건설 이미지 프로세싱을 위한 에러 제거 모델링
Error Correction Modeling for Construction Image Processing

Wu, Yuhong* • 김 창 윤** • 김 형 관***
Wu, Yuhong • Kim, Changyoon • Kim, Hyoungkwan

요 약

많은 건설 현장에서 카메라와 CCTV(Closed-circuit Television)와 같은 장비를 활용하여 건설 현장의 상황을 모니터링 하고 있다. 하지만 많은 작업이 실외에서 이루어지는 토목·건축공사의 특성상 적절한 수준의 영상 데이터를 축적하는 것은 쉽지 않은 일이다. 특히, 이미지 프로세싱기법을 사용 하여 자동화된 건설 관리의 수행 시, 영상 데이터의 품질에 따라 에러가 발생하여 건설 관리자가 잘못된 정보를 얻게 될 경우도 발생하게 된다. 본 연구에서는 케니엣지(Canny Edge) 인식기법과 워터쉐드(Watershed) 변환, 그리고 3D CAD Mask를 이용한 건축 구조물 기둥의 시공 상황 분석 기법에 근거하여, 영상 데이터 분석 시 오류를 최소화하기 위한 에러 제거 알고리즘을 제시한다. 실제 데이터와 비교를 통하여 그 활용 가능성 또한 검증한다.

keywords : 건설 시공 관리, 에러 제거, 이미지 프로세싱

1. 서 론

많은 건설 현장에서 카메라나 CCTV(Closed-circuit Television)와 같은 광학 장비를 건설 공사의 진척 상황을 기록하거나 현장 모니터링 하는데 활용한다. 건설 관리자는 이렇게 축적된 사진 자료를 바탕으로 현재까지의 공사 정도를 파악하고 향후 공사 과정 계획을 수립하여 보다 효율적인 건설 관리가 이루어 질 수 있도록 한다. 하지만 이러한 건설 사진 활용은 단순히 저장된 자료의 열람과 확인 그리고 축적에 불과하여 그 활용도가 매우 낮은 수준이라고 할 수 있다. 보다 효과적인 건설 이미지 활용을 위하여 영상 처리 기술, 즉 건설 이미지 프로세싱(Image Processing) 기술을 이용한 자동화된 건설 관리가 필요하다.

건설 현장을 기록한 영상은 주로 광학 장비에 들어오는 가시광선을 기록한 것으로 장비 주위의 환경과 빛의 영향을 많이 받는다. 특히 많은 작업이 실외에서 이루어지는 건축·토목공사의 특성상 그 영향은 다른 경우에 비하여 더 크다고 할 수 있다. 날씨가 좋은 경우(햇빛이 잘 비치는 경우)에는 보다 좋은 영상을 기록할 수 있지만, 날씨가 흐리거나 어두울 경우에는 날씨가 좋을 때에 비하여 상대적으로 좋지 않은 품질의 영상을 기록할 수밖에 없다. 좋지 않은 품질의 영상을 이미지 프로세싱 기법으로 처리 할 경우, 오류가 발생하게 되어 건설 관리자로 하여금 정확하지 못한 판단을 내리게 할 확률이 높아지게 된다. 따라서 본 연구에서는 이미지 프로세싱 기술로 영상을 분석하였을 때, 날씨와 같은 외부 환경의 변화에 따라 발생 할 수 있는 오류를 최소화 할 수 있는 에러제거 모델링 기법을 설계하고 그 활용 가능성에 대하여 알아보고자 한다.

* Flint Energy Services Ltd. Senior Project Controller twu@flint-energy.com
** 연세대학교 토목환경공학과 박사과정 changyoonkim@yonsei.ac.kr
*** 연세대학교 토목환경공학과 부교수 hyoungkwan@yonsei.com

2. 건설 이미지 프로세싱

본 연구에서는 건축 구조물의 공사 진척 정도를 파악하기 위하여 이미지 프로세싱 기술을 활용하여 건축 구조물 기둥의 시공 과정을 모니터링 하였다. 축적된 영상 정보를 대상으로 하여 케니 엣지 인식(Canny Edge Detection)과 워터쉐드 변환(Watershed Transformation)을 이용한 이미지 프로세싱 기술과 3D CAD (Computer-Aided Design) Mask를 활용, 공정별 구조 기둥의 시공 개수를 측정하였다(Wu and Kim, 2004).

