

國立雲林科技大學

電子工程所

National Yunlin University of Science and
Technology

Graduate School of Electronic Engineering

報告題目：汽車駕駛者監控系統設計與實現

報告日期(Date)：2022/10/28

姓名(Name)：謝昕樺(碩一生)

指導教授(P professor)：蘇慶龍副教授

E-mail：M11113020@yuntech.edu.tw

學號 (Student ID)：M11113020

本週進度(Progress of this week)

- 查看汽車駕駛監控系統相關論文

| | | | |
|-------|-----|-------------|------------|
| 10/16 | Sun | 21:00~23:00 | (2.0 個小時) |
| 10/17 | Mon | 10:30~21:00 | (10.5 個小時) |
| 10/17 | Mon | 00:30~02:30 | (2.0 個小時) |
| 10/18 | Tue | 11:30~13:00 | (1.5 個小時) |
| 10/18 | Tue | 20:00~02:00 | (6.0 個小時) |
| 10/19 | Wed | 11:30~17:00 | (6.5 個小時) |
| 10/19 | Wed | 20:00~00:00 | (4.0 個小時) |
| 10/20 | Thu | 12:00~14:00 | (2.0 個小時) |
| 10/20 | Thu | 16:30~18:00 | (1.5 個小時) |
| 10/20 | Thu | 23:00~00:00 | (1.0 個小時) |
| 10/21 | Fri | 10:30~13:00 | (2.5 個小時) |
| 10/21 | Fri | 15:30~18:00 | (2.5 個小時) |
| 10/21 | Fri | 23:00~01:00 | (2.0 個小時) |

- 查看 OpenCL API

| | | | |
|-------|-----|-------------|------------|
| 10/22 | Sat | 13:00~19:30 | (6.5 個小時) |
| 10/22 | Sat | 23:00~01:30 | (2.5 個小時) |
| 10/23 | Sun | 14:00~01:00 | (11.0 個小時) |
| 10/24 | Mon | 12:30~17:30 | (5.0 個小時) |
| 10/24 | Mon | 01:30~03:00 | (1.5 個小時) |
| 10/25 | Tue | 12:30~14:00 | (1.5 個小時) |
| 10/25 | Tue | 16:00~17:30 | (1.5 個小時) |
| 10/25 | Tue | 18:30~01:00 | (6.5 個小時) |

- 查看 NN

| | | | |
|-------|-----|-------------|-----------|
| 10/25 | Wed | 10:30~18:00 | (6.5 個小時) |
| 10/25 | Wed | 19:30~11:30 | (6.5 個小時) |
| 10/25 | Wed | 02:30~03:00 | (0.5 個小時) |
| 10/27 | Fri | 11:00~13:00 | (2.0 個小時) |
| 10/27 | Fri | 16:30~17:30 | (1.0 個小時) |

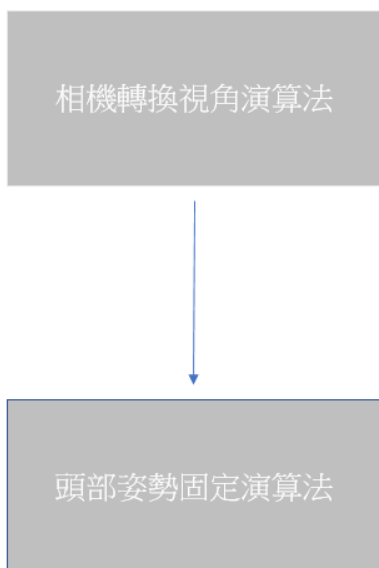
- 製作 Meeting 報告

| | | | |
|-------|-----|-------------|-----------|
| 10/26 | Thu | 12:30~14:00 | (1.5 個小時) |
| 10/26 | Thu | 16:30~18:00 | (1.5 個小時) |
| 10/26 | Thu | 19:00~20:30 | (1.5 個小時) |

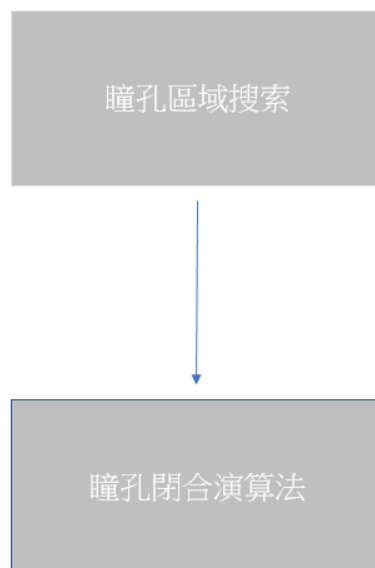
共 101 小時

| 10/18 進度 | 10/29 進度 |
|---|---|
| 1. 仿射轉換 2. SVM 機器學習演算法 | 1. 相機轉換視角演算法 2. 頭部姿勢固定演算法 3. 瞳孔區域偵測演算法 4. Opencv |
| 待辦事項 1. 查看 CNN 架構 2. 複習高等數位訊號 3. 閱讀學長 Paper | |

