

# Oculus 書面報告

電機系博士班 110061901 許鏡瑋

## **Outline**

### **I. What is Oculus Quest**

### **II. Technology analysis**

- 1. Technology analysis – Quest Pro**
- 2. Technology analysis – Display**
- 3. Technology analysis – Tracking**
- 4. Technology analysis – System**
- 5. Technology analysis – Storage**
- 6. Technology analysis – Battery life**

### **III. New feature**

- 1. Meta Quest Touch Pro**
- 2. Full color MR experience**
- 3. Eye tracking/Face tracking/Body tracking**

### **IV. Market analysis**

- 1. U.S Virtual Reality Market**
- 2. Global Virtual Reality Market**
- 3. Regional Insights and Key companies**

### **V. Supply chain analysis**

- 1. Chipset**
- 2. Optical lens.**
- 3. LCD and LED**

### **VI. SWOT analysis**

- 1. SWOT analysis – Oculus**
- 2. SWOT analysis – VR**

### **VII. Conclusion**

### **VIII. Reference**

## I. What is Oculus Quest

Oculus Quest 是一款虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 頭戴式裝置，它可以讓使用者在家裡體驗虛擬環境。並且它有內建的感應器和運動追蹤功能，可以跟蹤使用者的動作和位置，並將這些資訊反映在虛擬世界中。

Oculus Quest 也有內建的音效和麥克風，使用者可以聆聽虛擬環境中的聲音並與其他使用者通話。Oculus Quest 可以連接到電腦或手機，並可以下載和安裝各種遊戲和應用程式。

而 Oculus Quest 是由 Oculus VR 公司製造的。Oculus VR 是一家位於加州的科技公司，專注於開發虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 產品和軟體。Oculus VR 早期是一家創業公司，於 2012 年透過 Kickstarter 籌資成功，並於 2014 年被 Facebook 收購。目前，Oculus VR 旗下的產品包括 Oculus Quest、Oculus Rift、Oculus Go 和 Oculus Quest 2 等。



上圖為 Oculus Quest 2 的宣傳圖片。



上圖為 Oculus 公司的商標。

Oculus Quest 於 2019 年 5 月 21 日在美國發布，並且於 2019 年 6 月在歐洲和亞洲推出。Oculus Quest 的規格如下：

處理器: Qualcomm Snapdragon 835

記憶體: 4GB RAM

儲存空間: 64GB 或 128GB

顯示器: OLED 顯示器，解析度為 1440 x 1600，每眼 90Hz

感應器: 6 度自由度運動追蹤，光學測距感應器

音效: 內建立體聲喇叭，3.5mm 耳機孔

連接性: Wi-Fi 802.11ac，Bluetooth 4.1

電池: 可持續使用約 2-3 小時

Oculus Quest 也可以透過 Oculus Link 功能連接到電腦，在電腦上運行更高畫質的 VR 遊戲和應用程式。Oculus Link 需要使用兼容的 USB-C 連接線和具有足夠運算能力的電腦。此外，Oculus Quest 支援無線投影功能，可以將 VR 內容投影到電視或類似的大型顯示器上。

Oculus Quest 的後繼產品 Oculus Quest 2 於 2020 年 9 月 16 日發布，規格有所提升，包括使用更快的處理器、更大的記憶體和儲存空間、更高解析度的顯示器等。

以下將主要針對 Oculus Quest 的後繼產品們，包含 Oculus Quest 一代，Oculus Quest 2 以及 最新的 Oculus Quest Pro 進行後續相關的分析。




此圖為異色版的 Oculus Quest 2


## II. Technology analysis

### 1. Technology analysis – Quest Pro

META QUEST PRO	SPEC
Optics	Pancake lenses
IPD Range	55-75 mm hardware adjustable (manual)
Passthrough	Color
Display Type	2 x LCD binocular
Resolution	1800×1920 per-eye
Refresh Rate	90 Hz (72 Hz mode available)
Visible FoV	106° horizontal 96° diagonal
Weight	722 g with headstrap
Material	Plastic, foam facial interface
Headstrap	Hard padded retractable strap
Colors	Black
Tracking Type	6 DoF Inside-out via 5 integrated cameras
Ports	USB Type-C, charging contacts
Wired Video	USB Type-C-Oculus Link
Wireless Video	WiFi streaming Virtual Desktop, AirLink
WiFi	WiFi 6E
Bluetooth	Bluetooth
Operating System	Android
CPU/Chip	Qualcomm Snapdragon XR2+
Memory	12 GB LPDDR5
Storage	256 GB
Battery Life	2 hours



X: Quest 2 Fresnel lenses



Meta Quest Pro 定位就是給生產力的人群，而非打遊戲的人群。商務，專業創作者，打造新的工作模式。

紅色框中所標記出的為，本次報告將主要著重分析的部分，包含光學鏡頭，顯示器，FOV，追蹤模式以及 CPU，記憶體以及儲存空間所使用的科技分析。

首先是關於本次 Quest Pro 所使用的 Pancake lenses 以及 Quest 2 所使用的 Fresnel lenses 相互比較。

在 Oculus Quest 2 所使用的菲涅爾透鏡 (Fresnel lenses) 是一種特殊的透鏡，它具有平面型表面和多級減薄的光學元件。通常，透鏡的光學元件是厚實的，但菲涅爾透鏡的光學元件是薄而扁平的，因此比一般透鏡輕得多。菲涅爾透鏡的設計源於 1822 年由法國科學家 Augustin-Jean Fresnel 發明。

菲涅爾透鏡常用於燈具、手電筒、專用鏡頭、警示燈等裝置，因為它們可以在保持良好光學性能的同時，節省重量和空間。菲涅爾透鏡也常用於虛擬實境

(Virtual Reality, VR) 頭戴式裝置，因為它們可以提供良好的視野，並且輕便易於攜帶。

而在 Oculus Quest Pro 所使用的餅乾鏡（Pancake lens）是一種輕薄的鏡頭，通常比一般鏡頭短而扁平，像餅乾一樣。餅乾鏡通常用於微單眼相機 (Mirrorless Camera) 或輕便型相機，因為它們可以提供良好的光學性能，並且不會增加太多重量。

