

Funcities

```
def angle(df, s1, s2, s3):  
    return angle4(df, s1, s2, s3, s2)
```

Om een hoek te berekenen tussen 3 punten. Zie `angle4` voor verduidelijking.

```
def angle4(df, s1, s2, s3, s4):  
    x1, y1, z1 = vnorm(df['x_' + s1], df['y_' + s1], df['z_' +  
s1], df['x_' + s2], df['y_' + s2], df['z_' + s2])  
    x2, y2, z2 = vnorm(df['x_' + s3], df['y_' + s3], df['z_' +  
s3], df['x_' + s4], df['y_' + s4], df['z_' + s4])  
    res = x1 * x2 + y1 * y2 + z1 * z2  
    angle = np.arccos(res)  
    return 180 * angle / math.pi
```

Berekent de hoek tussen twee 3d vectoren.

```
def diff(df, sl, sr):  
    return abs(df[sl] - df[sr])
```

Per frame wordt het absolute verschil tussen de linkersensor en de rechtersensor berekend.

```
def shoulder_at_max_elbow(df, shoulder, elbow):  
    max_elbow = np.max(df[elbow])  
    sh = df[df[elbow] == max_elbow][shoulder]  
    return sh
```

Berekent de hoogte van de schouder wanneer de elleboog de maximale hoogte heeft bereikt.

```
def lowest_max_lr(df, sl, sr):  
    return min(np.max(df[sl]), np.max(df[sr]))
```

Voor de linkersensor en de rechtersensor wordt de maximale waarde berekend. Ook mogelijk om de hoek van de schouder hierin aan te roepen.

```
def get_velocity(df, sensor):  
    velocity = df[[sensor]].diff(axis=0)  
    velocity = velocity.dropna()  
    return velocity
```

Berekent voor elk frame de snelheid van de sensor.

```
def get_acceleration(df, sensor):
    velocity = get_velocity(df, sensor)
    acceleration = get_velocity(velocity, sensor)
    acceleration = acceleration.dropna()
    return acceleration
```

Berekent voor elk frame de versnelling van de sensor.

Features

Featurenaam	Functie	Oefeningen	Operaties
right_shoulder	angle	AB, AF, RF	min, max
left_shoulder	angle	AB, AF, RF	min, max
right_arm	angle4	EL	min, max
left_arm	angle4	EL	min, max
diff_x_wrist	diff	AF, RF, EL	mean, max
diff_x_elbow	diff	AF, RF, EL	mean, max
diff_x_shoulder	diff	AF, RF, EL	mean, max
diff_y_wrist	diff	AB, AF, RF, EL	mean, max
diff_y_elbow	diff	AB, AF, RF, EL	mean, max
diff_y_shoulder	diff	AB, AF, RF, EL	mean, max
diff_z_wrist	diff	AB, AF, RF	mean, max
diff_z_elbow	diff	AB, AF, RF	mean, max
diff_z_shoulder	diff	AB, AF, RF	mean, max
z_left_sh_max_el	shoulder_at_max_elbow	AB, AF, RF	mean
z_right_sh_max_el	shoulder_at_max_elbow	AB, AF, RF	mean
z_elbow	lowest_max_lr	AB, AF, RF	max
z_wrist	lowest_max_lr	AB, AF, RF	max
lowest_max_shoulder_angle	lowest_max_lr	AB, AF, RF	max
vel_elbows_x_l	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_x_r	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_y_l	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_y_r	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std

vel_elbows_z_l	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_z_r	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_x_l	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_x_r	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_y_l	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_y_r	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_z_l	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_z_r	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
angular_vel_elbow_l	abs(self['vel_elbow_l']/self['upper_arm_left'])	AB, AF, RF	mean, max, std
angular_vel_elbow_r	abs(self['vel_elbow_r']/self['upper_arm_right'])	AB, AF, RF	mean, max, std
angular_acc_elbow_l	abs(self[['angular_vel_elbow_l']].diff(axis=0))	AB, AF, RF	mean, max, std
angular_acc_elbow_r	abs(self[['angular_vel_elbow_r']].diff(axis=0))	AB, AF, RF	mean, max, std
angular_vel_wrist_l	abs(self['vel_wrist_l']/self['forearm_left'])	EL	mean, max, std
angular_vel_wrist_r	abs(self['vel_wrist_r']/self['forearm_right'])	EL	mean, max, std
angular_acc_elbow_l	abs(self[['angular_vel_wrist_l']].diff(axis=0))	EL	mean, max, std
angular_acc_elbow_r	abs(self[['angular_vel_wrist_r']].diff(axis=0))	EL	mean, max, std

Featureverantwoording

Symmetrie links/rechts

Een gezond persoon zal een hoge mate van symmetrie vertonen bij het uitvoeren van een oefening. De symmetrie kan gemeten worden door per frame het absolute verschil tussen een sensor op de linkerarm en de rechterarm (polsen of ellebogen) te berekenen. Door al deze verschillen bij elkaar op te tellen en vervolgens te delen door het aantal frames, krijg je het gemiddelde absolute verschil per frame. Deze waarde kan gebruikt worden om de symmetrie te vergelijken. Hoe kleiner de waarde, hoe hoger de mate van symmetrie. Ook kan het maximale verschil bepaald worden. Hoe groter dit verschil, hoe waarschijnlijker dat de proefpersoon een patiënt betreft.

