
01/2014	Teilnahme TUG Seminar "Zeitmanagement"
09/2013	Ziviltechniker Kurs und Zulassungsprüfung
07/2013	Teilnahme TUG Seminar "Führen und Delegieren"
06/2013	Teilnahme TUG Seminar "Projektmanagement"

02/2012	Teilnahme TUG Seminar "Finanzielles Management geförderter F&E Projekte"
12/2012	Teilnahme TUG Seminar "Patentschutz"
11/2012	Teilnahme TUG Seminar "Forschungsförderung Regional"
März 2008	Rigorosum (Dr.techn.)
2005 - 03/2008	Technische Universität Graz , Doktoratsstudium, Institut für Bildverarbeitung und Mustererkennung , Dissertationsthema: <i>Visual Surveillance on DSP-Based Embedded Platforms</i> , Betreuer: Prof. Dr. Horst Bischof.
Oktober 2004	Diplomprüfung (Dipl.-Ing.)
2003 - 09/2004	Technische Universität Graz , Master in Telematik mit Auszeichnung, Institut für Bildverarbeitung und Mustererkennung , Diplomarbeitsthema: <i>Fahrzeugklassifikation unter Verwendung des ADA-Boost Algorithmus</i> , Betreuer: Prof. Dr. Horst Bischof.
1998 - 2003	Technische Universität Graz , Bakkelaureat in Telematik.
Juni 1997	Reifeprüfung
1989 - 1997	BG/BRG Fürstenfeld
1985 - 1989	Volksschule.

Bisherige Beschäftigungsverhältnisse

11/2015 - derzeit	Geschäftsführer der AR4 GmbH, Graz
06/2014 - 10/2015	Stv. Leiter des Christian-Doppler-Labors für Handheld Augmented Reality (in Kooperation mit QUALCOMM Inc.)
10/2008 - 05/2014	Institut für Bildverarbeitung und Mustererkennung , Technische Universität Graz als Senior Researcher im Christian-Doppler-Labor für Handheld Augmented Reality (in Kooperation mit QUALCOMM Inc.)
04/2008 - 10/2008	Institut für Bildverarbeitung und Mustererkennung , Technische Universität Graz als wissenschaftlicher Mitarbeiter, Bereich Handheld Augmented Reality (in Kooperation mit IMAGINATION GmbH, Wien)
07/2007 - 03/2008	Freier Dienstvertrag mit ZYDACRON GmbH
01/2005 - 03/2008	Institut für Bildverarbeitung und Mustererkennung , Technische Universität Graz (computer science, Doktorat)
10/2004 - 12/2004	Freier Dienstvertrag mit FREQUENTIS GmbH
1999 - 2003	Ferialpraktikum bei Messphysik GmbH. Altenmarkt/Fürstenfeld, Materialprüfung
10/1997 - 09/1998	EF Ausbildung beim Österr. Bundesheer

Militärische Ausbildung

11/2011	Milit. Führerschein Gruppe B/C
11/2007	Beförderung zum "Oberleutnant"
04/2004	Beförderung zum "Leutnant"
10/1998	Beförderung zum "Wachtmeister"
07/2002 - 02/2004	Teilnahme an diversen Seminaren, Kursen und Übungen
10/1997 - 09/1998	EF-Ausbildung (Einjährig-Freiwillig) in Leibnitz, Weiterbildung NT (Nachschub/Transport) auf der HVS Wien

Fremdsprachen

Deutsch	Muttersprache
Englisch	flüssig in Wort und Schrift

Forschung und Entwicklung

01/2004 - 10/2004	Diplomarbeit am Institut für Bildverarbeitung und Mustererkennung in Zusammenarbeit mit Fa. FREQUENTIS, betreut von Prof. Dr. Horst Bischof. Die Diplomarbeit wurde im Rahmen der Entwicklung einer DSP-Plattform zur dezentralisierten Auswertung von Verkehrsdaten aus Videobildern verfasst. Dabei wurde ein Algorithmus zur Klassifikation von Fahrzeugen in Bildern entwickelt und evaluiert, sowie eine Reihe von kleineren Algorithmen zur Detektion und zum Tracking von Fahrzeugen. Der Algorithmus wurde später angewendet, um Daten für eine Verkehrsdichtemessung zu erhalten.
01/2005 - 03/2008	Dissertation

