STARTHack Asimov

Dokumentation

David Schafer, Serge Hauri, Steve Ineichen, Remo Schwarzentruber

2019-03-24

Inhaltsverzeichnis

1 Getting Started

1.1 Challenges

There were 8 different challenges which you could apply. We were mainly interested in the Challenges from the following partners:

- Autosense (Crash Visualization)
- SBB (Recylce)
- Laica (AR)
- BOSCH IOT-Lab (Sensor Car)

Alls case descriptions can be viewed here: http://live.starthack.ch/case-descriptions/

We applied for the Autosense challenge and got it (limit of 15 Teams per challange).
The challenge is as follow:

1.2 AUTOSENSE / VOLVO Challenge

Generate Car Crash Image, visualize impact and direction using sensor data

Your challenge if you choose to accept:

Build Microservice(s) to generate Image with 3D object simulating impact forces for given time offset (from crash). Deploy Microservice(s) on Swisscom Application Cloud (cloud foundry). Provide API(s) for submitting Input data (stream) and getting the Result. Generate output for each submitted Crash Record : Direction of the impact (Impact angle and energy), visualize the damage show expected place of impact on car

Winner is the Team who:

Has identified the maximum number of crashes correctly providing - Correct impact direction & Most accurate 3D simulation (compared to real crash picture)

How it will be measured:

For each submitted Crash Record AND time offset, generate Image with Direction of the impact (Impact angle and energy), Visualized damage and Time offset with the maximum force/damage on the object. Crash Record is submitted to the service. The calculated impact direction will be compared with pictures from real crash.

Restrictions:

Service must be deployable on cloud infrastructure (AWS/Cloud Foundry/Kubernetes/Docker). Service should use as few as possible external APIs. Given Data Models and API POST Requests structure must be used.

1.3 Setup

xxxxx

```
pwd
```

2 Tasks

- Data Parsing (transform in more structured way -> acceleration, calibration)
  - define useful functions
  - implement functions
  - crash_record.py
- Webserver
  - create webserver (sanic)
  - implement requests
  - return some dummy data for the moment
  - webserver.py (rename main.py)
  - docker container
- Image
  - define interface
  - library to draw arrows
  - library to draw circles
  - image.py
- Visualization & Math
  - jupyter notebook visualization
  - define functions to calculate angles & impact
  - start crash_record_calculator.py

3 Data Parser / Data Processing

3.1 Funktionsumfgang

Mit der Klasse Data_Parser werden alle Funktionalitäten im Zusammenhang mit der Datenverarbeitung, AUswertung und Konvertierung erledigt.
Das beinhaltet das einlesen der JSON Daten, ausfiltern der relevanten Key:Value Paare, transformieren der relativen Werte sowie die mathematischen Umrechnungen auf die geforderten Output Daten (Kraft & Winkel des Einschlags)

3.1.1 Software Abhängigkeiten

Zum auslesen der JSON Daten wurde die Python Library `json` verwendet. Zur Decodierung und Encodierung wurde das base64 Format verwendet. Für die Mathematischen umrechnungen wurden die Libraries `math`, `pandas` sowie `numpy` verwendet.

Für die Umrechnung der relativen Zeiten konnte auf die Standard Library ‘datetime zurückgegeriffen werden.

Um während dem Testing ein sauberes Logging zu erhalten, wurde auch hier unsere gemeinsame Log Klasse `log_helper` eingebunden.

