



Organization of Low-Powered Consuming System for Construction Time-lapse Shooting Based On Solar Energy

Oh-Sung Kwon*

Department of Computer Education, Gongju National University of Education

ABSTRACT

In this paper, we experimented the validity of our solar powered shooting system working even at power cut environment. Our new photographing system was composed by the rules of electric power consumption of components devices. To choose a appropriate device, we measured the electric current values of each individual device using the digital power analyzer. Our proposed shooting system was designed to suit the purpose of recording construction building process. The system could operate successfully without normal electric supply thanks to solar energy generating module. The shooting section of our system is composed of DSLR camera module, control computer and wireless communication module. We applied interval shooting method to reduce the electric consumption in our system. Since the period of construction projects would be long time, it is generally known that time-lapse photographing is exactly appropriate to record the construction process. in experiments, we could find that the consumption of an industrial computer installed to control DSLR(Digital Single Lens Reflex) camera and wireless modem was the greatest in comparison with the other devices. The relative consumption ratio was about 45%. On contrast, the camera module consumed 8.5 Watt and the modem device consumed 5.5 Watt. After the measurement of each component, we examined the entire consumption of our new system. In conclusion, we could confirmed that our proposed system was able to work within 300 watt solar power a day. Also, we could achieve 7.64% energy reduction effect using our new algorithm with varying shooting intervals.

© 2017 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: Solar powered system, Time-lapse photographing, DSLR camera, Wireless modem, Construction building process, Low-Powered Consuming Devices

ARTICLE INFO: Received 22 August 2017, Revised 10 November 2017, Accepted 8 December 2017.

*Corresponding author is with the Department of Computer Education, Gongju National University of Education, Bonghwang-Dong Gongju-Si Chungnam-Do,

KOREA.

E-mail address: oskwon@gjue.ac.kr

1. 서론

타임랩스(Time-lapse) 촬영은 장기간 걸쳐 촬영한 영상을 단 시간 내로 축약하여 재생하는 기술을 의미하는 것으로, 예를 들면 <그림 1> 처럼 24개월 공사 현장 촬영 내용을 30초로 재생하는 경우를 들 수 있다. 이외에도 이러한 촬영 기법은 주로 장기간의 건설프로젝트, 과학 다큐멘터리 제작 등에도 자주 쓰인다[16,11].

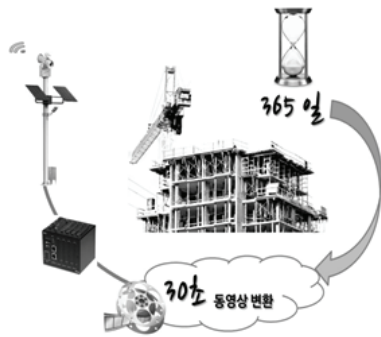


그림 1. 건설 타임랩스
Figure 1. Construction Time-lapse

건축물 공사 과정을 타임랩스로 제작하는 주된 목적은 공사를 요청하는 발주처가 자신의 건축물의 가치를 제고하고 홍보하기 위한 용도이고, 두 번째로는 공사를 진행하는 시공사가 자신의 건설 역량을 홍보하기 위한 목적을 들 수 있고, 발주처가 건설 중간 공정의 진행 상황을 실시간으로 확인하기 용도로 사용한다.

이러한 건설 타임랩스의 필요성에도 불구하고 전력 공급 등 제반 사항의 미비로 인하여 설치가 쉽지 않아서 타임랩스 촬영이 어려운 경우가 많다. 본 논문에서는 이러한 열악한 건설 현장에서도 태양광을 이용하여 독립적인 전력 공급 체계를 갖추고 타임랩스 촬영이 가능한 저(低)전력체계를 제안하고자 한다.

태양광 발전은 태양의 빛에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 기술로서 광전효과에 의하여 전기를 만드는 태양전지를 이용하는 방식이다. 이러한 태양광 발전 시스템은 태양전지모듈(solar cell module), 축전지, 전력변환장치로 구성된다[12]. 한국의 경우 하루 일조시간은 6시간 정도이고 발전이 가능한 시간 역시 하루 4시간 정도에 그친다. 그럼에도 무한 청정에너지의 장점 때문에 그 활용이 늘고 있다[12].