am Institut für Bildverarbeitung und Mustererkennung , betreut von Prof. Dr. Horst Bischof, zum Teil in Zusammenarbeit mit Fa. FREQUENTIS. Die Dissertation mit dem Titel *Visual Surveillance on DSP-Based Embedded Platforms* wurde zum Großteil durch die Fa. FREQUENTIS finanziert, um Algorithmen für den Einsatz im Bereich der Verkehrstelematik zu entwickeln. Das hauptsächliche Augenmerk hierbei lag auf der Eignung der Methoden für den Einsatz auf einer prototypischen DSP-Plattform, der sogenannten *Traffic Information Camera* (TRICam). Weitere wichtige Aspekte sind die Robustheit und Genauigkeit der Algorithmen unter verschiedenen Lichtverhältnissen und Wetterbedingungen. Die grundsätzliche Problematik bei der Entwicklung von Algorithmen für eingebettete Plattformen ist die geringe Menge an zur Verfügung stehenden Ressourcen, was den Einsatz von existierenden und aufwendigen Methoden erschwert oder gar unmöglich macht. Aufgrund der Einstellung der Entwicklung der TRICam Ende 2006, verlagerte sich der Forschungsschwerpunkt auf die Untersuchung von Algorithmen auf der Tauglichkeit und Einsatzfähigkeit auf DSP-basierten Plattformen. Deshalb fanden Forschungsergebnisse im Bereich Verkehrstelematik schließlich nahezu keinen Eingang in die Dissertation.

Kurzfassung Dissertation

In den letzten Jahren wurde das Thema der automatisierten, kamerabasierten Überwachung auf öffentlichen Plätzen ein wichtiges wissenschaftliches und politisches Thema durch ein gesteigertes Sicherheitsbedürfnis der Bevölkerung. Aus diesem Grund wurde eine große Anzahl an Überwachungskameras installiert, welche aber nur als „zusätzliche Augen“ fungieren. Hinter den Monitoren befindet sich eine große Menge Personal zur Auswertung der Daten, welches gewaltige Kosten verursacht. Um eine automatische Verarbeitung von Kamerabildern vor Ort zu ermöglichen, wurden so genannte *Intelligente Kameras* (Smart Cameras) entwickelt, welche einen oder mehrere bildgebende Sensoren beinhalten und gleichzeitig über ausreichende Ressourcen zur Verarbeitung der Inputinformationen vor Ort verfügen. Das bedeutet, das aufgenommene Kamerabild wird direkt in der Kamera verarbeitet, und Informationen werden nur wenn nötig weitergeleitet. Weitere Vorteile dieser Plattformen sind die weitgehende Robustheit gegenüber Umwelteinflüssen (z.B. Temperaturschwankungen, Hitze und Kälte), und ein relativ niedriger Energieverbrauch, was einen Einsatz an nahezu jeder Stelle möglich macht. Diese Kameras können auch verwendet

werden, um große Netzwerke zu bilden, und durch die Möglichkeit, lokal Daten zu verarbeiten, können wichtige Informationen über niedrig-dimensionierte Kommunikationswege übermittelt werden, zum Beispiel über Funk.

Bisher gibt es nur wenige Studien zur Entwicklung von aktuellen Algorithmen aus der bildgestützten Überwachungstechnik im Bereich von eingebetteten Systemen. In anderen Worten ausgedrückt, wurden bisher nur wenige solche Systeme entworfen, die in der Lage waren, Personen oder Fahrzeuge automatisch zu erkennen und zu verfolgen. Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit die Themen Objektdetektion und Objekterkennung auf diesen intelligenten Kameras näher behandelt. Neben einem ausführlichen Überblick über verwandte Arbeiten auf dem Gebiet von Objektdetektion und Objekterkennung, wird die Eignung der entwickelten Algorithmen anhand von Objektdetektion in Echtzeit auf realen Verkehrsbildern gezeigt. Als Beispiel wäre hier zum Beispiel die Verfolgung eines einzelnen Fahrzeugs in einem ganzen Netzwerk von Kameras zu nennen.