3.1.2 Prozess des Funktiondesigns

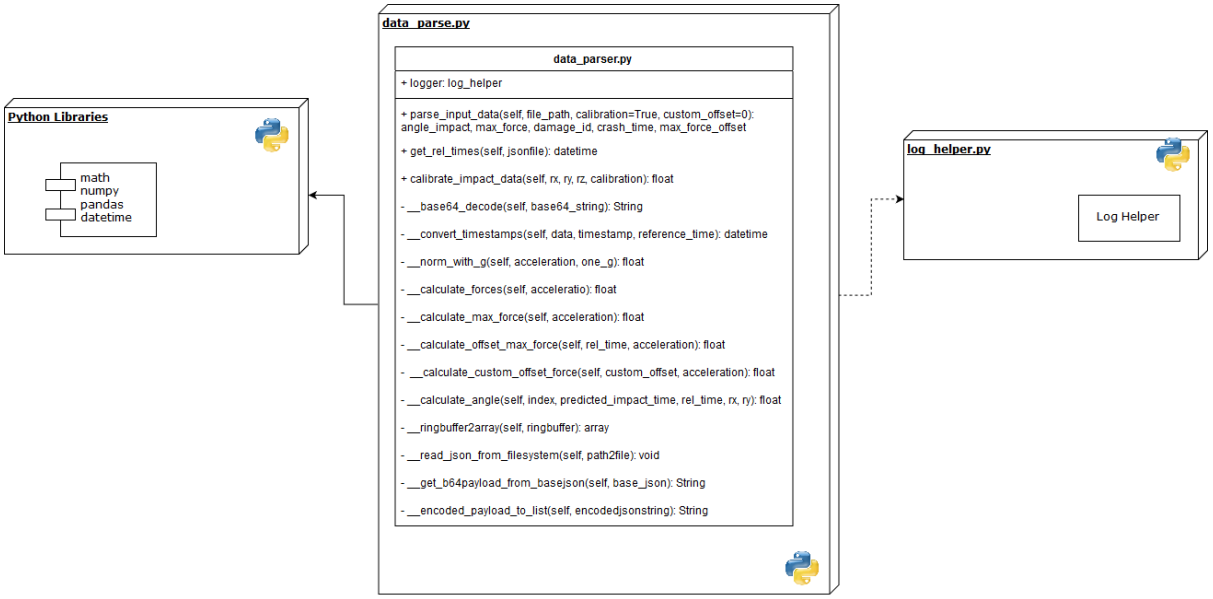
Zu Beginn werden die JSON Input Daten eingelesen und der Payload extrahiert. dieser wird mit base64 decodiert und danach die relevanten Key:Value Paare (Beuschlunigung x,y,z) ausgelesen. Diese Daten werden danach mit einer vordefinierten Kalibration transformiert und mit einem Referenz-G Wert in G-Kräfte umgewandelt. Zum Schluss erfolgt die Umwandlung der Kräfte in einen Winkel, relativ zur virtuellen Bildmitte. Zeit, Kraft und Winkel werden danach zur Visualisierung an die Klasse `Damage_drawer` übergeben.

3.2 Realisation / Umsetzung

Klassendiagramm und Beschreibung der Funktionen der einzelnen Methoden.

3.3 Klasse DamageImage

Teilfunktion: Damage Image



3.3.1 Methode: parse_input_data

```
def parse_input_data(self, file_path, calibration=True, custom_offset=0):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`file_path`	Das Input JSON File, entweder als Pfad zum Filesystem oder direkt als Objekt
`calibration`	Angabe ob die Werte mit oder ohne Kalibration berechnet werden sollen
`custom_offset`	Spezifische Offsettime (im Range 0 - 16000). Ohne Angabe wir der Offset mit der grössten G-Kraft verwendet

Die Methode `parse_input_data` wird von extern verwendet und führt alle Teilfunktionen zusammen. Das JSON File wird entweder als Objekt oder als Filepath übergeben und danach verarbeitet. Zusätzlich besteht die Möglichkeit die Berechnungen ohne Kalibration auszuführen (nur für Testzwecke nützlich). Ausserdem kann via `custom_offset` ein beliebiger Offset in Millisekunden angegeben werden, standardmässig werd der Zeitpunkt der grössten Krafteinwirkung selbst berechnet.

Als Rückgabeparameter liefert die Methode:

Return	Beschreibung
`angle_impact`	Einschlagswinkel
`max_force`	Die maximale G-Kraft
`damage_id`	Die Crash ID aus dem JSOn File
`crash_time`	Die Genaue Zeit des Einschlags mit Maximaler Kraft
`max_force_offset`	Den Offset zum Beginn des EInschlags bis Maximal Kraft erreicht wurde

3.3.2 Methode: get_rel_times

```
def get_rel_times(self, jsonfile):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`jsonfile`	Das Input JSON File

Die Methode `get_rel_times` wandelt die Relativen Zeiten Anhand des Referenzwertes zu realen Zeiten um. Diese Information wird benötigt um den genauen Zeitpunkt zurückzugeben, an dem am meisten Kräfte auf das Auto wirkten.

