

IoT환경에서 무아레 현상을 이용한 사용자 얼굴 인증 기법

조익현¹, 이근호^{2*}

¹백석대학교 정보통신학부 학생, ²백석대학교 정보통신학부 교수

A Scheme of User Face Recognition using a Moire Phenomenon in IoT Environment

Ik-Hyun Cho¹, Keun-Ho Lee^{2*}

¹Student, Division of Information Communication, Baekseok University

²Professor, Division of Information Communication, Baekseok University

요 약 현대에는 모든 사물, 기기들이 인터넷으로 연결되고 네트워크를 통해 IoT 제품을 쉽게 접하면서 IoT 제품을 사용하고 있다. 사용자들의 편리성을 위하여 원격으로 IoT 제품을 직접 조작하지 않고 자동으로 조작할 수 있다. 사용자들이 IoT 제품을 이용하여 생활의 편리성을 향상하기 위한 다양한 연구개발이 진행되고 있다. 하지만 사용자의 편리성만을 추구하다 보니 보안적인 측면에서는 사용자의 개인정보 노출이 되는 심각한 문제가 발생하고 있다. 본 논문에서는 IoT 제품에 무아레 기술을 적용하는 방법을 제안하여 보안의 성능을 향상하고, 무아레 현상 방법인 그림자식 무아레, 영사식 무아레를 이용한 사용자 얼굴 인증으로 IoT 제품의 안전성을 높이는 방법을 제안한다. 기존의 IoT 제품과 무아레 기술이 적용된 IoT 제품을 비교해 보면 무아레 기술이 적용된 IoT 제품이 보안적인 측면에서 안전하다.

주제어 : 사물인터넷, 무아레, 그림자식 무아레, 영사식 무아레, 보안

Abstract In modern times, many IoT products are being used as all things and devices are connected to the Internet and IoT products become easily accessible through the network. For the convenience of users, IoT products can be remotely operated automatically without manual operation. Various research and development are underway to improve the convenience of users by using IoT products. However, since only the convenience of the users is pursued, in terms of security, there is a serious problem that exposes the user's personal information. This paper has proposed a method to apply moiré technology to IoT products in order to improve the performance of security, and a method to increase the safety of IoT products using user face authentication based on shadow moiré as a moiré phenomenon method, and the projection moiré. When comparing the existing IoT products and IoT products applied with moiré technology, IoT products applied with moiré technology are safer in terms of security.

Key Words : Iot, Moire, Shadow moire, Projection moire, Security

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(NRF-2016R1D1A3B03935976) and was supported by Korea Sanhak Foundation

*Corresponding Author : Keun-Ho Lee (root1004@bu.ac.kr)

