

白皮書

工業人機介面 (HMI) 套裝軟體

Stefan Rank · 瑞薩電子公司 MPU 解決方案業務開發經理

2018 年 10 月

摘要

在智慧型手機使用者體驗的推動下，人機介面 (Human-Machine-Interface, HMI) 不斷接管了越來越多分布在工業、醫療、門禁控制、居家和建築物自動化，以及消費者客群中差異化設備的控制權。隨著上述市場對技術的要求不斷提高，解決方案的複雜性和成本也會不斷增加，以滿足最近創新設備的設計需求。雖然易於使用的 MCU 在最近的這些尖端實作中明顯表現不佳，促使高檔的工業 MPU 帶來了硬體和軟體固有的複雜性，而後者的複雜程度更導致了高昂的後續成本。RZ/A 嵌入式 MPU 與新的 RZ/A 套裝軟體相結合，提供的是 MPU 界與 MCU 界中最好的 MPU 性能，卻只有 MCU 的成本。RZ/A 套裝軟體是一套完全整合型套裝軟體，包括即時作業系統、驅動程式、中介軟體和範例應用程式，目標是攝影機-GUI-顯示器實作的設計。RZ/A 套裝軟體促進創新的 HMI 設計，讓設計過程顯著加快，因為不需要整合軟體，而且攝影機顯示器的調整是以圖形化做配置並即時檢查，不必重新編譯。

簡介

瑞薩長期以來一直都是工業和車用 MCU 的全球領導者。這一部分是以專有架構 (RL78 或 RX) 為基礎，另一部分是最近以 ARM® 核心架構為基礎，這有個重要的名稱是 Renesas Synergy™。Synergy 是以 ARMCortex®M 的 S1、S3、S5 和 S7 MCU 為基礎，可用於不斷提升性能水準的 HMI 設計上。這個市場的重點之一，是在 MCU 可以促成儘快及時上市，而且容易使用。這正是 Synergy MCU 勝過整個 MCU 市場上的原因。

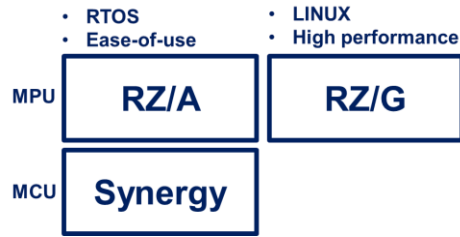


圖 1：RZ/A 嵌入式 MPU 提供 MPU 的性能和 MCU 的易用性

瑞薩針對具備最高計算性能、高級 3D 彩現和最快影像編/解碼的高檔 HMI，提供 ARM Cortex A 型的 RZ/G MPU，可與 CIP™Linux™平臺搭配使用。CIP 代表 Civil Infrastructure Platform™，目標為先進社會需要的各種工業設備。一旦升級到高檔 MPU 的領域，因為架構和軟體環境都有其固有的複雜性，所以經常會喪失易用性。但是 MCU 顯然有性能限制，設計人員致力升級到高性能時，免不了要面對複雜性的挑戰。這條規則只有一個例外——瑞薩 RZ/A 嵌入式 MPU。這是一款脫穎而出的元件，具備大容量內建 SRAM、記憶體管理單元和功能強大的 Cortex A9 核心，卻讓設計人員保持設計的簡單性。除此之外，瑞薩現在再加上 RZ/A 套裝軟體，讓設計人員能夠馬上啟動 HMI 設計到先進應用產品上，卻不必去做原本常見的先期軟體整合任務。本文將討論 RZ/A 嵌入式 MPU 的設計環境，包括瑞薩的新 RZ/A 套裝軟體，並解釋這些軟體是怎麼引領創新的工業 HMI，但更快、更輕鬆、成本更低。

HMI 設備概述

現代的人機介面，接收來自外部世界的資料，處理和分析資料，添加資料和互動性，然後直覺地呈現資料組合給人類使用者。通常使用者看到的是圖形化使用者介面 (Graphical User Interface · GUI)，即便 HMI 也能以聲音資料為基礎，未必是圖形。也就是說，GUI 是 HMI，但 HMI 不一定是 GUI。有許多實作還加上文字到語音，或是語音到文字的功能。在本白皮書中，我們著重在攝影機-GUI-顯示器鏈，因為這是 RZ/A 在工業市場中，HMI 實做最常見的用法。我們可以看到每個零組件對性能的要求越來越高，而且還需要整合的軟體提供支援，包括驅動程式、中介軟體和 API 層。