3.3.3 Methode: __base64_decode

```
def __base64_decode(self, base64_string):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`base64_string`	Base64 Payload als String

Die Methode `__base64_decode` wandelt einen base64 Payload in einen UTF-8 json Paylod um.

3.3.4 Methode: __convert_timestamps

```
def __convert_timestamps(self, data, timestamp, reference_time):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`data`	Data Payload (JSON)
`timestamp`	Den Timestamp aus dem Input JSON
`reference_time`	Die Referenzzeit aus dem Input JSON

Die Methode `__convert_timestamps` wandelt die relativen Zeiten der einzelnen Beschleunigungsmessungen in reale Zeiten um.

3.3.5 Methode: calibrate_impact_data

```
def calibrate_impact_data(self, rx, ry, rz, calibration):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`rx`	Array der X-Achsen Beschleunigungen
`ry`	Array der Y-Achsen Beschleunigungen
`rz`	Array der Z-Achsen Beschleunigungen
`calibration`	Referenz Kalibration von Autosense

Die Methode `calibrate_impact_data` wandelt die Arrays der x,y und z Beschleunigungen mit der von Autosense vorgegebenen Kalibration um, somit erhält man die Beschleunigungsvektoren rela-

tiv zur Auto Mitte.

3.3.6 Methode: __norm_with_g

```
def __norm_with_g(self, acceleration, one_g):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`acceleration`	Beschleunigungsvektor
`one_g`	Referenz G Kraft

Die Methode `__norm_with_g` berechnet anhand der vorgegebenen G-Kraft die normierte G-Kraft des Beschleunigungsvektors.

3.3.7 Methode: __calculate_forces

```
def __calculate_forces(self, acceleration):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`acceleration`	Beschleunigungsvektor

Die Methode `__calculate_forces` berechnet mittels Wurzelrechnung die effektiven Kräfte.

3.3.8 Methode: __calculate_max_force

```
def __calculate_max_force(self, acceleration):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`acceleration`	Beschleunigungsvektor

Die Methode `__calculate_max_force` berechnet, wann die grösste Kraft in der Messung auftrat und gibt diese Kraft zurück.

3.3.9 Methode: __calculate_offset_max_force

```
def __calculate_offset_max_force(self, rel_time, acceleration):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`rel_time`	Relative Zeit von Max-Force
`acceleration`	Beschleunigungsvektor

Die Methode `__calculate_offset_max_force` berechnet, wann die grösste Kraft in der Messung auftrat und gibt den Zeitpunkt als Offset zurück.

3.3.10 Methode: __calculate_custom_offset_force

```
def __calculate_custom_offset_force(self, custom_offset, acceleration):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`custom_offset`	Relative Zeit, custom Offset
`acceleration`	Beschleunigungsvektor

Die Methode `__calculate_custom_offset_force` berechnet, wann die Kraft zu einem beliebigen Offset in der Messung und gibt diese Kraft zurück.

3.3.11 Methode: __calculate_angle

```
def __calculate_angle(self, index, predicted_impact_time, rel_time, rx, ry):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`index`	Index der Maximalen Kraft im rx und ry Array
`predicted_impact_time`	Die Berechnete Impact Zeit der Max-Force
`rel_time`	Die Relative Zeit des Einschlags
`rx`	Array der X-Achsen Beschleunigungen
`ry`	Array der Y-Achsen Beschleunigungen

Die Methode `__calculate_angle` berechnet mittels euklidischer Distanz den Einschlags-Winkel anhand der Kräfte Vektoren.

3.3.12 Methode: __ringbuffer2array

```
def __ringbuffer2array(self, ringbuffer):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`ringbuffer`	Input JSON Daten

Da die Daten im JSON als Ringbuffer gespeichert werden, sortier die Methode `__ringbuffer2array` die Werte zuerst chronologisch.

3.3.13 Methode: __read_json_from_filesystem

```
def __read_json_from_filesystem(self, path2file):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`path2file`	Input JSON Daten als Pfad oder direkt als String

Die Methode `__read_json_from_filesystem` liest die Input JSON Daten entweder vom Filesystem oder direkt aus einem String.

3.3.14 Methode: __get_b64payload_from_basejson

```
def __get_b64payload_from_basejson(self, base_json):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`base_json`	Input JSON Daten

Die Methode `__get_b64payload_from_basejson` extrahiert den Base64 Payload aus dem Input JSON.

