

## CCTV 영상 기반 위험 수위 감지 알고리즘

김한솔<sup>01</sup>, 홍봉희<sup>1</sup>, 전승우<sup>2</sup>, 이도현<sup>1</sup>, 이현석<sup>1</sup>, 임택기<sup>1</sup>, 최형규<sup>1</sup>, 홍재기<sup>1</sup><sup>1</sup>부산대학교 정보컴퓨터공학부<sup>2</sup>부산대학교 IT기반 융합산업 창의인력양성사업단

{sorryggg, bhhong, i2825t, krlucete, dlugstjr, ponde113, thankyouoov, hjg5921}@pusan.ac.kr

## The Dangerous Water Level Detection Algorithm with CCTV

Hansol Kim<sup>01</sup>, Bonghee Hong<sup>1</sup>, Seungwoo Jeon<sup>2</sup>, Dohyeon Lee<sup>1</sup>, Hyeonseok Lee<sup>1</sup>, Taekgi Lim<sup>1</sup>, Hyeonggyu Choi<sup>1</sup>, Jaegi Hong<sup>1</sup><sup>1</sup>School of Computer Science and Engineering, Pusan National University<sup>2</sup>BK21PLUS Creative Human Resource Development Program for IT Convergence, Pusan National University

## 요 약

매년 국지성 호우에 의한 하천 범람으로 피해가 많이 발생하고 있다. 이를 예방하기 위해서는 하천 수위를 감지하고 경보하는 시스템이 필요하다. 하지만 기존의 CCTV를 이용해서 하천 수위를 감지하고 경보하는 시스템은 수위계가 설치된 교량에서만 사용할 수 있는 제약이 있다. 또한 이런 제약을 해결하기 위해 가상수위계를 활용한 시스템의 경우 관제용 CCTV에만 적용시킬 수 있다는 문제가 있다. 본 논문에서는 이런 문제를 극복하기 위해 하천의 색상 값을 활용해서 강물을 자동으로 검색하는 강물 탐지 알고리즘과 ROI 기준선을 사용하여 하천의 위험 수위를 판별하는 수위감지 기법을 적용한 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘을 적용하여 교량이 없는 지역에서도 일반 CCTV를 이용하여 하천 수위를 관측할 수 있을 것으로 판단된다.

## 1. 서 론

매년 국지성 호우에 의한 하천 범람으로 재산적, 인명적인 피해가 많다. 이런 피해를 방지하기 위해서 사전에 수위를 파악해서 경보해 줄 필요성이 있다.

수위 파악에 대해 다양한 시스템이 있는데, 그 중 대표적인 것이 시각적인 자료를 활용하는 시스템이다. 보통 댐이나 하천에 있는 교량과 같은 큰 구조물에 눈금을 표시, 그 눈금만을 비추는 CCTV를 설치하여 구조물에 있는 눈금을 시간대별로 확인하는 시스템[1]이다. 이 시스템의 경우 교량이나 특별한 구조물이 없는 경우 수위를 측정할 수 없는 문제가 있고, 만약 CCTV에 문제가 생긴다면 그 지역 수위를 측정하는 다른 방법이 없다는 단점이 있다. 또한 교량이나 구조물이 없는 지역의 수위판별을 위해서 가상수위표를 활용하는 시스템[2]도 있지만, 이 역시 관제용 CCTV에 한정되어 있어, 일반 CCTV에 사용하기에 문제가 된다.

이러한 단점을 보완하기 위해서 본 논문에서는 일반 CCTV에서도 사용할 수 있도록 자동으로 강물을 검출하고, 수위를 측정 후 범람 위험을 실시간으로 추적하는 알고리즘을 제안한다. 첫 번째, K-means를 활용해서 특성이 비슷한 영역을 분할한다. 두 번째, 분할된 영역 중 강물의 특성을 기준으로 강물 ROI 영역을 찾는다. 마지막으로 이 영역에 기준선을 그어 위험수위를 감지하고, 범람을 판별할 수 있도록 한다. \*

이를 통해 일반 CCTV가 비추고 있는 다양한 지역에서 하천의 범람 현황이나, 수위 측정이 가능하게 된다.