圖 2：工業 HMI 攝影機-GUI-顯示器鏈

工業 HMI 實作中的常見硬體需求

計算架構

工業 HMI 中使用的 MPU 應具備較高的計算性能，這可由先進 CPU 核心，以及盡可能支援目標使用案例的架構來提供。這裡的需求包括快速計算、GPU 快速影像彩現 (rendering)，或許還包括硬體影像編碼功能。

攝影機輸入

攝影機介面方塊，是與各式各樣的影像感測器介面連接的硬體方塊，並提供可用於後續影像處理的標準輸出。典型的攝影機介面最起碼會支援並列介面；儘管現在許多攝影機介面都已經支援 MIPI CSI 介面了。設計人員正在不斷的將設計遷徙到解析度更高的影像感測器和功耗更低的介面。雖然不久之前 1MP 的解析度已經很高了，但是設計人員現在會考慮解析度更高的百萬畫像素攝影機，而這主要是受到監視攝影機和人工智慧的應用產品所驅策。

SRAM 用來緩衝操作

SRAM 是儲存影像資訊的地方，影像資訊由影像感測器送來這裡，在這裡累積，再從這裡推送到顯示器控制器。在典型的圖形化 HMI 中，會儲存兩個緩衝的影像；即前緩衝器和後緩衝器。

影像顯示器控制器

影像顯示器控制器是影像訊號產生器邏輯的主要零組件，負責產生影像訊號的時序，例如水平和垂直同步訊號以及遮沒間隔訊號。

HMI 實作的常見軟體要求

套裝軟體

套裝軟體是一種軟體整合套件，內有作業系統 (Operating System，OS，例如 RTOS)，可以根據最終產品的複雜性進行擴展，並簡化複雜的系統層服務。用於實作 HMI 的套裝軟體，還應該整合應用程式框架，以及預先整合的中介軟體，用於通信、安全、USB、GUI 和檔案系統。

軟體工具

軟體工具的目標是藉由快速的程式碼開發，加快產品上市，並且致力於檔案管理、軟體，以及 MCU 的配置、程式碼生成、程式碼編譯、程式碼除錯，還有直覺的圖形介面設計。

整合式開發環境

整合式開發環境 (Integrated Development Environment · IDE) 是一種軟體應用程式，為電腦程式設計人員提供軟體開發的綜合功能。IDE 通常由原始碼編輯器、建置自動化工具和除錯器組成。現代大多數的 IDE 都具有智慧型程式碼完成功能。

HMI 的 GUI 框架

圖形化使用者介面 (Graphical User Interface · GUI) 框架的目標，是加快並最佳化嵌入式應用程式的 GUI 開發。透過完整 WYSIWYG 螢幕設計環境，只要在螢幕 UI 上拖放就能完成設計，GUI 框架也會自動生成與 GUI 函式庫相容的 C 程式碼，可以進行編譯，並且在 MCU 上執行。只要在桌上型 PC 上安裝 GUI 開發環境，GUI 應用程式就可以在桌上型 PC 中執行，進而可以快速生成和測試 UI 概念。完成後，設計結果將作為目標檔完成的 C 資料結構匯出，並且可以進行編譯和連結。

GUI 工具用來快速開發

智慧型配置工具協助設計人員，在設定暫存器時，藉由圖形工具的協助下做出選擇，並且更快速的得到 C 程式碼。舉個例子，Smart Configurator 可協助初始化 MPU。

瑞薩 RZ/A HMI 解決方案

在本白皮書接下來的部分，我們要來瞭解瑞薩最新的 RZ/A 套裝軟體，如何以人機介面，簡化並加速攝影機-GUI-顯示器的實作。對於主要組成的零組件；即攝影機、GUI 和顯示器，RZ/A 套裝軟體具備預先整合的軟體元件，允許快速簡便的設計步驟。為了便於調整攝影機的輸入，有 **SDK for Camera 範例應用程式**。為了生成直覺的 GUI，有 **TES Guiliani SDK (Software Development Kit, 軟體開發套件)** 提供所有必要的工具，為了快速配置顯示器控制器，可以應用快速有效的 **QE for Display**。藉著預先整合所有這些工具，RZ/A 套裝軟體顯著降低了設計的複雜度。

