

◆특집◆ 산학연계형 선도산업기술

모바일 장치를 이용한 태양광 가로등 모니터링 시스템

양민혁*, 오병우#

(* 금오공과대학교 대학원 컴퓨터공학과, # 금오공과대학교 컴퓨터공학과)

A Monitoring System for Solar Street Lights Using Mobile Devices

Minhyeok Yang*, Byoung-Woo Oh#

(Received 9 June 2014; accepted 27 June 2014)

ABSTRACT

The utilization range of mobile devices is becoming broader than before due to the rapid development of the mobile market. Furthermore, the demands for computer-aided management are increasing due to the extensive expansion of the installation of solar street lights. In this paper, we propose a system which can be used to observe solar street lights. The manager of the system can control and manage the solar street lights using video images on a mobile device.

Key Words : Monitoring System(모니터링 시스템), Real-Time(실시간), Mobile Devices(모바일 장치), Solar Street lights(태양광 가로등)

1. 서 론

최근 모바일 시장의 급진적인 성장으로 인해 모바일 장치를 활용할 수 있는 기술의 범위도 함께 넓어지고 있다. 한편, 태양광 가로등의 설치 또한 꾸준히 증가함에 따라 태양광 가로등을 효율적으로 관리하기 위한 모니터링 시스템도 함께 요구되고 있다. 그러나 태양광 가로등을 효율적으로 관리하는 것은 기술적으로 여러 어려움이 있다. 태양광 가로등이 설치된 지역이 불규칙적이고 광범위하게 분포되어 있어서 이를 관리자가 수시로 감시 및 관리하는 것은 사실상 어려운 문제이다.

또한, 산간, 도서 지역 등지와 같은 경우 접근성이 떨어지므로 관리자가 직접 상태를 파악하기 어려우므로 원격 감시가 필요하다.

이처럼 태양광 가로등의 설치는 점차 확대되는 추세이나 태양광 가로등의 상태 점검 및 모니터링에 대해서는 기술적 어려움이 있다. 본 논문에서는 태양광 가로등의 상태 점검 및 관리 문제를 해결하기 위해 모바일 장치를 이용한 태양광 가로등 모니터링 시스템을 데이터 네트워크 사용 제한지역과 사용 가능지역으로 각각 구분하여 제안한다. 데이터 네트워크 사용 제한지역에서는 액션 카메라를 이용하여 모니터링할 수 있고, 데이터 네트워크 사용 가능지역에서는 IP 카메라를 이용하여 모니터링할 수 있는 시스템을 개발한다. 두 가지 방법에 대해 각각의 특성에 맞는 통신 방법을 사용하여 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구에 대해 소개하고, 3장에서는 태양광 가로등을 모니터링하기 위해 본 논문에서 제안하는 시스

* Department of Computer Engineering, Graduate School
Kumoh National Institute of Technology
E-mail : aquinas88@naver.com

Corresponding Author:
Department of Computer Engineering, Kumoh National
Institute of Technology
E-mail : bwoh@kumoh.ac.kr

템의 구현에 대해서 구체적으로 설명하며, 4장에서 결론 및 향후 연구 분야에 대해 언급한다.

2. 관련 연구

2.1 동영상 스트리밍

모바일 시장의 성장과 더불어 모바일 네트워크의 데이터 트래픽 및 속도도 급속도로 증가하고 있다.

시스코가 분석한 자료에 의하면 2012~2017년 평균 모바일 연결 속도가 Table 1과 같이 증가할 것으로 예상된다^[1]. 이처럼 모바일 장치 데이터 네트워크의 속도가 꾸준히 증가함에 따라 스트리밍 기술 또한 빠른 속도로 발달하고 있다.

Fig. 1은 스트리밍 기술에 대한 개요를 나타낸다. 스트리밍 서버는 영상 또는 음성 등의 데이터를 포함한 패킷을 네트워크를 통하여 전송한다. 클라이언트는 패킷을 수신하여 여러 과정을 거친 후 관리자의 화면에 영상을 출력한다. 영상 또는 음성 등의 파일을 다운로드 후 재생할 필요 없이 실시간으로 재생해 주는 기술인 스트리밍 기술이 개발되었고 모바일 환경에서의 스트리밍 기술 또한 점차 발달되었다. 스트리밍의 발달로 저장매체에 다운로드 및 저장 단계가 생략됨으로 인해 하드디스크 등 기타 저장 매체에 대한 비용이 감소되는 이점이 있다^[2].