Received November 30, 2018

Revised January 31, 2019

Accepted February 20, 2019

Published February 28, 2019

1. 서론

생체를 이용한 보안 방법이 발전함에 따라 생체 보안 방법이 응용 가능한 분야가 점점 늘어나고 있고 많이 이용되고 있다. 사물에 대한 분실 문제가 없고 패스워드 같은 기억을 해야 하는 보안 방법에 대한 망각 문제도 없다. 생체 보안 방법 중에서 사용자의 얼굴을 사용한 보안 방법이 가장 많이 사용되고 있다. 사람의 얼굴을 측정 대상으로 정하기 때문에 광학적 부분이 유용하게 쓰인다. 무아레 기술 방식은 빠른 시간에 측정할 수 있다. 아이폰과 국내에서 구현되고 있는 스마트폰들은 투광 조명, 센서를 이용하여 사용자 얼굴의 3D 이미지를 만들고, 적외선 카메라를 통해 이 이미지를 저장하는 방식을 사용한다. 하지만 무아레 기술은 가상의 기준점을 만들고 카메라를 이용하여 위상 도를 획득한다. 가상의 기준점을 만들고 카메라를 이용하여 위상 도를 획득하며, 획득한 위상 도를 사용하여 3차원 형상을 만든 뒤 얼굴 보안 인증에 사용한다. 3차원 얼굴 형상을 통해 얻은 정보를 얼굴 보안 기술에 적용하여 주변 환경 조건에 대한 제약을 최소화하고 얼굴 인증 방법에 대한 특징점을 향상한다. 무아레(Moire) 기술은 공간적으로 반복적인 또는 반복적인 구조를 겹치거나 다른 하나에 투영시켜 추출할 수 있는 강도 간섭으로 얻어지는 형태로 물체 형상측정법, 열팽창 측정기 제작, 지문 보안 방법, 얼굴 인식 방법 등으로 사용할 수 있다. 무아레 현상을 또 다른 보안 방법에 쓰일 수 있는 거에 대해 생각할 수 있다[1]. 사물과 사물의 통신을 하는 IoT의 진화는 현대 사회의 새로운 발전과 삶의 질 향상시키고 있다. IoT 기술 발전은 현대 사회에서 사람과 사람 사이에서만 통신하던 개념이 목소리에서 정보로, 그 정보가 사물에서 다시 사람으로 통신을 하게 되었다. 이처럼 사람끼리 통신하던 것을 넘어서 사물이라는 개념으로 발전되었다[2]. 현대 사회에서 소프트웨어, 하드웨어, 네트워크가 가능한 IoT 제품 기술이 빠르게 성장하고 있고 다양한 분야에서 응용이 되고 있다. IoT 기술의 활용 범위가 넓어지고 있다는 것이다. 발전하고 있는 속도에 따라 IoT 기술의 데이터 무결성 체크, 시스템의 보안, IoT 제품에 대한 제어 기술이 중요시되고 있다. 특히 IoT 기술을 바탕으로 하는 TV, 냉장고, 자동차에서 활발한 연구가 진행되고 있다. IoT 기술은 편리한 환경을 제공하여 사용자의 만족감과 효율성을 높이는 특징이 있지만, 제품 간의 통신 신뢰성, 보안에 대한 안정성 및 제품 제어와 정보의 무결성 여부 검사와 사용자의 정보

해킹 및 사생활 방해 등과 같은 피해 때문에 제품에 대한 보안이 중요시되고 있다[3]. IoT 기기들이 안전한 보안 방법 없이 사용되어 사용자 보안이 공격에 취약하게 노출되어 있다. 본 논문에서는 무아레 현상을 통한 사용자의 안전성을 높이는 얼굴 인증 기법을 제안하였다.

2. 관련연구

2.1 무아레(Moire)

무아레(Moire) 기술은 공간에서 반복성을 가지고 있는 반사판, 투과 판을 같은 위치에 놓았을 때 발생하는 물질 모습의 간섭무늬를 무아레 무늬라고 한다[4]. 이런 무아레 현상은 비간섭성 광원을 이용하는 강도 간섭 효과로 받아들일 수 있다. 무아레 무늬는 반복적인 무늬가 겹쳐 발생하는 현상이다. 방충망 같은 촘촘한 무늬 두 장이 겹쳐 있을 때 보이는 무늬의 격자 간격보다 크기가 크고 변화가 여러 가지인 무늬를 볼 수 있다. 무아레 무늬는 맥놀이 현상이 반복적으로 발생하는 것으로, 물체 사이에 나타나는 간섭무늬를 뜻한다. 이러한 반복적인 모습의 무늬를 무아레 무늬라고 한다[5]. 무아레 무늬에는 여러 가지 특징들이 존재하는데 특징 중에서 몇 가지 특징들을 알아볼 것이다. 무아레 기술의 특징들에서 주목해야 하는 부분은 무아레 무늬가 바뀌면 실제 물질의 움직임이 상당히 크게 보일 수 있다는 것과 무아레 무늬의 제작 방법에 따라 해당 물질의 모습에 대한 3차원 정보를 가지고 있다[6]. 또한 측정이 어려운 물체의 이미지 측정, 이동 중인 이미지 등에 대한 정보를 얻는 데 사용된다. Fig. 1은 무아레 모습을 나타낸 것이다.

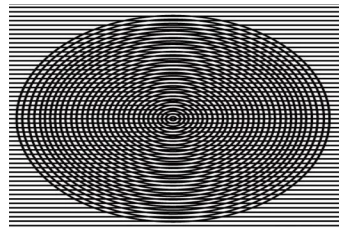


Fig. 1. Moire pattern

2.2 영상식 무아레(Projection moire)

영상식 무아레 기술은 영상 격자의 투영을 위한 영상 시스템과 투영된 나선 모양의 격자 모습 결상을 위한 결

상 시스템으로 나누어진다. 보통 광원으로는 백색광이 주로 사용되고 있고, 두격자와 광원의 사이에서는 광원의 빛을 격자 면에 동등한 곳으로 모으기 위해 집광렌즈가 사용된다. 또한 한 쌍의 같은 간격을 가지고 있는 같은 직선 격자와 서로 투영 격자가 기준 격자로 사용된다. 투영 격자와 기준 격자는 광축에 대해서 직선인 평면상에 대칭적으로 위치한다[7].

