

# Post-PC 용 디지털 카메라를 위한 영상 처리 플랫폼 설계에 관한 연구

이형구, 유원필, 정연구  
한국전자통신연구원 영상정보처리연구팀  
e-mail : {hgl, ywp, ykchung}@etri.re.kr

## A Study on the Design of Image Processing Platform for the Digital Camera of Post-PC

HyoungGu Lee, WonPil Yoo, YunKoo Chung  
Visual Information Processing Research Team, ETRI

### 요 약

본 논문은 Post-PC 에 사용되는 DSP 프로세서 기반 디지털 카메라의 효율적이고 소형화된 영상 처리 플랫폼 설계에 대해 설명한다. 제한된 소량의 기억장치를 갖는 내장형 시스템의 제약조건을 만족시키기 위해서 제안된 플랫폼은 블록 처리의 개념을 사용하여 입력 영상을 처리한다. 먼저 입력 영상이 적당한 수의 데이터 블록으로 나누어진다. 그리고 나서 영상 블록들은 일련의 블록 기반 함수들에 의해서 처리된다. 처리된 블록들은 다시 하나의 결과 영상으로 모아진다. 블록 처리는 요구되는 메모리 크기를 줄여줄 뿐만 아니라 multithreading 과 병렬 처리를 통한 더 빠른 수행을 가능하도록 해준다. 플랫폼을 구성하는 대부분의 함수들은 이러한 블록 처리의 장점을 살려서 일련의 영상 블록들을 처리한다. 소개되는 플랫폼은 특화된 하드웨어를 사용하지 않고 사용자의 요구에 맞는 또다른 영상 처리와 압축 기법을 추가하는 것이 가능하게 해준다.

### 1. 서 론

현재 통신용 기능 칩의 소형화, PDA, 웹패드, 스마트폰 등 휴대형 정보기기의 등장과 이를 이용한 다양한 응용 서비스가 경쟁적으로 선보이고 있다. 기존의 데스크탑 형식의 고정된 장소에서의 컴퓨터 사용 형태를 벗어나 특화된 기능을 가지는 정보 단말의 형태를 Post-PC 라고 정의한다면 통신, 컴퓨팅, 디지털 이미징 관련 부품들의 집적도 증가로 인한 소형화로 인해 개별적인 부품이 하나의 디바이스로 집약되면서 대부분의 Post-PC 에는 카메라가 장착될 것이고 영상 획득에서 가공, 전송까지 현장에서 처리할 수 있는 시대가 오고 있다 [1]. 현재의 디지털 카메라의 경우 1999 년에 SONY 에서 이미 2 백만 화소 해상도를 능가하는 CCD 소자를 개발하였고 현재 5 백만 화소 해상도를 가지는 디지털 카메라를 판매하고 있다. 2 백만

화소를 넘어가는 경우에는 4x 6 인치 크기의 사진인 경우에 필름 형태의 카메라 영상과 눈으로 거의 구분이 되지 않을 정도의 해상도를 가지게 되며 이미 기존의 필름식 카메라의 판매량을 추월하여 디지털 카메라의 수요가 폭발적으로 늘어날 것으로 예상된다 [2].

디지털 카메라의 핵심 요소는 내장된 영상 처리 플랫폼이다 [3, 4]. 그러한 플랫폼은 획득된 입력 영상을 처리하여 화질과 시간 요구 정도를 만족시키는 최종 영상을 만들어낸다. 디지털 스틸 카메라에서 요구되는 함수들의 예는 다음과 같다: Color Filter Array (CFA) 보간, 감마 보정, 밝기 조절, RGB 와 YCbCr 공간간의 컬러 변환 그리고 JPEG 압축과 압축해제이다 [5, 6]. 기존에는 위의 기능들이 특화된 하드웨어를 사용하여 구현되었다. 그렇지만 프로세서의 가격과 성능이 항상

됨에 따라 범용의 프로그램이 가능한 프로세서를 사용하여 디지털 카메라를 개발하는 것이 가능해졌다. 특화된 하드웨어로 구현할 때와의 비교 장점은 유연성, 증가된 기능, 그리고 소프트웨어 재사용성으로 인해 여러 가지 응용 프로그램을 내장할 수 있는 스마트 카메라의 제작이 가능해진 것이다.

