

3D實景量測技術及其應用

3D VIDEO IMAGE ENGINEERING MEASUREMENT AND ITS APPLICATIONS

廖慶隆 博士

國立臺灣大學土木系 教授兼 軌道中心主任

文化大學建築及都市計畫研究所 兼任教授

ACECC AWARD FOR ACHIEVEMENT(2007)

運輸獎章(2002)、道路獎章(2003)、一等交通專業獎章(2006)、工程獎章(2009)

財團法人中華顧問工程司 董事長

高速鐵路工程局 局長

臺北捷運局 局長、副局長、總工程司、電算中心主任

國立台灣科技大學營建系 教授、電算中心主任

中國文化大學建築及都市計畫研究所 專任教授

中國土木水利工程學會 理事長、理事

台灣軌道工程學會 理事長、監事長、理事

中華軌道車輛協會 理事長、理事

中華營建資訊管理學會 理事長、理事

2023.7.7 建築師公會

大綱

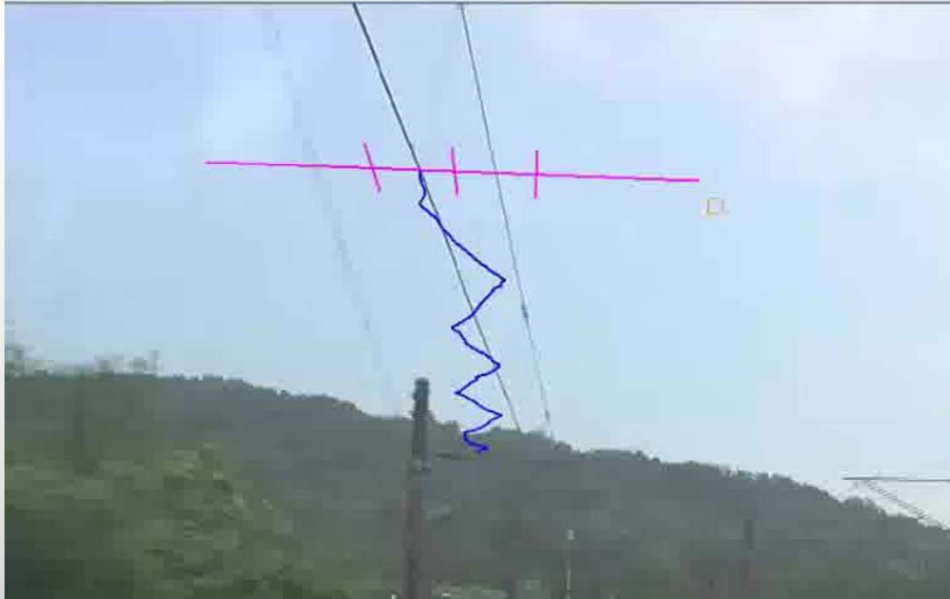
1. 緣起
2. 電腦應用領域及電腦圖學的發展
3. 透視投影與實景
4. 有實景3D座標系統之影像與虛景之配合(元宇宙)
5. 虛實互換之實景量測與監測實例
6. 操作實例

一、緣起

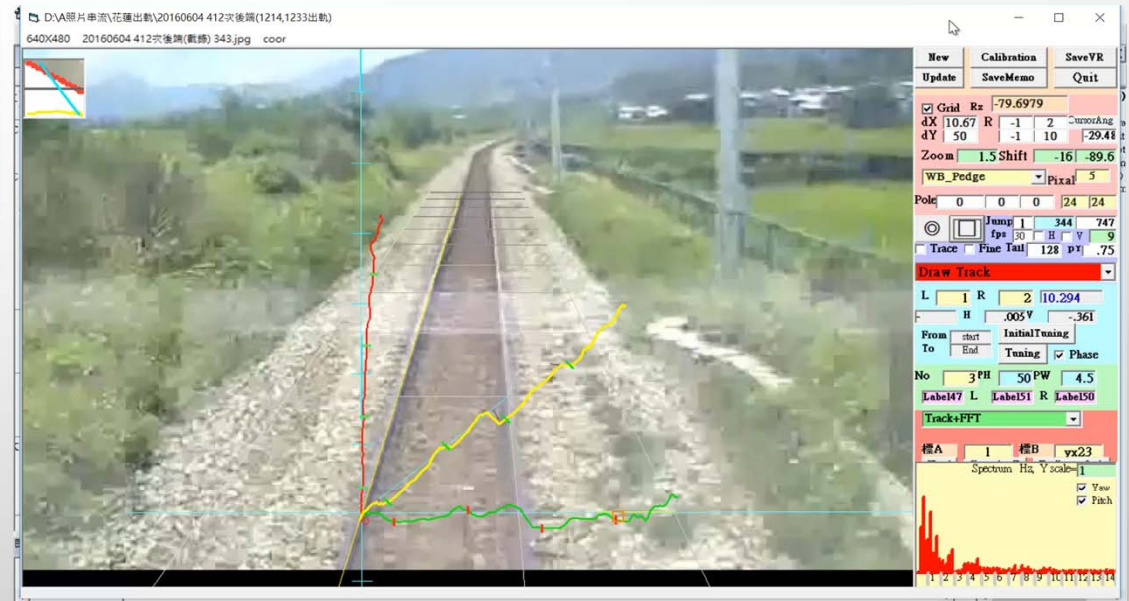
(1) 螺旋梯

(2) 選手能力提升

(3) 2016.6.1花蓮出軌



電車線超出集電弓



2016.6.1花蓮出軌

選手與對手(韓國-伊朗)之動作分析



在運科實驗室，只有自己選手

以視窗座標解三維實物之遮線問題
 Application of Window Coordinates to Hidding-Line
 Analysis of Three-Dimensional Perspectives