본 논문에서는 카메라로부터 발생하는 영상을 스트리밍 기술을 활용하여 사용자의 모바일 장치에 출력해 주는 시스템을 제안한다.

Table 1 2012~2017 Outlook of mobile connection speed

(Kbps)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR
Average of mobile connection speed	526	817	1233	1857	2725	3898	49%
Average of Smart phone connection speed	2064	2664	3358	4263	5284	6528	26

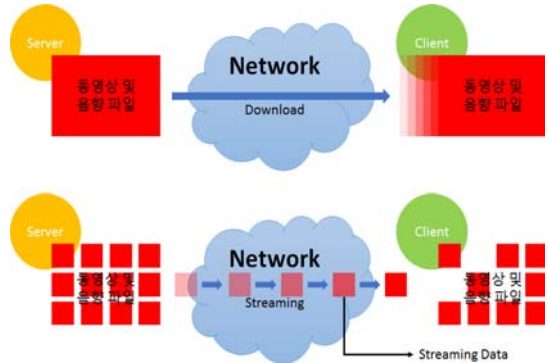


Fig. 1 Summary of streaming technique

2.2 스트리밍 프로토콜

카메라로부터 발생하는 영상 및 음성 데이터를 모바일 장치에서 스트리밍을 위한 프로토콜의 종류에는 여러 가지가 있다. 스트리밍 관련 프로토콜 종류에는 RTSP (Real Time Streaming Protocol), HLS (HTTP Live Streaming) 등이 존재한다.

Table 2는 모바일 스트리밍을 위한 프로토콜 중 RTSP와 HLS방식을 보여준다. RTSP 프로토콜은 이름 그대로 실시간 전송을 목적으로 하고 주로 UDP 통신을 기반으로 패킷을 전송하는 프로토콜이며 TCP 사용도 가능하지만 잘 사용되지 않는 추세이다^[3]. 또한, RTSP 프로토콜은 사용자가 멀티미디어 스트리밍 제어를 용이하게 도와주는 프로토콜이며 Play, Pause, Record 등의 명령어 사용이 가능하다.

HLS는 애플사에서 개발한 HTTP를 기반으로 한 스트리밍 프로토콜이고 iOS 환경에서 사용된다. 또한, HLS 프로토콜은 TCP 통신을 기반으로 전송하는 프로토콜이며 애플에서는 파일의 메타데이터를 저장하는 m3u8 포맷의 파일을 통해 스트리밍을 지원한다.

Fig. 2는 스트리밍 기술에 대한 구조를 간략히 보여준다. 위의 그림은 영상, 음성 및 기타 촬영 영상 파일에 대한 입력이 발생하고 TS(Transport Segment) 파일로 기존 사용자가 설정했던 시간에 따라 멀티미디어 파일을 분할하는데 일반적으로 10초 단위로 분할된다. 이렇게 생성된 TS파일은 HLS 또는 RTSP 프로토콜 방식을 통해 클라이언

Table 2 Type of Streaming protocol

Item	Android device	Apple Device
Protocol	RTSP	HLS
OS	Android	iOS
Support codec	H.264(Video) / AAC(Sound)	

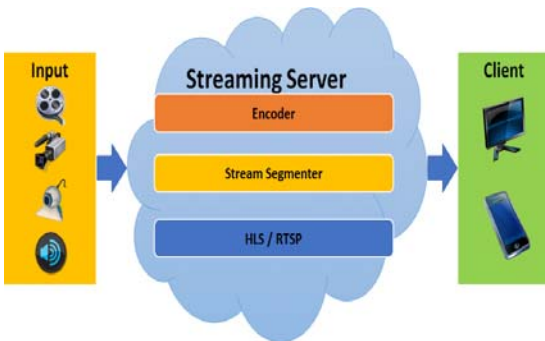


Fig. 2 Structure of streaming technique

트의 장치로 전송하므로 스트리밍을 가능하게 한다.

본 논문에서는 스트리밍 프로토콜 중 안드로이드 사용 프로토콜인 RTSP를 이용하여 태양광 가로등 모니터링 시스템을 구현한다.

