

단일 이미지 패턴을 이용한 다수의 전력설비 데이터를 증강하기 위한 패턴 배열화 기법 설계

김석수

한남대학교 멀티미디어학부 교수

Design of Pattern Array Method for Multi Data Augmentation of Power Equipment using Single Image Pattern

Seoksoo Kim

Professor, Division of multimedia, Hannam University

요약 전력 소비량이 극대화 되면서 개인 전력 중개사업자 및 전력 생산설비의 증가에 따라 전력 설비를 유지, 보수하기 위한 현장 설비 담당자들을 위한 증강현실 기반 모니터링 시스템들에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 기존 증강현실 기반 모니터링 시스템들의 경우 외부 환경, 설비의 복잡성, 조명환경에 대한 간섭 등의 문제로 인하여 정확한 패턴 검출이 어려우며, 전력 설비에 대한 다양한 센싱 정보 및 서비스 정보를 하나의 패턴에 매칭하지 못하는 문제가 있다. 이로 인하여 전력 설비의 센서별로 단일 이미지의 패턴을 이용하여 센서 정보를 매칭하기 때문에 모든 정보를 증강하여 제공하기 위해 다수의 이미지 패턴이 필요하다. 본 논문에서는 다수의 특징 패턴들로 구성된 단일 이미지에서 특징 패턴들의 배열조합을 통해 다수의 정보를 매칭하여 제공하는 단일 이미지 패턴 배열화 기법을 제안한다.

주제어 : 전력설비, 증강현실, 패턴 배열, 이미지 처리, 데이터 증강

Abstract As power consumption is maximized, research on augmented reality-based monitoring systems for on-site facility managers to maintain and repair power facilities is being actively conducted as individual power brokerages and power production facilities increase. However, in the case of existing augmented reality-based monitoring systems, it is difficult to accurately detect patterns due to problems such as external environment, facility complexity, and interference with the lighting environment, and it is not possible to match various sensing information and service information for power facilities to one pattern. there is a problem. For this reason, since sensor information is matched using a single image pattern for each sensor of a power facility, a plurality of image patterns are required to augment and provide all information. In this paper, we propose a single image pattern arrangement method that matches and provides a plurality of information through an array combination of feature patterns in a single image composed of a plurality of feature patterns.

Key Words : Power Equipment, Augmented Reality, Pattern Array, Image Processing, Data Augmentation

1. 서론

전력을 생산하는 기관 및 기업은 전력 설비에 부착된 다양한 센서에서 전력 생성량, 누적치, 모터 회전수

등 설비의 정보를 수집받아 장비 오작동, 전력 손실, 생산 등의 활동 정보를 확인한다.

기존 전력 설비 모니터링 시스템들은 단순 센서로부터 수집된 정보를 수치화하여 보여주거나 가상의 3차

*Corresponding Author : Seoksoo Kim(sskim@hnu.kr)

Received September 6, 2020

Accepted November 20, 2020

Revised October 20, 2020

Published November 28, 2020

원 전력 설비 모델에 수집된 정보를 매칭하여 보여주는 방식으로 서비스를 제공하고 있다[1].

텍스트 형태의 모니터링 시스템의 경우 모바일 디바이스를 통해 장비별로 수치 데이터를 제공하나 직관적인 정보를 제공하는 것이 아니라 설비에 대한 센서 정보를 사전에 숙지하고 있어야 한다.

또한 가상의 3D 전력 모델에 센서 정보를 매칭하는 모니터링 시스템의 경우 3D 모델의 렌더링을 위한 렌더러 문제로 인하여 모바일 디바이스에서는 구동이 어려워 현장 근무자들이 직관적인 정보를 제공받지 못하는 문제가 있다.

현장 근무자들이 사전 지식 없이 직관적인 정보를 제공 받아 실 장비에 대한 정보를 모니터링하여 설비를 유지·보수하기 위한 기술의 필요성이 증대되고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 증강현실기술을 이용하여 현장에 있는 전력설비를 인식하고 수집된 데이터를 증강하여 모니터링을 하는 시스템들이 연구되고 있다[2].