2.3 그림 자식 무아레(Shadow moire)

그림 자식 무아레 기술은 측정하고자 하는 사물의 바로 앞에 기준 격자를 설치하고 조명을 비추고, 일정한 각도를 유지하고 사물을 관찰함으로써 기준 격자와 측정 물체 위에 만들어진 기준 격자의 그림자가 겹쳐진 이미지를 얻게 된다. 이미지에는 두 개의 격자가 겹쳐졌을 때 생기는 무아레 무늬가 담기게 된다. 이 과정에서 생긴 무아레 무늬에는 측정 물체의 모습에 따라 결정되는 격자의 그림자 이미지가 포함되어 있기 때문에, 무아레 무늬를 해석함으로써 측정 물체의 이미지 정보를 얻을 수 있다. 무아레 무늬의 해석에는 예전부터 간섭무늬 추적(fringe contouring)이 사용되어 왔기 때문에 측정 분해능이 떨어졌었다. 그러나 현대에서는 위상천이(phase shifting), 푸리에 변환 등 여러 가지 방법으로 측정 분해능이 향상되고 있으며, 획득한 이미지에서 측정 물체의 모습과는 상관이 없는 기준 격자의 이미지를 최소화하기 위해서 무아레 무늬를 획득하는 시간 동안 기준 격자의 위치를 이동시키는 방법 등이 이용되고 있다[8]. 그림 자식 무아레 기술에서는 측정 방법에서 볼 수 있듯이 측정 물체의 측정영역 전체를 담을 수 있는 크기의 세밀한 기준 격자가 필요하다는 단점 때문에 그림 자식 무아레 기술은 측정 물체가 작을 때 사용된다.

2.4 IoT(Internet of Things)

IoT는 어떤 분야에 적용하느냐에 따라서 공공, 산업, 기업으로 나누어진다. 산업에서 IoT는 산업적 활용에 주목적을 두고 발전을 하였다. 실시간으로 주변 환경 정보를 수집해주는 센서 노드, 연결된 다양한 센서들에서 모은 정보들을 마스터 노드에 전달해주는 싱크노드, 싱크노드에게 받은 정보를 통합, 편집 및 가공하여 클라우드 서버로 전달해주는 마스터 노드로 구성되어 있다. 해외에서는 IoT를 하나의 클라이언트 및 가상의 클라이언트로 생각하고 인터페이스를 통하여 주변 사물, 환경들과

연결 및 통신할 수 있는 클라이언트라고 말하고 있다[9]. 한국 방송통신위원회에서 IoT는 사물 지능통신과 유사한 개념으로 사람과 제품, 제품과 제품 간의 통신 서비스를 장소와 시간에 한정하지 않고 편리하고 안전하게 실시간으로 사용 가능한 통신 융합 ICT 인프라라고 이야기하고 있다. IoT 보안 취약점 특징에는 물리적 기기 파괴 및 단말기 분실 위험, 무선 신호의 교란 위험, 자료의 유출 위험, 정보의 변조 위험, 서비스 거부 공격 위험 등이 있다[10]. 무아레 기술을 사용한다면 정보의 변조 위험, 단말기 분실 등 사용자 정보 보안에 안전할 것이다.

3. 무아레 기술을 이용한 IoT 보안 기법

IoT는 사물과 사람 모두 가릴 것 없이 전부 네트워크를 통해 연결된 사회이다. 만약에 네트워크를 통해 IoT가 해킹당한다면 전에 있던 해킹 사고와는 비교가 안 될 만큼 엄청난 해킹 사고가 발생할 것이다. 네트워크와 통신하는 IoT 사회는 보안이라는 거대한 중요점을 가지고 있다. IoT 환경에서 일어날 수 있는 보안 문제점들은 예전의 통신환경에서 일어났던 문제점들을 가지고 있다. 그 때문에 IoT 환경에서는 네트워크가 연결되어 있어 보안이 대두되고 있고 매우 중요한 문제이다.