프로세서에 내장된 메모리는 공통적으로 작기 때문에 플랫폼은 블록 처리의 개념을 이용하여 설계된다. 입력 영상은 작은 조각(블록)들로 나누어져서 각각이 따로 처리된다. 처리된 블록들은 다시 모여져서 디스플레이를 위한 최종의 결과 영상이 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 시스템 개관을 살펴보고 3 절은 구현되는 카메라의 3 가지 작동 모드를 설명한다. 4 절에서는 영상 처리 플랫폼을 구성하는 구체적인 블록 처리 함수들을 설명하며 5 절은 결론이다.

2. 시스템 개관

Post-PC 용 디지털 카메라는 단말기 본체에 액세서리 형태로 구성되며 확장팩을 통하여 본체와 연결된다. 카메라 확장팩 자체적으로 렌즈 왜곡 보정, 영상 중첩, 화질 개선의 기능을 수행하여 그 결과를 Post-PC 의 화면으로 출력하게 된다.

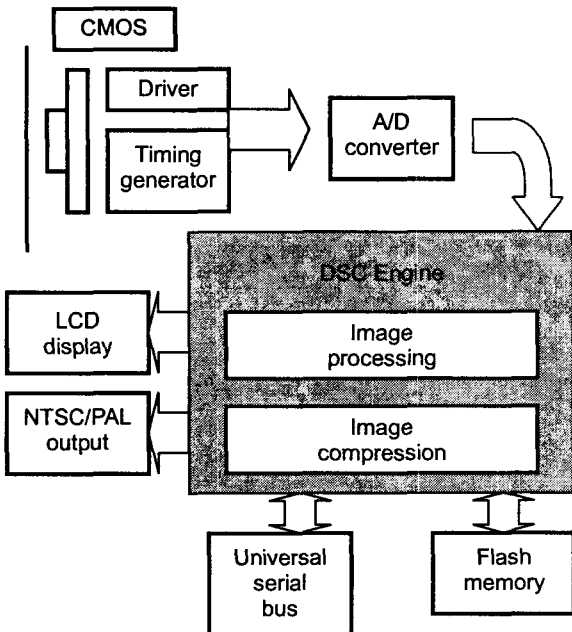


그림 1 시스템 개관도

그림 1 은 이러한 디지털 카메라 시스템의 개관을 보여준다. 입력 영상은 CMOS 기반 센서로 획득된다. 획득된 입력 영상은 DSP (Digital Signal Processor)를 이용한 DSC (Digital Still Camera) 엔진에서 처리돼서 출력 영상으로 만들어진다. 처리된 영상은 카메라의 작동 모드에 따라서 LCD 창에 표시되거나 (보기 모드), 플래쉬 메모리에 JPEG 형식으로 압축 저장된다 (획득 모드). 또한 카메라는 저장된 JPEG 압축 영상을 보여 줄 수도 있다 (재생 모드).

3. 작동 모드

제안되는 시스템은 보기 모드, 획득 모드, 재생 모드 이렇게 3 가지 모드로 동작된다. 그림 2 는 이 세 가지 모드에서의 데이터 흐름을 보여준다. 아래에서 각각의 모드에 대해 자세히 살펴본다.

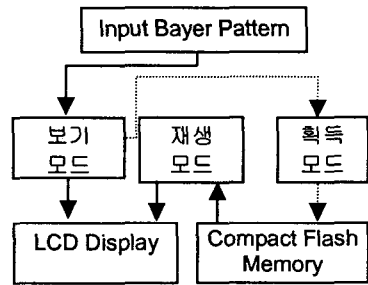


그림 2 작동 모드 사이의 데이터 흐름

3.1 보기 모드

보기 모드에서 카메라는 CMOS 센서로부터 계속적으로 영상을 입력 받아 사용자에게 보여준다. 그림 3 은 보기 모드의 동작 흐름을 보여준다. CMOS 센서에 부착된 CFA (Color Filter Array)를 통해 입력된 데이터는 컬러 보간, 부분 샘플링, 밝기 조절, 컬러 교정, 그리고 감마 교정 단계를 거친다. 그 후 결과 영상은 LCD 화면에 표시된다.

