

# 복합 이벤트 처리기술을 적용한 효율적 재해경보 전파에 관한 연구

## A study on the efficient early warning method using complex event processing (CEP) technique

김형우\*, 김구수\*, 장성봉\*

Hyung-Woo Kim, Goo-Soo Kim, and Sung-Bong Chang

### Abstract

In recent years, there is a remarkable progress in ICTs (Information and Communication Technologies), and then many attempts to apply ICTs to other industries are being made. In the field of disaster managements, ICTs such as RFID (Radio Frequency IDentification) and USN (Ubiquitous Sensor Network) are used to provide safe environments. Actually, various types of early warning systems using USN are now widely used to monitor natural disasters such as floods, landslides and earthquakes, and also to detect human-caused disasters such as fires, explosions and collapses. These early warning systems issue alarms rapidly when a disaster is detected or an event exceeds prescribed thresholds, and furthermore deliver alarm messages to disaster managers and citizens. In general, these systems consist of a number of various sensors and measure real-time stream data, which requires an efficient and rapid data processing technique. In this study, an event-driven architecture (EDA) is presented to collect event effectively and to provide an alert rapidly. A publish/subscribe event processing method to process simple event is introduced. Additionally, a complex event processing (CEP) technique is introduced to process complex data from various sensors and to provide prompt and reasonable decision supports when many disasters happen simultaneously. A basic concept of CEP technique is presented and the advantages of the technique in disaster management are also discussed. Then, how the main processing methods of CEP such as aggregation, correlation, and filtering can be applied to disaster management is considered. Finally, an example of flood forecasting and early alarm system in which CEP is incorporated is presented. It is found that the CEP based on the EDA will provide an efficient early warning method when disaster happens.

**Keywords** : CEP (Complex Event Processing), EDA (Event Driven Architecture), USN, disaster, early alarm system, flood forecasting

## I. 서 론

최근 정보통신기술의 비약적인 발전과 더불어 유비쿼터스 센서 네트워크가 홍수 및 산사태와 같은 자연재해 모니터링 분야와 화재, 폭발 및 구조물의 붕괴와 같은 인위적 재해 모니터링 분야에 널리 사용되고 있는데 이때 정확한 정보수집 및 신속한 의사결정이 필수적이다. 유비쿼터스 센서 네트워크에 의한 재해 모니터링 시스템은 재해 종류별로 개별 단위 시스템에 탑재되어 운용되기도 하지만 최근에는 유비쿼터스 도시(u-City)를 포함하여 지자체 혹은 국가 차원에서 종합방재체계 구축을 위하여 여러 가지 다양한 방법·방재 서비스가 통합 운용되는 추세이다.

이와 같은 방법·방재 통합운용 시스템은 해당 지역에 설치된 수많은 센서를 바탕으로 시설물의 안전도를 파악, 분석하고 그 정보를 유관기관과 상호 공유하며 위험상황 발생 시에는 신속히 유관기관에 전파함으로써 각종 재난·재해로부터 능동적으로 대처할 수 있다.

이를 위해서는 개별 단위시스템을 수평적 및 수직적으로 통합할 수 있는 개방형 시스템 환경이 구현되어야 하며

각 지역에 구축되어 있는 방법·방재 네트워크로부터 수집되는 각종 이벤트를 가공, 처리 및 배포할 수 있는 효율적인 방법이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 개별 단위시스템으로부터 재난·재해 이벤트 정보를 효과적으로 수집하고 이를 통합적으로 모니터링 하며 이상 발생 시 이를 거주민이나 재난 관련 기관에게 신속하게 전파할 수 있는 아키텍처로서 이벤트 주도적 아키텍처(Event-Driven Architecture, 이하 FDA라 한다)를 제시하였으며, 또한 웹서비스 이벤트링 기술을 기반으로 이기종 개별 단위시스템과 대용량의 정보를 상호 공유하며 시스템 간의 연동 및 협업이 가능한 구조를 제시하였다. 그리고 여러 가지 다양한 수많은 센서로부터 발생한 이벤트를 대상으로 이벤트들의 영향을 분석하여 대응되는 액션을 효율적으로 수행할 수 있는 복합 이벤트 처리(Complex Event Processing, 이하 CEP라 한다)의 개념을 소개하고 이것이 재난관리 분야에 어떻게 적용될 수 있는지 파악하였다. 마지막으로 EDA 기반의 CEP 기법을 적용한 수해관리시스템의 예를 제시하였다.