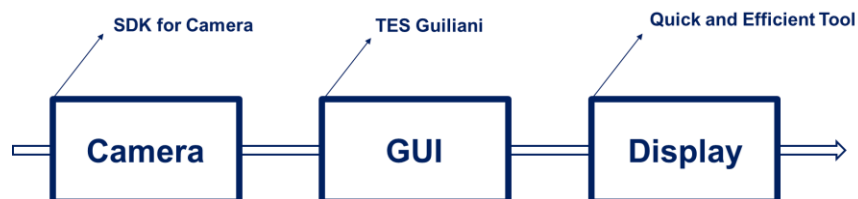


圖 3 : RZ/A 套裝軟體消除了設計複雜度

RZ/A 套裝軟體有五個主要組件：

- RZ/A 基礎軟體，包括 RTOS，驅動程式和中介軟體，如檔案系統、TCP/IP 堆疊和 USB 堆疊
- 攝影機範例應用程式 SDK，用來快速調整攝影機
- 快速有效的 QE for Display 和 QE for Camera，都是有即時回饋的圖形化配置程式
- 用於快速應用程式開發的數個範例應用程式
- 與 TES Guiliani GUI 框架無縫整合

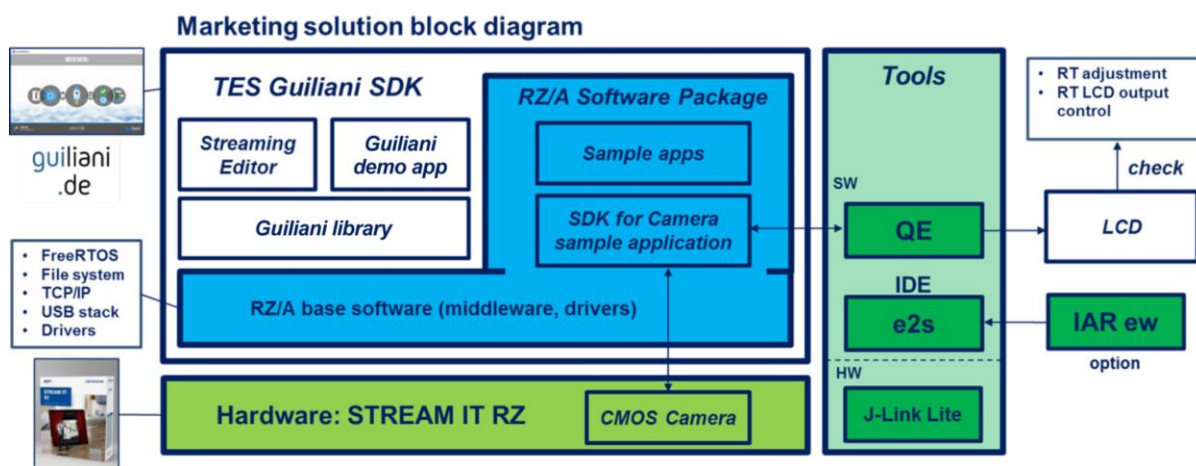


圖 4：RZ/A 套裝軟體組件和工具

RZ/A 套裝軟體目前僅適用於 STREAM IT! RZ 硬體平臺。RZ/A 套裝軟體可用 Renesas e2 studio Integrated Development 和 IAR Embedded Workbench 工具。

RZ/A 套裝軟體的硬體

STREAM IT! RZ 解決方案套件

STREAM IT! RZ 解決方案套件 (YSTREAM-IT-RZ-V2) 是一個即拆即用的評估和開發平臺，適用在串流應用，例如 IP 型的影像和無線串流等，以及安全應用，例如影像監控型和影像/指紋型的存取控制。STREAM IT! RZ 也非常適合居家、能源和工業自動化領域，各式各樣的 Web 伺服器型應用。為了達到快速開發，瑞薩提供了幾個相關的應用程式專用快速入門指南，包括範例軟體和易於遵循的設定說明。