3.3.15 Methode: __encoded_payload_to_list

```
def __encoded_payload_to_list(self, encodedjsonstring):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`encodedjsonstring`	Input JSON Daten als encodierter String.

Die Methode `__encoded_payload_to_list` konvertiert den encodierten JSON String in eine Python List zur besseren weiterverarbeitung.

3.4 Implementierung im Projekt

Innerhalb von dem Projekt werden wir die Funktion `parse_input_data` wie folgt benutzt:

Die Json Daten werden an die Klasse “data_parse” übergeben, welche danach die Rückgabewerte Kraft, Winkel und Zeit liefert. Diese Informationen werden einem drawer-Objekt übergeben, welches anhand dieser Parameter das EInschlagsbild zeichnet (siehe Kapitel 4.5 & 4.6)

4 Damage drawer

4.1 Funktionsumfgang

Mit der Klasse DamageImage (File: `damage_image.py`) werden alle Funktionalitäten im Zusammenhang mit der Bild zusammengebündelt. Die Umfasst als Beispiel das Erkennen der Kulturen von dem Auto, das Zeichnen der Beschädigung wie auch das Beschriften der Milisekunden des Aufpralls, die Crash-ID und weiter Informationen.

4.2 Funktiondesign

4.2.1 Software Abhängigkeiten

Für die Erkennung der Kulturen wurde die Bildverarbeitungs Library OpenCV (Open Source Computer Vision Library) verwendet. Die Kulturen werden verwendet um den Eintrittspunkt der Beschädigung zu berechnen.

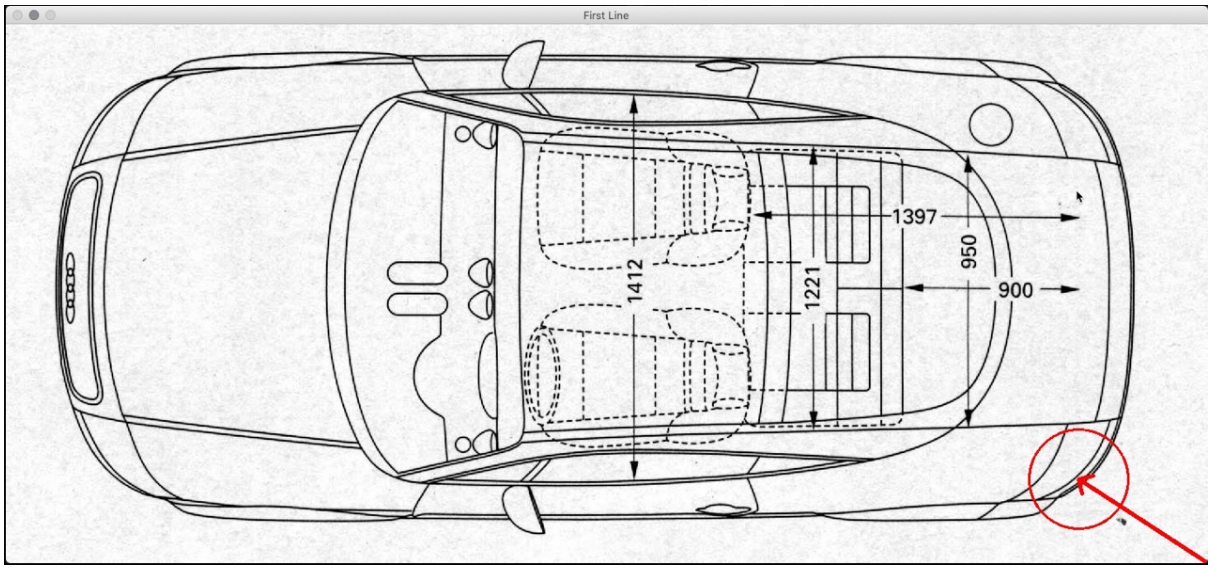
Für die Berechnung innderhalb der Klasse DamageImage wurde auf die bekannte Python Library Numpy (http://www.numpy.org) zurückgefriffen.

Die Python Standardbibliothek `os` / `math` / `shutil` werden für kleinere Funktionen benötigt.

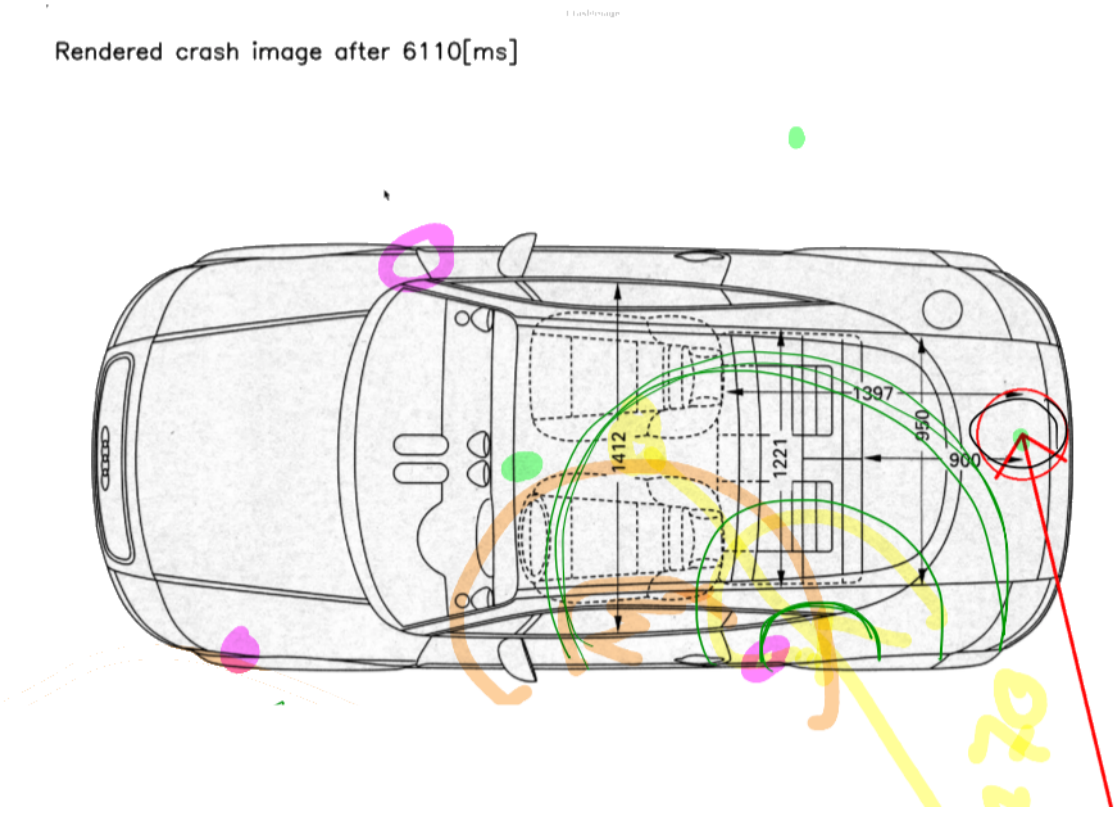
4.2.2 Prozess des Funktiondesigns

Zu Beginn wurde mittels OpenCV die Datei eingelesen und hardcoded ein Kreis und ein Pfeil gezeichnet. Mit dieser Version haben wir dann im Teamm das Zieldesign der Bilddatei mittels iPad und Pen gezeichnet.

Erste Version Damage Image



Skizze Damage drawer

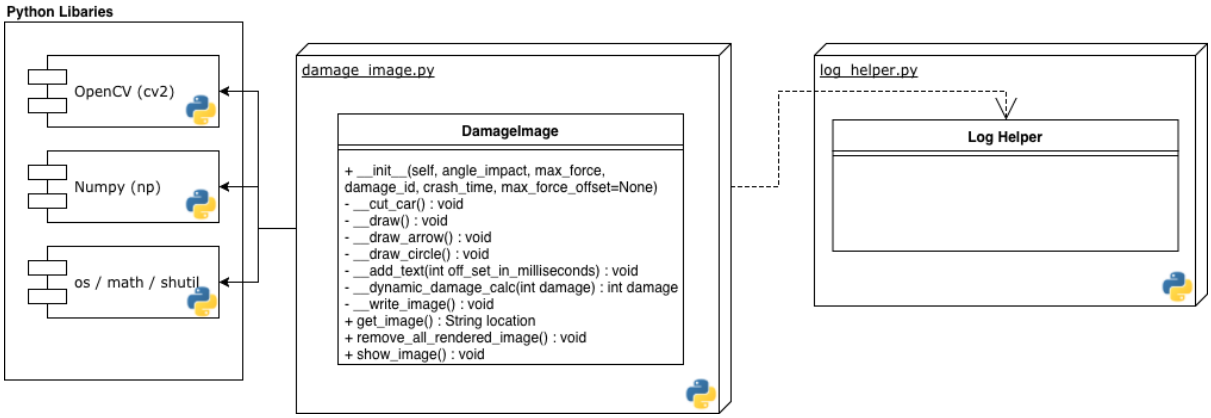


4.3 Realisation / Umsetzung

Klassendiagramm und Beschreibung der Funktionen der einzelnen Methoden.

4.4 Klasse DamageImage

Teilfunktion: Damage Image



4.4.1 Methode: Init