증강현실의 경우 현실공간의 특징정보를 이용한 마커리스 기반 증강현실과 인식이 용이한 패턴을 기반으로 가상의 정보를 증강하는 마커 기반 증강현실이 있다.

기존 증강현실을 이용한 시스템의 경우 현실공간의 전력설비의 3차원 특징정보를 기반으로 패턴을 인식하는 방식이 아닌 특징 패턴 또는 패턴 이미지를 통해 인식하는 마커 기반 증강현실을 이용하여 가상의 전력 정보를 증강하여 제공하고 있다.

전력설비의 경우 외부환경요소, 설비의 복잡성으로 인하여 특징점을 통한 패턴 검출이 어렵기 때문에 다수의 데이터를 증강하여 제공할 경우 매칭되는 데이터의 오류 발생율이 높다.

또한 설비의 특성상 외부 조명의 밝기가 낮아 영상 입력시 명도 값이 낮아 영상 이진화시 정확한 패턴영역 설정이 어렵다.

따라서 본 논문에서는 이와 같은 문제를 해결하고자 단일 이미지로 구성된 패턴을 다수의 배열로 구성하고 배열에 따른 값을 통해 전력 설비에 부착된 다수의 센서들로부터 수집된 정보를 가상으로 증강하여 제공하는 기법을 제안한다.

2. 관련연구

2.1 증강현실 기반 전력장비 모니터링

기존의 증강현실 기반 전력 장비 모니터링 시스템[3]의 경우 각 전력 설비로부터 수집된 정보를 컨트롤보드에서 수집하여 이를 데이터베이스화하고 AR(Augmented Reality) 마커를 인식하여 검출된 패턴 정보를 기반으로 해당 설비에 대한 서비스로 접근한다.

접근한 서비스에 대한 정보를 증강하여 현장 근무자들이 이를 이용하여 설비에 대한 유지 및 보수를 수행하게 한다.

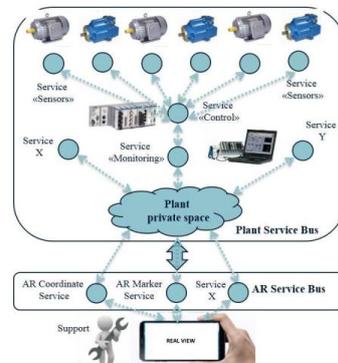


Fig. 1. Structural circuit of the augmented reality system

단순 AR 마커를 이용하여 다수의 전력 장비에대한 서비스 접근을 수행하게 하고 이에 대한 정보를 제공하기 때문에 AR 마커의 오인식이 발생할 경우 패턴 ID에 해당하는 센서정보를 받지 못하거나 매칭된 센서에 정보를 정확하게 증강하지 못하는 문제가 있다.

전력장비 원격 유지관리 시스템[4]의 경우 현장 근무자들이 전력장비를 수리하는데 필요한 매뉴얼 정보를 가상의 오브젝트를 통해 증강함으로써 직관적으로 장비 수리가 가능하도록 하는 시스템이다.

전력장비 원격 유지관리 시스템의 경우 HMD(Head Mounted Display)의 카메라를 통해 촬영한 영상에서 설비의 특징영역의 패턴을 검출하고 이를 통해 3차원 오브젝트를 매칭함으로써 장비 구동 및 수리에 대한 정보를 제공하나 외부 조명환경 간섭으로 인한 특징점 노출이 적은 경우 패턴 미검출이 발생하며, 하나의 패턴이 단일 정보만을 제공하기 때문에 다수의 정보를 동시에 제공해야하는 발전기, 전력 배터리 등의 장비에서는 사용성이 떨어지는 문제점이 있다.