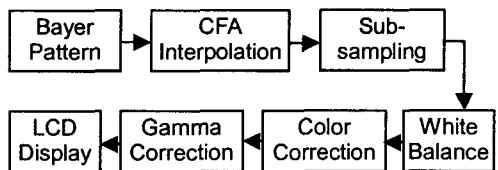


그림 3 보기 모드의 동작 흐름

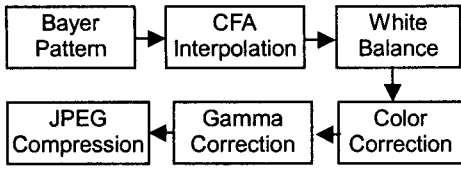


그림 4 획득 모드의 동작 흐름

### 3.2 획득 모드

획득 모드는 보기 모드에서 사용자가 촬영 버튼을 누를 때 발생하는 모드이다. 획득된 영상은 처리되어 플래쉬 메모리에 저장되고 카메라는 다시 보기 모드로 바뀐다. 이 모드에서는 보기 모드의 기능에 추가하여 영상의 질을 향상시키는 단계와 압축 단계가 추가된다. 그림 4는 이 모드에서 사용되는 함수들을 보여준다.

### 3.3 재생 모드

재생 모드에서는 플래쉬 메모리와 같은 저장 장치로부터 압축 영상을 읽어온 후 압축을 풀어서 화면 장치에 보여준다. 재생 모드는 획득 모드에서 사용된 압축 기능의 역으로 진행된다.

## 4. 블록 처리

Post-PC 디지털 카메라의 제약 조건인 작은 메모리와 빠른 처리 요구는 입력 영상이 나뉘어져 처리될 것을 요구한다. 그러한 요구 사항을 만족시키기 위해서 본 시스템에서는 블록 처리의 개념이 사용된다. 블록은 한 개나 여러 개의 채널로부터 입력되는 어떤 영상에서 일정한 수의 행들의 집합으로 정의한다. 영상의 블록 처리는 입력 영상을 적절한 수의 블록으로 나누고 생성된 블록을 일련의 블록 기반 함수들로 처리해서 처리된 블록들을 다시 하나의 출력 영상으로

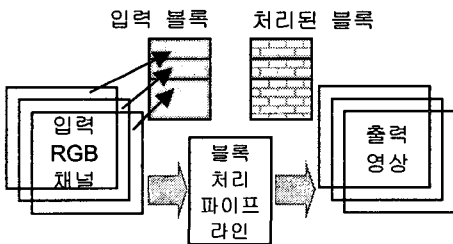


그림 5 블록 생성과 처리

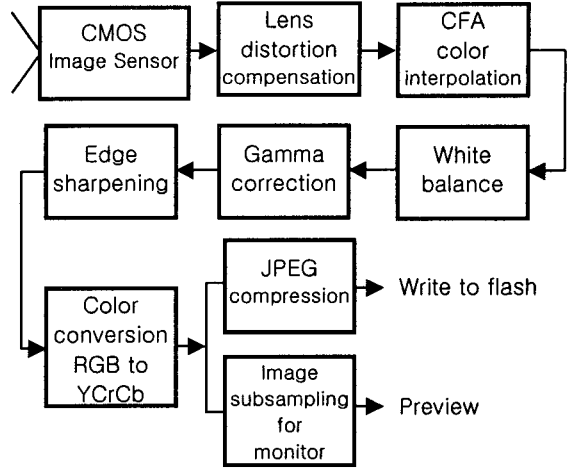


그림 6 블록 처리 파이프라인

모으는 것으로 구성된다. 그림 5는 이 과정을 대략적으로 보여준다.

### 4.1 블록 처리 파이프라인

그림 5에서 블록 처리 파이프라인은 CFA 데이터가 압축에 적합한 영상 포맷으로 바뀌기 위해 거쳐야 하는 일련의 영상 처리 함수들로서 그림 6이 이들 함수들을 통해 영상이 처리되는 흐름을 보여준다. 다음은 영상 처리 함수들의 설명이다.

#### 4.1.1 CFA 보간

입력 센서에 적용되는 그림 7의 Bayer 패턴은 화소마다 단지 한가지의 색상 정보만을 받아들이므로 RGB 3가지 색상을 모두 복원하는 CFA 보간 함수가 필요하다 [7].