```
def __init__(self, angle_impact, max_force, damage_id, crash_time, max_force_offset=None):
```

Die Init Methode wird aufgerufen bei der Instanzierung von einem Objekt. Als Parameter werden folgende Informationen benötigt:

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`angle_impact`	Winkel in Grad. Mit diesem Winkel wird der Aufprall der Beschädigung gezeichnet.
`max_force`	Numerischer Wert mit dem die Grösse der Beschädigung am Auto berechnet wird.
`damage_id`	String. Eindeutiger Crash-Report ID
`crash_time`	String. Uhrzeit für die Beschriftung auf dem Bild
`max_force_offset`	Numerischer Wert. Zeitpunkt, nach wie vielen Millisekunden die Beschädigung berechnet wurde (Default=None)

Mit den Methoden Parameter werden die jeweiligen lokalen / privaten Methodenvariabeln initialisiert und den Wert zugewiesen. Weiter wir de Pfad wo die Bilddatei gespeichert wird aufgrund der `damage_id` und der allfälligen `max_force_offset`. Die Dateine werden in einem speziell definierten Ort (`images_rendered/`) gespeichert. Dies hat den Grund, dass wenn die Bilddatei von den gleichen Crash-Report und dem gleichen `max_force_offset` nicht nochmals neu erstellen und schreiben muss, sondern direkt zurückgeben kann.

4.4.2 Methode: Kulturen Auto