공사 현장은 전력선 설치 등 충분한 인프라가 갖추어지지 되기 전이고 일반적인 전체 전경을 커버(cover)하는 뷰 포인트(view point)는 공사 현장을 벗어난 경우가 많아서 별도의 전력 공급 공사를 필요로 하는 경우가 많다. 이 경우 추가적인 공사 비용이 발생하고 공사의 용이함 때문에 지상으로 전력선을 설치하는 경우는 장비 출입에 상당한 불편을 주고 잦은 단전의 원인을 제공한다. 더욱이, 지형적 특성이나 인허가 등의 문제로 아예 전력 공급 설치가 불가능한 경우도 종종 있다. 이 경우 태양광 전력 공급 방식이 대안이 될 수 있다. 본 논문에서는 이를 위한 태양광 전력 운영 방식과 이에 적합한 저(低)전력 촬영 알고리즘을 제안한다.

2 장에서는 먼저 태양광 발전의 특성과 기존 타임랩스 촬영에 관련한 기존의 연구 결과를 살펴보고 3장에서는 제안하는 태양광 기반의 타임랩스 시스템의 구성을 설명하고 4장에서는 이를 이용하여 실험한 내용을 제시한다. 끝으로 본 논문에서 제안하는 방법의 타당성과 문제점을 제시하고 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

기존의 건설 타임랩스는 실제 적용에서 크게 다음과 같은 두 가지 문제를 보이고 있다[10].

- 화질의 저하 : 흔들림이나 조도의 급격한 변화가 포함되어 플리커(Flicker) 등의 화질 저하의 요인 만듦[2,11].

- 전력 공급 : 전체 전경을 포함하는 뷰 포인트는 전력 공급이 수월치 않은 도심 외곽 지역이어서 전력 공급이 불가능한 경우 많음.

타임랩스의 화질 저하 문제는 관리의 용이함 때문에 주로 사용하는 일반적인 IP 캠(IP Cam)의 광학적인 성능 한계 때문에 발생한다. 본 논문에서는 이 문제를 최소화하기 위한 방안으로 DSLR 전문 카메라를 사용하였다. 이러한 DSLR 카메라는 고화질 영상 취득은 가능하지만 IP 카메라처럼 원격 제어를 위한 별도 장치를 갖고 있지 않아서 장기간 촬영시 관리에 어려움이 따른다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 DSLR 카메라를 제어하기 위한 별도 프로그램을 탑재한 제어 컴퓨터를 부가적으로 설치하여 이를 해결하고자 한다.

두 번째 문제점인 타임랩스의 전력 공급 문제의 해결을 위하여 본 촬영 시스템은 태양광 모듈을 사용하였다. 결국, 제안하는 방식은 위에서 열거한 두 가지 문제점을 <그림 2>와 같이 태양광, 이미지 분석, 원격제어와 통신 기술로 해결하고자 하는 것이다.

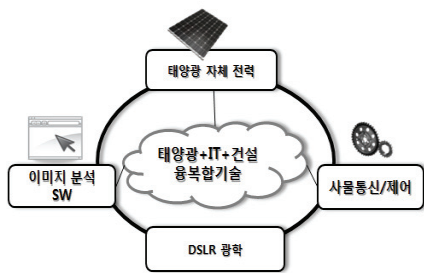


그림 2. 제안하는 방식의 기반 기술
Figure 2. Background Technologies of Our Proposed Method

지금까지 타임랩스의 화질 저하를 해결하는 다양한 연구 결과가 있었다[3,7,8,9]. 먼저, 타임랩스는 특성상 장기간에 걸쳐 촬영이 진행되기 때문에 바람과 지반 변이에 의한 폴대 흔들림을 동반하기 마련이고, 타임랩스 비디오의 흔들림을 보정하는 후반 작업이 필요하다[4,5,6]. [1]의 연구는 제품에 수평을 측정하는 자이로스코프(gyroscope) 모듈을 포함시켜 이를 기반으로 실시간으로 비디오 흔들림 안정화와 셔터 버튼 롤링(shutter button rolling)을 보정하는 방식이다.