## II. 본 론

### 1. 이벤트 주도적 아키텍처

일반적으로 재난관리 시스템은 여러 개의 개별 단위 시

접수일자 : 2009년 8월 7일

최종완료 : 2009년 8월 7일

\*KT 중앙연구소

교신처자, E-mail: [hyungwoo@kt.com](mailto:hyungwoo@kt.com)

시스템으로 구성되어 있으며 외부의 타 시스템과의 정보 공유 및 유기적인 연계가 필요하다는 특징이 있다. 최근 이기종 개별 단위 시스템의 통합을 위하여 웹서비스 기술을 기반으로 한 서비스 지향 아키텍처(Service-Oriented Architecture, 이하 SOA라 한다)가 적용되고 있지만 다음과 같은 문제점이 있다. 즉, 웹서비스와 같은 시스템들은 동기 전송 및 수신 패러다임에 의존하기 때문에 재난관리 시스템에서와 같이 센서에서 발생하는 대량의 데이터 또는 현재 상태를 분석하는 데이터 주도의 변화를 모니터링하거나 액션을 취하기 위해서는 이벤트 프로세서가 단위 시스템에 연결되어 주기적으로 데이터를 취득해야 하는데 이것은 시스템에 과부하 및 지연과 같은 문제점을 낳는다. 따라서 최근에는 외부의 환경변화를 감지하고 적시에 대응할 수 있는 실시간 서비스 구축 방법으로서 EDA가 적용되고 있다. SOA와 EDA는 상호 보완적인 서비스 구축 방법론으로 SOA의 개념이 정의된 서비스 인터페이스를 이용하여 요청 및 응답을 통해 서비스를 연동하는 것이라면, EDA는 이벤트에 대한 감지 및 대응모델이라 할 수 있다 [1]. 또한 EDA는 이벤트를 동시에 여러 곳으로 전달할 수 있고 비동기 방식으로 전달하는 것이 가능하므로 이벤트 발생에 의한 대응을 동적으로 구성할 수 있는 특징이 있다. 표 1에 SOA 및 EDA의 비교를 제시하였다[1-2].

표 1. SOA 및 EDA 비교

구분	SOA	EDA
상호 제약 정보	서비스 인터페이스 정보	이벤트 규칙 정보
연결방식	1 : 1	N : N
흐름제어 주체	클라이언트	이벤트 수신자
흐름제어 방식	순차 경로	동적/병렬/비동기 방식
새로운 입력에 대한 대응	진행 중에는 차단	진행 중에도 반응

EDA를 지원하는 다양한 기술들이 실제 어플리케이션에 이미 적용되고 있으며 이벤트 처리방법에 따라 단순 이벤트 처리, 스트림 이벤트 처리, 그리고 복합 이벤트 처리로 구분된다.

단순 이벤트 처리는 발생한 이벤트는 모두 의미 있는 이벤트로 간주하고 각각의 이벤트에 대응되는 액션을 수행하는 것으로서 공개(publish)/구독(subscribe) 방식과 중재 방식이 있다. 공개/구독 방식은 구독할 때 관심 있는 이벤트를 지정함으로써 이벤트 소스로부터 해당하는 이벤트를 직접 수신받는다. 또한 중재방식의 경우에는 중재자가 모든 이벤트를 수집하고 이벤트의 내용에 따라 이벤트 수신자에게 전달한다. 이 방식은 공개/구독방식에 비해서 이벤트를 보다 세분할 수 있으며 이벤트 메시지의 변환기능을 제공한다.

그림 1은 공개/구독 방식을 도식적으로 설명한 것으로서 1번, 2번 이벤트부터 시작하여 X번째 이벤트는 정보 매니저(Notification Manager)로 전달되며 이때 이벤트 토픽에 근거하여 이벤트 스토리지에 있는 구독정보를 조회한 후 이벤트 메시지를 생성한다. 이벤트 처리 시스템은 이벤트 소스, 이벤트 싱크, 이벤트 구독자, 구독관리자로 구성되어

있으며 이들은 웹서비스 이벤트링[1]에 정의되어 있다. 이벤트 소스는 초기 가입자 생성 요청 메시지를 받아들이고 이벤트를 생성하는 컴포넌트이고 구독관리자는 자기가 관리하는 이벤트 싱크의 이벤트 수신에 관련된 요청들을 처리하는 컴포넌트이다. 그리고 이벤트 구독자는 이벤트 구독 메시지 생성, 재활성화, 삭제 등 관련 메시지를 보내는 컴포넌트이고 이벤트 싱크는 이벤트 소스가 보내는 이벤트를 받아들이는 컴포넌트이다[3].

