

Crowd Management

Entfluchtung per App

Smartphones ermöglichen das Erfassen von Menschenverhalten und eine Einflussnahme auf die Bewegung von Massen. Damit liefern sie ein optimales Instrument für Crowd Management.

Grossveranstaltungen locken Hunderttausende Besucher an und erzeugen Menschenmengen auf engem Raum für einen beschränkten Zeitraum. Auch sehen wir, dass Festveranstaltungen immer grösser werden und sich zu Megaevents wandeln. Bei der Street Parade kommen heute rund eine Million Besucher an einem Tag in die Innenstadt Zürich – fast das Dreifache der Einwohnerzahl der gesamten Stadt Zürich. Während des Hajj kamen im Jahr 2015 14 Millionen Pilger nach Mekka; ein Wachstum von 40 Prozent zum Vorjahr. Dabei sind die besuchenden Menschenmengen in Bewegung und fliessen durch einen komplexen Raum von Strassen, Gassen oder Gängen, die vom Veranstalter definiert werden. In sorgfältiger Planung des Geländes und des Programmablaufs wird darauf geachtet, Menschendichten so gering wie möglich zu halten, genügend Entfluchtungsmöglichkeiten für Notsituationen bereitzustellen und die Bewegungsdynamik möglichst gleichmässig über das gesamte Festgelände zu halten.

Während der Durchführung ist die Einsatzzentrale Dreh- und Angelpunkt und steuert mit kognitiv verteilten Prozessen die Veranstaltung. Vernetztes Personal im Feld überwacht die Veranstaltung und meldet Auffälligkeiten. Bei Bedarf empfangen diese wiederum von der Einsatzzentrale Kommandos zum Einschreiten. Unterstützt wird die Einsatzzentrale durch weitere Beobachtungen, die durch punktuell platzierte Überwachungskameras gewährleistet werden.

Trotz standardisierter Verfahren in Vorbereitung und Durchführung kommt es aber immer wieder zu tragischen Vorfällen durch Massenandrang, so zum Beispiel bei der Love Parade 2010 in Duisburg oder beim Hajj in Mekka 2015, welcher mehr

als 700 Menschenleben forderte. Ursachen sind oft Faktoren, die über die Rahmenbedingungen in der Vorbereitung hinausgehen wie zum Beispiel eine unerwartet hohe Besucheranzahl oder unerwartetes Besucherverhalten. Als Folge kommt es zu unvorhergesehenen und unkontrollierbaren Bewegungsdynamiken mit möglicherweise tragischer Konsequenz.

«Individuen – die ohnmächtigen Verursacher in der Masse»

Während wir als Individuen scheinbar kaum Einfluss auf die Bewegung einer riesigen Menschenmasse haben, in der wir uns befinden, sind wir dennoch Verursacher. Obwohl unser Einfluss nur lokal ist, das heisst auf Menschen in unserer unmittelbaren Umgebung beschränkt zu sein scheint, hat jede kleinste Interaktion einen Effekt auf die Bewegungsdynamik der Masse. Man spricht dann von einem komplexen System. Ein gängiges Beispiel sind Vogelschwärme, die mit dem Einfluss einzelner Vögel einen ganzen Schwarm als einheitlichen Flugkörper aussehen lassen. Um die Bewegungsdynamik von einer grossen Masse zu verstehen, muss man also das Verhalten einzelner Akteure oder sogenannter Agenten beobachtbar machen. Denn Faktoren wie Programmpunkte, Orte des Geschehens, Wegfindungs-Entscheidungen, Folgeverhalten und Leitungsverhalten einzelner Agenten haben Einfluss auf das Verhalten der Individuen und damit auf das gesamte System.

Solche Faktoren können wie eine physikalische Gravitationskraft wirken, die Menschen in eine bestimmte Richtung ziehen oder abstossen. Solche Modelle zur Simulation und zur Vorhersage wurden unter anderem von Professor Dirk Helbing (ETH Zürich) entwickelt und erfolgreich in der Untersuchung von Bewegungsflüssen in der Planung von Grossveranstaltungen untersucht.

Neben der regelbasierten Modellierung von Nutzerverhalten zur Simulation arbeiten wir an der ETH Zürich zusammen mit dem Spin-off Antavi GmbH daran, Besucherver-



Ulf Blanke, Dr., hat an der TU Darmstadt promoviert und arbeitet als Oberassistent am Wearable Computing Lab der ETH Zürich. Er hat neun Jahre Erfahrung im Wearable-Computing-Bereich und hält mehrere EU- und US-Patente. Er ist Mitgründer der Antavi GmbH, einem Unternehmen, das sensorbasiert Menschenverhalten auf grosser Skala erfasst. Nebenbei ist er Teilhaber des Start-ups TwoSense Inc., welches das Ziel verfolgt, datenproduzierende Konsumenten am Datenhandel zu beteiligen.

halten in Echtzeit und datengetrieben sichtbar zu machen, frühe Warnsignale in der Bewegungsdynamik zu identifizieren und damit eventuelle kritische Situationen zu vermeiden.