分心檢測系統

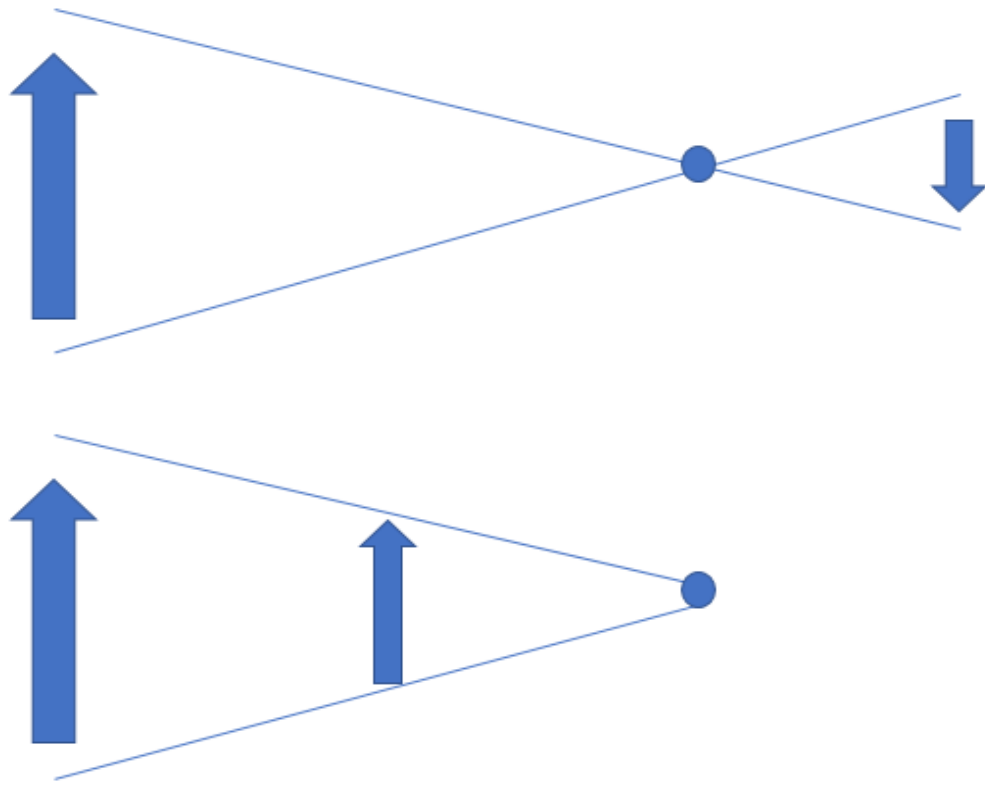


疲勞檢測系統

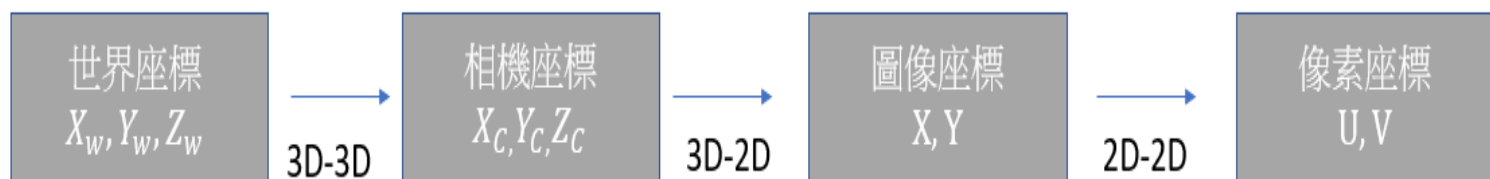


● 相機視角轉換演算法

在針孔攝影機成像過程，物體折射光線通過針孔後會呈現一個左右相反上下顛倒的影像



那在真實世界的物體(**世界座標**)(三維空間)在針孔相機下，需先轉換為相機焦點的原點(**相機座標**)(三維空間)，接下來轉換為相機成像(**圖像座標**)(二維空間)，最後再轉換為(**像素座標**)(二維空間)

