

# 오류트리 기반의 오류 진단 및 추론 기법

김영덕\*, 고재현\*, 민동욱\*, 서정범\*, 최재규\*, 이현숙\*, 김훈기\*, 정석용\*, 박정민\*

\*동양공업전문대학 전산정보학부

{episod2, jhko, appeal, arki85, myfriendcig, hsrhee, kimhk, syjung, ya23ma}@dongyang.ac.kr

## Fault Diagnosis and Reasoning Method based on Fault Tree

Yeongduck Kim\*, Jaeheon Ko\*, Dongwook Min\*, Jeongbeom Seo\*, JaeKyu Choi\*,

Hyunsook Rhee\*, Hoonki Kim\*, Sukyong Jung\*, Jeongmin Park\*

\*School of Computing and Information, DongYang Technical College

### 요 약

자가 치유 시스템은 자율 컴퓨팅의 개념 중 하나로 사람의 개입 없이 시스템의 이상상태를 인식하고 정상상태로 복귀 가능한 시스템을 의미한다. 발생한 오류는 또 다른 오류를 유발할 수 있고, 하나 이상의 원인이 되는 오류나 사건이 있을 수 있다. 따라서 오류의 원인에 따른 치유전략을 필요로 하며 발생한 오류에서부터 전이될 수 있는 오류에 대한 추론을 요구하게 된다. 따라서 본 논문에서는 오류의 인과관계에 따른 진단 및 추론 기법을 제안하고자 한다. 제안사항을 통해 오류트리를 기반으로 하여 발생한 오류의 원인이 되는 오류를 파악할 수 있으며, 오류의 원인에 따른 치유 전략을 계획 가능하고, 발생 가능한 오류의 추론이 가능하다.

### 1. 서론

자가 치유 시스템은 자율 컴퓨팅의 개념 중 하나로 시스템에서 발생할 수 있는 예러나 오류를 미리 예상하거나 감지하고 이러한 오류를 시스템 스스로 치유 혹은 수정함으로써 시스템의 오동작을 최소화하는 것을 의미[1]한다. 이를 달성하기 위해서는 가장 먼저 필요한 것이 오류의 원인을 파악하는 것이다. 발생한 오류는 또 다른 오류를 유발할 수 있고, 하나 이상의 원인이 되는 오류나 사건(event)이 있을 수 있다. 따라서 오류의 원인에 따른 치유전략을 필요로 하며 발생한 오류에서부터 전이될 수 있는 오류에 대한 추론을 요구하게 된다. 하지만 기존의 연구는 오류의 인과관계가 아닌 하드웨어적 외부상황을 통해 오류를 진단하므로 이전에 발생한 오류로 인한 결과적인 오류의 원인을 진단할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 다음과 같은 오류의 인과관계에 따른 진단 및 추론 기법을 제안하고자 한다.

- 오류트리를 참조 하여 발생한 오류를 통해 원인을 파악
- 다른 오류로의 전이여부를 판단
- 각 오류의 원인에 따른 치유 전략을 계획

제안사항을 통해 오류트리를 기반으로 하여 발생한 오류의 원인이 되는 오류를 파악할 수 있으며, 오류의 원인에 따른 치유 전략을 계획 가능하고, 발생 가능한 오류의 추론이 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 설명하고 3장에서는 제안 사항을 서술하며 4장에서 결론을 맺는다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 네트워크 기반의 지능형 서비스 로봇

우리는 선행 연구로 자가 치유 지능형 서비스 로봇 [2,3]을 제안했다. 제안 로봇은 EZ-Robomaster[4]와 Lego Brick을 이용하여 제작하였고, 사용자 애플리케이션과 이동 로봇, 웹 카메라, RFID 시스템으로 구성되어 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 1) 격자형으로 구역화 된 RFID Tag를 이용하여 로봇의 위치를 인식
- 2) 컴퍼스 센서를 이용하여 로봇의 방향을 인식
- 3) 전방 초음파 센서를 이용하여 장애물 인식
- 4) 사용자 애플리케이션을 통해 로봇을 제어

그러나, 사람들과 가장 가까운 곳에서 작동하는 로봇이기 때문에 로봇의 오작동이 발생할 경우 안전과 직결될 수 있다. 이러한 문제점을 최소화하기 위해 본 논문에서는 우리의 이전 연구를 목표시스템으로 적용하여 오류 진단 기법을 실험한다.

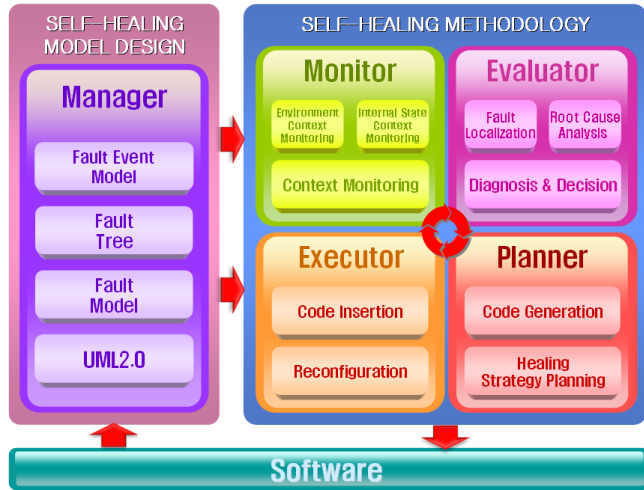
#### 2.2 오류 이벤트 모델을 이용한 모델 기반 진단 기법

진단 시스템들의 중요한 성능 중에 하나는 오류(fault)와 증상(symptom) 사이의 원인 관계를 추론하는 것이다. 따라서 “오류 이벤트 모델을 이용한 모델 기반 진단 기법 [5]”에서는 컴포넌트의 정상상태(normal state)에서 오류상태(faulty state)로 이르는 상태를 오류 이벤트(fault event)라 정의하고, 오류 이벤트 모델(fault event model)기반의 진단 기법을 제안한다.

