

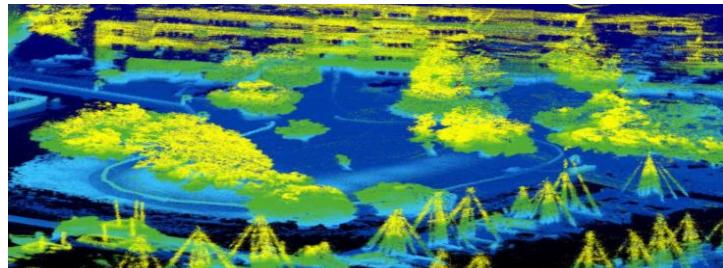
【新興領域：8月焦點 4】3D 感測獲投趨勢觀察

Yole Development 的報告指出，3D 愄測市場規模在不同應用層面的帶動下，2017 年至 2023 年將以每年 44% 的速度成長。進一步細分不同類型的市場，則消費類市場的成長最快，其次是汽車市場，再其次為工業與商業市場。

由於 3D 愄測並非新興技術，在市場規模預期將快速發展的狀態下，本研究將透過 3D 愄測的獲投趨勢來了解哪些技術具潛力能獲早期階段資金青睞，哪些技術有明確的商業模式或應用方向能吸引中晚期階段投資。

劉育昇

台灣經濟研究院研六所副研究員



3D 愄測是一種電腦視覺技術，其主要是讓各種裝置得以獲取各類物體或環境的 3D 數據，實現深度感測、追蹤定位和 3D 投影功能。早在 2010 年微軟推出 Xbox 360 的體感遊戲即為 3D 愄測技術的應用；但 2017 年 Apple 首次導入 3D 愄測技術，搭載 True Depth 相機系統，實現臉部辨識 (Face ID) 功能，引發各界對於 3D 愄測技術的現況與未來發展高度關注。Yole Development (2018) 指出，3D 成像和感測市場將由 2017 年的 21 億美元成長到 2023 年的 185 億美元，年複合成長率 (CAGR) 高達 44%，其中，成長最大的為「消費類市場」，其將年複合成長率為 82%；其次是「汽車市場」，年複合成長率為 35%；排名第三則為「工業與商業市場」，年複合成長率為 12%。

針對消費性電子商品中行動裝置的攝影機模式的演進，Yole Development (2018) 指出，在 3D 愄測模組的前置攝影機變為一個使用者界面後，後置的攝影機模組將是未來的趨勢。海通電子研究 (2017) 的報告指出，前置攝影機主要是運用在結構光技術的人臉辨識，後置攝影機則屬於飛時測距技術的 AR 應用，未來兩者都有很大的市場規模。

整體而言，3D 愄測將受到不同應用領域的帶動而成長，由於 3D 愄測並非新興技術，在市場規模預期將快速發展的狀態下，本研究將透過 3D 愄測的獲投趨勢來了解哪些技術具潛力能獲早期階段資金青睞，哪些技術有明確的商業模式或應用方向能吸引中晚期階段投資。

一、3D 感測領域企業篩選及分類

本研究在 3D 感測領域企業篩選及分類，係參考 Tracxn、CBInsights、數位時代、工研院報告、資策會相關報告，最終以 Sensor、3D Technology、Semiconductor、Hardware、Laser、Image Recognition、Facial Recognition、Computer Vision 等 8 個關鍵字，針對 FINDIT 早期資金資料庫，萃取獲投企業的領域標籤或企業描述，含有上述關鍵字者，作為分析對象。

在分類方面，本研究將 3D 感測領域區分為底層設備/零件和應用層兩類。底層設備/零件包括照明、晶片、相機、影像感測、軟體/演算法，而為了突顯特定設備和零件，本研究將 CMOS 和 LiDAR 自成一類；而在應用層方面，包括消費性電子、車用、工業用、無人機、AR/VR、醫療、居家/建築、國防/航太、農業等。

二、全球 3D 感測整體獲投趨勢

依前述的篩選原則，本研究觀察 2010 年至 2017 年間的 3D 感測企業，共有 76 家企業（屬於影像感測的企業佔 36%；軟體/演算法佔 21%；LiDAR 佔 17%；晶片佔 11%；CMOS、相機、照明均佔 5%），投資案件數共 155 件。