```
def __cut_car(self):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Die Methode `__cut_car` findet mittels OpenCV die Kulturen (Randkulturen) von dem Auto-Bild. Diese Kulturen werden als Pixel-Matrix abgespeichert und später für den Eintrittspunkt der Beschädigung benötigt. Dazu wird das Auto-Bild in Schwarz/Weiss konvertiert und den Threshold für die Linien gesetzt. Mittels der OpenCV Funktion `cv2.findContours` können die äussersten, geschlossenne Linien abgefragt werden.

4.4.3 Methode: Zeichnen

```
def __draw(self):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Die generelle Zeichnungsmethode `__draw` ist als Wrapper Methode zu verstehen. Wenn gegebenenfalls noch weitere Beschriftungen auf die Bilddatei geschrieben werden soll, kann dies hier eingefügt werden. Hier passiert auch die Entscheidung ob der Text für den Offset der Millisekunten angezeigt wird oder nicht.

4.4.4 Methode: Zeichnen - Pfeil

```
def __draw_arrow(self):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Hier wird der Pfeil für die Bilddatei gezeichnet. Etwas unschön ist hier, dass auch noch der Nullpunkt des Koordinatensystem in dieser Methode gezeichnet wird. Eine entsprechendes `# TODO:` ist hier vermerkt.

4.4.5 Methode: Zeichnen - Kreis

```
def __draw_circle(self):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Der Kreis für die für die Grösse der Beschädigung wird hier auf die Bilddatei gezeichnet. Die Grösse von dem Kreis (Radius) wird mit Hilfe der Funktion `__dynamic_damage_calc` berechnet.

4.4.6 Methode: Text auf das Bild

```
def __add_text(self, off_set_in_milliseconds):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Paramenter	Beschreibung
`off_set_in_milliseconds`	Numerischer Wert. Zeitpunkt, nach wie vielen Millisekunden die Beschädigung berechnet wurde

Auf der resultierende Bilddatei werden folgende Informationen dargestellt:

- Time-Offset von der maximalen Beschädigung
  - Text: `Rendered crash image after " off_set_in_milliseconds + "[ms]"`
- Eindeutige Bilddatei Beschriftung mit der entsprechender Uhrzeit aus dem Crashreport
  - Text: `crash identifier = " + self.damage_id + " - damage time = " crash_time`

4.4.7 Methode: Berechnung Beschädigung

```
def __dynamic_damage_calc(self, damage):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz
`damage`	Numerischer Wert mit dem die Grösse der Beschädigung am Auto berechnet wird.

Diese Hilfsmethode berechnet aufgrund einem numerischen Wert die grösse der Beschädigung. Die maximale Beschädigung von 15 und die minimale Beschädigung von 2 wurden aus den Daten ermittelt.

4.4.8 Methode: Schreiben der Bilddatei

```
def __write_image(self):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Hier wird die PNG-Bilddatei auf den lokalen Storage von dem Server heruntergeschrieben.