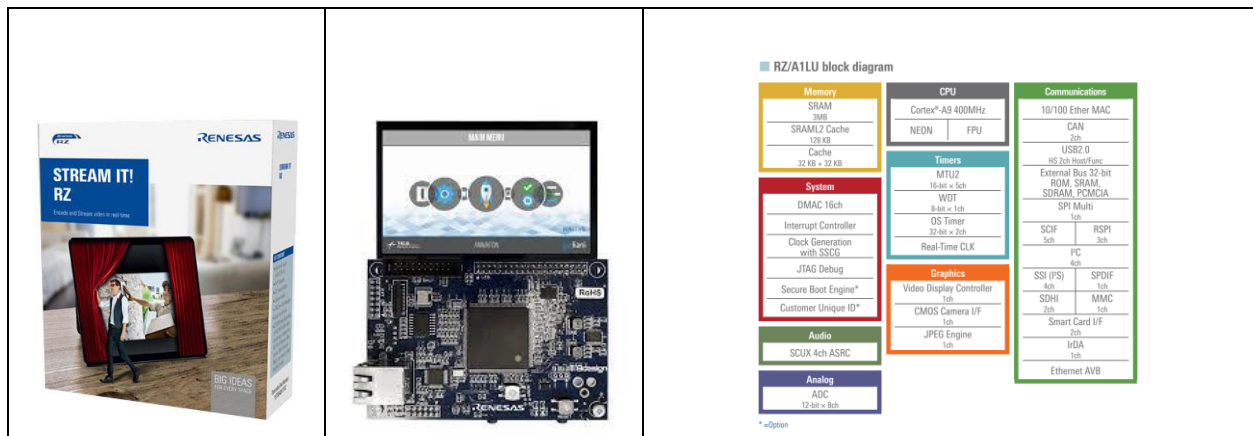


圖 5 : STREAM IT! RZ 採用 400MHz ARM Cortex-A9 型的 RZ/A1LU

極受歡迎的 STREAM IT! RZ 解決方案套件推出了第二代，從四個方面進行了改進。首先，STREAM IT! RZ 具有功能更豐富的 RZ/A 嵌入式 MPU (eMPU)，稱為 RZ/A1LU。其次，除了攝影機模組外，該解決方案套件現在還配備了觸控式 4.3 英寸 TFT-LCD (thin-film transistor liquid crystal display，薄膜電晶體液晶顯示器)。第三，相關的軟體產品，包括許多可下載的原始碼軟體包，內容已經大幅擴展。最後壓軸的是，eMPU 主機板已經擴增了額外的功能。

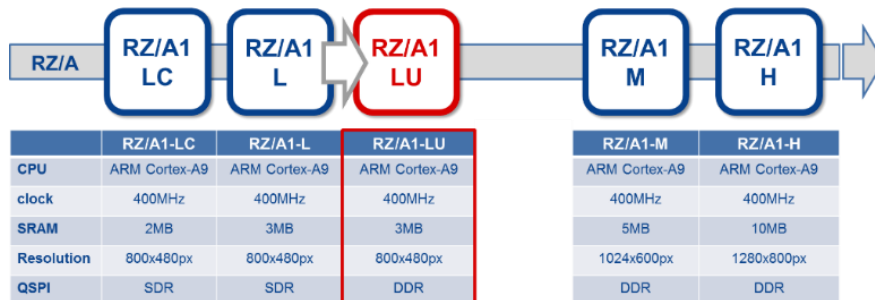


圖 6 : RZ/A1LU 是可擴展的 RZ/A1 嵌入式 MPU 系列的一部分

在 RZ/A1 嵌入式 MPU 系列中，設計人員可以選擇升級到性能更強的 RZ/A1M 或 RZ/A1H MPU。有 10MB SRAM 的 RZ/A1H 則可以在 Display it!-HMI RZ (YDISPLAY-IT-RZ) 上來評估。