또한, 장기간 동안의 기후와 조도 변화는 촬영 결과에 큰 영향을 주기 마련이다. 보다 보기 편한 영상을 만들기 위해서는 일별 시간별 조도의 변화를 줄여서 일관된 조도 이미지(image)를 만들고 플리커(Flicker)를 제거하는 것이 필요하며 이와 관련된 연구들도 보고되고 있다[11].

전력 공급 문제의 해결은 태양광을 활용하여 해결하는 연구가 주로 보고되고 있다. 이 경우 전력 소모를 줄이고 적용 시스템의 경량화를 위하여 초소형 렌즈와 카메라 모듈을 장착한 경우가 많았다 [13,14,15].

결국 제안하는 타임랩스 촬영 방식은 기존과 비교하여 다음과 같은 특징을 보인다고 정리할 수 있다.

3. 태양광 기반의 타임랩스 알고리즘

3.1 촬영 장치의 구성

제안하는 촬영 시스템은 태양광 발전 모듈의 전력을 사용하여 구동하며 <그림 3>과 같이 DSLR 촬영 카메라, 무선모뎀, 시스템 제어 컴퓨터 등으로 구성되어 설치되었다. <그림 4>는 카메라 함체와 태양광 모듈을 함께 설치한 모습이다.

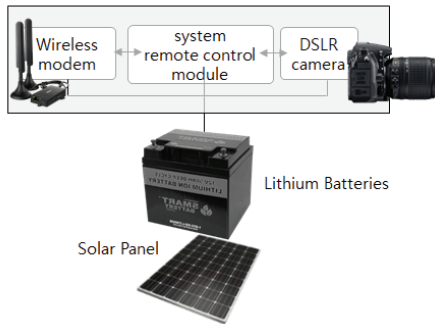


그림 3. 촬영 시스템의 구성
Figure 3. Organization of Our Camera System



그림 4. 태양광 모듈을 장착한 촬영 폴대
Figure 4. Camera Poll with Solar Module

3.2 저전력 유지 알고리즘

촬영 시스템의 전력 소모를 최소화하고 기후 상황에 반응하는 시스템 유지를 위하여 촬영 상황 정보를 수집하여 실시간 적용하도록 하였다. 타임랩스 촬영 시스템의 전력 소모는 타임랩스 촬영 간격에 크게 영향을 받는다. 본 논문에서는 이러한 점을 고려하여 태양 발전 정도에 따라 촬영 간격을 조정하는 알고리즘을 적용하였다. 촬영 이미지는 서버로 전송되어 저장되며 전송 이미지의 조도를 계산하여 현재의 태양광 발전 상황을 예상하는 방식이다. 정량화된 이 값이 임계치 이하인 경우

태양광 발전량이 부족할 수 있다고 보고 촬영 간격을 늘려서 전력 소모를 줄이도록 하는 방식이다.

서버에서 계산된 이미지 조도에 맞추어 다음 촬영 간격이 원격지의 카메라에 전달되고 원격지 촬영 시스템은 다음 수식에 의하여 계산하고 0~100 구간으로 정규화하였다.

$$L(j,k) = 0.3 \times R(j,k) + 0.59 \times G(j,k) + 0.11 \times B(j,k),$$

$$j = 0 \dots n, k = 0 \dots m$$

제안하는 타임랩스 시스템을 구성하는 카메라는 원격 접속을 제공하는 IP캠이나 CCTV(Closed Circuit TeleVision)가 아니라 초고화질 촬영이 가능한 DSLR 카메라를 적용하였다. 이 카메라의 경우 원격 접속이나 제어가 되지 않기 때문에 카메라 제조사에서 제공하는 제어 프로토콜(protocol)에 따라 신호를 교환해야 한다. 이를 위하여 본 논문에서는 카메라 동작에 관련한 몇 가지 제어 신호를 사용하여 인터페이스(interface) 프로그램을 <그림 5>처럼 작성하고 별도의 카메라 컨트롤용 PC에 탑재하여 작동하도록 하였다.