在獲投金額方面（如圖 4-1 所示），排除 2013 年有多宗中期階段（Mid Stage）和晚期階段（Late Stage）投資致使獲投金額特別多之外（包括 AR/VR 產業中著名的 Leap Motion 被 Intel 收購的視覺處理晶片製造商 Movidius 等，都在當年取得中晚期階段的投資資金），2010 年至 2017 年的獲投金額呈現持續成長的狀態，其由 2010 年的 368 萬美元成長至 2017 年的 5,800 萬美元，年複合成長率為 23%。

在交易件數方面，2010 年至 2017 年，呈現逐年成長的走勢；只是 2016 年受資本寒冬的影響，投資交易件數略降，但交易金額仍維持高位，從資料上可以看出投資人在選擇投資

案趨於謹慎，但選定後資金提供相對較大，整體有回歸理性投資的狀態，不再瘋狂追逐新創，審慎選擇投資標的。



資料來源：台經院整理。

圖 4-1、3D 感測器整體獲投趨勢

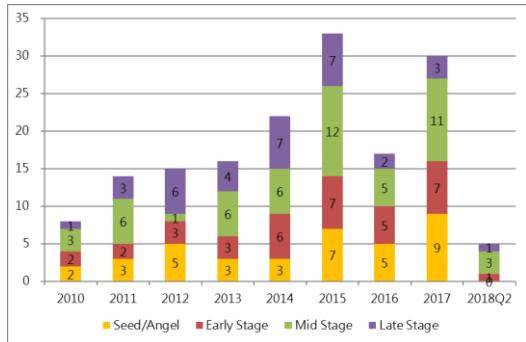
三、整體獲投階段分析

由於 3D 感測並非新的技術，其是否具有新的發展空間，還是僅有既存廠商才能發展，本小節則透過投資階段來檢視。

圖 4-2 顯示 2010 年至 2017 年不同年份獲投案件的投資階段占比。Seed/Angel 以及 Early Stage 在 2010 年至 2017 年的占比，平均值為 44%；且在 2013 年之後，其占比由 2013 年的 38%一直成長至 2017 年的 53%，這顯示，3D 感測產業仍具有潛力發展的技術受投資人青睞，如追蹤眼球移動、人臉情緒辨識技術、超音波感測技術等，都是這段期間取得早期階段投資的技術。

在中期階段投資和晚期階段投資方面，2010 年至 2017 年兩者的占比平均值合計為 54%，此亦顯示 3D 感測產業存在有明確的商業模式或應用方向的領域。而相對吸引中晚期階段投資的部份，例如晶片製造、既有的手勢辨識技術但有新的運用空間、生物辨識技術採新的感測方法實現等，此都是相對成熟的技術但運用較新的方法來實現舊有的辨識技術。

整體而言，3D 感測產業雖然並非新的技術，但透過投資階段的檢視，其仍具有新創企業突圍的空間。



資料來源：台經院整理。

圖 4-2、不同獲投階段案件的占比

四、不同應用領域獲投件數的趨勢分析

由於 3D 感測是由應用領域所帶動，因此，本研究將所選出的 76 家企業，依其可應用的領域以一對多的方式來呈現，如此，則可以知道，奠基在這些 3D 感測企業下，哪些應用層最受股權投資歡迎。於此，本節將以消費性電子、車用、工業用、無人機、AR/VR、醫療、居家/建築、國防/航太、農業等 9 個應用領域來探討。

在獲投案件數來看，消費性電子是最多的，達 68 件；其次是車用領域，共 65 件；再其次為 AR/VR，共 57 件；接著為工業用的領域，共 41 件（如圖 4-3 所示）。整體而言，與 Yole Development (2018) 預期消費型最高，其次為車用、工業用為第三的樣貌相似。



資料來源：台經院整理。

圖 4-3、3D 感測應用領域的投資件數

檢視 9 個應用領域由 2010 年至 2017 年的獲投案件數熱力圖（如圖 4-4 所示）。由圖可看到消費性電子在 2011 年和 2015 年有兩個高峰，而近兩年來雖有降低，但投資件數仍較多；車用的應用領域在 2014 年後一直相當受到投資人關注；工業用和 AR/VR 的應用領域到 2015 年處於最熱的時期，雖然 2016 年後略有下降，但仍處於高位。值得注意的是無人機的應用領域其於 2017 年達到觀察年的最高點，呈現一個新興發展的狀態。