이 알고리즘을 적용할 경우 일반 CCTV로 하천의 수위나 범람을 추적할 수 있기 때문에 관제용 CCTV에 문제가 생기더라도 능동적으로 대처할 수 있다. 그리고 관제용 CCTV보다 좀 더 세분화된 지역을 관찰함으로써 좀 더 효율적인 추적을 가능하게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 K-Means를 활용한 강물 탐지 알고리즘과 ROI를 사용하여 위험 수위를 판별 하는 수위감지 기법을 설명한다. 3장에서는 특정 CCTV영상 분석결과를 보여주고, 4장에서는 결론 및 향후 연구를 설명한다.

## 2. 강물 수위 판별 기법

강물 수위 판별 기법은 CCTV를 이용해서 강물의 수위를 판별하는 것으로서, CCTV 영상에서 강물의 위치를 탐색하는 알고리즘과 탐색된 영역의 수위를 감지하는 알고리즘으로 구성되어 있으며, 본 논문에서 사용한 CCTV 영상은 2016년 8월 3일 (수) 12:30 ~ 13:30 부산광역시 연제구 거제동 세병교 촬영 영상을 10초 간격으로 한 프레임씩 추출한 편집 영상이다.

## 2.1 강물 탐지 알고리즘

강물 탐지 알고리즘은 영상 프레임의 강물영역을 자동으로 검출하는 것인데 segmentation 이용해서 영역을 나눈 후에 강물의 특성을 이용해 강물영역을 찾는다.

\* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (R71161610160001002)

### 2.1.1 영역 분할 알고리즘

영역 분할 알고리즘은 강물의 위치를 찾기 위해서 K-means Clustering을 사용 후 프레임의 영역을 분할하는 기법이다. 알고리즘의 전반적인 동작 과정은 아래 표1 과 같다. 처음에 Recursion call로 인한 이전 함수의 K값과 현재 픽셀의 K값이 다를 경우에 함수를 종료한다.(line 1-3) 이전 함수의 K값과 현재 픽셀의 K값이 동일할 경우 현재 픽셀을 지나간 점으로 인식하도록 한다.(line 4) 그 후에 영역을 나타내기 위한 시작점과 끝점을 조정해준다.(line 5, 6) 마지막으로 현재 위치의 왼쪽, 위, 아래, 오른쪽 순으로 픽셀을 확인하면서 영역을 찾아간다. (line 7)

표1. 영역탐지 알고리즘

```

[input value]
x, y : 프레임 pixel point (x, y)
preK : K of previous function
area(sp, ep) : object that holds the point
    sp : start point (x, y)
    ep : end point (x, y)

[output value] void type

procedure findArea(x, y, preK, area) {
1   Extract K Value. of pixel point (x, y)
2   If K value is different from the preK
3       return;
4   Change the current point to past point
5   sp is greater than (x, y), sp assign (x, y)
6   ep is less than (x, y), ep assign (x, y)
7   Left, Up, Down, Left Recursive call
}

```

### 2.1.2 강물 영역 추출 알고리즘

강물 영역 추출 알고리즘은 영역 분할 알고리즘으로 영역이 나누어 진 것 중 강물이 존재하는 영역을 찾는 기법이다. 영역 탐지 알고리즘으로 분할된 영역들에서 차량과 사람의 움직임이 감지된 영역(line 2-3)과 강물의 색상과 유사하지 않은 영역(line 4-5)을 지운다. 그 후 남은 영역 중 영상의 연속된 프레임을 비교해서 강물의 잔물결을 파악하여 강물 영역을 추출 할 수 있다.(line 7) 결과는 그림 1과 같다.