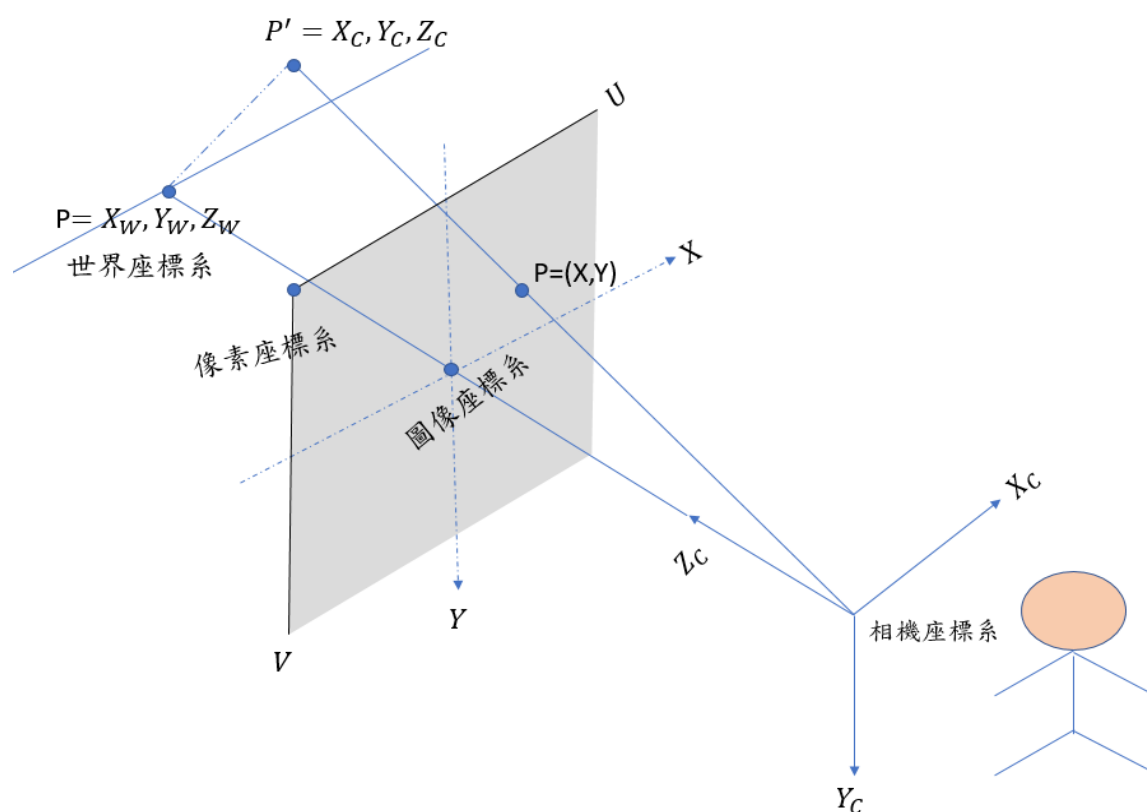


描述目標物在真實空間裡的位置，單位為公尺(m)

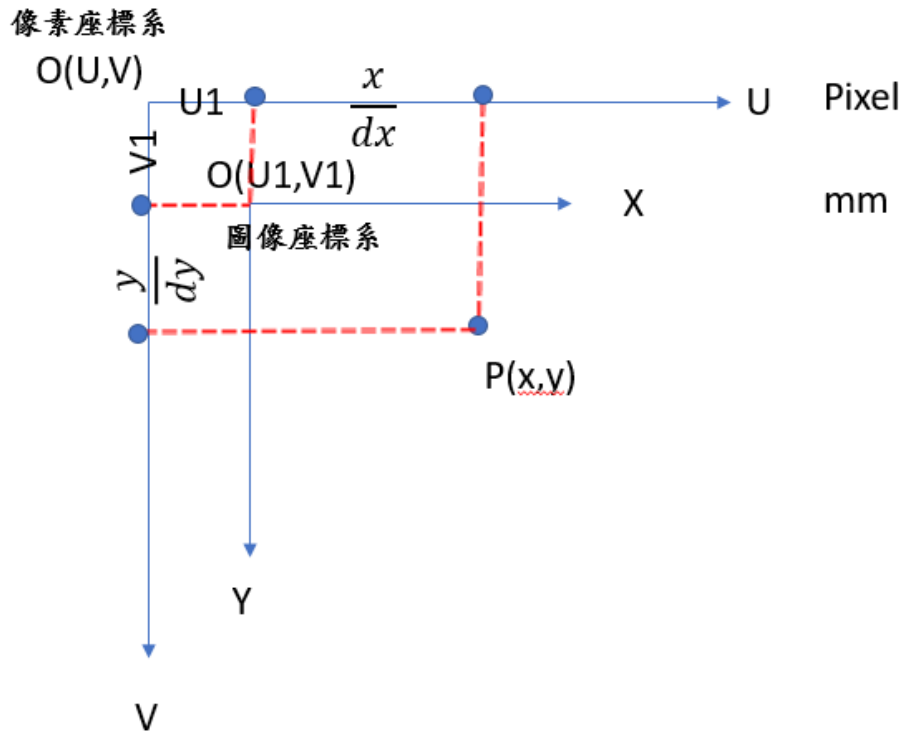
根據透鏡成像原理，將世界座標在照相機內呈現，單位為公尺(m)

描述物體從相機座標系到圖像座標系的投射關係，單位為公釐(mm)

描述物體成像於圖像像素點上的位置，單位為像素(pixel)



● 圖像座標轉像素座標



以針孔焦點 P 為中心點計算像素坐標系距離，由於 O(U1,V1)到 P(X,Y) 的 X 座標和 Y 座標分別為 X 和 Y(單位為 mm)，將其由 mm 轉為 Pixel 以 dx 和 dy 表示為 $\frac{x}{dx}$ 和 $\frac{y}{dy}$ ，因此可以得知像素座標 O(U,V)的 X 和 Y 軸距離分別為式(1-1)和式(1-2)