4.4.9 Methode: Pfad der geschriebene Datei

```
def get_image(self):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Diese Public Methode wird von Server verwendet umd die fertige Bilddatei zu erhlaten. Innerhalb dieser Methode werden die Zeichnungsmethoden `self.__draw()` und die `self.__write_image()` ausgeführt.

Als Rückgabewert erhält der Server den Pfad der Datei, welche auf dem Server geschrieben wurde.

4.4.10 Methode: Löschen von allen gerendert Dateien

```
def remove_all_rendered_image(self):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Diese Housekeeping Methode dient dazu, alle gerenderten Bilddateien auf dem Server zu löschen. Die Methode kann vor dem Start des Server wie auch nach dem Testing ausgeführt werden.

4.4.11 Methode: Anzeige der Datei auf dem Bildschirm

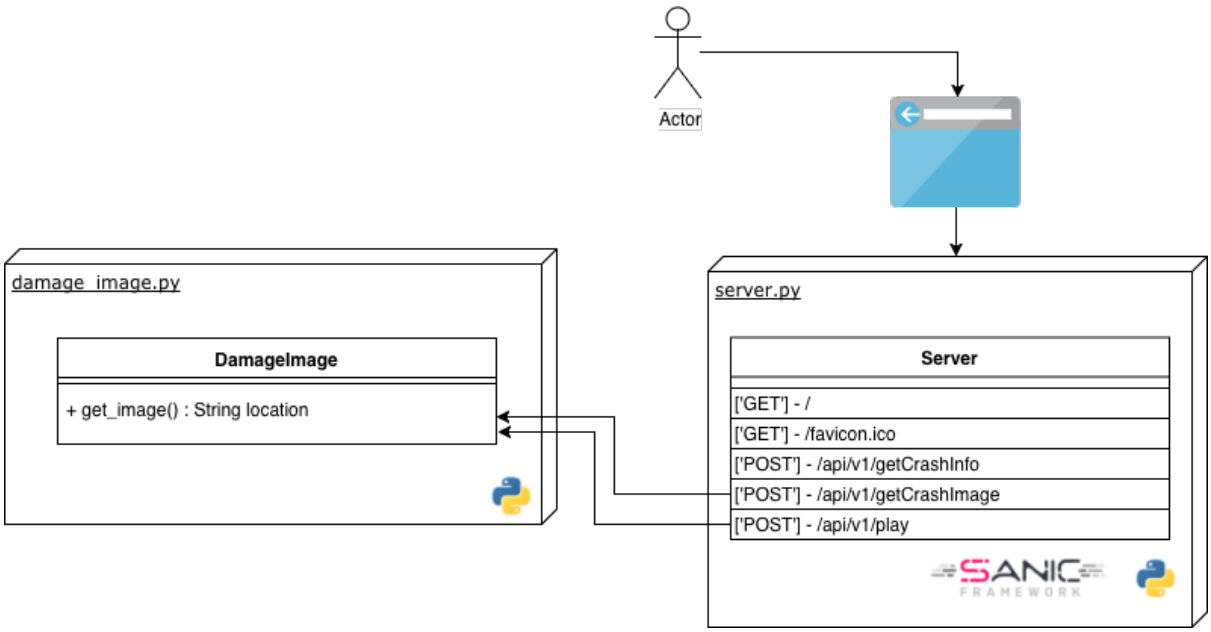
```
def show_image(self):
```

Paramenter	Beschreibung
`self`	Instanz-Referenz

Die `show_image` dient für eine rasche Entwicklung ohne Server. Sie führt die gleichen Methoden aus, wie die Methode `get_image` mit dem Unterschied, dass die Bilddatei nicht an den Server zurückgegeben wird sondern mittels OpenCV an dem Display angezeigt wird. So kann Abhängigkeit vom Server neue Funktionen rasche getestet werden.

