

Design Group

D11-076

作品名稱

適用於顯示裝置的低功率智慧型顯示晶片設計
Smart and low power display controller
for display devices

隊伍名稱

節能省碳，救救北極熊隊

Saving the Power, Saving the Polar Bear

隊長

張朝陽 中正大學電機工程研究所

隊員

陳照群 · 陳柏毅 · 陳惠甫

中正大學電機工程研究所



作品摘要

顯示裝置廣為使用在消費性電子、醫療與生醫電子、電腦與通訊等產品上，在追求綠能生活的今日，低能耗的顯示裝置系統格外重要。本參賽作品為一個具有低功率且人性化智慧控制特性的顯示系統，我們從系統、架構與電路設計層次來實現此低能耗的顯示系統。(1)在系統設計創新上，我們藉由一個低成本的紅外線感測器來實現顯示裝置的智慧型控制行為，一旦偵測到使用者在觀看顯示器，顯示器將持續開啟，反之若偵測到使用者離開或著趴下睡覺，即使訊號來源端仍有送出訊號，此顯示裝置也會經由調整面板的背光以及讓顯示控制晶片進入待機模式來節省功率，以達到智慧型控制的目的。同時此作品整合微處理器(8051)與遙控器收發等周邊電路來開啟顯示裝置的智慧型控制功能，使用者可以使用遙控器自行設定顯示裝置的各種功能與人性化智慧控制的選項。(2)在架構設計創新上，我們分析並發現顯示裝置中的關鍵系統單晶片-顯示控制晶片之主要功耗來源為大量的嵌入式記憶體，因此提出新的架構來減少記憶體使用量與讀取記憶體次數進而可以降低整體晶片功耗，達成有更佳能源效率的顯示裝置。(3)在電路設計創新上，本系統中的電源管理單元提出了一個新型的調變機制來控制功率電晶體的開關，有別於傳統脈波與頻率調變的技術，除了能提供顯示控制器晶片所需的穩定電壓來源，在寬負載範圍仍能維持高轉換效率以及快速暫態響應的特性，有助於提升整體顯示系統的穩定性與能源使用效率。

我們建立了完整的顯示系統來進行開發過程的雛型化以及

真實晶片的驗證。搭配選配的紅外線感測器實現顯示裝置與感測器之間之智慧型管理之可行性與實用性；同時顯示裝置的核心晶片-顯示控制晶片使用所提出的創新架構可以較先前研究大幅減少記憶體的使用量(最高可節省88%)與降低功耗(最大可降低118%)。而採用新型調變機制的電源管理單元在寬負載操作範圍下(10mA~500mA, 3.3V → 1.8V)能具有高轉換效率(> 88%)、小轉態電壓變異(< 60mV)以及快速暫態響應(< 2us)的特性。總結來說，結合以上於系統、架構與電路設計層次的低功耗技術與人性化智慧控制概念的低功率顯示系統適合應用於各種顯示裝置上。



圖一 從系統、架構及電路三個層級來達到顯示裝置的節能省碳。

指導教授

黃崇勳 中正大學電機工程研究所

- 2003年8月取得中正大學電機工程研究所博士學位。
- 2003年9月至2007年11月於奇景光電服務，期間擔任過正工程師、專案經理、課長等職；2007年12月至2008年1月加入承景科技擔任設計部副理。2008年2月加入中正大學電機系，擔任助理教授一職。
- 研究領域：為高效能數位積體電路與系統設計、低功耗低電壓數位系統與電路設計、電源管理電路以及顯示器控制晶片設計。



ABSTRACT

Display devices are widely used in the applications of consumer electronics, medical/bio-medical electronics and computer/communications products. Low power/energy display systems are quite important in pursuit of so-called green life nowadays. This work achieve a low power ,user-friendly, and intelligent display system by proposing several innovations in the viewpoints of system level design, architecture level design and circuit level design. (1)On the innovations of the system level design, we implement the intelligently controlled display device by a low cost IR sensor. Display is kept on in the case of detecting the activity of users. In the case of absence of users, either going away or getting down to sleep, the controller turns off the panel backlight gradually and also switch a part of functional blocks into standby/power down mode, with discarding the input signals. This work integrates microprocessor (8051) and the remote controller related peripheral circuits for the user to enable/disable the so-called intelligently controlled behaviors and set up other functions. (2) On the innovations of the architecture level design,we break down the power usages of the key SOC(display controller) in the display system and note that the large embedded memory consumes most power. We therefore propose several new architectures to the usage and the read/write operations of the embedded memory so that the overall power consumptions are reduced.(3) On the innovations of the circuit level design, we propose a new switch-on-demand modulation instead of the conventional pulse width modulation

and pulse frequency modulation for the switching regulator of our power management unit. It thus can not only provide a stable output voltage but also achieve a high power efficiency and fast transient response in the case of wide load range operations so as to improve the reliability and energy efficiency of overall display system.

We build a complete display system for the fast prototyping verification and the realchip verifications. With the optional IR sensor, it shows the feasibility of our intelligently controlled concepts for the display device. The display controller with our proposed innovative architectures can reduce the requirement of embedded memory (up to 88% reduction) and power consumption (up to 118% reduction) obviously, as compared with several previous works. The power management unit with applying our newly proposed switch-on-demand modulator can achieve a high conversion power efficiency (>88%), small transient voltage variations (<60mV), and a fast transient response time (< 2us), in the conditions of wide load operation range (10mA ~ 500mA, 3.3V → 1.8V). In summary, the user-friendly, intelligently controlled, and low power display system can be adapted into any display device, by accompanying with the low power design innovations on the design aspects of system level, architecture level, and the circuit level described above.