

【Exynos 說分明】① 專訪 GPU 與 ISP 研發團隊負責人

人們想必皆曾讚嘆，每年新推出的智慧型手機、平板和個人電腦，一代比一代更為強大。

從第一支智慧型手機問世以來，技術不斷推陳出新，

過去產品和現在機種已無法相提並論。

如今，我們手中的智慧裝置，表現足以媲美多數個人電腦。

決定智慧裝置效能高低的關鍵在於行動處理器，

即掌管多媒體運算與運作的系統半導體。

目前新機種多數採用系統單晶片（SoC）的形式。

此微小的晶片整合了眾多半導體技術，由中央處理器（CPU）、

繪圖處理單元（GPU）和數據機等功能區塊組成。

簡單而言，SoC 集結所有驅動手機和平板的關鍵零組件。

三星新聞中心深入探索「智慧型手機的大腦」- Exynos 行動處理器，

並介紹七項 IP 的研發負責人。

IP 決定智慧型手機的競爭力，在三篇特輯報導中，

三星新聞中心將介紹每項IP的功能與特性，以及未來的研發方向。

All About Exynos

① 專訪 GPU 與 ISP 研發團隊負責人

All About Exynos

② CPU 及 NPU 於智慧型手機扮演的重要角色

Exynos：技術密集的系统半導體



首篇特輯報導，將介紹 Exynos 行動處理器的兩大要角 - GPU 和 ISP。在專訪七項 IP 的研發負責人之前，三星新聞中心首先訪問三星資深副總裁暨系統半導體(System LSI)事業部 SoC 研發部門負責人 Mingoo Kim。

Kim 首先說明為何要將多項功能整合至 SoC 單晶片，他表示：「若採取多顆晶片，會增加整體功耗的管理難度。而且電池必須分別供電給各項功能，導致電池效率下降。此外，頻寬限制和傳輸延遲，將影響晶片之間的資料傳輸，使整體效能下滑。」功耗最小化對手機而言至關重要，畢竟手機不像桌上型電腦能隨時連接電源。

「SoC 採用全面電源管理方案，可以提升效率。此外，單晶片架構在手機內部佔用的空間更小。」Kim 解釋道。「由單晶片控制所有功能，將大幅提升效能。」現在手機的用途已遠超出打電話和傳簡訊，其可執行各式各樣的先進功能，例如錄影、玩遊戲和使用金融服務。而這一切均仰賴比大拇指指甲還小的 SoC 晶片實現。

SoC 是現有資訊科技的集大成者，Kim 形容其為「系統半導體的精華」。「SoC 研發的難度很高，但前途無量，是所有工程師嚮往的領域。未來 SoC 在產業的應用，包括元宇宙、自動駕駛和 6G 等，擁有無限可能。」

「未來 SoC 在產業的應用，包括元宇宙、自動駕駛和 6G 等，擁有無限可能。」

三星將持續專注研發各項專利 IP，包括 GPU、NPU、ISP、數據機、射頻 (RF) 等。晶片設計業務的下一階段目標，是打造平台解決方案。Kim 表示：「憑藉三星在 SoC 的技術優勢，我們將努力優化 Exynos，成為公認的最佳行動處理器。期望透過本次特輯報導，可以讓更多人瞭解 SoC 的用途和重要性、Exynos 的特色與優勢，以及未來的發展方向。」

擴大手機遊戲的可能：GPU 增強繪圖處理能力

The slide features a diagram of a System-on-Chip (SoC) architecture on the left, with components arranged in a grid: GPU (highlighted in red), ISP, CPU, NPU, DSP, 數據機 (Modem), 連結性 (Connectivity), and 安全性 (Security). To the right of the diagram is the title '繪圖處理單元 (Graphics Processing Unit, GPU)' and a description: '專門執行 3D 遊戲繪圖處理、繪圖界面等' (Specialized in 3D game graphics processing, graphics interface, etc.). Below this is a photo of Sungboem Park, Vice President of Samsung System Semiconductor Business, with his title and team information: '三星系統半導體事業部 SoC 設計第二團隊' (Samsung System Semiconductor Business SoC Design Second Team).

