

도시 침수 발생 시 의사결정을 위한 침수 위험지수 모델의 설계

천영학*, 김은미**, 김창수*
 *부경대학교 IT융합응용공학과
 **부경대학교 기술경영협동과정
 e-mail : chun0831@pknu.ac.kr

The Design for a Practical Using of Flood Vulnerability Index Model for Behavior Decision in Urban Inundation

Younghak Chun*, Eunmi Kim**, Chang Soo Kim*

*Dept of IT Convergence and Application Engineering, Pukyong National University

**Interdisciplinary Program of Management of Technology, Pukyong National University

요 약

집중호우 및 홍수로 인해 침수지역이 발생할 경우 이를 예측하기 위해 IT를 융합한 방재에 대한 연구가 필요하며 특히 본 논문에서는 도시 침수에 대비하여 교통 통제, 우회 도로 등을 제공하기 위해 정량적인 침수 위험 지수를 접목시키는 방안에 대하여 연구하였다.

1. 서론

우리나라는 산지가 이루는 기후적 특징으로 인해 국지성 호우가 빈번한 실정이다. 따라서 국내 홍수 피해는 과거 농경지 침수 및 피해부터 최근에는 도시 침수로 이어지기 까지 인명과 재산 피해가 갈수록 심해지고 있다. 특히 도시 침수는 교통에 직접적인 영향을 미치기 때문에 빠른 대처가 필요한 부분이다.

집중호우가 발생할 경우 침수 예상 구역을 정확하게 설정하고 이에 대한 대응을 하기 위해 구역별로 침수위험지수를 설정 및 검증이 필요하므로 본 논문에서는 기존 침수위험지수의 활용 측면과 재난 발생 시 시민에게 서비스할 수 있는 방법에 대해 연구하고자 한다.

2. 관련연구

위험 지수 개념은 홍수 방어 및 의사결정 시스템을 위해 연구되어 왔다. 대표적인 침수위험지수는 홍수피해지수로서 이는 인명피해지수, 재산피해지수, 침수면적지수를 통합한 홍수 피해에 대한 종합적인 피해지수를 나타내며 지수 산출에 대한 식은 다음 식 1과 같다.

- 인명피해지수(D_1)
 $= std(\text{권역별 인명피해수} / \text{권역별 인구})$
- 인명피해지수(D_2)
 $= std(\text{권역별 재산피해액} / \text{권역별 자산액})$
- 인명피해지수(D_3)
 $= std(\text{권역별 침수면적} / \text{권역별 면적})$
- 홍수피해지수(DI) $= \sum_{i=1}^3 D_i$

수식 1. 홍수위험도 산출 근거

자주 활용되는 위험 지수로서의 또 다른 관련 연구는 홍수위험지수이다. 홍수위험지수는 지형-수문학적 요인, 기상학적 요인, 사회-경제학적 요인, 홍수방어능력 요인의 4가지 요인을 기준으로 취약성을 구분한다. 이를 활용하여 선택적 홍수방어 의사결정 시스템 등에 적용하고 있다.

3. 기존 연구의 취약성

현재 유역종합지수계획에서는 홍수피해잠재능을 산정하여 홍수 피해의 취약 정도를 홍수에 의한 잠재성 요소(인구, 재산, 도시화율, 사회기반시설)와 위험성 요소(홍수피해액, 확률강우량, 하천 개수율)에 따라 홍수잠재피해 정도를 파악하고 있지만 이는 일정 크기 이상의 유역을 기준으로 파악하기 때문에 실제 홍수대응에는 사용하기 어려운 단점이 있다. 특히 도시침수 발생 시 침수위험지수를 활용한 의사결정 서비스를 제공하려 한다면 하천 유역 또는 행정구역별 분할이 아닌 도로망을 이용한 구간 분할 방안이 모색되어야 할 것이다.

또한 홍수피해지수 및 홍수위험지수는 과거 피해 이력을 통해 산출한 지수로서 모든 피해에 관한 정보를 기존 정보에 의존하고 있어 정확한 위험지수 및 예비 체계를 마련하는데 한계가 있다. 특히 도시 침수는 각 지방 사업에 따른 도로 공사와 같은 예상치 못한 상황도 상당수 존재할 수 있기 때문에 피해 이력 정보만으로 지수를 산출해 내는 것은 실효성이 부족하다고 할 수 있다. 이를 보완하기 위해서는 지방자치기관 및 관공서로부터 새로운 정보를 입수해야하며 일반 시민들을 통한 실시간 정보를 함께 활용하는 측면을 고려해야 할 것이다.

4. 개선 방안

2011년 7월 26일 중부 폭우 당시 가장 빠르게 정보를 제공했던 매체는 뉴스가 아닌 SNS 사용자들 이었다. 기존 침수위험지수에는 실시간성이 고려되지 않았기 때문에 이를 개선하기 위해 이와 같이 SNS를 활용하고자 한다. SNS는 실시간성과 확산성을 가지고 있기 때문에 한명의 최초 발견자가 정보를 게재하면 여러 사용자가 공유하여 확산시킬 수 있기 때문에 재난 정보로서의 역할을 할 수 있다. 또한 가장 많이 사용하는 SNS인 Facebook과 Twitter의 경우 정보를 게재할 때 GPS를 이용한 위치도 포함시킬 수 있으므로 전자재해지도와 같은 재난 전용 지도 구축에도 활용할 수 있다는 장점이 있다.

