교량 구조물 안전점검 자동화를 위한 정합 이미지 생성 시스템

김석진*, 이성원*, 전민건*, 김수종*, 서동만*
*대구가톨릭대학교 IT공학부
e-mail:sarum@cu.ac.kr

Image Mosaicing Generation System for Automated Inspection of Bridge Structures

SeokJin Kim*, SungWon Lee*, Mingeon Jeon*, Sujong Kim*, Dongmahn Seo*
*School of Information Technology Engineering, Daegu Catholic University

요 약

고도성장 당시 건축되었던 사회기반시설들은 노후화로 인한 안전사고의 위험성이 부각되고 있다. 사회기반시설 중 교량의 경우 건축방식, 기후에 따른 안전점검 간 제약사항이 생긴다. 본 논문에서는 드론을 통해 점검이 필요한 교량을 촬영한다. 교량의 촬영 데이터를 정합 이미지로 생성하여 교량 내 유지보수를 위한 교량 모니터링 시스템을 제안한다.

1. 서론

국내 사회기반시설의 30년 이상 된 노후화 구조물은 매년 증가하고 있다. 시설 노후화에 따른 안전사고를 예방하기 위해 국가에서는 사회 간접 자본을 통해 지속해서 관리하고 있다[1]. 사회기반시설 중 교량은 안전점검을 위해 크레인, 바지선 등을 통해 진행되나 교량의 구조에 의한 점검 제한과 기후에 따른 안전사고의 위험에 노출되어 있다. 이에 따라 효율적인 안전점검을 위한 연구들이 진행되고 있다.

교량 안전점검을 위한 시스템으로 영상처리기반의 균열 탐지시스템과 로봇 기반 교량의 균열 탐지시스템이 있다. 영상처리기반의 균열 탐지시스템은 다른 각도로 촬영한 영상을 통해 이미지 내 볼트 주변 영상을 추출하고 해당 영상 내 크랙을 탐지하는 방식이다. 해당 시스템의 경우 교량 내 크랙의 정확한 위치 표기가 없다는 단점이 있다[2]. 로봇 기반 교량의 균열 탐지시스템은 교량 위 도로에서 파노라마 카메라가 설치되어있는 로봇이 주행하여 균열을 탐지를 수행한다. 해당 시스템의 경우 교량 위 도로의 전체적인 크기 및 균열 위치의 표기가 가능하다. 그러나 교량 하부의 균열이나 점검의 경우 수행하지 못하는 단점이 있다[3].

본 논문에서는 교량의 안전점검 자동화 및 유지보수가 필요한 위치를 표기하기 위해 드론을 통해 촬영한 교량 이미지를 정합 이미지로 생성하는 시스템을 제안한다. 교량 하부의 경우 유사한 특징이 반복되는 구조로 구성되어 있다. 촬영 이미지를 정합 이미지로 생성하는 과정에서 유사한 특징에 대한 손실이 발생하여 정합 이미지 생성 간 오류를 야기한다. 이를 최소화하여 생성한 교량 정합 이미지를 통해 안전점검 자동화하는 시스템을 제안한다.

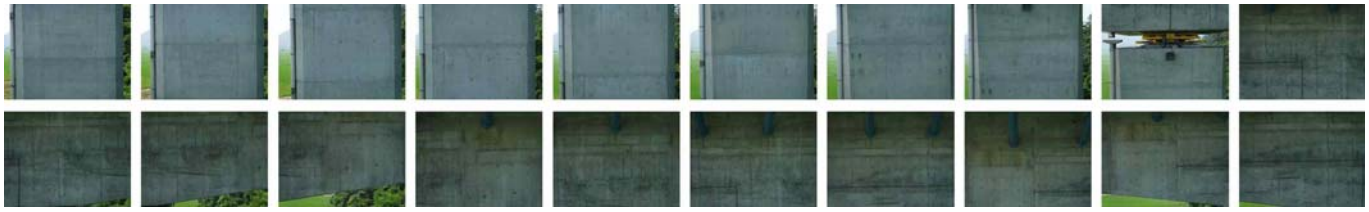
본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음(2019-0-01056).

2. 제안 시스템

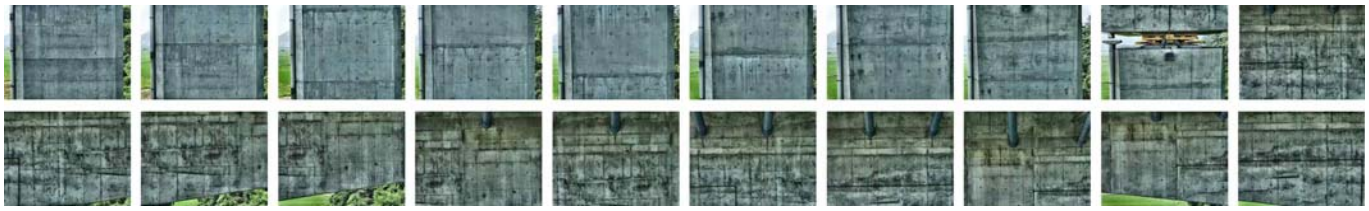
기존 인력에 의존적인 교량 점검 시스템을 자율화하고 교량 내 손상 위치를 빠르게 탐지 및 모니터링을 하기 위한 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 드론을 통해 교량의 전체 이미지를 촬영 또는 녹화를 수행한다. 촬영된 영상을 통해 사용자가 교량 내 손상 위치를 파악할 수 있도록 정합 이미지로 생성한다.