廖慶隆

Application of Window Coordinates to Hidding-Line
 Analysis of Three-Dimensional Perspectives

Journal of Civil and Hydraulic Engineering Vol. 7, No. 3
 —Paper No. 7-05 (P. 57~P. 66)—

Liao Ching Lung

Abstract

The "Hidding Line Problem" in computer drawing is a problem of determining which lines or edges are visible from a given vantage point. It is an important problem in computer graphics, and its fast solution is especially critical for on-line CRT display application. The paper presents a faster method for solving this problem. A new coordinate—"Window Coordinate" is adopted for the proposed method. The inclined convex polyhedra window together with all the triangles that connected an eyepoint with each edge of the polyhedra are the chosen coordinate bases. The volumes from a space point to each coordinate base indicates the coordinate values of the point. The coordinate value represents the distance of this point to each base, and its sign indicates the position of the point which is inside or outside of the window. This method systemizes the hiding line algorithms and simplifies the solid geometric difficulty as well as the computer programming.

土木水利季刊第七卷第三期抽印本
 中華民國六十九年十一月

透視投影之製作

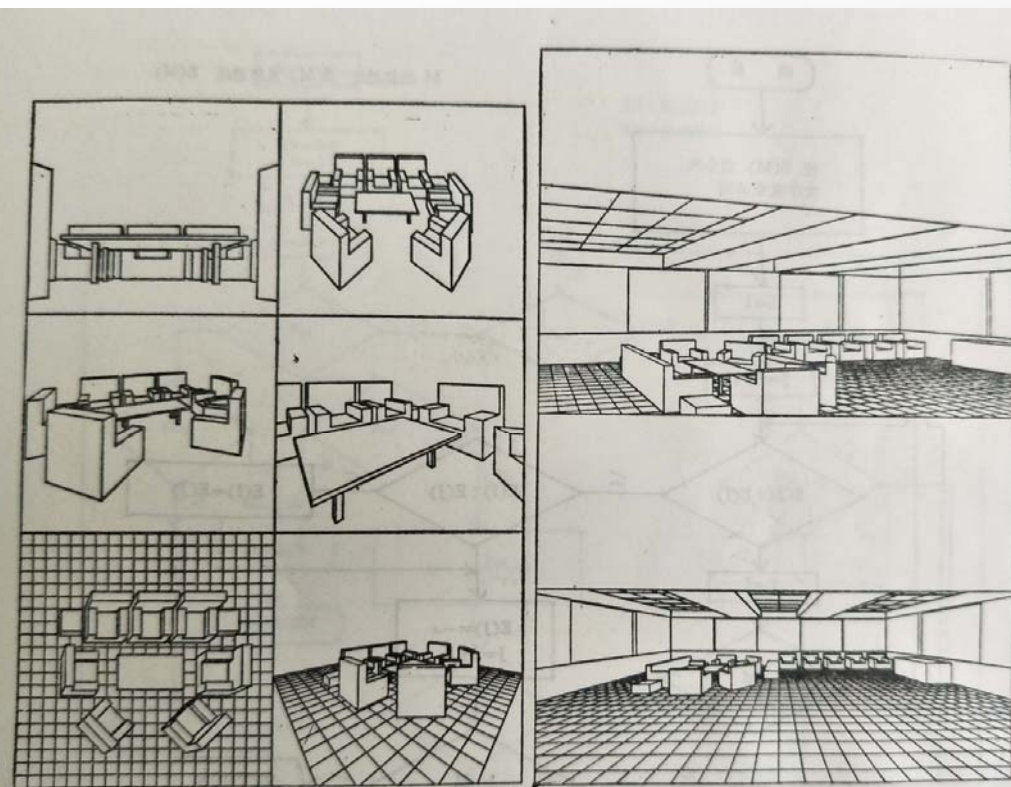


圖 19 室內設計實例一

圖 20 室內設計例二

本論文獲得中國土木水利學會110年論文獎

中國土木水利工程學刊 第三十三卷 第四期 (民國一一〇年)

Journal of the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering, Vol. 33, No. 4, pp. 317-326, 2021

DOI: 10.6652/JoCICHE.202106_33(4).0007

317

利用列車前方影像量測鋼軌曲率之研究

廖慶隆^{1*}

關鍵詞：鐵路、鋼軌曲率、攻角、影像量測、軌道監測。

摘 要

本研究主要利用在鐵路車輛駕駛位置上看到之景象，轉化成可以辨識鋼軌流來向之照片串流，該鋼軌流經由鋼軌邊緣辨識取得鋼軌偏移量，並從照片串流中以逆向處理方式取得相關軌道幾何資訊及相機位置等，並據以量測鋼軌流來向之方向變化，轉換成串