領域	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
消費性電子	5	10	4	9	10	16	5	9
車用	4	—	5	5	10	9	10	22
AR_VR	4	4	7	6	8	14	5	9
工業用	2	2	4	4	4	10	6	9
醫療	0	6	4	1	3	5	2	3
居家_建築	1	0	3	0	2	6	3	3
無人機	0	1	0	1	1	2	2	7
國防_航太	0	0	0	1	0	4	2	3
農業	0	0	0	0	0	1	1	0

資料來源：台經院整理。

圖 4-4、3D 感測應用領域投資件數熱力圖
(2010~2017 年)

五、不同應用領域的獲投階段分析

為了進一步了解 3D 應用領域哪些具有潛在發展空間能吸引早期階段資金的目光；還是哪些應用領域有明確的商業模式或應用方向屬於中晚期階段投資的層面，本研究整理由 2010 年至 2017 年的 3D 應用領域獲投資訊，並以不同輪次呈現。圖 4-5 顯示，消費性電子、車用、AR/VR、工業用均有獲得早期階段投資和中晚期階段投資的青睞。本研究再進一步透過重點個案分析的方式來了解哪些模式是屬於早期階段資金喜好的層面，而哪些屬於中晚期階段資金偏好的面向。

次領域	Seed/Angel	Series A	Mid Stage	Late Stage
消費性電子	14	7	29	18
車用	18	19	20	8
AR_VR	17	13	17	10
工業用	12	11	11	7
醫療	3	4	9	8
居家_建築	6	3	4	5
無人機	5	3	2	4
國防_航太	4	4	2	0
農業	0	1	0	1

資料來源：台經院整理。

圖 4-5、3D 感測應用領域投資件數熱力圖—按獲投階段區分

六、消費性電子的重點個案分析

在消費性電子的應用領域，屬於早期階段資金喜好的層面包括超音波 3D 感測技術的手勢辨識、高光譜成像感測器技術。以下是重點個案的介紹。

1. Chirp Microsystems

- 成立時間：2013
- 創辦人：Andre Guedes, David Horsley, Michelle Kiang, Richard Przybyla, Stefon Shelton
- 總部位置：美國
- 網址：www.chirpmicro.com
- 累計獲投：\$1.5M

- 近期獲投：\$0.5M/Seed (2017)
- 簡介：開發超音波 3D 感測技術，可運用於消費電子呈現手勢辨識功能。2018 年被 TKD 併購。

2. Unispectral

- 成立時間：2016
- 創辦人：Ariel Raz, David Mendlovic, Rami Feig
- 總部位置：以色列
- 網址：www.unispectral.com
- 累計獲投：\$7.5M
- 近期獲投：\$7.5M/Series A (2016)
- 簡介：開發高光譜成像感測器技術，該技術應用 MEMS 技術來區分固體、液體和氣體中的材料屬性，並提供低光照和豐富的彩色攝影功能，可運用於智慧型手機上。

在消費性電子的應用領域，屬於中晚期階段資金喜好的層面包括手勢辨識、人臉辨識、指紋辨識技術、深度辨識演算法。以下是重點個案的介紹。

1. Canesta

- 成立時間：1999
- 總部位置：美國
- 網址：www.canesta.com
- 累計獲投：\$54.3M
- 近期獲投：\$16M/Unknown (2009)
- 簡介：提供的產品與服務為 3D CMOS 影像感測器晶片，擁有手勢辨識功能。2010 年被 Microsoft 併購。

2. Softkinetic

- 成立時間：2007

- 創辦人：Eric Krzeslo
- 總部位置：比利時
- 網址：www.softkinetic.com
- 近期獲投：未揭露金額/Series C (2014)
- 簡介：該企業為消費電子和專業市場提供基於手勢的平台，它提供一系列 3D 成像和手勢辨識解決方案。2015 年被 Sony 併購。

- 總部位置：以色列
- 網址：www.mantis-vision.com
- 累計獲投：\$77.2M
- 近期獲投：\$55M/ Series D (2018)
- 簡介：該企業的技術基於結構化光源和演算法，能讓智慧型手機擁有 3D 臉部掃描和辨識的功能。