3.3 태양광 발전 체계 구성

태양광 발전 모듈은 태양광 판넬(panel), 변환장치, 배터리 등으로 구성된다. 촬영 카메라 폴대 하단부에 <그림 4>와 같이 부착하여 사용할 수 있고 경우에 따라서는 별도로 고정대를 마련할 수 있다.

판넬의 설치 위치는 주위 구조물이나 수목에 의한 그늘이 최소화되는 지점을 선정해야 한다.

태양광 판넬로부터 생산된 전기는 배터리로 축전되는 데 이때 판넬과 배터리와의 전압 차이를 해소하는 충전 컨트롤러가 필요하다.

```

do { // Wait for selection by user
    printf( "\nSelect the item" );
    printf( "1. ExposureMode");
    printf( "2. ShutterSpeed");
    printf( "3. Aperture" );
    printf( "4. FocusMode");
    scanf( "%s", buf );
    wSel = atoi( buf );

switch(wSel) {
case 1:// ExposureMode
    bRet = SetCapability( pRefSrc,ExposureMode );
    break;
case 2:// ShutterSpeed(Exposure Time)
    bRet = SetCapability( pRefSrc,ShutterSpeed );
    break;
case 3:// Aperture(F Number)
    bRet = SetCapability( pRefSrc, Aperture );
    break;
case 4:// FocusMode
    bRet = SetCapability( pRefSrc, FocusMode );
    break;
default:
    wSel = 0;
    break;
}

if( bRet == false ) {
    printf( "An Error occured exit.\n>" );
    scanf( "%s", buf );
    bRet = true;
}
} while( wSel != 0 );
    
```

그림 5. DSLR 카메라 제어 프로토콜 인터페이스 프로그램
Figure 5. Interface Program to Control DSLR Camera

이 충전 컨트롤을 거쳐 배터리에 저장된 전류 DC 12 V 전기는 변압기를 거쳐 AC 220V 로 승압되어 사용한다. 제안하는 시스템 구성에 사용된 카메라와 무선 모뎀 등의 장치가 220V 입력 전원을 갖는다.

4. 구현 및 실험 결과

본 논문에서 제안하는 시스템 구성의 타당성과 성능을 검증하기 위하여 <표 1>과 같은 촬영 조건으로 실험하였다.

표 1. 촬영 조건
Table 1. Shooting Condition

항목	조건
촬영 기간	2016/06/01-2016/06/31
촬영 간격	1장/10분, 07:00~18:00
이미지 형식	jpg, 6000*4000 해상도
촬영 모드	조리개 우선 모드
수집 방식	원격 무선 모뎀

4.1 실험 환경

본 논문에서는 태양광 기반의 타임랩스 촬영 실험을 진행하기 위해서 경기도 일산 지역 한 공사 현장에 <그림 6> 과 같이 실험용 카메라를 설치하고 타임랩스 제작을 위한 연속 이미지 수집을 다음과 같이 진행하였다.

<표 2>는 제안하는 촬영 시스템의 구성 모듈이며 각 기기에서 필요로 하는 제품 표기의 전력을 제시한 것이다.

표 2. 장비 구성과 전력 소모
Table 2. Devide Organization and Electric Consumption

소비 전력 항목	표기된 소비전력
카메라 (Nikon DSLR D5300)	Input : 220V, 1.5A Output : 9V, 4,500mA
원격 제어장치	Input : 220V, 0.5A Max Output : 5V, 3A
모뎀	Input : 220V, 0.3A Output : 5V, 2A
총소비전력	40.5+15+10 = 65.5 Watt



그림 6. 태양광 타임랩스 실험 장치
Figure 6. Timelapse Experimental Devices with Two Solar Panels

4.2 소비 전력 측정

제안하는 시스템은 DSLR 카메라, 카메라 컨트롤러, 무선모뎀으로 구성되었다. 본 논문에서는 디지털 전력 분석기를 사용하여 각 구성 요소의 소비 전력을 측정하여 전체 시스템에서의 부하 정도를 계산하였다. 실험은 하루 평균 300 Watt 정도의 태양광 전력 생산이 가능하다고 가정하고 제안 시스템의 전력 소모가 이 조건을 충족할 수 있는지를 실험하였다.

