

Plan Position Indicator Scope 주사방식의 Radar 영상신호를 LCD Display 에 잔상영상으로 데이터 표출 구현에 관한 연구

신현종*, 유형근** 정회원

Study On The Signal Radar Plan Position Indicator Scope Of The Data Expressed Scanning System Implemented As An Sticking Image On LCD Display

Hyun Jong Shin*, and Hyeung Keun Yu** *Regular Members*

요 약

디스플레이는 장치는 아날로그 또는 디지털 시스템에서 발생하는 문자, 도형, 영상, 패턴 형태의 정보를 인간의 육안으로 판별 가능하도록 전달함으로써 인간과 기계를 연결시켜주는 중요한 영상정보통신시스템 장치이다. 이러한 장치를 활용해 보여주는 기능이 중시되면서 정보를 정확하고 신속하게 표출하기 위한 핵심적인 기능과 역할이 절대적으로 필요하다. 아날로그 시대의 대명사였던 브라운관(CRT)에 PPI Scope 주사방식 시스템 신호를 CRT에 표시함으로써, CRT에 표시된 정보를 통해 기계적인 시스템에서 발생된 신호를 인간인 판독할 수 있도록 전달하는 중간 매개체 역할을 통해 정보를 분석하였다. 본 연구는 이와 같이 수신된 신호를 정보로 표출하는 레이더 디스플레이 장치에 관한 것으로, 디스플레이 장치의 수직 블랭킹 간격(Vertical blanking interval)과 버퍼스왑(Buffer swap)을 통한, 고정함수 그래픽 파이프라인 고속 대용량 처리형태의 알고리즘을 적용하였다. 발생될 수 있는 오차를 제거하기 위해 FPGA 및 내부 알고리즘, H/W로직을 동기화 처리로 표출정보 끊김 현상을 제거하고, 고속으로 영상정보가 표출될 수 있도록 구현함으로써, 별도의 고가 고성능 그래픽 연산장치 GPU 없이 구현된 FPGA 로직에 수행알고리즘을 적용하여 경제성은 물론 레이더 정보표출 신뢰성과 성능을 향상시켰다. 이를 통해 기존 아날로그 신호에 따라 동작하는 CRT 레이더 디스플레이를 구비한 레이더 시스템에서 디스플레이를 평면 디스플레이로 교체할 수 있도록 한 레이더 디스플레이 장치에 관한 연구이다.

Key Words : CRT, LCD Display, Plan Position Indicator Scope, Rising Time, Falling Time, Image Sticking FPGA

ABSTRACT

The display device is an important video information communication system device to connect between human and device. it transfers the information as characters, shapes, images and pattern to enable recognizing by eyes. Theres absolutely needs some key functions and role to quickly display informations. It can analyse a information through a PPI Scope of a cathode-ray tube(CRT) displays information which can perform a role. this research proposed a radar device to display informations as received signal. The radar display researches can apply to fixed function graphics pipeline algorithms of the large capacity type through a vertical blanking interval and buffer swap of display unit. Also, it can be possible to apply to performed algorithms to FPGA logic without high-performance graphics processing unit GPU through synchronization which can implement a display system. In this paper, we improved the affordability and reliability through proposed research. 이So, we have studied the radar display unit which can change a flat display from radar display of CRT radar display.

I. 서 론

PPI Scope(Plan Position Indication)[1,9,10] 주사방식의

신호를 오차 없이 정보가 필요한 표현 공간 영역에 정확한 정보를 표현하기 위해서는 CRT(Cathode Ray Tube)신호발생 형태 분석과 정보를 표출하는 기술방식의 분석이 필요하

*농인솔루션

**서울과학기술대학교, 교신저자 : 유형근 (yudison@naver.com)

접수일자 : 2015년 8월 18일, 수정완료일자 : 2015년 9월 8일, 최종 게재확정일자 : 2015년 9월 10일

다. 또한 CRT에 브라운관에 생성될 정보 패턴 데이터가 디스플레이 되기 위해서는 브라운관에 적합한 주사방식이 적용된다. 하지만 CRT와 LCD는 화면을 구성하기 위한 기술적 방법이 상이하다. 그러므로 CRT영상신호를 LCD화면에 디스플레이하기 위한 적합한 신호생성 및 신호제어를 위한 하드웨어 로직과 정보표현을 위한 고속 소프트웨어 알고리즘이 절대적으로 필요하다. 연구에서는 기존의 CRT 디스플레이에 비해 대폭적인 성능 향상을 위해 레이더 데이터를 수신 받아 고속의 FPGA(Field Programmable Gate Array) 반도체 로직 설계와 반도체 구동 프로그램, 고속 잔상표출, 색상표출 고정함수 그래픽 파이프라인[11] 알고리즘 구현 기술을 연구하였다.

일반적으로 디스플레이 장치를 구분하는 범용적인 형태는 정보가 표출되는 공간 표면에 빛의 발광여부에 따라 디스플레이 장치를 구분하고 있다. 디스플레이 빛 정보 신호가 자체의 발광에 의해 표시되는 경우가 빛 발광형 표시(Emissive Display)로 구분되며, 반사, 산란, 간섭 현상 등에 의한 주변광의 제어 즉, 광변조로 표시되는 경우가 비 발광 표시(Non-Emissive Display)[2] 장치로 기술적인 특성을 구분하고 있다.

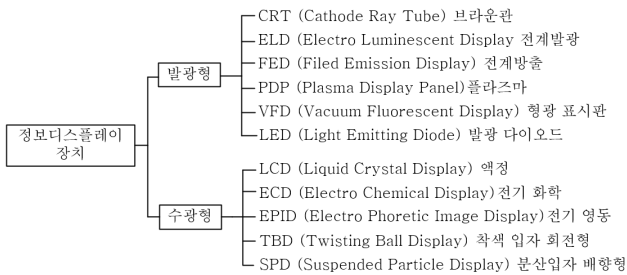


그림 1. 디스플레이 장치 형태

정보 디스플레이 장치별 특성을 비교하면 다음의 도표와 같이 정의된다.