一般而言，繪圖處理需要進行大規模運算，若採用平行處理會更快、更有效率。然而，CPU 的架構適合快速執行序列處理。因此，採取連續執行運算工作的 CPU，將導致繪圖處理出現重大延遲。以玩遊戲為例，由於顯示螢幕仍在渲染圖形，導致觸控輸入延遲，玩家可能無法閃避敵人的攻擊。

為了解決上述問題，GPU 應運而生。在 GPU 未誕生之前，CPU 獨挑大樑，但 GPU 就像一個加速器，可以處理相似且頻繁出現的運算工作，進而提升效率。簡言之，CPU 負責一般計算，GPU 則專門執行圖形的大規模平行處理。這便是 GPU 的由來，後來也發展為繪圖處理的關鍵零組件。GPU 從 CPU 接收指令，並將物體的形狀、位置、顏色和紋理顯示在螢幕中。

Exynos 2200 搭載的 Xclipse 920，是三星與 AMD 合作研發的首款行動 GPU。AMD 是位於美國的半導體公司，專門生產個人電腦和遊戲主機用 GPU。Xclipse 名稱結合 Exynos 的「X」和「eclipse」一詞，象徵三星突破手機遊戲效能極限、達到遊戲主機等級，藉此開啟行動遊戲新時代的決心。



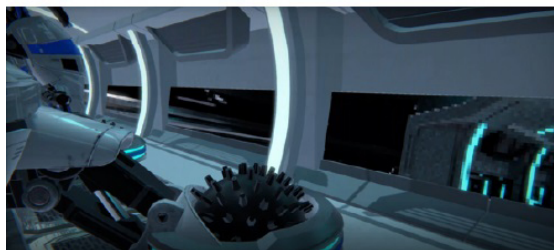
▲三星電子副總裁 Sungboem Park 是行動處理器設計專家，掌管 GPU 研發部門。

基於此理念，三星攜手 AMD 打造出高能源效率、效能媲美遊戲主機的手機 GPU。由於 AMD 的 GPU 適用於個人電腦和遊戲主機，所以必須依據手機規格重新設計，尤其需針對手機相對較低的記憶體頻寬進行調整，並解決散熱問題。三星電子副總裁 Sungboem Park 是行動處理器設計專家，掌管 GPU 研發部門，他表示：「三星從研發行動 SoC 中累積低功耗設計的大量知識，成功打造出高能源效率與微型化的第一代產品。我們著重於如何大幅降低 GPU 溫度，因為手機並不像遊戲主機有風扇可以散熱，並能同時維持高效能、避免畫面延遲。」

Exynos 內的 GPU，主要負責在智慧型手機的 2D 螢幕上，顯示 3D 虛擬空間裡的物體，在玩跑圖吃重的手機遊戲時尤其重要。此外，Xclipse 920 是首款導入硬體加速光線追蹤技術(RT)的行動 GPU，此技術透過模擬 3D 物體反射的光線，呈現逼真的照射效果。由於 Xclipse 920

採用硬體、而非軟體加速，故能更快執行即時運算。此外，可變解析度渲染 (VRS) 技術能依據螢幕物體的顏色、陰影、動作等變數調整 GPU 運算量，避免負荷過重。

RT 關閉



RT 開啟



▲Xclipse 920 採用專用硬體加速光線追蹤技術 (RT)，透過模擬 3D 物體反射的光線，呈現逼真的照射效果。

隨著玩家人數日增，圖形也越來越細膩，GPU 的研發走向至關重要。這包括將效能提升至高階遊戲主機等級，同時降低耗電量。如此一來，手機亦能顯示與遊戲主機相同的超逼真圖形。Park 表示：「一般而言，手機繪圖技術會比遊戲主機落後五年左右；但透過與 AMD 合作，三星成功在短時間內，將最先進的遊戲主機技術整合至 Exynos 2200。而 Galaxy S22 旗艦系列即搭載此 SoC。接下來，三星將持續與 AMD 密切合作，導入 RDNA 系列其他功能。」

「一般而言，手機繪圖技術會比遊戲主機落後五年左右；
但透過與 AMD 合作，三星成功在短時間內，
將最先進的遊戲主機技術整合至 Exynos 2200。
而 Galaxy S22 旗艦系列即搭載此 SoC。」

當被問及行動 GPU 未來研發方向，Park 回答：「現今市面上的智慧型手機均達一定水準，所以確實很難做出讓消費者有感的顯著升級。日後，吸引旗艦機種用戶換機的主要誘因，將會是遊戲表現，所以決定手機遊戲效能的 GPU 技術，勢必需要更上一層。」

Park 預期，行動 GPU 在 AR 和 VR 領域扮演的角色也會更重要。他解釋：「若用於 AR，GPU 必須放入眼鏡等輕薄的裝置，需透過低功耗設計來實現。至於 VR，為了將整個虛擬世界即時渲染至眼前，對效能的要求相當高。三星除了要滿足各項研發要求，亦須能在更短時間內生成栩栩如生的影像。因此，未來行動 GPU 技術發展十分關鍵，具備無限的應用潛力。」