그림 1. 강물 영역 추출

표2. 강물 영역 추출 알고리즘

```

[input value]
vecArea : vector that holds the area

[output value] void type

procedure findRiver(vecArea) {
1   for area from vecArea.start to vecArea.end
2       if detect movement of vehicles and people
3           then Delete area and continue
4       else if disassemble the color of river
5           then Delete area and continue
6   endfor
7   Find the ripples of river in rest of vecArea
}

```

### 2.2 ROI를 활용한 수위감지

ROI를 활용한 수위감지는 기준선을 설정하여 수위 데이터를 추출하고 위험수위 검지선을 활용하여 범람을 판별한다. 그림 2는 이 기법을 표현한 것이다.

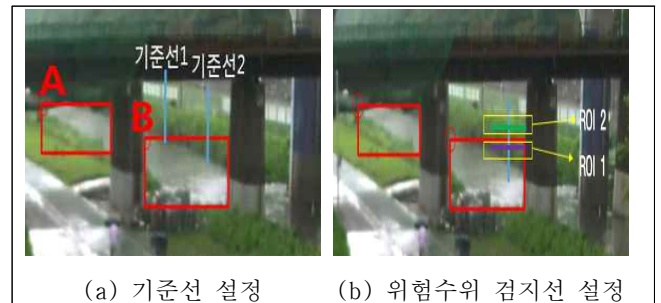


그림 2. 수위감지 기법

#### 2.2.1 수위 데이터 추출

그림 2를 보면 강물 영역 추출 알고리즘을 통해 A, B 영역을 추출하였지만 A 영역은 수풀 위치 등 지형 상의 문제로 인하여 수위 변동이 관측되지 않는 제약이 존재하기에 B 영역을 이용하여 수위변동을 파악하였다. 그림 3은 그림 2의 (a)와 같이 하천의 수면부터 주위의 수풀까지의 두 기준선을 세로로 설정하여 각 프레임마다 H(색상), S(채도), V(명도)값을 추출하여 분석한 결과이다. 가로축은 프레임, 세로축은 HSV 값을 의미한다.

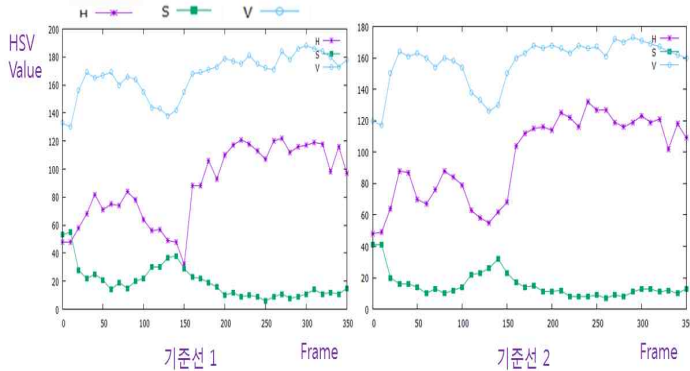


그림 3. 시간(프레임)에 따른 HSV값 변화

수위가 급격히 상승하는 0~50프레임, 150~200프레임 사이에 서 H, V값은 증가하고 S의 값은 감소하기 때문에 HSV값은 수위 변동을 파악하는 데이터로 적합하다.

### 2.2.2 위험수위 검지선

위험수위 판독을 위하여 세로 기준선에 2개의 위험수위 가로 검지선 (ROI1, ROI2)을 설정한다. 검지선들의 HSV값을 분석하여 위험수위를 판별하는데 기준선 1과 2의 HSV값 변화가 비슷하기 때문에 기준선 2만 사용하여 그림 4에 나타냈다.



그림 4. ROI 설정 화면

### 3. 분석 결과

위험수위 검지선 설정 후 분석한 결과는 그림 5와 같다. 그림 5의 (a)를 보면, ROI 1, ROI 2의 H 값이 각각 240 프레임(그림 5의 (d)), 270 프레임(그림 5의 (e))을 기점으로 급격하게 상승하는 것을 확인할 수 있다. 그림 5의 (b)를 보면, 하천 수위가 상승하는 구간에서는 S 값이 급격하게 감소하는 것을 확인할 수 있지만 범람 시점에 대한 예측이나 판단을 할 수 없다. 그림 5의 (c)를 보면 하천이 범람하는 과정에 V 값이 증가하는 것을 확인할 수 있지만 범람 시점에 대해서는 특징을 찾을 수 없다. 결과적으로 H 값을 이용하여 하천의 범람을 감지할 수 있다.