표 1. 디스플레이 장치별 특성 비교

Display Device	특성				MEMS	신뢰성	소비 전력
	화질	Contrast	휘도	응답 속도			
CRT	◎	◎	◎	△	△	△	△
PDP	◎	○	○	◎	○	○	△
유기EL	○	○	○	◎	◎	◎	◎
FED	○	○	○	○	◎	◎	○
STN-LCD	○	○	○	○	◎	◎	◎
TFT-LCD	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

<기호참조 : ◎ 매우우수, ○ 우수, △ 보통>

CRT는 전기신호를 광 신호로 바꾸는 디스플레이 기술로 Braun관의 음극에 설치된 전자총 즉, 열전자 발생 장치에서 열전자가 방출되면 전자는 강력한 플러스 전기에 이끌려 튜

브에 따라 주사되며, 편향 요크(Deflection York)는 전자를 상하 좌우로 편향시켜 2차원 디스플레이를 구현하는 기술이 적용된 정보표현 형태이다. 전자는 형광체가 코팅되어 있는 스크린의 뒷면, 즉, 형광면을 부딪쳐 형광체를 발광시키고[2] 그림, 글자나 도형 등의 정보가 영상으로 구성되어 화면상에 디스플레이 하게 된다. 다음 2는 그림은 기존 CRT를 이용하여 레이더(Radar)의 정보신호를 표출하는데 적용된 CRT의 구조이다.

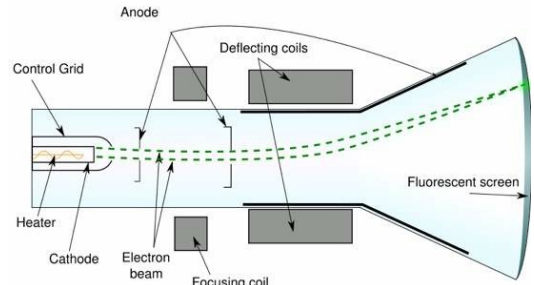


그림 2. CRT의 구조

Cathode-ray tubes. Electrostatic deflection

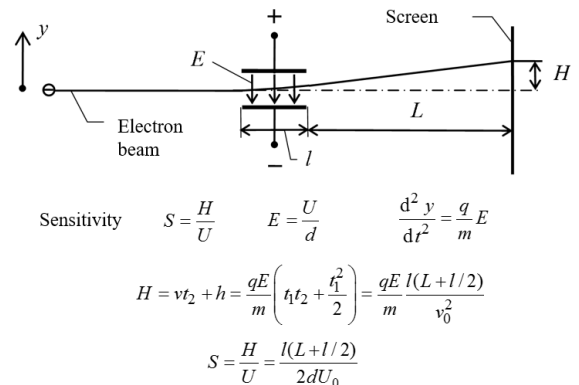


그림 3. CRT 음극선관 편향신호에 따른 감도

그림 3은 음극선관 편향신호에 따라 감도에 영향을 끼치는 요소이며, 감도[4]를 나타내는 함수를 정리하였다. CRT는 디스플레이 선명도와 해상도는 전자총의 포커스(Focus) 성능에 따라 결정되며, 화소는 전자총에 의해 형광면 위에 집결시킨 전자빔[5]의 정지 Spot을 편향 요크에 의해 수평(x) 방향으로 화소 간격 d만큼 주사한 것을 의미한다. 앞서 언급한 해상도를 나타내는 형태는 가우스 분포로 가정한 휘도 분포이며 다음과 같이 정의된다. 이 같은 수식에 의해 제작된 CRT 디스플레이 장치에 정보가 표출되면 육안으로 식별하게 된다.

$$L_p(x,y) = (1/d) \cdot \int_{-d/2}^{d/2} L_{so} \cdot \exp(-((x-\epsilon)^2 + y^2)/\sigma^2) de$$

L_{so} : 정지 spot 피크 휘도, (x,y) : 형광면의 위치
 $\sigma = S/2(2 \cdot \sqrt{\epsilon 2})$, S : 정지 spot의 반값폭

아울러 정확하고 세밀한 정보를 CRT에서 영상으로 표출하기 위해서는 휘도와 콘트라스트 제어가 매우 중요하다. 디스플레이 튜브의 래스터(Raster) 평균 휘도[6] L_{AV} 는 형광체의 발광효율 η , Face plate의 패널 유리의 투과율 T_p 및 음극 평균 전류 밀도 i_k 의 γ 승에 비례[2]하는 CRT고유의 기술적 특성을 가지고 있다. 반면 산업 및 특수용 디스플레이로 사용되는 TFT-LCD(Thin film transistor liquid crystal display)의 휘도(Luminance)는 백색에서 흑색까지의 밝음을 느끼는 정도로 일정한 넓이를 가진 광원 또는 빛의 반사체 표면의 밝기를 나타내는 양이다. 광원은 루멘(lm)광속과 lm/W(효율)과 같이 방출되는 광량으로 표현하는데 비해, 디스플레이는 사람의 눈으로 느끼는 화면의 밝기가 중요하므로 단위면적을 고려하여 빛의 세기 nits(cd/m², candela/m², fL/m² (축광) 단위가 적용된다[2,3].

즉, LCD에 적용되는 휘도의 광 특성을 다음과 같이 적용할 수 있고, 이와 같은 이론적 배경과 기술을 토대로 TFT-LCD를 적용하여 시스템을 구현할 때 정보표출 신뢰성 및 효율성이 결정되는 중요한 요소가 된다.