Fig. 2는 실험 장치의 모습을 나타낸 것이다. 프로젝터를 사용해서 측정 대상에 격자무늬를 생성하고, CCD 카메라와 프레임 그래버를 사용하여 투영된 가상의 변형 격자를 얻기 위한 광학계의 모습을 나타낸다[11]. 클라이언트가 자신의 이미지 정보를 미리 저장해 둔 다음에 제품을 사용할 시에 카메라를 통해 얼굴 보안 인식을 하면 된다.

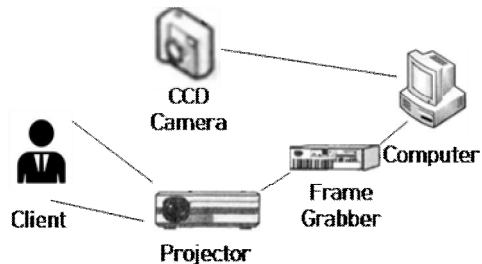


Fig. 2. Experimental set-up

얼굴 보안 방식은 상대적으로 장거리에서도 사용자의 도움 없이 인식할 수 있다. 하지만 주변 환경 조건에 따라 제약이 많이 받기 때문에 정확성이 떨어진다는 단점

이 있다. 이러한 단점을 보완하고자 기존의 얼굴 보안 방식 장점을 이용하면서 디지털 영사식 방식을 통해 무아레 기술을 사용하여 추가적인 인증 방법이 사용될 수 있도록 진행하였다[12]. 컴퓨터를 이용하여 기준 격자와 변형 격자를 영사시켜 카메라와 프로젝터를 이용해 각각의 변형 격자와 기준 격자의 이미지를 획득한다. 획득한 이미지 자료를 디지털화 영상장비를 사용하여 획득한 화상의 위상값을 구하기 위한 알고리즘을 사용하여 각각의 기준 격자와 변형 격자의 위상 도를 획득한다.

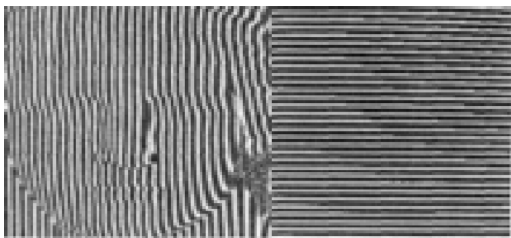


Fig. 3. Topology plot of a strain and a datum

Fig. 4는 영사식 무아레 기술을 구현하는 순서도를 나타낸다. 먼저 영사기를 이용해 측정하고자 하는 클라이언트에게 격자를 투영시킨다. 클라이언트에 투영된 변형 격자의 이미지를 결성 렌즈를 사용하여 기준 격자 위에 결성을 시켜서 두 가지의 격자가 합쳐져서 생기게 되는 무아레 무늬를 카메라로 획득을 한다[13]. 그렇게 한다면 영사식 무아레 방법에 의해 클라이언트의 영상을 획득하게 된다. 획득한 클라이언트의 무아레 무늬를 가지고 보안에 사용하게 된다.

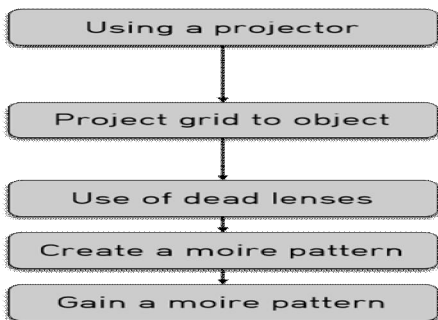


Fig. 4. Projection moire a flow chart

Fig. 5는 무아레 측정 순서도를 나타낸 것이다. 기준 격자의 위상 도와 변형 격자의 위상 도를 먼저 구한다. 왜냐하면 기준 격자의 영향을 최소화하기 위해서이다.

구한 기준 격자의 위상 도와 변형 격자의 위상 도를 이용하여 무아레 무늬 위상 도를 구하는 방법이다. 측정 시간을 감소 화하기 위해 측정하기 전에 가상의 기준 격자를 사용해 위상 이동을 한 다음 기준 평면의 기준 격자 위상 도 값을 구한다. 클라이언트는 프로젝터 앞쪽에 위치하여 가상의 격자를 통과시켜 변형 격자 위상 도의 각각의 피치에 대한 값을 구한다. 그다음 기준 격자 위상 도와 변형 격자 위상 도를 사용하여 화상처리 알고리즘을 사용하여 두 가지의 피치에 해당하는 무아레 무늬 위상 도 값을 구한다. 격자 위상 도와 변형 격자 위상 도를 통해 얻은 무아레 무늬 위상 도를 사용하여 맥놀이 현상을 적용한 맥놀이 무아레 무늬 위상 도를 구한다. 구한 맥놀이 무아레 무늬 위상 도와 A1 무아레 무늬 위상 도를 사용하여 피치 값이 A1 무아레 무늬 위상 도의 차수 m의 값을 구한다. 구해진 차수 m을 피치가 A1 무아레 무늬에 활용하여 3D 높이 값 측정을 한다[14].