R	G	R	G
G	B	G	B
R	G	R	G
G	B	G	B

그림 7 Bayer 패턴

#### 4.1.2 밝기 조절

영상 획득시의 조명은 저장장치에 저장된 영상을 재생시킬 때의 조명 상태와 다르다. 이것은 보통 색상

의 차이를 야기시키는데 재생된 영상의 사람 얼굴이 푸르스름하게 보이거나 하늘이 붉은 빛을 띠는 것이 전형적인 예이다. 또한 각 컬러 채널의 반응성의 차이로 인해 중간 색깔은 올바르게 표현되지 않는다. 이러한 색상간의 불균형을 맞춰주기 위해서, RGB 각 채널의 게인(gain) 값을 균일하게 맞춰준다. 영상 획득시의 실제 영상의 색상과 저장되는 영상의 색상차이를 조정해주는 밝기 조절 함수는 유일하게 블록 단위로 적용되지 않고 전체 영상에 적용된다.

#### 4.1.3 감마 보정

영상을 보여주기 위한 디스플레이 장치나 영상 인쇄를 위한 프린터는 영상의 그레이(gray) 값과 실제로 보여지는 화소 값을 선형적으로 대응시키지 못한다. 감마 보정 기능은 센서에 의해 생성된 영상과 모니터나 인쇄물에 인쇄될 영상 사이의 차이를 보정한다.

#### 4.1.4 JPEG 압축

Post-PC는 한정된 저장 용량을 가지므로 영상을 압축하여 저장할 필요가 있다. RGB 영상을 YCbCr 영상으로 변환시킨 후 DCT (Discrete Cosine Transform)와 Huffman 인코딩 단계를 거쳐 JPEG 형식으로 압축한다 [5].

#### 4.1.5 영상 중첩 및 렌즈 왜곡 보정

영상 중첩의 경우 실내외 환경에서 획득한 영상에 존재하는 잡음을 제거하는 역할을 하면서 색감을 증진시키는 역할을 한다. 렌즈 왜곡은 저가의 카메라 렌즈를 사용하는 경우에 화면의 가장자리 부근에서 일반적으로 나타나는 barreling 효과를 보정하기 위한 것이다.

## 5. 결 론

본 논문은 Post-PC에 사용되는 DSP 프로세서 기반 디지털 카메라의 효율적이고 소형화된 영상 처리 플랫폼 설계에 대해 소개하였다. 제한된 소량의 기억장치를 갖는 내장형 시스템의 제약조건을 만족시키기 위해서 제안된 플랫폼은 블록 처리의 개념을 사용하여 입력 영상을 처리한다. 먼저 입력 영상이 적당한 수의 데이터 블록으로 나누어지고 생성된 블록들은 각각이 일련의 블록 기반 함수들에 의해서 처리된다. 처리된 블록들은 다시 하나의 결과 영상으로 모아진다. 블록 처리는 요구되는 메모리 크기를 줄여줄 뿐만 아니라 multithreading 과 병렬 처리를 통한 더 빠른 수행을 가능하도록 해준다. 플랫폼을 구성하는 대부분의

함수들은 이러한 블록 처리의 장점을 살려서 일련의 영상 블록들을 처리한다. 제안된 플랫폼은 특화된 하드웨어를 사용하지 않으므로 사용자의 요구에 맞는 또다른 영상 처리와 압축 기법을 추가할 수 있다. 그러므로 응용 분야에서 요구되는 함수를 추가하는 것에 의해 제안된 플랫폼을 기반으로 한 여러 형태의 Post-PC용 디지털 카메라 구현이 가능할 것이다.

## 참고문헌

- [1] 유원필, 정연구, 김채규, "Post-PC 시대의 영상 정보 처리 기술 및 산업 동향", 전자공학회지, 제 29 권 제 1 호, pp. 73-81, 2002.
- [2] T. S. Perry, "Consumer Electronics," IEEE Spectrum, Vol.37, No.1, pp. 51-56, January 2000.
- [3] K. Illgner, H. G. Gruber, P. Gelabert, J. Liang, Y. Yoo, W. Rabadi, and R. Talluri, "Programmable DSP Platform for Digital Still Cameras", IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing(ICASSP '99), Vol.4, pp 2235-2238, 1999.
- [4] A. Chihoub and Y. J. Bai, "An Imaging Library for a Digital Still Camera," IEEE Tr. Consumer Electronics, Vol.46, No.4, pp.1073-1081, November 2000.
- [5] A. C. Luther, Video Camera Technology, Artech House, 1998.
- [6] E. J. Giorgianni and T. E. Madden, Digital color management - encoding solution, Addison-Wesley, 1998.
- [7] J. E. Adams Jr., "Design of practical color filter array interpolation algorithms for digital cameras," SPIE Vol.3028, pp. 117-125, 1997.