- 광도(I, cd) = 한 방향으로 방출되는 광속/한 방향각도(sr)
- 휘도(L, cd/m²) = 광도(cd)/조사 면적(/m²)
- 조도(E, lx) = 단위 면적에서 조사되는 광속/조사 면적(/m²)
- 램프효율(lm/W) = 광속(lx)/전력 소모량(W)[2,3]

본 연구에서는 레이더 PPI Scope 신호를 잔상 영상기술로 구현하기 위해서는 응답속도 역시 매우 중요한 요건이 된다. 응답속도의 의미는 디스플레이의 휘도가 가장 어두운 상태 10%에서 90% 까지 변할 때 걸리는 시간으로 (Rising time T_r), 반대로 휘도가 가장 밝은 상태(White) 90%에서 10%까지 변할 때 걸리는 시간(Falling time T_f)로 정의되고, 보통 T_r 과 T_f 의 합으로 나타내는 것이 일반적이다. 다음의 그림 4는 Rising time & Falling time[8,9]을 정의하는데 시간에 따른 투과율 변화를 나타내었다.

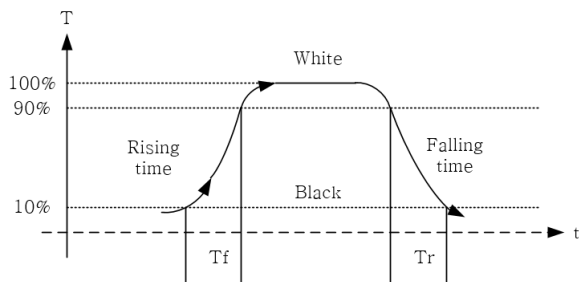


그림 4. Rising time & Falling time 변화율

아울러 TFT-LCD에서 잔상은 일정한 시간동안 동일한 Pattern을 표시한 후 다른 Pattern으로 변경하였을 때 이전의 Pattern이 남아 있는 현상이 발생된다. TFT-LCD에서 잔

상의 원인은 동일한 전압인가에 따른 LC의 열화에 따른 V-T Curve 변경, 열화 변형된 LC에 기인한 PI표면에 이온 흡착에 따른 V-T Curve 변경, 비정상 구동에 따른 + Frame과 - Frame의 전압차에 의한 잔류로 PI면에 전사되어 발생하는 현상으로 품질불량 형태로 분류되기 때문[2,3]에 본, 연구에서 잔상(Image sticking)영상으로 레이더 신호 데이터 표출 구현은 TFT-LCD Hardware 특성에서 발생하는 잔상을 이용한 것이 아니다. 앞서 언급한 ASIC형태로 구성된 FPGA 반도체 로직에 탑재된 메모리 영역에서 영상 맵 변화를 발생시킨 부분만큼 지속적인 신호인가 방법을 적용하여 데이터의 신뢰성 향상과, 정교한 표현으로 정보표출 신뢰성 및 효율성을 높이는데 주안점을 두고 구현하였다.

II. 관련 연구

레이더 신호를 노이즈 영향을 받지 않고 원하는 영상정보로 표출하기 위해서는 정교한 필터가 요구되며 일반적으로 저역 통과 필터를 사용하지만 필터를 사용할 경우 영상 해상도를 떨어뜨리는 단점을 갖는다. 해상도는 신호 진폭에 따라 대역폭을 동적으로 변경할 때 향상되며, 또 다른 방법으로는 동영상 프레임간의 적시 유사성을 이용하기도 한다. 하지만 모든 잡음 비트 영상 내용은 유사한 반면, 프레임 간에는 임의적이다. 본 연구에서는 앞서 언급한 FPGA로직에 적합한 필터기능을 갖는 회로와 고정함수 그래픽 파이프라인 알고리즘을 적용함으로써 잡음제거 효율이 높고 선명도 손실 없이 달성[3]하는 방법을 적용하고 있다.

일반적으로 레이더(Radar)는 라디오 에너지(Radio energy)가 지향성 안테나에서 방사되어 어느 목표물에 부딪치면 상기 에너지의 일부가 되돌아오는 반사파가 생긴다. 이 반사파를 수신, 검파하는 장비로 그 목표물의 위치를 파악할 수 있는 장치이다. 즉, 전파를 목표물에 보내어 그 전파 에너지의 반사파를 수신하고 전파의 직진성과 정속성을 이용하여 그 왕복시간과 안테나의 지향특성에 의해 목표물의 위치(방위 및 거리)를 측정하고 이를 표시부에 표시하는 것으로 원거리의 목표물을 탐지할 수 있게 된다.



그림 5. CRT를 이용한 레이더(좌)Sweep강도 낮은 영상표출 (우)Sweep강도 높은 영상표출 형태

이러한 레이더 장치는 GHz의 주파수를 이용하기 때문에 전용의 통신 수단과 신호 처리, 구성 시스템 중 정보 파악이 용이하도록 특수하면서 정밀한 장치들로 구성된다. 레이더 장치 중 전파 신호를 영상 정보를 변환하여 육안으로 판별하는 장치는 CRT를 이용하고 있다. CRT는 구조 및 부품특성상 장시간 사용 시 CRT내부 형광체의 성능이 현저히 저하되어 정보의 왜곡이 발생가능성이 높아 일정시간 사용 후 반드시 교체가 필요하다. 레이더 시스템은 고가의 초정밀 부품과 초정밀 기계 장치로 구성되는데, CRT 성능이 현저히 낮아지더라도 CRT를 제외한 레이더 시스템은 정상적으로 동작하는 특징을 갖고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 레이더 시스템에서 CRT를 대체할 수 있는 기술 연구 개발을 통해, 기능이 떨어진 CRT만 교체하여 고가의 특수 레이더 시스템 장치를 연속적으로 현업에서 사용하고자 하는 요구와, CRT는 제조가 중단되고, 신규 개발 모델 출시가 불투명한 점 그리고 CRT 유지보수를 받을 경우 오랜 시간과 매우 높은 기술료를 지급해야 하는 기술적 문제 3가지 조건에 맞추어 연구 하였다.