RZ/A1 擁有世界最大的嵌入式 SRAM

GUI SRAM 密度的需求是圖框數和解析度的函數，結合每一像素位元數，而位元數要考慮色彩深度和 alpha 值。

| Number of Images in Frame Buffer | RZ/A1L | | RZ/A1M | | RZ/A1H | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | 4 | 0.6 MB | 1.0 MB | 4.7 MB | 5.9 MB | 7.3 MB | 9.4 MB | |
| 3 | 0.4 MB | 0.7 MB | 3.5 MB | 4.4 MB | 5.5 MB | 7.0 MB | 9.0 MB | |
| 2 | 0.3 MB | 0.5 MB | 2.3 MB | 2.9 MB | 3.7 MB | 4.7 MB | 6.0 MB | |
| 1 | 0.1 MB | 0.2 MB | 1.2 MB | 1.5 MB | 1.8 MB | 2.3 MB | 3.0 MB | |
| | QVGA 320x240 16bpp | WQVGA 480x272 16bpp | VGA 640x480 32bpp | WVGA 800x480 32bpp | SVGA 800x600 32bpp | WSVGA 1024x600 32bpp | XGA 1024x768 32bpp | WXGA 1280x800 32bpp |

圖 7：嵌入式 SRAM 的需求量為圖框數和色彩深度的函數

假設您想要執行具有 WXGA 解析度和 32 位元色彩深度的雙緩衝 HMI。也就是說，您的記憶體需求為 7.8MB，如果您想將其儲存在嵌入式 SRAM 中，則會自動將您升級到 RZ/A1H。市場上沒有第二種選擇能滿足您的需求。

RZ/A1 MPU 上的擷取引擎單元 (CEU) 用於影像擷取

RZ/A 套裝軟體支援經由 VDC5 或擷取引擎單元 (Capture Engine Unit, CEU) 的影像輸入。

CEU 是一個擷取模組，可從外部獲取影像資料，並傳送到記憶體。CEU 經過匯流排橋接模組連接到系統匯流排，可以執行以下功能：

- 影像資料獲取 (擷取外部模組的影像輸出，並將 YCbCr 資料寫入記憶體)。
- 濾波處理 (執行高頻分量的縮小和移除)。
- 格式轉換 (將輸入的 YCbCr422 格式影像資料，轉換成 YCbCr420 格式)。

RZ/A 架構及其 5x AXI 匯流排和 5 個 SRAM 儲存頁，可有效消除 HMI 應用中的資料瓶頸。

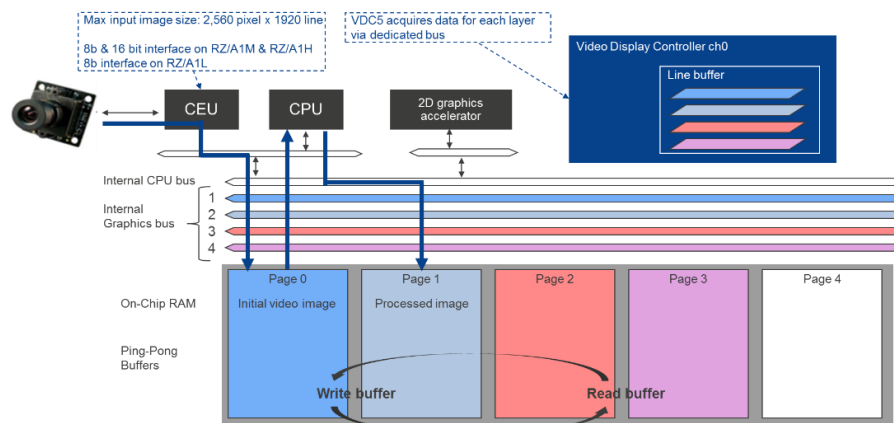


圖 8：使用 CEU 進行影像擷取，並將資料推送到 SRAM 和 VDC

RZ/A1 MPU 上的影像顯示器控制器 5 (VDC5)

RZ/A1 嵌入式 MPU 系列的成員，採用了功能強大的 VDC5 影像顯示器控制器。RZ/A1LU 嵌入式 MPU 安裝在 STREAM IT! RZ 上，有一個 VDC5 通道；RZ/A1M 和 RZ/A1H 則各有兩個 VDC5 通道。

