



Analyse von "Bodyweight" Übungen

LAMA Projekt

Louis & Carl Enslin





Agenda

Erkennung
der
Körperpunkte

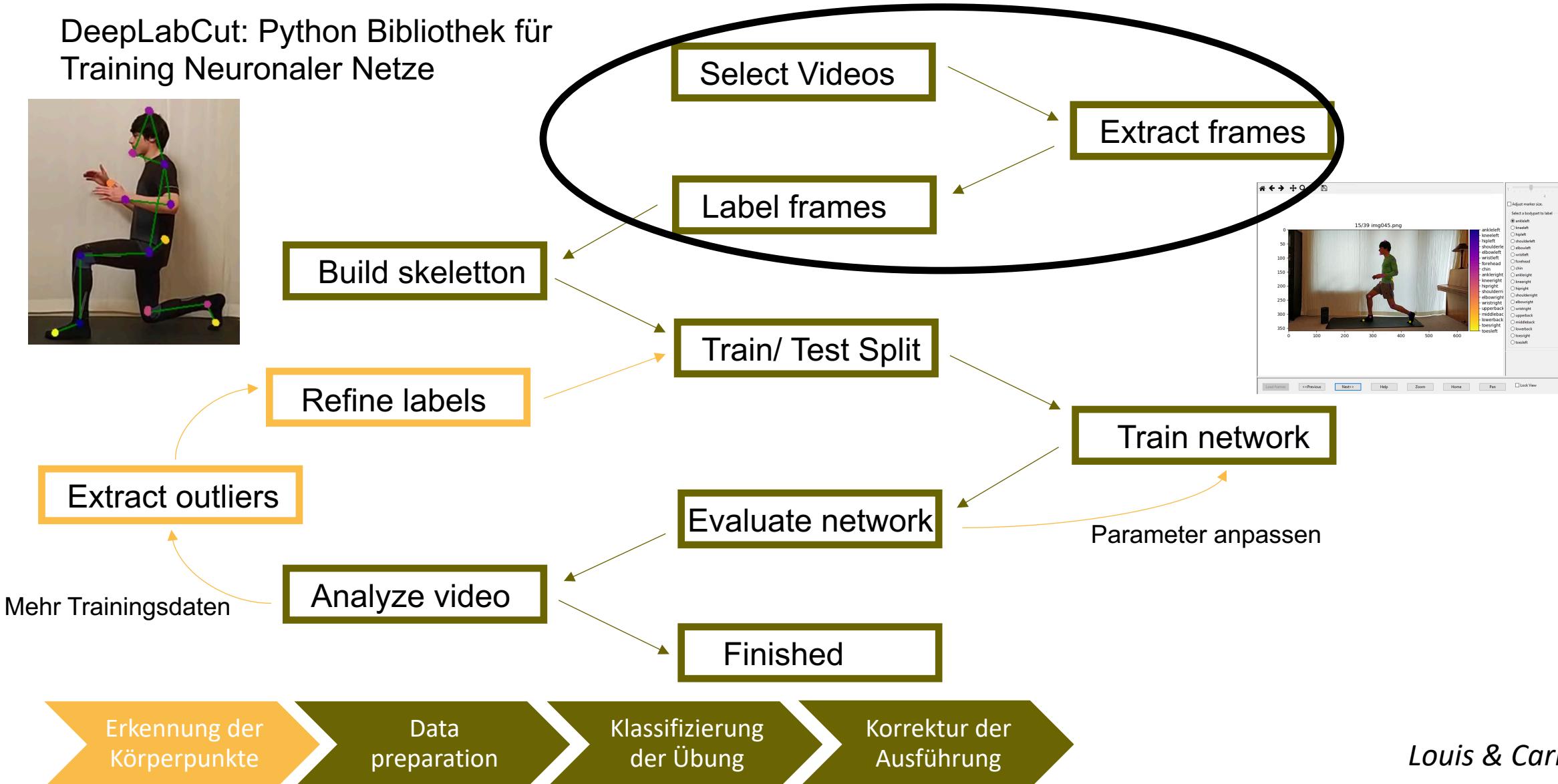
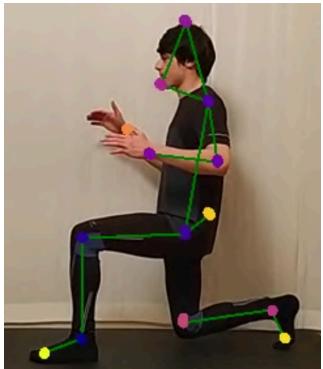
Data
preparation

Klassifizierung
der Übung

Korrektur der
Ausführung

Vorgehen mit DeepLabCut

DeepLabCut: Python Bibliothek für
Training Neuronaler Netze



Select, extract & label frames

Ziel: „Überhaupt ein Ergebnis zu erzielen“

1) Videos aufnehmen:

- 20 Videos (4 sec)
- erstmal 5 unterschiedliche Übungen & Bewegungstypen
- unterschiedliche Kleidung
- 2 Personen (wir beide)
- Monochromer Hintergrund
- 1 Kameraperspektive

Vereinfachungen (Steigerung immer noch möglich)

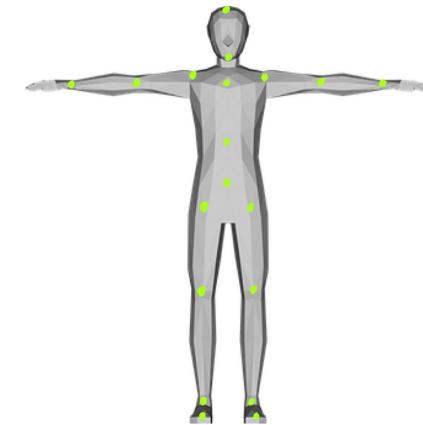


2) Vorverarbeitung:

- Auflösung verringert (480p) → geringere Trainingszeit

3) Trainingsadaten (frames) erstellen:

- Punkte auswählen → zu Beginn: 14 Punkte, am Ende: 19 Punkte
- 20 frames pro Video → $20 \times 20 \times 19 = 7.600$ Punkte gelabelt