전기전자 정보통신 기술의 발전에 힘입어 최근에는 CRT 대신 평면 디스플레이로 교체하고자 하는 시도가 있었다. 하지만 초기 시스템 설계시 평면 디스플레이용으로 설계된 최근의 레이더 장치가 아닌 이상 CRT용으로 출력되는 복합 영상 신호를 평면 디스플레이용으로 변환해주는 커스텀 영상 처리 장치를 설계하는 것은 매우 특수하고 기술적 난이도가 높다. 대규모 양산을 할 수 없는 특수한 상태의 수요 계층이므로 개발 비용이 상승 되는 요인을 가지고 있어 실현 가능성이 매우 낮아 구현된 사례가 없다. 평면 디스플레이에 영상 메모리 내의 정보를 변경하여 정지 영상을 표시하는 방식으로 동작한다는 점에서 CRT 출력용 신호를 분석하여, 평면 디스플레이로 표시한다 하더라도, CRT상에 표출되는 정보표현 방법이 현저히 다르기 때문에 영상정보 관측에 오랜 학습과 훈련이 필요하고, 변경된 디스플레이 정보표출 화면 형태에 익숙해지기 어려운 환경 여건이 있다. 또한 운영자가 변경된 정보 디스플레이 방식에서 정확하게 정보를 판단하는 문제 즉, 정상 정보를 오류로 판정 시, 오류 정보를 정상으로 판정할 경우 아주 심각한 문제를 야기 시킬 수 있기 때문이다.

III. FPGA 구현모델

본 연구에서는 CRT용으로 설계된 레이더 장치의 영상 출력을 평면 디스플레이용으로 용이하게 변환하면서도 그 표시 방식을 기존 CRT 표시 방식과 유사하도록 하여 사용자가 연속적으로 사용 가능하도록 하고, 레이더 측정 영상과 기호 등의 부가적인 표시 영상을 서로 다른 방식(색상, 잔상 여부)으로 표시하도록 하여 기존 CRT와 같은 환경이지만 식별력을 더욱 높일 수 있도록 기능을 구현에 대하여 연구

하였다. 아울러 본 연구에서는 원형 디스플레이의 외곽에 방위를 나타내는 베젤을 영상으로 생성하도록 적용하여 베젤 기능이 하드웨어적으로 지원하지 않을 경우에도 선명한 베젤을 제공할 수 있도록 하며 영상 데이터 분석에 용이하도록 사용자가 원하는 방향으로 360° 회전시킬 수 있도록 한다.

CRT 디스플레이를 구비한 레이더 장치의 영상 출력 신호는 단순히 물체에 대한 측정 신호를 수직이 아닌 원형으로 순차 표시하는 영상뿐만 아니라 부가적으로 화면상에 표시해야 하는 기호들에 대한 신호도 포함하고 있다. 또한 표준 영상 출력(NTSC, PAL)이 아닌 복합적인 신호가 혼합된 형태로 그림 6에 제시된 바와 같이 한 주기 내 영상 신호가 복합적으로 구성되기 때문에 단순한 CRT용 신호를 평면 디스플레이(LCD, LED, PDP 등) 신호로 변환(Converting)하는 방식을 직접 적용하기에는 매우 까다로운 영상데이터를 구성하는 신호이다.

이러한 기술적 제약조건 및 레이더 정보를 신속하게 원하는 영상데이터 정보로 제공하는 기능 및 기술적인 사항을 해결하기 위해 다음과 같은 방법을 연구하였다. CRT용 레이더 장치의 디스플레이 영상데이터 출력을 평면 디스플레이용으로 변환하기 위해서는 전혀 새로운 비디오 신호처리, 영상데이터 맵핑, 고속연산장치, 고속메모리, 분석 및 변환알고리즘으로 구성된 시스템이 필요하다 그림6에 제시된 영상신호에서 최대밝기 범위는 min 0 ~ max 255로 설정하였고, 그림에서 편향신호 주기 동안 영상의 위치정보가 표출된다. 한 주기 동안 영상신호 구성형태는 좌측은 Radar Video Signal, 우측은 Symbol Signal 이다. 이 두 개의 신호는 메모리에 위치한 데이터 영역에 Mapping되며 읽기 쓰기를 반복하여 새로운 데이터를 형성하도록 하였다.

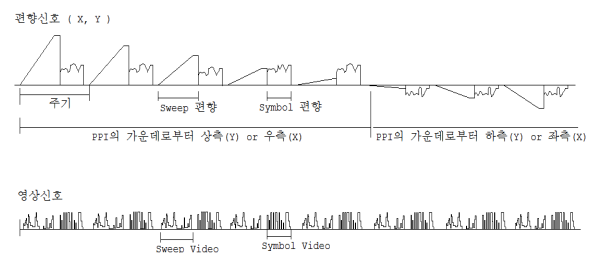


그림 6. 레이더 장치의 CRT 영상관련 신호

평면 디스플레이용 비디오 처리장치 기능이 필요한 핵심요건은, 정보가 표현될 영역에 해당 비디오 메모리에 영상정보를 입력하여 지속적으로 표시하는 방식으로 구성된다. 레이더 장치의 CRT 디스플레이용 신호 분석을 통해, 분석된 데이터는 고속 비디오 메모리에 데이터를 기록한다 하더라도 실제 제공 영상은 기존의 CRT용 영상과 차이가 발생할 수밖에 없는데 이러한 기술적 제약사항을 해결하는 것이 핵심 관건이다.

또한 CRT 디스플레이에서 영상 잔상이 소실되면서 새롭게 입력되는, 영상으로 갱신되어 가는 형태의 영상을 제공하

기 매우 어려운 문제와 레이더 장치 표시 영상은 반사되는 신호를 기반으로 물체정보를 영상으로 표시하기 때문에 실제 목표의 형태와 크게 상이하다. 일반적인 지도, 항공영상 물체와 레이더로 측정된 물체의 형상은 다르게 나타나는 제약과 기술적 제약 요건을 포함하고 있다.