餅乾鏡通常具有較大的光圈 (aperture)，因此能夠在低光源環境下拍攝，並且可以提供良好的景深控制能力。此外，餅乾鏡常常具有較大的焦距範圍，能夠拍攝近距離和遠距離的物體。

菲涅爾透鏡 (Fresnel lenses) 和餅乾鏡 (Pancake lenses) 都有各自的優點和缺點，因此哪一個更好取決於使用者的需求。

菲涅爾透鏡 (Fresnel lenses) 的優點在於它們輕薄，易於攜帶，提供良好的視野。餅乾鏡 (Pancake lenses) 的優點在提供良好的光學性能。通常，餅乾鏡具有較大的光圈 (aperture)，因此能夠在低光源環境下拍攝，並且可以提供良好的景深控制能力。此外，餅乾鏡常常具有較大的焦距範圍，能夠拍攝近距離和遠距離的物體。Oculus Quest Pro 的全新光學鏡片組以多次折射的餅乾鏡 (Pancake lenses)，取代了 Quest 2 使用的菲涅爾透鏡 (Fresnel lenses)，提供清晰銳利的視覺效果，同時降低 40% 的光學模組厚度。



## 2. Technology analysis – Display

Oculus Quest Pro 的 2 個 LCD 顯示器採用局部調光（local dimming）和量子點技術（quantum dot technology），提供更豐富、更鮮豔的色彩表現。專門的背光硬體與相應的軟體演算法驅動，支援獨立控制 500 多個單獨的 LED 模組，讓顯示器的對比度比 Quest 2 高出 75%。

下表給出關於 Oculus Quest 各代的差別

	Oculus Quest	Oculus Quest 2	Quest Pro
Display Type	2 x OLED	Single Fast switch LCD	2 x LCD
Resolution	1440 x 1600	1832 x 1920	1800 x 1920
Refresh Rate	72 Hz	120 Hz	90 Hz
Visible FOV	93° horizontal 93° vertical	97° horizontal 93° vertical	106° horizontal 96° vertical

從上表我們可以得出 Quest Pro 放棄選擇使用更高畫質的 OLED 而轉而選擇使用 LCD 顯示器，但能夠提供更高的 FOV。

FOV 是 Field of View 的縮寫。在 VR/AR 領域中，FOV 通常指的是 VR 使用者能看到的場景的範圍。FOV 常常用來模擬人類的視覺，控制視角，例如在三維遊戲中。通常，FOV 越大，看到的範圍就越廣；FOV 越小，看到的範圍就越窄。

在課堂中，我們學過 LCD 是使用液晶材料來控制光的傳導，並且有不同的進階技術，例如改變液晶排列的方向，增加明暗對比度，而 OLED (Organic Light-Emitting Diode) 顯示器是另一種常用的顯示器技術。OLED 顯示器使用有機材料來發射光，這種材料可以直接在薄膜上面形成。因此，OLED 顯示器不需要背光源，可以直接在任何表面上顯示圖像。這種技術可以用來製造平板顯示器，也可以用來製造柔性顯示器。

雖然 OLED 顯示器可以提供更高的畫質，但學生認為 Oculus Quest Pro 改為

使用 LCD 的原因是因為，LCD 顯示器的壽命通常比 OLED 顯示器長，因為 OLED 顯示器中的有機材料有一定的衰老速度。並且 LCD 顯示器通常比 OLED 顯示器便宜，另外這次 Oculus Quest Pro 的 LCD 有用其他更高級的技術進行改進，例如局部調光技術，以及量子點技術，將如下一一介紹。

在 Oculus Quest Pro 的 LCD 當中，使用局部調光（local dimming）技術，可以控制 LCD 顯示器中的個別區域的亮度。這種技術通常用於 LCD 的背光系統，可以提高顯示器的對比度和色彩還原度。

局部調光工作的原理是，當顯示器顯示深色內容時，它會將背光源的亮度降低，以便更好地表現黑色。相反，當顯示器顯示淺色內容時，它會將背光源的亮度提高，以便更好地表現白色。這樣就可以使得畫面中的暗部和亮部更加鮮明，提高畫面的對比度。

而量子點技術（quantum dot technology）是一種用於增強 LCD 顯示器色彩還原度的技術。量子點是一種特殊的奈米粒子，可以在特定波長範圍內發出光。

同樣使用於 LCD 背光系統當中，它使用一層薄膜，其中包含許多可以發射特定波長範圍內的光的量子點。當背光源照射該薄膜時，量子點會發出光，並通過液晶層傳導到顯示器的表面。這樣就可以使得顯示器的色彩更加豐富、真實，提高色彩還原度。

量子點技術可以使得 LCD 顯示器的色彩還原度達到與 OLED 顯示器相似的水平，並且在抗光污染方面也有一定優勢。不過，量子點技術也有一些缺點，包括價格較高和較高的能耗。





### 3. Technology analysis – Tracking

在追蹤技術方面，既然身為 VR/AR 產品，肯定必須要對人體的方方面面進行追蹤，下表條列出 Quest/Quest 2 以及 Quest Pro 的追蹤功能比較。

	Oculus Quest	Oculus Quest 2	Quest Pro
Tracking Type	6 DoF Inside-out via 4 integrated cameras	6 DoF Inside-out via 4 integrated cameras	6 DoF Inside-out via 5 integrated cameras
Eye Tracking	X	X	O
Face Tracking	X	X	O
Hand Tracking	O	O	O
Body Tracking	X	O	O

作為 Quest 系列演進的順序，隨著 Pro 的推出，也正式完整了眼睛，面部表情，身體，手勢的全身追蹤，並且不需要依靠以前追蹤技術的特殊衣物，而是靠著 Quest Pro 內外的鏡頭進行追蹤，其中 Pro 在這代更是用了重本，在鏡頭方面直接大膽的使用了總計 10 個鏡頭，頭戴顯示器內部使用 5 個鏡頭進行臉部追蹤與眼部追蹤，對於身體姿勢與手勢追蹤則靠著頭戴顯示器的外部的 5 個鏡頭。