2.3 VLC Media Player

VLC Media Player는 VideoLan 프로젝트에서 개발하였고 미디어 플레이어로 다양한 운영체제와 다양한 영상 및 음성 코덱을 지원한다. 게다가 스트리밍 프로토콜뿐 아니라 대부분의 멀티미디어 파일을 재생할 수 있는 무료 오픈 소스 크로스 플랫폼이다^[4]. VLC Media Player는 스트리밍 서버의 기능도 지원하여 IPv4 및 IPv6 네트워크상에서 스트리밍 서버로 활용할 수 있다.

Fig. 3은 카메라의 영상을 VLC Media Player를 이용하여 화면에 출력하고 그 영상을 스트리밍 하는 화면이다.

본 논문에서는 모바일 환경에서의 모니터링 시스템 구현을 위해 실시간 영상을 수신하여 안드로이드

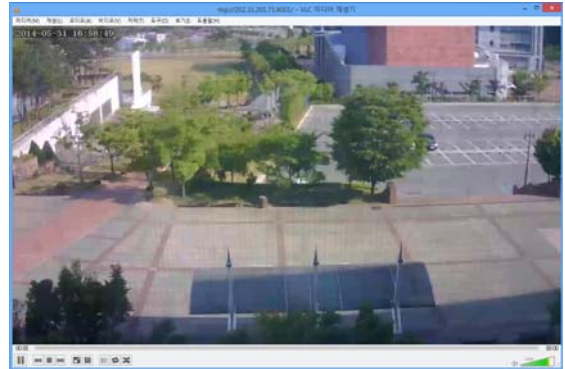


Fig. 3 VLC media player

이드 환경에서 재생이 가능하도록 영상 인코딩을 가능하게 하는 Fig. 3의 VLC Media Player를 활용한다. 이처럼 태양광 가로등을 관리와 더불어 모니터링 기술도 활발히 연구되고 있다.

다수의 가로등 통신을 원활하게 해주는 시스템의 연구들도 활발하게 진행되고 있는데 가로등에 라우터를 부착하여 mesh network를 구축하여 각각의 가로등을 관리하는 사례도 존재한다^[5]. 또한, 기존의 태양광 가로등 관리 시스템은 센서만 사용하였다. 에너지 절약을 위해 빛 센서와 모션 감지 센서를 이용하여 센서 네트워크를 구축한 예도 존재한다^[6]. 태양광 가로등 시스템의 오작동을 효율적으로 관리하고 처리하기 위해 모니터링 영상을 영상 처리를 통해 관리 및 제어하는 연구 등 태양광 가로등 모니터링을 위한 여러 연구들이 활발하게 진행되고 있다^[7,8,9,10,11].

3. 태양광 가로등 모니터링 시스템 구현

태양광 발전 가로등은 점·소등 기능만 수행하는 기존의 가로등과는 달리 충전량 데이터 수집, 태양의 위치 계산 등 더 많은 기능을 수행한다. 수행하는 기능이 증대됨에 따라 오작동 상황의 종류도 다양해지고, 이러한 오류 및 기계적 결함을 보다 빠른 시간 내에 처리 및 대처하기 위해서는 오작동 상황 발생 시 가로등 제어기가 관리자에게 알람을 전송할 필요가 있다.

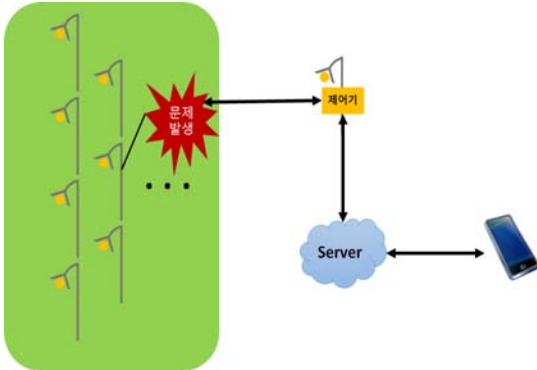


Fig. 4 Summary of solar street lights system



Fig. 5 Installation camera on solar street lights

Fig. 4는 기존 개발했던 태양광 가로등 시스템의 전체 개요를 간략히 보여준다. 다수의 태양광 가로등에는 제어기가 포함되어 있고 태양광 가로등에서 발전 불량, 충전 이상 및 제어함 문 열림 등과 같은 문제 발생 시 제어기는 서버로 문제 발생 메시지를 전송하고 관리자는 이를 모바일 장치에서 확인 및 관리가 가능하다.

