
Multiagentensysteme

Technologien, Architekturen, Plattformen

Prof. Dr. Stefan Bosse

Universität Koblenz - FB Informatik - Praktische Informatik

Crowdsensing



Bedeutung und Historie

- Was allgemein als Crowdsourcing betrachtet wird - es **technisch** jedoch **nicht** ist [C]:
 - Open Source Software Entwicklung
 - "Commons-Based Peer Production": Sozioökonomischer Produktionsansatz mit einer großen Anzahl von Personen die kooperativ an einem Projekt arbeiten
 - "Brand Engagement" bildet eine emotionale oder rationale Bindung zwischen einem Verbraucher und einer Marke. Es umfasst Aspekte der Markenführung.
 - Die Erstellung des Oxford English Dictionary in den 1800er Jahren war ein frühes Beispiel für Crowdsourcing?

Crowdsourcing hat seinen Ursprung in der Ökonomie, Wirtschaft, Produktion, Marketing, usw., um den Mehrwert von Produkten zu steigern

Bedeutung und Historie

Wertsteigerung

- **Kostenreduktion**
- **Innovation**
- **Authentizität**
- Zunehmend erkennen aber auch die Soziologie und "Politologie" den Nutzen von Crowdsourcing!
- Zunehmend wird Crowdsourcing für die freiwillige Erstellung von Geographischen Wissensdatenbanken und Karten verwendet!

Begriffe

- *Die Begriffe Crowdsourcing und Crowdsensing sind nicht einheitlich definiert worden.*
- Man unterscheidet: **Sensorik (Perzeption) und Aktuatorik (Aktion)**

Daher folgende **Klassifikation**:

Crowdsourcing

Zunächst kann man unter Crowdsourcing die Nutzbarmachung von menschlichen Arbeitsressourcen mit kollektiven Ziel verstehen, d.h. **Aktuatorik**.

Weiterhin die Erhebung von Nutzerdaten (**Sensorik**) ohne oder mit unmittelbarer Mitwirkung des Nutzers oder die öffentliche selbstorganisierende Verfügbarmachung von Dienstleistungen von Nutzern. Der Nutzer ist sich der Erhebung seiner Daten nicht unbedingt bewusst.

Begriffe

Crowdsensing

Die reine Erhebung von Nutzerdaten mit oder ohne Mitwirkung der Nutzer. Der Nutzer kann sich der Erhebung seiner Daten bewusst sein und aktiv mitwirken. Crowdsensing kann als eine Unterklasse des Crowdsourcings verstanden werden [4].

Begriffe

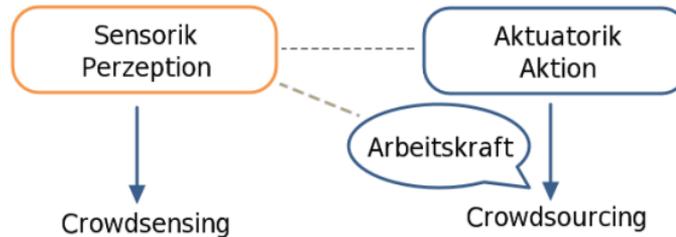


Abb. 1. Sensorik und Aktuatorik im Crowdsourcing und Crowdsensing und deren Zusammenhang

Begriffe

Major Crowdsourcing Systeme

Verschiedene Arten von Crowdsourcing Systemen [H]

- Kollektives Wissensmanagement → Wikipedia → <http://ag-0.de/dokuwiki>
- Kollektive Kreativität → Kunst und Fotografie
- Kollaboratives Online Gaming
- Kollaboratives Abstimmen → Bewertungssysteme
- Soziale Netzwerke

Crowdsourcing in der Produktion

- Einsatz von Crowdsensing und Crowdsourcing zur Optimierung von Prozessflüssen (Produktion usw.)
- **Serviceorientierte Architekturen (SoA)** im Crowdsourcing:
 - **Softwarebasierte Services (SBS)**
 - **Services von Personen (HPS)**
- Der **Prozessfluss (PFL)** kann sich aus einzelnen Aufgaben zusammensetzen, die entweder von entsprechenden Web-Services verarbeitet oder verantwortlichen Personen zugewiesen werden.
- In diesem Szenario kann eine Aufgabe (Task) an die Crowd ausgelagert werden.
 - Zu diesem Zweck wird eine **Supportanfrage (RFS)** vorbereitet, die verschiedene von der Crowd zu verarbeitende Aufgaben und zusätzliche Metadaten wie z.B. Zeiteinschränkungen und Komplexität der Aufgabe enthält.