以下將對追蹤技術進行更深入的研究，Quest Pro 的光學追蹤技術它們可以捕捉周圍環境的光線，並通過計算來實現體感追蹤。光學追蹤技術可以提供高精度、低延遲的體感追蹤，適用於各種運動動作。另一種技術是加速度計和陀螺儀技術。Oculus Quest Pro 頭戴式裝置上也有加速度計和陀螺儀，它們可以捕捉設備的運動狀態，並通過軟件計算來實現體感追蹤。加速度計和陀螺儀技術可以提供中等精度、低延遲的體感追蹤，適用於各種運動動作。

在課堂中，我們也學習過關於加速度計的知識，Oculus Quest Pro 中使用的加速度計是微型加速度計，通常是一塊微小的半導體芯片，可以測量三軸的加速度。加速度計通常是使用電容式原理來工作的，在電容式感測器中，當物體運動時，它會產生靜電力，並影響感測器內部的電容值。通過測量電容值的變

化，就可以推斷出物體的運動狀態。

## 4. Technology analysis – System

下表為各代 SOC 使用的晶片組與操作系統:

	Oculus Quest	Oculus Quest 2	Quest Pro
Operating System	Android 10	Android 10	Android 10
Chipset	Qualcomm Snapdragon 835	Qualcomm Snapdragon XR2	Qualcomm Snapdragon XR2+
CPU	Octa-core <u>Kryo</u> 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Octa-core <u>Kryo</u> 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x 1.8 GHz)	Octa-core <u>Kryo</u> 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x 1.8 GHz)
GPU	Adreno 540 545 - 567 GFLOPS	Adreno 650 1.1 TFLOPS	Adreno 650 1.1 TFLOPS
DSP	Hexagon 685	Hexagon 698	Hexagon 698

首先先提到 Oculus Quest 當中的使用的晶片組，Qualcomm Snapdragon 835 是一款由 Qualcomm 公司生產的移動處理器（Mobile Processor）。它是一款智能手機、平板電腦和其他移動設備常用的處理器，可以提供高性能、低功耗的處理能力。他使用於 VR 產品上亦是適合的，但相較於後續的 2 代，XR 晶片組是高通與 Meta 深度合作開發的虛擬實境專用晶片。

Snapdragon 835 晶片採用了 10 奈米製程技術，採用八核心設計，其中包括四個高性能 Cortex-A73 核心和四個低功耗 Cortex-A53 核心。它還搭載了 Qualcomm Adreno 540 GPU，可以提供強大的圖形處理能力。

Snapdragon 835 晶片還支持許多其他功能，包括高畫質影片解碼、高速數據傳輸、支持虛擬實境和增強現實應用等。它還具有強大的網絡功能，支持 4G LTE 網絡，並且支持藍牙 5.0、Wi-Fi 5 和 NFC 等多種無線技術。

Snapdragon 835 晶片還具有良好的功耗表現，可以在保持高性能的同時降低設備的功耗。因此，他用於 VR 設備是可以的。

Snapdragon 835 晶片的 CPU 核心是 Kryo 280。Kryo 280 是 Qualcomm 公

司自主研發的 CPU 核心，是 Snapdragon 系列處理器的一部分。Kryo 280 核心是一款多核心 CPU，通常採用八核心設計。其中包括四個高性能核心和四個低功耗核心。高性能核心可以提供強大的處理能力，適用於各種虛擬實境和增強現實應用；低功耗核心則可以在保持良好的性能的同時降低功耗。

而在下一代，也就是 Quest 2 這一代，Qualcomm Snapdragon XR2 是 Qualcomm 公司生產的一款虛擬實境（VR）和增強現實（AR）處理器。它是專為虛擬實境和增強現實應用而設計的高性能處理器，可以提供流暢的體驗和低功耗的處理能力。Snapdragon XR 晶片使用了高級製程技術，具有強大的處理能力和高效的圖形處理器。它支持多種虛擬實境和增強現實技術，包括即時增強現實和融合虛擬實境等。Snapdragon XR 晶片專用於各種虛擬實境和增強現實設備。

再下一代就是 Quest Pro 所使用的 Qualcomm Snapdragon XR2+，是 Qualcomm 公司專門生產的一款虛擬實境（VR）和增強現實（AR）處理器。它是專為虛擬實境和增強現實應用而設計的高性能處理器，並且採用了台積電的 7 奈米+技術，而在前一代則是使用三星的十奈米 LPP 技術，並且透過改進封裝技術的方式，進一步提升散熱與性能。用於支援 3D 環境重建、頭部追蹤、手部追蹤、眼部追蹤，達成真正意義上的混合式實境體驗。

TSMC 7nm+技術採用了高精度模擬和大量的設計驗證，可以提供更好的設計穩定性和更低的製造偏差。它的精度可以達到 1.4nm，可以生產更小、更高性能的晶片。



## Snapdragon XR2+ Gen 1 Platform

## 5. Technology analysis – Storage

下表是對於各代的記憶體與儲存空間進行比較。

	Oculus Quest	Oculus Quest 2	Quest Pro
Memory	4 GB LPDDR4X	6 GB LPDDR4X	12 GB LPDDR5
Storage	64 GB	128 GB	256 GB

首先是第一代 Quest 與第二代 Quest 2 使用的 LPDDR4X，作為低功耗記憶體（LPDDR）的一種，是用於移動設備的高速記憶體。它是在 LPDDR4 的基礎上演進而來的，可以提供更高的帶寬和更低的功耗。LPDDR4X 記憶體採用了低壓差技術，可以降低晶片的功耗。它的帶寬可以達到 4266Mbps，可以提供高速的數據傳輸能力。

而第三代的 Quest Pro 則是採用更為先進的 LPDDR5 技術，並且容量更高，它是在 LPDDR4 的基礎上演進而來的，可以提供更高的帶寬和更低的功耗。LPDDR5 的帶寬可以達到 6400Mbps，可以提供高速的數據傳輸能力。

虛擬實境（VR）設備需要大量的記憶體是因為它們必須處理大量的計算和圖形資料。VR 設備需要同時處理多個頭盔感應器的輸入、顯示器的輸出、音頻處理和其他應用，這些都需要大量的 RAM 來處理。