二、電腦應用領域與電腦圖學之發展

人不會做的事

無法檢核結果

靠信心

人不想做的事

可以檢核結果

有公信力

高科技日漸脫離人的感覺

靠圖形介面

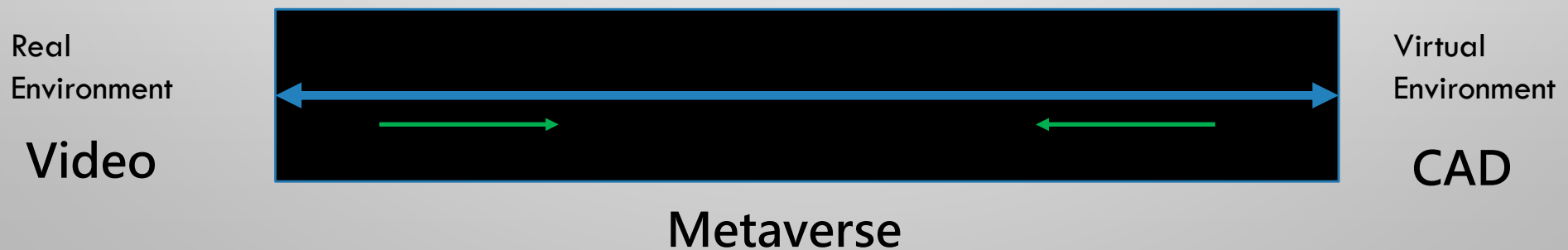
透視投影最有真實感

元宇宙的發展

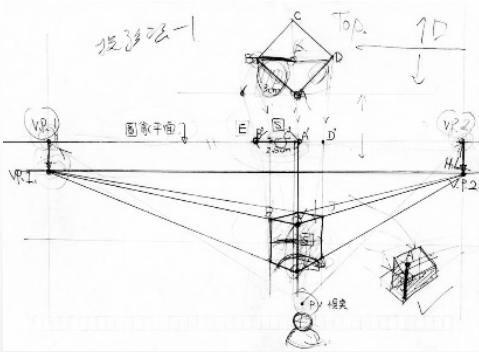
- **電腦輔助繪圖 (Computer Aided Drawing, 1963~)**– 電腦繪圖
- **電腦輔助設計 (Computer Aided Design, 1970~)** -- 引入實體造型(透視投影開始應用)
- **電腦藝術 (computer art, 70年代末期蓬勃發展~)** - 在虛擬環境中，利用電腦繪圖製造數位藝術。
- **虛擬實境 (Virtual Reality, 簡稱VR, 1980~)** -- 近景繪圖多用在實境模擬，逐漸發展成實境與虛境之組合，一開始將實景併入電腦繪圖中，也就是通稱之虛擬實境。
- **擴增實境 (Augmented Reality, 簡稱AR, 1990)** -- 透過攝影機影像的位置及角度精算並加上圖像分析技術，讓螢幕上虛擬世界能夠與現實世界場景進行結合與互動的技術。
- **元宇宙 (Metaverse, 1922出現, 2021流行)**，是人類運用數位技術構建的，由現實世界映射或超越現實世界，可與現實世界交互的虛擬世界，具備新型社會體系的數位生活空間。

實景與虛景之混合

- 若將真實環境和虛擬環境分別作為連續譜的兩端，其中靠近真實環境的是擴增實境(AR)，靠近虛擬環境的則是虛擬實景(VR)，其實都是元宇宙(Metaverse)的範圍。
- 廣義的虛景應指人造的圖像，包括繪畫，製圖及電腦繪圖等。但狹義的虛景應指電腦繪圖(COMPUTER GRAPHICS)，當然包括電腦繪畫(COMPUTER PAINTING)。
- VR 多為CAD加上一些實景，而AR可在攝影或視頻上加環境資料及人造資料，所以AR的應用範圍比較廣。
- 虛實間之溝通靠透視，但因透視圖之量測有困難，所以要到工程精度仍有困難。