Prinzipiell werden in der Arbeit sowohl Aspekte behandelt, die sich generell mit der Sinnhaftigkeit und Funktionalität solcher Systeme befassen, als auch Überlegungen bezüglich der Skalierbarkeit der Ansätze auf hunderte oder tausende solcher Kameras in unserer Umgebung angestellt. Die erzielten Ergebnisse lassen darauf schließen, daß mit der Verwendung von solchen Systemen zur Überwachung im öffentlichen Bereich in absehbarer Zeit zu rechnen ist. Ein wesentlicher, allerdings in der Dissertation nicht berücksichtigter Aspekt bleibt offen: die Frage nach Akzeptanz der Bevölkerung und die ethnischen Bedenken gegen Überwachung von Personen als identifizierbare Individuen.

Internat. Vorträge, Präsentationen und Workshops

2015	International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), Fukuoka, Japan
2012	International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Tsukuba, Japan Asian Conference on Computer Vision (ACCV), Daejeon, Korea
2011	International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), Basel, Schweiz
2010	International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), Seoul, Korea
2009	International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), Orlando, USA
2007	IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras (ICDSC), Wien, Österreich
2006	2nd Workshop on Embedded Computer Vision , IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), New York, USA

Preise

Best-Paper-Award	IEEE Int. Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2015, Fukuoka, Japan
Best-Paper-Award	3. Workshop on Embedded Computer Vision , IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Minneapolis, USA, 2007
Best-Paper-Award	12. Computer Vision Winter Workshop (CVWW'07), Feb. 2007
BMVIT 2006	Prämierung ausgewählter Diplomarbeiten und Dissertationen, 2006

Event Organisation und Gutachtertätigkeit (auszugsweise)

Organizer	Global-Scale Localization in Outdoor Environments for AR, Fukuoka, Japan, September 29, 2015
Organisator	Taking AR to the next level” - CDL Workshop on Tracking Technology for AR, Graz, Austria, September 15-17, 2014
Organisator	Workshop on AR Supermodels, ISMAR 2011, Seoul, Korea
Gutachter	IEEE Virtual Reality Conference (seit 2013)
Gutachter	Transactions on Visualization and Computer Graphics (seit 2012)
Gutachter	Int. Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE) (seit 2011)
Gutachter	International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) (seit 2009)
Gutachter	Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST) (seit 2012)
Gutachter	IEEE Pervasive Computing (seit 2011)
Gutachter	Journal on Virtual Reality (VR) (seit 2012)
Gutachter	Springer Real-Time Image Processing Journal (seit 2013)
Gutachter	Elsevier Pattern Recognition Journal (seit 2013)
Gutachter	Int. Conference on Pattern Recognition (ICPR) (seit 2012)
Gutachter	Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES) (seit 2012)
Gutachter	Computers and Graphics (seit 2012)
Gutachter	Springer International Journal of Machine Learning and Cybernetics (seit 2011)

Anmeldung von Patenten

US Patent 8,965,057	Scene Structure based self-pose estimation Clemens Arth, Gerhard Reitmayr, Dieter Schmalstieg, QUALCOMM Inc., San Diego, USA
US Patent App. 14/139,856	Wide-area Localization from SLAM Maps Dieter Schmalstieg, Clemens Arth, Jonathan Ventura, Chris- tian Pirchheim, Gerhard Reitmayr, QUALCOMM Inc., San Diego, USA
US Patent App. 13/417,976	Real-Time Self-Localization from Panoramic Images Clemens Arth, Manfred Klopschitz, Gerhard Reitmayr, Dieter Schmalstieg, QUALCOMM Inc., San Diego, USA
US Patent App. 13/719,012	Sensor-Aided Wide-Area Localization on Mobile Devices Clemens Arth, Alessandro Mulloni, Gerhard Reitmayr, Dieter Schmalstieg, QUALCOMM Inc., San Diego, USA
US Patent App. 61/815,594	A Method for real-time wiping and replacement of objects Georg Reinisch, Clemens Arth, QUALCOMM Inc., San Die- go, USA

Publikationen

- [1] A.D. Hartl, C. Arth, J. Grubert, and D. Schmalstieg. Efficient verification of holo-grams using mobile augmented reality. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, PP(99):1–1, 2015.
- [2] Clemens Arth, Christian Pirchheim, Jonathan Ventura, Dieter Schmalstieg, and Vincent Lepetit. Instant outdoor localization and SLAM initialization from 2.5d maps. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 21(11):1309–1318, 2015.
- [3] Jonathan Ventura, Clemens Arth, and Vincent Lepetit. An Efficient Minimal Solution for Multi-Camera Motion. In *IEEE Int. Conference on Computer Vision (ICCV)*, page to appear, 2015.
- [4] Christian Poglitsch, Clemens Arth, Dieter Schmalstieg, and Jonathan Ventura. A Particle Filter Approach to Outdoor Localization using Image-based Rendering. In *Int. Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pages 132–135, 2015.