頭盔感應器可以每秒記錄大量的數據，包括頭部、手臂和眼睛的位置、速度和方向等。這些數據需要被高速地處理和傳輸，以便更新 VR 環境的圖像和音頻。

此外，VR 設備通常也需要顯示高分辨率的圖像，這需要大量的 RAM 來處理圖形資料。VR 設備通常使用高端的 GPU 和 CPU 來處理圖形和計算，但仍需要大量的 RAM 來保存和處理圖形資料。

## 6. Technology analysis – Battery life

下表是對於各代的電池續航力進行比較。

	Oculus Quest	Oculus Quest 2	Quest Pro
Battery Life	3 hours	3 hours	2 hours

我們可以看到 Pro 在這代的短板正是電池續航力不夠，但也有可能是歸因於更多感測器的資料需要進行處理，以及本代的特色功能彩色混合式實境體驗，是十分消耗計算資源與電力的。

### III. New feature

#### 1. Meta Quest Touch Pro

Meta Quest Pro 這代更改了手柄的設計，在過去是 Quest 2 頭盔上有 4 個攝像頭 去捕捉手柄上的圓環位置，去鎖定手所在的位置。

Quest Touch Pro 的控制器更加符合人體工學與平衡，如同雙手的自然延伸。控制器配備新的 Meta True Touch Haptics 升級觸覺回饋系統，提供更廣泛與更精確的回饋範圍。

特別的是，控制器中的 3 個內建感應器，將獨立於頭戴式裝置之外，自我追蹤在 3D 空間中的位置，讓用戶在所有的 VR App 體驗中，都能在完整的 360 度行動範圍內被穩定追蹤。

並且每隻手柄都配有自己的處理器，Qualcomm Snapdragon 665，它是基於 ARM Cortex-A53 架構設計的，採用了 Qualcomm 的 Kryo 260 CPU 和 Adreno 610 GPU，並且該處理器採用了 11nm 製程技術，提供良好的性能和低功耗表現。

這代手柄採用磁吸接觸點充電 取代 2A 電池盒，並且能夠在尾部安裝觸感筆尖。

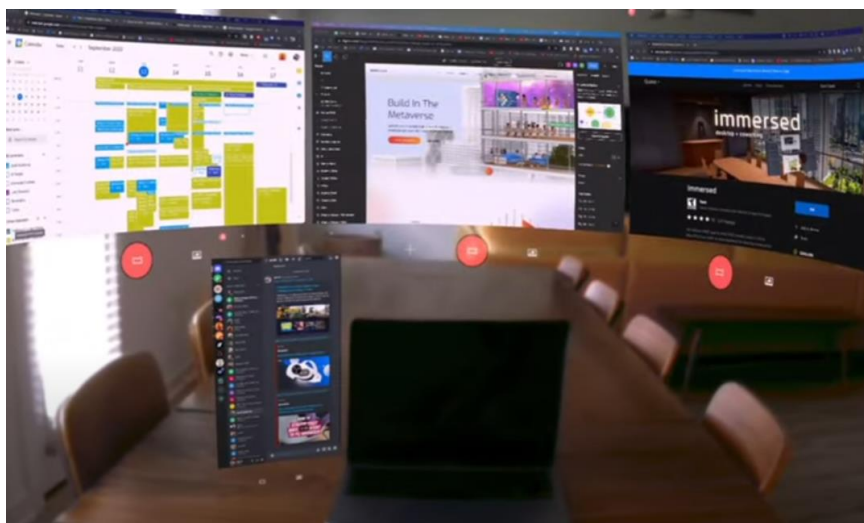


## 2. Full color MR experience

Full Color MR experience 功能可以提供更高品質的色彩體驗。

MR（混合現實）技術能夠將虛擬內容與現實世界混合在一起，使用者可以在虛擬環境中看到真實世界的視覺信息。 Full Color MR experience 功能則是在這種混合現實環境中，使用高品質的色彩來提升視覺效果。這可以使虛擬內容更加逼真，並且讓使用者的觀感更加舒適。

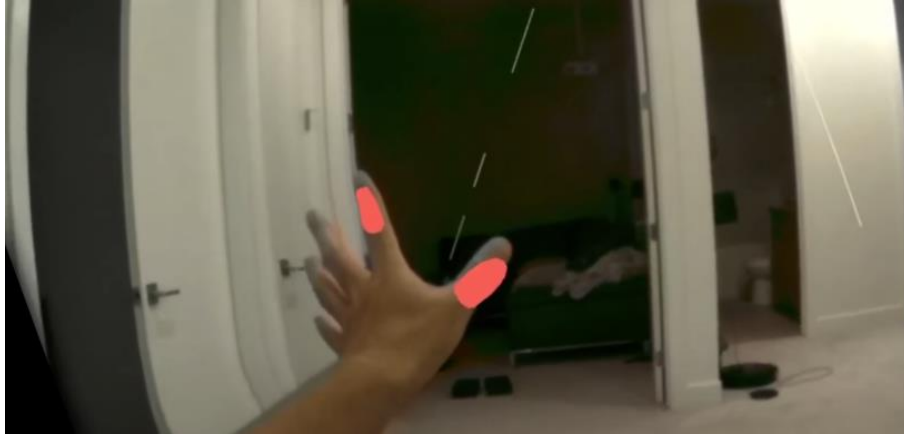
其中一定要提到的是，作為全彩的 MR 式體驗，搭配正確的應用將可以為應用場域提供更良好的體驗，增加工作效率，舉例來說，利用 MR 式體驗搭配 immersed 應用程式，這款應用程式能夠提供更好的工作效率，藉由生成 5 個虛擬的螢幕在 VR 頭顯中，讓人能夠同時使用多個螢幕進行工作，提升工作效率，如下圖。



## 3. Eye tracking/Face tracking/Body tracking



Oculus Quest Pro 具有眼部追蹤功能。眼部追蹤技術是一種計算機視覺技術，可以通過檢測使用者眼球的位置和運動來跟蹤使用者的視線。這種技術在 VR 頭顯中很常見，它可以幫助提升 VR 體驗的浸入感，使得虛擬內容更加逼真。



