

영상처리 기반의 하천인근 재난감지 알고리즘

이재원^o, 김윤^{*}

^o*강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

e-mail : { insurgent92, yooni }@kangwon.ac.kr^{*}, insurgent92@kangwon.ac.kr^o

Disaster-Detecting Algorithm at Nearby Rivers Based on Image Processing

Jae-Won Lee^o, Yoon Kim^{*}

^o*Dept. of Computer and Communications Engineering, Kangwon National University

● Abstract ●

본 논문에서는 하천 인근의 재난 방지를 위한 효율적인 재난감지 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 영상처리를 기반으로 임계값을 자동으로 변경시켜 물과 물이 아닌 영역을 분리한다. 수위감지 알고리즘을 단순 물의 색상 정보만을 이용해 분석한다면, 야간 저조도, 폭우와 같은 상황 등에서 알고리즘 성능이 저하될 우려가 있다, 이를 해결하기 위해서 물의 색상 정보뿐 아니라 물의 흔들림 정도도 함께 고려하여 물의 영역을 찾아낸다. 또한 보다 안정적인 수위 분포를 분석하기 위해서 시간과 공간에 대한 필터링을 추가하여 빗물, 물결, 카메라의 화이트 노이즈 등 다양한 노이즈에 보다 안정적으로 수위 분포를 분석한다. 본 논문에서 제안하는 수위감지 알고리즘을 적용한다면, 센서, 목자판 인식 등 이전의 수위계측 방식보다 성능, 비용 면에서 모두 우수할 것으로 예측된다.

키워드: 영상처리(image processing), 재난감지(disaster-detecting), 수위(water-level)

I. Introduction

최근 전 세계적으로 온실가스 배출 증가에 따른 지구 온난화 현상으로 엘니뇨와 라니냐의 발생 주기가 짧아지고 있고, 지역별 이상기후나 기후 강도의 뚜렷한 증가 현상에 따라 태풍의 위력 증대와 국지성 호우의 발달, 폭염, 폭설, 낙뢰, 가뭄 등이 강도와 빈도 면에서 모두 증가일로에 있으며, 그에 따른 인명과 재산피해 또한 대규모로 급속히 증가하고 있는 추세이다. 또한 도시 구조의 고도화와 집중화로 인해 초고층 건축물, 다중이용시설, 산종업종 시설 등 시설물이 다양화됨으로써 안전사고 및 재해 양상이 다변화되고 있으며, 인명사고와 대형 화재 사고 등 일련의 사고들이 재해의 빈도와 규모 면에서도 점차 증가 추세에 있다. [1] 또한, 최근 기후변화로 인한 극한기후 발생 빈도가 증가하고 있고 이에 따른 자연 재난도 따라서 증가되고 있으며 미래 재난 위험도 역시 증가될 것이라는 전망이 일반적이다. 기상청에 따르면 우리나라의 기후 온난화는 전 세계 추세보다 빠르게 진행되고 있으며, 지난 100년간 우리나라 6대 도시 평균기온은 1.7도 상승하였고, 강수량 19% 증가, 43년간 제주 해수면은 22cm상승 하였다. 이와 같은 극한기후에 따라 재난유형별 현재와 미래에 대해 재난 위험도 평가를 실시하여 다양한 재난에 대한 예방 및 대비할 수 있는 대책을 마련하여야 한다.[2]

이렇게 다양화-복잡화 되어 가는 각종 재난에 대비하기 위해서는 기존의 단순한 피해복구 및 응급대응만으로는 감당할 수 없음을

주지의 사실이며, 미래 사회변화와 재난환경 변화에 능동적으로 대처하고 유기적인 재난방재시스템의 구축이 절실히 요구되고 있다. 기후 변화라는 거대한 흐름을 막을 수 없다면, 기후변화에 따른 자연재해는 필연적으로 내습하게 될 것이다. 이러한 위기를 기회로 삼아 우리나라가 보유한 첨단 IT기술을 재난방재분야에 접목시키는 지속적인 연구와 더불어 국가와 지방정부가 보유한 정보인프라의 효율적 사용방안이 제시되어야 한다.

II. Preliminaries

1. Necessity

재난 발생에 대한 신속한 상황 판단과 의사결정 지원을 위해서는 재난현장의 정보를 빠른 시간 내에 파악하는 것이 중요하다. 재난현장의 실제 관측정보와 현장을 직접 확인할 수 있는 CCTV의 영상 정보가 중요한 요소로 인식되고 있다. 부가적으로 CCTV의 영상 정보에 지능형 영상감시 기술을 적용한다면 해당 상황을 자동으로 알려줄 수 있어 더욱 효율적인 정보를 얻을 수 있다. 현재 지역단위로 설치된 CCTV의 운영 실태를 살펴보면 해당 시 군 구청 상황실에서만 영상을 볼 수 있는 폐쇄적 환경에서 운영되고 있다. 재난 발생 시 인접 시 군 구 및 시 도 중에서는 현장 상황을 보고서 또는

구두로만 전달받고 있어 신속한 의사결정 및 효율적인 상황대처에 많은 문제점이 있다. 이러한 문제점들은 영상 정보 자동인식 알고리즘 개발을 통해 점차적으로 해결되어야 한다. 본 연구에서는 현장 상황에 적합한 지능형 CCTV 기반의 수위감지 알고리즘 개발을 연구하고자 한다.

