

D12-080

作品摘要

作品名稱
用於行動醫療照護的低功率生理訊號處理器
A Low Power Bio-Signal Processor for Mobile Healthcare Applications

隊伍名稱
開心開心 / Happy Heart!

隊長
許書餘 交通大學電子工程研究所

隊員
張博堯 交通大學電子工程研究所
徐佩妤 交通大學電子工程研究所
何盈杰 交通大學電機與控制工程研究所

行動醫療照護為近來因無線傳輸技術普及而興起的新應用，藉由佈建於人體周遭的無線感測器，醫療服務端可長時間觀測人體生理訊號，如心電圖、血壓...，對於慢性病患與突發性狀況，適時給予使用者或醫療機構警示訊息與提醒，將診療的服務由醫院之會診室更進一步拓展至人群的生活空間。然而在感測與傳輸的過程中，遠距醫療照護將受到以下幾點限制：

- (1) 未經處理的原始感測訊號資料量大，將增加資料傳輸時間與能量消耗，並減低感測器電池使用時間。
- (2) 未經處理的原始感測訊號藉由公開的無線通道傳輸至醫療服務端，然而公開通道造成使用者隱私資料將容易被竊取。

基於以上兩點，本作品將以心電圖為例，提出一降低感測資料量、提高使用者資料隱私、並最小化系統能量消耗的生理訊號處理器，以滿足長時間遠距醫療照護的需求。此作品包含數個關鍵模組，包含1) 用以減少資料量的特徵擷取模組與訊號壓縮模組，2) 用以增加使用者隱私的資料加密模組，3) 供通用警示目的的精簡指令集處理器，4) 用以儲存資料與指令的多重記憶體資料庫，5) 用於供應工作頻率之動態時脈產生器。

於硬體實現的過程中，搭配與感測電路作介面的非同步緩衝記憶體與低功耗時脈產生器，此生理訊號處理器可操作於較高頻率，藉以換取較多的電源關閉時間並降低漏電流（電源閘技術）。此外，壓縮技術的使用除了降低所需傳送時間，亦減少需要的資料記憶體容量，縮小處理器的面積與功耗。而由於加入資料警示的機制，加密模組僅於需要傳輸資料時開啟，其餘時間皆由電源關閉。除電源閘技術外，0.5伏特低電壓技術的使用降低了模組開啟時的功耗，更進一步減少額外的能量消耗。

藉由特徵擷取與壓縮模組，需要儲存與傳輸的資料將減少至10%以下，使得系統能量損耗因而降低。而由於加密模組的使用，使用者的資料將得以被保護。搭配電源閘、低電壓技術、與低功耗磁滯時脈產生器，可使此生理訊號處理器動態電流與漏電流降低70%與90%，大幅延長感測器電池使用時間。

Abstract

Mobile healthcare system is a promising application thanks to the maturity of wireless communication techniques. Attaching wireless sensor nodes (WSN) on/in human body, the healthcare service can continuously monitor the users' vital signal, such as electrocardiogram (ECG), blood pressure. For the patients with chronic diseases or sudden uncomfortable situations, the service side can provide timely alarm or suggestion message to the users or hospitals. This extends the diagnosis service from the room is hospital to any living place of people.

However, this application suffers from some limitations during the sensing and transmission. 1) First, the raw sensed data amount is huge, increasing the data transmission time and energy dissipation. This would reduce the WSN battery lifetime or require a larger battery. 2) Second, the unprocessed data within open wireless channel would be easily hacked, resulting in lacked user privacy.

Based on the above reasons, this work proposes a bio-signal processor (BSP) to reduce the transmission data and enhance user privacy, in demonstration case of ECG. Meanwhile, the power dissipation is minimized for the requirement of long-term mobile healthcare applications. The key modules include 1) The bio-core applying feature extraction and compression for data reduction, 2) a crypto core for enhanced user privacy, 3) a general RISC core for abnormal alarm, 4) multi-memory banks for data/instructions storage, and 5) a duty-cycled clock generator for processing speed boosting.

During hardware implementation, the asynchronous memory interface and clock generator enable the BSP with higher operation speed. Accompanied with power gating technique, this minimizes the BSP turned-on time for less leakage dissipation. In addition, the compression technique not only reduces the data transmission time, but also reduces the required on-chip memory, implying less BSP power and area. Thanks to the intelligent abnormal alarm mechanism, the crypto core only activates for data transmission. Besides power gating, the applied 0.5 volt supply voltage scaling greatly reduce the BSP active power.

By feature extraction and compression, the required storage and transmission data size are reduced to less than 10%, implying less system energy. Meanwhile the user data privacy is protected. Accompanied with power gating, low voltage technique, with low power clock generator, the BSP dynamic/leakage power is reduced by more than 70% and 90%, greatly extends the WSN monitoring time.

指導教授



李鎮宜

交通大學電子研究所

李鎮宜教授，1986和1990年各別取得比利時魯汶大學電機工程碩士與博士學位。1991年返回交通大學電子工程系所任教。2003~2006年之間擔任交通大學電子工程系系主任、2006~2007年之間擔任交通大學晶片系統研究中心主任、2007~2010年之間擔任交通大學研發長。目前為IEEE TCAS-II期刊副編輯與IEEE Symposium on VLSI Circuits大會委員。

研究領域

低功耗人體近身網路、高效能多媒體、能量分析攻擊抵抗加密系統整合晶片。研究成果累計著有16篇IEEE JSSC期刊論文、十多項以上技術轉移與近四十項國內外專利。