具體來說，眼部追蹤技術通常會通過以下幾種方式來實現：

- **眼球追蹤：**使用特殊的攝像頭或者傳感器來捕捉眼球的位置和運動，通過計算機演算法來分析和跟蹤眼球的信息。
- **視網膜追蹤：**使用特殊的攝像頭或者傳感器來捕捉視網膜的反光信息，通過計算機演算法來分析和跟蹤視網膜的信息。
- **光學流追蹤：**使用特殊的攝像頭或者傳感器來捕捉眼睛內部的光學流信息，通過計算機演算法來分析和跟蹤光學流的信息。
- **通過多模態信息融合：**綜合使用多種方式來捕捉眼部信息，並通過計算機演算法來融合這些信息，從而提高追蹤精度。



而做為 Pro 的特色之一，Face tracking 是一種計算機視覺技術，它可以通過檢測人臉的位置和運動來跟蹤人臉的信息。這種技術在 VR 頭顯、手機應用、

人臉識別系統等領域中很常見，可以幫助提升用戶體驗。

具體來說，face tracking 技術通常會通過以下幾種方式來實現：

- 基於深度信息的人臉追蹤：使用特殊的攝像頭或者傳感器來捕捉人臉的深度信息，通過計算機演算法來分析和跟蹤人臉的位置和運動。
- 基於影片信息的人臉追蹤：使用普通的攝像頭或者手機攝像頭來捕捉人臉的影片信息，通過計算機演算法來分析和跟蹤人臉的位置和運動。
- 基於深度信息和影片信息融合的人臉追蹤：綜合使用深度信息和影片信息來捕捉人臉的信息，並通過計算機演算法來融合這些信息，從而提高追蹤精度，這也是 **Oculus Quest Pro** 主要用於辨識肢體的方式。

另一個作為 Pro 特色之一的肢體追蹤技術，是一種計算機視覺技術，它可以通過檢測人體肢體的位置和運動來跟蹤人體肢體的信息。

具體來說，肢體追蹤技術通常會通過以下幾種方式來實現：

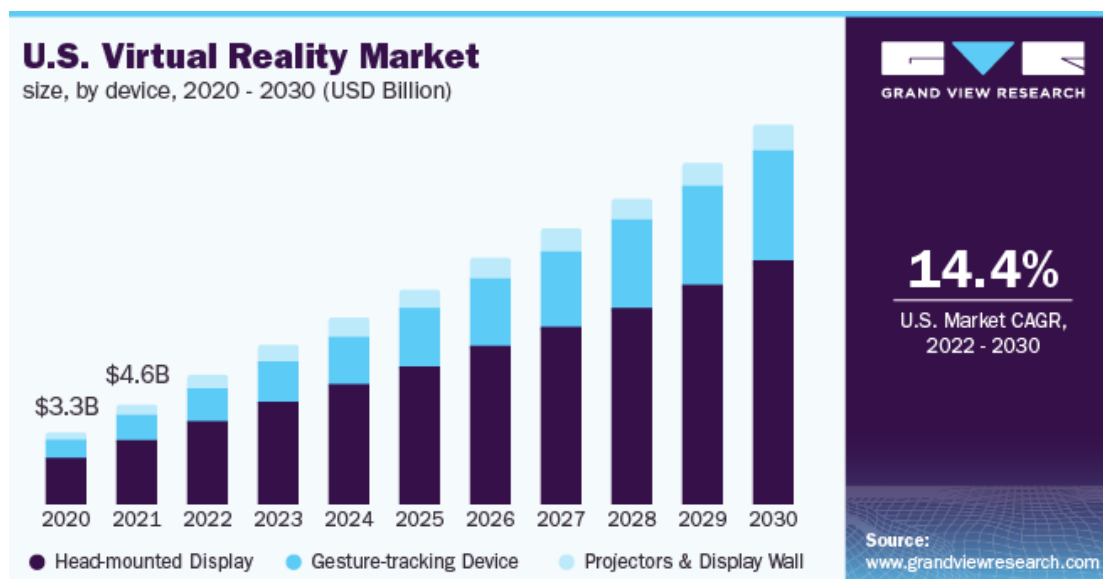
- 基於深度信息的肢體追蹤：使用特殊的攝像頭或者傳感器來捕捉人體肢體的深度信息，通過計算機演算法來分析和跟蹤肢體的位置和運動。
- 基於影片信息的肢體追蹤：使用普通的攝像頭或者手機攝像頭來捕捉人體肢體的影片信息，通過計算機演算法來分析和跟蹤肢體的位置和運動。
- 基於深度信息和影片信息融合的肢體追蹤：綜合使用深度信息和影片信息來捕捉人體肢體的信息，並通過計算機演算法來融合這些信息，從而提高追蹤精度。這也是 **Oculus Quest Pro** 主要用於辨識肢體的方式。
- 基於骨骼信息的肢體追蹤：使用特殊的攝像頭或者傳感器來捕捉人體肢體的骨骼信息，通過計算機演算法來分析和跟蹤肢體的位置和運動。