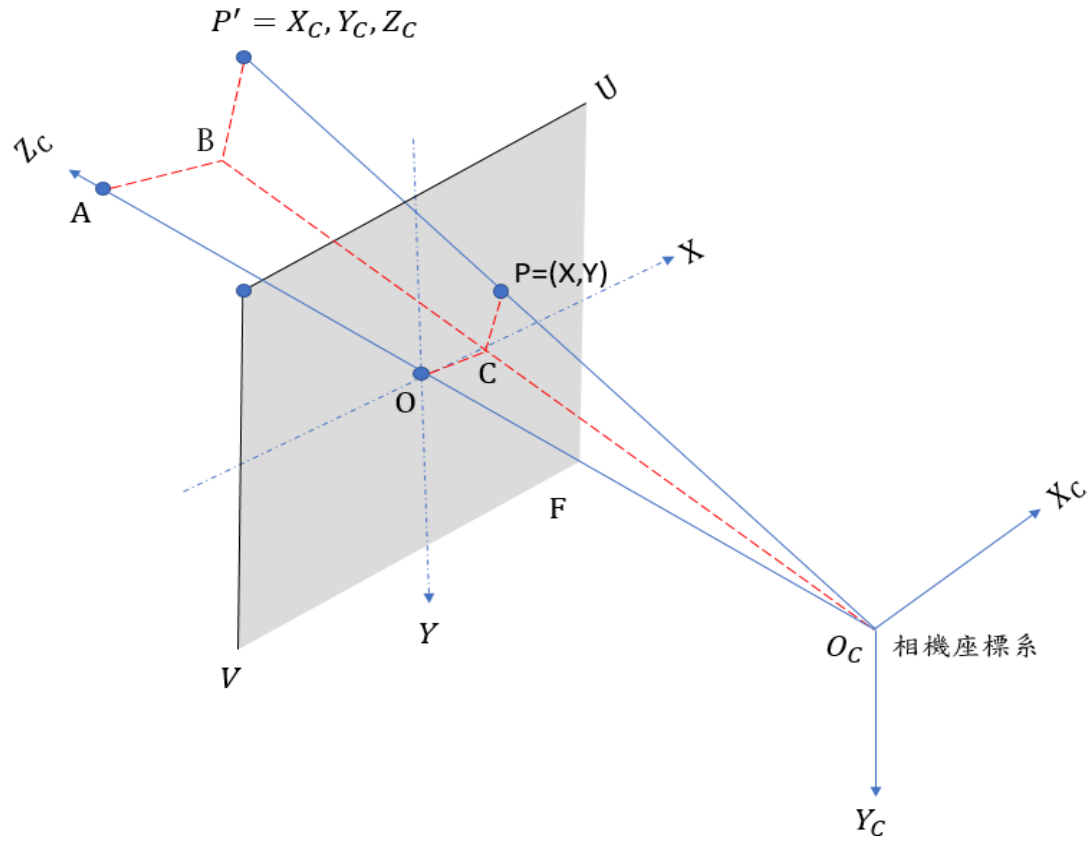
$$U = U1 + \frac{x}{dx} \quad \text{式(1-1)}$$

$$V = V1 + \frac{y}{dy} \quad \text{式(1-2)}$$

以齊次座標表示為式(1-3)

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{dx} & 0 & U1 \\ 0 & \frac{1}{dy} & V1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{式(1-3)}$$

● 相機座標轉圖像座標



根據上圖可以得知 $\Delta ABO_c \sim \Delta OCO_c$ ， $\Delta P'BO_c \sim \Delta PCO_c$ ，因此可以得

知 $\frac{AB}{OC} = \frac{AO_c}{OO_c} = \frac{P'B}{PC} = \frac{X_c}{X} = \frac{Z_c}{F} = \frac{Y_c}{Y}$ ，經由運算可以得知 X 和 Y 值為

式(1-4)和(1-5)

$$X = F * \frac{X_c}{Z_c} \quad \text{式(1-4)}$$

$$Y = F * \frac{Y_c}{Z_c} \quad \text{式(1-5)}$$

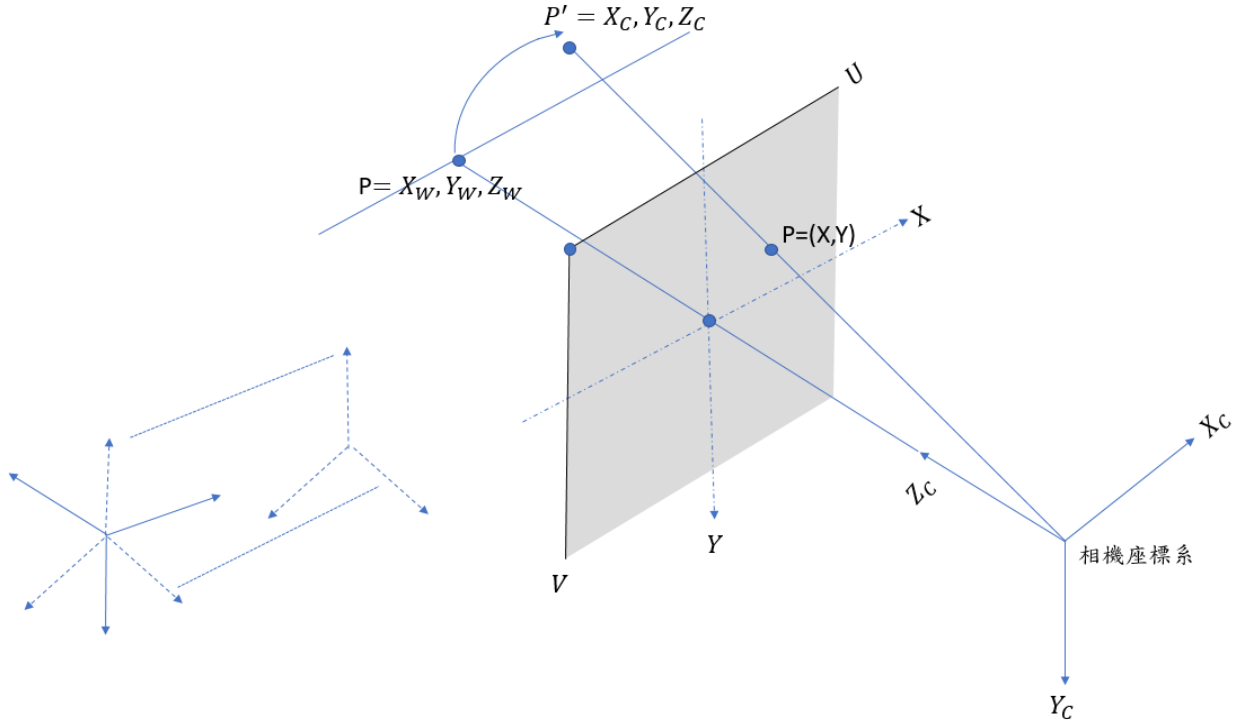
以齊次座標表示為式(1-6)