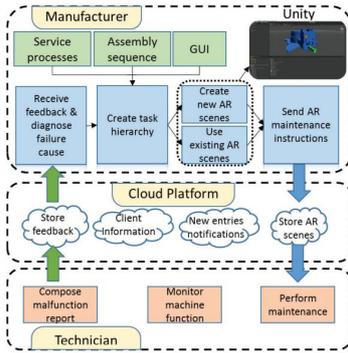


Fig. 2. Architecture of augmented reality application to support remote maintenance as a service

본 논문에서는 전력 장비만의 브랜드 로고, 설비 특징 이미지와 같은 단일 이미지를 배열화 하여 1개의 이미지에서 다수의 정보를 동시에 증강할 수 있도록 하여 전력설비에 대한 정보를 제공한다.

2.2 패턴 배열 리스트화 기법

조명, 음영과 같은 외부 환경이 입력 영상에 간섭을 하면 이진화 영상에 잡음이 발생하여 증강현실 패턴을 검출하지 못한다.

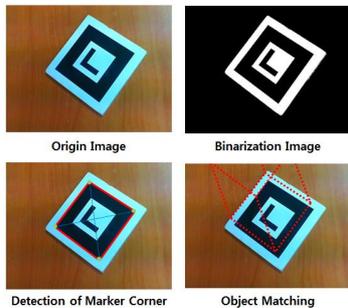


Fig. 3. Object matching of structure in augmented reality

증강현실은 Fig. 3과 같이 원영상을 임계값을 통해 이진화 영상으로 변환하고 패턴의 모서리점을 인식하여 객체를 정합하여 증강하는 기술이다[5].

기존의 AR 마커의 경우 단순한 패턴을 이용하기 때문에 복잡도가 낮아 영상처리시 중복되는 패턴으로 인한 오인식률이 높다.

패턴 배열 리스트화 기법[6]은 AR 마커의 패턴 4개를 2차원 배열 형태로 구성하여 256개의 객체를 증강시키는 기법이다.

다음 Fig. 4와 같이 1개의 기준 AR 마커 패턴을 중심으로 2X2 매트릭스 형태로 구성된 마커 배열을 인식하여 배열의 4개 모서리점을 추적하고 이를 통해 카메라 자세를 추적하여 객체를 증강시킨다.

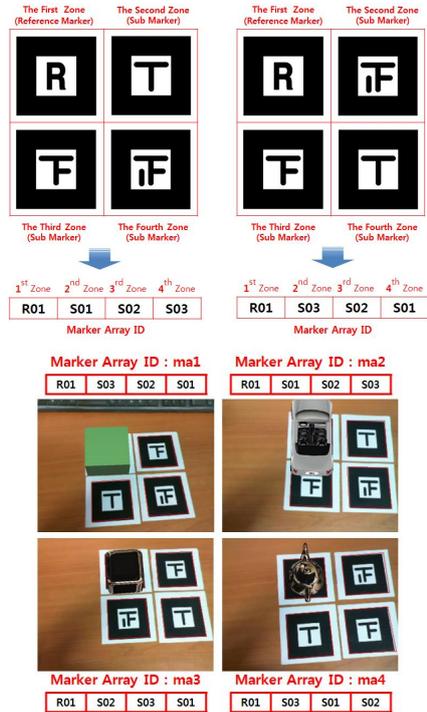


Fig. 4. Conversion from marker array area to marker array

마커 배열화 기법의 경우 4개의 AR 마커중 기준 마커를 먼저 검출하고 이에 대한 좌·우·상·하에 존재하는 마커를 추적하여 배열을 생성하는 방식으로 기준 마커에 대한 검출, 서브 마커에 대한 검출이 오인식되면 정확한 배열 산출이 어려워 패턴 매칭 수행이 불가능하다.

또한 AR 마커의 특성상 패턴 이미지 주변으로 패턴을 인식하기 위한 검은색 사각형 테두리가 존재해야하기 때문에 장비에 마커를 부착할 경우 가독성이 낮아지며 추가적인 이미지를 부착해야하는 문제가 있다.

