

RF Based 3D ABS (Automatic Ball-Strike System)

박지훈, 장 환, 변준섭, 정민교, 최지우, 김지석, 윤의빈, 정지원

프로젝트 개요

- VGA/HDMI 표준을 활용하여 야구 ABS (Automatic Ball/Strike System)를 설계
- 전면부 Strike-Zone Detection Algorithm과 측면부 Ball Detection Algorithm 구현
- SCCB Protocol 설계 및 UVM 검증으로 데이터 전송의 정확도와 안전성 확보
- Verilog 기반 RF 설계를 통해 저지연/고속 무선 통신을 구현하여 효율적이고 직접적인 데이터 전송
- 본 프로젝트는 단순한 영상처리를 넘어 FPGA 기반의 영상 알고리즘 설계, 검증 자동화 기법까지 아우르는 종합적 시도로, 향후 스포츠 경기 판정 자동화 및 임베디드 비전 시스템 분야에서 응용 가능성을 제시하였다는 점에서 의의가 있음

목적 및 필요성

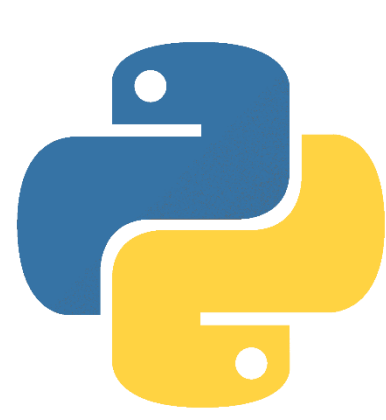
- ABS의 핵심 아이디어를 하드웨어로 구현함으로써, 하드웨어 설계 및 신호처리 과정을 학습하고 응용 가능성을 탐구하고자 함
- 빠른 구축, 복잡한 궤적의 투구는 심판 육안으로 정확히 판정하기 어려우므로 ABS로 정확성 보완
- 센서, 비전 인식, 통신 기술을 스포츠 분야에 적용해 스마트 경기 운영 모델 제시
- 2차원 평면 정보에 국한되지 않고 3차원 공간에서의 공 위치를 정밀하게 파악하기 위해 2대의 카메라를 활용한 스트레오 비전 기법 사용

팀 구성 및 역할

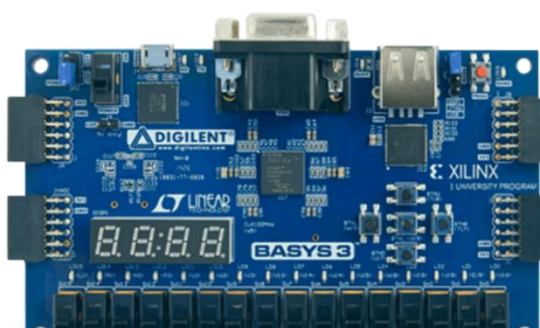
| 성명 | 역할 |
|-----|------------------------------|
| 박지훈 | 팀장, 전면부 설계, 전체 코드 Merge |
| 장 환 | 하드웨어 설계 |
| 변준섭 | UART 통신 설계, GUI 및 UVM 검증 |
| 정민교 | 하드웨어 설계, RF 통신 설계 |
| 최지우 | Zybo-Z7 20 HDMI Interface 설계 |
| 김지석 | SCCB Protocol 및 측면부 알고리즘 설계 |
| 윤의빈 | 발표자, RF 통신 구현 |
| 정지원 | 전면부 설계, GUI 및 UVM 검증 |