$$ZC \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{式(1-6)}$$

● 世界座標轉相機座標

將世界座標做特定一次的旋轉和平移轉換成相機座標，也就是以相

機焦點為原點，以 $[R_{3*3} \quad T_{3*1}]$ 表示，最終以式(1-7)表示



$$Z_c \begin{bmatrix} \frac{1}{dx} & 0 & U1 \\ 0 & \frac{1}{dy} & V0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = Z_c \begin{bmatrix} \frac{1}{dx} & 0 & U1 \\ 0 & \frac{1}{dy} & V0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} [R_{3*3} \quad T_{3*1}] \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{dx} & 0 & U1 \\ 0 & \frac{1}{dy} & V0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{式(1-7)}$$

● 頭部姿勢固定演算法

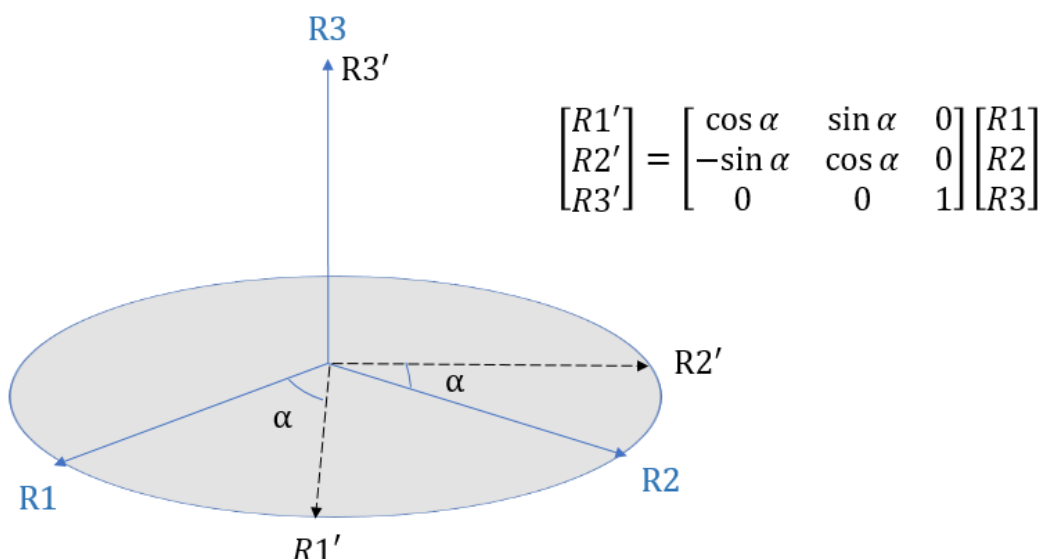
經由相機視角轉換可以得知駕駛者在真實空間的位置，但是車子內部的鏡頭是固定不變且使用者頭部方向會依據當下行駛狀況有所改變，要判斷是否產生分心狀態，須利用到歐拉角去推算駕駛頭部方向

● 歐拉角

歐拉角是唯一用來確定**定點**轉動剛體位置的，剛體的取向可以用三個基本旋轉矩陣來表示，其中 α 代表進動角， β 代表章動角， γ 代表自轉角，而轉動的順序必須遵守以下