따라서 본 논문에서는 명함, 브랜드로고와 같은 전력설비에 기존에 부착되는 이미지를 1개의 단일이미지로 구성하는 것이 아니라 단일 이미지를 패턴 배열 형식으로 분할하고 이에 대한 각 특징을 인식하여 패턴 매칭을 수행하는 이미지 패턴 배열화 기법을 설계한다.

3. 단일 이미지 패턴 배열 기반 증강현실 시스템

본 논문에서 제안하는 이미지 배열 처리 기법의 전체 흐름도는 다음 Fig. 5와 같다.

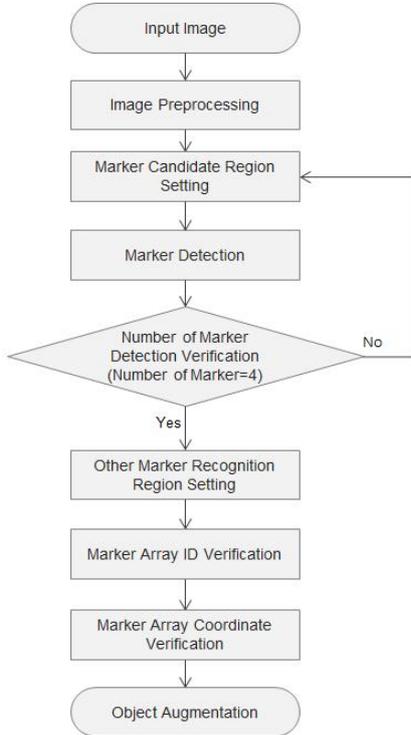


Fig. 5. Flowchart of Advanced Marker Array

3.1 영상 전처리

이미지 패턴 검출을 위해서 카메라 디바이스에서 수집된 영상은 그레이 영상으로 변환하고 임계치를 적용하여 영상을 이진화해야 한다.

외부 조명환경으로 인한 간섭이 높은 경우 영상 이진화시 음영, 빛의 반사로 인한 잡음이 발생하여 이진화 영상이 변조되는 문제가 있다.[7]

따라서 본 논문에서는 외부 조명으로 인한 명도 변화에도 강인한 이진화 영상을 생성하기 위하여 Otsu의 방법[8]을 확장한 Wu[9]의 이진화 기법을 수행한다.

Wu의 이진화 기법은 그레이 영상에서 임의의 레벨 T 를 기준으로 그레이 이미지를 두 개의 클래스로 분한다. 이때 두 클래스를 판별하기 위한 판별계수를 설정하고 설정된 판별 계수에 해당하는 구간에 대한 분산 값 W 를 산출한다.

산출된 W 를 기반으로 Otsu의 임계치 설정법에 따라 전체 그레이 레벨 구간부터 점진적으로 임계치를 증가시켜가면서 판별 계수보다 클 때까지 이진화를 진행하며 그 식은 다음과 같다.

$$v_w^2 = w_1\sigma_1^2 + w_2\sigma_2^2 \quad (1)$$

식 (1)을 통해 클래스 내의 분산 V 를 구하면 이를 통해 전체 구간의 분산 V_T 를 도출하며, 이에 대한 평균을 다음 식을 통해 도출한다.

$$Ra = \frac{1}{2}x_1(y_2 - y_n) + x_n(y_1 - y_{n-1}) \quad (2)$$

식 (2)에서 도출된 평균을 기반으로 판별계수를 정의한다.

판별계수를 정의하면 식 (3)과 같이 사정 정의한 값보다 클 때 까지 이진화 작업을 수행한다.

$$q_j = \frac{1}{3} \sum_{l \in (s,t,u)}^{(j+1)} \sum_{i=j \cdot c}^{(j+1) \cdot c-1} (\hat{r}_{l,i} - r_{l,i}) \cdot p \quad (3)$$

$$= \frac{1}{3} \sum_{l \in (s,t,u)}^{(j+1)} \sum_{i=j \cdot c}^{(j+1) \cdot c-1} b'_i \cdot a \cdot p'_i$$

판별계수를 정의하면 식 (3)과 같이 사정 정의한 값보다 클 때 까지 Fig. 6과 같이 이진화 작업을 수행하고 이에 대한 히스토그램 분포를 평활화하여 영상전처리를 수행한다.

