(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월16일
(11) 등록번호 10-1672482
(24) 등록일자 2016년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/06 (2012.01) *G06Q 10/04* (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/06 (2013.01)
G06Q 10/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0068384
(22) 출원일자 2015년05월15일
심사청구일자 2015년05월15일
(56) 선행기술조사문헌
Dutuit Y. and Rauzy A., A linear-time algorithm to find modules of fault trees, IEEE Transactions on Reliability, Vol. 45, No. 3, pp422~425(1996. 09)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
정우식
경기도 남양주시 순화궁로 384, 2405동 502호 (별내동, 대원 칸타빌)
(74) 대리인
홍성욱, 심경식

전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 백양규

(54) 발명의 명칭 **안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치는 고장 수목에 포함된 복수의 노드 각각에 대해, 방문 순회에 따른 노드 간 이동에 기초하여 모듈 척도의 변화율을 산출하는 산출부; 상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 방문 순서에 기초하여 방문 정보를 획득하는 획득부; 및 상기 모듈 척도의 변화율 및 상기 방문 정보에 기초하여, 상기 복수의 노드 각각에 대한 상기 고장수목의 모듈 여부를 판단하는 판단부를 포함한다.

대 표 도 - 도3

Node v	$C_{in}(v)$	$C_{out}(v)$	$C_{out}(v) - C_{in}(v)$	$V_{first}(v)$	$V_{min}(v)$	Module
g0	0	0	0	0	1	Yes
g1	0	$\Delta_3 + \Delta_{14}$	$\Delta_3 + \Delta_{14}$	1	2	No
g2	0	$2\Delta_3$	$2\Delta_3$	2	3(a)	No
g3	0	0	0	3(a)	4	Yes
g4	0	Δ_5	Δ_5	4	5(b)	No
e5	0	0	0	5(b)		
e6	Δ_5	Δ_5	0	6		
g7	Δ_5	0	$-\Delta_5$	8	5(b)	No
e8	0	0	0	10		
e9	$2\Delta_3$	$2\Delta_3$	0	13		
g10	$2\Delta_3$	$\Delta_3 + \Delta_{14}$	0	15	3(a)	No
g11	Δ_3	Δ_3	0	17	18	Yes
e12	Δ_3	Δ_3	0	18		
e13	Δ_3	Δ_3	0	19		
e14	Δ_3	$\Delta_3 + \Delta_{14}$	Δ_{14}	21		

(a)$V_{first}(g3)$
(b)$V_{first}(e5)$

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1075000214
부처명 원자력안전위원회
연구관리전문기관 한국방사선안전재단
연구사업명 원자력안전연구개발
연구과제명 원전 안전 규제를 위한 확률론적안전성평가용 고정밀 최소단절집합 분석기 개발
기 여 율 1/1
주관기관 세종대학교 산학협력단
연구기간 2014.12.01 ~ 2015.09.30
공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

고장 수목에 포함된 복수의 노드 각각에 대해, 방문 순회에 따라 해당 노드로 진입할 때의 제1 모듈 척도 및 상기 해당 노드에서 진출할 때의 제2 모듈 척도를 산출하고, 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 차이에 기초하여 모듈 척도의 변화율을 산출하는 산출부;

상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 방문 순서에 기초하여 방문 정보를 획득하는 획득부; 및

상기 모듈 척도의 변화율 및 상기 방문 정보에 기초하여, 상기 복수의 노드 각각에 대한 상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단하는 판단부

를 포함하고,

상기 산출부는

상기 제1 및 제2 모듈 척도를 산출 시, 중복 노드를 처음으로 방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 단 한 번 증가시키고, 상기 중복 노드를 재방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드로 이동할 때마다 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 반복적으로 감소시키는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 모듈 척도의 증가량은

모든 노드에서 임의의 값으로 적용되는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 모듈 척도의 감소량은

모든 노드에서 임의의 값으로 적용되는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 방문 정보는

상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 첫 번째 방문 순서, 및 상기 첫 번째 방문 순서에 기초한 최소 방문 순서를 포함하는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 판단부는

상기 복수의 노드 중에서, 상기 모듈 척도의 변화율이 0인 제1 조건, 및 첫 번째 방문 순서가 최소 방문 순서보다 작은 제2 조건을 만족하는 노드를 상기 고장 수목의 모듈로서 판단하는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 판단부는

상기 복수의 노드 각각에 대해, 중복 노드 중 적어도 하나가 해당 노드의 방문 이전에 존재하는 제3 조건, 및 상기 중복 노드 중 적어도 하나가 상기 해당 노드의 방문 이후에 존재하는 제4 조건 중 적어도 하나를 만족하는 경우, 상기 해당 노드를 상기 고장 수목의 모듈이 아닌 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치.