3. 이미지 프로세싱 에러 제거 모델링

3.1. 에러 제거 모델

앞서 언급했듯이 이미지 프로세싱 기술은 분석할 영상을 취득 할 시의 날씨, 즉 빛의 영향을 많이 받는다. 실험 결과, 날씨가 좋을 경우에는 이미지 프로세싱 기술을 통하여 정확하게 기둥의 개수를 파악할 수 있었지만 기상 상황이 좋지 않은 경우에는 이미지 프로세싱 기술을 통한 영상 처리 후, 기둥의 개수를 잘못 측정하는 오류가 발생하였다. 따라서 본 연구에서는, 이미지 프로세싱 기술을 통한 건설 공사 진척도 측정 시 오류를 최소화하기 위하여 사전 정보를 기반으로 한 에러 제거 알고리즘(Priority-based Error Correction Algorithm (PECA))을 개발하였다. 영상 데이터를 얻은 시점의 날씨를 기준으로 하여 날씨가 맑아 구조물의 기둥을 인식하는데 적절한 날에 취득한 데이터의 중요도를 2(중간), 날씨가 좋지 않고 흐린 경우 취득한 데이터를 1(낮음)로 중요도를 평가 하였으며, 현장에서 관리자가 직접 기둥의 개수를 파악하여 기록한 것을 중요도 3(높음)으로 평가하였다. 에러 제거 모델의 프로세스는 각 영상 데이터 별 부여된 중요도를 기준으로 하여 다음과 같은 원칙으로 실행한다.

같은 건설현장을 매 10초마다 사진촬영을 수행하여 그 순차적인 이미지를 저장하였을 경우:

1. 만약 낮은(1) 중요도의 현재 이미지 진척 데이터의 값(기둥의 개수)이 보다 높은 중요도를 가진 이전 이미지의 진척 데이터보다 작을 경우 비교된 데이터의 값(기둥의 개수)으로 보정한다.
2. 만약 낮은(1) 중요도의 현재 이미지 진척 데이터의 값(기둥의 개수)이 보다 높은 중요도를 가진 이후 이미지의 진척 데이터보다 클 경우 비교된 데이터의 값(기둥의 개수)으로 보정한다.
3. 만약 중간(2) 중요도의 현재 이미지 진척 데이터 값(기둥의 개수)이 역시 중간(2) 중요도의 이후 이미지 진척 데이터의 값(기둥의 개수)보다 큰 경우 이후의 진척 데이터 값(기둥의 개수)으로 보정한다.
4. 만약 낮은(1) 중요도의 현재 이미지 진척 데이터 값(기둥의 개수)이 역시 낮은(1) 중요도의 이전 이미지 진척 데이터의 값(기둥의 개수)보다 작은 경우 이전의 진척 데이터 값(기둥의 개수)으로 보정한다.

위의 원칙을 바탕으로 한 에러 제거 모델 프로세스는 그림 1과 같다. PRIORITYMEDIUM 프로세스(그림 1의 노드1에서 노드2)는 전체 영상 데이터 중, 중요도 2의 영상 데이터를 대상으로 하여 이미지 데이터의 ID(Identification)를 정의하고 이미지 데이터 상의 기둥의 개수를 설정한다. PRIORITYLOW 프로세스(그림 1의 노드[2]에서 노드[3])는 전체 영상 데이터 중, 중요도 1의 영상 데이터를 대상으로 하여 데이터의 ID를 정의하고 데이터 상의 기둥의 개수를 설정한다.