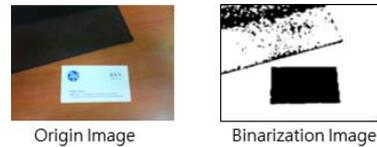


Fig. 6. Result of binarization

3.2 패턴 이미지 패턴 검출

본 논문에서는 전력 시설 장비의 로고와 같은 특정 이미지를 기반으로 증강 정보를 제공하기 위하여 명함 이미지를 기반으로 패턴을 검출하였다.

전처리된 영상에서 특징점을 추출하기 위한 관심영역을 설정하기 위하여 동일한 색상을 1개의 그룹으로

지정하여 그룹화하는 라벨링 기법[10]을 적용하여 다음 그림과 같이 특징영역을 추출하고 관심영역의 이진화 영상에서 소벨(Sobel) 알고리즘[11]을 이용하여 윤곽정보를 추출한다.



Fig. 7. Result of outline detection in ROI(Region of Interest)

Fig. 7과 같이 윤곽정보가 추출되면 추출된 윤곽정보의 원영상 픽셀에 대한 Hue 값의 분포를 추출한다. 분포에 따라 위치 변화를 예측하여 탐지하며 탐지 윈도우내 명암분포의 1차, 2차 모멘트를 계산하여 중간값을 도출한다.

도출된 중간값을 기반으로 코너 검출 알고리즘[12]을 적용하여 이미지 패턴 모서리 점을 검출하고 검출된 모서리 점을 기반으로 이미지 패턴의 ROI(Region of Interest)[13]를 Fig. 8과 같이 추출한다.



Fig. 8. Feature area detection

패턴 매칭을 수행하기 위한 관심 영역이 설정되면 위한 2비트 양자화를 이용한 매칭 기법[14]을 적용한 후 양자화 데이터를 중심값을 기준으로 값을 구하는 계산 기법[15-18]에 따라 최대 상관계수를 가지고 있는 위치를 탐색하며 그 식은 다음과 같다.

$$v_k^2 = \sum_k^L (k - \mu_K)^2 p(k) \quad (4)$$

식 (4)의 과정을 반복적으로 수행하여 관심 영역과 기준 패턴을 비교하여 특징을 추출하고, 결과는 Fig. 9와 같다.

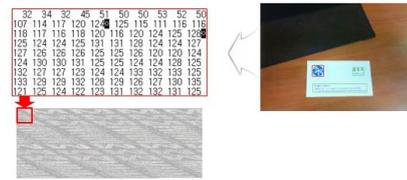


Fig. 9. Pattern Matching

3.3 이미지 패턴 배열화

검출된 이미지 패턴들의 이미지 패턴 배열영역을 확인하기 위해서는 이미지 패턴의 존재를 확인해야 한다. 이를 위해서 이미지 패턴 모서리 점의 좌표를 이용하여 기준 이미지 패턴의 면적을 측정하고 다음 그림과 같이 상-하-좌-우로 이미지 패턴을 인식하기 위한 영역을 설정한다. 이때, 설정된 영역의 크기는 기준 이미지 패턴의 면적보다 30% 정도 크게 설정된다.

본 논문에서 제안하는 이미지 패턴 배열의 경우 이미지 패턴 배열영역의 이미지 패턴별로 다른 이미지 패턴이 인식되는 영역이 다르며 각 이미지 패턴별 다른 이미지 패턴 인식영역은 다음과 같다.

첫 번째 이미지 패턴 배열영역의 경우 이미지 패턴 배열 우측 상단에 위치하기 때문에 타 이미지 패턴 인식 영역 중 제1, 2영역에만 타 이미지 패턴이 존재한다.