Erkennung der
Körperpunkte

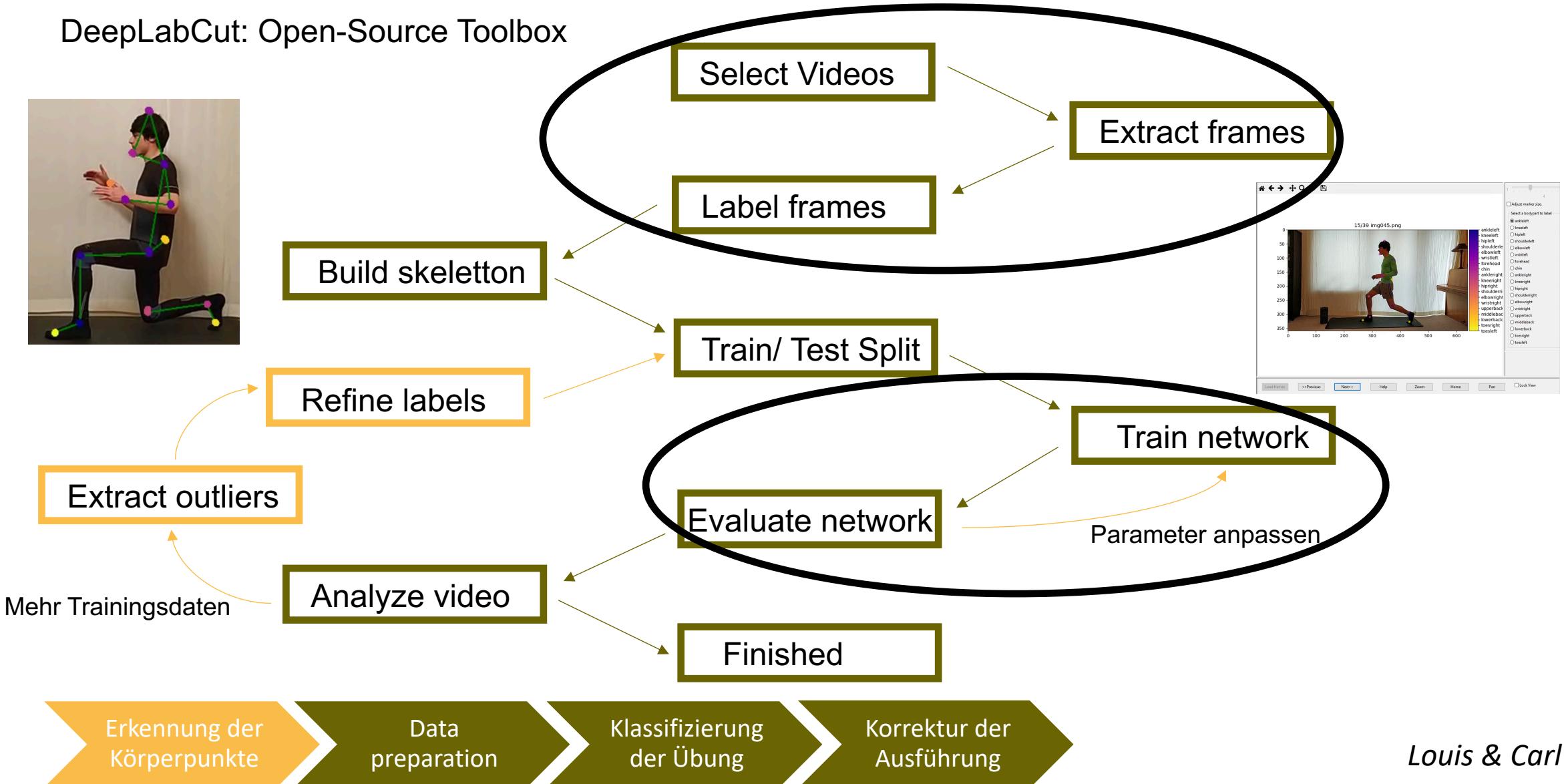
Data
preparation

Klassifizierung
der Übung

Korrektur der
Ausführung

Vorgehen mit DeepLabCut

DeepLabCut: Open-Source Toolbox



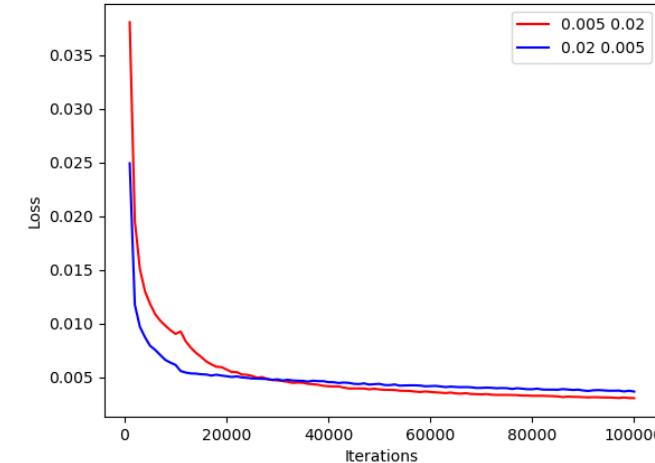
Train & evaluate network

Ziel: **Parameter** iterativ anpassen → loss (MAE) bzw. pixel error so gering wie möglich

Erkenntnisse:

- Net type: Resnet (höhere accuracy), MobileNet (schneller) → **resnet_101**
- $1 < \text{batch size} < 8$ → **4**
- Init weights: Niedriger loss zu Beginn durch „pre-trained weights“ → **human pre-trained network (MPII)**
- Optimizer „adam“ beansprucht GPU zu stark → **sgd**
- Learning rate von klein zu groß am besten → **multi step 0.005 (0-10.000), 0.02 (0-200.000)**