활용 도구

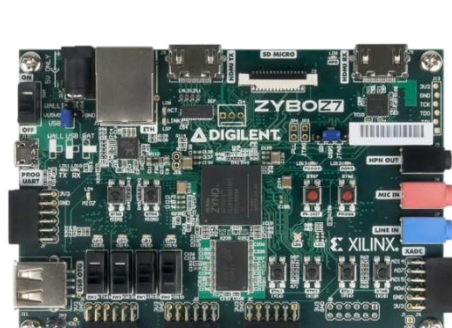
사용 언어



H/W



Basys3



Zybo Z7-20



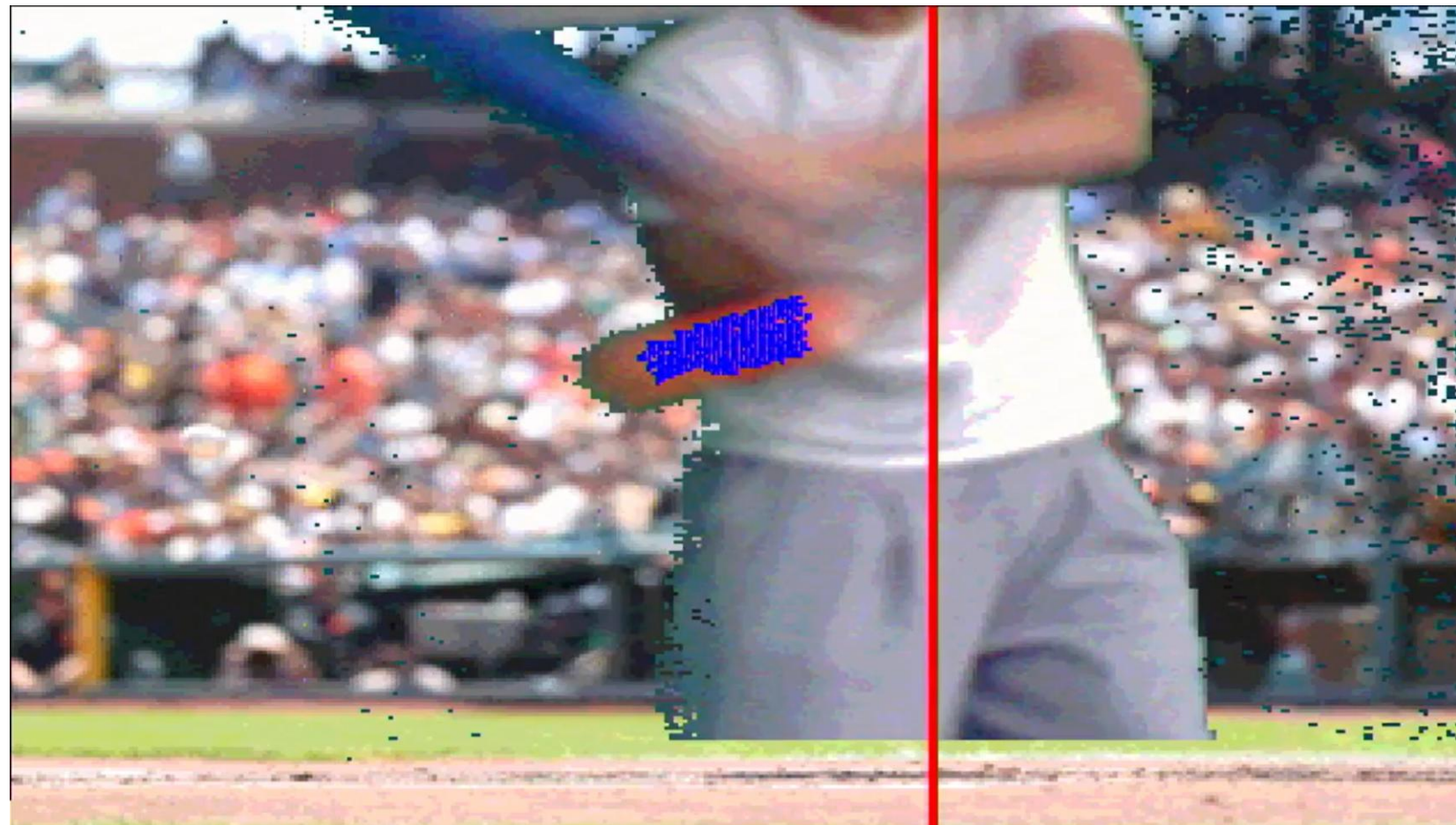
OV7670 2개



nRF24L01

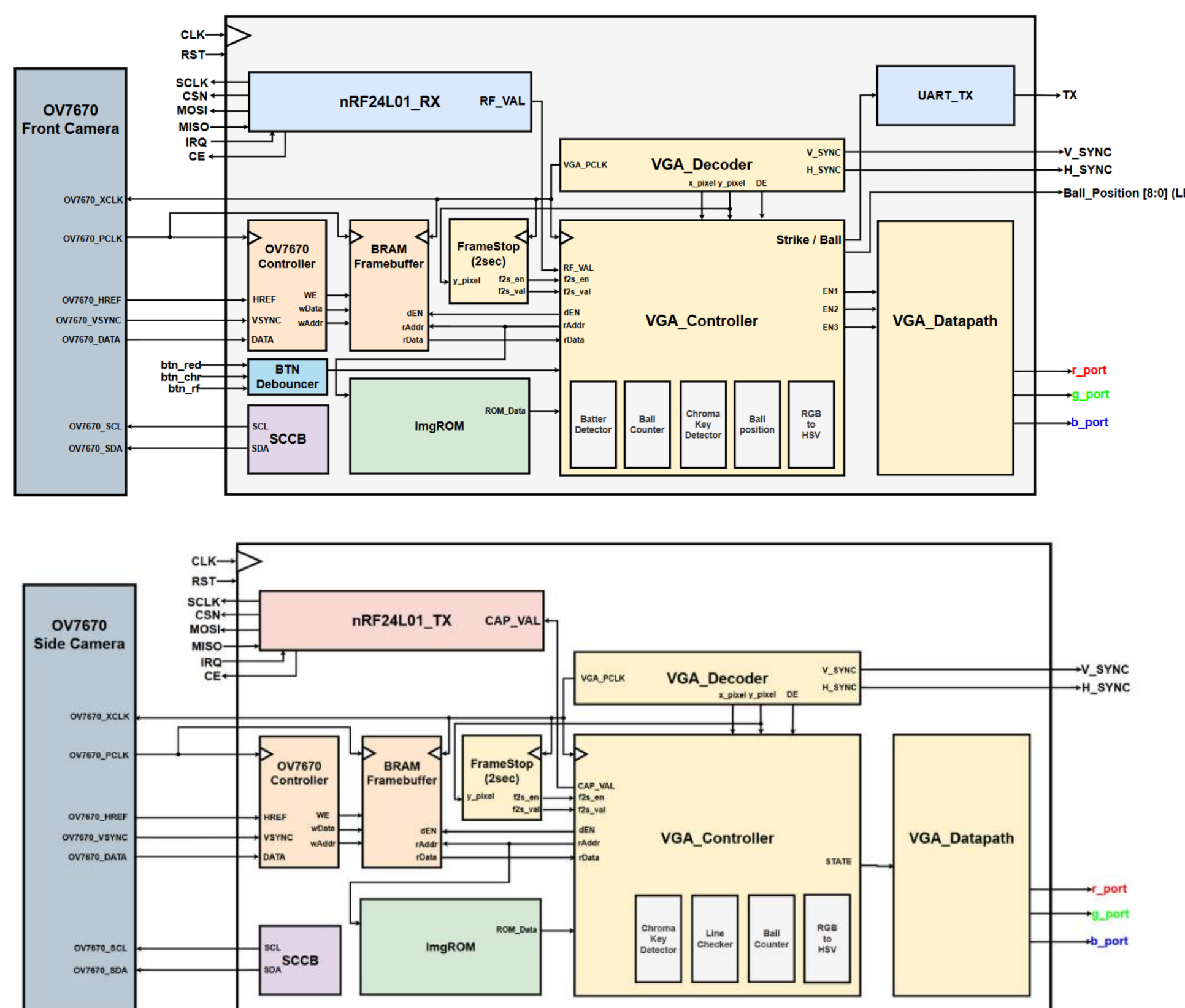
프로젝트 내용

Side Display Object



공이 임계선을 넘으면 RF 통신을 통해 트리거 신호를 전면부 시스템으로 송신

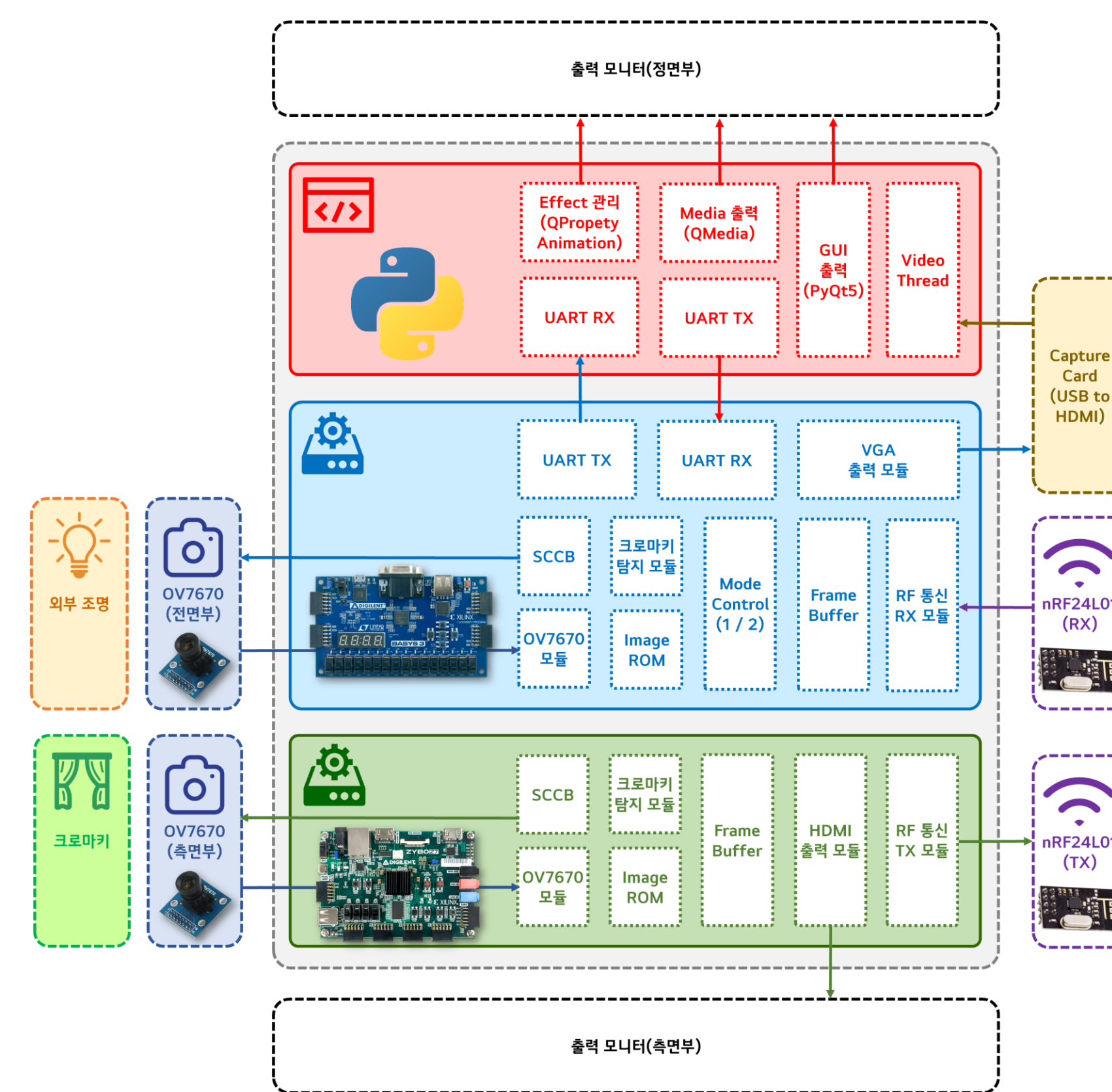
Front-Block Diagram



Front Display Object



Strike Zone 내부에 공 색깔 조건을 가진 픽셀이 5개 이상일 경우 Strike/Ball 판단



기대 효과