두 번째 이미지 패턴 배열영역의 경우 이미지 패턴 배열 우측 하단에 위치하기 때문에 타 이미지 패턴 인식 영역 중 제1, 4영역에만 타 이미지 패턴이 존재한다.

세 번째 이미지 패턴 배열영역의 경우 이미지 패턴 배열 좌측 상단에 위치하기 때문에 타 이미지 패턴 인식 영역 중 제2, 3영역에만 타 이미지 패턴이 존재한다.

네 번째 이미지 패턴 배열영역의 경우 이미지 패턴 배열 좌측 하단에 위치하기 때문에 타 이미지 패턴 인식 영역 중 제3, 4영역에 만 타 이미지 패턴이 존재한다.

이미지 패턴 배열영역의 타 이미지 패턴 유무에 따라 이미지 패턴 배열 순서를 확인하고 확인된 이미지 패턴 배열 순서에 따라 이미지 패턴 배열 ID를 생성한다.

3.4 패턴 배열에 따른 좌표 추적 방법

이미지 패턴 배열의 좌표를 확인하기 위해서는 이미지 패턴 배열을 구성하는 이미지 패턴들의 모서리 점 좌표를 검출해야 한다.

이미지 패턴 배열의 구조에 따라 이미지 패턴 배열 영역의 모서리 점은 다음과 같은 방법으로 검출된 이미

지 패턴의 모서리 점과 매칭하여 이미지 패턴 배열의 좌표를 생성한다.

객체를 증강하기 위해서는 3차원의 실세계 좌표를 2차원의 카메라 영상 좌표로 투영하며 이를 위해서 본 논문에서는 카메라와 일정 거리에 존재하는 객체의 크기를 초기화하는 카메라 보정[19][20]을 수행하며 그 식은 다음과 같다.

$$URG = \begin{pmatrix} 0 & r1 & r2 & r3 & r4 \\ u1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u2 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ u3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ u4 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ u5 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ u6 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

위의 수식에서 t 는 카메라에 이동 벡터, r 은 카메라의 회전행렬 R 의 각 열벡터이며 변수 K 는 투영변환 행렬로 다음 식과 같이 정의된다.

여기서 주점의 위치는 식 (6)을 통해 계산하여 Fig. 10과 같이 패턴 배열을 가지고 있는 이미지 영역의 좌표를 추출한다.

$$K^* = \operatorname{argmax}_{1 \leq K < L} V_B^2(K) \quad (6)$$

$(K = k_1, k_2 \cdots k_{L-1})$



Fig. 10. Detection of coordinate area

투영변환 된 좌표를 기반으로 출력 영상 위에 이미지 패턴 배열 ID에 해당하는 콘텐츠를 Fig. 11과 같이 증강하여 사용자에게 제공한다.



Fig. 11. Object Augmented

4. 기존 시스템과 패턴 검출 비교

본 논문에서 제안하는 기법의 경우 기존의 증강현실 시스템에서 사용되는 단일 이미지 마커를 배열화하여 인식하는 방식이다.

따라서 OMG Essence 소프트웨어 개발방법론에 따라 기존 증강현실 시스템과 패턴을 인식하는 속도에 따라 성능 검증을 Fig. 12와 같이 수행하였다.

기존의 증강현실 시스템과 동일한 환경 구성을 위하여 가로 640 pixel, 세로 480pixel로 구성된 비트맵 이미지를 15fps로 입력받아 이에 대한 패턴을 인식하는 함수의 처리시간을 비교 분석하였다.

패턴 인식 처리의 경우 패턴의 복잡성에 따라 매칭 시간의 차이가 발생하기 때문에 AR마커 패턴을 인식하는 ARToolkit과 마커 배열화 기법, 제안한 기법의 마커 사이즈별 처리 시간을 측정하였다.