Crowdsourcing in der Produktion

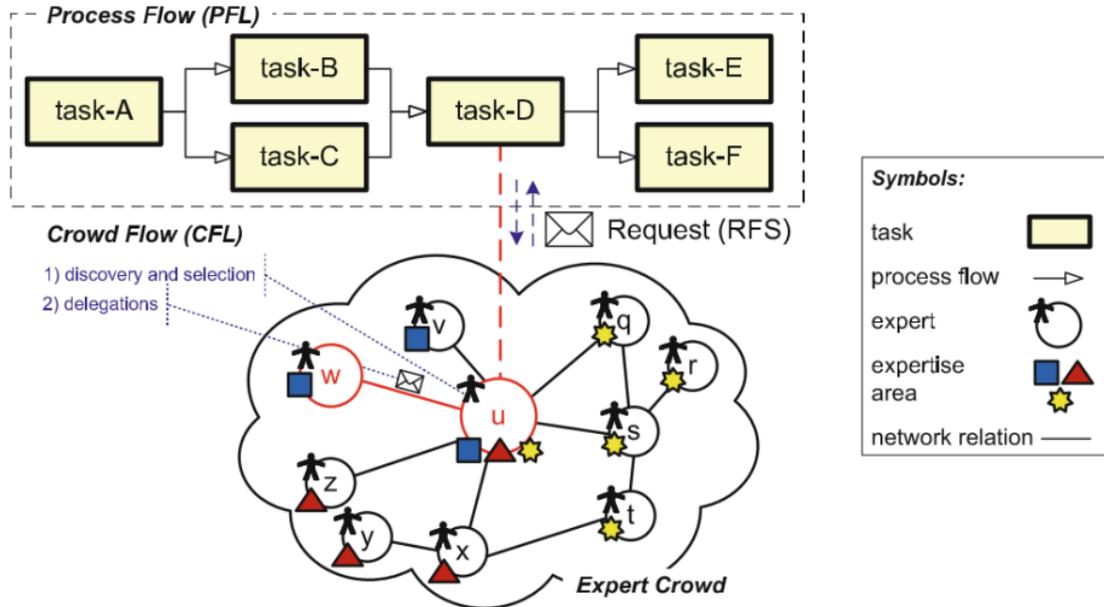


Abb. 2. Crowdsourcing in Prozessflüssen [1]

Crowdsensing Systemmodell

- Ein Crowdsensing System dient häufig kommerziellen Anwendungen und besteht aus:
 - **Crowdsourcer (Erheber)** der die Daten empfängt, aggregiert, und i.A. mittels Data Mining aufgabenorientiert analysiert → besteht aus einem oder mehreren sensorverarbeitenden Servern
 - **Crowd** die aus einer großen Zahl von **Nutzern** besteht (**Datengeber**), deren sensorische und persönliche Daten i.A. mit mobilen Geräten wie Smartphones erhoben werden.
 - Beide verbunden über eine **Cloudumgebung**

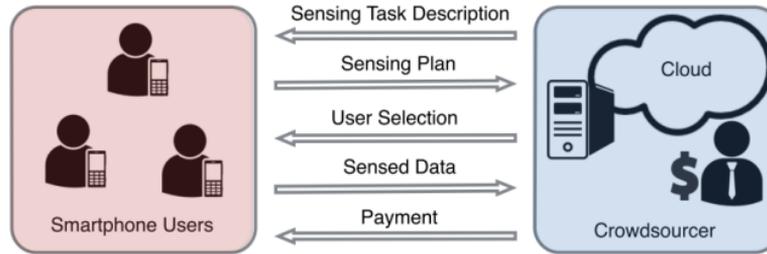


Abb. 3. Allgemeine Architektur eines Crowdsensing Systems [1]

Crowdsensing Systemmodell

Bidirektionale Verbindungen und Ablauf

1. Die Nutzer bekommen eine Beschreibung und Aufgabenstellung der **Erhebungsaufgabe**
2. Die Nutzer haben einen **Erhebungsplan** zu erfüllen (direkt bewusst oder indirekt durch Anreize)
3. Der Crowdsourcer (**Erheber**) wählt die Nutzer aus (oder gewinnt sie durch ein öffentliches Ausschreibeverfahren)
4. Die Nutzer liefern sensorische Daten für eine bestimmte Zeit $t \rightarrow$ **Erhebungsdienstleistung**
5. Die Nutzer erhalten **Belohnungen**: direkte Vergütungen oder geldwerte Vorteile - oder nehmen freiwillig im Eigeninteresse teil

Es muss eine **Erhebungsstrategie** geben, die eine hohe Effizienz der Erhebung erreichen soll!