또한, 더 정확한 상태 파악을 위해 카메라를 이용해 모니터링 기술을 함께 사용하는 것이 더욱 효율성이 좋다. Fig. 5는 태양광 가로등에 실제로 카메라를 설치한 모습이다. 본 논문에서 제안하는 태양광 가로등 모니터링 시스템은 Fig. 6와 같다.

태양광 가로등이 설치된 산간, 도서 지역 등지

같은 경우 접근성이 떨어지고 관리자가 직접 상태를 파악하기 어려운 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 모바일 기기의 데이터 네트워크 사용 가능지역과 제한지역에 대해 각각 다른 방식의 모니터링 시스템을 제안한다.

3.1 데이터 네트워크 사용 제한지역

산간, 도서 지역 등지와 같은 넓은 범위에 설치된 태양광 가로등을 모니터링하기 위한 시스템에는 많은 기술적 제약이 따른다. 이러한 지역의 경우 카메라와 모바일 장치가 통신이 불가능하기 때문에 모니터링 시스템 사용에 제약이 생기고, 관리자가 직접 상태를 파악하기 어려운 경우가 있다.

이러한 문제 해결을 위해 본 논문에서 제안하는 시스템에서는 액션 카메라(GoPro)를 사용한다.

데이터 네트워크 사용 제한지역에서 태양광 가로등을 실시간으로 촬영하는 액션 카메라는 자체적으로 AP(Access Point)가 될 수 있으므로 사용자의 모바일 장치와 직접 연결하여 통신이 가능하다.

액션 카메라는 관리자의 모바일 장치와 직접적으로 연결하여 통신할 수 있으므로 별도로 멀티미디어의 인코딩 및 스트리밍 서버 구현이 필요없다. 이를 토대로 Fig. 7과 Fig. 8은 액션 카메라와 모바일 장치를 직접 연결한 뒤 영상 스트리밍위한

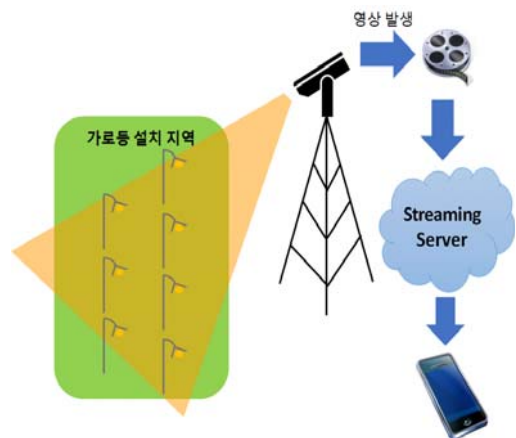


Fig. 6 Summary of monitoring system

```
try {
    if (on) {
        // Enable streaming
        url = new URL("http://10.5.5.9/camera/Pv?t=" + wifiPass + "&p=802");
    } else {
        // Disable streaming
        url = new URL("http://10.5.5.9/camera/Pv?t=" + wifiPass + "&p=801");
    }

    HttpURLConnection urlConnection = (HttpURLConnection) url.openConnection();

    try {
        InputStream in = new BufferedInputStream(urlConnection.getInputStream());
    } finally {
        urlConnection.disconnect();
    }

} catch (MalformedURLException e) {
    // TODO Auto-generated catch block
    e.printStackTrace();
} catch (IOException e) {
    // TODO Auto-generated catch block
    e.printStackTrace();
}
```

Fig. 7 Streaming Application code using VideoView

```
String URLstring = "http://10.5.5.9:8080/live/amba.m3u8";

mVideoView = (VideoView) findViewById(R.id.videoView1);
mVideoView.setVideoURI(Uri.parse(URLstring));
mVideoView.setMediaController(new MediaController(this));
mVideoView.requestFocus();
mVideoView.start();
```