→ Nach 200.000 Iterationen: **Pixel Error** (Testdaten) = 2,14



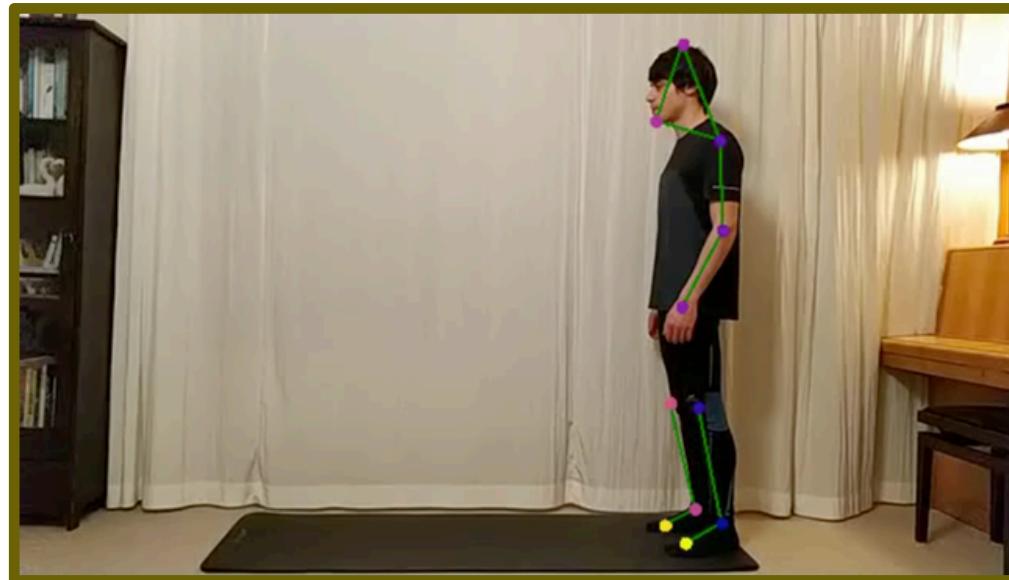
Ergebnisse



- Verschiedene Kleidung
- Verschiedene Personen
- Bewegungstoleranz



- Monochromer Hintergrund
- Linke Seite bevorzugt
- Wirklich komplexe Bewegungen



Erkennung der
Körperpunkte

Data
preparation

Klassifizierung
der Übung

Korrektur der
Ausführung

Louis & Carl Enslin

Data preparation

Was haben wir?



bodyparts	ankleleft				kneyleft				hipleft			
	coords	x	y	likelihood	x	y	likelihood	x	y	likelihood	x	y
0	453.254181	327.775269	0.999674	444.933228	257.233765	0.999901	448.625458	195.337555				
1	452.610992	327.807709	0.999737	443.698608	257.449341	0.999918	448.312195	195.804520				
2	452.764374	328.368561	0.999732	442.868896	257.088226	0.999918	448.312378	195.519455				
3	452.648407	328.588318	0.999735	442.375641	257.217865	0.999930	448.297577	196.096191				
4	451.815033	329.174042	0.999622	441.603088	258.437073	0.999930	447.939819	196.827759				
5	451.479462	329.028107	0.999653	440.259216	258.491577	0.999896	447.410675	196.860153				
6	451.010559	328.037659	0.999756	437.711395	258.943604	0.999888	446.845184	197.021378				
7	451.009521	328.733521	0.999825	437.400299	259.433228	0.999888	446.239868	196.397400				
8	450.779205	329.464508	0.999788	436.180328	260.038269	0.999586	445.300262	196.416245				
9	451.303772	329.457123	0.999819	437.647888	261.580048	0.999830	445.726685	197.358215				

Frames

Wahrscheinlich, dass
Punkt richtig ist

Erkennung der
Körperpunkte

Data
preparation

Klassifizierung
der Übung

Korrektur der
Ausführung

Louis & Carl Enslin

Bereinigen der Daten

WK > Grenzwert (z.b. 0.9) → guter Punkt

1. Körperpunkte mit wenig guten Frames werden entfernt
2. Dann werden noch schlecht Frames entfernt

bodyparts	ankleleft			hipleft		
	coords	x	y	likelihood	x	y
0	453.254181	327.775269	0.999901	448.625458	195.337555	
1	452.610992	327.807709	0.999918	448.312195	195.804520	
3	452.648407	328.588318	0.999930	448.297577	196.096191	
4	451.815033	329.174042	0.999930	447.939819	196.827759	
5	451.479462	329.028107	0.999896	447.410675	196.860153	
7	451.009521	328.733521	0.999888	446.239868	196.397400	
8	450.779205	329.464508	0.999586	445.300262	196.416245	
9	451.303772	329.457123	0.999830	445.726685	197.358215	

Je nach Übung bleiben meistens die sichtbaren Punkte auf einer Seite übrig!