교량의 표면의 경우 영상 내 정합 이미지 생성을 위한 기준이 되는 특징이 부족하고 유사한 특징들로 인한 스티칭 방향 상실의 문제가 있다. 촬영된 이미지를 하나의 정합 이미지를 만들기 위해 그림 1의 스티칭 알고리즘을 제안한다. 본 논문의 시스템은 드론을 통해 촬영된 이미지를 입력받는다. 각 이미지의 경우 이미지 스티칭을 위한 교량 외벽의 특징점이 부족하다. 이미지 내 특징점이 부족할 시 이미지 스티칭 간 ?? 결과를 기대할 수 없다. 이미지 내 특징점을 두드러지게 만들기 위해 적응형 밝기 평준화를 수행한다. 유사한 특징을 지닌 이미지의 스티칭 시 특징 부족으로 인한 에러를 최소화하기 위해 촬영된

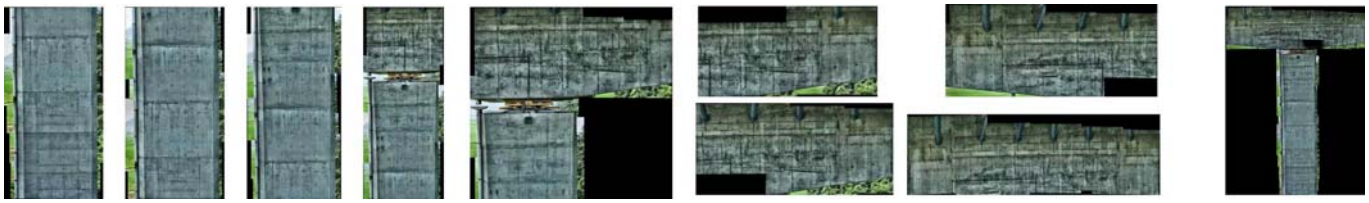
(그림 1) 스티칭 알고리즘 흐름도



(그림 2) 교량 촬영 이미지



(그림 3) 교량 이미지 특징 부각



(그림 4) 1차 스티칭 결과/교량 최종 스티칭 결과

교량 이미지의 방향성 및 각 이미지의 중복 범위를 증대한다. 전체 이미지 중 연속된 특징을 지닌 이미지를 촬영 이미지 개수, 특징 등에 따라 일정 개수로 그룹 지어 2장씩 시프트(shift)하여 1차 스티칭을 수행한다. 1차 스티칭을 통해 생성된 이미지의 경우 80%이상 이미지 중복도를 지니게 된다. 해당 스티칭 결과 이미지를 통해 2차 스티칭을 수행하여 최종 결과 이미지를 생성한다.

3. 실험 및 결과

본 논문의 실험은 드론을 통해 5K 화질로 교량 하부를 촬영한 이미지 기반으로 진행되었다. 그림 2는 드론을 통해 촬영된 교량의 샘플 이미지이다. 이미지 내 특징점을 두드러지게 만들기 위해 적응형 밝기 평준화 알고리즘[4]을 사용하여 그림 3과 같이 특징점을 뚜렷하게 만든다. 그림 4는 교량 전체 이미지 스티칭을 위해 유사한 특징을 지닌 이미지들의 스티칭 방향성 및 이미지 중복도를 높인 1차 스티칭 결과이다. 해당 결과를 통해 그림 4의 우측 이미지와 같이 교량 전제 이미지 결과를 획득하였다.

4. 결론 및 향후계획

본 논문에서 교량 안전점검 자동화를 위한 시스템을 제안한다. 드론에 부착된 카메라를 통해 촬영된 이미지를 기반으로 교량 안전점검을 위한 정합 이미지로 생성하는 시스템이다. 유사한 특징을 지닌 교량 표면의 정합 이미지를 제작하기 위해 2단계 이미지 스티칭을 통한 영상 스티칭 알고리즘을 실험 및 테스트하였다. 스티칭 수행 간 에러율을 낮추고 특징점을 강조하기 위해 적응형 밝기 평준화 알고리즘, 이미지 중첩도 향상을 위한 작업을 수행하였다. 해당 알고리즘들의 결과로 그림 4 좌측의 결과 이미지와 같은 교량 전체 정합 이미지를 얻을 수 있었다.

향후 다양한 환경의 데이터를 기반으로 교량 이외의 물체에 의한 에러율을 낮추기 위해 배경을 제거하는 알고리즘 및 추가적인 필드 테스트를 통해 데이터 셋을 생성하여 테스트를 구축을 진행 예정이다. 또한, 정합 이미지 결과를 딥러닝 시스템과 연계하여 파손에 대한 측정을 통해 교량 안전점검을 위한 자동화 시스템을 구축할 예정이다.

참고문헌

[1] 김진수, “국가 주요 시설물의 관리체계 개선을 위한 입법 및 정책 과제”. 국회입법조사처, 입법·정책보고서, Vol. 18, 2018.

[2] Yeum, Chul Min, and Shirley J. Dyke. "Vision based automated crack detection for bridge inspection." Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol. 30, No. 10, October, 2015.

[3] La, Hung Manh, et al. "Automated robotic monitoring and inspection of steel structures and bridges." Robotica Vol. 37, May 2019

[4] Zuiderveld, Karel. "Contrast limited adaptive histogram equalization." Graphics gems IV. Academic Press Professional, Inc., 1994.