

산업용 이미지 애플리케이션에서 CCD와 CMOS 기술 간 균형 모색하기

마이클 데루카(Michael DeLuca) / 온세미컨덕터

www.onsemi.com

새로운 영상 센서 기술과 제품 개발뿐만 아니라 연산 능력 및 고속 데이터 인터페이스 등 지원 플랫폼의 발전에 따라 산업용 촬상 소자의 광범위한 도입이 계속 확산되는 추세이다. 조립라인 검사, 교통 흐름의 모니터링/수행, 감시뿐 아니라 의학 및 과학 분야에서의 영상 분야에 다양하게 촬상 소자가 사용되고 있다.

이러한 영상 기능의 시스템들은 촬상 성능, 판독 속도, 그리고 해상도를 개선시킨 영상 센서 기술 발전의 가속화로 가능해졌다. 전하 결합 소자(CCD) 및 상보형 금속산화 반도체(CMOS) 기술을 사용해 설계한 영상 센서는 이러한 두 개의 플랫폼을 검토해 용도별 다양한 기기에 가장 적합한 영상 센서를 선택하는 데 도움을 준다.

전자 촬상 소자는 1960년대 첫 번째 CCD를 개발하기 위해 월라드 보일 및 조지 스미스가 진행시킨 연구가 노벨상을 수상하면서부터 시작되었다. 이러한 소자들은 광자를 전자로 변환시키는 실리콘 고유의 기능을 활용해 빛의 강도를 측정하기 위해 픽셀 단위의 전하를

사용해 작동한다.

CCD 소자의 설계 학적 장점 중 하나는 간결성이다. 이러한 장점으로 인해 전체 픽셀 영역은 광자 및 저장 전하 감지에 사용될 수 있는데, 이는 동적 범위를 늘려주는 최대 신호 수준을 제공한다. 이와 동일한 픽셀 영역을 사용해 제한적인 수의 산출량에 전하를 전송시키는 경우 해당 전하는 전압으로 변환된다. 시간이 지남에 따라 이 아키텍처는 디자인을 수정해 인터라인 전송 CCD 설계를 포함시키게 되는데, 이때 카메라에 있는 기계형 셔터의 필요성을 없앤 픽셀 단위의 전자 셔터를 통합한다.

최근의 CCD는 촬상용으로 최적화된 커스터마이징 반도체 공정을 사용해 제작되는데, 외부 회로를 통해 아날로그 출력전압을 추후 공정에 필요한 디지털 신호로 전환시킨다. 일반적으로 CCD는 효율적인 전자 셔터 기능, 광범위한 동적인 범위 및 일관되게 우수한 이미지를 제공한다는 특징을 지닌다.

스마트 팩토리 시대에 다양한 센서 활용

이와는 대조적으로 CMOS 영상 센서 설계는 로직 칩, 마이크로 프로세서, 메모리 모듈 등의 주요 반도체 소자 제작을 위해 개발된 공정을 사용한다. 이러한 점은 디지털 공정을 직접 칩으로 통합시켜 영상 센서 기능을 개선시킬 수 있다는 점에서 매우 큰 장점이다.

CMOS 영상 센서는 CCD와 같이 전하를 적은 수의 산출물인 전압으로 변환시키는 대신, 각 픽셀(각 픽셀 그룹) 안에 트랜지스터를 위치시키고 전하를 전압으로 변환시킨다. 이렇게 함으로써 전하가 아닌 전압이 증가하게 되므로 더 빠르고, 더 다양한 영상출력이 가능해진다. 또한, 고급 프로세싱 기능이 칩에 직접 통합됨에 따라 영상 센서 출력은 JPEG 영상 또는 H.264 비디오 스트림으로 완전히 재생된다.

CCD 영상 센서가 CMOS 소자보다 더 나은 촬상 성능을 제공해 온 반면, 최근 들어 이러한 격차는 상당히 감소하고 있다. 이는 CMOS 영상 센서의 화상도가 여러 기기에 채용되어 사용하기에 충분한 정도이기 때문이다. 이러한 변화는 산업용 영상 촬영을 위한 최신 CMOS 소자, 예를 들어 온세미컨덕터의 PYTHON CMOS 영상 센서 시리즈 등에서 확인할 수 있다.

최고급 CCD의 일부 촬상 변수가 이러한 제품보다 우월한 반면 PYTHON 소자의 화상도는 인라인 검사, 교통 흐름 모니터링/요금 징수뿐 아니라 움직임 동작의 분석 등에 적합하다. 이러한 장점은 CMOS 기술의 다른 성능들에 대한 관심을 증가시키고 있는데, 프레임 속도의 향상, 저전력 소비, 관심 영역 촬상(ROI) 등이 좋은 예이다. 이러한 성능들로 인해 응용 분야 기기의 생산성 및 채택이 더욱 개선된다.

이와 같은 본질적인 장점들로 인해 일부 업계 관계자들은 CCD 영상 센서의 종말을 예견했는데, 그 이유는

CMOS 기술이 계속 발전함에 따라 모든 백터에서 CCD 성능을 능가하기 때문이다. CCD 및 CMOS 기술 모두가 향후에도 계속 발전하리라는 것은 의심의 여지가 없다. 그러나 CCD의 기본 구조 중 일부 영역들은 끊임없이 특정 성능의 장점을 유지할 것이므로 고성능 촬상에 필요한 산업용 기기들은 여전히 CCD를 선호할 것으로 보인다.