三、透視投影與實景

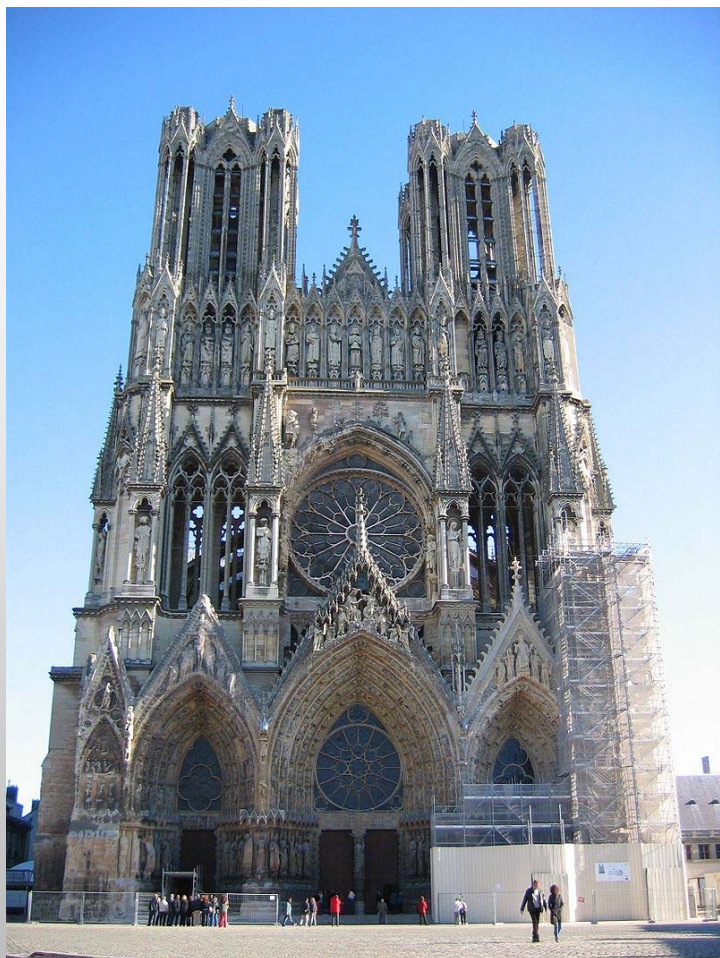


- 1425年BRUNELLESCHI創立透視畫法
- 除繪畫外，由於實景照片就是透視的一種，隨者攝影之進步，透視以大量出現在攝影、電影及視頻(照片串流)上。
- 一般說來，透視投影雖然比較有深度感覺，但繪製不易，且變形嚴重，無法掌握正確長度與角度比例，難用於任何精確用途。
- 工程上，除了建築設計，很少用透視圖。
- 例如機械設計過去幾乎很少用透視投影進入電腦領域。
- 透視投影有失真及其校正問題。
- 基本上隨著電腦繪圖(COMPUTER GRAPHICS)的發展，解決繪製的問題，才開始進入精確用途。但仍少用在精確量測。
- 透視法是實景與虛景(人工設計部分)間溝通之最好工具。

透視失真(PERSPECTIVE DISTORTION)

- 透視失真指畫面與大眾的感受不符。真相是，準確的透視圖很少平行線，但人眼在建立透視過程只考慮水準方向的距離，而不考慮豎直方向的距離，這感受使使所有現實中的豎直線在圖像中都顯示為豎直方向(兩點透視)。
- 在建築領域經常將3D電腦模型進行渲染以用於宣傳，以進行虛擬環境中的透視校正。某些建築設計，為了要凸顯其設計重點，也會進行部分透視校正。
- 透視校正或者稱為透視控制是對照片進行合成或者編輯，以得到符合大眾對於透視失真理解的結果的過程。

透視失真 與校正



虛實互補之熱門應用範圍

- 影像量測(photo measurement)

攝影已經實景生活的一部分，並開始利用實景進入工程應用，也就是實景影像量測。

- 動作分析(motion analysis)

利用紀錄性之錄影(VIDEO)，應用逐張影像分析每個步驟之運動，而計算出空間之流動量(如鐵路，選手動作)，進而分析各種動作之軌跡，力線或運動效能，作為改善動作之根據。

- 狀態監測(condition monitoring)

