

목표 트리 기반의 자가 치유 시스템 평가 기법

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

*동양공업전문대학 전산정보학부

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

An Approach to Testing Self-healing System based on Goal Tree

Jeongbeom Seo*, Dongwook Min*, Jaeheon Ko*, Yeongduck Kim*, JaeKyu Choi*,
Hyunsook Rhee*, Hoonki Kim*, Sukyong Jung*, Jeongmin Park*

*School of Computing and Information, DongYang Technical College

요 약

자가 치유란 시스템에서 발생될 수 있는 에러나 오류를 미리 예상하거나 감지하고 시스템 스스로 치유함으로써 시스템의 오동작을 최소화하는 것을 의미한다. 자가 치유 시스템의 신뢰성을 높이기 위해서는 정확한 테스트 기법이 필요하다. 하지만 기존의 테스트 기법은 성공 또는 실패만으로 나타내기 때문에 정량적인 평가가 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 자가 치유 시스템이 달성해야 할 목표를 추출하고 관계에 따라 트리로 작성하여 이를 기반으로 시스템의 자가 치유 기법의 성공률을 정량적 측정하는 기법을 제안한다. 본 기법을 통해 자가 치유 시스템의 치유 결과를 정량적으로 평가 가능하고, 치유 전략에 대한 문제점이 분석 가능하므로 자가 치유 시스템의 신뢰성 향상이 가능하다.

1. 서론

자가 치유(self-healing)는 시스템에서 발생될 수 있는 에러나 오류를 미리 예상하거나 감지하고 이러한 오류를 시스템 스스로 치유 혹은 수정함으로써 시스템의 오동작을 최소화하고 강건성을 높여준다[1]. 하지만 자가 치유가 정상적으로 이뤄지지 못한다면 시스템의 신뢰성은 떨어지게 된다. 이러한 시스템의 신뢰성은 테스트를 통해서 판단하게 되는데 기존의 테스트 기법[2]들은 테스트의 결과를 통해 성공 또는 실패만을 나타내지만 비정상상태에서 정상상태로 전이가 될 수 있는 자가 치유 시스템에서는 불완전한 성공에 대해서도 성공상태를 나타내야 하므로 정량적인 평가를 통해 구체적으로 나타낼 필요가 있다.

따라서 본 논문은 시스템 목표 간의 정량적인 관계에 따라 구성된 목표트리[3]를 이용하여 자가 치유 시스템의 치유 성공률을 정량적으로 평가할 수 있는 기법을 제안한다. 제안기법은 다음과 같은 5단계를 통해 수행된다.

1단계-목표 모델링(Goal Modeling)

- 목표 시스템의 오류가 정상이기 위한 목표들을 추출

2단계-목표 모델 분석(Goal Model Analysis)

- 목표들의 인과관계에 따라 트리로 구성

3단계-기여도 정의(Dependency Definition)

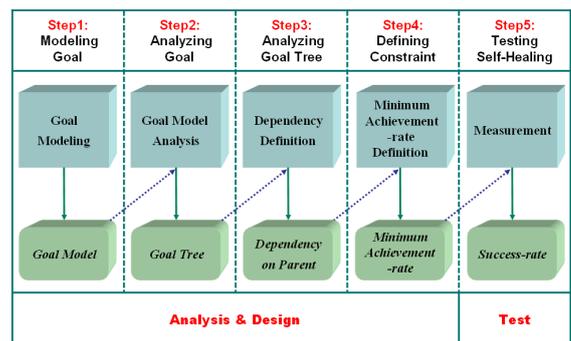
- 각 노드의 부모에 대한 기여도를 설정

4단계-최소달성률 정의(Minimum Achievement-rate Definition)

- 목표가 성공하기 위한 최소 달성률을 정의

5단계-치유성공률 측정(Success-rate Measurement)

- 목표 시스템의 자가 치유 성공률을 측정



(그림 1) 자가 치유 시스템 평가 기법

제안 사항은 (그림 1)과 같이 구성되며 이를 통해 자가 치유 시스템은 치유의 결과를 정량적으로 분석 가능하고 치유 전략에 대한 문제점이 분석 가능하므로 신뢰성이 높아진다.

2. 제안사항

1단계- 목표 모델링

목표 모델링 단계는 목표 시스템의 오류 트리에서 최하위 노드가 정상 동작하기 위해 달성해야 할 목표들을 추출하는 단계이다.

목표 모델링 단계를 통해 추출된 목표들은 목표 모델(goal model)로 작성된다. 작성된 목표 모델은 다음 단계에 참조된다.

2단계- 목표 모델 분석

목표 모델 분석 단계는 목표 모델링 단계에서 추출된 목표 모델을 참조하여 목표들의 인과관계에 따라 목표 트리(goal tree)를 작성하는 단계이다. 목표 트리는 1단계에서 추출된 목표들로 구성되며, 각 노드는 테스트 또는 시스템이

스스로 평가할 수 있는 목표들로 작성되어야 한다. 또한, 목표들 간의 관계는 원인과 결과 상태에 따라 상위 노드를 만족시키기 위해 필요한 목표들로 하위 노드를 구성한다.

목표 모델 분석 단계를 통해 얻어진 목표트리는 다음 단계에 참조되어진다.

3단계- 기여도 정의

기여도 정의 단계에서는 부모 노드와 자식노드들로 구성되어진 목표 트리에 자식노드가 부모노드에 미치는 영향을 정량적으로 정의하는 단계이다.