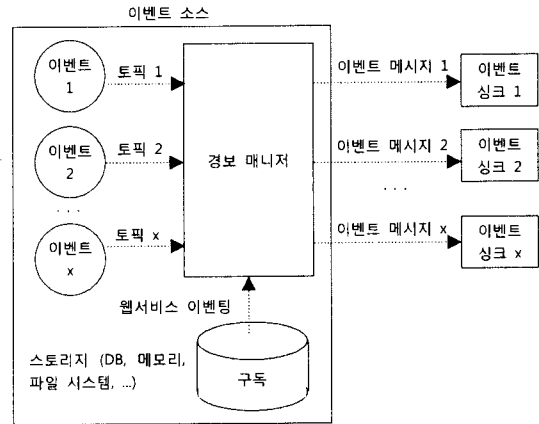


그림 1. 공개/구독 관리 개요도

한편, 스트림 이벤트 처리는 의미 있는 이벤트와 의미 없는 이벤트가 동시에 발생하는 대량의 이벤트 스트림을 대상으로 하며 필터링과 같은 방법으로 의미 있는 이벤트 정보만을 추출하여 어플리케이션에 전달하거나 서비스와 연동한다. 또한 복합 이벤트 처리는 여러 이벤트 소스로부터 발생한 이벤트를 대상으로 이벤트들의 영향을 분석하여 대응되는 액션을 수행하는 것으로 단순 이벤트 처리가 하나의 이벤트를 대상으로 하는 반면 복합 이벤트 처리는 여러 가지 이벤트 간의 관계를 분석한다. 이 복합 이벤트 처리에 대해서는 다음 절에서 자세히 살펴보기로 한다.

## 2. 복합 이벤트 처리

일반적으로 이벤트는 통상적인 이벤트와 소프트웨어 이벤트로 구분할 수 있는데 통상적인 이벤트는 주로 비즈니스 이벤트와 관련이 있다. 예를 들어 고객의 주문, 종업원의 주소변경, 선적된 화물도착, 비용지불과 같이 기업에서 주로 일어나는 일을 포함한다. 반면, 소프트웨어 이벤트는 어플리케이션이나 소프트웨어에 의하여 생성되는 이벤트를 말하며, 예를 들어 어떤 사람이 주문을 내면 어플리케이션 프로그램이 데이터베이스를 업데이트 하는 것에 의해 트랜잭션을 저장하는 따위를 말한다. 이와 같은 어플리케이션 프로그램은 고객 성명, 날짜, 시간, 아이템 내역, 수량과 같은 주문내역을 포함하는 메시지를 전달하는데 유용하다[4].

본 논문에서는 복합 이벤트를 재난·재해에 초점을 맞추어 주로 수많은 다양한 센서로부터 수집되는 의미 있는

1) 두 개의 웹서비스가 이벤트를 주고 받기 위한 프로토콜을 정의하고 있는 웹서비스 이벤트링은 W3C에서 웹서비스 규약으로 채택되어 있다. 관련 규약으로는 WS-EventingNotification (이벤트 싱크에 알람 메시지를 전달하는 규약), WS-ResourceTransfer (구독 스토리지에 대한 규약)이 있다.

이벤트로 정의하였다. 여기서 의미 있는 이벤트라고 하는 것은 단순히 센서에서 수집된 데이터가 아니라 미리 정해 놓은 조건을 통과하고 결과에 영향을 미칠 수 있는 중요한 데이터를 말한다.

최근 EDA 기술을 기반으로 복합 이벤트를 효율적으로 처리할 수 있는 CEP 기술이 등장하였는데 이것은 여러 가지 복합 이벤트 조합의 의미를 발견하고 해석하며 적용, 처리할 수 있는 기술로서 이벤트 생성관리 모듈, 이벤트 프로세스 모듈 그리고 이벤트 싱크 모듈로 구성되어 있다. 이벤트 생성관리 모듈은 센싱된 데이터를 수집, 분석하고 이벤트를 발생시켜 이벤트 프로세스로 전송하는 역할을 하며, 이벤트 프로세스 모듈은 어플리케이션과 연계되어 스트림 데이터를 대기하고 있다가 이벤트가 발생되면 주요 이벤트 또는 알람으로 생성·배포하는 역할을 한다. 그리고 이벤트 싱크 모듈은 이벤트 프로세스에서 등록된 정보를 제공받는 역할을 담당한다[5].