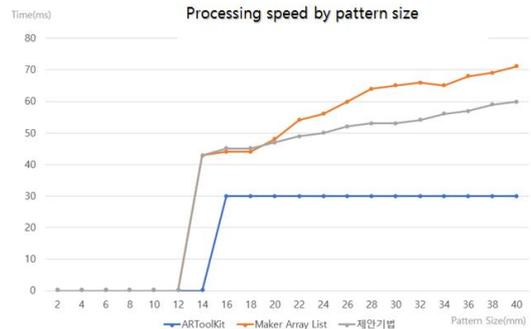


Fig. 12. Result of processing speed by pattern size

ARToolkit의 경우 14mm 사이즈의 패턴부터 인식하여 크기가 변화하여도 동일한 처리 시간을 가지나, 패턴 사이즈가 14mm 이하에서는 인식이 불가능하다. 또한 단순한 패턴을 사용하기 때문에 패턴 중복성이 높다.

마커 배열화 기법과 제안한 기법의 경우 12mm 사이즈의 패턴부터 인식하여 ARToolkit보다 연산 처리 시간이 높으나 복잡한 패턴으로 인해 중복성이 낮아 다양한 패턴 생성이 용이하다.

제안한 기법의 경우 단일 이미지에서 다수의 패턴에 대한 배열화를 수행하기 때문에 단순 마커 패턴을 이용한 마커 배열화 기법보다 초기 연산 속도가 높으나 고정된 마커 특징점을 분류하여 패턴을 인식하는 마커 배열화 기법보다 마커 사이즈별 처리속도의 증가폭이 낮다.

5. 결론

본 논문에서는 기존 단일 이미지 패턴에서 다수의 정보를 제공하기 위하여 단일 이미지 패턴의 특징점들을 배열화 처리하여 동일한 이미지들을 조합하여 패턴 배열을 생성하고 이를 통해 다수의 정보를 증강하는 시스템을 제안하였다.

제안한 기법의 성능 검증을 위하여 단일 패턴을 사용하는 증강현실 시스템의 핵심 라이브러리인 ARToolkit과 AR마크를 배열화 처리하는 마커 배열화 기법과의 마커 사이즈의 증가에 따라 연산 처리 속도의 변화에 대한 처리 시간을 비교 분석하였다.

기존의 이미지 패턴 배열 리스트화 기법의 경우 단일 이미지 패턴들을 이용하여 패턴을 배열화하는 기법으로 4개의 패턴별 위치 정보를 제공하기 어려워 다수의 정보를 위치별로 제공하는데 한계가 있으나, 본 논문에서 제안하는 패턴 배열화 기법의 경우 단일 이미지 패턴을 검출하는 ARToolkit 보다 연산처리 시간은 높으나 단순 특징을 이용하는 AR마크를 사용하는 것이 아니라 보다 중첩된 패턴을 사용함으로써 다양한 정보와 매칭이 가능하며 AR마크 패턴 배열 리스트화 기법보다 연산 처리 속도가 높다.

본 논문에서 제안하는 배열 기법은 기존 이미지 패턴 배열 리스트화 기법에서 발생하는 이미지 패턴 배열 중첩이 없기 때문에 보다 정확한 배열 검출이 가능하다. 또한 기존 이미지 검출 기반 증강현실에서 사용되는 이미지 패턴을 다양화 할 수 있기 때문에 다수의 데이터를 증강할 수 있다.

그러나 입력 영상의 명도 값이 낮아지면 이미지 패턴 배열 검출률이 감소한다는 문제점을 가지고 있기 때문에 주변 명도 변화에 강인한 이진화 기법에 대한 연구를 통해 낮은 명도 환경에서도 배열 검출이 가능할 것으로 예상된다.

REFERENCES

[1] W. L. Chan, A. T. So & L. L. Lai. (2000). Three-dimensional thermal imaging for power equipment monitoring. IEE Proceedings-Generation, Transmission and Distribution, 147(6), 355-360.

[2] A. J. Adams, J. N. Johansen, M. Ogrinz, H. Dolan, W. P. Jacobson & M. J. Kurian. (2020). U.S. Patent

No. 10,607,230. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[3] Y. Zhukovskiy & N. Koteleva. (2018). Development of augmented reality system for servicing electromechanical equipment. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1015(4), 042068.