레이더 분석정보 표출의 중요성은 해안선 선박의 위치나 이동을 감시하는 레이더의 경우, 해안선과 인근 섬이 레이더에 표시되는 영상을 관독자가 육안으로 구분하여 정확한 판별까지는 약 3개월 정도 교육과 실습 경험이 필요하다. 오랜 시간 정보 관찰 경험이 있어야 해안선과 그에 인접한 선박을 구분해 낼 수 있기 때문이다. 바다의 경우 풍량이 있거나 조수 간만의 차이에 의해 갯벌의 형상이 레이더 영상으로 잡히는 경우는 지형과 선박을 구분하는데 더 오랜 학습 시간이 걸리게 된다. 이러한 문제와 제약요건을 종합하면 레이더 정보 관독자에게 익숙해진 레이더 영상 표출방식을 변형하기는 어렵다는 것을 의미한다. 아울러 실시간 변화가 반영된 정지 영상의 경우, 지속적으로 입력되는 신규 데이터와 기존의 데이터를 표시해 주는 데 적합하도록, 극 좌표계를 기준으로 원형으로 회전하면서 잔상 효과에 의한 이전 영상이 갱신되는 CRT 정보표시 방식과 같이 영상 표출 방식의 일환으로 애플레이션이 필요하다.

IV. 결과 및 고찰

연구에서는 레이더 장치의 CRT용 영상 출력 신호를 수신하여 이를 디지털 신호로 변환하는 영상 신호 수신부가 있다. 영상 신호 수신부가 제공하는 복합영상 정보에서 시간적으로 정보가 다르다는 것을 분석을 통하여 결정하였고, 이를 집중적으로 연구하여 레이더 영상에 대한 신호와 심볼 영상에 대한 신호로 각각 분리하여 실제 디스플레이의 화면에 대응되도록 하였다. 충실한 레이더 정보 표출 기능을 갖기 위해서 다음 그림 7에 제시된 바와 같은 형태로 모듈화 시켜 수행속도 향상 및 신뢰성 향상, 신속한 유지보수를 고려하였다. 구성된 9개 모듈별 핵심 기능을 Hardware FPGA로 구성하였고 처리속도에 영향을 미치지 않도록 초고속 108Mhz Clock을 갖춰 방대한 데이터 연산을 위한 로직과 성능 향상을 위한 초고속 연산 알고리즘을 고정함수 파이프라인 동작 알고리즘 형태로 적용하였다.

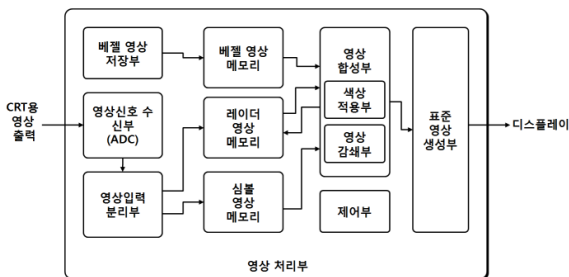


그림 7. 9개 모듈로 구성된 영상 처리 블록도

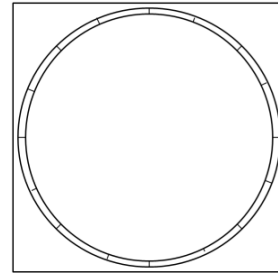


그림 8. 360° 방위각을 나타내는 원형 베젤형태

제약 요건으로 나타난 문제점을 연구를 통해 모듈에서 수행하도록 설계 정립된 요건별 기능을 정리하면 다음과 같다. 레이더 정보디스플레이 형태는 첫째, 레이더영상, 심볼영상, 극 좌표계 베젤영상으로, 베젤은 레이더 영상정보 관독에서 필수요건이다. 3개의 영상을 구분하기 위해 별도의 메모리에 데이터가 적재되며, 3개의 별도 메모리에 적재된 영상 데이터를 FPGA 영상 합성 알고리즘에서 취합하여 DAC부로 전송하고 DAC에서는 LCD 디스플레이부로 전송한다. DAC에서는 RGB신호를 동기신호와 합성된 아날로그 RGB신호로 수평동기 63.98Khz, 수직동기 60Hz, RGB CLK은 108Mhz, 해상도는 1280*1024의 데이터로 전송된다.

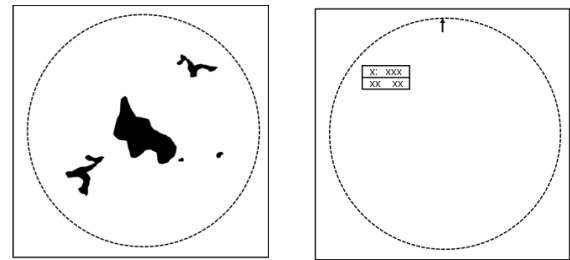


그림 9. 영상메모리 구현(좌)영상 (우)심볼영상

둘째, 영상 합성부로 레이더 영상 메모리의 영상 정보에 심볼 영상 메모리의 영상 정보를 상위 레이어로 합성한다. 합성된 영상을 상부 베젤 영상과 메모리 영상 정보를 합성하여 정보표출 내용의 우선순위를 달리하는 FPGA로직에서 수행되는 알고리즘을 적용하여 고품질의 선명한 원형의 영상을 구현하였다.