3. Pebbles Interfaces

- 成立時間：2010
- 創辦人：Israel Grossinger, Nadav Grossinger
- 總部位置：以色列
- 網址：www.pebblesinterfaces.com
- 累計獲投：\$14.5M
- 近期獲投：\$3M/Mid Stage (2015)
- 簡介：該企業提供 3D 手勢互動軟硬體，其技術可透過任何設備或平台上的界面，展現簡單自然的人體手勢。2015 年，由 Oculus 併購。

4. Movidius

- 成立時間：2006
- 創辦人：David Moloney, Sean Mitchell
- 總部位置：美國
- 網址：www.movidius.com
- 累計獲投：\$86.5M
- 近期獲投：\$40M/ Series E (2015)
- 簡介：該企業為視覺處理晶片製造商，可運用於人臉辨識。2016 年，由 Intel 併購。

5. Mantis Vision

- 成立時間：2005
- 創辦人：Amihai Loven, Gur Arie Bittan

6. Jenetric

- 成立時間：2014
- 創辦人：Roberto Wolfer
- 總部位置：德國
- 網址：www.jenetric.de/home.html
- 近期獲投：未揭露金額/Series C (2016)
- 簡介：開發和製造用於捕獲生物辨識技術，ec-thru 技術建置了使用透明的光學 TFT 指紋傳感器，透過將圖形顯示與 TFT 傳感器相結合，可以減少指紋掃描儀的尺寸和重量。

7. PrimeSense

- 成立時間：2005
- 創辦人：Alexander Shpunt, Aviad Maizels
- 總部位置：以色列
- 網址：primesense.com
- 累計獲投：\$39.4M
- 近期獲投：\$10M/Series C (2011)
- 簡介：提供深度辨識演算法，其產品用於視頻遊戲、消費電子產品等應用。2013 年，由 Apple 併購。

七、車用的重點個案分析

在車用的應用領域，屬於早期階段資金喜好的層面包括超音波回音定位功能、遠程感測

技術、Flash LiDAR、一條龍的方式生產 LiDAR。以下是重點個案的介紹。

1. Toposens

- 成立時間：2015
- 創辦人：Alexander Rudoy, Rinaldo Persichini, Tobias Bahnemann
- 總部位置：德國
- 網址：www.toposens.com
- 累計獲投：\$0.34M
- 近期獲投：\$0.12M/Seed/Angel (2017)
- 簡介：Toposens 的感測器具備體積小、質量輕、超低功耗和低成本，可進一步運用在智慧建築與自動駕駛車領域。有超音波回音定位功能，能在夜間視線不佳的狀況下，辨別物體的遠近。

2. Neteera Technologies

- 成立時間：2014
- 創辦人：Haim Goldberger, Isaac Litman
- 總部位置：以色列
- 網址：www.neteera.com
- 累計獲投：\$8.5M
- 近期獲投：\$6.5M/Seed (2017)
- 簡介：唯一家旨在為自動駕駛汽車帶來更佳感測器的新創企業，其專注於遠程感測技術的開發，透過利用亞太赫茲頻率，讓結合雷達和雷射雷達優勢的設備，可以透過非導電和不透明材質檢測物體以及物體的移動。

3. TetraVue

- 成立時間：2008
- 創辦人：Paul Banks
- 總部位置：美國
- 網址：www.tetraVue.com
- 累計獲投：\$10M

- 近期獲投：未揭露金額/ Series A (2017)
- 簡介：用光學飛時測距來發展 3D 快閃光達的企業，在 Yole 的 LiDAR 分類屬於 Flash LiDAR。

4. Luminar

- 成立時間：2012
- 創辦人：Austin Russell, Jason Eichenholz
- 總部位置：美國
- 網址：www.luminartech.com
- 累計獲投：\$36M
- 近期獲投：\$36M/Seed (2017)
- 簡介：自動車輛行業生產先進的感測器技術，該公司設計了自己的產品：雷射、接收器、晶片、包裝等，而不是採用現成的組件。該公司的 LiDAR 讓汽車能夠更詳細地了解障礙物體，不受惡劣天氣的影響，在 Yole 的 LiDAR 分類屬於 Other mechanical scanning。

在車的應用領域，屬於中晚階段資金喜好層面包括手勢控制、固態光達。以下是重點個案的介紹。

1. Ultrahaptics

- 成立時間：2013
- 創辦人：Sriram Subramanian, Tom Carter
- 總部位置：英國
- 網址：ultrahaptics.com
- 累計獲投：\$41.2M
- 近期獲投：\$23M/ Series B (2017)
- 簡介：開發了空中觸覺技術，使用戶無需佩戴或觸摸任何東西即可獲得觸覺反饋，讓使用者能用手勢控制調整信息娛樂和音頻系統。