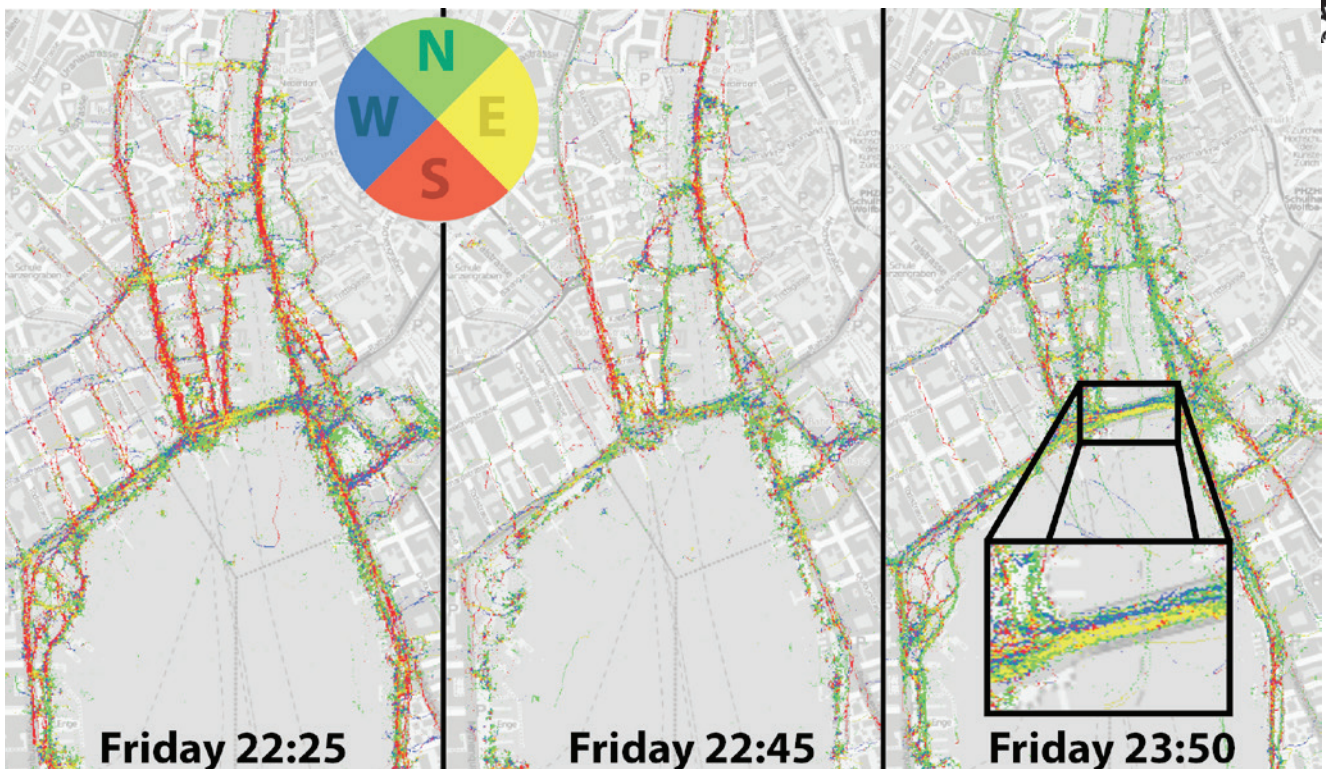
Mit dem starken Wachstum der Smartphone- und App-Industrie sind heute mächtige Mobilfunktelefone mit einer Fülle von Sensorik verfügbar. Mit GPS können Benutzer sekundlich geortet werden; Beschleunigungssensoren zeigen, ob und, wenn ja, wie schnell sie in Bewegung sind; mit Magnetsensoren kann die Bewegungsrichtung bestimmt werden; mit Bluetooth-Modulen kann festgestellt werden, wie dicht die umgebende Menschengruppe ist und ob er Nutzer sich in einer Gruppe mitbewegt. Man spricht dann von sogenannter Flocking-Bildung. Letztendlich kann diese Information per Breitband-

Crowd Management



Abb. 1: Besucherdichten, aggregiert aus Ortungsdaten der Besucher.

Abb. 2: Laufrichtung der Menschenmenge.