Crowdsensing Systemmodell

Systemmodell und Crowdsensingprozess

- Es gibt eine Menge von sensorischen **Erhebungsaufgaben** (Tasks) Γ
- Es gibt eine Menge von **Teilnehmern** $U=\{1,2,\dots,n\}$ die an der Teilnahme der Erhebung interessiert sind *nachdem* sie die Aufgaben kennen (mit $n \geq 2!$)
- Jeder Nutzer der an der Erhebung teilnimmt verursacht **Kosten**; der Nutzer erwartet eine **Belohnung** (Bezahlung!?)
- Basierend auf Kosten und Belohnung wird der einzelne Nutzer einen **Erhebungsplan** haben, der wiederum vom Auftraggeber eingesammelt wird und eine globale Bewertung erfolgt mit anschließender Bezahlung/Belohnung des Nutzers (Auftragserteilung)!
- Auftraggeber und Nutzer haben eine **Nützlichkeitsfunktion**
 - Der Auftraggeber (Erheber) ist nur an der **Maximierung** seiner eigenen Nützlichkeitsfunktion u_0 interessiert
 - Der Nutzer (Datengeber) ist ebenfalls an der Maximierung seiner eigenen Nützlichkeitsfunktion u_i interessiert, wird aber erst an der Erhebung teilnehmen wenn der Anreiz groß genug ist!

Crowdsensing Systemmodell

Aufgabe

1. Welche nicht monetären Belohnungen könnte es noch in Crowdsensing Applikationen geben?
2. Ist Nutzen schon das Erlangen von Informationen oder Vorteile gegenüber anderen Personen?
3. Welche Anreize müsste man für Crowdsensing Applikationen geben? Gibt es zielgruppenabhängige Faktoren?

Vertiefung

D. Yang, G. Xue, X. Fang, and J. Tang, *Incentive Mechanisms for Crowdsensing: Crowdsourcing with Smartphones*, IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 99, 2015.

F. Hou, Y. Pei, and J. Sun, *Mobile Crowd Sensing: Incentive Mechanism Design*. Springer, 2018.

Crowdsensing Systemmodell

- Man kann Crowdsensing mathematisch modellieren ...

Notation	Description
$\mathcal{U}, \mathcal{U}_{-i}$	set of users and set of users except user i
n	number of users
R	reward of the crowdsourcer
t_i, t, t_{-i}	sensing time/strategy of user i , strategy profile of all users, strategy profile excluding user i 's strategy
κ_i	cost unit of user i
$\beta_i(t_{-i})$	best response of user i given t_{-i}
\bar{u}_i, \bar{u}_0	utility function of user i and the crowdsourcer in the crowdsourcer-centric model
λ	system parameter in \bar{u}_0
Γ, Γ_i, τ_j	set of tasks, set of user i 's tasks and task
m	number of tasks
ν_j	value of task τ_j
c_i, b_i	cost and bid of user i
S	set of selected users
p_i	payment to user i
$v(S)$	total value of the tasks by S
\bar{u}_i, \bar{u}_0	utility function of user i and the crowdsourcer in the user-centric model

Abb. 4. Notation und Bewertungskriterien für ein Crowdsensing Systemmodell [1]

Crowdsensing Systemmodell

Erheberzentriertes Modell

- In diesem Modell gibt es nur **eine Erfassungsaufgabe**.
- Der Crowdsourcer (Erheber) kündigt eine Gesamtbelohnung $R \geq 0$ an und motiviert n Benutzer, am Crowdsensing teilzunehmen, während jeder Benutzer seinen Beteiligungsgrad auf der Grundlage der Belohnung festlegt.
- Der Erfassungsplan des Benutzers i wird durch $t_i \geq 0$ dargestellt, die Zeitdauer, die er bereit ist, den sensorischen Erfassungsdienst bereitzustellen oder an Umfragen teilzunehmen.
- Wenn ein Benutzer $t_i = 0$ setzt, zeigt der Benutzer i an, dass er nicht am Crowdsensing teilnehmen wird.
- Die **Erfassungskosten** des Benutzers i sei $\kappa_i t_i$, wobei $\kappa_i \in \Theta$ Einheitskosten sind und $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_l\}$ sei die Menge der Einheitskosten.