4.5 Implementierung im Projekt

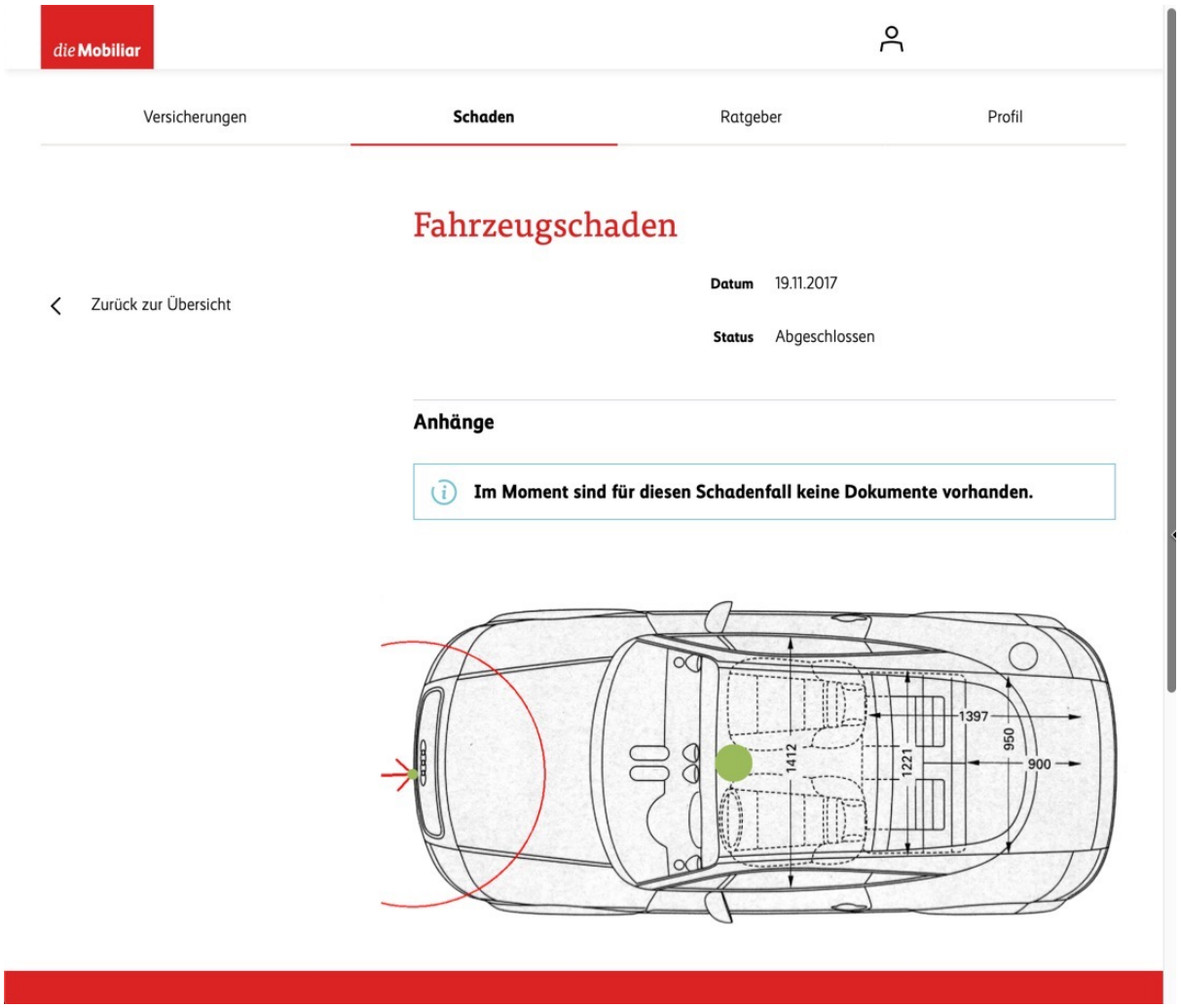
Innerhalb von dem Projekt werden wir die Funktion `get_image` wie folgt benutzt:



Innerhalb vom `server.py` wird ein Damage drawer Objekt erstellt und mittels der Funktion `get_image` die fertig gerenderte Bilddatei zurückgegeben und auf der Webseite dargestellt.

4.6 Mögliche Darstellung der Datei in einem Portal

Ein möglicher Einsatzbereich von unserem Projekt könnte ein Portal von einer Versicherung sein. Hier würde bei Autounfällen der Ort von dem Schaden wie auch das Ausmass der Beschädigung aufgezeigt werden. So kann ein Mehrwert in Form von mehr Informationen an dem Kunde einer Autoversicherung entstehen.



5 Server / Frontent und Backend

tbd