系統幾何狀態之監測，一直是系統是否運作良好的監控方式，通常都有一個實體系統，就其尺寸或形狀隨時進行監測記錄，並一直與最近的歷史資料比較，決定是否繼續運作。

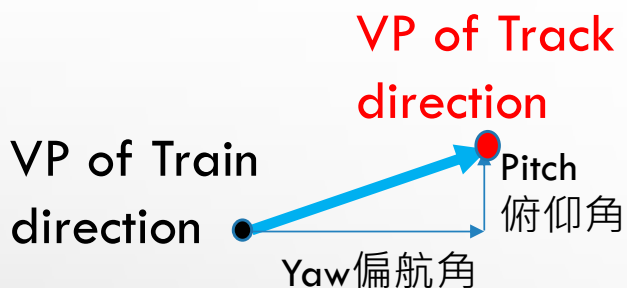
四、有實景3D座標系統之影像與虛景之配合



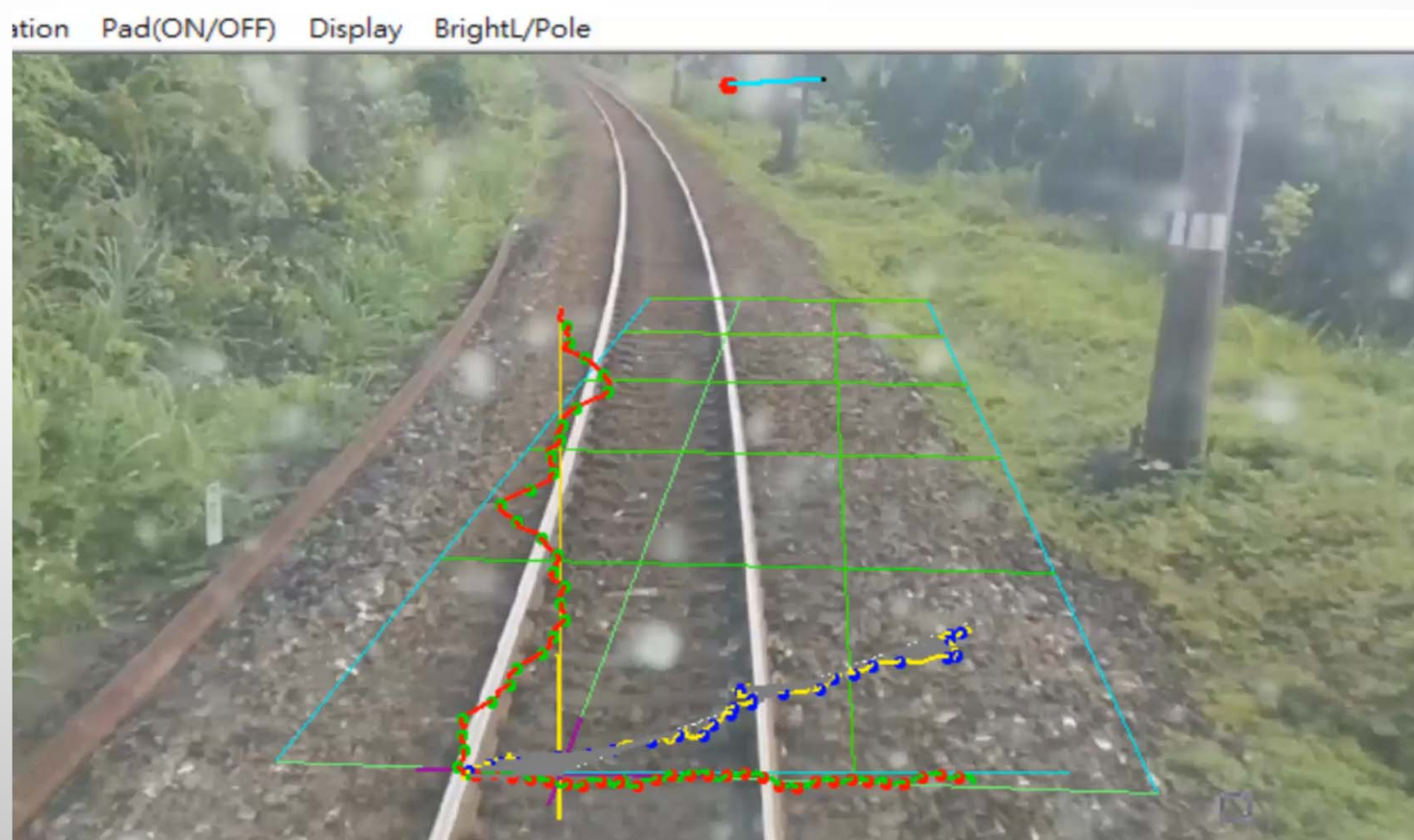
直線軌道

曲線軌道

在透視圖上，鋼軌方向消點與車輛方向消點之距離就是攻角



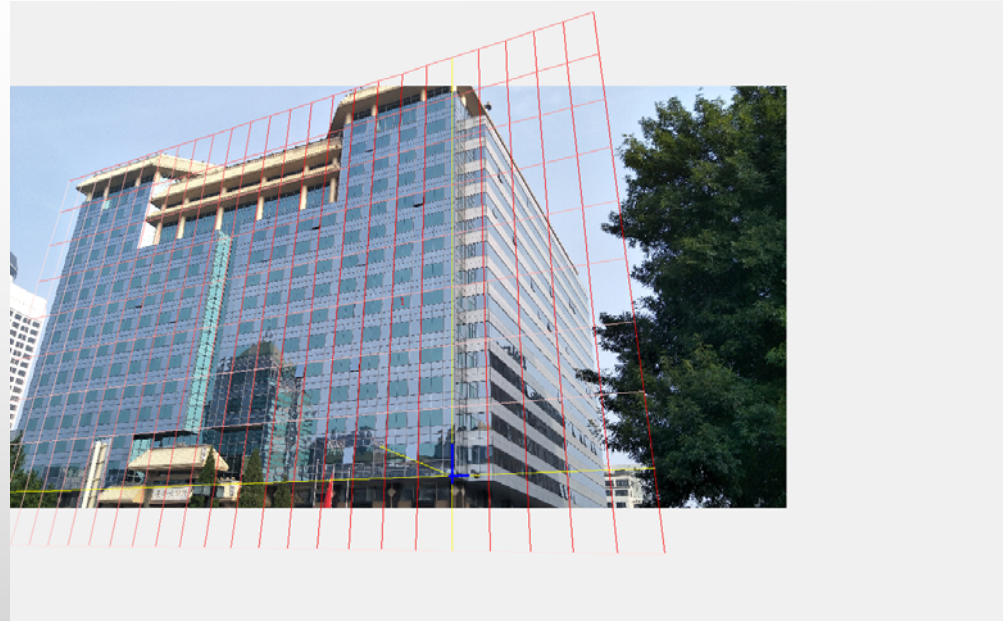
- **偏航角**和**俯仰角**用於改變列車水平與垂直的運動方向，它與列車所承受的側向力與垂直力密切相關。
- 偏航角變化較大，且直接影響**行車安全性**
- 攻角的存在，使得車輛的運動不僅僅在**平移世界**，也在一個**轉動世界**。
- 攻角不宜太大，其變化速度也必須在控制範圍內。



