
환자 체크를 위한 FPGA 기반 웨어러블 시스템 설계

강성우 · 류광기

한밭대학교

Design of FPGA-based Wearable System for Checking Patients

Sungwoo Kang · Kwangki Ryoo

Hanbat National University

E-mail : rkdtdn816@naver.com, kkryoo@hanbat.ac.kr

요 약

최근 발달된 의료 기술과 건강의 관심이 높아지면서 병의 예방과 치료가 발달하고, 이에 따라 고령화가 빠르게 진행되고 있다. 이러한 수명 연장과 고령화 속에서 진단 중심 의료 수요가 급증하고 있다. 본 논문에서는 센서를 통해 제어가 가능한 FPGA 기반 웨어러블 환자 체크 시스템을 제안한다. 기존 병원에서는 의사나 간호사가 일정 시간마다 일일이 환자를 방문하여 상태를 체크하였다. 하지만 본 논문에서는 환자 체크 시스템을 사용하여 환자 및 의사, 간호사가 원하는 시간대에 환자의 상태를 확인할 수 있다. 또한, 몸이 불편한 환자를 위해 기울기 센서를 이용하여 쉽게 제어가 가능하도록 구현하였다. 제안하는 FPGA 기반 하드웨어 구조는 확대 영상처리를 위한 알고리즘, 환자의 상태 영상출력을 위한 TFT-LCD Controller, CIS Controller 및 Memory Controller로 구성된다. Cyclone IV EP4CE115F29C7 FPGA 디바이스가 장착된 DE2-115 테스트 보드를 사용하여 구현 및 검증하였으며, 동작 주파수는 50MHz이다.

ABSTRACT

With the recent advances in medical technology and health care, the prevention and treatment of diseases has developed. Accordingly aging has rapidly progressed. In this life span and aging society, demand for diagnostic centered medical care is increasing rapidly. In this paper, we propose a wearable patient check system based on FPGA that can be controlled by sensors. In the existing hospital, a doctor or nurse visited the patient every hour to check the condition. However, in this paper, patients, doctors and nurses can check the patient's condition at the desired time using patient check system. In addition, the tilt sensor is used for the patient who is uncomfortable to easily control. The proposed FPGA-based hardware architecture consists of an algorithm for enlarged image processing, a TFT-LCD Controller, a CIS Controller, and a Memory Controller to output the patient's status image. Implemented and validated using the DE2-115 test board with Cyclone IV EP4CE115F29C7 FPGA device and its operating frequency is 50MHz.

키워드

Wearable, Patient Checking System, aging society, diagnostic centered medical care

1. 서 론

인구 고령화에 따라 진단 중심의 의료기기 수요가 급증하고 있다. 이러한 수요에 급증에는 환자 수의 증가에 따른 간호 및 환자 점검을 위한

인력 부족 현상까지도 나타나게 된다. 따라서 본 논문에서는 진단 중심의 의료기기 공급 및 인력 부족을 해결하기 위해 환자 스스로 자신의 상태를 체크하는 FPGA 기반 웨어러블 시스템을 제안한다.

기존의 의료 시설에서는 의사나 간호사들이 주기적으로 모든 병실을 직접 방문하여 환자의 상태를 체크한다. 개발하고자 하는 웨어러블 환자 체크 시스템은 환자 스스로 카메라를 이용하여 실시간으로 자신의 상태를 체크하고 캡처할 수 있다. 캡처한 이미지를 4분할하여 확대하는 영상 처리 효과(ISP)의 지원이 가능하다. 또한 기울기 센서를 손가락에 부착하여 몸이 불편한 환자까지도 상태를 쉽게 제어 할 수 있도록 설계하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 본문에는 환자 체크를 위한 웨어러블 시스템 설계 구조와 내부 모듈, 영상 확대를 위한 스케일러와 틸트 센서를 통한 제어, 그리고 FPGA를 이용한 테스트 보드 검증 결과를 기술하고, 결론을 마지막으로 끝맺는다.

II. 본 론

1. 제안하는 웨어러블 시스템 설계구조

환자 체크를 위한 웨어러블 시스템의 하드웨어 구조는 I2C Configuration 모듈, CIS Controller 모듈, CCD Capture 모듈, RAWtoRGB 모듈, LCD Controller 모듈, SDRAM Controller 모듈, Sensor Detection 모듈로 구성되며 전체 탑 모듈을 통해 전체를 통합하였다. 제안하는 시스템의 모든 동작은 틸트 센서를 통하여 제어한다. 그림 2.1은 환자 체크를 위한 FPGA 기반 웨어러블 시스템의 하드웨어 설계구조이다 [1].