值得一提的是，在整個 Meta 背後，有龐大的數據資料庫，用作上述追蹤相關科技的模型訓練，對於辨識與追蹤，起到了非常強大的幫助。

## **IV. Market analysis**



## 1. U.S Virtual Reality Market

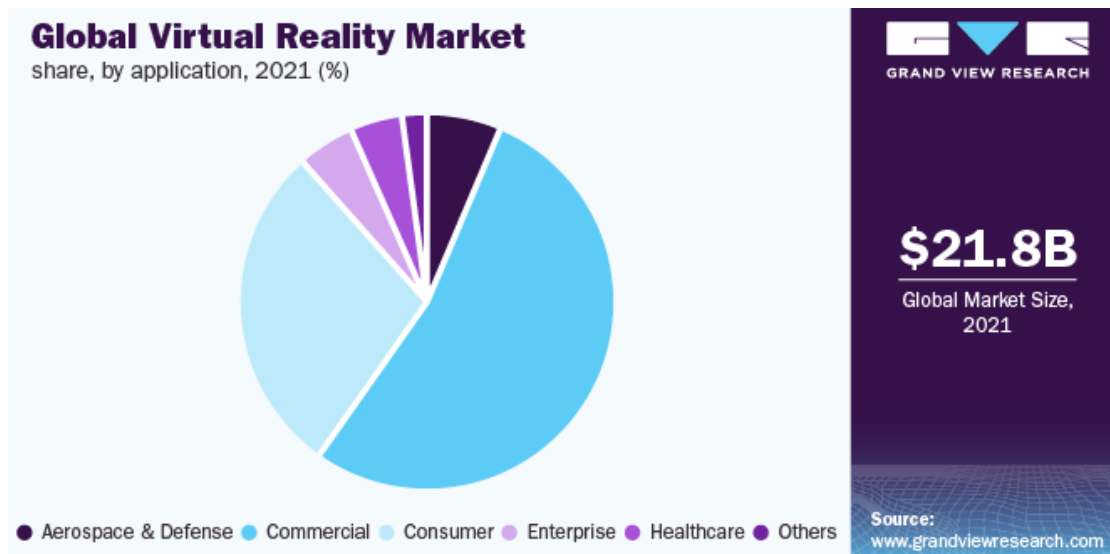


上圖為美國虛擬實境市場的預測。

頭戴式顯示器 (HMD)預計將在 2022 年至 2030 年主導市場。VR 頭顯在商業和消費應用中的重要性日益提高，推動了對它們的需求市場。市場的增長是由 HMD 的多樣性和靈活性推動的，例如混合式、和獨立式 HMD。這些設備用於提供各種行業的培訓，包括軍事、航空航天、工程、研究和醫學

手勢跟踪設備 (GTD)的增長則可歸因於從標準手勢跟踪到視覺手勢跟踪的需求顯著轉變，因為視覺手勢識別是一種新穎且快速增長的技術，可以實現更加身臨其境和自然的人機交互。

## 2. Global Virtual Reality Market



上圖為全球虛擬實境市場的份額。

其中半沉浸式和全沉浸式細分市場的收入份額最大，超過 80.0%。該細分市場的增長可歸因於對 VR HMD 需求的持續激增。半沉浸式和完全沉浸式技術在數字平台上複製了真實世界環境的架構。它需要使用複雜的模擬器、高分辨率顯示器和高處理能力的 PC。而 VR 技術允許學生練習他們在教育或治療環境中無法進行的認知和運動活動。建築、航空、娛樂和汽車等垂直行業都採用了半沉浸式和全沉浸式技術。例如，2021 年 3 月，美國空軍透露，渴望駕駛空軍尖端隱形平台的學生從實驗性 VR 戰鬥機飛行員培訓中獲益最多。由此可見教育以及醫療，航天產業對於 VR 的需求是十分龐大的。

而在軟體與硬體市場的比較當中，目前市場普遍預測硬件部分收入份額最大，超過 65.0%軟件部門在預測期內的複合年增長率最高，為 17.0%

根據實際分析，商業領域的部分在 2021 年佔最大收入份額，超過 50.0%，預計將在預測期內主導市場。VR 頭顯在商業領域（包括房地產、汽車陳列室和零售店）的使用越來越多，為 VR 公司提供了新的增長潛力。

VR 在醫療保健領域的廣泛前景，包括疾病意識、醫療營銷以及醫療學習和培訓。對虛擬手術、急救培訓和 VR 解剖學應用的需求量很大，以使醫療專業人員能夠更準確地學習。由於遊戲和娛樂行業對 VR 技術的需求不斷增加，預計消費領域在預測期內將出現顯著增長。

### 3. Regional Insights and Key companies

接著是關於各自地區性的市場分析。

亞太地區在 2021 年佔據了超過 40.0% 的最大營收份額，這可以歸因於 VR 技術的不斷改進。VR 市場在中國經歷了顯著的增長，因為該國是 HMD 和其他與 VR 相關的硬件的主要分銷商。技術的進步也有助於東南亞國家市場的擴張。2019 年，日本推出了商業 5G 服務，促使電信公司運用戰略智慧提供利用 5G 連接性的增強現實（AR）/虛擬現實觀看平台。政府和其他相關機構（如資金和投資以幫助 VR 企業）的承諾措施也鼓勵該地區實施 VR 技術。

北美市場的增長可以歸因於美國市場收入的增長。美國擁有蘋果公司、微軟、Magic Leap 和 Google 等技術友好公司，並在 VR 領域進行廣泛的研究活動。此外，美國政府通過提供虛擬公共健康醫訓練課程來促進市場擴張。南美市場預計將因網絡普及和沉浸式技術的進步而穩步增長。

歐洲預計將成為增頻率最快的區域市場，預計在未來五年內年均增長率為 16.6%。這是由於 VR 技術在各種行業的各種應用中廣泛部署，尤其是在遊戲和汽車行業中，使得歐洲市場增長。

歐洲擁有較大的遊戲人口，這有助於推動該地區採用最先進的 VR 頭戴式裝置。歐洲國家專門為遊戲社群研發和銷售強大的 VR 硬件，加速了區域市場的增長。同時，中東和非洲市場預計將由於 VR 技術的慢速採用而實現緩慢增長。

## V. Supply chain analysis

### 1. Chipset



在 Chipset 的供應鏈當中，目前主要看到大放異彩的是高通，包含市場份額最大的 Oculus Quest 系列產品，全部均採用高通所生產的處理器。

而在頭戴式顯示器所搭配使用的外接主機市場當中，為了支援高效能圖形處理，必須搭配一定程度以上的顯示卡，則另外支援了顯示卡市場的成長，連帶使相關供應鏈受惠。其中包含 Intel，Nvidia，AMD 這三大顯示卡廠商。