Crowdsensing Systemmodell

- Wir nehmen an, dass der Erheber Θ und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Benutzer mit den Einheitskosten θ_j kennt. Dies kann aus der Analyse der historischen Daten gelernt werden.
- Sei n_j die Anzahl der Nutzer mit den Einheitskosten θ_j , d.h. $n = \sum n_j$
- Angenommen, die von Benutzer i erhaltene Belohnung ist proportional zu t_i . Dann ist der Nutzen \bar{u}_i des Benutzers i die Belohnung abzüglich der Kosten:

$$\bar{u}_i = \frac{t_i}{\sum_{j \in u} t_j} R - t_i \kappa_i$$

- Daher würden alle Nutzer mit den gleichen Einheitskosten den gleichen Erfassungsplan wählen! **Stimmt das?**

Crowdsensing Systemmodell

- Die Nützlichkeit des Erhebers \bar{u}_0 ist dann gegeben durch eine Bewertungsfunktion g (die von den tatsächlichen Wahrnehmungszeiten \tilde{t}_1 der Nutzer abhängt) abzüglich der gesamten Belohnung R :

$$\bar{u}_0 = g(\tilde{t}_1, \tilde{t}_2, \dots, \tilde{t}_l; n_1, n_2, \dots, n_l) - R$$

- Vereinfachung und Feststellung: Nutzer mit den gleichen Einheitskosten werden die gleiche Erhebungszeit bereitstellen!
- Bei diesem Modell besteht also das Ziel des Crowdsourcer darin, den optimalen Wert von R so zu bestimmen, dass er \bar{u}_0 maximiert.
- Jeder Benutzer i entscheidet eigenständig über seine Erfassungszeit t_i , um den angegebenen Wert von R zu maximieren.
- Da kein rationaler Benutzer bereit ist, einen Erhebungsdienst für eine negative Nützlichkeit bereitzustellen, wird der Benutzer i auf $t_i = 0$ setzen wenn $R \leq \kappa_i \sum t_j$ für alle $i \neq j$.

Crowdsensing Systemmodell

Nutzerzentriertes Modell

- In diesem Modell kündigt der Erheber eine Menge $\Gamma = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m\}$ von Aufgaben zur Auswahl durch die Benutzer an.
- Jedes $\tau_j \in \Gamma$ hat für den Erheber einen Aufgabenwert $v_j > 0$.
- Jeder Benutzer i wählt je nach Präferenz eine Teilmenge von Aufgaben $\Gamma_i \subseteq \Gamma$ aus (basierend auf seinen Präferenzen).
- Dementsprechend hat der Benutzer i auch damit verbundene Kosten c_i , die privat sind und nur ihm selbst bekannt sind.
- **Auktion:** Benutzer i übermittelt dann ein Auftrag-Gebot Paar (Γ_i, b_i) an den Crowdsourcer, wobei b_i das Gebot und der Mindestpreis ist, für den der Benutzer seinen Service verkaufen möchte.

Crowdsensing Systemmodell

- Beim Empfang der Auftragspakete von allen Benutzern wählt der Erheber eine Teilmenge S von Benutzern als Gewinner aus und bestimmt die Zahlungen p_i für jeden gewinnenden Benutzer i .
- Der Nutzen des Benutzers i ist dann:

$$\tilde{u}_i = \begin{cases} p_i - c_i, & \text{wenn } i \in S \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

- Der Nutzen des Crowdsourcers ergibt sich dann aus:

$$\tilde{u}_0 = v(S) - \sum_{i \in S} p_i, \quad v(S) = \sum_{\tau_j} v_j$$

Crowdsensing Systemmodell

Für das benutzerzentrierte Modell kann man einen Anreizmechanismus entwerfen, der die folgenden vier Eigenschaften erfüllen sollte:

1. **Recheneffizienz:** Das Ergebnis der Auktion kann in Polynomialzeit berechnet werden.
2. **Individuelle Rationalität:** Jeder teilnehmende Benutzer hat einen nicht negativen Nutzen, wenn er seine wahre Bewertung vorlegt.
3. **Rentabilität:** Der Wert, den die Gewinner bringen, sollte mindestens der Summe der an sie gezahlten Beträge entsprechen.
4. **Wahrhaftigkeit:** Kein Bieter kann seinen Nutzen verbessern, indem er ein Angebot abgibt, das von der tatsächlichen Bewertung (die Kosten sind) abweicht

Crowdsensing Systemmodell

- Das erheberzentrierte Belohnungsmodell kann als ein **Stackelberg Spiel** verstanden werden.
 1. In der ersten Phase gibt der Erheber die Belohnung bekannt
 2. In der zweiten Phase (nicht kooperativ) werden die Nutzer ihre Erhebungszeit strategisch planen um ihre Nützlichkeit zu maximieren
- Frage 1: Gibt es für eine gegebene Belohnung R eine Reihe stabiler Strategien im Spiel, so dass kein Benutzer durch einseitige Änderung seiner aktuellen Strategie etwas gewinnen kann?
- Frage 2: Wenn die Antwort auf F1 positiv ist, ist die stabile Strategie eindeutig? Wenn sie eindeutig ist, können Benutzer sicher sein, die Strategien aus demselben stabilen Strategiesatz auszuwählen?
- Frage 3: Wie kann der Crowdsourcer den Wert von R auswählen, um seinen Nutzen zu maximieren?