VDC5 由以下六個方塊構成：

1. 輸入控制器：輸入視訊影像選擇、同步訊號調整、水平雜訊抑制，以及亮度調整、增益調整，還有使用彩色矩陣的 YCbCr 到 GBR 轉換
2. 縮放器：使用圖框緩衝器來針對輸入視訊影像做放大、縮小和旋轉，並在圖框緩衝器中重複錄下指定數量的圖框
3. 影像品質改良器：使用顏色矩陣進行黑階延伸、LTI 清晰度，以及 YCbCr 到 GBR 轉換
4. 影像合成器：合成一個視訊影像平面加兩個圖形平面，或是合成三個圖形平面
5. 輸出控制器：TFT-LCD 面板的亮度對比調整、伽馬校正，遞色 (dither) 處理、輸出格式轉換和控制訊號輸出
6. 系統控制器：中斷控制、面板時脈控制，以及 CLUT 表選擇訊號狀態旗標輸出。

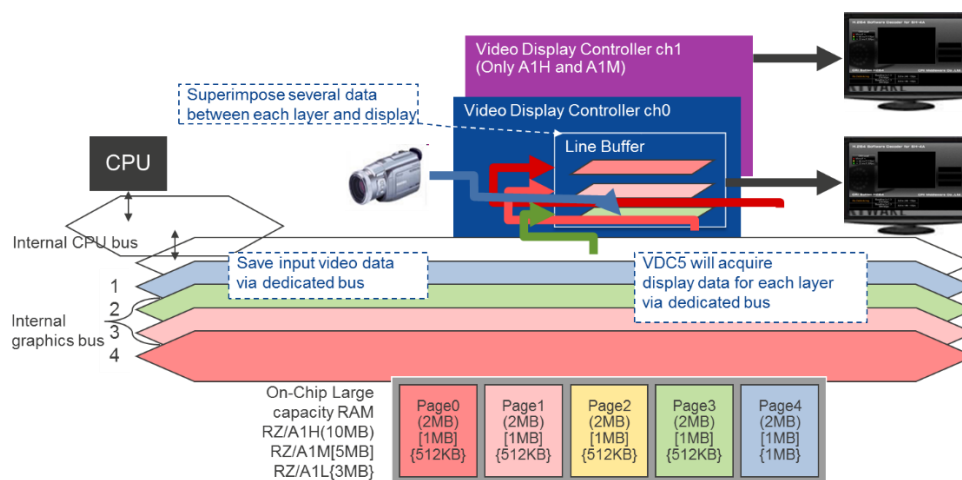


圖 9 : RZ/A1 MPU 的視訊和影像子系統

有趣的是，VDC5 身為 RZ/A1 的顯示器控制器，不僅可以執行影像顯示功能，其實也有影像輸入端才有的功能，包括影像調整、影像縮放和旋轉等等。

RZ/A 套裝軟體：SDK for Camera Sample Application 和 QE for Display

SDK for Camera Sample Application、QE for Display/Camera 和 VDC5 組合使用，加速攝影機和顯示器的最佳化。SDK for Camera 是用於攝影機的範例應用程式，其支援的功能是從攝影機擷取影像，調整影像，然後顯示調整後的影像。在調整影像資料之後，應用軟體可以獲得經由軟體進行影像處理之後的資料（例如識別處理和 JPEG 壓縮）。

QE for Display

QE for Display 可以直接從 e2 studio 的 IDE 上執行。從 QE 工具執行後，可立即使用上述的影像調整選項。下圖顯示 VDC5 方塊圖，以及使用者如何追蹤攝影機輸入和顯示器輸出之間的影像資料流。而且，使用者可以做各種影像校正過程的位置關係。

