



# Crowd monitoring in Aerial Imagery

Bachelor – Thesis

Author: Calvin Kramer

## Kurzzusammenfassung

*(DE)* Aufgrund des fortlaufenden Bevölkerungswachstums und der damit einhergehenden Verdichtung der Städte werden freie Flächen immer seltener und überfüllte öffentliche Plätze zum Alltag vieler Menschen. Obwohl der Fußverkehr eine bekannte Größe in der Stadtplanung ist, lassen sich Engpässe nicht immer vermeiden. Besonders an Orten wie Einkaufszentren, Festen oder Bahnhöfen, an denen sich Menschen gerne versammeln, kommt es regelmäßig zu Engpässen. Dass solche Engpässe schnell gefährlichen werden können, zeigte unter anderem die Love-Parade-Katastrophe in Duisburg am 24. Juli 2010. Daher sollte der Fußverkehr nicht nur eine Größe sein, die einmalig bei der Planung von Stadtteilen oder Festen berücksichtigt wird. Vielmehr sollte die Anzahl an Personen kontinuierlich gemessen werden, um Platzmängel rechtzeitig zu erkennen und zu handhaben. Obwohl es viele verschiedene Ansätze zum Zählen von Menschenmengen gibt, haben sich in den letzten Jahren vor allem Convolutional Neural Network (CNN) basierte Ansätze bewährt. Die meisten dieser Ansätze wurden jedoch für Einzelbilder entwickelt und nutzen so die Vorteile von Videodaten nicht optimal aus. Diese Arbeit verfolgt daher das Ziel, die Genauigkeit CNN-basierter Ansätze (CSRNet/MRCNet) durch den Einbezug der zeitlichen Komponente von Videodaten zu verbessern. Der Fokus wird hierbei auf Bayessche Filter wie den Kalman und Partikel Filter gelegt.

*(EN)* Due to ongoing population growth and the resulting increase in cities' densities, we are facing a world in which blank space becomes less common and crowded areas the everyday standard of many people's life. Although foot traffic is a well-known size in urban planning, bottlenecks cannot always be avoided. Especially in places where people tend to congregate e.g. shopping malls, festivals or train stations. These bottlenecks can rapidly turn into dangerous situations causing death like the love parade disaster in Duisburg Germany on the 24th of July 2010. Therefore, the amount of people in a certain area is not only a quantity that should be considered once during the planning stage of neighborhoods

## Kontakt / Betreuung

Thomas Golda , Systemtechnik und Bildauswertung IOSB  
Jonas Hansert , Institut für Ubiquitäre Mobilitätssysteme



or festivals but also be constantly measured so that shortage of space can be detected and handled properly. Whereas there are many approaches when it comes to crowd counting systems, Convolutional Neural Network – based approaches have shown promising results in the past couple of years. Yet, most CNN-based crowd counting algorithms have been developed for still imagery and return less accurate results for video data. Therefore, this work wants to improve the accuracy of existing crowd counting algorithms, e.g. the MRCNet or CSRNet. The followed approach is to take into account the temporal component of video data by using Bayesian Filters, such as the Kalman and Particle Filter.