디지털 전력 계측기를 이용하여 시스템을 구성하는 부품별 전력 소모를 측정하였다. DSLR 카메라의 소비 전력 그래프는 <그림 7>과 같다. 가로축은 시간 경과(초)를 나타내고 세로축은 전량 소모 Watt를 표시한다. 그림에서 보듯이 실험에 사용된 DSLR 카메라의 소비 전력은 8 Watt를 조금 상회하는 수준으로 안정된 것을 확인할 수 있었다.

다만 가동 처음 측정 구간인 t 와 $t+1$ 에서는 <그림 7-a>와 <그림 7-b>처럼 소비 전력이 정상시의 150%에서 170% 정도까지 급증하는 시점이 여러번 관찰되었다. 이러한 현상은 카메라에 전력을 공급하는 어댑터 콘덴서에 충분한 전류가 채워지지 않은 상황에서 촬영을 강행하는 경우 부족한 전력을 보충하면서 수치가 증가한 것으로 보인다. 이러한 현상은 <그림 7-c>, <그림 7-d>와 같이 시간이 지나면서 안정화 되는 것을 확인하였다.

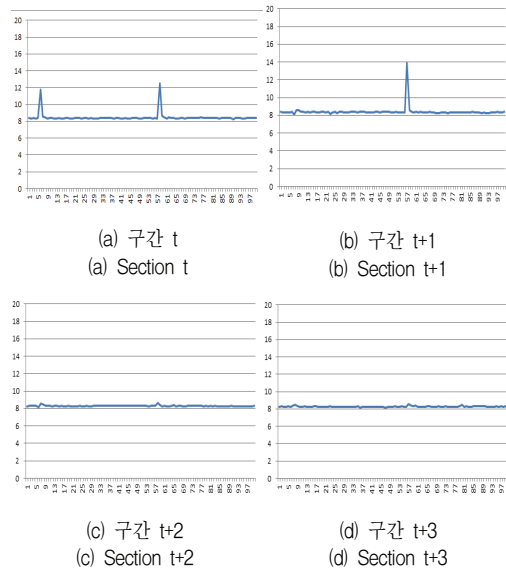


그림 7. DSLR 카메라의 소비 전력 측정(Watt)
Figure 7. Power Consumption Measurement of DSLR Camera(Watt)

LTE 모뎀의 경우는 <그림 8>과 같이 5.5 Watt 내외의 전력 소비를 나타냈고 비슷한 간격의 주기별로 전력 소모가 국지적으로 상승함을 확인할 수 있었다. <그림 8>의 가로 축은 시간 경과(초)를 나타내고 세로축은 전량 소모 Watt를 표시한다. 이 같은 현상은 타임랩스 촬영의 특성상 타임랩스 촬영 주기별로 생성된 이미지를 전송하면서 전송량이 늘어나기 때문이다. 이미지 전송 후는 원래 전

력 소모 수준으로 회귀함을 볼 수 있었다.

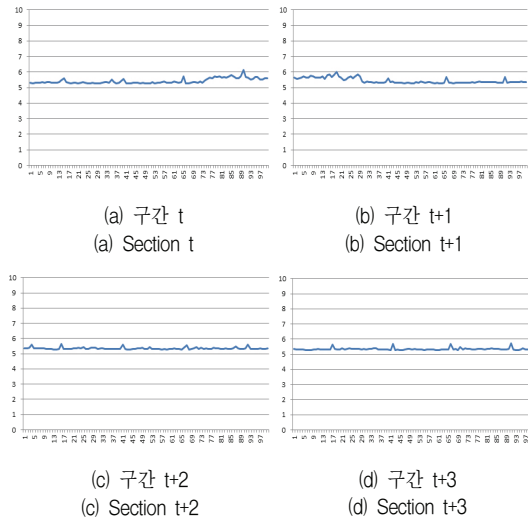


그림 8. LTE 모뎀의 소비 전력 측정(Watt)
Figure 8. Power Consumption Measurement of LTE Wireless Modem(Watt)

카메라와 무선 모뎀을 제어하기 위한 제어용 PC 는 <그림 9>에서 처럼 10~12 Watt 사이의 전력을 소모하는 것으로 측정되었다. 시스템을 구성하는 다른 요소들 보다 변화 빈도가 적은 것은 카메라로부터 촬영 이미지를 저장할 때, 무선 통신을 진행할 때 등에서 전력 소모가 증가 하는 데 이 순간이 타임랩스 촬영 주기로 반복되기 때문이다.

