

영상처리기술 개선에 따른 수면인식 정확도 향상에 대한 연구

A Study on the Impact of an Improved Image Process Technique on the Enhancement of Accuracy in Measuring Water Level

권성일*, 김원**, 이찬주***, 김동구****

Sung Ill Kwon, Won Kim, Chan Joo Lee, Dong Gu Kim

요 지

영상수위계는 카메라에 의해서 수위표를 촬영하여 촬영된 영상을 처리하여 수위값으로 변환하여 자동적으로 수위를 측정하는 장비이다. 이 수위계는 기존 수위측정 장비인 부자식, 압력식, 기포식, 초음파식, 레이더식과는 달리 수위표를 촬영한 영상으로부터 수위를 직접 눈으로 확인할 수 있는 장점이 있다. 이로 인해 영상자료로부터 측정된 수위를 검증할 수 있어 수위측정의 정확도를 향상시킬 수 있다. 그리고 수위표 영상과 더불어 관측지점 주변의 전체 영상을 동시에 촬영하여 실시간으로 전송하기 때문에 홍수시 하천 상황에 대한 모니터링 목적으로 사용될 수 있다.

수위관측용으로 운영 중인 영상수위계의 수위측정자료를 분석한 결과, 안개가 짙게 낀 경우, 목자판이 오염된 경우, 목자판 내에 그림자가 낀 경우 등에서 수면을 인식하지 못하거나 오인식이 발생하였다. 이와 같이 수위 오·결측이 발생하는 경우에 수면을 정확하게 인식할 수 있도록 수위 측정방법을 개선하였다. 영상의 분할 이진화 처리기법, 노이즈 제거 기법, 목자판 영역내의 영상농도에 대한 히스토그램을 통해서 목자판과 수면을 구분하는 기법을 영상처리방법으로 새롭게 적용하였다.

수위 오·결측이 발생하는 영상자료를 이용하여 개선된 영상처리방법의 성능을 검증한 결과, 기존 방법으로는 수면을 전혀 인식하지 못하였던 영상이 개선된 방법을 적용하면 안개가 낀 경우에 약 97%까지, 목자판이 오염된 경우에 약 89%까지, 목자판 내에 그림자가 낀 경우에 약 92%까지 수면을 인식하였다. 따라서 이와 같이 개선된 방법을 적용하게 되면 영상수위계의 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어: 영상수위계, 수위측정, 영상처리기술

1. 서 론

영상수위계는 카메라에 의해서 수위표를 촬영하여 촬영된 영상을 처리하여 수위값으로 변환하여 자동적으로 수위를 측정하는 장비이다(김원 등, 2006; 김원 등, 2007). 이 수위계는 기존 수위측정 장비인 부자식, 압력식, 기포식, 초음파식, 레이더식과는 달리 수위표를 촬영한 영상으로부터

* 한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실 박사후연구원·E-mail : ksi1973@kict.re.kr

** 한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실 책임연구원·E-mail : wonkim@kict.re.kr

*** 한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실 연구원·E-mail : c0gnitum@kict.re.kr

**** 한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실 연구원·E-mail : kimdg@kict.re.kr

수위를 직접 눈으로 확인할 수 있는 장점이 있다. 이로 인해 영상자료로부터 측정된 수위를 검증할 수 있어 수위측정의 정확도를 향상시킬 수 있다. 그리고 수위표 영상과 더불어 관측지점 주변의 전체 영상을 동시에 촬영하여 실시간으로 전송하기 때문에 홍수시 하천 상황에 대한 모니터링 목적으로 사용될 수 있다.

수위관측용으로 운영 중인 영상수위계의 수위측정자료를 분석한 결과, 안개가 짙게 낀 경우, 목자판이 오염된 경우, 목자판 내에 그림자가 진 경우 등에 수면을 인식하지 못하거나 오인식이 발생하였다. 이와 같이 수위 오·결측이 발생하는 경우에 수면을 정확하게 인식할 수 있도록 영상처리방법을 개선하였다. 영상의 분할 이진화 처리기법, 노이즈 제거 기법, 목자판 영역내의 영상농도에 대한 히스토그램을 통해서 목자판과 수면을 구분하는 기법을 영상처리방법으로 새롭게 적용하였다.