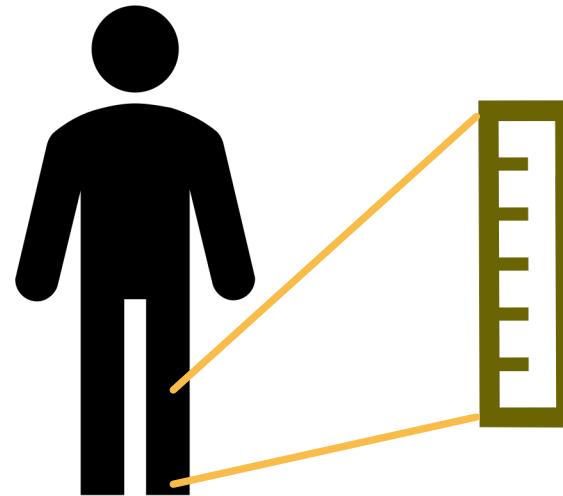


Kalibrieren der Daten

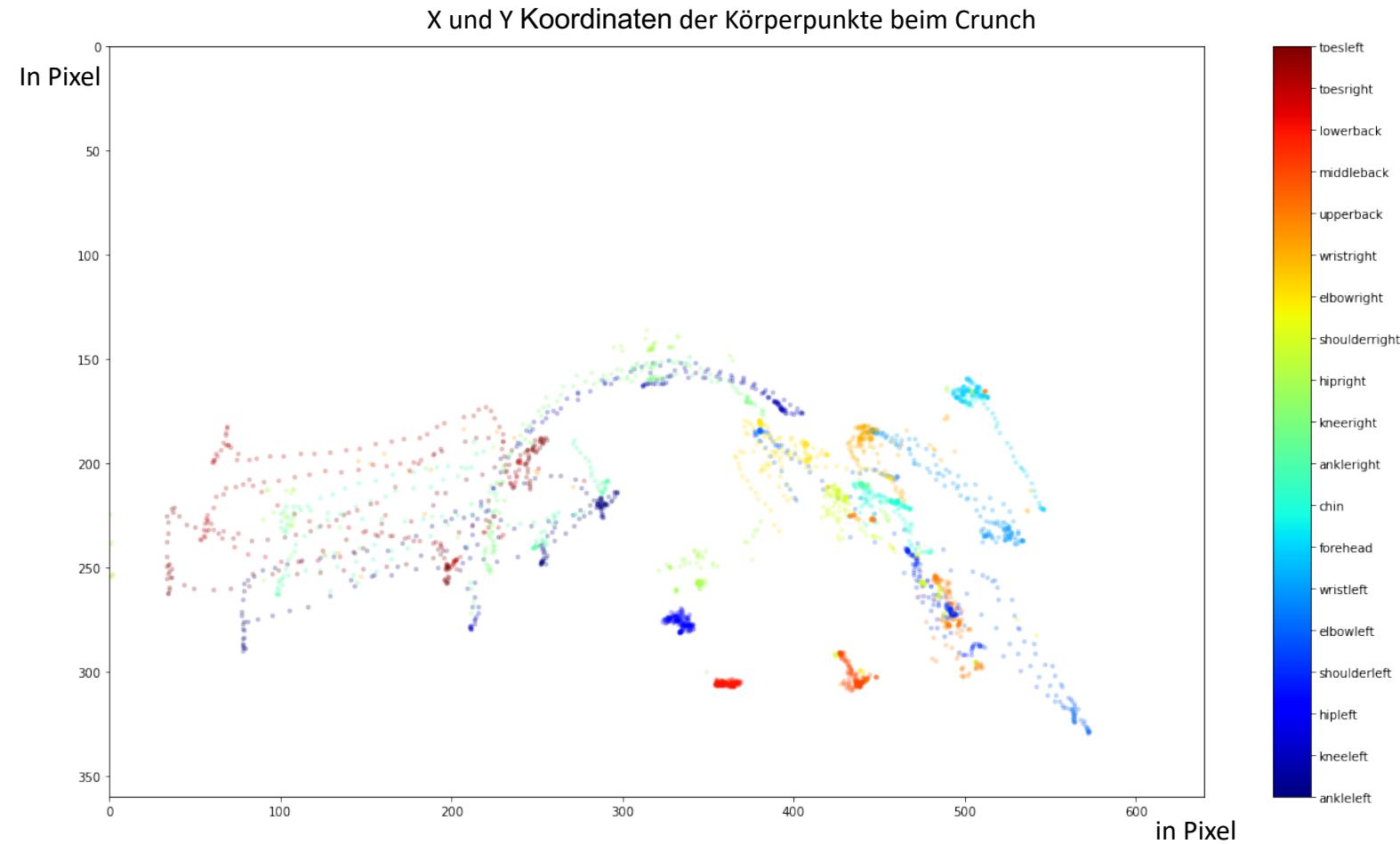
- Videos vergleichbar machen
- Angaben der Fehlerkorrektur in cm

Pixel → cm

- Durch den Abstand zwischen 2 Körperpunkten werden alle Koordinaten des Videos kalibriert