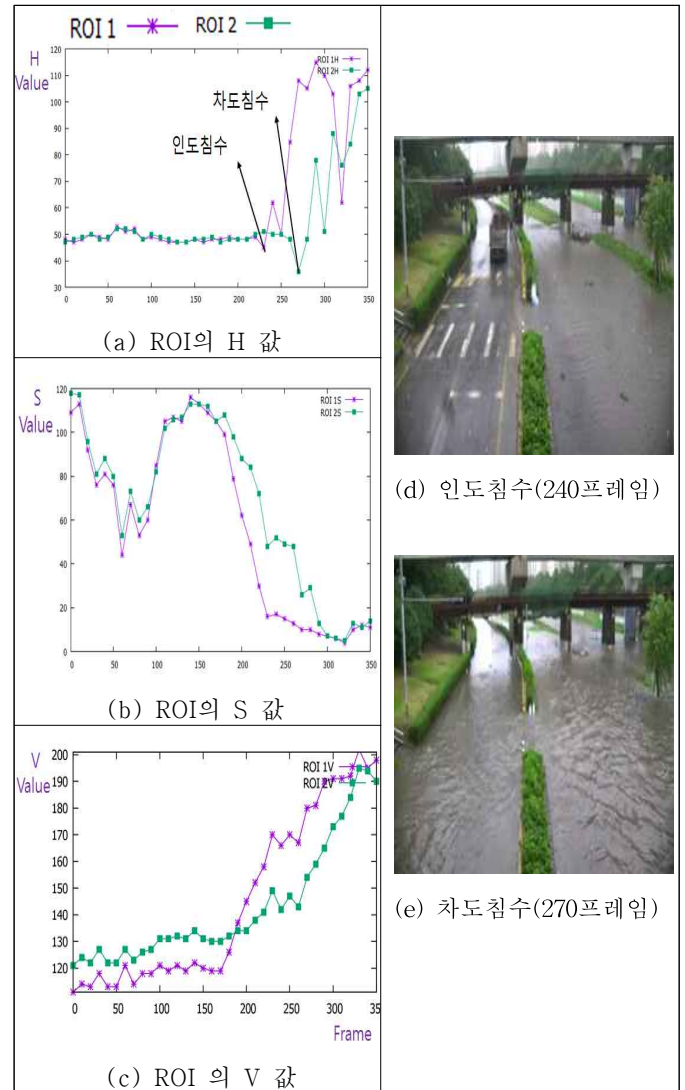


그림 5. HSV값을 이용한 위험수위 판독

### 4. 향후 연구 및 결론

호우 등의 자연재해로 하천이 범람하는 것을 파악하기 위해, K-Means 알고리즘과 강물의 특성을 이용하여 강물 영역을 구분하였으며, 강물 영역에 검지선을 설정한 뒤, ROI를 활용한 수위감지를 통해 위험 수준 이상으로 수위가 상승하는 경우를 감지하는 방법을 제안했다. 향후 연구에서는 위험 수위 도달 정보만 알려주는 것이 아니라 강물의 정확한 수위측정을 진행할 것이다. 또한 범람한 강물의 경로를 추적할 수 있도록 경계선에 대한 데이터를 수집할 예정이다. 이를 통해 좀 더 정확하게 강물의 범람을 추적할 수 있을 것이다.

### 5. 참고문헌

- [1] 김재도, 한영준, 한현수, 목자관 표면 상태에 적응적인 영상 기반 수위 계측 기법, 한국컴퓨터정보학회, 제 15권, 제 9호, 2010년 9월.
- [2] 서명배, 이관주, 박희성, 김용진, 가상수위표를 활용한 수위측정 방법, 한국정보컴퓨터종합학술대회 논문집, 9-10쪽, 2013년 6월.