[4] D. Mourtzis, V. Zogopoulos & E. Vlachou. (2017). Augmented reality application to support remote maintenance as a service in the robotics industry. *Procedia Cirp*, 63(2017), 46-51.

[5] H. Kato & M. Billinghurst. (1999, October). Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system. In *Proceedings 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99)*, 85-94

[6] D. Kim, Y. So & S. Kim. (2011). Study of marker array list method for augmented reality service based smart home. *International Journal of Smart Home*, 5(4), 51-64.

[7] D. Hartmann & M. Wand. (2019). *Progressive Stochastic Binarization of Deep Networks*. arXiv preprint arXiv:1904.02205.

[8] M. Jin, G. Yuan, G. Gao, L. Dong, H. Zhou, Y. Gao & M. Wang. (2019, August). An automatic detection method of solar radio burst based on Otsu binarization. In *Eleventh International Conference on Digital Image Processing (ICDIP 2019)* 11179, 111794C.

[9] R. Ding, T. W. Chin, Z. Liu & D. Marculescu. (2019). Regularizing activation distribution for training binarized deep networks. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 11408-11417.

[10] P. O. Pinheiro & R. Collobert. (2015). From image-level to pixel-level labeling with convolutional networks. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 1713-1721.

[11] C. Yaacoub, & R. A. Z. Daou. (2019, November). Fractional Order Sobel Edge Detector. In *2019 Ninth International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA)* 1-5.

[12] M. K. Mokhtar, F. Mohamed, M. S. Sunar, A. A. Abd Aziz, M. A. M., Arshad & M. K. M. Sidik. (2019, November). Image Features Detection and Tracking for Image Based Target Augmented Reality Application. In *2019 IEEE Conference on*

Graphics and Media(GAME), 38-43.

- [13] C. Mahr et al. (2019). Influence of distortions of recorded diffraction patterns on strain analysis by nano-beam electron diffraction. *Ultramicroscopy*, 196, 74-82.
- [14] M. Svdlow, C. D. Mcglem & P. E. Anuta, Image registration: similarity measure and preprocessing math comparisons, *IEEE Transactions on, Aerospace and Electronic Systems*, AES-14, 1(1978), 128-140.
- [15] P. Leyden, M. O'Connell, D. Greene & K. Curran. (2019). *Cross-correlation Template Matching for Liver Localisation in Computed Tomography*.
- [16] A. A. J. Altameemi, H. H. Abbas & A. Alabaichi. (2019). IRAQI VEHICLE LICENSE PLATE RECOGNITION USING TEMPLATE MATCHING TECHNIQUE. ICIC express letters. *Part B, Applications: an international journal of research and surveys*, 10(6), 465-473.
- [17] J. S. Kang, J. W. Baek & K. Y. Jung, (2019). Multimodal Media Content Classification using Keyword Weighting for Recommendation. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(5), 1-6.
- [18] D. H. Kim, S. S. Kim & E. J. Choi. (2019). Design of Home Furnishing Simulation System using Real Space Information. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(1), 151-157.
- [19] B. T. Ahn. (2019). A Study on Unmanned Image Tracking System based on Smart Phone. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(3), 30-35.
- [20] M. Shortis. (2019). Camera Calibration Techniques for Accurate Measurement Underwater. In *3D Recording and Interpretation for Maritime Archaeology* (pp. 11-27). Springer, Cham.

김 석 수 (Seoksoo Kim)

[정회원]



- 1989년 2월 : 경남대학교 계산통계학과(이학사)
- 1991년 2월 : 성균관대학교 정보공학과(공학석사)
- 2002년 2월 : 성균관대학교 컴퓨터공학(공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한남대학교 멀티미디어학부 교수
- 관심분야 : 멀티미디어 시스템, 멀티미디어 저작, 컴퓨터 네트워크, 정보보호
- E-Mail : sskim@hnu.kr