有實景3D座標系統之影像與虛景 之配合



佳隆國際大樓，長安大戲院



五、虛實互換之實景量測與監測實例



Tacoma
Bridge
1940

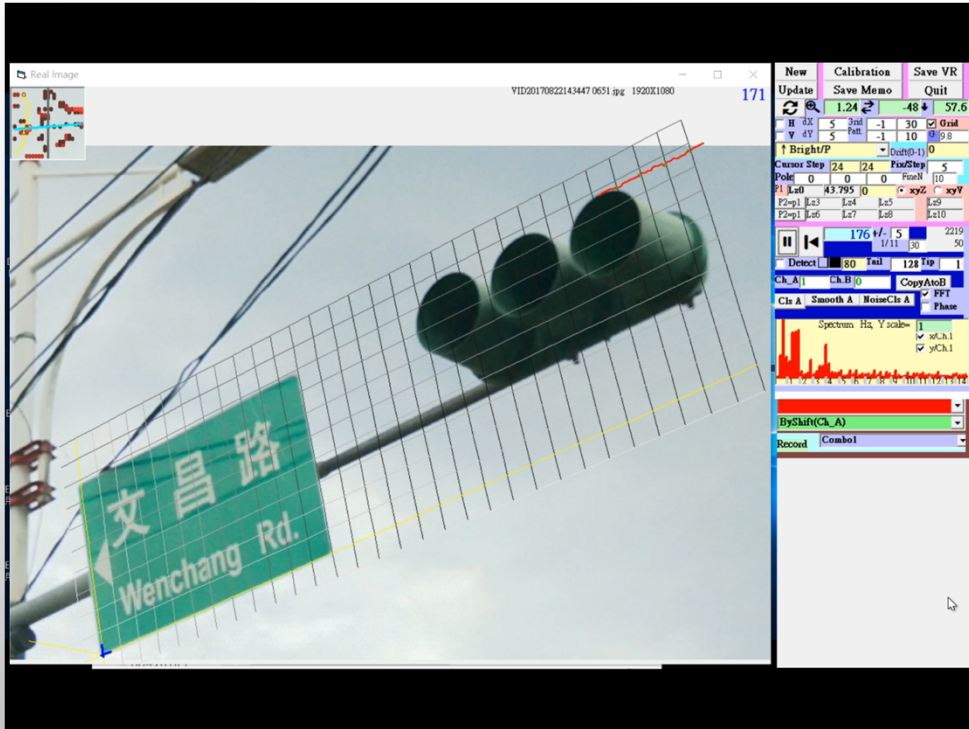
Tacoma bridge collapse
made by C.L.Liao 2017-7-14