Ergebnis



Erkennung der
Körperpunkte

Data
preparation

Klassifizierung
der Übung

Korrektur der
Ausführung

Louis & Carl Enslin

Ergebnis

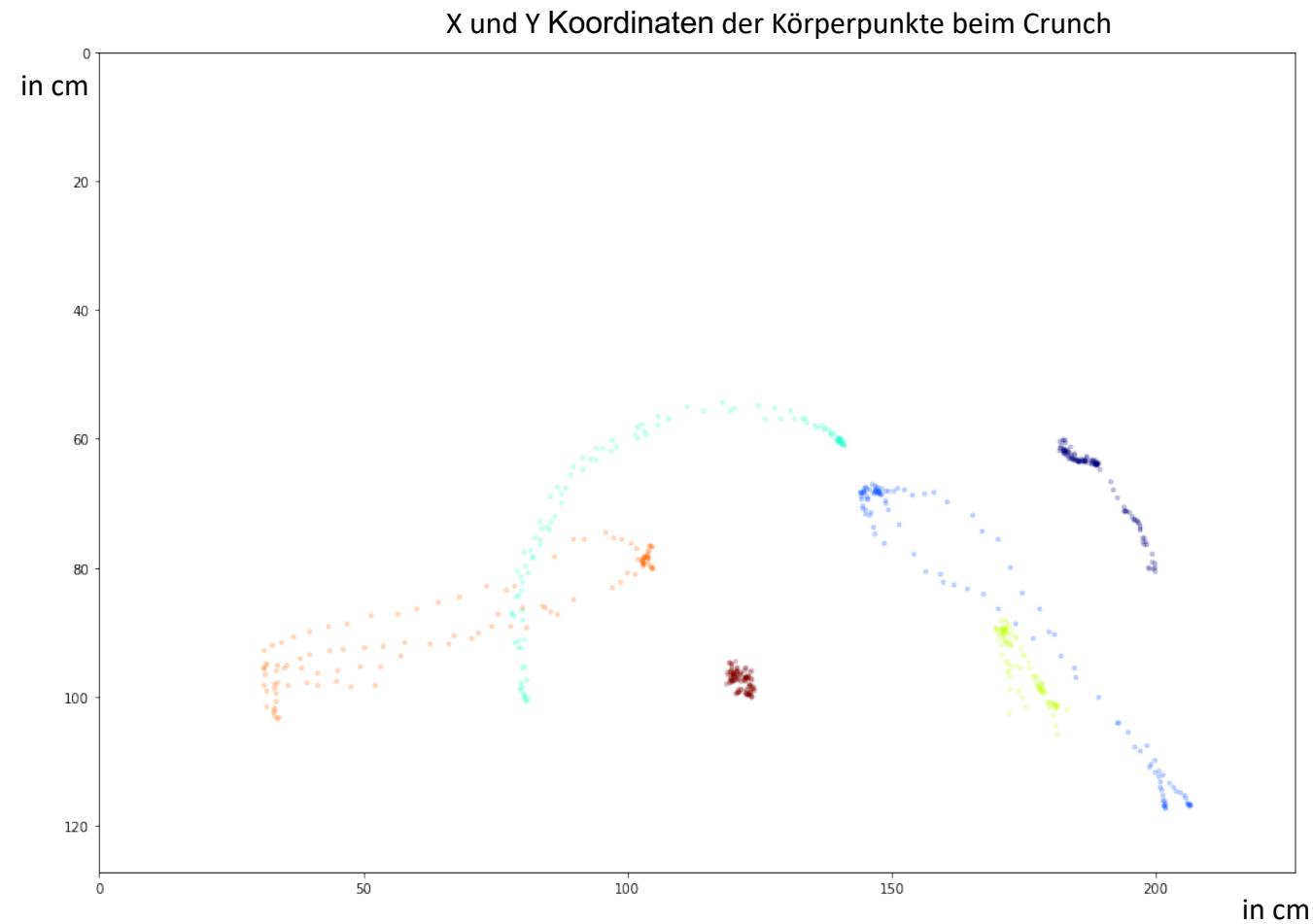
Daten bereinigt



Daten kalibriert



Informationen
gewonnen?



Erkennung der
Körperpunkte

Data
preparation

Klassifizierung
der Übung

Korrektur der
Ausführung

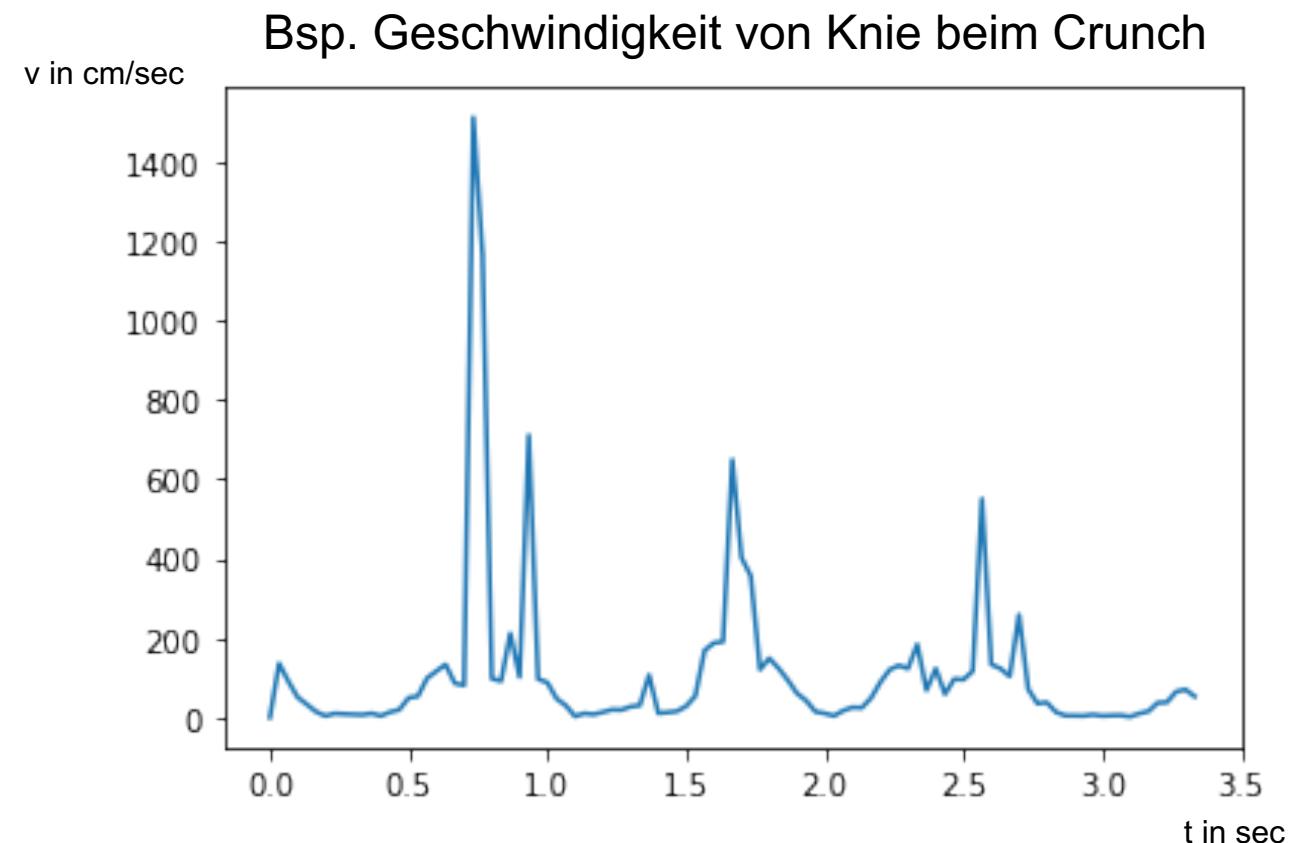
Louis & Carl Enslin

Merkmale extrahieren

- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- Distanz zw. Punkten
- Winkel
- Koordinaten

Berechnung zwischen Frames!