Belohnung

- Im vorherigen Abschnitt wurde die monetäre Belohnung durch Verhandlung eingeführt.
 - Es ist eine Nützlichkeitsfunktion zu erfüllen → Die Erhebungszeit spielt eine wesentliche Rolle
 - Sowohl Nutzer (Datenanbieter) als auch der Erheber (Datensammler) haben eine eigene Nützlichkeitsfunktion → ggfs. gegenläufig!
- Die Belohnung soll drei Ziele bei der Datenerhebung erreichen:
 1. Große Anzahl von Teilnehmern → Anreize schaffen
 2. Große Flächenabdeckung (inkl. Repräsentanz)
 3. Datenqualität (Abdeckung der Erhebungsziele)

Belohnungsklassen

- A. Anreiz der Teilnahme durch **monetäre Belohnung** → Makro- und Mikrozahlungen
- B. Anreiz der Teilnahme durch **Spiele**
- C. Anreiz der Teilnahme durch **Verbesserung sozialer Kontakte**

Belohnung

- Belohnung ist Motivation ...
- Man unterscheidet zwei Arten der Motivation:

Intrinsische Motivation

Spaß, Herausforderung, Lernen

Extrinsische Motivation

Monetäre Ziele, Sozialer Druck, Ruhm

- Intrinsische Motivation kann bedeutender als extrinsische für das Crowdsensing sein
- Beiden Arten gemeinsam ist die individuelle Optimierung der Nützlichkeitsfunktion (des Nutzens) für den einzelnen Nutzer

Mobiles Crowdsensing

- Beim mobilen Crowdsensing handelt es sich um eine Technologie, die eine großräumige, kostengünstige Erfassung der physischen Welt ermöglicht.
- Beim mobilen Crowdsensing werden Menschen, die sich ihrem Alltag widmen, zu „Sensoren“.
- Ihre mobilen Endgeräte wie Smartphones oder Smartwatches sind mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet, mit denen Daten aus der Umwelt, dem Transport, der Gesundheit, und Sicherheit gesammelt werden können bald.
- Crowdsourcing- und Crowdsensing-Techniken ermöglichen eine auf Menschen ausgerichtete Wahrnehmung, um eine umfassende, kollektive Wahrnehmung zu schaffen.
- In Verbindung mit statischen Sensornetzwerken und Internet-of-Things-Geräten (IoT) kann mobiles Crowdsensing die Vision der allgegenwärtigen Wahrnehmung Wirklichkeit werden lassen.

Mobiles Crowdsensing

- Es gibt im wesentlichen drei Komponenten die als Grundlage für das mobile Crowdsensing gesehen werden könne:
 1. Mobile Geräte mit Sensoren (Smartphones)
 2. Mobile Applikationsprogramme
 3. Vereinheitlichte Softwareschnittstellen

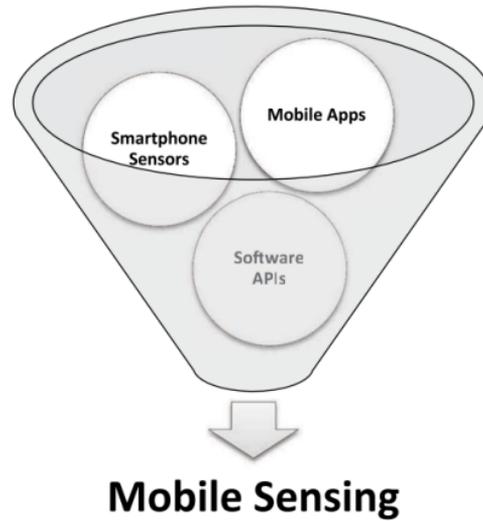


Abb. 5. Mobiles Crowdsensing: Kombination aus Komponenten [A]

Mobiles Crowdsensing

Serverzentrierte Systeme

- Smartphones "sensorieren" einen räumlichen Bereich und liefern Sensordaten an Server
- Der Server stellt aber auch einen Service mit aggregierten Daten für die Nutzer zur Verfügung