2. Quanergy Systems

- 成立時間：2012
- 創辦人：Louay Eldada, Tianyue Yu
- 總部位置：美國
- 網址：quanergy.com
- 累計獲投：\$135.3M
- 近期獲投：\$90M/ Series B (2016)
- 簡介：量產 S3 固態光達的企業，在 Yole 的 LiDAR 分類屬於 Optical phased array LiDAR。

- 簡介：該企業開發用於 AR/VR 的內外手勢和位置追蹤技術，它由一個小型感測設備和一套演算法分析軟體組成，可捕獲一系列手指的手勢和活動。

3. Innoviz Technologies

- 成立時間：2016
- 創辦人：Amit Steinberg, Omer David Keilaf, Oren Buskila, Oren Rosenzweig, Zohar ZIsapel
- 總部位置：美國
- 網址：www.innoviz.tech
- 累計獲投：\$82M
- 近期獲投：\$8M/ Series B (2017)
- 簡介：開發自動駕駛技術，提供固態光達，在 Yole 的 LiDAR 分類屬於 MEMS LiDAR。

2. faceshift

- 成立時間：2012
- 創辦人：Brian Amberg, Sofien Bouaziz, Thibaut Weise
- 總部位置：瑞士
- 網址：www.faceshift.com
- 累計獲投：\$0.7M
- 近期獲投：\$0.7M/Seed/Angel (2013)
- 簡介：該企業提供的產品與服務為 VR 表情動態捕捉技術。2015 年被 Apple 併購。

3 FOVE

- 成立時間：2015
- 創辦人：Lochlann Wilson, Yuka Kojima
- 總部位置：美國
- 網址：www.getfove.com
- 累計獲投：\$17.3M
- 近期獲投：\$6M/ Series B (2017)
- 簡介：該企業製造眼球追蹤的頭戴式顯示器。

八、AR/VR 的重點個案分析

在 AR/VR 的應用領域，屬於早期階段資金喜好的層面包括內外手勢和位置追蹤技術、表情動態捕捉技術、眼球追蹤。以下是重點個案的介紹。

1. uSens

- 成立時間：2013
- 創辦人：Anli He, Chris Shi, Yue Fei
- 總部位置：美國
- 網址：www.usens.com
- 累計獲投：\$26.7M
- 近期獲投：\$20M/ Series A (2016)

4. Insightness

- 成立時間：2014
- 創辦人：Christian Brandli, Marc Osswald, Marc Osswald, Nathan Baumli, Nathan Baumli, Prof. Tobi Delbruck, Prof. Tobi Delbruck, Raphael Berner, Raphael Berner
- 總部位置：瑞士
- 網址：www.insightness.com
- 近期獲投：未揭露金額/Seed/Angel (2017)

- **簡介**：該企業開發了高速、低功耗視覺追蹤系統（該企業稱之為 SILICON EYE），這個系統可以為智能眼鏡提供無延遲的 AR 體驗。

在 AR/VR 的應用領域，屬於中晚階段資金喜好的層面為手勢辨識。以下是重點個案的介紹。

1. Leap Motion

- 成立時間：2010
- 創辦人：David Holz, Michael Buckwald
- 總部位置：美國
- 網址：www.leapmotion.com
- 累計獲投：\$94.1M
- 近期獲投：\$50M/ Series C (2017)
- **簡介**：該企業製造和開發用於 VR/AR 的運動控制硬體和軟體，擁有手勢辨識技術。

九、工業用的重點個案分析

在工業用的應用領域，屬於早期階段資金喜好的層面維亞毫米級別的微型化深度感測設備。以下是重點個案的介紹。

1. ZhiSensor

- 成立時間：2016
- 總部位置：中國
- 網址：www.zhisensor.com
- 累計獲投：\$1.5M
- 近期獲投：未揭露金額/Angel (2017)
- **簡介**：該企業提供的 3D 深度相機，是一款能提供亞毫米級別的微型化深度感測設備，產品可應用於三維掃描、工業檢測、物流分類、保險三維定損、機器視覺等領域。

