

Modular-Smartphone-Szenario

Daniel Schraudner

Das Modular-Smartphone-Szenario ist ein fiktives Fertigungsszenario, bei dem es um die Herstellung von hochindividualisierten Smartphones geht. Das Szenario an sich ist zwar fiktiv, jedoch orientieren sich die Abläufe stark an aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Robert Bosch GmbH in der ARENA2036¹. Das Szenario steht in starkem Zusammenhang zu aktuellen Entwicklungen in der Industrie hinsichtlich der Initiative Industrie 4.0 und dem Ziel Losgröße Eins.

Das Modular-Smartphone-Szenario wurde im Zuge des MOSAIK-Projekts² entwickelt. Beim MOSAIK-Projekt ging es um die Erforschung von Methoden zur selbstorganisierten Aggregation von Komponenten hin zu Systemen zur Entwicklungszeit und der Adaption der Aggregate zur Laufzeit. Dabei soll das aggregierte System vorgegebene Eigenschaften erfüllen bzw. definierte Phänomene erzeugen und resilient gegenüber Perturbationen sein. Eines der beiden Anwendungsszenarien des Projekts behandelte adaptive, selbstorganisierende Intra-Logistik aus dem Anwendungsgebiet der Industrieautomation. Um ein vollständig spezifiziertes Szenario zu haben, gegen das wir unsere im Projekt entwickelten Methoden validieren konnten, entwickelten wir das Modular-Smartphone-Szenario. Es wurde während des Projekts auch in mehreren Publikationen referenziert, z. B. beim IEEE Symposium Series on Computational Intelligence³ oder auf der Extended Semantic Web Conference⁴.

Ein zu bauendes modulares Smartphone wird in unserem Szenario durch eine Order spezifiziert. Eine Order enthält die folgenden Informationen:

- Die Größe des Arbeitsspeichers in GiB,
- die Anzahl der Kerne der CPU,
- die Größe des Massenspeichers in GiB,
- die Größe des Akkus in mAh,
- das Material des Gehäuses (Plastik oder Metall) und
- die Displaygröße in Zoll.

Außerdem enthält jede Order eine Liste an sog. Ports, Kommunikationseinheiten und Sensoren, die im Smartphone verbaut werden sollen.

Zu den Ports zählen

- Kopfhörerbuchse,
- Dolby Lautsprecher,

1 <https://www.bosch.com/de/forschung/know-how/erfolgsgeschichten/arena2036/>

2 <https://mosaikprojekt.de/>

3 T. Seidelmann, J. Weise and S. Mostaghim, "Meeting Demands for Mass Customization: A Hybrid Organic Computing Approach," *2021 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, Orlando, FL, USA, 2021, pp. 1-8, doi: 10.1109/SSCI50451.2021.9659946.

4 <https://paul.ti.rw.fau.de/~pi69geby/2021/demoESWC/>

- Stereo Lautsprecher,
- USB-C-Port, microUSB-Port,
- microSC-Card-Slot,
- SIM-Kartenslot,
- microSIM-Kartenslot,
- nanoSIM-Kartenslot.

Zu den Kommunikationseinheiten zählen

- WLAN-Modul,
- Bluetooth-Modul,
- GSM-Modem,
- LTE-Modem,
- 5G-Modem,
- Infrarot-Modul,
- GPS-Modul und
- NFC-Modul.

Zu den Sensoren zählen

- Mikrophon,
- Kamera,
- Kompass,
- Fingerabdrucksensor,
- Gyroskop,
- Temperatursensor und
- Feuchtigkeitssensor.

Folgende Grundannahmen prägen unser Szenario:

- Ein Fertigungsschritt kombiniert immer zwei oder mehr Teile zu einem neuen Teil.
- Für jedes Smartphone gibt es mehrere Fertigungsschritte, die teilweise parallel ablaufen können.
- Das Ergebnis des letzten Fertigungsschritts ist das fertige modulare Smartphone.
- Jeder der Fertigungsschritte findet an genau einer Arbeitsstation statt.
- Die Arbeitsstationen können beliebig in der Fabrikhalle verteilt sein.
- Die Magazine für die verschiedenen Ausgangsteile werden auch als Arbeitsstationen behandelt.
- Teile werden zwischen den Arbeitsstationen von fahrerlosen Transportfahrzeugen transportiert; diese können jeweils genau ein Teil tragen.

Es gibt die folgenden Arbeitsstationen:

- Lötstation,
- Fixierstation,
- Gießstation,
- Schraubstation,

- Kombiniestation und
- Klebestation.