相機效能好上加好：ISP 使影像更自然生動

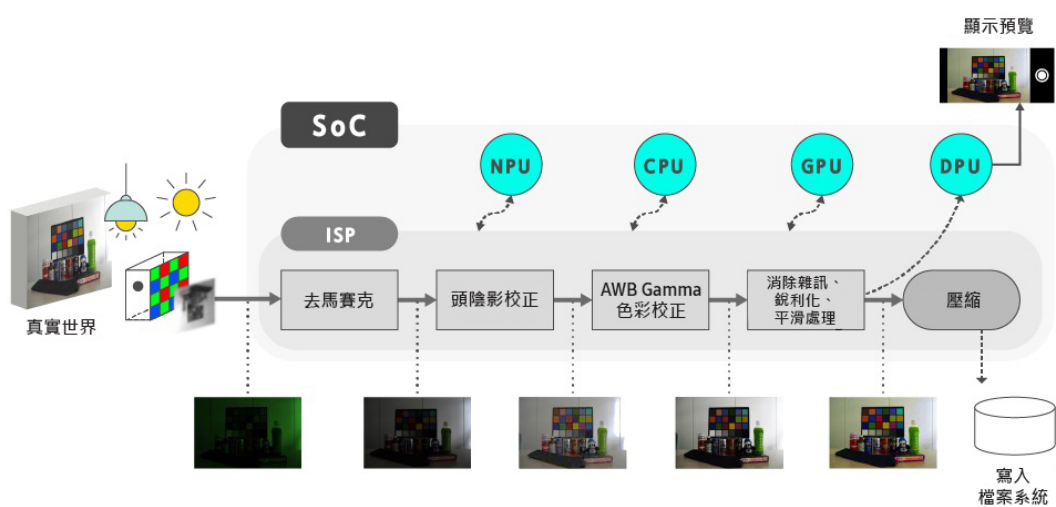
影像訊號處理器

(Image Signal Processor, ISP)

負責照片與影片處理與調校

Jongseong Choi
專案負責人
三星系統半導體事業
多媒體研發團隊

ISP 負責校正影像感光元件輸出的原始訊號，並按照用戶期望的格式生成照片或影片。此外，相機模組（涵蓋一組光學系統和影像感光元件）可能受限於物理限制，亦需仰賴 ISP 進行紅綠藍（R/G/B）內插補點（interpolation）和消除雜訊。此關鍵零組件亦執行後端影像處理，包括調整影片亮度和強化細節等。簡言之，影像訊號經過 ISP 的微調與後端處理，將轉換成令用戶滿意的照片或影片。



▲手機鏡頭內 ISP 的作業流程

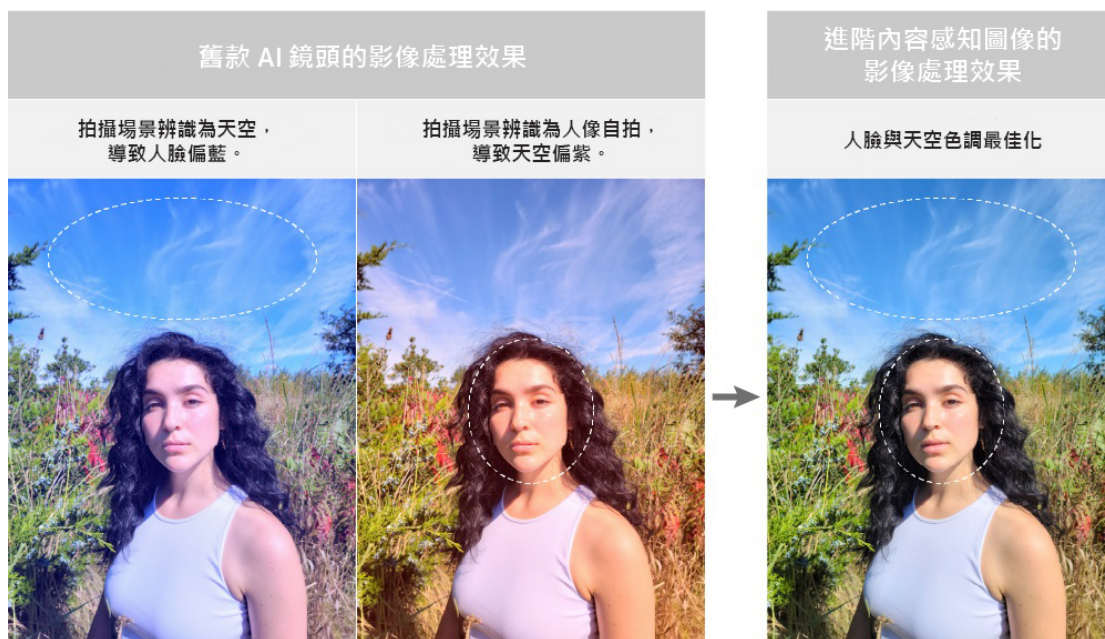
早期，手機採用獨立的 ISP 晶片；後來因應市場需求，嵌入式解決方案漸成主流。「起初，三星與海外研究機構合作，研發數位相機等級的高效能 ISP。」Jongseong Choi 表示，他是三星電子多媒體研發團隊專案負責人（PL），在影像處理技術領域擁有逾 20 年經驗。「而 Galaxy S4 的主鏡頭，即搭載三星第一代嵌入式 ISP 解決方案。」自 2012 年起，Exynos 行動處理器結合內建 ISP，使手機相機的影像畫質顯著提升，足以媲美 DSLR 數位單眼相機。