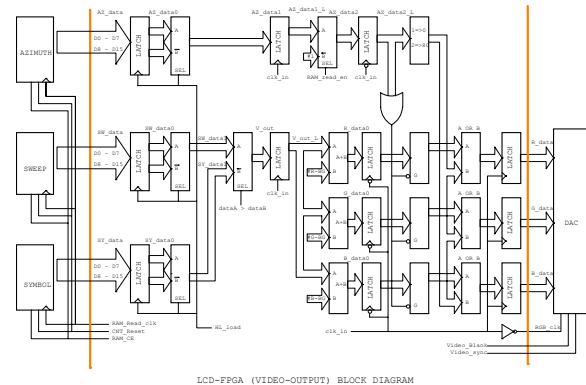


그림 10. LCD 영상데이터 표출 블록도

레이더에서 핵심정보를 표출하기 위해 그림 10의 위쪽은 방위각 중앙은 Sweep 아래는 Symbol 영역 로직으로 구현하였고 3개의 신호 값과 칼라 RGB 3색 R-BG, G-BG, B-BG를 판독, 합성하여 우선순위를 부여하였다. 신호처리 시 발생될 수 있는 지연문제를 해결하기 위해 각 요소별로 Latch logic을 탑재하여 FPGA 클럭에 동기 시켜 파이프라인 고속 대용량 처리 알고리즘과 같은 형태의 고정함수 그래픽 파이프라인 알고리즘을 연구하고 적용시켜 문제점을 해결하였다. 그림 10의 오른쪽 출력 로직 구성은 DAC Digital analog converting 부분으로 VESA규격 Video signal을 1280*1024 해상도를 가지도록 연구하여 구현 하였다.

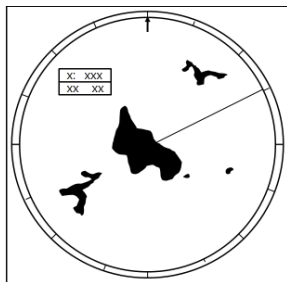


그림 11. 영상 합성을 레이더 디스플레이 표출

각각의 시스템부로 구성된 전체 동작은 제어부가 관리하도록 구성하였다. 동작 형태에 따라 베젤영상 저장부의 이미지 정보를 베젤영상 메모리에 로드하거나, 영상 입력 분리부를 통해 분리된 영상을 레이더영상 메모리와 심볼영상 메모리에 기록하도록 하였다. 영상합성 부를 제어하여 베젤영상을 회전시키거나 표시되는 각 내용의 색상이나 표현 방식을 변형하도록 하였다. 레이더 영상이 CRT처럼 잔상이 갱신되는 형태로 표시되도록 에뮬레이션 기능을 구성하여 단위별 프로세스 제어 알고리즘을 통해 구현하여 신뢰성과 처리 속도 향상을 실현하였다.

정교한 영상을 표출하기 위해 구현된 회로구성 그림 12의 특징으로 High speed Dual port memory를 탑재시켜 메모리 데이터 입출력 처리 속도를 향상시켰고, 최적화된 데이터를 입출력하기 위해 앞서 언급한 바와 같이 고정함수 그래픽 파이프라인[11] 고속 대용량 처리 기법과 같은 형태의 알고리즘을 연구하여 적용시켰다. 이로써 데이터 정확성과 특화된 영상정보 표출형식을 구현하여 고정함수 그래픽 파이프라인과 같이 자동으로 처리되고 아울러 심볼영상, 심도(Depth of field) 영상, 스텐실영상(Stencil), 칼라영상 데이터 및 최종 픽셀을 포함한 프레임 버퍼(Frame buffer) 단편 데이터가 합성처리 되도록 하였다.

일반적으로 3D영상구현에서 칼라버퍼는 디스플레이 장치에 결과를 표시하는데 사용된다. 하나의 단일 프레임 버퍼만 사용되는 경우에는 속성에 따라 n개의 프레임 버퍼가 존재한다. 하나의 단일 프레임만을 사용할 경우 렌더링 된 픽셀은 직접 판독되어 화면에 표시된다. 또한 디스플레이 재생을

(Refresh rate)뿐만 아니라 렌더링에 따라 두 개 이상의 연속적인 프레임들의 콘텐츠는 디스플레이에 동시에 나타난다. 이러한 상태를 화면 끊김(Screen tearing)이라 하며, 움직이는 물체위에 가시적인 아티팩트(Artifact)를 초래하는 요인이 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 종래의 구현 방법은 이중 버퍼링(Double buffering)을 사용해서 이러한 아티팩트는 부분적으로 해결한다.

즉, 디스플레이 영상데이터가 적체되는 전면 버퍼(Front buffer)를 사용하여, 픽셀을 후면 버퍼(Back buffer)로 렌더링 함으로써 줄일 수 있다. 하지만 렌더링과 디스플레이 재생률은 보통 다르기 때문에 끊김(Tearing)현상 즉, 영상에서 수평동기가 적정하지 않기 때문에 수평선의 어느 그룹이 불규칙하게 벗어나는 일종의 화상 결함 현상이 발생한다. 이러한 문제를 디스플레이 장치의 수직 블랭킹 간격(Vertical blanking interval)으로 버퍼스왑(Buffer swap)을 동기화 하여 수직 동기화[11]를 가능함으로써 완벽히 제거할 수 있는 기술적 방법을 연구하여 구현함으로써 별도의 고가 고성능 그래픽 연산장치 (GPU :Graphic processing unit) 없이 FPGA 로직에 수행알고리즘을 적용하여 경제성은 물론 레이더 정보표출 신뢰성과 성능을 향상시켰다.