CEP의 이벤트 매니저는 구축조건을 위반하는 이벤트 패턴을 탐지하기 위하여 일정한 법칙을 사용하는데 이와 같은 법칙에 의하여 이벤트 유형 및 속성을 구분하고 이벤트를 취사선택한다. 또한 미리 정해놓은 법칙에 따라 이벤트의 패턴을 대조하여 상위 레벨의 복합 이벤트로 모으며, 이벤트 상호 연관성 및 인과관계를 분석한다. 이와 같은 CEP는 시스템 내에서 발생하는 여러 이벤트를 바탕으로 이들 조합의 의미를 발견하고 해석하며 처리하는데, 특히 실시간 이벤트 처리에 효과적이며 다음과 같은 어플리케이션에 적합한 것으로 알려져 있다.

- 고 수율(High throughput) - 대량 메시지 처리 어플리케이션 (초당 수천 개 ~ 수십 만 개 메시지)
- 저 지연(Low latency) - 실시간으로 반응하는 어플리케이션 (반응시간이 수천분의 1초에서 수 초)
- 복잡한 계산(Complex computations) - 이벤트 (또는 이벤트와 이벤트 사이의 상호관계) 들 사이에서 패턴을 탐지해내는 어플리케이션, 이벤트를 필터링하는 어플리케이션, 이벤트를 시간적으로, 순차적으로 수집하는 어플리케이션, 이벤트 스트림을 수집하는 어플리케이션, 이벤트가 없는 경우에 트리거를 하는 어플리케이션

또한, CEP를 사용하여 모니터링 가능한 법칙 및 이벤트 샘플에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 부정 금액 인출 - 최근 X 일에 ATM기 또는 수표의 철회 총액이 \$Y 금액을 초과하는 경우 정보를 발령 (여기서 X 및 Y는 고객이 정한다)
- 사기 탐지 - 1 시간 이내에 200km 이상 떨어진 거리에서 두 건의 신용카드 구매 발생 시 정보를 발령
- 마켓 트렌드 - 외국 환율이 X 퍼센트 올랐는데 다우존스 주가지수가 전날 폐장 주가지수와 비교하여 Y 퍼센트 소폭 상승하는 경우 이를 체크
- 고객 케어 - 에이전트 세 군데에 동일한 요구가 재할당되었는데 아무런 반응이 없는 경우 정보를 발령

일정한 법칙과 조건이 입력된 CEP는 복합 이벤트를 분

석하며 만일 미리 정해 놓은 법칙과 조건에 위배되는 경우 경보를 메시지 형태로 전송하거나 대응 조치를 취하게 된다. 이러한 CEP 기술을 재난관리에 적용하면 과거 데이터 분석 결과로부터 재난 발생에 가장 크게 영향을 미치는 이벤트를 실시간으로 파악하여 즉각적으로 처리할 수 있기 때문에 재난관리와 관련된 의사결정을 신속히 내릴 수 있는 장점이 있다. 그림 2는 EDA 기반의 CEP 기술을 이용한 이벤트 전파 방법의 흐름도이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 복합 이벤트 프로세스는 센서 데이터로부터 받은 원시 이벤트를 처리하며 필터링 규칙에 의해 필터링 프로세스를 수행하며 정보 데이터를 생성한다. 또한 원시 이벤트를 표준화된 이벤트로 생성하여 공개한다. 구독은 이벤트 소스를 받고자 하는 구독자가 이벤트 포맷을 등록함으로써 이루어지는데 구독 데이터는 이벤트 소스 카탈로그에 등록되어 있어 구독자가 선택을 할 수 있으며, 구독기간, 구독 데이터 종류 등을 선택할 수 있다. 이와 같이 구독된 데이터는 시스템에 등록된 구독자에게 구독 요건에 맞는 이벤트 싱크로 전달된다.