diff_x_wrist	diff	AF, RF, EL	mean, max
diff_y_wrist	diff	AF, RF, EL, AB	mean, max

diff_x_elbow	diff	AF, RF, EL	mean, max
diff_y_elbow	diff	AF, RF, EL, AB	mean, max
diff_x_shoulder	diff	AF, RF, EL	mean, max
diff_y_shoulder	diff	AF, RF, EL, AB	mean, max

Symmetrie hoogte

Bij een gezond persoon zullen de linkerarm en rechterarm zo goed als symmetrisch de armen omhoog (over de z-as) bewegen. Iemand met een schouderblessure zal de geblesseerde arm moeizaam omhoog bewegen. De niet-geblesseerde arm zal daarentegen op de normale manier naar boven bewegen. Dit betekent dat er een verschil zal zijn in de hoogte tussen de linker- en rechterarm.

diff_z_wrist	diff	AF, RF, AB	mean, max
diff_z_elbow	diff	AF, RF, AB	mean, max
diff_z_shoulder	diff	AF, RF, AB	mean, max

Maximale hoogte/hoek (bewegingsrange)

Een gezond persoon zal een grotere bewegingsrange hebben dan een persoon met een schouderafwijking. De bewegingsrange is gemeten door de maximale waarde van een sensor op de linkerarm en de rechterarm te bepalen. Voor de elleboog en pols geldt dat de arm met de kleinste bewegingsrange de geblesseerde arm is.

z_elbow	lowest_max_lr	AB, AF, RF	max
z_wrist	lowest_max_lr	AB, AF, RF	max
x_wrist	lowest_max_lr	EL	max
lowest_max_shoulder_angle	lowest_max_lr	AB, AF, RF	max

Beweging over de verkeerde as

Bij het uitvoeren van de bewegingen is er gewoonlijk 1 as waarover geen veranderingen zouden moeten zijn. Voor de oefeningen AF, RF en EL (schouder) is dit de y-as en voor de oefening AB is dit de x-as. Een grotere beweging over de verkeerde as kan een indicatie zijn voor een schouderblessure. Het bewegen over de verkeerde as kan gezien worden als het vermijden van een pijnpunt.

diff_x_elbow	diff	AB	min, max, mean
diff_y_elbow	diff	AF, RF	min, max, mean
diff_y_shoulder	diff	EL	min, max, mean

Hoogte schouders bij maximale ellebooghoogte

Bij de oefeningen AB, RF en AF zou de schouder bij het optillen van de armen minimaal opgetrokken moeten worden. Iemand met een schouderblessure zal ter compensatie voor het missen van hoogte of om pijn te ontwijken, wel de schouder optrekken.

Hiervoor wordt de hoogte van de schouder berekend zodra de elleboog de maximale hoogte heeft bereikt.

z_left_sh_max_el	shoulder_at_max_elbow	AB, AF, RF	max
z_right_sh_max_el	shoulder_at_max_elbow	AB, AF, RF	max

(Hoek)snelheid

Iemand met een schouderblessure zal de oefening op een lagere snelheid uitvoeren dan iemand zonder schouderblessure. Het kost meer moeite om de arm te bewegen, wat resulteert in een langzamere uitvoering.

vel_elbows_x_l	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_x_r	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_y_l	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_y_r	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_z_l	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
vel_elbows_z_r	get_velocity	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
angular_vel_elbow_l	$\text{abs}(\text{self}['\text{vel_elbow_l}']/\text{self}['\text{upper_arm_left}'])$	AB, AF, RF	mean, max, std
angular_vel_elbow_r	$\text{abs}(\text{self}['\text{vel_elbow_r}']/\text{self}['\text{upper_arm_right}'])$	AB, AF, RF	mean, max, std
angular_vel_wrist_l	$\text{abs}(\text{self}['\text{vel_wrist_l}']/\text{self}['\text{forearm_left}'])$	EL	mean, max, std
angular_vel_wrist_r	$\text{abs}(\text{self}['\text{vel_wrist_r}']/\text{self}['\text{forearm_right}'])$	EL	mean, max, std

(Hoek)versnelling

Veel variatie in de versnelling kan een indicatie geven voor het hebben van een schouderblessure. Iemand zonder blessure zal de oefening vloeiend, met een redelijke constante snelheid, uitvoeren. (Een constante snelheid betekent geen versnelling). Iemand met een pijnlijke arm zal de oefening minder vloeiend, meer hikkend, uitvoeren. Dit betekent dat er variatie is in de versnelling, de versnelling kan zowel positief als negatief zijn.

acc_elbows_x_l	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_x_r	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_y_l	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_y_r	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_z_l	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std
acc_elbows_z_r	get_acceleration	AB, AF, RF, EL	mean, max, std

angular_acc_elbow_l	abs(self[['angular_vel_elbow_l']].diff(axis=0))	AB, AF, RF	mean, max, std
angular_acc_elbow_r	abs(self[['angular_vel_elbow_r']].diff(axis=0))	AB, AF, RF	mean, max, std
angular_acc_elbow_l	abs(self[['angular_vel_wrist_l']].diff(axis=0))	EL	mean, max, std
angular_acc_elbow_r	abs(self[['angular_vel_wrist_r']].diff(axis=0))	EL	mean, max, std