2. Related works

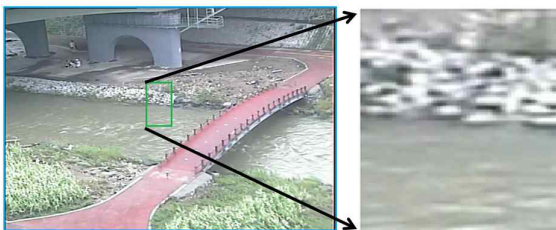
1.1 국내 동향

국내 국가재난관리 시스템(NDMS : National Disaster Management System)은 소방방재청에서 자연재해, 인적재난을 포함한 대형 재난상황 발생에 대비하여 국가적 차원의 모니터링과 재난 예방 및 대응 등에 효율적으로 대처하기 위한 시스템이다. 자연재해, 인적재난 등 국가적 차원의 대형 재난재해에 발생 요인에 대한 사전분석을 통한 재난 발생을 근원적으로 차단함으로써 재난 발생으로 인한 국가의 피해를 최소화한다. 또한 재난 발생 시 신속한 대응을 위하여 효율적인 재난 수습, 복구를 책임지며 신속한 의사결정 지원에 활용할 수 있도록 재난정보관리 시스템을 도입하였다. 2005년 본격 도입되어 현재까지 정부의 많은 예산이 투입되어 유관기관, 지자체가 통합되어 운영될 수 있는 시스템으로 구축되어 활용되고 있다. 국가재난관리 시스템은 예방·대비·대응·복구 등 재난관리 단계별 업무를 지원하는 전국 단위 종합정보시스템으로 풍수해, 지진 등 재난유형별 업무지원시스템과 기상청, 홍수통제소 등 유관기관의 재난정보를 연계·활용하는 재난정보 공동 활용시스템, 재난현장을 지원하는 119 소방행정 대응 시스템이 구축·운영 중에 있다.

III. The Proposed Scheme

알고리즘 수행절차

수위감지 알고리즘에 원본 영상을 VA Framework을 통해서 입력 원본 이미지를 받아들이어 수위감지를 Detect 할 영역을 추출한다.



VA framework을 통한 감지영역 추출

수위 감지 알고리즘을 적용하기에 앞서 Detect 한 영역에 대해서 Bilateral filter를 적용시켜 경계선을 보존하면서 노이즈를 줄여 수위 감지 알고리즘의 성능을 향상시킨다. Bilateral filter는 식(1)을 통해 이루어진다.[3]

$$h(x) = k^{-1}(x) \iint_{-\infty}^{\infty} f(\xi) c(\xi, x) (s(f(\xi), f(x))) d\xi \quad (1)$$



Bilateral filter 적용

또한 입력되는 영상을 일정 시간 동안 중첩시켜 중첩된 영상을 이용하여 수위 감지를 한다. 이를 통해서 시간상 발생하는 노이즈를 줄여 알고리즘의 성능을 향상시킨다. 이를 적용하기 위해서는 일정 시간의 learning scene을 거쳐야 한다. 이는 식(2)를 통해 이루어진다.

$$acc(x, y) \leftarrow (1 - \alpha) \cdot acc(x, y) + \alpha \cdot acc(x, y) \text{ if } mask(x, y) \neq 0 \quad (2)$$

차 영상을 이용한 물의 흔들림 분석방법은 Bilateral filter를 걸친 영상에 대해서 이전 영상과의 차를 통해 움직임을 감지한다. 이전 영상을 선택하는데 있어 바로 전의 영상이 아니라 200ms의 간격으로 보관을 하고 있어 순간적으로 나타나는 벌레나 빗물에 대한 영향을 줄일 수 있다. 또한 단순히 두 영상 간의 차를 이용하지 않고 차 영상 역시 일정 시간 동안 평균값을 취하여 보다 안정적으로 물의 흐름을 분석한다.