➤ 第一轉

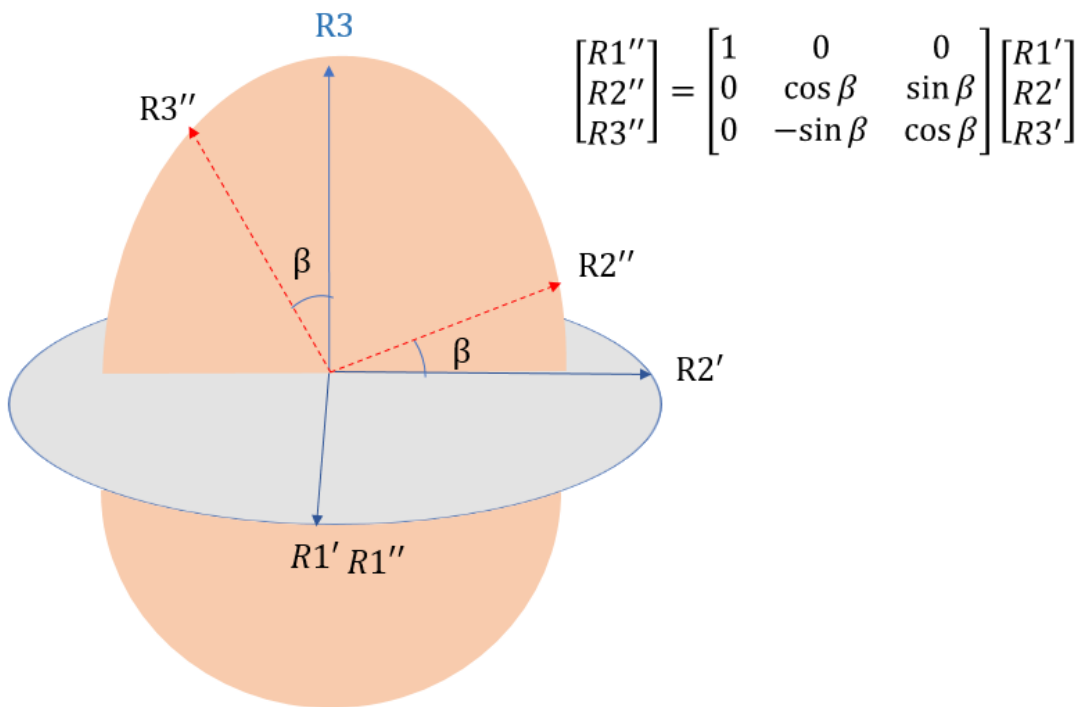
以 $R3$ 為主，將 $R1$ 轉動 α 角(進動角)到 $R1'$ 位置，將 $R2$ 轉動 α 角(進動角)到 $R2'$ 位置，以式(1-8 表示)



$$\begin{bmatrix} R1' \\ R2' \\ R3' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R1 \\ R2 \\ R3 \end{bmatrix} \quad \text{式(1-8)}$$

➤ 第二轉

以 $R1'$ 為主，將 $R3'$ 轉動 β 角(章動角)到 $R3''$ 位置，將 $R2'$ 轉動 β 角(章動角)到 $R2''$ 位置，以式(1-9)表示

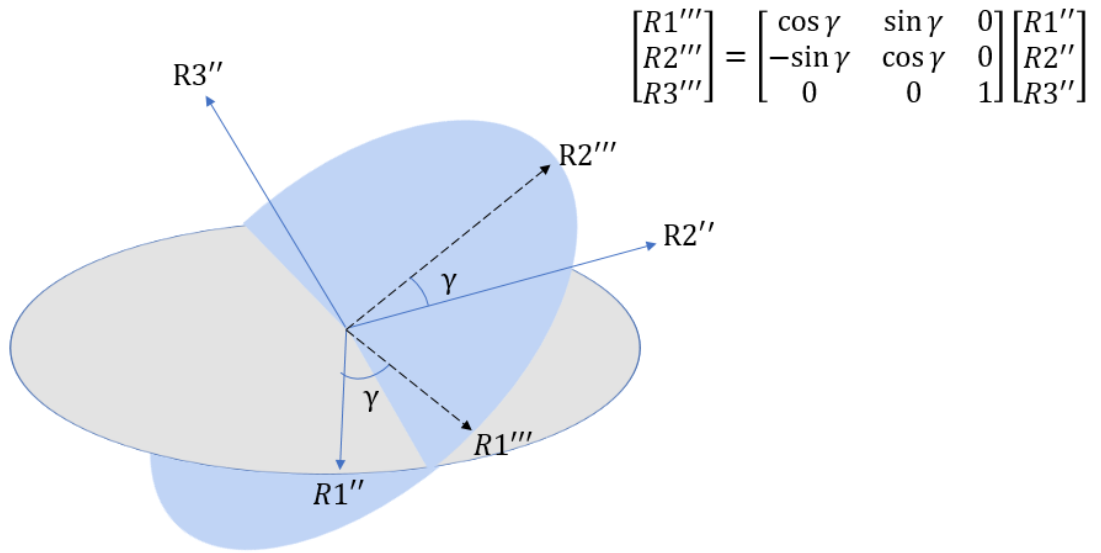


$$\begin{bmatrix} R1'' \\ R2'' \\ R3'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & \sin \beta \\ 0 & -\sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R1' \\ R2' \\ R3' \end{bmatrix} \quad \text{式(1-9)}$$

➤ 第三轉

以 $R3''$ 為主，將 $R1''$ 轉動 γ 角(自轉角)到 $R1'''$ 位置，將 $R2''$ 轉動 γ

角(自轉角)到 $R2'''$ 位置，以式(1-10)表示



$$\begin{bmatrix} R1''' \\ R2''' \\ R3''' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R1'' \\ R2'' \\ R3'' \end{bmatrix} \quad \text{式(1-10)}$$

將三次旋轉過後的數值做相乘可以得出式(1-11)

$$\begin{bmatrix} R1''' \\ R2''' \\ R3''' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & \sin \beta \\ 0 & -\sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{式(1-11)}$$