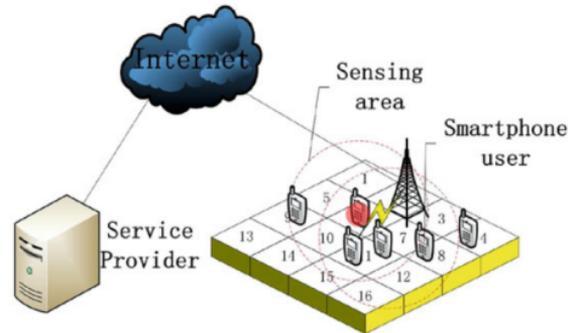


Abb. 6. Serverzentriertes Mobiles Crowdsensing: S [L]

Mobiles Crowdsensing

Mobile Crowdsensing: Die Leute sind sowohl Konsumenten als auch Produzenten der sensorischen Daten!

Straßenverkehr und Transport

- Transportabteilungen können fein aufgelöste und großräumige Daten über das Verkehrsverhalten im Land / Stadt anhand von Standort- und Geschwindigkeitsdaten sammeln, die von Smartphones bereitgestellt werden.
- Dieselben Informationen könnten verwendet werden, um eine individualisierte Verkehrsumleitung zur Vermeidung von Verkehrsstaus bereitzustellen oder um Autofahrer zu freien Parkplätzen zu leiten.
- Daten über die Straßenqualität könnten ebenfalls erhoben werden, um den Kommunen zu helfen, die Straßen rasch zu reparieren.

Mobiles Crowdsensing

- In ähnlicher Weise können Fotos (d.h. Kamerasensordaten), die von Personen während / nach Schneestürmen aufgenommen wurden, automatisch analysiert werden, um das Reinigen der Straßen zu priorisieren.

Geographical Information Systems (GIS) spielen im Mobilen Crowdsensing eine große Rolle da sie räumliche geografische Information mit anderen Sensoren zu einem neuen Kontext kombinieren!

Mobiles Crowdsensing



Abb. 7. Mobiles Crowdsensing: Die Menge ist gleichzeitig Produzent und Konsument von aggregierten Daten [A]

Mobiles Crowdsensing

Sensortypen und Funktionalität

- Es gibt eine große Anzahl verschiedener Sensortypen in mobilen Geräten [A]

Motion/Position sensors	Environmental sensors	Radios	Other hardware
Accelerometer, Magnetometer, Gyroscope, Proximity sensor, Pedometer	Ambient light sensor, Barometer, Temperature sensor, Air humidity sensor, Radiation sensor	GPS, Bluetooth, WiFi, Cellular	Microphone, Camera, Camera flash, Touch sensor, Fingerprint

Mobiles Crowdsensing

Beschleunigung (ACC)

Ein Beschleunigungsmesser zeichnet die Beschleunigung in drei zueinander senkrechten Achsen x , y , z auf. Wenn das Smartphone horizontal auf einem Tisch angeordnet ist, zeigt eine Achse auf den Vektor der Schwerkraft (g). Beschleunigungsmesser spielen eine wesentliche Rolle bei der Messung körperlicher Aktivitäten. In der Regel werden sie zum Erkennen der Ausrichtung eines Smartphones verwendet und werden heutzutage häufig für *verschiedene Spiele- und Aktivitätserkennungsanwendungen verwendet*.

GPS

Dies ist einer der bekanntesten Sensoren des Smartphones. Er berechnet die Position des Smartphones anhand von Satelliten und deren Bodenstationen als Referenz. Die Ausgabe ist in der Regel ein (Breitengrad, Längengrad, Höhen-Tupel), zusammen mit anderen Informationen wie Geschwindigkeit und Richtung. GPS kann (im Smartphone) abgeschaltet sein und steht nicht immer zur Verfügung.

Mobiles Crowdsensing

Gyroskop (GYP)

Mit einem Gyroskop wird die Ausrichtung des Smartphones anhand des Drehimpulses gemessen. Es kann die Änderungsrate des Winkels entlang einer bestimmten Achse messen und ist in der Regel zuverlässig, um kurzfristige und sprunghafte Orientierungsänderungen genau zu erkennen. *Smartphones verwenden normalerweise eine Kombination aus Beschleunigungssensor und Gyroskop, um sich gegenseitig zu kalibrieren sowie Orientierungsänderungen, Lokomotionszustände usw. zuverlässig zu erkennen.*

Licht

Bei den Lichtsensoren handelt es sich i.A. um Fotodioden, die die Lichtintensität über einen elektrischen Strom messen. *Lichtsensoren werden verwendet, um die Bildschirmhelligkeit unter verschiedenen Lichtsituationen zu steuern, oder um den Touchscreen zu sperren, wenn ein Benutzer das Telefon an sein Ohr hält.*

Mobiles Crowdsensing

- Der Lichtsensor kann auch mit anderen Sensoren für intelligente Dienste gekoppelt werden, z.B. zur besseren Lokalisierung durch die Kombination von Ton und Telefonpositionserfassung (z.B. in der Tasche, auf dem Tisch in der Hand) zusammen mit dem Beschleunigungssensor.