1. Outliers interpolieren
2. Rauschen reduzieren



Merkmale extrahieren

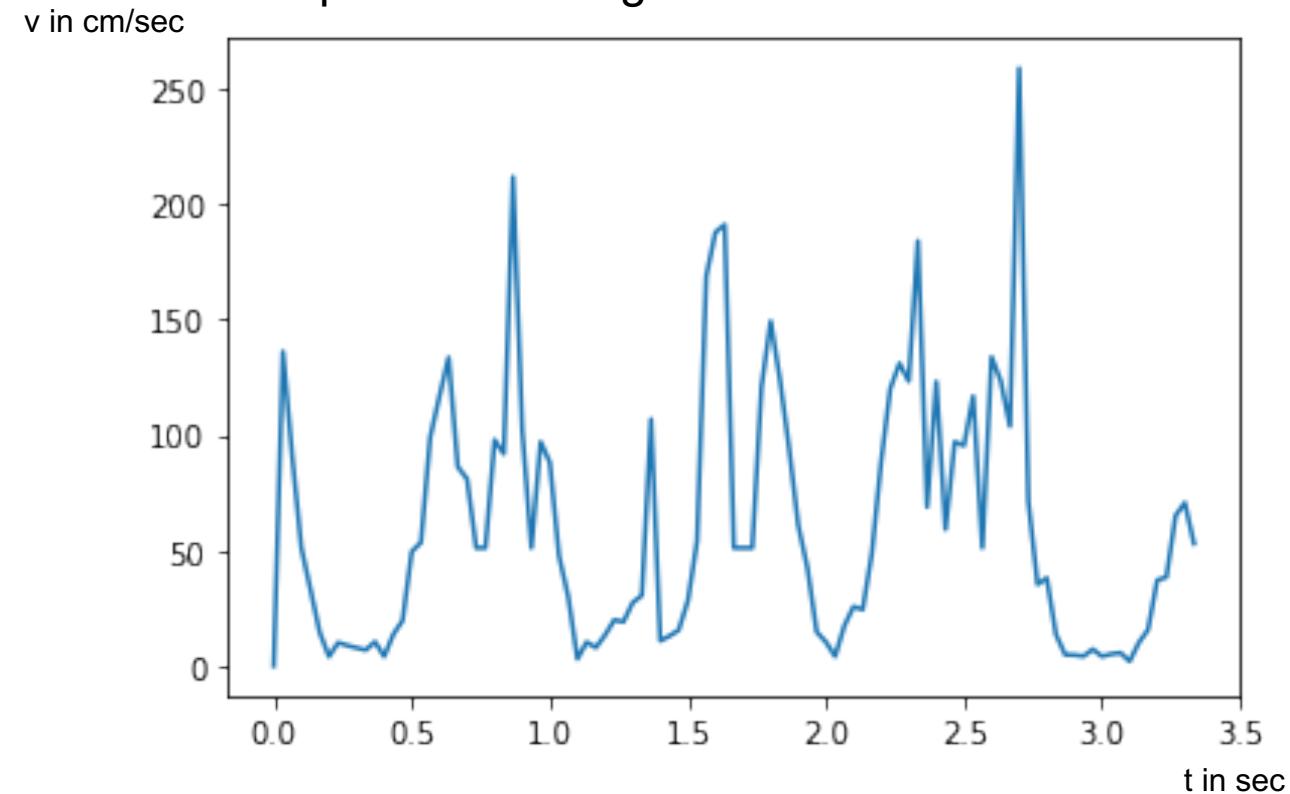
- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- Distanz zw. Punkten
- Winkel
- Koordinaten

Berechnung zwischen Frames!

1. Outliers interpolieren
2. Rauschen reduzieren



Bsp. Geschwindigkeit von Knie beim Crunch



Merkmale extrahieren

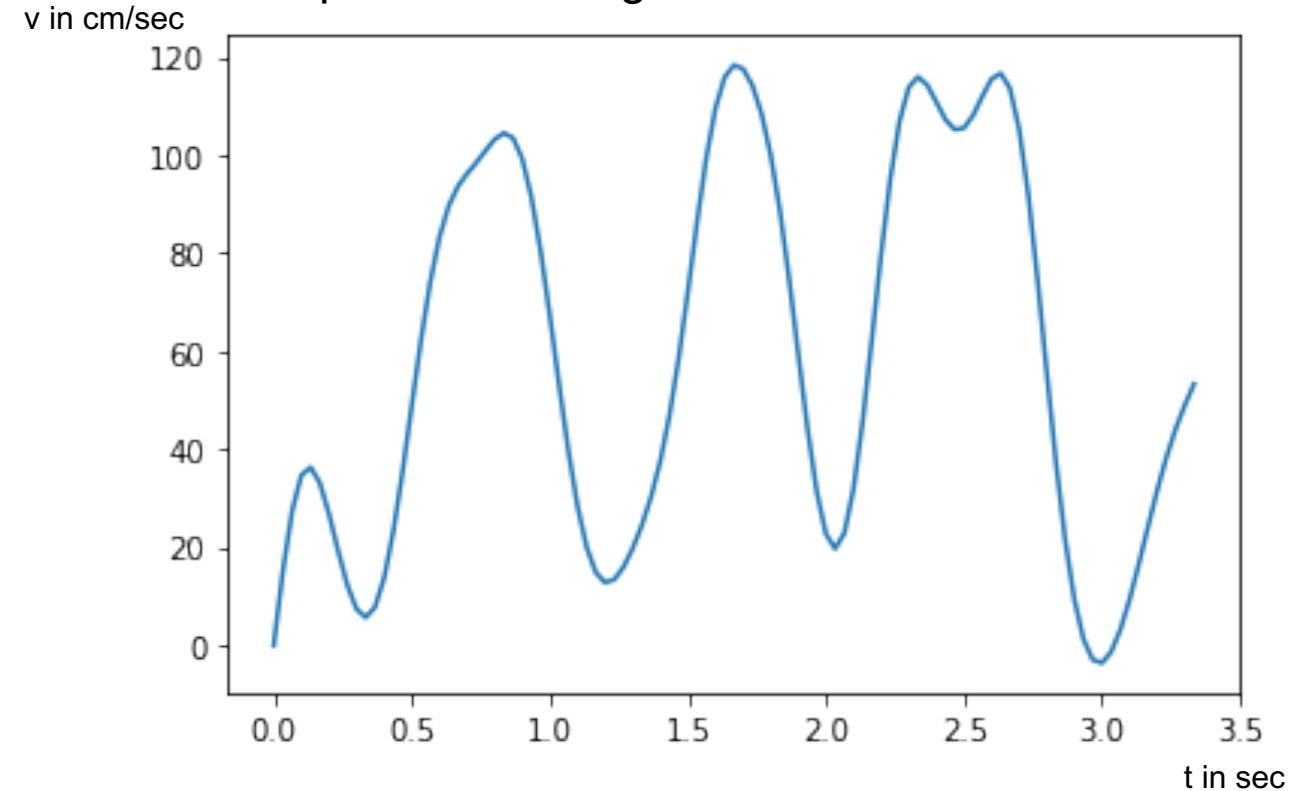
- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- Distanz zw. Punkten
- Winkel
- Koordinaten

Berechnung zwischen Frames!