Fig. 8 Connection URL for Streaming

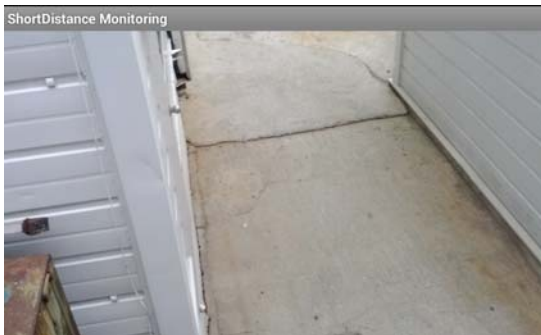


Fig. 9 Implementation monitoring system for action camera

모바일 Application의 소스 코드 일부를 나타낸다. Fig. 7은 사용자가 사전에 설정해둔 Wi-Fi 암호를 입력하고 카메라에 요청을 전송하면 스트리밍이 시작된다.

Fig. 8은 관련 연구 2.2 스트리밍 프로토콜에서 언급한 .m3u8 포맷으로 스트리밍하는 방법을 보여 주며 URL에서 “HTTP” 프로토콜을 사용한다.

Fig. 9은 구현한 모바일 Application의 실행 화면

이다.

이 Application은 액션 카메라와 연결하여 실시간 촬영 영상을 사용자의 모바일 장치에서 모니터링할 수 있도록 해준다.

3.2 데이터 네트워크 사용 가능지역

IP 카메라는 기존의 CCTV 및 액션 카메라 등에 비해 원거리에서 모니터링이 가능하고 네트워크를 통해 클라우드 서버 및 대용량 저장소에 영상 전송이 가능하다는 장점이 있다. 또한, 영상을 외부 저장소에 저장함으로써 저장 공간 감소 및 H/W의 부담을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 데이터 네트워크가 사용 가능한 도심 또는 도심근교 지역에서는 이러한 IP 카메라를 활용한 모니터링 시스템을 사용하는 것이 유리하므로 이러한 방법도 개발한다.

Fig. 10은 모니터링 시스템의 구조를 보여준다. IP 카메라로부터 캡처한 영상을 앞서 2장에서 설명한 VLC Media Player를 이용하여 수신하고 인코딩 과정을 거친 뒤 RTSP 프로토콜 방식의 URL을 이용해 서비스한다. 인코딩 과정을 거치는 이유는 원본 영상의 크기가 모바일 장치에 적합하지 않아 수신하는데 많은 시간이 소요되므로 원활한 스트리밍을 위해 화면을 축소하여 용량을 줄이기 위함이다. 본 논문에서는 안드로이드 운영체제의 Application을 개발하므로 스트리밍 데이터 재생을 위해서는 MediaPlayer 클래스를 사용하여 구현한다.

MediaPlayer를 통해 URL에 접속하여 스트리밍을 수신한다.



Fig. 10 Flow of IP camera monitoring system

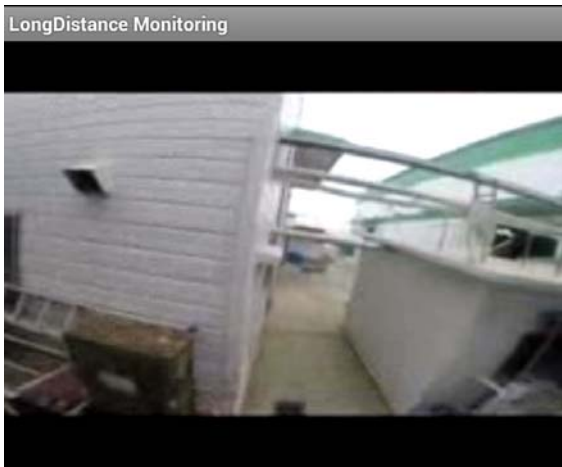


Fig. 11 Implementation monitoring system for IP camera

본 논문에서 제안한 방법을 사용하여 구현한 결과의 예제 화면은 Fig. 11과 같다.

제안한 방법대로 원거리에서 IP 카메라를 이용하여 다수의 태양광 가로등 모니터링이 가능하고 관리와 더불어 감시의 효율성이 향상될 것으로 기대된다.

4. 결론 및 향후 연구

모바일 장치의 급속한 발전 및 활용 범위 확대에 따라 모바일 환경에서도 멀티미디어 스트리밍 서비스가 일반화되어 언제 어디서나 모바일 장치를 이용하여 동영상과 음악을 감상할 수 있게 되었다.