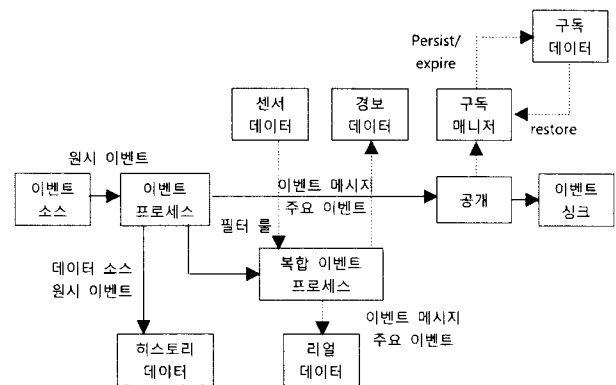


그림 2. 이벤트 프로세스

그림 3은 EDA 구조의 복합 이벤트 처리 기술을 설명한 것으로서 실시간 데이터 스트림과 RFID 이벤트, 주문 데이터 및 뉴스 feeds와 같은 고속 이벤트가 처리되는 과정을 개념적으로 나타낸 것이다. 이 그림에서 동그라미 기호는 하나의 이벤트를 의미하며 화살표는 시간 축을 나타내고 있으며 이벤트 프로세스가 순차적으로 이루어지고 있음을 보여주고 있다. 대표적인 이벤트 프로세스로는 데이터 수집, 상호관계, 필터링 등이 있으며 이들에 대한 작업 내용 및 활용 예를 표 2에 제시하였다.

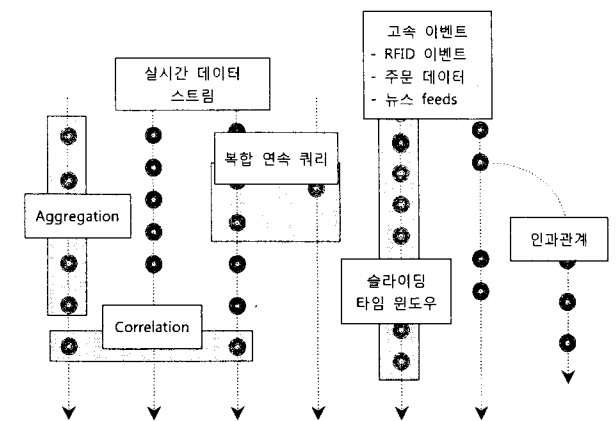


그림 3. CEP 기술 개념도

표 2. 이벤트 프로세싱 유형

유형	작업 내용	활용 예
데이터 수집 (aggregation)	이벤트를 복합 이벤트로 조합하거나 또는 복합 이벤트를 요약하여 정리	- 매 30분마다 평균 주식시세 제시 - 여러 이벤트를 조합하여 의미 있는 결과 도출
상호관계 (correlation)	다수의 이벤트 발생원으로부터 복합 패턴 검색	- 침입 탐지 - 기계고장 예측
필터링 (filtering)	관심 있는 기준을 만족하는 이벤트만을 통과	- 증대한 변화가 있는 센서 데이터만 추출 - 특정 임계치 상회값만 모니터링

지금까지 EDA를 기반으로 한 CEP의 주요 개념에 대하여 살펴보았으며 다음 절에서는 CEP가 재난관리 분야에 어떻게 적용될 수 있는지를 알아보려고 한다.

### 3. 재난관리 분야에의 적용

앞 절에서는 이기종의 개별 단위시스템을 수평적 및 수직적으로 통합할 수 있으며 여러 지역에 분산 구축되어 있는 재난관리 시스템을 연동하기 위한 구조로서 EDA를 제시하였다. 또한 단순 이벤트 처리에 적합한 공개/구독 방식의 이벤트 프로세스와 복합 이벤트 처리에 적합한 CEP 기법에 대하여 살펴보았다. CEP는 공개/구독 방식에서 한 단계 발전된 EDA 기반의 이벤트 처리 방법으로서 여러 가지 다양한 센서로부터 수집되는 방법·방재 모니터링 분야에 효과적으로 적용될 수 있다. 예를 들어, 화재를 감지하는 방재 모니터링에 있어서 온도센서, 불꽃센서, 일산화탄소 센서, 연기센서 등 복합 센서에 의해 수집된 이벤트가 다음과 같은 법칙, 즉, "(1) 온도가 몇 도 이상 상승하고, (2) 불꽃이 몇 번 이상 발생하고, (3) 일산화탄소가 몇 피센트 농도로 증가하며, (4) 연기가 발생한다" 을 만족하는 경우에는 화재 이벤트로 처리하여 경보 이벤트를 발령하는 용도에 사용할 수 있다.