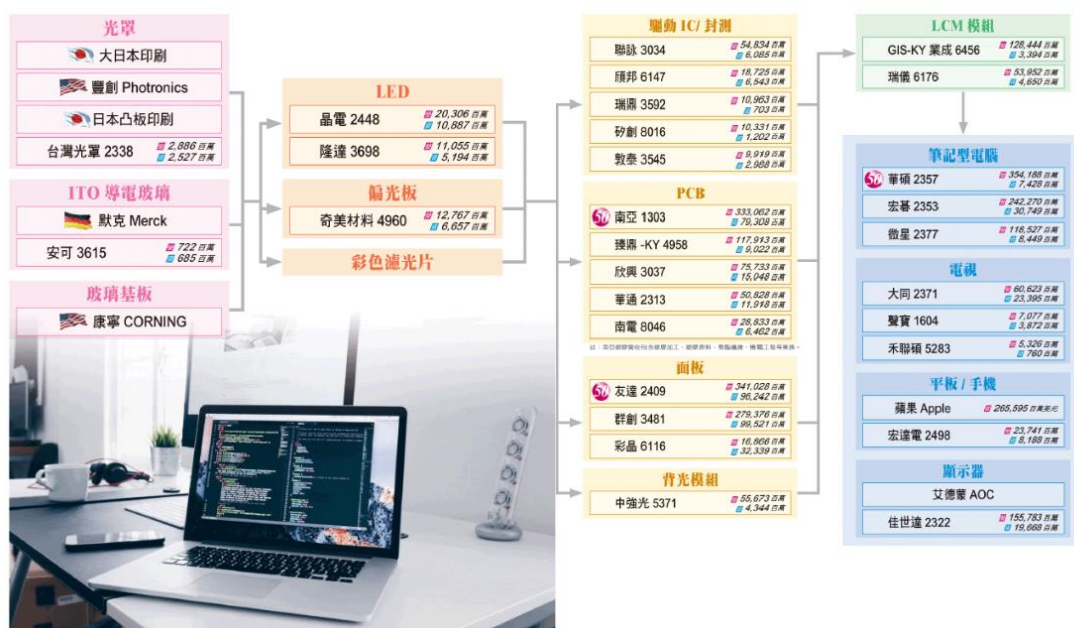
### 2. Optical lens.



光學元件產業伴隨著影像手機風潮的蔓延，使光學元件鏡頭的需求更加迫切且多元，在智慧手機、車載鏡頭、安控鏡頭等需求強勁下，台灣業者各自找到立足之地。如大立光、玉晶光為蘋果手機鏡頭的主力供應商；

光耀科主要供應大陸智慧手機廠；車載鏡頭則有從玻璃鏡片起家的亞光、佳凌、今國光積極搶進歐美車廠供應鏈。2018 年台灣精密光學元件產值維持在 1,014 億元，預估 2019 年產值將達 1,068 億元，年增 5%。全球智慧手機出貨量雖處微幅衰退，但在 2018 年中高階手機朝雙鏡頭以上發展，並且成為主流的情況下，手機廠為提高產品差異化，大幅升級鏡頭規格，三鏡頭以上的產品發展速度有望提高，預期 2019 年搭載三鏡頭以上的手機產品滲透率將上升。除了智慧型手機多鏡頭設計外，鏡頭應用的範圍越來越廣；筆電、安控、VR、無人機、機器人、無人商店等都有需求，同時車用光學鏡頭的數量也會同步攀升，也讓鏡頭廠和模組廠的地位水漲船高，光電協進會預估，2019 年台灣精密光學元件產值仍有機會成長，約可達 1,068 億元，年增 5%。

### 3. LCD and LED



平面顯示器產業的發展仍以 TFT-LCD (薄膜電晶體液晶顯示器) 為主流，主要生產國包括台灣、韓國、日本及中國大陸，依市調機構 IHSTechnology 數據指出，2018 年台灣與中國大陸為全球前二大 TFT-LCD 生產商，9 吋以上大尺寸面板出貨量的市占率分為 35.3% 及 37.4%。

觀察各國面板發展，韓國因致力 AMOLED 技術開發生產，關閉部分舊世代

產線；中國大陸持續建置高世代 TFT-LCD 產線，以大宗消費性面板為主，生產尺寸也因世代線相對集中而受限，而台廠持續推出差異化尺寸及高技術含量產品與以抗衡，日本重心則以中小尺寸為主；另因應智慧型手機往大尺寸、高解析度、異形切割與輕薄省電方向發展，各國在低溫多晶矽(LTPS) 和 AMOLED 產能都有布局，日本及台灣以增加 LTPS 產能較多，中國大陸在兩方面皆有產能投資。

2018 年繼中國大陸京東方 10.5 代廠量產後，彩虹光電與中電熊貓兩座 8.6 代廠也相繼投產。據 Witsview 指出，電視面板報價於 2018Q4 開始走跌，2019 Q1 華星光電及鴻海的夏普兩座 10.5 代線投產，Q3 惠科光電第 8.6 代量產，在整體需求成長不如產能成長的情況下，台灣面板廠將面臨比較嚴苛的挑戰。

## VI. SWOT analysis

### 1. SWOT analysis – Oculus

Strength	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>Financially Backed by Meta</li> <li>Standard for VR gaming</li> <li>Great interaction with community</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>People don't trust Meta</li> <li>Troubleshooting required</li> <li>VR is not for everyone yet</li> </ul>
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>Body tracking Suits, Sensors</li> <li>Potential unexplored markets</li> <li>Astronauts, Soldiers, Doctors, Students</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Other VR devices</li> <li>Sony : PSVR</li> <li>Google : Cardboard</li> <li>Apple : <u>xrOS?</u></li> <li>HTC : <u>HTC Vive</u></li> <li>Pico : Pico 4</li> </ul>

在 Oculus 的 SWOT 分析當中，我們可以進行以下分析:

#### ● Strength

- Oculus 背後有 Meta 作為強力的金融資源以及大量使用者資料作為模型



訓練以及使用者反饋。

- 市場上最為穩定的 VR 遊戲體驗，相較於他廠時常有遊戲兼容性問題，或者使用者遊戲體驗不佳的問題，這部分在 Oculus 產品線上則較少遇到。
  - Oculus 作為市場佔有率最高的消費型 VR/AR 裝置，背後龐大的使用者組成完整且友善的使用者討論社群，能夠時刻給 Oculus 進行產品意見反饋，使用者數量多，同時代表著使用者反饋多，能夠協助公司對於產品方向進行調整參考。
- Weakness:
    - 在最近幾年的新聞以及反饋當中，人們越來越不信任 Meta，認為 Meta 竊取使用者的個人資料，但是這些資料的其中一部分是作為 Oculus 在進行各種追蹤時，強大的深度學習資料庫，也改進了使用者的體驗。
    - 另一個主要的弱點來自於目前 VR 市場仍然還沒普及至大眾，儘管玩家數夠多，但目前仍然沒有一個殺手級應用使其能夠大幅普及使用者。
  - Opportunities
    - 目前在肢體追蹤，手勢追蹤等感應器仍然是 Meta 的強項，這對於其他公司來說，是無法比擬的，尤其是背後龐大的使用者資料庫，能夠使辨識模型被訓練得更好。