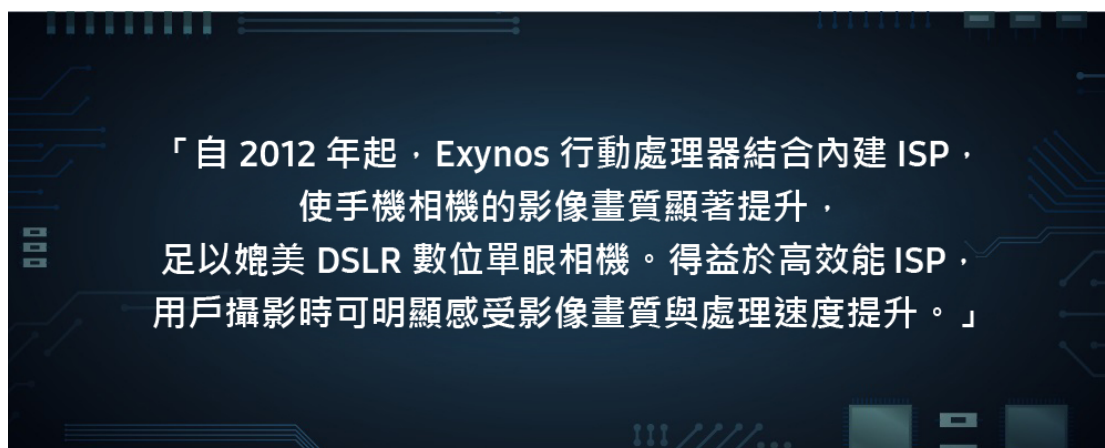
▲三星電子多媒體研發團隊專案負責人 Jongseong Choi 在影像處理技術領域擁有逾 20 年經驗。

得益於高效能 ISP，用戶攝影時可明顯感受影像畫質與處理速度提升。Choi 解釋道：「攝影是主觀的，照片品質難以量化；但三星正執行多項研究，例如深度學習影片評估、ISP 微調技術等，以產生更自然銳利的照片和影片。」此外，ISP 會影響相機的連拍速度，以及快速處理高解析度照片與影片的能力。

新一代 Exynos 處理器的高效能 ISP，可處理高達 2 億（200MP）畫素的超高解析度圖像。其搭載七個影像感光元件，能同時處理其中四個影像感光元件的影像訊號。亦能結合語義分割技術（semantic segmentation technology）和 NPU 辨識拍攝場景，如天空、樹叢、皮膚等，並針對影像中各元素套用不同參數。而 AI 技術可辨識並標記人臉，再依據臉部座標調整影像的亮度、焦距和顏色。



▲ 運用語義分割技術進行內容感知影像處理的範例



當被問及 ISP 的未來研發方向，Choi 表示將以兼顧低功耗和提升影片畫質為主。「雖然 ISP 可以即時處理影像感光元件輸出的資料，但現在資料量呈倍數成長。」他說。「因此，資料寫入記憶體以及隨之而來的擷取階段，皆會產生大量功耗。有鑑於此，Exynos 搭載的 ISP 將資料一次存入記憶體，以實現最低功耗。」他強調。

Choi 最後提到：「因應影音世代提早來臨，影像品質最佳化會是我們接下來的工作重點。而這包括在暗處或低光源環境中拍攝的影片，透過全面提升畫質表現，三星將更具競爭優勢。」

*本文所有圖像均為示意圖，僅供參考，可能與實際產品或產品拍攝圖像有所差異。所有圖像經數位編輯、修改或優化。