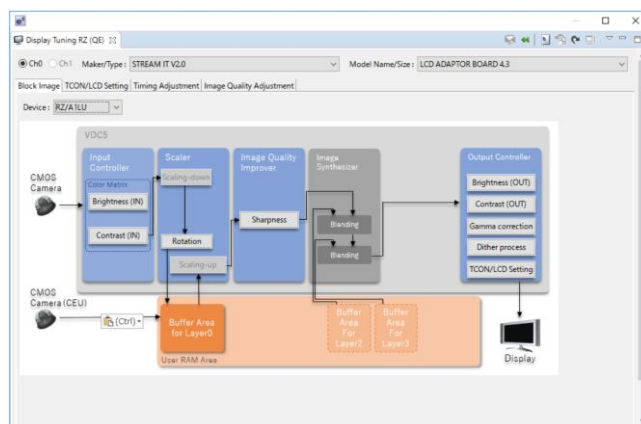


圖 10：使用 QE Tool 來做以 VDC5 為基礎的影像調整

使用 QE for Display，亮度、對比度、旋轉、伽瑪校正和遮色等影像調整，實際上只需點擊一下滑鼠，即可在顯示幕上即時查看，無需重新編譯。此外，藉由 QE for Display，可以透過 GUI 式的配置工具，輕鬆調整輸出時序設定，並儲存在標頭檔中。

範例應用程式

除了 RZ/A 套裝軟體之外，瑞薩還為 RZ/A 設計人員提供了範例應用程式列表。RZ/A 設計人員得以藉由這些範例應用程式，快速踏出第一步，因為他們可以選擇接近其目標案例的現成專案。現成的範例應用程式還包括 Guiliani 展示、SDK for Camera Sample Application、GUI、觸控面板、Web 伺服器、USB 主控端、USB 功能、ADC，以及聲音樣本。

TES Guiliani GUI 框架

TES 的 Guiliani 是一套與平臺無關的 HMI 框架，致力於滿足當今使用者對智慧型手機的期望——像是在高成本導向的嵌入式系統中才有的 HMI。Guiliani 能夠有效的並行化所需的工作類型，例如美術設計、互動性設計和應用-邏輯程式設計。Guiliani 提供可訂製和可擴展的現代小工具和功能，如浮動切換、滾輪、儀錶、動畫、過場效果、多語言支援和面板。在預設情況下，應用現代圖形處理功能，如次圖素精確彩現、消鋸齒、縮放、濾波和渲染，結合智慧型重繪和快取記憶體機制，可得到吸睛且高性能的視覺體驗。Guiliani Streaming Editor (GSE)、WYSIWYG PC 編輯器，還有附整合模擬器的建置器，都支援快速 HMI 設計和原型設計，進而實現快速的開發週期。



圖 11 TES Guiliani GUI 框架 (免費提供給 RZ/A 設計人員)

以 Guiliani 的概念和架構，強大的軟體彩現引擎，以及資源管理功能為基礎，Guiliani 是瑞薩 RZ/A MPU 系列的理想選擇。透過 V2.2 版更新，我們提供了更具體的 BLIT 操作，這些操作針對專用 HMI 的使用案例進行了最佳化。

整合式開發環境

e2 studio 是一個以 Eclipse 為基礎的開發環境，具備應有盡有的工具集和外掛程式功能，例如直覺配置、錯誤和格式檢查，以及程式碼生成，以加速開發。

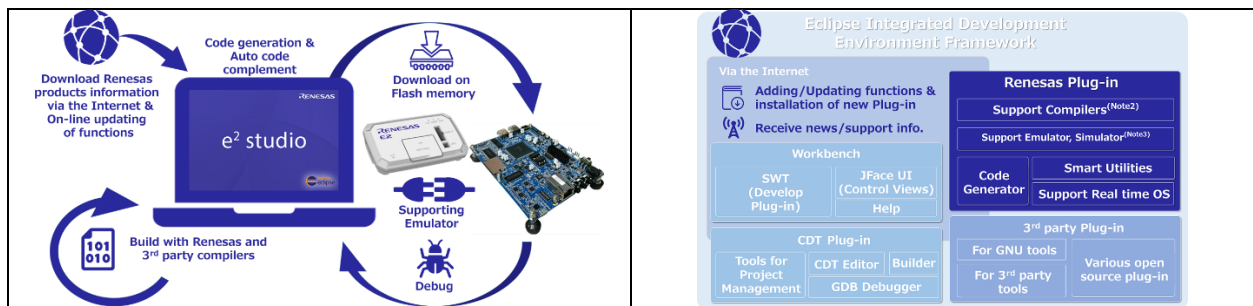


圖 12 瑞薩的 e2 studio 整合式開發環境

可與 RZ / A 套裝軟體一起使用的第二套整合式開發環境，是 IAR Embedded Workbench，包括最佳化的編譯器、程式碼分析工具（如 C-STAT®和 C-RUN®）以及深度 RTOS 感測除錯。