2. 운영의 문제점 및 원인 분석

영상수위계가 설치된 지점별 수위자료와 수위영상자료를 육안으로 비교, 검토한 결과, 다음과 같은 경우에 수면 오인식이 발생하였다.

- 목자판이 오염된 경우
- 목자판 내에 그림자가 짙게 진 경우
- 홍수시 목자판에 부유물이 걸려있는 경우
- 빛(조명)이 반사된 경우
- 목자판이 이단으로 설치된 경우

그림 1은 수면을 올바르게 인식하지 못한 사례를 나타낸 것으로 (a)는 수전교 지점과 구포대교 지점에서 목자판 표면이 오염되어 오염 부분을 수면으로 오인식한 일례이고, (b)는 수전교 지점에서 목자판 내에 그림자가 쳐서 그림자 부분을 수면으로 오인식한 일례이다.



2009/9/7 7:40 (수전교 지점)
(a) 목자판 표면이 오염된 경우



2009/9/2 17:20 (수전교 지점)
(b) 목자판에 그림자가 진 경우

그림 1. 오측이 발생한 사례

3. 수위측정방법 개선

영상수위계는 안개가 짙게 끼는 경우, 목자판이 오염된 경우, 목자판 내에 그림자가 진 경우, 홍수시 목자판에 부유물이 걸린 경우 등에 수면을 인식하지 못하거나 오인식하는 문제가 발생하였다. 이와 같이 수위 오·결측이 발생하는 경우에 수면인식의 정확도를 향상시키기 위하여 기존 수위측정방법을 개선하고 새로운 수위측정방법을 개발하였다.

수위인식 향상을 위하여 영상의 분할 이진화 처리, 영상의 노이즈제거, 목자판 영역내의 영상

농도 히스토그램을 통해서 목자판과 수면을 구분하는 기법을 적용하여 기존 수위측정방법을 개선하였다. 영상의 분할 이진화 처리 기법은 영상을 일정한 크기로 분할하여 각 영역을 이진화 처리하는 방법으로 전체 영상을 동시에 이진화 처리했던 기존 방법을 개선하였다. 그리고 다양한 마스크를 사용하여 영상의 노이즈를 제거하는 기법을 적용하였다. 또한 목자판 영역내의 목자판과 수면부의 픽셀별 농도에 대한 히스토그램 차이를 분석하여 수면을 결정하는 기법을 적용하였다.

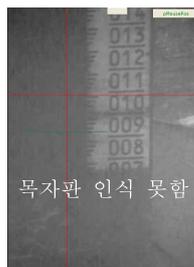
목자판이 오염된 경우나 물이 투명하여 물속 목자판이 투시되는 경우에는 기존 방법을 개선하여도 수면인식을 하는데 있어 한계가 있다. 이 한계를 극복하기 위하여 수면부의 연속적인 움직임에 의한 수면부와 목자판의 시간적 영상 농도 변화를 이용하여 수면을 인식하는 새로운 수면인식 방법을 개발하였다.

4. 영상수위계 알고리즘 성능 검증

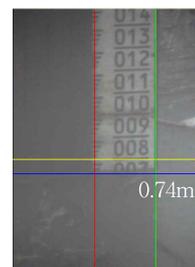
안개가 짙게 낀 경우, 목자판이 오염된 경우 등과 같이 수면을 인식하는데 있어 오·결측이 발생하는 영상자료를 이용하여 개선된 수위측정방법과 새로운 수위측정방법의 성능을 검증하였다.

4.1 안개가 짙게 낀 경우

필승교지점과 전류리지점의 안개 낀 영상자료 483개를 개선 전·후의 수위측정방법에 각각 적용한 결과를 그림 2에 나타내었다. 그 결과, 개선 전에는 목자판이나 수면을 전혀 인식하지 못하였으나, 개선 후에는 약 97%까지 수면을 올바르게 인식하였다.