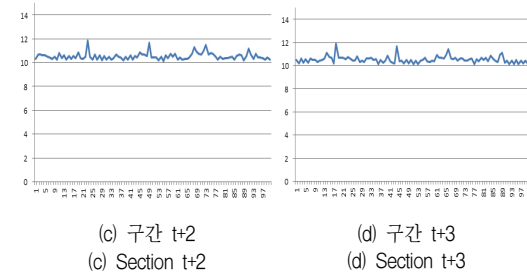
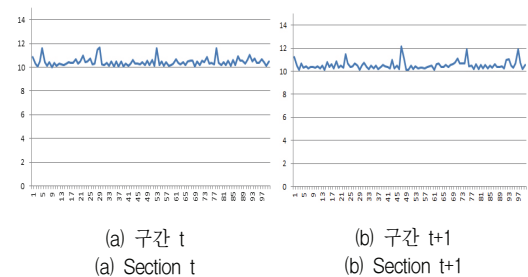


그림 9. 제어용 컴퓨터의 소비 전력 측정(Watt)
Figure 9. Power Consumption Measurement of Controller PC(Watt)

전체 시스템의 합산 소비전력은 <그림 10>과 같다. 측정결과 20~25 Watt 소비 전력을 보였다.

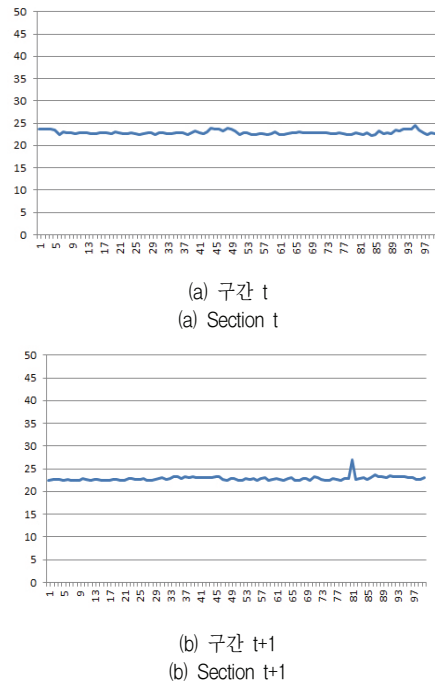


그림 10. 제어용 컴퓨터의 소비 전력 측정(Watt)
Figure 10. Power Consumption Measurement of Entire Shooting System(Watt)

시스템 전체의 소비 전력값은 <그림 11>과 같이 시스템을 구성하는 카메라, 무선모뎀라우터, 제어 컴퓨터 소비 전력의 합과 같음을 확인할 수 있었

다. 그래프의 맨 아래 측정열이 무선모뎀, 위쪽으로 카메라, 제어 컴퓨터 순으로 표시되었고 맨 위쪽이 전체 시스템의 총 소비 전력이다. <그림 11>에서 보듯이 세 구성 요소의 합산임을 확인할 수 있으며 상대적으로 제어 컴퓨터의 소비 전력이 타 구성 요소보다 상대적으로 크다는 것을 확인할 수 있었다.