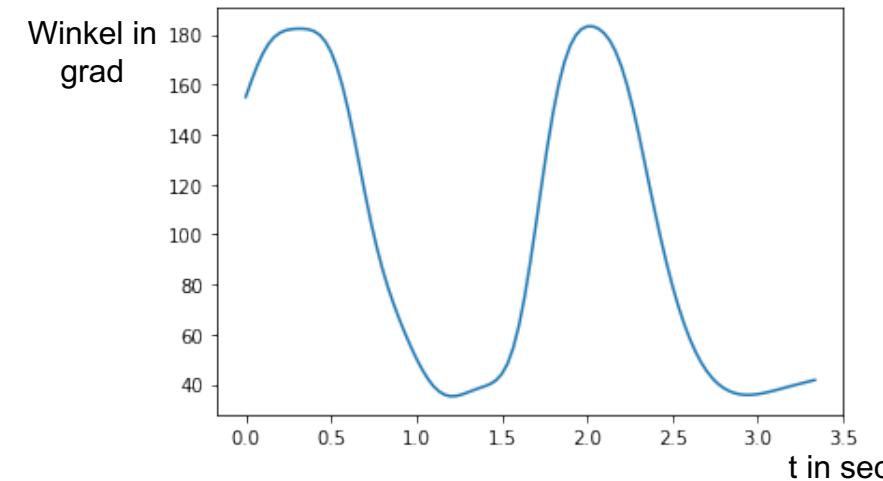
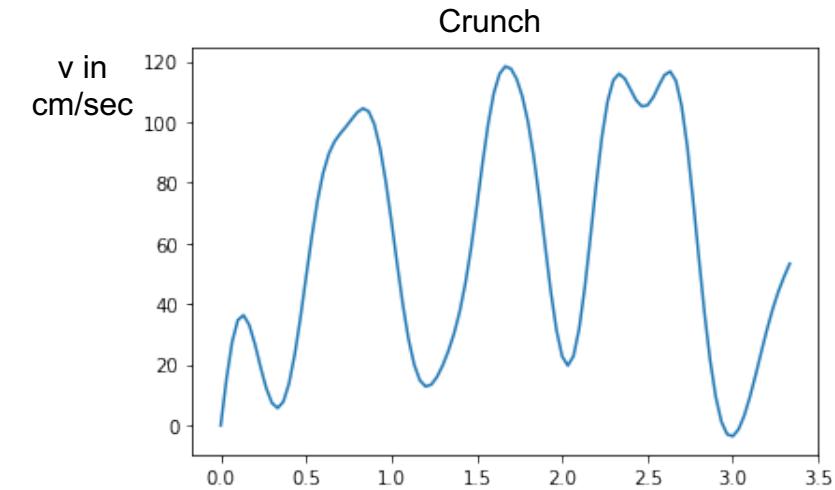
1. Outliers interpolieren
2. Rauschen reduzieren