I2C Configuration을 통해 CMOS Sensor의 환경을 구축한다. CMOS Sensor는 Bayer Color Pattern format에 의해 이미지 데이터 스트림이 만들어 진다. CMOS 센서에 의해 캡처된 즉, 이미지 데이터 스트림은 RAWtoRGB 모듈에서 RGB 형태로 변환되어 처리된다. 이렇게 변환된 데이터들은 SDRAM Controller와 LCD Controller를 거쳐 이미지를 출력한다. 틸트 센서로부터 제어 신호를 수신 받아 전체 시스템을 제어하며, Sensor Detection 모듈을 통해 채터링 현상(Chattering Phenomenon)을 방지한다.

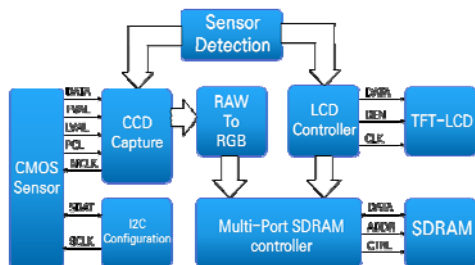


그림 2.1 환자 체크를 위한 웨어러블 시스템 설계 구조

2. LCD Controller

LCD Controller는 메모리에 저장된 영상 데이터를 제어 신호와 24비트 RGB 데이터 신호를 생성하여 TFT-LCD에 출력하게 된다. Sensor Detection의 출력 신호인 wSEL을 통해 실시간 영상과 캡처 이미지 확대에 대한 제어를 한다. LCD Controller의 동작 주파수는 33MHz이다. 그림 2.2는 LCD Controller의 블록 다이어그램이다. 표 2.1은 TFT-LCD 동작 Timing 정보를 나타낸다 [2].

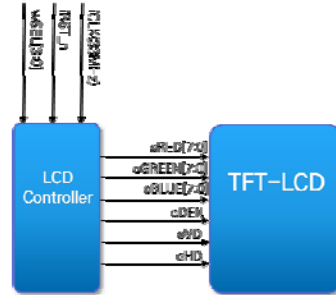


그림 2.2 LCD Controller의 블록 다이어그램

표 2.1 TFT-LCD 동작 Timing

	ITEM	SYMBOL	MIN.	TYP	MAX.	UNIT	NOTE
DCLK	Dot Clock	1/t _{CLK}	--	33	--	MHZ	
	DCLK pulse duty	T _{owh}	40	50	60	%	
DE	Setup time	T _{esu}	8	--	--	ns	
	Hold time	T _{ehd}	8	--	--	ns	
	Horizontal period	t _H	--	1056	--	t _{CLK}	
	Horizontal Valid	t _{VA}	--	800	--	t _{CLK}	
	Horizontal Blank	t _{VB}	--	256	--	t _{CLK}	
	Vertical Period	t _V	--	525	--	t _H	
	Vertical Valid	t _{VA}	--	480	--	t _H	
	Vertical Blank	t _{VB}	--	45	--	t _H	
SYNC	HSYNC setup time	T _{Hst}	8	--	--	ns	
	HSYNC hold time	T _{Hhd}	8	--	--	ns	
	VSYNC Setup Time	T _{Vst}	8	--	--	ns	
	VSYNC Hold Time	T _{Vhd}	8	--	--	ns	
	Horizontal Period	t _H	--	1056	--	t _{CLK}	
	Horizontal Pulse Width	t _{HPW}	--	30	--	t _{CLK}	t _{HB} +t _{HPW} =46DCLK
	Horizontal Back Porch	t _{HB}	--	16	--	t _{CLK}	is fixed
	Horizontal Front Porch	t _{HF}	--	210	--	t _{CLK}	
	Horizontal Valid	t _{HD}	--	800	--	t _{CLK}	
	Vertical Period	t _V	--	525	--	t _H	
Vertical Pulse Width	t _{VPW}	--	13	--	t _H	t _{VPW} + t _{VB} = 23t _H	
Vertical Back Porch	t _{VB}	--	10	--	t _H	is fixed	
Vertical Front Porch	t _{VF}	--	22	--	t _H		
Vertical Valid	t _{VD}	--	480	--	t _H		
DATA	Setup time	T _{dsu}	8	--	--	ns	
	Hold time	T _{dsu}	8	--	--	ns	

3. 이미지 분할 및 확대

TFT-LCD Controller 모듈에서 캡처된 이미지를 4분할로 나누어 확대하는 기능을 한다. 분할된 각각의 프레임은 400X200의 해상도를 나타낸다. 그림 2.3은 이미지 분할 동작에 대한 그림이다. 이미지 확대는 최단 입점 보간법의 특별한 경우인 화소복사를 이용하여 수행하게 된다 [3]. 이러한 화소복사를 통해 캡처된 이미지를 정수배(4배) 확대한다. 새로운 화소 값을 계산하지 않고 입력

화소 내에서만 찾기 때문에 영상의 화질은 많이 감소하고 캡처 이미지에 Blockiness 현상이 발생하지만 처리속도가 빠르고 구현하기 쉬운 장점이 있다[4]. 그림 2.4는 화소복사의 동작을 그림으로 나타낸다.