기여도 정의를 하기 위해서는 자식노드에 초기 값을 균등하게 설정하고, 자식 노드의 성공여부에 따른 모든 경우를 확인한다. 각 경우에서 부모 노드의 성공과 실패에 따라 자식 노드는 최적 기여도 증감값을 균등하게 부여받아 기여도가 정의된다.

기여도 정의 단계를 통해 얻어진 기여도 값은 다음 단계에 참조되어진다.

4단계- 최소 달성률 정의

최소 달성률 정의 단계는 기여도를 설정한 자식 노드들이 부모의 목표를 만족시키기 위한 값을 설정하는 단계이다.

최소 달성률은 목표를 성공한 노드의 최솟값과 실패한 노드의 최댓값의 차이 값을 가지게 되고, 평균 기여도 보다 높아야 하며, 최소 목표 달성률로 성공한 사례의 노드가 최하위 노드가 아니라면 해당 노드의 최소 달성률과 부모에 대한 기여도를 곱한 값보다 작아야 한다.

5단계- 치유성공률 측정

치유성공률 측정단계는 이전단계에서 정의된 목표트리를 이용해 목표시스템의 치유 성공률을 측정하는 단계이다.

목표 트리에서 루트 노드(R : Root node)에 종속된 노드의 '루트 노드에 대한 기여도(DR : Dependency on Root)'는 다음과 같은 수식에 의해 구해질 수 있다.

$$DR(G_x, G_y) = G_x' s DP \times G_{\lfloor \frac{x}{10} \rfloor}' s DP \times G_{\lfloor \frac{x}{100} \rfloor}' s DP \times \dots \times G_y' s DP$$

*DP (Dependency on Parent: 부모 노드에 대한 기여도)

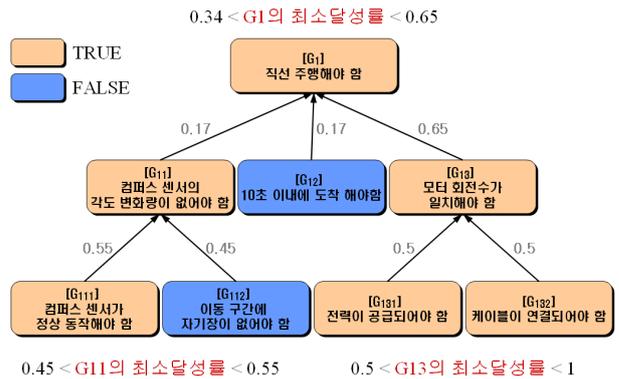
3. 사례 연구

본 절에서는 제안 기법을 우리의 이전 연구인 자가 치유 시스템을 적용한 지능형 서비스 로봇[4,5]에 적용하여, 자가 치유 시스템의 치유 결과를 정량적으로 평가한다.

목표 모델링 단계를 거쳐 추출된 목표들은 목표 모델 분석 단계에서 (그림 2)와 같이 목표 트리로 구성된다.

목표 트리의 각 노드들은 제안 사항의 3,4 단계를 통해 상위 노드에 대한 기여도와 최소 달성률이 정의된다. 이후 치유성공률 측정 단계에서 다음과 같은 수식을 거쳐 각 리프 노드(L_n)가 루트 노드(R)에 대한 목표 달성률을 평가할 수 있다.

$$GA(R) = \sum_n \{DR(L_n, R) \times GA(L_n)\}$$



(그림 2) 치유 성공률 측정

위 수식에서 각 리프노드들은 각각 (0.0935, 0.0765, 0.17, 0.325, 0.325)의 루트 노드에 대한 목표 달성률을 갖게 되며, 최종적으로 루트 노드의 목표 달성률은 0.7435가 된다. 따라서 G₁₂와 G₁₁₂가 실패한 목표트리의 치유성공률은 74.35%가 된다.

4. 결론

본 논문에서는 목표트리를 이용한 자가 치유 시스템 평가 기법을 제안하였다. 사례연구를 통해 제안한 기법은 다음과 같은 기대효과를 얻을 수 있었다.

- 목표트리를 이용해 자가 치유 시스템의 치유 결과를 정량적으로 평가 가능
- 치유 전략에 대한 문제점이 분석 가능하므로 자가 치유 시스템의 신뢰성 향상

평가 기법의 적용하기 위해서는 목표 트리가 필요하다. 하지만, 목표 트리는 반복적인 경험과 시행착오를 통해 휴리스틱(heuristic)한 설계가 이루어지기 때문에 많은 시간이 소요될 뿐 아니라 개발자의 주관적으로 설계된다. 이 문제점을 해결하기 위해서는 시스템의 프로세스를 분석하여 목표를 추출하고 이를 통해 목표 트리를 자동적(automatic)으로 생성하는 기법이 필요하다. 이에 대해서는 향후 연구에서 다룰 예정이다.

참고문헌

[1] IBM, "IBM and Autonomic Computing ", <http://www-03.ibm.com/servers/autonomic/>

[2] Leslie Cheung, "Early Prediction of Software Component Reliability" ICSE 08, May 10 - 18, 2008. 05.

[3] 김재선. "자기적응형 소프트웨어를 위한 목표 기반의 외부상황 평가 기법" 정보과학회 논문지, 제 33권 제 3호, pp.316-334, 2006.

[4] 고재현, "Ez-Robomaster를 이용한 네트워크 기반의 서비스 로봇 시스템의 설계와 구현" 한국정보과학회 제 35회 추계학술대회 논문집 2008. 10.

[5] 민동욱, "지능형 서비스 로봇을 위한 자가 치유 방법론", 제31회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제16권 제1호 2009. 04.