結論

使用瑞薩 RZ/A HMI 設計工具來加速開發

使用 RZ/A 套裝軟體，您可以踏實的發動工業 HMI 開發。首先，通過使用 STREAM IT! RZ 硬體開發平臺節省時間，從硬體角度提供您所需要的一切——具備 3MB 嵌入式 SRAM 的強大 MPU、4.3 英寸觸控 TFT 螢幕，並且連接攝影機。RZ/A 套裝軟體已經完全整合好，而且免費。該軟體還配備了幾個範例應用程式，可以快速創新，並與脫穎而出的 TES Guiliani GUI 框架完全整合。透過 TES Guiliani-Lite PREPAID 計畫，即使是進入生產，此套件也是免費的。

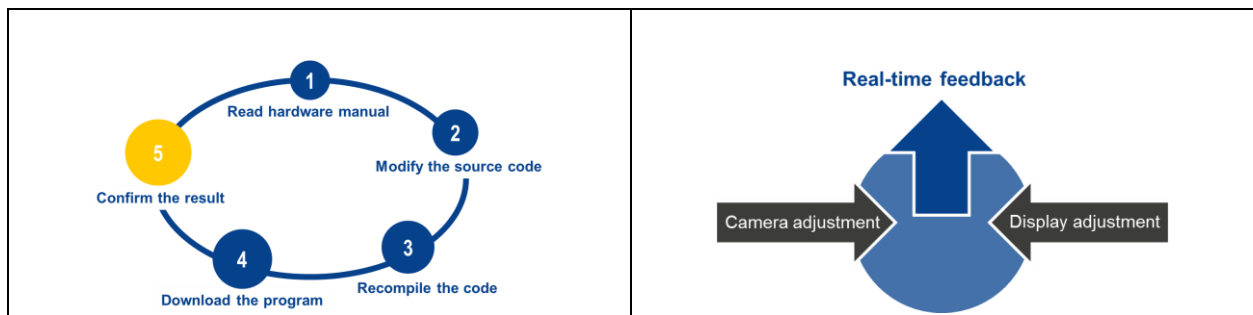


圖 13/14：RZ/A 套裝軟體加速了 HMI 的開發（左圖：傳統；右圖：RZ/A 套裝軟體）

在傳統的開發週期中，設計人員首先要閱讀厚實的硬體手冊，而這些手冊可能有數千頁。用於 HMI 實作的硬體，往往具有十足的複雜度。例如，VDC5 影像顯示器控制器就有超過 2,000 個暫存器。之後，設計人員還要調整原始碼，重新編譯程式碼，下載程式並確認結果。整個週期將發生很多次，直到達成到目標為止。透過 Camera SDK Sample Application 和 QE for Display，就能以圖形化的方式配置攝影機，並調整顯示幕，還能即時監控結果，不必更改或重新編譯任何原始碼。

©2018 瑞薩電子美國公司 (REA)。版權所有。所有商標均為其各自所有者的財產。REA 相信此處的資訊在提供時是正確的，但不承擔其品質或使用上的風險。所有資訊均以其原始狀態提供，且無任何明示、暗示、法定、或由交易、使用、或貿易慣例所產生的保證，包括但不限於適銷性、特定用途適用性、或不侵權。REA 不對因使用或依賴此處資訊而導致的任何直接、間接、特殊、後果性、偶發性、或其他損害承擔責任，即使已被告知可能發生此類損害。REA 保留權利在不另行通知的情況下，停止產品或更改其產品的設計或規格或此處的其它資訊。所有內容均受美國和國際版權法保護。除非此處特別許可，未經瑞薩電子美國公司事先書面許可，不得以任何形式或透過任何方式複製本文中的任何部分。訪客或使用不得針對此處的任何內容，進行修改、散佈、發行、傳送、或創建衍生產品，用於任何公共或商業目的。