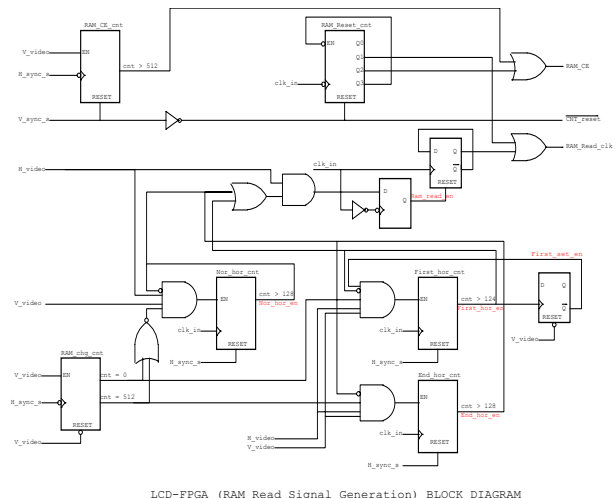


그림 12. 영상데이터 Memory 적재 블록도

셋째, 제어부는 운영자가 선택한 입력신호를 수신하여 영상 합성부가 출력하는 영상 신호를 Analog RGB신호로 변환 처리과정을 거쳐 캡처한 후 이미지로 저장하거나 동영상으로 저장하는 기능을 수행할 수 있도록 운영의 편리성 기능을 부가적으로 실현하였다. 그리고 심볼영상 메모리에 적체된 심볼은 레이더영상 메모리의 레이더 감시 데이터영상을 영상과 영상을 오버레이(Video overlay) 시킬 수 있는 특수 표출기능을 실현하였다. 영상 오버레이 기능은 제어부의 설정 값에 따라 심볼 영상에 우선순위를 둘 수 있으며 오버레이 형태로 겹쳐서 표출하는 기술적 방법과 심볼의 색상을 변화시켜 운영자가 데이터 판독에 오류가 발생하지 않도록 차별화된 영상 표출 방법을 연구를 통하여 구현하였다.

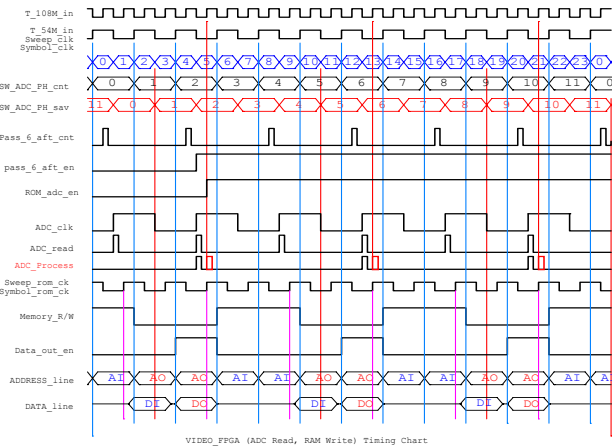


그림 13. FPGA 영상데이터 적재 판독 신호

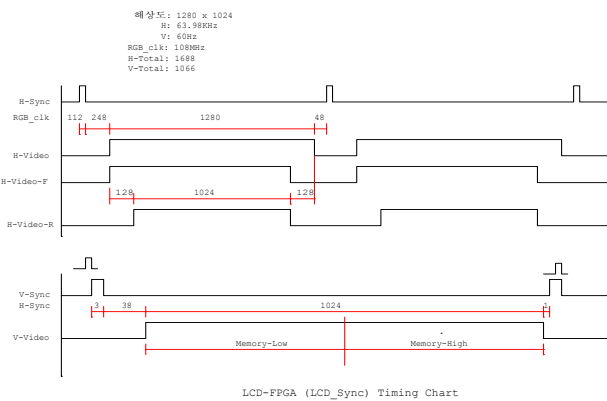


그림 14. FPGA 영상데이터 동기신호 추출 신호

넷째, 영상 합성부는 시스템 내부에서 색상 적용부와 영상 감쇄부를 포함하고 있다. 색상 적용부는 베젤영상 메모리, 레이더영상 메모리, 심볼영상 메모리마다 각기 다른 색상을 적용하여 식별력을 높일 수 있다. 레이더 영상 데이터에서 이전 영상데이터와 변화되는 영상데이터 영역은 색상에 변화를 줌으로써 레이더에서 새로운 탐지물체 발견과 이벤트 상황 정보를 쉽고 정확하게 파악할 수 있도록 레이더 영상정보 표출이 되었다. 그림 14는 정사각형 화면 1024*1024 규격을 구현하기 위해 메모리를 Low영역과 High 영역으로 영상데이터 메모리를 적재하도록 하였다. 즉, LCD 디스플레이 해상도 1280*1024에서 전체화면 중 레이더 정보 표출에서는 1024*1024화면을 적용하기 위함이다.

다섯째, 영상 감쇄부 모듈은 레이더의 영상을 CRT 영상과 같이 잔상과 극 좌표계에서의 회전에 따른 신규 이미지 출력 형태로 표현하기 위한 로직과 함께 구현된 알고리즘이다. 극 좌표계 정보로서 제공되는 CRT용 영상을 직교 좌표계에 표시하면서 잔상 효과도 주려면 각도의 지속적 회전에 맞추어 신규 정보는 휘도를 높이고 오래된 정보는 감마보정을 하며 점차 휘도를 낮추는 등 복잡한 수학적 처리가 요구된다. 하지만, 본 연구에서는 FPGA로직과 고속 동작 알고리즘으로 MEMS 기술을 적용하여 스마트하고 저 전력으로 구현될 수 있도록 연구함으로써 수학적 연산을 제거함으로써

시스템 부하를 획기적으로 개선하고 시스템 내부에서 수행되는 에뮬레이션에 필요한 연산 자원이 부족하더라도 지연되거나 동작이 순간 정지되는 현상을 제거하여 레이더 영상 데이터 표출이 원활하도록 구현하였다.