Externe Sensoren

Zusätzlich zu den internen Smartphone-Sensoren kann die Erfassung auch durch externe Sensoren erfolgen, *wie z. B. vom Körper getragene Sensoren im Gesundheitsbereich zur Überwachung von Patienten, Sensoren an Fahrrädern zur Überwachung der täglichen Bewegungsabläufe oder Radrouten sowie Sensoren in Fahrzeugen.*

- Auf diese externen Sensoren wird im Allgemeinen über verschiedene drahtlose Technologien zugegriffen (vor allem Bluetooth ist mit vielen externen Sensorgeräten kompatibel). Diese externen Sensoren werden in Zukunft mit zunehmender Anzahl und Komplexität der Sensoranwendungen an Bedeutung gewinnen.

Mobiles Crowdsensing

Kommunikation

Die Smartphones verfügen über GPS, Bluetooth, WLAN und GSM (Mobilfunk), die üblicherweise für Standort- und Kommunikationsfunktionen verwendet werden.

Diese Kommunikationsgeräte können in Kombination mit anderen Sensoren die mobile Erfassung des Benutzers verbessern und einen großen Beitrag zu den Standortdaten der Benutzer leisten. Insbesondere wird der GPS-Standort fast immer mit allen Erfassungsdaten gekennzeichnet, um die Daten aussagekräftiger und kontextbezogener zu machen.

GSM

Globales mobiles Funknetz bestehend aus Basisstationen die sich i.A. im Außenbereich befinden (Ausnahmen: Funknetzrepeater wie z.B. in Zügen). Reichweite ca. 100-2000m.

Mobiles Crowdsensing

WIFI

Lokales stationäres Funknetz bestehend aus Basisstationen (WLAN Accesspoints), die sich sowohl im Innen- als auch Aussenbereich befinden können. Reichweite ca. 10-100m.

Bluetooth

Bluetooth wird verwendet, um Daten über kurze Entfernungen zwischen zwei Geräten über Funkübertragungen im ISM-Band von 2400–2480 MHz auszutauschen.

- Bluetooth kann daher andere Bluetooth-fähige Peer-Geräte in seiner Umgebung erfassen und sich mit diesen verbinden.
- Dank der neuen Bluetooth LE-Technologie (Low Energy) können Smartphones Proximity-Daten effizienter erfassen.
- Diese Eigenschaft wurde in der Forschung häufig verwendet, um soziale Echtzeitbedingungen zu schätzen und zu erfassen, z.B. Schätzen der Bevölkerungsdichte, Berechnen von Gruppenbildung und Ableiten sozialer Kontexte und Kontakte. Reichweite ca. 1-10m.

Mobiles Crowdsensing

Software APIs

1. Googles Android API
2. Appels iOS API
3. Microsoft Windows Mobile API
4. andere?

Hürden

Zuverlässigkeit der Daten

Die von den Teilnehmern übermittelten erfassten Daten sind nicht immer zuverlässig, da sie falsche Daten zur Kompensation übermitteln können, ohne die eigentliche Aufgabe auszuführen. Daher ist es wichtig, die erfassten Daten zu validieren.

- Weiterhin sind Sensoren im mobilen Geräten A.) Unzuverlässig B.) Ungenau!

Mobiles Crowdsensing

Belohnung

Es ist nicht immer wirtschaftlich für Organisationen (z.B. lokale / staatliche Regierungsbehörden oder Forschungsgemeinschaften) oder Einzelpersonen, für jede Art von Erfassungsaufgabe, die öffentliche Dienstleistungen verbessert, die Entdeckung von Wissen unterstützt oder unseren Alltag erleichtert, eine **finanzielle Kompensation zu leisten**.

- Daher ist es notwendig, kostengünstige Lösungen zu finden, um die Teilnehmer dazu anzuregen, die sensorische Erhebung durchzuführen.

Energiebedarf / Batterie

Bei der Entwicklung und Implementierung mobiler Anwendungen ist der **Energieverbrauch eine wesentliche Randbedingung**, mit dem Entwickler konfrontiert sind.