在工業用的應用領域，屬於中晚階段資金喜好的層面包括無人搬運車具有防撞功能、工業自動化系統需求。以下是重點個案的介紹。

1. Benewake

- 成立時間：2015
- 創辦人：Yuan Li
- 總部位置：中國
- 網址：www.benewake.com
- 近期獲投：未揭露金額/Series B (2018)
- **簡介**：該企業專注於固態雷射雷達的研發和製造，其產品可讓工業用的無人搬運車具有防撞功能，按 Yole 在 LiDAR 的分類中，其屬於 MEMS LiDAR。

2. Aquifi

- 成立時間：2011
- 創辦人：Abbas Rafii, Nazim Kareemi
- 總部位置：美國
- 網址：www.aquifi.com
- 累計獲投：\$20.7M
- 近期獲投：\$12M/ Series C (2015)
- **簡介**：該企業開發了針對製造和物流中高度重複性流程的自動化解決方案，由 AI 提供，並配有獨特的 3D 視覺感測器，用於物流、製造和電子商務用例組合。

3. Prophesee

- 成立時間：2014
- 創辦人：Bernard Gilly, Christoph Posch, Ryad Benosman
- 總部位置：法國
- 網址：www.prophesee.ai
- 累計獲投：\$37.3M
- 近期獲投：\$19M/ Series B (2018)
- **簡介**：該企業提供基於非同步時間的圖像感測器晶圓和軟體演算法，其針對機器

人、檢驗設備、監視裝置等工業自動化系統需求，推出了首款事件式視覺系統 Onboard，可協助廠商加速完成生產線上的品質評估、減少高速檢驗系統再校正次數，並透過預測性維修縮短停機時間。

十、無人機的重點個案分析

在無人機的應用領域，屬於早期階段資金喜好的層面為結合 LiDAR 偵測特殊氣體。以下是重點個案的介紹。

1. Hesai

- 成立時間：2013
- 創辦人：Kai Sun, Ronald K, Shaoqing Xiang, Yifan Li
- 總部位置：中國
- 網址：www.hesaitech.com/en/index.html
- 累計獲投：\$16M
- 近期獲投：\$16M/ Series A (2017)
- 簡介：該企業提供的產品與服務以 LiDAR 運用為主的公司，能進行遠程甲烷洩漏檢測，按 Yole 在 LiDAR 的分類中，其屬於 Multi-channels Macro mechanical scanning。

在無人機的應用領域，屬於中晚期資金喜好的層面為自動駕駛系統的軟體開發。以下是重點個案的介紹。

1. Ascending Technologies

- 成立時間：2007
- 創辦人：Daniel Gurdan, Jan Stumpf, Klaus-Michael Doth, Michael Achtelik
- 總部位置：德國
- 網址：www.asctec.de
- 近期獲投：未揭露金額/Late Stage (2014)

- 簡介：該企業為專業、商業、民用和研究無人飛機系統應用開發和製造自動駕駛系統、無人駕駛飛機系統。2016 年由 Intel 併購

十一、結論

綜合整理 3D 感測的獲投趨勢，本研究歸納分析結果如下：(1) 在早期投資趨勢方面，無論是獲投案件數和獲投金額，2010 年至 2017 年呈現逐年成長的走勢，只是 2016 年受資本寒冬的影響，投資交易略降，但仍維持高位整體有回歸理性投資的狀態，不再瘋狂追逐新創，審慎選擇投資標的。(2) 在整體投資階段方面，由於 3D 感測產業雖然並非新的技術，中期階段投資和晚期階段投資平均值占 54%，而早期階段投資的平均值占 44%，於此，其仍具有新創企業突圍的空間。(3) 在應用領域的獲投分析方面，消費性電子是最多的，其次是車用領域，再其次為 AR/VR，接著為工業用的領域，整體而言，與 Yole Development (2018) 預期消費型最高，其次為車用，工業用為第三的樣貌相似。(4) 在重點個案分析方面，相關的辨識技術雖然有很多企業投入，但就資金的輪次而言，大多已進入中晚期階段投資。儘管如此，仍有部份的技術吸引早期階段投資，包括表情動態捕捉技術、眼球追蹤、超音波 3D 感測技術、Flash LiDAR 等。

參考文獻：

1. Yole Development (2018) “3D Imaging and Sensing”。
2. 海通電子研究 (2017)，“蘋果 3D 視覺報告：龍頭引領行業大趨勢”，<http://toments.com/475678/>