CMOS 기술의 발전으로 인해 이미지 통일성이 개선되고 있지만, CCD 영상 센서의 고품질도 계속되는 추세이다. 이러한 기술들의 직접적인 결과로서 CMOS 소자들이 수 천 개의 분리 증폭기를 가진 반면, (각 열마다 한 개 또는 각 픽셀마다 한 개) CCD는 픽셀부터 단일 증폭기까지 전하 경로를 만들고 센서 출력에서 증폭기별 차이를 제거한다.

높은 이미지 균일성은 의학 및 과학용 영상 촬영 또는 전체 공정 검사 등 응용 분야에서 매우 중요하다. 이 경우 적용 기기들의 이미지는 깨끗하면서도 미처리된 상태를 유지하는 특성을 가진다. 고해상 및 대형 광학 포맷으로 조절된 후 균일성을 유지하는 것은 CCD가 CMOS 소자에서 보다 상대적으로 쉽다.

CCD 디자인의 아날로그적 특성은 CCD 카메라를 특정 기기에 '조정'되도록 만든 후 이의 특정한 촬상 특성을 최적화한다. 예를 들면, 천체 사진술 적용을 위해 카메라 제조사들은 별로 중요하지 않을 수 있는 분과 방지 보호(Anti-blooming protection) 기능을 희생해 동적 범위를 확장시켜 센서의 최대 능력을 최적화시킬 수 있다. 다른 과학 영상 애플리케이션의 경우 CCD의 매우 낮은 암전류가 가능함으로 인해 희미한 신호 감지를 위해 최대 1시간 이상까지의 노출 시간을 줄 수 있다.

이와 같은 설계적 장점 때문에 온세미컨덕터는 지금

산업용 이미지 애플리케이션에서 CCD와 CMOS 기술 간 균형 모색하기

도 CCD 기술 및 제품에 선택적인 투자를 계속하고 있다. 인터라인 이전 CCD의 촬상 성능과 전자 다중 증폭 장치(EMCCD) 산출물에서 얻은 극저 조명 감도를 결합한 신 CCD 기술 플랫폼의 최근 기술 확보 등이 좋은 예이다. 이러한 인터라인 이전 EMCCD 결합은 단일 카메라가 장면의 일 부분(통로 등)이 낮은 조도로 묘사된 경우 달빛 또는 별빛처럼 어두운 조명에서 별개의 부분은 밝은 조명(거리 조명)으로 비춘 이미지를 촬상하도록 지원한다.

이처럼 한 개의 카메라가 낮의 불빛뿐만 아니라 별빛처럼 어두운 조명을 포착 가능하게 하는 것은 CCD 기술의 독특한 기능으로서 전압 도메인에서 작동하는 CMOS 소자에 없는 EMCCD 출력의 전하 다중 적용 특성을 최대한 활용한다. 최대 30fps로 작동하는 1080p 해상도의 소자 기술을 통합한 첫 번째 제품은 감시, 과학 및 의학용 영상 촬영 등 낮은 조도 적용을 대상으로 한다.

CCD 및 CMOS 기술 간 비교에서 '승자'를 가리고 싶은 유혹이 들기도 하지만, 이러한 시도는 자칫 두 기술 모두 자신만의 독특성을 가지며 최종 소비자에게 독특한 혜택을 제공하고 있기 때문이다. CMOS 기술을 사용한 제품들이 널리 사랑을 받고 있는 반면, CCD 영상 센서가 우위를 유지하고 있는 영역이 아직까지 존재한다. 심지어 일부의 경우 CMOS 소자보다 더 적합하기도 하다.

따라서, 최고의 기술을 찾기보다는 특정한 최종 애플리케이션의 주요 성능 변수를 구별하여 서로 다른 제품의 특성 및 성능과 비교할 필요성을 구체화하는 것이 중요하다. 한 가지 기술을 기반으로 한 제품들이 최고의 조합을 제공할 수 있지만, 그것이 명확하지 않을 수 있다. 이 경우 왜곡된 시각을 확보하기 위해서는 두 개

의 서로 다른 기술들을 대표하는 회사와 일할 필요도 있다.

결국 최종 소비자들은 CCD 및 CMOS 기술을 기반으로 한 폭넓은 제품 포트폴리오에 접근하면서 진정으로 특정한 최종 사용에 가장 적절한 소자를 식별해내고 선택하게 된다. 이러한 소비자 선택을 통해 진정한 기술의 승자가 결정나는 셈이다.

원고를 받습니다

'월간 계장기술'이 참신한 원고를 받습니다. 소장하고 계신 원고나, 평소에 소개됐으면 하는 내용을 기사로 작성하여 보내주시면 감사하겠습니다. (특별기고·기술정보·연재·산업동향 & 전망 / 자세한 사항은 본지 참조)

▶ 원고 게재 분량 및 내용

- FA와 PA 분야의 주요 품목인 DCS, PLC, 센서, 유량계, 인버터, 컨트롤 밸브, 필드버스(산업통신망), 계측 및 계장기기, 중전기 및 발전 플랜트와, 이를 활용한 기술 및 산업 전망
- 계측 제어 자동화 설비(플랜트) 분야의 산업 트렌드와 시장 전망

▶ 원고 분량 및 발송

A4지 4~10매(연재는 편집부와 협의)이며, E-mail로 보내시면 됩니다. E-mail이 어려운 원고와 첨부자료(카탈로그와 제품사진 등)는 우편발송하시면 됩니다.

▶ 보내실 곳

서울시 영등포구 당산로2길 12 708호
(문래동3가 에이스테크노타워, 월간계장기술 편집부)
TEL : (02)2168-8897 / FAX : (02)6442-2168
E-mail : procon@procon.co.kr
/ lch1248@naver.com

▶ 원고마감 : 매월 15일