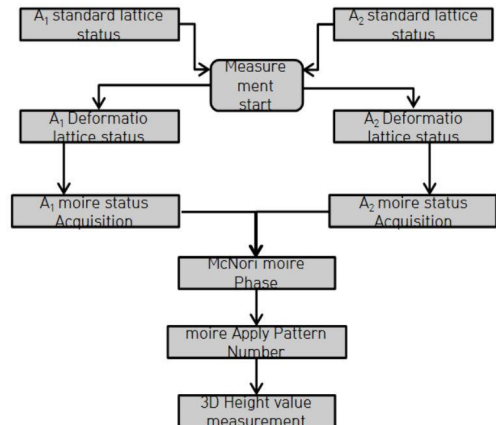


Fig. 5. Measurement flow chart

Fig. 6은 IoT 기기에 무아레 기술을 접목해서 사용자의 모습을 측정한다. 그리고 IoT 기기의 주인인지 주인이 아닌지 판단을 하는 것이다. 이처럼 IoT 기기의 주인이라면 IoT 기기의 사용이 허가되고 그렇지 않고 다른 사람이 주인의 허락 없이 기기를 쓰는 것이라면 IoT의 주인에게 경고 문자가 가는 것이다.

1. 무아레를 이용하여 사용자 측정한다.
2. 등록된 사용자의 정보와 비교를 한다.
3. 등록된 사용자라면 승인을 하고, 등록되지 않은 사용자에게는 승인하지 않는다.
4. 등록되지 않은 사용자에게는 경고 메시지를 보여준다.

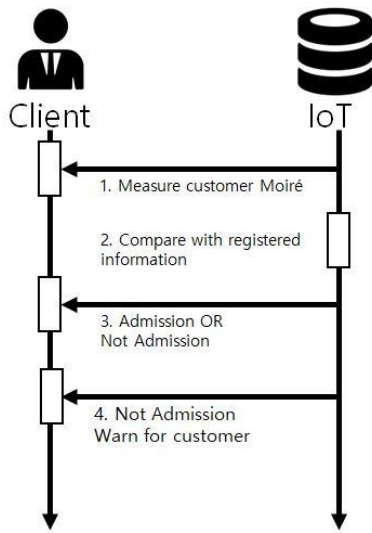


Fig. 6. Measurement flow chart

Table 1은 일반 IoT Device와 IoT device applied with moiré의 비교 테이블이다. 비록 항목은 Integrity, Accessibility, Security methods, Confidentiality, Availability 이다[15].

Table 1. IoT comparative table

| | IoT Device | IoT device applied with moiré |
|------------------|------------|-------------------------------|
| Integrity | Vulnerable | Solidity |
| Accessibility | Normal | Normal |
| Security methods | Password | Using Moiré Technique |
| Confidentiality | Normal | Solidity |
| Availability | Normal | Normal |

4. 결론

생체인증 보안 기술과 IT 기술의 발달로 여러 가지 생체인증 보안 방법이 등장하고 있다. 생체인증 보안 기술에서도 신체접촉이 이루어지지 않고 사용자의 거부 반응 없이 간편하고 빠른 방법으로 인증할 수 있는 얼굴 보안 방식이 인기를 받고 있다. 앞으로 생체인증 보안 기술에서는 본인만이 가지고 있는 것을 특징으로 하는 생체인증 보안 방식 중 효율적이고 안전한 방식을 살려 다양한 본인 인증 기법들이 제시될 것이다. 본 논문에서는 무아레 무늬를 이용하여 사용자의 얼굴 보안 방식을 제안하였다. 주변 환경 제약 조건에 따라 오답률이 늘어나는 얼