- [5] Philipp Fleck, Clemens Arth, Christian Pirchheim, and Dieter Schmalstieg. Tracking and Mapping with a Swarm of Heterogeneous Clients. In *Int. Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pages 136–139, 2015.
- [6] Clemens Arth, Raphael Grasset, Lukas Gruber, Tobias Langlotz, Alessandro Mulloni, and Daniel Wagner. The History of Mobile AR. Technical Report 2015-001, Institute for Computer Graphics and Vision (ICG), Graz University of Technology, April 2015, [arXiv:1505.01319 \[cs.HC\]](#).
- [7] Clemens Arth, Christian Pirchheim, Jonathan Ventura, and Vincent Lepetit. Global 6DOF Pose Estimation from Untextured 2D City Models, February 2015, [arXiv:1503.02675 \[cs.CV\]](#).
- [8] Andreas Hartl, Alexander Isop, Clemens Arth, and Dieter Schmalstieg. Towards mobile recognition and verification of holograms using orthogonal sampling. In *International Workshop on Visual Recognition and Retrieval for Mixed and Augmented Reality (VRRMAR), held in conjunction with ISMAR*, page to appear, 2015.
- [9] Andreas Hartl, Clemens Arth, and Dieter Schmalstieg. Real-time detection and recognition of machine-readable zones with mobile devices. In *International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISAPP)*, 2015.
- [10] Andreas Hartl, Jens Grubert, Christian Reinbacher, Clemens Arth, and Dieter Schmalstieg. Mobile user interfaces for efficient verification of holograms. In *IEEE Virtual Reality Conference (VR)*, 2015.
- [11] Andreas Hartl, Clemens Arth, and Dieter Schmalstieg. AR-based Hologram Detection on Security Documents using a Mobile Phone. In *International Symposium on Visual Computing*, 2014.
- [12] Jonathan Ventura, Clemens Arth, and Vincent Lepetit. Approximated relative pose solvers for efficient camera motion estimation. In *Workshop on Computer Vision in Vehicle Technology, held in conjunction with ECCV*, 2014.
- [13] Jonathan Ventura, Clemens Arth, Gerhard Reitmayr, and Dieter Schmalstieg. A minimal solution to the generalized pose-and-scale problem. In *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2014.
- [14] Jonathan Ventura, Clemens Arth, Gerhard Reitmayr, and Dieter Schmalstieg. Global localization from monocular slam on a mobile phone. In *IEEE Virtual Reality Conference (VR)*, 2014.
- [15] Georg Reinisch and Clemens Arth. Panoramic mapping on mobile phone gpus. In *Proceedings of CESC G 2013: The 17th Central European Seminar on Computer Graphics (non-peer-reviewed)*, 2013.