본 논문에서는 여러 가지 방재 솔루션 가운데에서 수해관리시스템에 CEP를 적용해 보고자 한다. 그림 4는 EDA 기반의 CEP 기술을 적용한 홍수 예·경보 전파에 관한 방법의 전체 흐름도를 나타낸 것이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 강우 데이터 및 수위 데이터가 각각 어댑터로 전달되는데 이 때 어댑터는 일종의 데이터 로거와 데이터 전

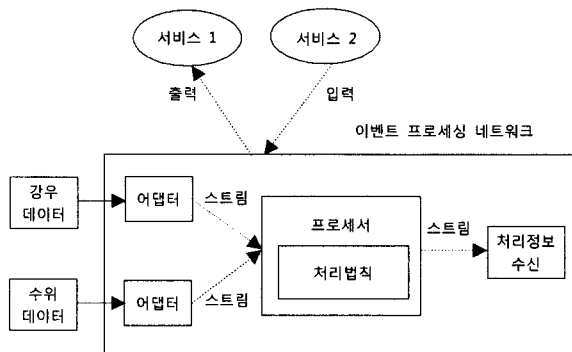


그림 4. CEP를 이용한 홍수 예·경보 전파 개요도

송을 위한 게이트웨이 역할을 수행한다. 어댑터에서 나오는 데이터는 스트림 형태로 이벤트 프로세서로 전송되는데 이 프로세서에는 여러 개의 처리법칙이 수용되어 있다. 이 법칙에 의해 처리된 데이터는 다시 스트림 형태로 수신자에게 전달되는데 이와 같은 일련의 과정이 이벤트 프로세싱 네트워크 안에서 일어나게 된다.

이와 같은 EDA 기반의 CEP 기술을 사용하면 실시간 강우량과 하천 수위 데이터를 가지고 쉽고 정확하게 앞으로의 하천 수위를 예측할 수 있다. 즉, CEP 내에 처리법칙이 수립되어 있다면 CEP의 데이터 필터기능, 데이터 수집기능, 데이터 상호 비교기능 및 데이터 인과관계 분석기능을 사용함으로써 현재의 강우량을 가지고 앞으로의 수위를 비교적 정확하고 신속하게 예측할 수 있다. 특히, CEP는 수많은 복합 스트림 데이터를 데이터베이스에 저장하지 않은 채 메모리 상에서 위에서 말한 필터, 수집, 상호비교, 인과관계 작업이 가능하므로 보다 효율적이고 신속하게 수위 예측 작업을 수행할 수 있는 장점이 있다.

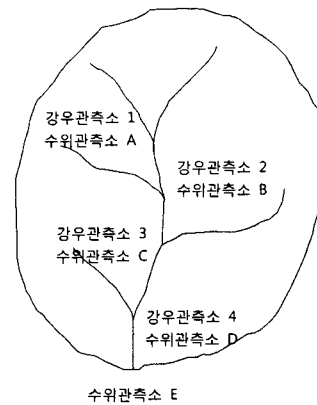


그림 5. 예제 유역

그림 5는 CEP에 의한 홍수위 예측방법을 설명하기 위한 유역도이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 총 4개의 강우량 센서 (1번, 2번, 3번, 4번)와 5개의 수위센서 (A, B, C, D, E)가 설치되었다고 가정했을 때 EDA 기반의 CEP 기술을 이용한 홍수 예·경보 전파에 관한 방법을 생각해 보면 예제 유역에 비가 내렸을 때 시간 t, t+1, t+2, t+3과 같이 각 시간별 강우 및 수위 데이터가 이벤트 프로세서로 입력되며 이벤트 프로세서에 있는 CEP가 이들 데이터를 처리하게 된다. 이 때 CEP는 각 지점에 대한 강우 및 수위 데이터와 같은 복합 이벤트 상호 간의 관계성을 쉽게 파악할 수 있는데, 예를 들어 관심 대상 지역이 유역 출구 지점인 E 지점이라 하였을 때 E 지점의 수위는 강우량 센서 (1번, 2번, 3번 4번)와 수위센서 (A, B, C, D, E)에 의한 영향을 받는다고 할 수 있으므로 데이터 수집, 상호관계, 필터링 등의 복합 이벤트 처리 기법과 법칙을 적용하면 E 지점의 수위를 보다 신속하고 효율적으로 예측할 수 있을 것이다. 이때 사용되는 법칙을 열거하면 다음과 같은 것이 있으며 이 법칙은 수학적, 통계학적, 또는 경험적으로 해당 유역에 맞게 수립된다.