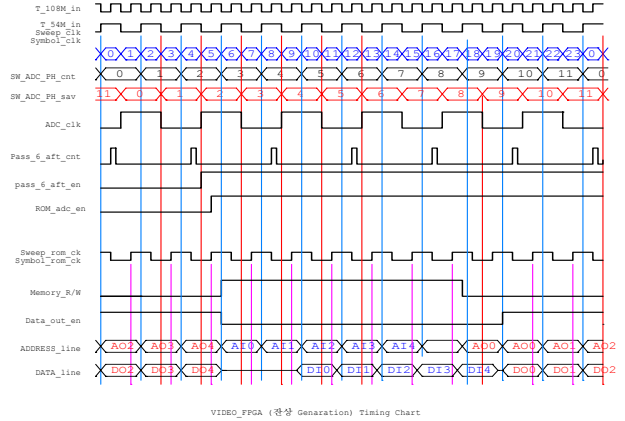


그림 15. FPGA 영상데이터 잔상처리 신호

마지막으로 영상 감쇄부 모듈은 모든 픽셀에 대해 휘도를 나타내는 데이터 값이 초기화 값으로 적용 될 때까지 시간비에 따라 일정한 값으로 감소하도록 레이더영상 메모리의 값을 조정한다. 동시에 영상입력 분리부 모듈에서는 실시간 입력되는 레이더영상 데이터 극 좌표계에 따른 새로운 영상 정보를 매핑된 레이더 영상 데이터 메모리에 시스템에서 설정한 휘도로 표시 되도록 구현함으로써 자연스럽게 시간에 따른 잔상 효과를 얻을 수 있는 FPGA로직과 알고리즘을 적용하였다. 그리고 제어부 모듈을 통해서 균등 감소하는 감소 값을 조정하는 것으로 이전 픽셀에 적재된 값이 갱신될 때까지 감소되는 휘도의 정도를 결정할 수 있고, 최대 휘도를 조정하는 것으로 레이더 영상정보 운영환경에 적합한 휘도를 결정할 수 있도록 하였다.

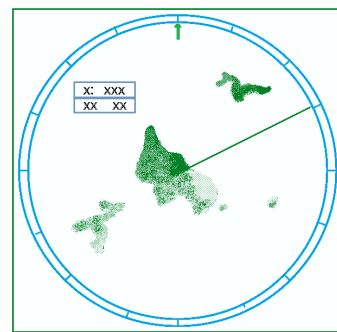


그림 16. 영상과 심볼 베젤이 표시된 레이더 화면

V. 결론

본 연구는 레이더 디스플레이 장치가 CRT용으로 설계된 레이더 장치의 영상데이터 출력을 LCD평면 디스플레이용으로

로 용이하게 변환되도록 하였다. 레이더 영상데이터 분석에서 불가능하던 영상캡처, 동영상 저장, 특정 감시대상물 강조, 색상표현이 가능해 졌고, CRT와 LCD 디스플레이 매체에 따라 필요 장소에 쉽게 설치 운영을 할 수 있도록 하였다. CRT에 고정된 영상데이터 표출 형태를 수용하여 아날로그와 디지털 정보 모두를 사용할 수 있도록 하여, 고가의 레이더 시스템에서 영상데이터를 표출하는 디스플레이 패널이 교체 되더라도 신속한 정보연계와 운영자 관독능력에 혼란을 초래하는 일이 발생하지 않도록 하여 전파를 이용한 정보 감시업무의 연속성이 유지되고, 신뢰성, 경제성, 운영성, 유지보수성을 갖으면서 동시에 기능과 운영 효과가 제고 될 수 있도록 하였다. 아울러 현 단계에서 연구된 레이더 정보를 2D영상으로 표출하는 기술을 입체영상으로 표출하는 기술적 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Groot C, W. L. Wiley, "Time-lapse photography of an ASDIC echo-sounder PPI-scope as a technique for recording fish movements during migration." Journal of the Fisheries Board of Canada 22.4 (1965): 1025-1034.

[2] 이준신, 이성은, 김도영, "디스플레이 공학", 홍릉과학출판사, pp. 03,04,105,447-451,453-459, 2009.

[3] 김억수, 문대규, 서종현, 이준협, 전재홍, 최희환, 홍성규, 홍완식 "디스플레이공학개론" 텍스트북, pp-3-13, 2014

[4] Philips "Greater CRT sensitivity" Displays Vol. 3 No. 4 232p ~ 232p 0141-9382 SCI(E)

[5] 양희원 "CRT의 전자빔 Landing 패턴 자동 측정 시스템 개발" 학위논문 포항공과대학 대학원 전자전기공학과 pp4-12, 1992

[6] 이구화 "CRT의 휘도 및 콘트라스트 향상을 위한 스크린 구조의 최적 설계 및 제조" 학위논문 경북대학교 반도체 공학, pp38-40. 2003

[7] Xia Guang-Qiong, Wu Zheng-Mao, Lin Gong-Ru "Rising and falling time of amplified picosecond optical pulses by semiconductor optical amplifiers" Optics Communications Vol. 227 No. 1 165p ~ 170p 0030-4018 SCI(E), 2003

[8] Emily Harrington "The Measure of Time: Rising and Falling in Victorian Meters" Literature Compass Vol. 4 No. 1 336p ~ 354p 1741-4113, 2007

[9] 박용섭, 박범식, "Radar Simulator의 Coastline Generator-용 Map 작성을 위한 육지 유효 반사면적에 관한 고찰" 한국항해학회지 2(1) 15-34 1225-0481, 1978

[10] R. H. Maynard, Commander U. S. N. "RADAR AND WEATHER" Received: February 2, 1946

[11] Rolf R. Hainich, Oliver Bimber "Display (Fundamentals & Applications)" CRC press, Hantee media co. pp426, 2015

저자

신 현 종(Hyun Jong Shin)

정회원



· 2012년 8월 : 평생교육진흥원 전자공학과 공학사
· 2001년 10월 ~ 2015년 9월 : 능인솔루션 대표

<관심분야> : FPGA, NFC, Helicopter Camera(DRONE)

유 형 근(Hyeung Keun Yu)

정회원



· 2007년 8월 : 서울과학기술대학교 석사 졸업
· 2009년 8월 : 서울과학기술대학교 박사 졸업

<관심분야> : NFC, LED Application, MEMS, Wireless Power Transfer