본 논문에서는 위의 기법에 기반을 둔 오류 이벤트 모델과 오류트리를 이용해 목표 시스템의 오류의 원인을 추론하고 결과를 진단하는 오류 평가에 적용 하였다.

### 3. 제안 사항

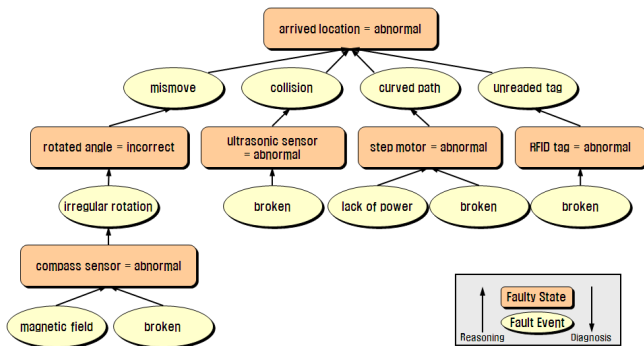
자가 치유 시스템은 다음 (그림 1)과 같은 구조로 실행된다. 본 논문에서는 오류트리를 이용한 오류의 진단 및 추론 기법을 제안하므로 관리기(Manager), 평가기(Evaluator), 계획자(Planner)를 다룬다.



(그림 1) 자가 치유 시스템 구조

#### 3.1 관리기

관리기는 오류들의 인과 관계에 의해 정의된 오류트리를 보관하고 있다. 오류트리는 하위로 내려갈수록 구체적인 오류로 구성되며, 하위노드는 부모노드에 대한 원인이 될 수 있는 오류로 구성된다. 다음 (그림 2)는 목표 시스템의 오류트리를 설계한 사례이다.



(그림 2) 오류트리

이 정보들은 개발자에 의해 정적으로 정의되어 관리기에 보관되며 시스템이 실행 중에 데이터가 변하지 않는다.

#### 3.2 평가기

평가기는 감지기로부터 수신한 오류를 오류트리 기반으로 오류의 발생 원인을 진단하고 발생 가능한 오류를 추론하며 계획자로 오류 원인정보를 전송하는 역할을 한다.

감지기로부터 전송받은 오류의 제약 조건을 검사하여 오류여부를 판단하고 하위노드의 오류를 검사하여 오류라고 판단된 노드는 오류번호를 오류배열에 저장한다. 하위노드의 검색이 끝났으면 현재 오류로 인해 발생할 수 있는 상위노드의 오류를 추론하기 위해 상위 노드를 재귀적으로 검사한다. 상위노드가 오류라고 판단되는 경우 원인을 진단하기 위해 다시 하위노드를 검사 하게 된다. 이때,

이미 검사된 노드와 오류가 아니라고 판단된 노드의 하위 노드를 검사를 생략한다.

예를 들어, 감지기로부터 ‘회전각도 부정확함(rotated angle = incorrect)’오류가 발생했음을 전송받은 경우 평가기는 하위 노드인 ‘컴퍼스 센서 비정상(compass sensor = abnormal)’을 검사하여 회전각도 부정확함 오류의 발생 원인이 컴퍼스 센서의 비정상인 것으로 진단하고 계획자로 전송한다.

#### 3.3 계획자

계획자는 평가기로부터 수신된 오류의 발생 원인에 기반을 두어 치유 전략을 결정하고 실행기로 전송한다.

계획자는 오류트리의 상위노드부터 치유를 하기위해 평가기로부터 전송받은 오류배열을 오름차순으로 정렬하고, 정렬되어진 오류배열에서 순차적으로 해당 오류의 하위노드(원인)가 배열에 저장되어있는지 검색한다. 원인이 되는 하위노드를 발견했다면 해당 치유 전략을 실행기로 전송한다.

### 5. 결론

본 연구에서 제안한 오류트리를 이용한 오류 진단 및 추론 기법은 다음과 같은 장점을 갖는다.

- 발생 오류의 원인을 진단 가능
- 원인에 따른 치유 전략 결정
- 발생 가능한 오류를 예측하여 대비 가능

본 기법이 적용된 목표 시스템은 오류트리에 정의된 오류 상태들의 인과 관계에 따라 오류를 진단 및 추론함으로써 발생한 오류에 대해 일괄적인 대응이 아닌 오류의 원인에 따른 치유를 수행하는 유연함을 보였고, 오류가 발생된 시점에서 이 후 발생할 오류를 추론하여 시스템의 강건성이 높아졌다.

그러나, 본 기법은 오류트리에 정의되지 않은 오류에 대해서는 대응 방안이 없다는 문제점이 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 시스템 스스로가 예상하지 못한 오류를 자동 확장하는 방안이 필요하다. 이는 향후 연구에서 다룰 예정이다.

### 참고문헌

- [1] IBM, "IBM and Autonomic Computing ", <http://www-03.ibm.com/servers/autonomic/>
- [2] 고재현, "Ez-Robomaster를 이용한 네트워크 기반의 서비스 로봇 시스템의 설계와 구현" 한국정보과학회 제 35회 추계학술대회 논문집 2008. 10.
- [3] 민동욱, "지능형 서비스 로봇을 위한 자가 치유 방법론", 제31회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제16권 제1호 2009. 04.
- [4] EASYTECH, <http://www.ezlab.com>
- [5] Yoshinobu Kitamura, "A Model-based Diagnosis with Fault Event Models", Proc. of Pacific Asian Conference on Expert Systems, pp.322-329, 1997