- 醫療、教育、軍事、航天領域，只要是屬於特殊領域，都非常有機會能夠應用到 VR 所帶來的沉浸式訓練。

- Threats:

- 主要的危機來自於其他廠牌，諸如 Sony 所推出的 PSVR，這對於專業的玩家來說，通常會優先選擇 PSVR 作為首選。而對於一般使用者來說，又有更平價的中國品牌能夠選擇，例如中國市場所推出的 Pico 4 也是在短時間累積出大量的用戶，對於 Oculus 較為昂貴的售價是一大威脅。

## 2. SWOT analysis – VR

<b>Strengths</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Enhanced Ecological Validity</li> <li>● Stimulus Control and Consistency</li> <li>● Real-Time Performance Feedback</li> <li>● Cuing Stimuli to Support “Error-Free Learning”</li> <li>● Self-Guided Exploration and Independent Practice</li> <li>● Interface Modification Contingent on User’s Impairments</li> <li>● Complete Naturalistic Performance Record</li> <li>● Safe Testing and Training Environment</li> <li>● Gaming Factors to Enhance Motivation</li> <li>● Low-Cost Environments That Can be Duplicated and Distributed</li> </ul>	<b>Weaknesses</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● The Interface Challenge 1: Interaction Methods</li> <li>● The Interface Challenge 2: Wires and Displays</li> <li>● Immature Engineering Process</li> <li>● Platform Compatibility</li> <li>● Front-End Flexibility</li> <li>● Back-End Data Extraction, Management, Analysis, Visualization</li> <li>● Side Effects</li> </ul>
<b>Opportunities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Emerging Tech 1: Processing Power and Graphics/Video Integration</li> <li>● Emerging Tech 2: Devices and Wires</li> <li>● Emerging Tech 3: Real-Time Data Analysis and Intelligence</li> <li>● Gaming-Industry Drivers</li> <li>● VR Rehabilitation with Widespread Intuitive Appeal to the Public</li> <li>● Academic and Professional Acceptance</li> <li>● Close-Knit VR Rehabilitation Scientific and Clinical Community</li> <li>● Integration of VR with Physiological Monitoring and Brain Imaging</li> <li>● Telerehabilitation</li> </ul>	<b>Threats</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Too Few Cost/Benefit Proofs Could Impact VR Rehabilitation Adoption</li> <li>● Aftereffects Lawsuit Potential</li> <li>● Ethical Challenges</li> <li>● The Perception That VR Will Eliminate the Need for the Clinician</li> <li>● Limited Awareness/Unrealistic Expectations</li> </ul>

## VII. Conclusion

Oculus Quest 2 對於一般使用者來說，是十分適合的，主要的原因為售價並不昂貴，並且不需要額外的顯示卡設備，本身作為 VR 頭顯一體機，大幅減少使用者進入 VR 領域的門檻。

Oculus Quest Pro 主要面向的市場為專業的影像處理與影音用戶，這部分非常



依賴特定使用者是否有如此的需求，例如商務會議，教育訓練。

Oculus Quest 的軟體市場，學生認為應該會如同手機應用程式市場那般重要，但必須要等到 VR 市場普及至家家戶戶後，這時候 VR 應用軟體的市場，學生認為其重要性將會與硬體市場相匹配，如同現在手機應用市場的百花齊放。

## VIII. Reference

- What is Oculus Quest?
  - <https://news.nweon.com/85282>
  - <https://news.nweon.com/100601>
  - <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-handtracking/>
  - <https://www.youtube.com/c/MetaQuestVR/videos>
  - <https://developer.oculus.com/blog/presence-platforms-hand-tracking-api-gets-an-upgrade/>
  - <https://chinese.engadget.com/meta-reality-labs-display-systems-research-vr-prototypes-140039371.html>
  - <https://tech.fb.com/ar-vr/>
- What is Oculus Quest?
  - <https://news.nweon.com/85282>
  - <https://news.nweon.com/100601>
  - <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-handtracking/>
  - <https://www.youtube.com/c/MetaQuestVR/videos>
  - <https://developer.oculus.com/blog/presence-platforms-hand-tracking-api-gets-an-upgrade/>
  - <https://chinese.engadget.com/meta-reality-labs-display-systems-research-vr-prototypes-140039371.html>

- <https://tech.fb.com/ar-vr/>
- New features
  - [https://www.youtube.com/watch?v=iWSDNiDtsHE&ab\\_channel=Immersed](https://www.youtube.com/watch?v=iWSDNiDtsHE&ab_channel=Immersed)
  - <https://www.qualcomm.com/products/application/xr-vr-ar/snapdragon-xr2-plus-gen-1-platform>
  - <https://udn.com/news/story/7086/6681644>
  - Market analysis
  - <https://ctee.com.tw/topic/2019tw0050/oe>
  - <https://ctee.com.tw/topic/2019tw0050/pan>
  - <https://www.playstation.com/zh-hant-tw/ps-vr/tech-specs/>
  - <https://www.vive.com/tw/product/vive-pro2/overview/>
  - <https://www.picoxr.com/global/products/pico4>
  - <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market>
- SWOT Analysis
  - [https://www.brainline.org/sites/default/files/SWOT\\_Analysis\\_VR\\_Rizzo.pdf](https://www.brainline.org/sites/default/files/SWOT_Analysis_VR_Rizzo.pdf)
  - <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.563474/full>
  - Conclusion
  - <https://www.crunchbase.com/organization/immersedteam>
  - <https://immersed.com/>