주차 보조 시스템은 주차선이 정의하는 구역 경계를 정밀 인식하여 차량을 주차 공간 내 중앙에 최적 정렬되도록 유도함. 또한, 공의 임계선 충돌 시 트리거 신호를 송신하는 Ball Detection 알고리즘을 접목함으로써 운전자의 편의성을 극대화하고 차량 보호 및 안전성 향상에 기여.

차량의 주행 궤적을 실시간 분석하여 차선 이탈·충돌 위험을 사전 예측 함. 자율주행 차량의 경로 안정성 향상 및 사고 예방 효과. 공의 3차원 궤적을 실시간으로 분석하는 기술을 접목

프로젝트 소감

| 성명 | 내용 |
|-----|---|
| 박지훈 | 전체 코드 Merge를 진행하며 모듈 간 clock timing 동기화와 데이터 경로 최적화의 중요성을 실질적으로 경험할 수 있었습니다. |
| 장 환 | RF 통신 모듈과 하드웨어 회로를 구성하며, 신호 간섭·배선 구조 문제를 해결하고 회로 안정성에 대한 이해를 넓힐 수 있었습니다. |
| 변준섭 | RGB와 HSV의 특성을 파악하며 색 조건을 설정하는 과정에서 주변 환경에 대한 정보의 중요성을 체감하였습니다. |
| 정민교 | RF 통신에 필요한 모듈을 설계할 때, 데이터시트를 분석하여 NRF controller의 FSM을 구성하면서 HW 설계 역량을 키웠습니다. |
| 최지우 | 영상처리 원리를 학습하고, 이를 응용하여 HDMI 신호를 처리하는 H/W 모듈을 직접 설계하여 설계 및 문제 해결 능력을 기를 수 있었습니다. |
| 김지석 | 데이터 전송을 넘어, 정밀한 타이밍 제어와 외부 신호 동기화라는 하드웨어 제어의 핵심원리에 대한 이해력을 향상하였습니다. |
| 윤의빈 | 데이터시트를 직접 분석하고 정상 작동을 위한 Timing 구현과 Register Sequence를 만들며 H/W 역량을 강화할 수 있었습니다. |
| 정지원 | 영상 처리와 통신 프로토콜 등 다양한 기술의 H/W와 s/W의 통합적 구현으로 완성해낸 성과를 통해 협업의 중요성을 체감하였습니다. |