굴인식의 단점을 해결하고자 디지털 영사식 방식을 통한 무아레 기술을 사용하여 오답률을 줄인 인증이 가능할 수 있도록 연구 방향을 제안하였다. 과학의 진화로 점점 해킹이 가능해지는 시대가 오고 있는 현실에서 무아레 기술을 사용한 암호화방법은 안전서를 높이는 부분에서 충분한 가치가 있다. 그러나 기존 격자와 변형 격자의 위상도 획득 방식에서 조금 더 정확한 위상도 획득을 위한 정확한 알고리즘이 필요하다. 향후에는 영사식 무아레 기술 적용에 있어서 향상된 알고리즘 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] H. Kang, B. R. Lee & T. Y. Kim. (2001). Data Encryption Using the Moiré Patterns. *KOREA INFORMATION SCIENCE SOCIETY*, 28(21), 670-672.
DOI : 10.12811/JKCS.201.11.2.129
- [2] Y. H. Kim, J. K. Yang & H. B. Kim. (2014). Trends in M2M/IoT and Security Threats. *Korea Institute Of Information Security And Cryptology*, 24(6), 48-59.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06073336>
- [3] S. H. PARK. (2017). *A Design of secure and efficient authentication scheme using bioinformation in IoT environment*. Paper of Masters degree. Soongsil University, Seoul.
- [4] W. J. Ryu, Y. J. Kang & Y. K. Kwon. (1997). Improvement of accuracy of surface measurement in the phase-shifting shadow moiré method. *Korean Society Of Precision Engineering*, 402-406.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE00860399>
- [5] C. R. Seo, J. P. Lee, K. H. Lee, Y. B. Jeon & J. S. Park. (2017). A Proposal for Improvement of Detection of User Based on Facial, Authentication Using Digital Projection Moiré. *Journal of Spring Conference*, 24(1), 366-367.
- [6] W. J. Ryu & Y. J. Kang. (2005). Shape Measurement Method by using Moiré Phenomenon. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 22(4), 7-12.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE00855874>
- [7] S. W. Kim, Y. B. Choi, J. T. Oh & M. S. Jung. (1998). Phase-shifting Grating Projection Moiré Topography. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers*, 22(5), 850-857.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE00340770>
- [8] J. W. Joo, S. I. Kang, M. K. Kim & J. Y. Park. (2009). Measurements of Human Body Abdomen Using Shadow

- Moiré in Laboratory. *Journal of Industrial Science and Technology Institute*, 23(2), 75-84.
- [9] Y. H. Shin. (2016). A Study on the Security Technology of Real-time Biometric Data in IoT Environment. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 21(1), 85-90.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06597823>
- [10] D. H. Kim, S. O. Yun & O. P. Iee, (2013). Security for IoT service. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 30(8), 53-59.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE02235872>
- [11] W. J. Ryu, J. P. Choi, J. K. An & Y. J. Kang. (2001). A Study on the Virtual Grating Projection Moire Topography for the Shape Measurement of Human Face. *Korean Society Of Precision Engineering*, 49-52.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE00864760>
- [12] W. J. Ryu, Y. J. Kang, H. M. Rho & D. H. Lee. (2007). A Study on 3-D Shape Measurement and Application by Using Digital Projection Moiré (II). *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 24(5), 62-67.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE00845858>
- [13] Y. J. Kang, W. J. Ryu & Y. K. Kwon. (1998). A Study on the Improvement of Accuracy of Surface Measurement in the Phase-Shifting Shadow Moiré Method. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 15(10), 96-102.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01695695>
- [14] W. J. Ryu, Y. J. Kang, H. M. Rho & D. H. Lee. (2005). A Study on 3-D Shape Measurement and Application by using Digital Projection Moire(I). *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 22(7), 88-93.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE00855484>
- [15] D. H. LEE & N. J. BARK. (2016). Security certification and security management plan for IoT products. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 33(12), 28-34.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07065797>

조 익 현(Cho, Ik Hyun)

[학생회원]



- 2012년 3월 ~ 현재 : 백석대학교
정보통신학부 학생
- 관심분야 : Security, IoT
- E-Mail : whdlrgus8@gmail.com

이 근 호(Lee, Keun Ho)

[정회원]



- 2006년 8월 : 고려대학교 컴퓨터학
과(이학박사)교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 백석대학교
정보통신학부 부교수
- 관심분야 : 이동통신 보안, 융합
보안, 개인정보보호, IoT 보안

· E-Mail : root1004@bu.ac.kr