(a) 개선 전 기존 방법 (인식률 : 0%)



(b) 개선 후 기존 방법 (인식률 : 약 97%)

그림 2. 안개 낀 경우에 대한 수면인식결과 비교(수전교 지점)

4.2 목자판이 오염된 경우

목자판이 오염된 경우에는 개선된 기존 방법과 새로운 방법을 이용하여 수면인식의 성능을 검증하였다.

개선 전·후의 기존 방법에 수전교지점과 전류리지점의 오염된 목자판 영상자료 97개를 각각 적용한 결과를 그림 3에 나타내었다. 그 결과, 개선 전에는 오염된 부분을 수면으로 오인식하였으나, 개선 후에는 약 89%까지 수면을 올바르게 인식하였다.



(a) 개선 전 방법 (인식률 : 0%)



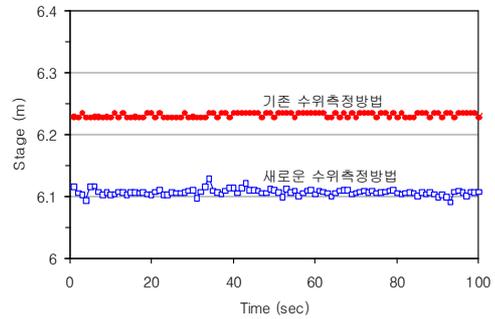
(b) 개선 후 방법 (인식률 : 약 89%)

그림 3. 목자판이 오염된 경우에 대한 수면인식결과 비교(수전교 지점)

실내테스트를 통하여 새로운 방법과 개선된 기존 방법의 수면인식결과를 비교, 검토한 결과를 그림 4에 나타내었다. 그 결과, 기존 방법은 오염된 부분을 수위로 인식한 반면에 새로운 방법은 수면을 정확하게 인식하였다.



(a) 수면인식결과 영상



(b) 두 방법의 수면인식결과

그림 4. 목자판이 오염된 경우에 대한 수면인식결과 비교(실내 테스트)

다. 목자판에 그림자가 진 경우

개선 전·후의 기존 방법에 수전교지점, 필승교지점 및 전류리지점의 목자판에 그림자가 진 영상자료 12개를 각각 적용한 결과를 그림 5에 나타내었다. 그 결과, 개선 전에는 그림자부분을 수면으로 오인식하였으나, 개선 후에는 약 92%까지 수면을 올바르게 인식하였다.



(a) 개선 전 방법 (인식률 : 0%)



(b) 개선 후 방법 (인식률 : 약 92%)

그림 5. 목자판에 그림자가 진 경우에 대한 수면인식결과 비교(수전교 지점)

라. 물이 투명하여 물속 목자판이 투시되는 경우

물이 투명하여 물속 목자판이 투시되는 경우에 기존 방법을 적용하면 투시된 물속 목자판부분

을 수면으로 오인식하는 문제가 발생하였다. 이런 경우에 새로운 방법과 에어버블장치를 적용하여 문제를 해결할 수 있는지 현장테스트를 통하여 검증하였다. 현장테스트는 괴산 경사식 시스템에서 실시하였으며, 그 결과, 기존 방법은 물속 오염된 부분을 수면으로 오인식한 반면, 새로운 방법은 수면을 정확하게 인식하였다.



그림 6. 물이 투명하여 물속 목자판이 투시되는 경우에 대한 수면인식결과 비교(경사식)

4. 결론

본 연구에서 개발한 영상수위계의 수면인식 정확도를 향상시키기 위하여 수면인식방법을 개선하였다. 그 결과, 안개 낀 경우, 목자판이 오염된 경우 및 목자판내 그림자가 진 경우 등 수면을 인식하는데 있어 오·결측이 발생하는 상황에도 수면을 정확하게 인식할 수 있었다. 따라서 이와 같이 개선된 방법을 적용하게 되면 영상수위계의 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 2-1-3)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김원, 김치영, 김동구, 이찬주(2006). 영상처리기술을 이용한 영상수위계 개발. 2006년도 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp.500-504.
2. 김원, 김치영, 이찬주, 김동구(2006). 영상수위계 실용화, 2007년도 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp.560-564.