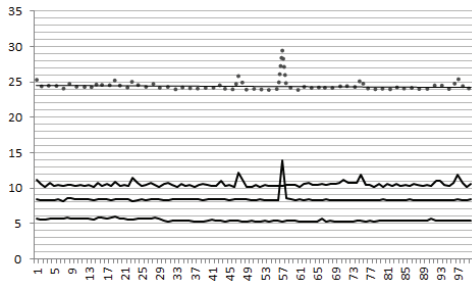


그림 11. 전체 소비 전력의 구성 요소(Watt)
Figure 11. Components of the Entire Power Consumption(Watt)

결국, 하루를 기준으로 한 소비 전력은 평균 소비 전력을 24.37 Watt로 보고 하루 10시간 촬영한다고 가정할 때 243.7 Watt를 필요로 하는 것을 확인하였다. 이를 근거로 당초 가정하 하루 300 Watt 생산의 태양광 발전 패널로 동작이 가능한 시스템이라는 것을 실험을 통하여 확인하였다.

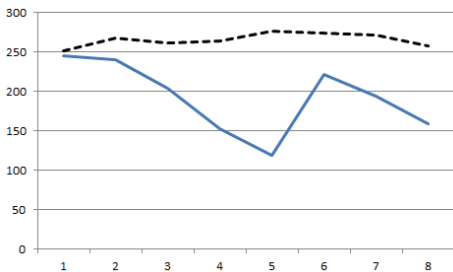


그림 12. 조도 반응형 촬영 간격 조정(Watt)
Figure 12. Shooting Interval Adjustment According to the Lumination Flow(Watt)

또한, 조도값을 기준으로 촬영 간격을 제안한 알고리즘에 맞추어 운영하여 전력 절감 효과를 8일 기간 동안 측정하였다. <그림 12>는 측정 변이를 나타낸 것이다. 그래프의 수평축은 측정일, 수직은 Watt를 나타낸다. 그래프의 점선은 조도와 상관없이 촬영을 진행한 경우의 소비전력(Watt)을 나타내고 실선은 조도 반응형 운영 결과이며, 27.64 %의 절감 효과를 얻을 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 전력 공급이 불가한 열악한 환경에서도 작동할 수 있는 태양광 기반의 저전력 촬영 시스템을 제안하였다.

실험은 하루 평균 300 Watt 정도의 전력 생산이 가능한 태양광 패널을 설치하고 진행하였고 제안 시스템의 전력 소모를 측정하였다. 먼저 시스템을 구성하는 구성 모듈 각각의 소모 전력을 측정하여 구성 요소별 전력 소모와 전체 시스템의 전력 소모를 측정하였다. 실험 결과, 시스템의 평균 소비 전력은 24.37 Watt 였으며 태양광 패널 100 Watt 3 시간 1일 평균 발전으로 300 Watt를 생산한다는 실험 상의 가정을 만족함을 확인할 수 있었다.

본 제안 시스템은 1일 평균 발전량이 300 Watt 라고 가정하고 설계되었기 때문에 장마철이나 일조량이 현저히 적은 날이 계속되는 경우 가동이 어려울 수 있다. 이러한 경우를 극복할 수 있는 추가적인 보완 대책을 위한 연구가 필요하다.

또한, 인터벌(interval) 촬영의 특성상 중간 휴지가 적지 않은 데 이 시간 동안의 시스템 전력 최소화 방식에 관한 추가적인 연구가 필요하다.