차 영상을 이용한 흔들림 분석

차 영상 분석을 통해서 얻어진 흔들림의 정도와 분석하려는 영역의 히스토그램 분석에 의해 Floodfill에 적용한 Threshold가 자동적으로 변경이 되도록 하였다. 이를 통해서 밤/낮, 비 오는 날, 조명의 변화 등에 대해서 Threshold를 변경시켜 최적의 값을 찾아가도록 되어 있다. 하나의 FloodFill을 적용하는 것보다는 상댓값 비교(식(3.1))/절댓값 비교(식(3.2))에 의한 두 가지 모드의 FloodFill을 적용시켜 보다 정밀하게 물의 위치를 찾아갈 수 있다[4].

$$src(x', y')_{rgb} LD \leq src(x, y)_{rgb} \leq src(x', y') + UD_{rgb} \quad (3.1)$$

$$src(x', y')_{rgb} LD \leq src(x, y)_{rgb} \leq src(seed.x', seed.y') + UD_{rgb} \quad (3.2)$$

Fig. 5의 좌측은 물 영역으로 지정된 20%의 영역에 대해 R/G/B component 히스토그램을 구하여 80% 분포에 해당하는 영역을

Floodfill의 상-하안 임계값으로 선택한다. 또한 RGB 히스토그램을 비교하여 3개의 component가 비슷한 분포를 나타낼 경우 밤이나 흑백 카메라를 이용하는 상황으로 가정하여 낮과 밤에 대해서 다른 임계값으로 적용한다. Fig. 5우측은 히스토그램 분석 결과를 통한 물의 영역을 분리하는 방법으로 차 영상을 통한 물의 움직임 분석에 대

IV. Conclusions

각종 센서 기반의 원격 수위 계측과 CCTV를 설치하여 교량에 표시되어 있는 목자판 수위표를 자동 인식하여 수위를 모니터링하고 위험상황을 감지하는 기존의 수위 계측 방식은 오보나 위험상황 발생 시 하천 상태를 확인하기 어렵고 관제원이 24시간 365일 모니터링하기가 현실적으로 불가능하며 인건비 등의 문제로 인하여 실용적이지 않다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 본 연구에서는 수위감지 목적으로 기 설치되어 있는 CCTV 카메라 영상을 분석하여 수위 변화와 하천 범람의 위험상황을 자동 감지하고 사전 경고-대응하는 자동 수위감지 알고리즘을 개발하였다.

초기 연구에서는 히스토그램 비교와 공간 정보를 이용하여 성능을 개선하였으나 단순 색상 정보에 의해 수위를 분석하는 기존 자동 수위감지 알고리즘이 야간, 저조도, 안개, 폭우 등의 환경에서 수위감지 성능이 저하되는 현상이 발생하는 것을 확인하였다. 따라서 초기 연구에서 발견된 문제점들을 보완하기 위해서 현장 환경에 적합하게 물의 흔들림 정보, 시공간 필터링, Flood Fill 알고리즘, 가변 Threshold 기법을 적용하여 수위감지 성능을 개선했다.

지능형 CCTV를 활용한 자동 수위감지 알고리즘은 야간 저조도, 안개, 바람에 의한 흔들림, 그림자 등 자동인식률 가변요소에 의해 성능이 열화 될 가능성이 높다. 따라서 이러한 자동 수위감지 알고리즘의 한계를 극복하기 위해서는 Stabilizer나 Defog, DSS(Digital Slow Shutter) 와 같은 영상보정 기법을 적용하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

최근 기후 온난화에 따라 각종 재난 재해가 융복합적으로 발생하고 있으며, 정부에서는 국민의 인명과 재산을 보호하기 위해서 사후 복구 보다 사전 예방에 총력을 기울이고 있다. 이러한 점을 고려할 때 자연재해의 70% 이상을 차지하는 풍수해를 예방하기 위해서 본 연구 연구의 결과물인 지능형 CCTV를 활용할 수 있다고 전망된다.

또한 예기치 않은 기상이변과 집중호우로 여름철 피서지에서 피서객과 야영객의 익사 및 수난 사고가 증가하고 있는 추세이다. 한정된 안전요원과 부표 설치와 같은 수동적인 재난관리 시스템의 취약성 보완이 시급하다. 기존의 물놀이 안전시스템의 단점을 보완하기 위해 방범-치안안전 분야에서 최근 각광받고 있는 지능형 CCTV를 이용하여, 위험지역 출입자를 통제하고, 최종 위험상황을 경보 및 전파하는 재난 안전 시스템을 구축한다면, 지능형 CCTV 분야의 새로운 영역을 개척할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] IPCC, "Climate change 2014 synthesis Report," 2014.
- [2] NDMI, Construction of Fundamental Technology for Disaster Risk Assessment and Response, 2014
- [3] C. Tomasi, "Bilateral Filtering for Gray and Color Images," 1998
- [4] Paulo Vinicius Koerich Borges, Joceli Mayer, Ebroul Izquierdo, "A probabilistic model for flood detection in video sequences," 2008 IEEE International Conference on Image Processing, No. CFP08CIP, pp.13-16, 2008.
- [5] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing 2nd Edition, Prentice-Hall, 2002.
- [6] John Honovich, "How to Select Video Analytics". IPVM. 2012.