Crowd Management

Kommunikation übertragen werden. Unterstützt von einer breiten Marktpenetration, offerieren Smartphones ein exzellentes Instrument, um das Bewegungsverhalten eines Individuums zu messen, in Echtzeit zu übermitteln und zentral die aggregierte Dynamik der gesamten Menschenmenge zu bestimmen. Als App kann diese Funktionalität verpackt werden und mit Kanälen wie dem Play Store und App Store zur unmittelbaren Installation auf den Endgeräten angeboten werden.

Obwohl durch Meldungen des Personals, der Besucher oder durch Videomaterial von Dutzenden Kameras bereits eine Unmenge von Daten vorhanden ist, die eine aktuelle Situation beschreibt, müssen diese manuell zusammengeführt werden. Diese heterogenen Informationsquellen mit komplexen Abhängigkeiten in «Echtzeit» zu einem holistischen Bild manuell zusammenzuführen und Aktionen abzuleiten, ist eine schwierige und fehlerträchtige Aufgabe.

«Ein Bild der aktuellen Lage kann zu spät sein»

Bis ein Gesamtbild – ein sogenanntes Situational Awareness Picture – erzeugt ist, kann es bereits zu spät sein, um noch rechtzeitig reagieren zu können. Kommt es bereits zu gefährlichen Verdichtungen, ist es für Einheiten schwierig, diese Situationen aufzulösen. Nur wenn die Bewegungsfreiheit von Individuen ausreichend ist, ist eine Besucherstromlenkung effektiv.

Mit einer Computer-gestützten Erfassung und bildgebender Aggregation

der Bewegungsdaten der Apps kann ein holistisches Bild der aktuellen Lage auf einen Blick entstehen (siehe Abbildung 1). Damit sind frühzeitige Warnhinweise möglich. Mit Vorhersage-Modellen, welche die aktuellen Bewegungsflüsse, Event-Orte und Zeiten als Eingabe bekommen, kann datengetrieben ein zukünftiger Status einer Menschenmenge abgeschätzt werden und Hinweise noch früher zur Verfügung stehen. Eine solche Vorhersage, basierend auf der Fußgänger-mobilität, wird als Forschungsgegenstand zurzeit untersucht.

«Nach dem Fest ist vor dem Fest»

Im Debriefing einer Veranstaltung wird der Ablauf diskutiert, auch Auffälligkeiten, die in der Planung zukünftiger Veranstaltungen eine Rolle spielen können, kommen zur Sprache. Da vorhandene Informationsquellen heterogen und komplex sind, beschränkt sich die Untersuchung auf wenige und die größten Auffälligkeiten. Kritische Details der Massenbewegung werden dabei leicht übersehen. Mit einer elektronischen Erfassung wird der gesamte Ablauf auf Abruf abspielbar, und jeder Zeitpunkt der Veranstaltung kann angezeigt werden. Die Aggregation von statistischen Informationen mittels Methoden des maschinellen Lernens macht «Hotspots» sichtbar und lässt Fragen beantworten wie zum Beispiel: An welchen Orten gab es Verengungen und möglicherweise gefährliche Stop-and-go-Bewegungen? Zudem lassen sich Charakteristika wie Menschen-dichte, Turbulenzen und Druck

extrahieren – wichtige Indikatoren zum Zustand der Menschenmenge und zu deren Sicherheit. Entstandene Daten können in Simulation und in der Planung der nächsten Edition genutzt werden.

«Die Menschenmenge, ein Organismus?»

Apps erfassen in Echtzeit Daten und liefern damit wichtige Anhaltspunkte für Möglichkeiten der Intervention auf das Verhalten der Besucher. Gleichzeitig ermöglichen sie auch einen Kanal zurück zum Individuum, um beispielsweise mittels Nachrichten eine Verhaltensänderung herbeizuführen. Mit einem nur kleinen Prozentanteil von App-Nutzern in der Besuchermenge wirkt dies freilich die Frage auf, wie sich Information und Einflussnahme verbreiten.

Führer- und Folgeverhalten der Besucher spielen eine tragende Rolle mit Blick auf eine Verhaltensänderung der Menschenmenge. Dass eine Menschenmenge sich selbstorganisiert verhalten kann, zeigt Abbildung 2. Durch Gewohnheit aus dem Strassenverkehr bildet sich, um nur ein Beispiel zu nennen, automatisch ein Rechtsverkehr der Fußgänger.

Damit stellt sich weiterhin die Frage: Kann ein Rückkopplungskanal mit Wahrnehmung der gesamten Menschenmenge Einfluss auf den Einzelnen ausüben, ist das komplexe Gesamtsystem damit vielleicht autark? Damit würde die Menschenmenge zum selbstgesteuerten Organismus, unabhängig von einer zentralen und externen Steuerung.

Ulf Blanke