References

- [1] A. Karpenko, D. Jacobs, J. Baek, M. Levoy, *Digital video stabilization and rolling shutter correction using gyroscopes*, Stanford Tech Report CTSR 2011-03, 2011.
- [2] J-H. Lee, I-Y. Shin, H-G. Lee, T-Y. Kim, and Y-S. Ho, *Anti-shaking algorithm for the mobile phone camera in dim light conditions*, Proc. 10th Pacific Rim Conf. Multimedia: Adv. Multimedia Inf., pp. 968-973, 2009.
- [3] T. Chen, *Video stabilization algorithm using a block-based parametric motion model*, EE392J Project Report, CA 94305, Stanford University, 2000.
- [4] R. Martin-Brualla, D. Gallup, and S. M. Seitz, *Timelapse mining from internet photos*, ACM Trans. Graph., Vol. 34, No. 4, pp. 62:1-62:8, 2015.
- [5] H. Farid, and J. B. Woodward, *Video stabilization and enhancement*, TR 2007-605, Dartmouth College, Computer Science, 1997.
- [6] M-B. Ricardo, G. David, and M. Steven, *3d time-lapse reconstruction from internet photos*, In: ICCV., 2015.
- [7] A. Ito, and A. C. Sankaranarayanan, *Blurburst: Removing blur due to camera shake using multiple images*, ACM Transactions on Graphics, Vol. VV, pp. 1-15, 2008.
- [8] E. P. Bennett, and McMillan, *Computational time-lapse video*, In ACM SIGGRAPH 2007 Papers-International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 2007.
- [9] R. Fergus, B. Singh, A. Hertzmann, S. T. Roweis, and W. T. Freeman, *Removing camera shake from a single photograph*, ACM, Trans. Graphics 25, pp. 787-794, 2006.
- [10] J. Kim, W-H. Cho, *Design of intelligent detection system based on solar energy for hazardous road weather service*, Proc. of Knowledge Information Technology and Systems, Vol. 10, No.1, pp. 102-105, 2015.
- [11] R. Zhang, X. Liao, and J. Xu, *A background subtraction algorithm robust to intensity flicker based on IP camera*, Journal Of Miltimedia, Vol. 9, NO. 10, pp. 1172-1179, 2014.
- [12] *Solar energy*, <http://www.knrec.or.kr/knrec/11/KNREC110100.asp>, Oct. 2017.
- [13] *Solar powered cellular wildlife surveillance camera systems*, <https://www.eyetrax.net/wildlife-outdoor-surveillance-cameras/>, Oct. 2017.
- [14] *Solar-powered, portable outdoor security camera*, <https://www.senserassystems.com/mc26/>, Oct. 2017.
- [15] *Solar powered cameras for long-term time lapse videos*, <http://www.studio52.tv/timelapse/solar-powered-cameras-long-term-time-lapse-videos/>, Oct. 2017.
- [16] *Time-lapse photography*, https://en.wikipedia.org/wiki/Time-lapse_photography, Oct. 2017.

태양광 전력 기반의 건설 타임랩스 촬영을 위한 저전력 시스템

권오성

공주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

본 논문에서는 전력 공급이 어려운 열악한 환경에서도 타임랩스 촬영이 가능하도록 하는 시스템을 제안하고 그 타당성을 실험하였다. 제안하는 촬영 시스템은 장 기간에 걸쳐 진행되는 건설 공정을 기록하는 용도에 적합하게 설계되었다. 촬영 시스템은 전기 공급이 원활하지 못한 환경에서도 동작할 수 있도록 태양광 전력을 사용하고 DSLR 카메라, 제어 컴퓨터, 무선 통신 모듈 로 구성하였다. 제안하는 시스템은 자체 전력원으로 태양광 패널을 사용하고 하루 약 300 Watt 정도의 전력 생산을 하도록 설계하였다. 촬영을 위한 시스템의 구성 요소들은 저전력 소모 장치들을 선별하여 디자인하였고 전체적인 전력 소모량이 태양광 패널의 하루 생산량 내에서 가동될 수 있는지 조사하였다. 제안 시스템의 전력 소모를 측정은 우선 시스템을 구성하는 개개 모듈의 전력량을 측정한 후에 전체 시스템의 소비 전력을 실험하였다. 실험 결과, 시스템을 구성하는 모듈 중에선 시스템 제어를 담당하는 산업용 PC의 전력 소모가 상대적으로 컸고 촬영 시스템 전체의 하루 평균 소비 전력은 24.37 Watt 로 검출되었다. 결국 촬영이 진행되는 낮 동안 시간을 10 시간으로 볼 때 제안하는 시스템은 1일 평균 발전으로 300 Watt 내에서 촬영 시스템을 가동할 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 조도값을 기준으로 촬영 간격을 조정하는 방식으로 전력 소모량을 측정한 결과 27.64 %의 절감 효과를 얻을 수 있었다.



Oh-Sung Kwon received the Ph.D. degree in the Department of Computer Engineering from Chung-Ang University in 1994. He has been a

professor in the Department of Computer Education at Gongju National University of Education since 1995. His current research interests include multimedia data processing and digital image processing.

E-mail address: oskwon@gjue.ac.kr