- [16] Georg Reinisch, Clemens Arth, and Dieter Schmalstieg. Panoramic mapping on a mobile phone gpu. In *Int. Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 2013.
- [17] Clemens Arth, Jonathan Ventura, and Dieter Schmalstieg. Geospatial management and utilization of large-scale urban visual reconstructions. In *The 4th International Conference on Computing for Geospatial Research & Application (COM.Geo 2013)*, 2013.
- [18] Clemens Arth, Alessandro Mulloni, and Dieter Schmalstieg. Exploiting Sensors on Mobile Phones to Improve Wide-Area Localization. In *Int. Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, 2012.
- [19] Clemens Arth, Gerhard Reitmayr, and Dieter Schmalstieg. Full 6DOF Pose Estimation from Geo-Located Images. In *Asian Conference on Computer Vision (ACCV)*, 2012.
- [20] Andreas Hartl, Clemens Arth, and Dieter Schmalstieg. Instant Medical Pill Recognition on Mobile Phones. In *IASTED Int. Conference on Computer Vision*, pages 188–195, 2011.
- [21] Andreas Hartl, Lukas Gruber, Clemens Arth, Stefan Hauswiesner, and Dieter Schmalstieg. Rapid Reconstruction of Small Objects on Mobile Phones. In *Proceedings of the 7rd Workshop on Embedded Computer Vision , IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 20–27, 2011.
- [22] Qi Pan, Clemens Arth, Edward Rosten, Gerhard Reitmayr, and Tom Drummond. Rapid Scene Reconstruction on Mobile Phones from Panoramic Images. In *Int. Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pages 55–64, Washington, DC, USA, 2011. IEEE Computer Society.
- [23] Clemens Arth and Dieter Schmalstieg. Challenges of Large-Scale Augmented Reality on Smartphones. In *Workshop on Enabling Large-Scale Outdoor Mixed Reality and Augmented Reality, held in conjunction with ISMAR*, 2011.
- [24] Clemens Arth, Manfred Klopschitz, Gerhard Reitmayr, and Dieter Schmalstieg. Real-Time Self-Localization from Panoramic Images on Mobile Devices. In *Int. Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pages 37–46, 2011.
- [25] Andreas Hartl, Clemens Arth, and Dieter Schmalstieg. Instant Segmentation and Feature Extraction for Recognition of Simple Objects on Mobile Phones. In *Proceedings of the IEEE International Workshop on Mobile Vision (IWMV) , IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2010.
- [26] Clemens Arth, Daniel Wagner, Manfred Klopschitz, Arnold Irschara, and Dieter Schmalstieg. Wide Area Localization on Mobile Phones. In *Int. Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pages 73–82, 2009.

- [27] Clemens Arth, Christian Leistner, and Horst Bischof. *Embedded Computer Vision*, chapter 4 (Using Robust Local Features on DSP-based Embedded Systems), pages (79–100). Springer, 2008.
- [28] Clemens Arth and Horst Bischof. Real-Time Object Recognition using Local Features on a DSP-based Embedded System. *Journal of Real-Time Image Processing (RTIP)*, 2:233–253, 2008.
- [29] Clemens Arth. *Visual Surveillance on DSP-Based Embedded Platforms*. PhD thesis, Institute for Computer Graphics and Vision, Graz Technical University, Austria, March 2008.
- [30] Michael Donoser, Clemens Arth, and Horst Bischof. Detecting, Tracking and Recognizing License Plates. In *Asian Conference on Computer Vision (ACCV)*, volume II, pages 447–456, November 2007.
- [31] Clemens Arth, Christian Leistner, and Horst Bischof. Object Reacquisition and Tracking in Large-Scale Smart Camera Networks. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras*, September 2007.
- [32] Clemens Arth, Christian Leistner, and Horst Bischof. Robust Local Features and their Application in Self-Calibration and Object Recognition on Embedded Systems. In *Proceedings of the 3rd Workshop on Embedded Computer Vision , IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition - BEST PAPER AWARD*, June 2007.
- [33] Clemens Arth, Florian Limberger, and Horst Bischof. Real-Time License Plate Recognition on an Embedded DSP-Platform. In *Proceedings of the 3rd Workshop on Embedded Computer Vision , IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, June 2007.
- [34] Martin Winter, Sandra Ober, Clemens Arth, and Horst Bischof. Vocabulary Tree Hypotheses and Co-Occurrences. In *Proceedings of the 12th Computer Vision Winter Workshop (CVWW'07) - BEST PAPER AWARD*, February 2007.
- [35] Clemens Arth, Christian Leistner, and Horst Bischof. TRICam - An Embedded Platform For Remote Traffic Surveillance. In *Proceedings of the 2nd Workshop on Embedded Computer Vision , IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, June 2006.
- [36] Morgane Rouxel, Clemens Arth, and Andreas Kroepfl. Real-Time Detection on the TRICam, an Intelligent Camera DSP-based for Efficient Video Surveillance of Remote Locations. In *presented at EDERS (European DSP Education and Research Symposium)*, Texas Instruments, April 2006.

- [37] Clemens Arth. Vehicle Classification using the ADA-Boost Algorithm. Master's thesis, Graz University of Technology, 2004.