또 하나의 실시간 정보 방안으로는 CCTV 활용 방안이 있다. 각 구역마다 설치되어 있는 방재 전용 CCTV 영상의 비전 프로그래밍을 통해 침수 구간을 검출하는 방안도 함께 포함하고자 한다.

이와 같은 실시간 정보를 포함한 침수위험지수 모델의 사용 방안에 대한 모식도는 다음 그림 1과 같다.

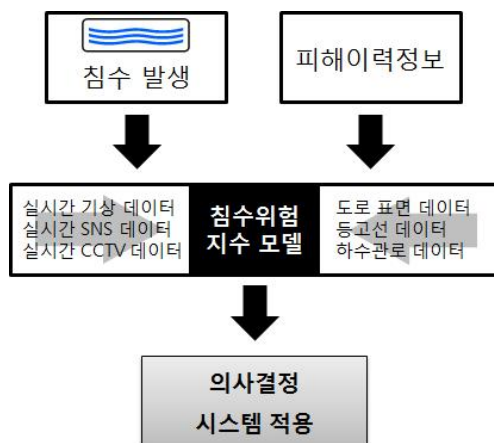


그림 1. 향상된 침수위험지수 모델 모식도

5. 활용 방안

상기한 바와 같이 향상된 침수위험지수 모델이 결정되면 집중호우 발생 시 도로 침수 구간을 설정할 수 있는 지표가 될 수 있을 것이다. 도로를 기준으로 세부적인 분할 구역을 가지는 침수위험지수 모델은 도로망 데이터의 각 노드마다 침수위험지수를 다르게 표현할 수 있기 때문에 현재 침수된 구간 및 침수위험지수가 높은 구간을 확인할 수 있고 이에 따라 침수 구간을 회피할 수 있는 우회 경로 또한 제공할 수 있을 것이다.

그 외에도 침수위험지역을 예측할 수 있는 기능을 가지고 있기 때문에 재난 방재의 예방, 대비, 대응, 복구 중 예방과 대비 측면에서 비교적 정확한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 이는 미래의 기후변화에 따라 침수 피해가 어떻게 변화하고 대비, 대응 방안을 어떻게 변모시켜야 하는지 결정하는데 있어 중요한 지표가 될 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 기존 침수위험지수의 종류인 홍수피해지수, 홍수위험지수에 실시간성과 세분화된 유역을 포함시켜 도시 침수 발생 시 더욱 실효성 있는 침수위험지수를 개발하고자 그에 따른 모델을 제안하였다.

도시 침수에 적합한 침수위험지수 모델의 실제 구현을 위해서는 데이터 및 기반 기술의 고도화가 더욱 필요한 실정이다. 데이터의 획득은 도로망 데이터, 유역 데이터, 기상 데이터 등이 협조되어야 할 것이며 이는 각 관공서, 지방자치 데이터베이스에서 획득할 수 있다. 그리고 실시간 데이터를 취득하기 위해 SNS 정보를 사용할 경우 정보의 신뢰성이 보장되지 못하기 때문에 이를 향상시킬 수 있는 또 다른 연구가 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2012년 소방방재청 자연재해저감기술개발사업단의 연구개발과제 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 김기욱, 김창수, “공간데이터를 이용한 침수유역 표출 시스템”, 2010 한국지리정보학회 춘계 학술발표대회 논문집, pp.184-185, 2010. 5.
- [2] 이정호, 이원우, 김중훈, 전환돈, “Fuzzy C-Means(FCM)를 이용한 도시유역 침수위험도 산정”, 한국방재학회 논문집 제11권 4호, pp.229-235, 2011. 8.
- [3] 임광섭, 최시중, 이동률, 문장원, “홍수지표의 인과관계를 이용한 홍수위험지수 개발”, 2010 대한토목학회논문집 제30권 제1B호, pp.61-70, 2010. 1.
- [4] 김병식, 장대원, “이상기후에 대비한 GIS 기반의 선택적 홍수방어 의사결정시스템 개발”, Water for Future VOL. 42 NO. 10, pp.43-50, 2009. 10.
- [5] 한건연, 조완희, 육종화, 이원하, 이동구, “수리가중지수를 이용한 홍수위험지도 작성기법의 개발 및 적용”, 2008 대한토목학회 정기학술대회, pp.667-670, 2008. 10.
- [6] 이길성, 정은성, 김영오, “도시 유역 관리를 위한 통합적인 접근방법”, 2006 한국수자원학회논문집 제39권 제2호, pp.161-178, 2006. 2.
- [7] 최충익, 김원, “전국 홍수위험도 평가의 국토·도시계획적 함의”, 대한국토·도시계획학회지 제41권 4호, pp.143-155, 2006. 8.