- Daher ist das Hauptziel, den Energiebedarf des mobilen Gerätes zu minimieren, die Aktionen der Sensoren zu steuern und bei Bedarf auszusetzen.

Mobiles Crowdsensing

Sicherheit und Privatsphäre

Häufig ist der Datenschutz eine große Hürde für die mobile Datenerfassung. Wenn die Sensing-Anwendung Sensing-Dienste von Drittanbietern verwendet, ist der Datenschutz für den Smartphone-Benutzer ein wichtiges Anliegen, da es schwierig ist, den Eigentümern von Servern, auf die die Sensordaten hochgeladen werden, zu vertrauen.

- Darüber hinaus können diese Server auch von Hackern angegriffen werden. Die Benutzer fühlen sich jedoch sicher, solange die erfassten Daten auf ihrem mobilen Gerät bleiben.
- Ohne die Sensordaten an Sensing Services zu senden, können die App-Entwickler jedoch möglicherweise keine komplexen Benutzeraktivitäten erkennen.
- Darüber hinaus kann dies zu einem hohen Energieverbrauch oder einer langsamen Reaktionszeit führen, auch wenn dies am Telefon möglich ist.
- Daher müssen die App-Entwickler die Anwendungsfunktionen für Benutzer und den Datenschutz abwägen.

Klassifikation von Crowdsensing

- Das mobile Crowdsensing-Modell behandelt jede Person, die ein mobiles Gerät trägt, als potenziellen Sensorknoten und bildet ein großes Sensornetzwerk, das die gesamte Bevölkerung nutzt.
- Crowdsensing lässt sich grob in zwei Hauptkategorien einteilen:
 - Partizipative manuelle Erfassung, bei der der manuelle Eingriff der Teilnehmer für bestimmte Eingaben erforderlich ist.
 - Opportunistische automatische Erkennung, bei der die Erkennung auf den Smartphones der Teilnehmer im Hintergrund ausgeführt wird.

Partizipative manuelle Erhebung

- Bei der partizipativen Wahrnehmung bezieht jede Erhebung den Teilnehmer direkt ein, um bestimmte Aktionen auszuführen, beispielsweise die Aufnahme von Fotos von Orten oder Ereignissen.
- Daher haben die Teilnehmer bei diesem Verfahren die größte Kontrolle darüber, wann, wo und was zu erfassen ist, indem sie entscheiden, welche Erhebungsaufgaben angenommen und abgeschlossen werden sollen

Klassifikation von Crowdsensing

- Bei der partizipativen Erfassung ist es möglich, dass die Erfassung automatisch durchgeführt wird, die Teilnehmer können jedoch die Zeit, zu der die Erfassung durchgeführt werden kann, die Freigaberichtlinien usw. steuern.

Opportunistische automatische Erhebung

- Bei der opportunistischen Erfassung wird die tatsächliche Erfassung automatisch durchgeführt, und der Teilnehmer ist nicht an der Erfassungsaktivität beteiligt.
- Die Smartphones (Erfassungssoftware) treffen die geeigneten Entscheidungen und initiieren die Erfassung und Weitergabe von Erfassungsdaten.
- Dieses Sensormodell überträgt Arbeitsleitung von den Teilnehmern auf ein zentrales Sensorerfassungssystem (oder auf ein Ad-hoc-Netzwerk mobiler Geräte), um zu bestimmen, wann, wo und auf welchen Smartphones eines Teilnehmers eine automatische Erkennung durchgeführt wird, um die Anforderungen der Erhebung zu erfüllen.

Klassifikation von Crowdsensing

- Das System berücksichtigt die sozialen Aspekte der Teilnehmer, wenn Entscheidungen bezüglich der Aufgabenplanung für die Erfassung getroffen werden.
- Zu diesen Aspekten gehören der
 - Aktuelle Standort,
 - ein möglicher nächster Standort,
 - die aktuelle Aktivität,
 - regelmäßige tägliche Muster und ggfs.
 - der Gesundheitszustand.
- Dieser Art der Erfassung wird als personenzentriertes Erkennen bezeichnet.

Klassifikation von Crowdsensing

Beispiele

- Beispiele für **Partizipative manuelle Erhebung**:
 - Foto- und Videojournalismus (Berichterstattung durch Bürger)
 - Straßentransporterfassung
 - Datenteilung in sozialen Netzwerken
- Beispiele für **Opportunistische automatische Erhebung**:
 - Verhaltens- und Sozialverhaltens erfassung
 - Verkehrs- und Straßentransporterfassung
 - Innenbereichslokalisierung mit GPS und Gebäudekarten