Außerdem gibt es für die folgenden Ausgangsteile je ein Magazin als Arbeitsstation:

- RAM-Riegel (1 GiB, 2 GiB, 4 GiB, 8 GiB),
- CPU (2 Kerne, 4 Kerne, 8 Kerne),
- Flash-Speicher (16 GiB, 32 GiB, 64 GiB, 128 GiB),
- Boards (Board, Mainboard mit Sockel für einen 2-Kernprozessor und Platz für 2 RAM-Riegel, Mainboard mit Sockel für einen 2-Kernprozessor und Platz für 3 RAM-Riegel, Mainboard mit Sockel für 4-Kernprozessor und Platz für 1 RAM-Riegel, Mainboard mit Sockel für 8-Kernprozessor und Platz für 4 RAM-Riegel),
- Ports (Kopfhörerbuchse, Dolby Lautsprecher, Stereo Lautsprecher, USB-C-Port, microUSB-Port, microSC-Card-Slot, SIM-Kartenslot, microSIM-Kartenslot, nanoSIM-Kartenslot),
- Blöcke (Plastik, Metall),
- Kommunikationseinheiten (WLAN-Modul, Bluetooth-Modul, GSM-Modem, LTE-Modem, 5G-Modem, Infrarot-Modul, GPS-Modul, NFC-Modul),
- Sensoren (Mikrophon, Kamera, Kompass, Fingerabdrucksensor, Gyroskop, Temperatursensor, Feuchtigkeitssensor),
- Batteriezellen (50 mAh, 750 mAh, 1200 mAh),
- LCDs (4“, 4,5“, 5“, 5,5“, 6“, 6,5“) und
- Glas (4“, 4,5“, 5“, 5,5“, 6“, 6,5“).

Folgende Fertigungsschritte werden im Laufe der Smartphoneproduktion durchgeführt:

- An der Lötstation werden ein Mainboard, eine CPU (restriktiert durch den Sockel des Mainboards), ein oder mehrere RAM-Riegel (Anzahl restriktiert durch das Mainboard) und ein Flash-Speicher zu einem Hauptmodul verarbeitet.
- An der Fixierstation werden beliebig viele Ports an das Hauptmodul fixiert; das Ergebnis ist ein Hauptmodul mit Ports.
- An der Gießstation wird ein Block zu einem Gehäuse verarbeitet.
- An der Schraubstation wird ein Hauptmodul in ein Gehäuse geschraubt; es entsteht ein Gehäuse mit Hauptmodul.
- An der Lötstation werden beliebig viele Kommunikationseinheiten auf ein Board gelötet, um ein Kommunikationsmodul zu fertigen.
- An der Schraubstation wird ein Kommunikationsmodul in ein Gehäuse mit Hauptmodul geschraubt; das Ergebnis ist ein Gehäuse mit Kommunikationsmodul. Sollte das Kommunikationsmodul in ein Gehäuse mit Haupt- und Sensormodul geschraubt worden sein, ist das Ergebnis ein Gehäuse mit Haupt-, Kommunikations- und Sensormodul.
- Mit dem Sensormodul wird ähnlich wie mit dem Kommunikationsmodul verfahren; es ist dabei nicht von Bedeutung, ob zuerst das Kommunikationsmodul oder das Sensormodul in das Gehäuse mit Hauptmodul geschraubt wird.
- An der Lötstation werden beliebig viele Sensoren auf ein Board gelötet, um ein Sensormodul zu fertigen.
- An der Schraubstation wird ein Sensormodul in ein Gehäuse mit Hauptmodul geschraubt; das Ergebnis ist ein Gehäuse mit Sensormodul. Sollte das Sensormodul in ein Gehäuse mit Haupt- und Kommunikationsmodul geschraubt worden sein, ist das Ergebnis ein Gehäuse mit Haupt-, Kommunikations- und Sensormodul.

- An der Kombinerstation werden eine bis vier Akkuzellen zu einem Akku kombiniert.
- An der Klebestation wird der Akku in das Gehäuse mit Haupt-, Kommunikations- und Sensormodul geklebt; es entsteht ein Gehäuse mit Akku.
- An der Klebestation werden ein LCD und ein Glas gleicher Größe zusammengeklebt; es entsteht eine Displayeinheit.
- An der Klebestation wird eine Displayeinheit in ein Gehäuse mit Akku geklebt; es entsteht ein fertiges Smartphone.

Weitere Informationen zum Modular-Smartphone-Szenario finden sich auch im öffentlichen GitHub-Repository⁵.

5 <https://github.com/wintechis/mss-data-dump/>