日本
311大地震

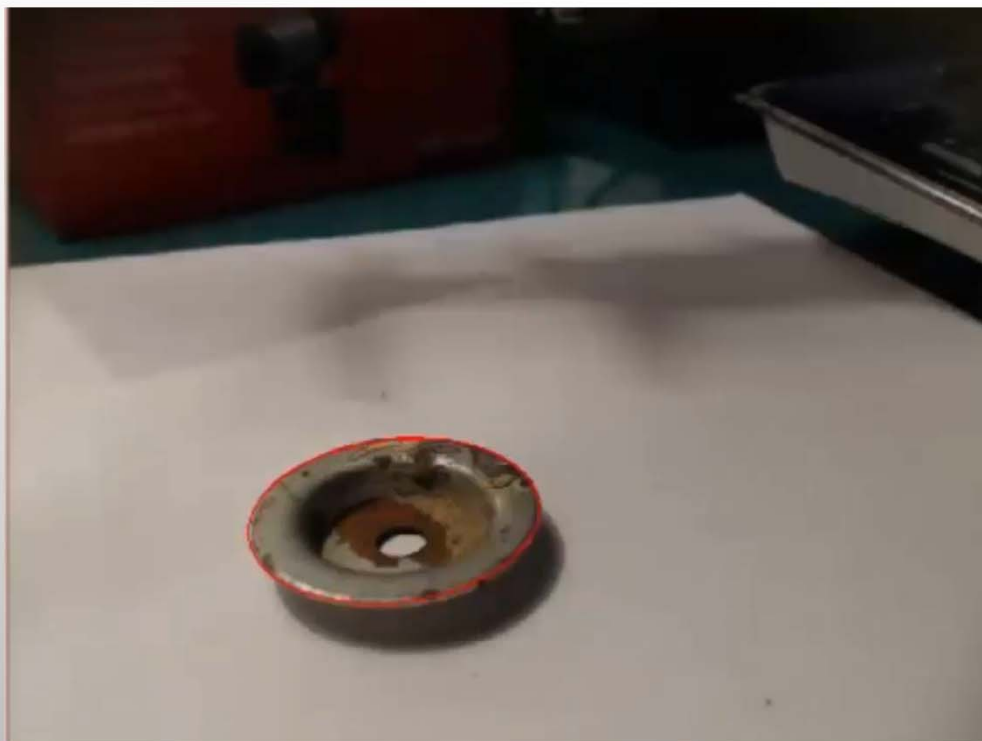


2011-3-11 Shinjuku Center Building
--- by Dr. C.L.Liao 2017-7-17

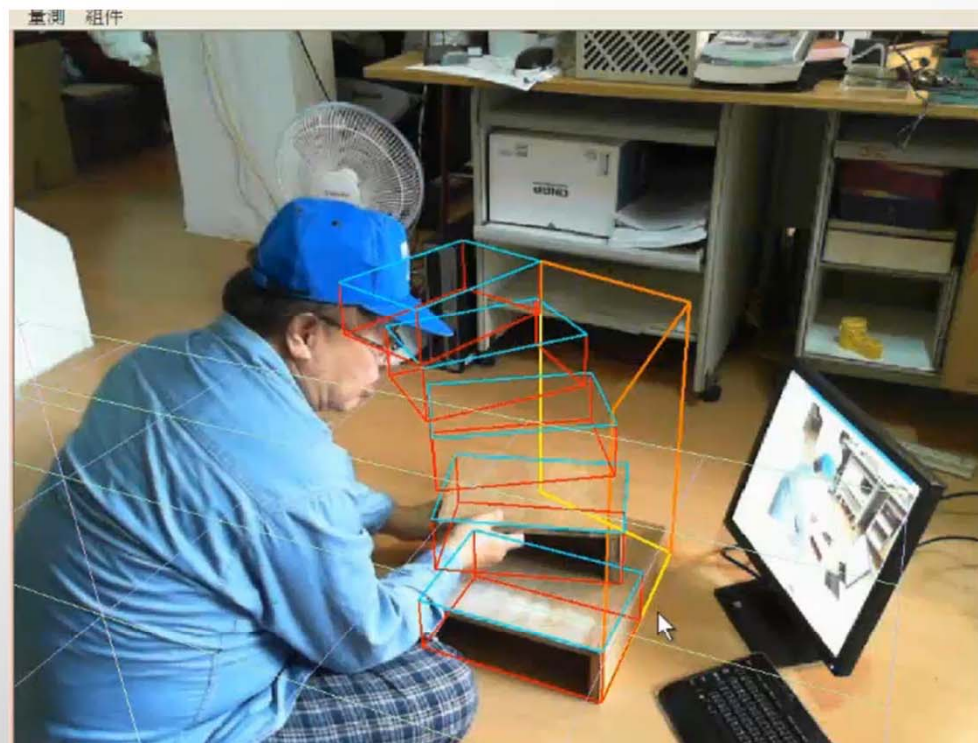
天鴿颱風



六、實際操作展示