한편, 태양광 가로등의 설치 또한 전국적으로 꾸준히 증가함에 따라 태양광 가로등을 효율적으로 관리하고 감시하기 위한 필요성이 증대되었으며 이를 위한 기술 개발이 필요하다.

본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위해 액션 카메라 및 IP 카메라를 활용하여 각각 데이터 네트워크 사용 제한지역과 사용 가능지역에서의 두 가지 모니터링 시스템에 대해 제안하였다.

데이터 네트워크 사용 제한지역에서는 액션 카메라를 이용하여 관리자의 모바일 장치를 통해 직

접 액션 카메라에 접속함으로써 영상을 모니터링 하였다.

데이터 네트워크 사용 가능지역에서는 IP카메라를 사용하였고 생성되는 영상 파일을 VLC Media Player를 이용하여 인코딩 등의 과정을 거쳐 사용자의 모바일 장치에서 영상을 모니터링하도록 하였다.

향후 연구 과제로는 태양광 가로등에서 수집된 각종 정보를 분석하여 이상을 감지하는 연구와, 카메라에서 캡처한 영상에 다양한 영상 처리 기법을 적용하여 모션 감지를 통한 능동적인 모니터링 방법에 대한 연구가 가능하다.

후 기

“본 연구는 ‘산업통상자원부’, ‘한국산업기술진흥원’, ‘대경지역사업평가원’의 ‘광역경제권 선도 산업 육성사업’으로 수행된 연구결과입니다.”

REFERENCES

- (1) “CISCO Global Internet Speed Test”(2013), <http://gistdata.ciscovni.com> (accessed 16, Apr, 2014).
- (2) “Streaming” (2014), <http://en.wikipedia.org/wiki/Streaming> (accessed 6, Apr, 2014).
- (3) “Streaming Protocols” (2014), <http://www.garymcgath.com> (accessed 7, Mar, 2014).
- (4) “VideoLan Organization” (2014), <http://www.videolan.org> (accessed 11, Apr, 2014).
- (5) V. C. Zambenedetti, J. D. Gabriel, R. Wagner, G. C. Heck, L. Lippmann Jr., A. Soletti, D. F. de Araújo, F. A. Salles, O. A. C. Macedo, “Communication Solution for Implementing Smart Grid Environment in The Distribution Network”, Innovative Smart Grid Technologies Latin America IEEE PES Conf. On, pp. 1-5, 2013.
- (6) Yusaku Fuji, Noriaki Yoshiura, Akihiro Takita, Naoya Ohta, “Smart Street Light System with Energy Saving Function Based on The Sensor Network”, Proc. of the 4th Int. Conf. on Future Energy Systems, pp. 271-272, 2013.

- (7) Pooya Najafi Zanjani, Morteza Bahadori, Mohammad Hashemi, "Monitoring and Remote Sensing of The Street Lighting System Using Computer Vision and Image Processing Techniques for The Purpose of Mechanized Blackouts", *Mechatronics and Machine Vision in Practice 19th Int. Conf.*, No. 0945, pp. 1-4, 2013.
- (8) Afreen N. Shaikh, Nuhaad Shah, Ashutosh Tripathy, Mudassar H. Naikwadi, "Intelligent Monitoring and Control Rendered to Street Lighting", *Advances in Technology and Engineering Int. Conf. on No. 151*, pp. 1-5, 2013.
- (9) Alexandru Lavric, Valentin Popa, Ilie Finis, "The Design of A Street Lighting Monitoring and Control System", *Electrical and Power Engineering Int. Conf. and Exposition on*, pp. 314-317, 2012.
- (10) Gustavo W. Denardin, Carlos H. Barriuello, Alexandre Campos, Ricardo N. do Prad, "An Intelligent System for Street Lighting Monitoring and Control", *Power Electronics Conf.*, pp. 274-278, 2009.
- (11) Gianluca Paravati, Fabrizio Lamberti, Andrea Sanna, Eduardo Henao Ramirez, Claudio Demartini, "An Immersive Visualization Framework for Monitoring, Simulating and Controlling Smart Street Lighting Networks", *Proc. of the 5th Int. ICST Conf. on Simulation Tools and Techniques*, pp. 17-26, 2012.