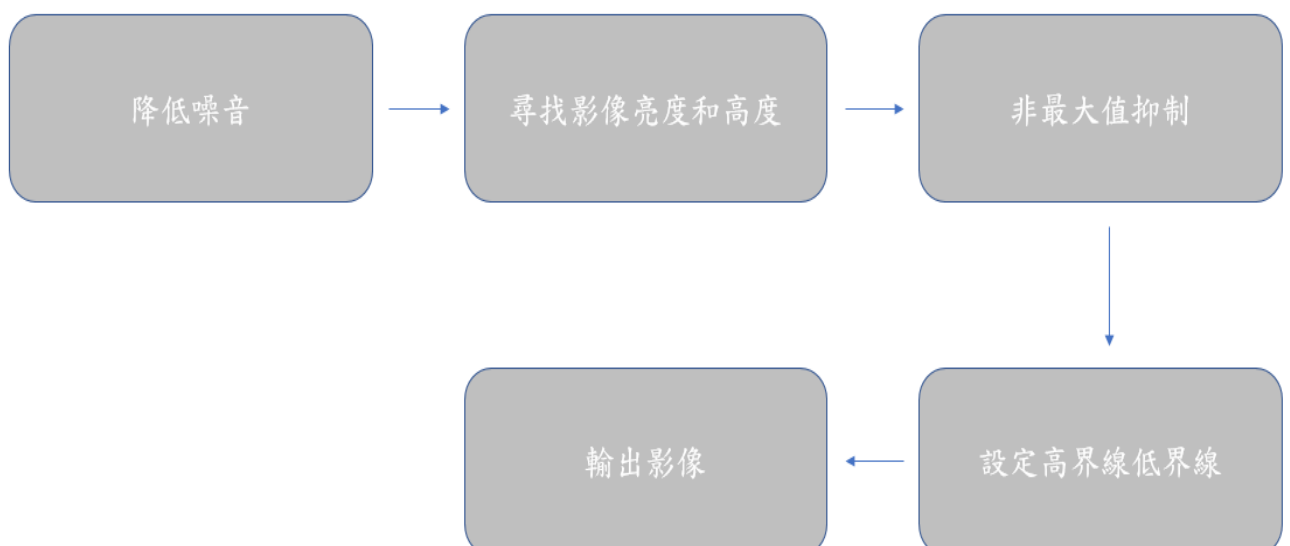
● 瞳孔區域偵測演算法

為了解駕駛者是否處在疲勞狀態，因此需要檢測眼睛區域特徵點，人的眼睛包括眼白、瞳孔與虹膜，其黑白分明非常明顯，就利用此暗明特性，以 Canny 邊緣檢測法搜尋暗部區域邊緣範圍

● Canny 邊緣偵測

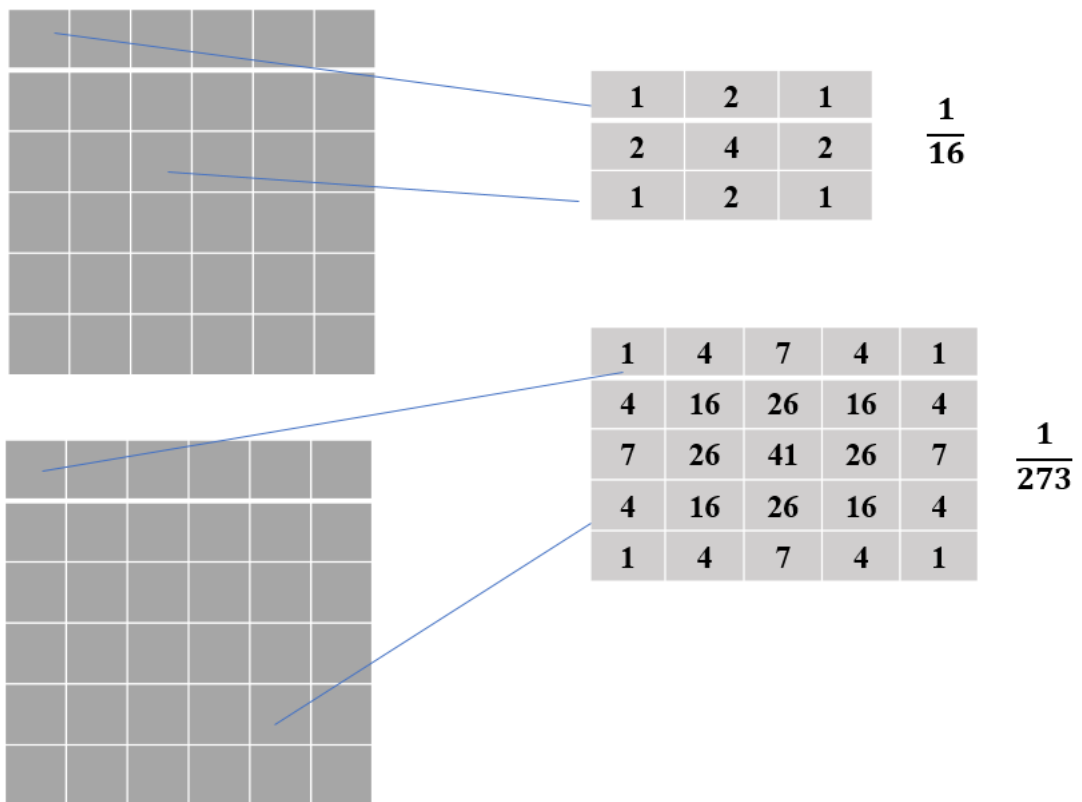
Canny 邊緣偵測的目標是找到一個最好的邊緣檢測法，此方法須有以下條件

1. 好的檢測：演算法盡量標出影像實際邊緣
2. 好的定位：標出邊緣要和實際影像相符
3. 最小響應：影像邊緣只標出一次，同時雜訊不能被當成邊緣



➤ STEP 1:

