

角度計算說明

```
outer_joint_list = [[8, 7, 6], [12, 11, 10], [16, 15, 14], [20, 19, 18]]
middle_joint_list = [[4, 3, 2], [7, 6, 5], [11, 10, 9], [15, 14, 13], [19, 18, 17]]
inner_joint_list = [[3, 2, 1], [6, 5, 0], [10, 9, 0], [14, 13, 0], [18, 17, 0]]
```

以上為 mediapipe 每個關節的編號，我們將它分為 outer, middle, inner 的部分。

```
a = np.array([hand.landmark[joint[0]].x, hand.landmark[joint[0]].y, hand.landmark[joint[0]].z]) # First coord
b = np.array([hand.landmark[joint[1]].x, hand.landmark[joint[1]].y, hand.landmark[joint[1]].z]) # Second coord
c = np.array([hand.landmark[joint[2]].x, hand.landmark[joint[2]].y, hand.landmark[joint[2]].z]) # Third coord
v1 = a - b
v2 = b - c
```

取出 a b c 三點用來形成向量。

```
def calculate_angle(v1, v2):
    dot_product = np.dot(v1, v2)
    norm_v1 = np.linalg.norm(v1)
    norm_v2 = np.linalg.norm(v2)

    cosine_theta = dot_product / (norm_v1 * norm_v2)
    angle_in_radians = np.arccos(np.clip(cosine_theta, -1.0, 1.0))
    angle_in_degrees = np.degrees(angle_in_radians)

    return angle_in_degrees
```

首先兩向量須利用 calculate_angle() 函數得到三維座標當中的角度值。

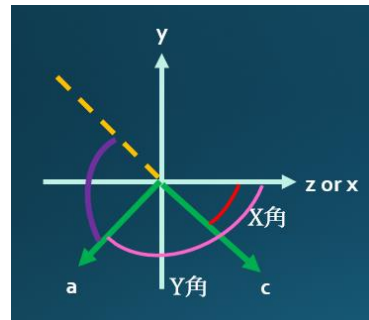
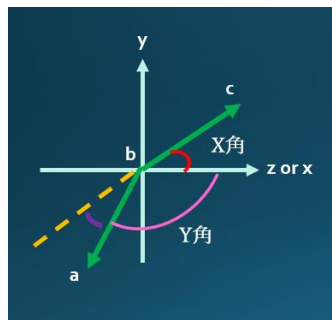
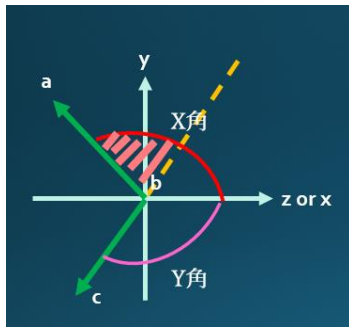
```
radians = abs(np.arctan2(c[1] - b[1], c[2] - b[2])) + abs(np.arctan2(a[1] - b[1], a[2] - b[2]))
if np.arctan2(c[1] - b[1], c[2] - b[2]) < 0 and np.arctan2(a[1] - b[1], a[2] - b[2]) < 0:
    radians = abs(abs(np.arctan2(c[1] - b[1], c[2] - b[2])) - abs(np.arctan2(a[1] - b[1], a[2] - b[2])))
    temp = 1
radians = abs(np.arctan2(c[1] - b[1], c[0] - b[0])) + abs(np.arctan2(a[1] - b[1], a[0] - b[0]))
if np.arctan2(c[1] - b[1], c[0] - b[0]) < 0 and np.arctan2(a[1] - b[1], a[0] - b[0]) < 0:
    radians = abs(abs(np.arctan2(c[1] - b[1], c[0] - b[0])) - abs(np.arctan2(a[1] - b[1], a[0] - b[0])))
    temp = 1
```

接下來要計算二維角度我們利用 arctan2 函數跟之前的 a b c 三點，四指需用到三點的 y z 座標，大拇指則是 x y 座標。

再搭配以下程式，左邊是左手適用，右邊是右手適用：

```
if finger_name == "Finger_1":
    if c[1] < a[1] and temp == 0:
        x_y_angle = x_y_angle-180.0
    else:
        x_y_angle = 180.0-x_y_angle
else:
    if c[1] > a[1] and temp == 0:
        x_y_angle = x_y_angle-180.0
    else:
        x_y_angle = 180.0-x_y_angle
```

```
if finger_name == "Finger_1":
    if c[1] < a[1] and temp == 0:
        x_y_angle = 180.0-x_y_angle
    else:
        x_y_angle = x_y_angle-180.0
else:
    if c[1] > a[1] and temp == 0:
        x_y_angle = x_y_angle-180.0
    else:
        x_y_angle = 180.0-x_y_angle
```



就能大致實現以上三種關節在彎曲時會發生的情形。第二和第三張圖中紫色為目標角度，第一張圖斜線的部分為目標角度，以上三張圖只是示意圖。

```
if x_y_angle < 0 and abs(abs(x_y_angle) - angle) < 1:
    angle = -angle
```

最後將二維的角度與三維做比較，若其值為負且大小和三維相近，我們會將三維所算出的值加負號作為最終算出來的結果。其餘則是採用三維所算出的值。