Bsp. Geschwindigkeit von Knie beim Crunch



Merkmale extrahieren



Erkennung der
Körperpunkte

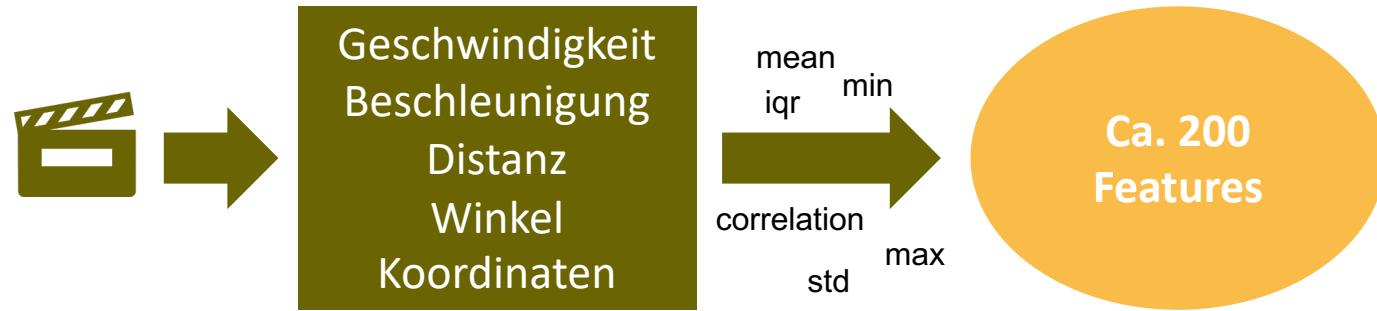
Data
preparation

Klassifizierung
der Übung

Korrektur der
Ausführung

Louis & Carl Enslin

Erstellen eines Datensatzes



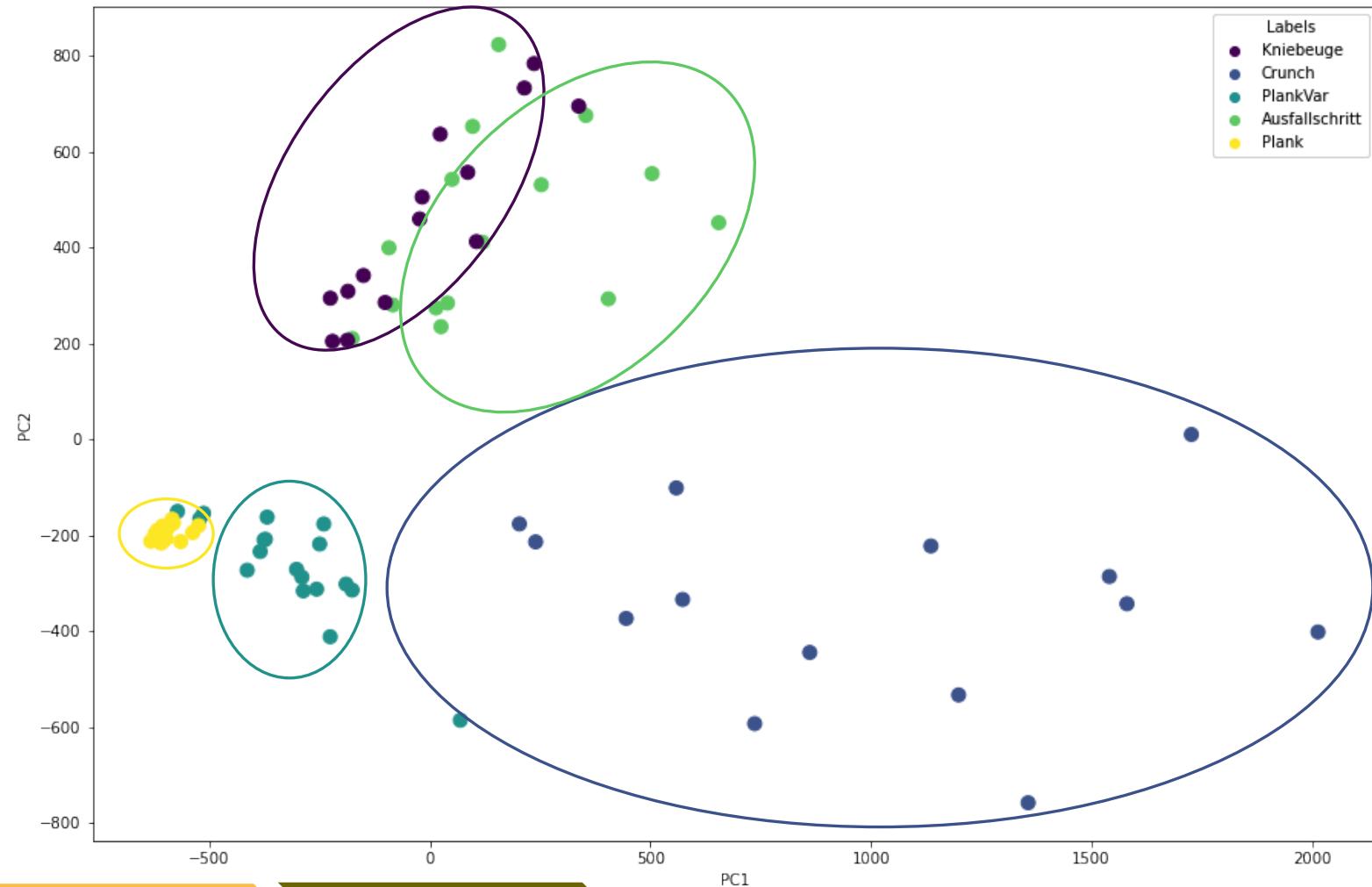
- Von jedem Video: alle validen Körperpunkte und davon verschiedenen Merkmale
 - Bsp.: velocity_kneeleft_mean
- Aufnahmen von ca. 90 Videos (18 Videos x 5 Übungen)
 - Verschiedene Ausführung bei jeder Übung berücksichtigt
- Beim bereinigen der Daten wurden manche Videos auf Grund von Outliers entfernt



Auswahl des „Classifiers“

- Reduzierung auf 2 Merkmale mit Hilfe von PCA
- 2 Supervised learning classifier:
 - DecisionTree
 - KNN
- Auswahl der Parameter mit Gridsearch
- Zum trainieren: Alle Merkmale benutzt
- Ergebnis:
 - DecisionTree
 - KNN
- Jedoch mehr Trainingsdaten benötigt damit aussagekräftiger!

91%
96%

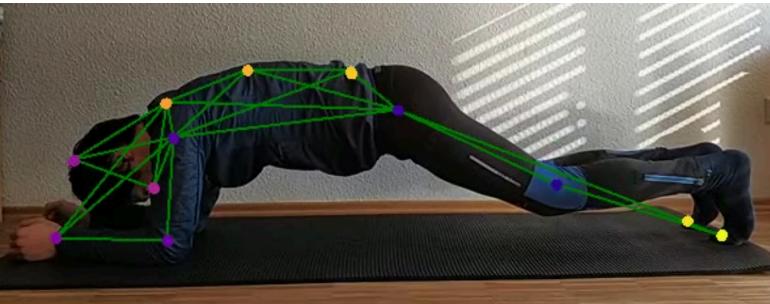


Korrektur von Plank

~~Maschine Learning~~ → Winkelberechnungen (einfacher und genauer)

- Beratung durch Physiotherapeutin
- 5 Hauptfehler: Hohlkreuz, Po zu hoch, Kopfposition, Knie durchhängen, Ellenbogenposition

Berechnung von Fehler

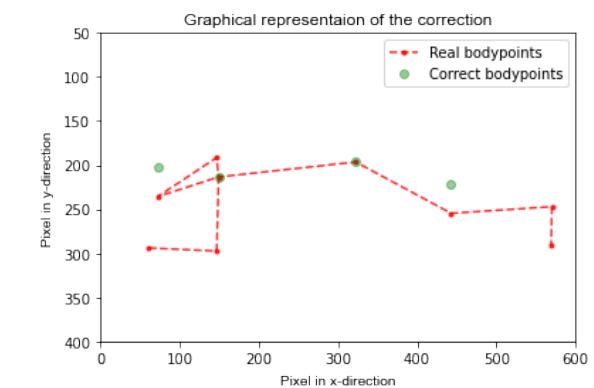


Berechnung von Korrektur (cm)

Posture error! Bodypart: head
Posture error! Bodypart: knee

Please follow these steps to correct your posture:
Please move your head clearly upward(11 cm).
Please move your knee clearly upward(10 cm).

Graphisches Userfeedback



Erkennung der Körperpunkte

Data preparation

Klassifizierung der Übung

Korrektur der Ausführung

Louis & Carl Enslin

Zusammenfassung