Canny 中若有未經降噪過的影像會有不好的邊緣檢測，因此利用高斯濾波器進行模糊處理，高斯濾波器一般都使用 3*3 或 5*5 濾波核，以計算中心點權重最高，濾波效果越好，影像會模糊，中心點向外權重會慢慢減少，濾波效果差，影像會清晰，將所有數值與對應的權重做內積相乘再做歸一化



➤ STEP 2 :

利用 Sobel 濾波器濾出邊緣強度和方向

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

將 G_x 和 G_y 分別帶入運算後得到強度為式(1-12)，角度為式(1-13)

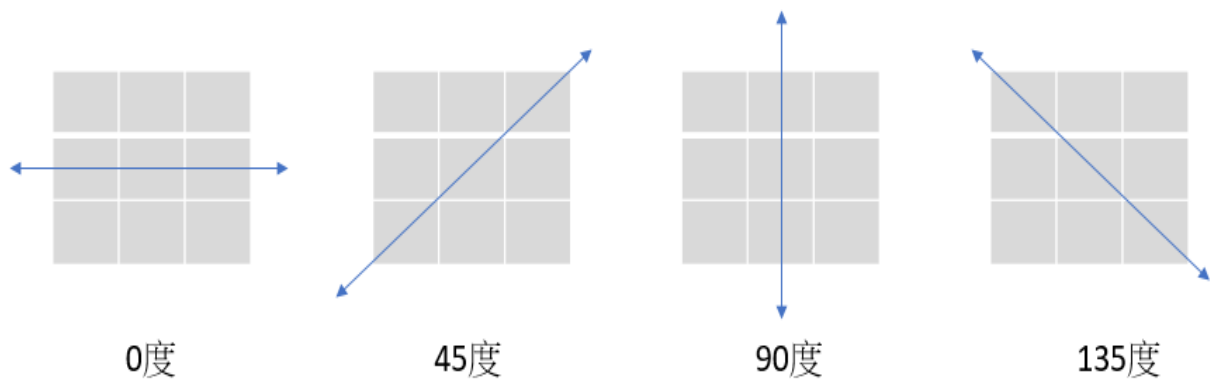
$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad \text{式(1-12)}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad \text{式(1-13)}$$

➤ STEP 3:

經由 STEP2 計算出來梯度強度為 0~180 度之間，為了簡化計算

將其分成 4 種方向



利用最大化抑制演算法去尋找每個方向的最大值，若該點小於其方向上的兩點，則該點須歸 0

| | | | | | |
|----|---|----|---|----|---|
| 10 | ↑ | 26 | ↑ | 35 | ↗ |
| 44 | ↑ | 45 | ↖ | 72 | ↗ |
| 20 | ↗ | 12 | → | 32 | ↑ |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 26 | 35 |
| 44 | 45 | 72 |
| 20 | 12 | 32 |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 35 |
| 44 | 45 | 72 |
| 20 | 12 | 32 |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 44 | 45 | 72 |
| 20 | 12 | 32 |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 44 | 45 | 72 |
| 20 | 12 | 32 |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 44 | 45 | 72 |
| 20 | 12 | 32 |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 44 | 45 | 72 |
| 20 | 12 | 32 |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 44 | 45 | 72 |
| 0 | 12 | 32 |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 44 | 45 | 72 |
| 0 | 0 | 32 |

| | | |
|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 |
| 44 | 45 | 72 |
| 0 | 0 | 0 |

➤ STEP 4:

設定高低界線找出邊緣，若數值介於高界線(Maxval)之上保留，

介於低界線(Minval)下捨去，在高低界線與低界線之間需要確定

該像素與邊緣像素點是否連接，若四周 8 個像素有高於高界線

像素點，視為邊緣，四周 8 個像素沒有大於高界線數值歸 0

| | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| 165 | 60 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 155 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 98 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 78 | 0 | 0 | 165 | 0 | 0 | 0 |
| 56 | 88 | 0 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 166 | 172 | 166 | 88 |

| | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| 165 | 60 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 155 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 98 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 165 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 169 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 166 | 172 | 166 | 88 |

Maxval>150 保留

Minval<50 歸0

50<val<150 做比較

影響演算法因子

1.高斯遮罩的大小 :越小的 filter 可使影像模糊程度較小，適合用在複雜的影像，越大的 filter 影像模糊程度較高，適合擁有平滑邊緣的影像

2.閾值大小設定 :越高的閾值容易忽略一些重要邊緣，越低的閾值可以保留較多重要邊緣但也會參雜一些不必要的邊緣

➤ **STEP 5:**