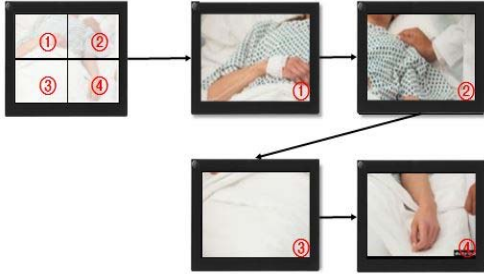


그림 2.3 이미지 분할 동작

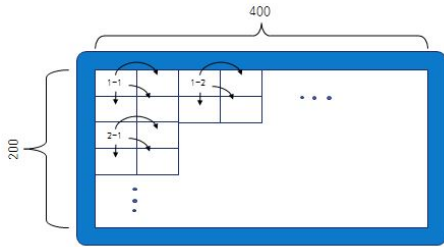


그림 2.4 최단 입점 보간법의 화소복사

4. Sensor Detection

Sensor Detection는 틸트 센서로부터 입력된 신호가 채터링 현상을 유발하는데, 이를 방지하는 모듈이다. 채터링이란 스위치 등의 접촉점에서 닿은 상태와 떨어진 상태가 한 번에 바뀌지 않고 여러 번에 걸쳐 미세하게 닿았다 떨어졌다 하는 현상을 말한다[5]. 그림 2.5는 Sensor Detection 모듈의 시뮬레이션 결과이다. GPIO 핀으로부터 입력 받은 신호를 레지스터에 순차적으로 입력시켜 논리연산에 의해 바운스 현상에 최소화된 값이 출력된다.

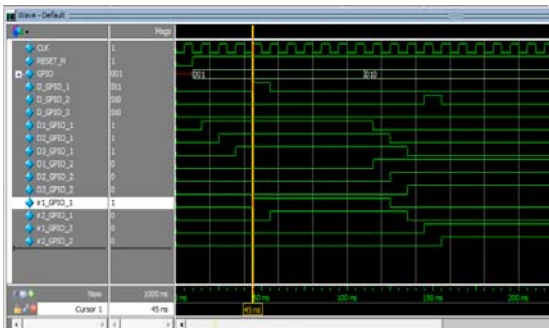


그림 2.5 Sensor Detection 시뮬레이션

5. FPGA 검증 결과

제안하는 환자 체크를 위한 FPGA 기반 웨어러블 시스템의 전체 하드웨어 설계 및 검증은 Altera사의 Cyclone IV EP4CE115F29C7 FPGA 디바이스를 사용하여 검증하였다. 표 2.2는 환자 체크를 위한 웨어러블 시스템 하드웨어 구조의 FPGA 검증 결과를 나타낸다.

표 2.2 FPGA 검증 결과

Logic	Used	Available	Utilization
Logic Elements	2,254	114,480	2%
Combinational Functions	1,920	114,480	2%
Dedicated Logic Registers	1,310	114,480	1%
PLLs	1	4	25%

III. 결 론

본 논문에서는 환자 체크를 위한 FPGA 기반 웨어러블 시스템 구조를 제안하였다.

몸이 불편한 환자를 위해 틸트 센서를 손가락에 끼울 수 있는 웨어러블 형태의 간단한 제어 방법을 사용하였고, 최단 입점 보간법의 특별한 경우인 화소복사를 이용한 확대 알고리즘을 이용함으로써 계산이 간단하고 빠르게 영상을 만들 수 있도록 하였다. 또한 향후 진단 중심 의료기기 수요에 따른 시스템 개발 및 의료 인력 부족 해결 방안을 제시한다.

제안하는 환자 체크를 위한 FPGA 기반 웨어러블 시스템은 Cyclone IV EP4CE115F29C7 FPGA 디바이스가 장착된 DE2-115 테스트 보드를 사용하여 구현하였으며, 동작 주파수는 50MHz이다.

참고문헌

- [1] Terasic, "VEEK", VEEK-MT User Manual, <http://www.terasic.com>, (2015, 06, 04)
- [2] Terasic, "VEEK", LC-CPT 7inch PS-9928-01 Rev01, <http://www.terasic.com>, (2015, 06, 04)
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, 2nd Edition, Pearson Education, 2003.
- [4] 한밭대학교 정보통신공학과, 디지털 영상 처리 강의자료, 2016.
- [5] 다카모토 다카요리, 모두의 아두이노, 길벗, 2016.