- 법칙 1: E 지점 수위의 이동평균 상승속도가 초당 X 센티미터 이상이면 경보를 발령한다.

- 법칙 2: A, B, C, D 지점의 t 시간에서의 수위 합이 Y 미터를 초과하는 경우 경보를 발령한다.
- 법칙 3: A, B, C, D 지점의 t 시간에서의 누적강우량이 Z 밀리미터를 초과하는 경우 경보를 발령한다.

CEP 기법을 적용하면 위에서 열거한 법칙 1, 법칙 2 및 법칙 3을 복합적으로 동시에 처리할 수도 있으며 이렇게 함으로써 예측의 정확성을 높일 수 있는 장점이 있다.

### III. 결 론

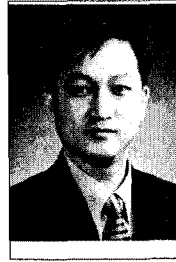
지금까지 수많은 센서 정보를 바탕으로 시설물의 안전도를 파악, 분석하고 그 정보를 유관기관과 상호 공유하며 위험상황 발생 시에는 신속히 유관기관에 전파함으로써 각종 재난·재해로부터 능동적으로 대처하는데 적합한 EDA에 대하여 살펴보았다. 이 아키텍처는 이기종 개별 단위 시스템을 수평적 및 수직적으로 통합할 수 있으며 여러 지역에 분산 구축되어 있는 재난관리 시스템으로부터 수집되는 각종 이벤트를 효과적으로 가공, 처리 및 배포할 수 있는 것으로 파악되었다.

또한 본 논문에서는 단순 이벤트 처리에 적합한 공개/구독 방식의 이벤트 프로세스에 대하여 구체적으로 살펴보았으며 특히, 여러 가지 다양한 수많은 센서로부터 발생한 이벤트를 대상으로 이벤트들의 영향을 분석하여 대응되는 액션을 효율적으로 수행할 수 있는 CEP의 개념과 이를 적용한 재난관리 예에 대하여 살펴보았다.

EDA 기반의 CEP 기법은 실시간 기업을 위한 비즈니스 프로세스 매니지먼트 시스템에 주로 적용되고 있으며 최근에는 RFID/USN 미들웨어에도 널리 활용되고 있는 기술로서 재난관리 분야에도 그 적용성이 우수할 것으로 기대된다. 본 논문에서는 이 기법의 재난관리 분야에 대한 적용성만을 검토하였으나 향후에는 실제 유비쿼터스 센서 네트워크 테스트베드에 적용하여 이 기법의 장점을 검증할 계획으로 있다.

### [ 참 고 문 헌 ]

- [1] 이미영, 김명준, "이벤트 기반 서비스 기술 동향," 전자통신동향분석 제21권 제5호, pp.61-68, 2006.
- [2] 이규철, 이호경, "유비쿼터스 환경의 서비스 융·복합 아키텍처," 정보과학회지, 제25권 제1호, pp.17-26, 2007.
- [3] 이강찬, "[IT 응용] 웹서비스 이벤팅 표준화 동향"
- [4] Schulte, R, "Event-Driven Applications: Definitions and Taxonomy," Gartner, Research Note, 2003.
- [5] Brenda M. Michelson, "Event-Driven Architecture Overview," Patricia Seybold Group, 2006.



김 형 우

1986년 연세대학교 토목공학과 졸업  
 1988년 연세대학교 토목공학과(공학석사)  
 2003년 KAIST 건설및환경공학과(공학박사)  
 1990년~현재 KT 중앙연구소  
 <관심분야> 센서네트워크, 재난관리  
 <e-mail> hyungwoo@kt.com



김 구 수

1983년 경희대학교 전자공학과 졸업  
 1985년 경희대학교 전자공학과(공학석사)  
 1986년~현재 KT 중앙연구소  
 <관심분야> u-City 요소기술 표준화  
 <e-mail> goosoo@kt.com



장 성 봉

1981년 경북대학교 통계학과 졸업  
 1983년 서울대학교 수리통계학과(이학석사)  
 1985년 ~ 현재 KT 중앙연구소  
 <관심분야> 재해관리시스템, u-City 방재  
 <e-mail> sbchang@kt.com