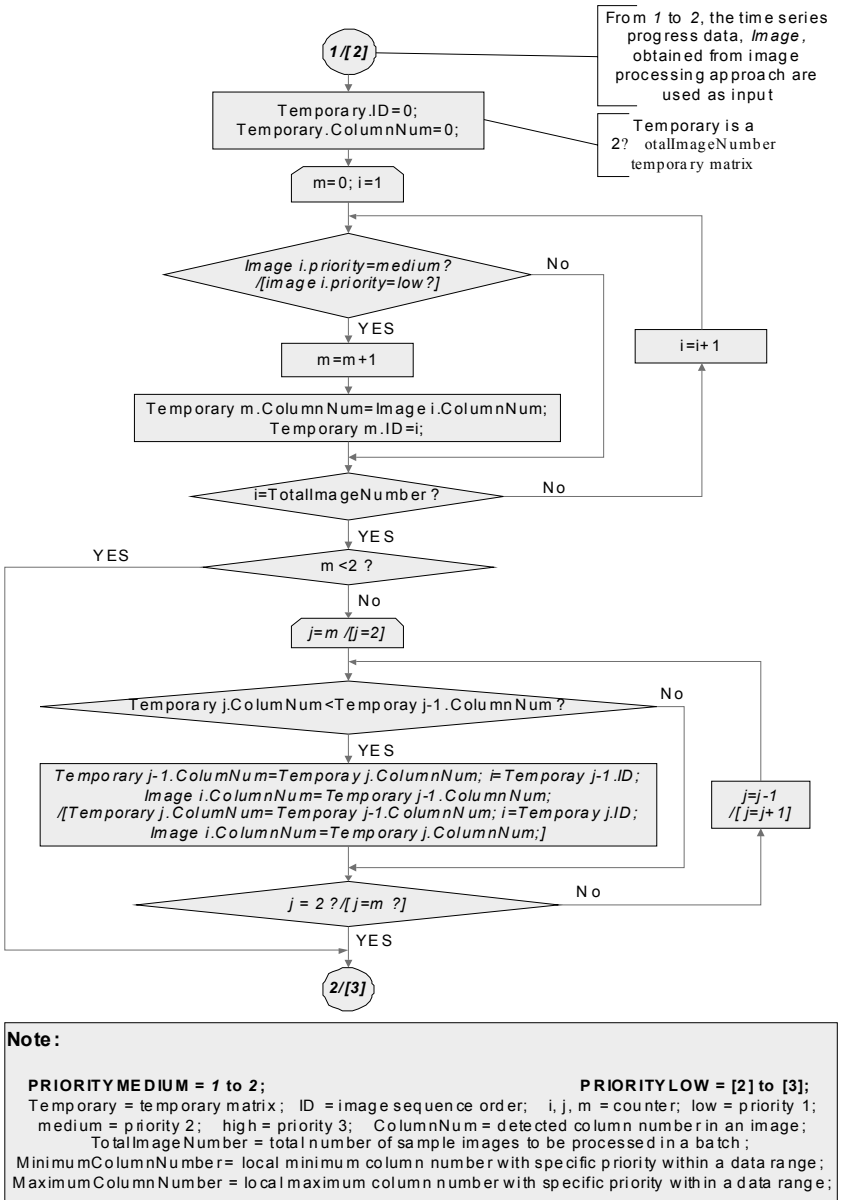

그림 1 에러 제거 모델 프로세스

3.2. 에러 제거 모델 적용 결과

본 연구에서는 28일 간의 영상을 바탕으로 하여 구조물의 시공 상황을 분석하였다. 사전 정보를 기반으로 한 에러 제거 알고리즘(PECA)의 적용 결과 적용하기 전에는 442개의 기둥 중 393개의 기둥을 인식하여 81.45%의 정확도를 나타내었다. 하지만 에러 제거 모델 적용 결과, 81.45%에서 86.65%로 향상된 정확도가 나타났다. 실제의 공사 진행 현황, 이미지 프로세싱 결과 얻어진 공사 진행 현황, 에러 제거 알고리즘(PECA)을 적용하여 도출한 공사 진행 현황, 그리고 에러 제거 알고리즘(PECA)을 적용하고 현장 기록을 바탕으로 보정한 공사 진행 현황을 비교해 본 결과(그림 1), 에러 제거 알고리즘(PECA)을 적용하였을 때, 실제 공사

진행 현황과 비슷한 수준의 공사 진척도 모니터링이 이루어질 수 있는 것으로 판단할 수 있었다.

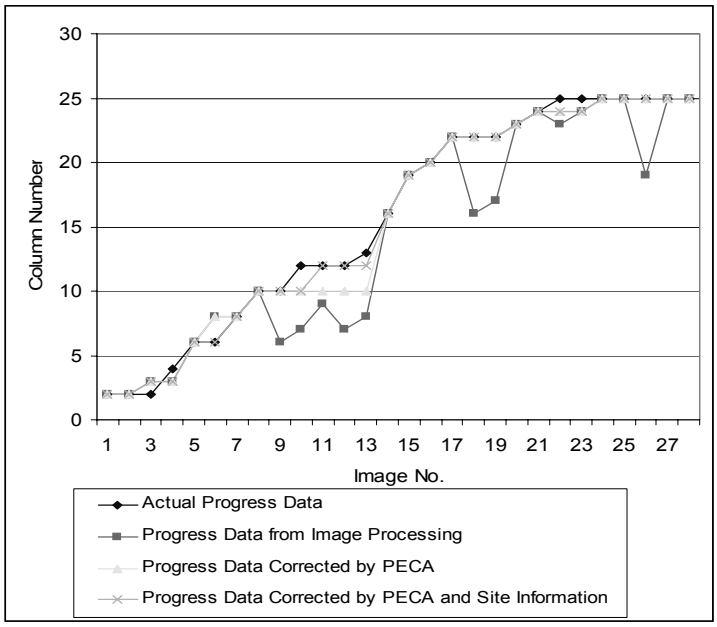

그림 1 에러 제거 모델링 적용 결과 비교

4. 결론

본 연구에서는, 이미지 프로세싱 기술을 통한 건설 공사 진척도 측정 시 오류를 최소화하기 위하여 본 연구에서는 사전 정보를 기반으로 한 에러 제거 알고리즘(PECA)을 개발하였다. 에러 제거 알고리즘을 적용한 결과 구조물의 기둥 인식 정확률이 81.45%에서 86.65%로 5% 이상 향상된 것으로 검증되었다. 실외에서 작업이 이루어지는 건축·토목공사의 특성상, 이미지 프로세싱 작업 시 발생하기 쉬운 에러들을 개발된 알고리즘을 통하여 제거할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 다양한 구조물에 적용을 통하여 개발된 이미지 프로세싱 기술과 에러 제가 알고리즘의 적용 가능성을 파악하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 07첨단도시개발사업(과제번호:07도시재생B03)의 지원 사업으로 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

Wu, Y. and Kim, H. (2004) Digital imaging in assessment of construction project progress, Proc. of 21st International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Jeju Korea.