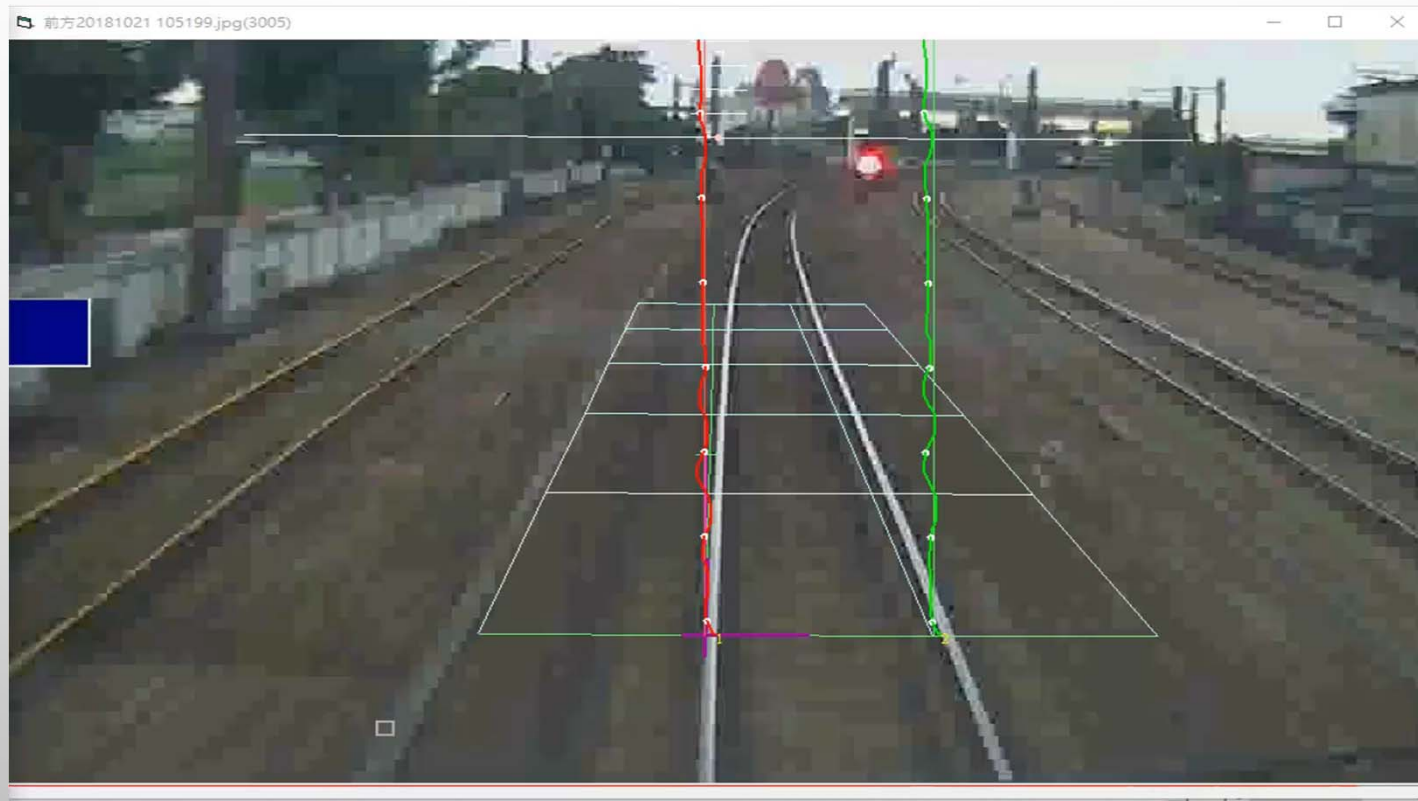


追蹤(自動量測)

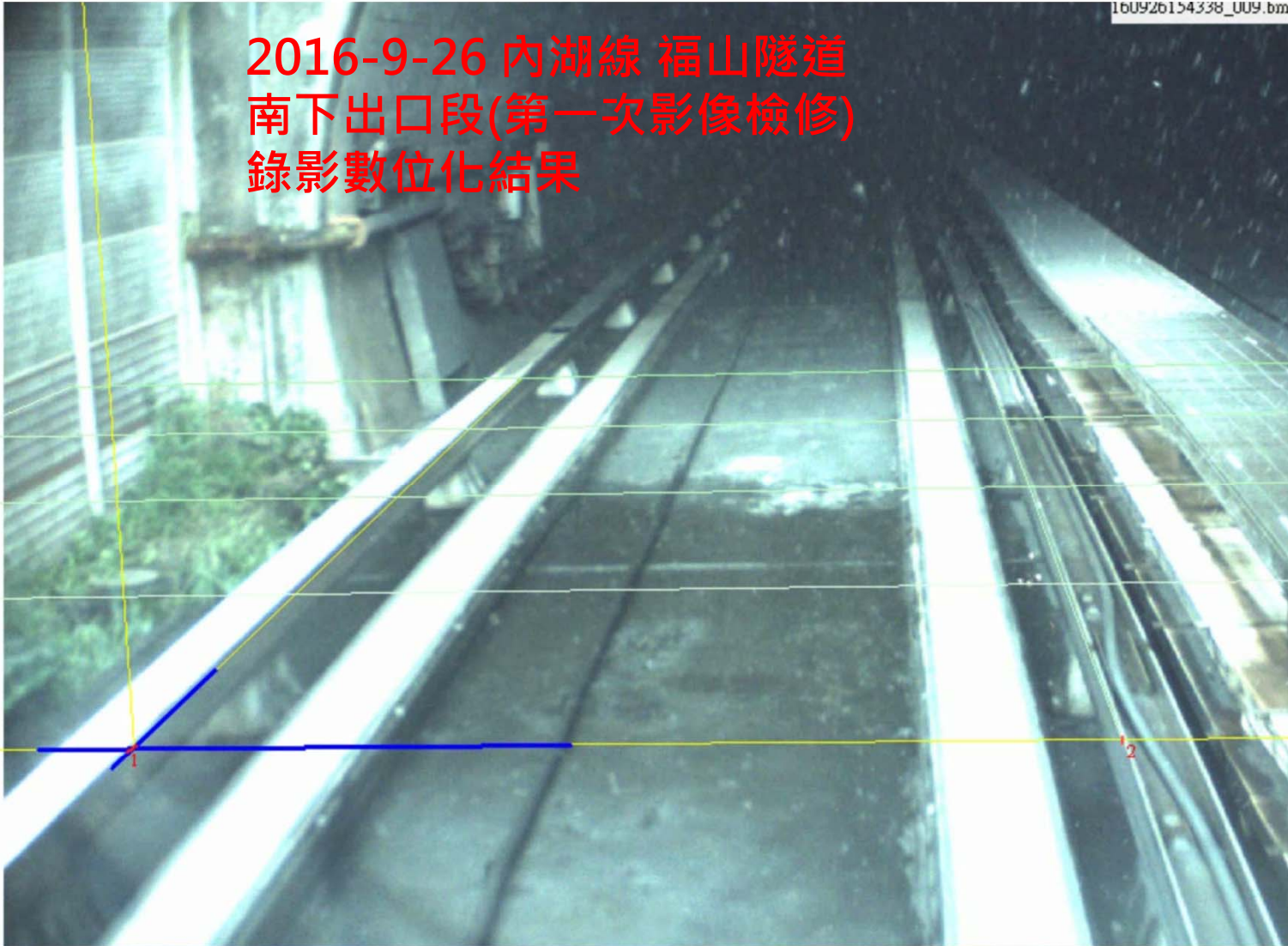


追蹤(放樣)

2018/10/21 普悠瑪事故出軌行為分析



2016-9-26 內湖線 福山隧道
南下出口段(第一次影像檢修)
錄影數位化結果



希望有一天
所有工程規劃設計
都在透視環境下!

虛實間沒有隔閡

謝謝!