청구항 10

고장 수목에 포함된 복수의 노드 각각에 대해, 방문 순회에 따라 해당 노드로 진입할 때의 제1 모듈 척도 및 상기 해당 노드에서 진출할 때의 제2 모듈 척도를 산출하는 단계;

상기 제1 및 제2 모듈 척도의 차이에 기초하여 모듈 척도의 변화율을 산출하는 단계;

상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 방문 순서에 기초하여 방문 정보를 획득하는 단계; 및

상기 모듈 척도의 변화율 및 상기 방문 정보에 기초하여, 상기 복수의 노드 각각에 대한 상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단하는 단계

를 포함하고,

상기 제1 모듈 척도 및 상기 제2 모듈 척도를 산출하는 단계는

상기 제1 및 제2 모듈 척도를 산출 시, 중복 노드를 처음으로 방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 단 한 번 증가시키는 단계; 및

상기 중복 노드를 재방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드로 이동할 때마다 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 반복적으로 감소시키는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제1 및 제2 모듈 척도의 증가량은

모든 노드에서 임의의 값으로 적용되는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 제1 및 제2 모듈 척도의 감소량은

모든 노드에서 임의의 값으로 적용되는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 방문 정보는

상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 첫 번째 방문 순서, 및 상기 첫 번째 방문 순서에 기초한 최소 방문 순서를 포함하는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단하는 단계는

상기 복수의 노드 중에서, 상기 모듈 척도의 변화율이 0인 제1 조건, 및 첫 번째 방문 순서가 최소 방문 순서보다 작은 제2 조건을 만족하는 노드를 상기 고장 수목의 모듈로서 판단하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단하는 단계는

상기 복수의 노드 각각에 대해, 중복 노드 중 적어도 하나가 해당 노드의 방문 이전에 존재하는 제3 조건, 및 상기 중복 노드 중 적어도 하나가 상기 해당 노드의 방문 이후에 존재하는 제4 조건 중 적어도 하나를 만족하는 경우, 상기 해당 노드를 상기 고장 수목의 모듈이 아닌 것으로 판단하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 고장수목 분석(Fault Tree Analysis)은 원자력, 화공, 항공, 우주 시스템과 같은 안전필수 계통의 리스크 평가에서 광범위하고 성공적으로 사용되어 왔다. 원자력발전소 확률론적안전성평가(PSA) 보고서인 WASH-1400 Report 이후 PSA에서 고장수목분석은 사건수목분석(Event Tree Analysis)과 함께 원자력발전소의 안전한 설계를 위하여 사용되어 왔다.

[0003] 안전필수 계통 고장수목분석에 의하여 최소단절집합(Minimal Cut Set, 계통 고장을 유발하는 최소한의 기기고장들의 집합)들을 계산하고, 계통 고장수목 정점사건(Top Event)의 발생 확률을 계산하고, 기기가 계통 고장에 미치는 중요도척도(Importance Measure)를 계산한다.

[0004] 안전필수 계통 고장수목의 최소단절집합들 숫자는 거의 무한 개에 달하기 때문에, 전용 소프트웨어를 사용하여 최소단절집합을 생성한다. 이때, 최소단절집합 생성을 위한 계산량이 매우 많아 오랜 계산을 요구한다. 이 고장수목분석 계산의 어려움을 감소시키기 위해서 (1) 최소단절집합 절삭(Truncation), (2) 고장수목의 모듈(Module) 사용, (3) 고장수목의 재구조(Restructuring)를 사용한다.

[0005] 첫 번째, 최소단절집합의 생성시 낮은 발생확률을 갖는 최소단절집합을 버리는 최소단절집합 절삭이 자주 사용된다. 그러나, 이 최소단절집합 절삭을 사용하여도, 정점사건 확률과 기기 중요도척도를 정확히 계산하기 위한 충분한 숫자의 최소단절집합들의 생성이 불가능할 때가 많다. 원자력 발전소의 확률론적 안정성평가에서 충분한 숫자의 최소단절집합들은 1,000부터 1,000,000까지의 범위에 있다.

[0006] 두 번째, 이 고장수목분석 계산의 어려움을 줄이는 방법은 고장수목에서 모듈들을 찾아내고 인공적인 Super Components로 대체하는 것이다. 여기에서 고장수목의 모듈이란 모듈의 하부 Node(게이트와 기본사건)가 고장수목의 다른 부분에 나타나지 않는 독립된 하부수목을 말한다. 고장수목의 독립된 하부수목을 Super Component로 교체하면 최소단절집합의 크기를 대폭 줄일 수 있다.

[0007] 세 번째, 고장수목 계산의 어려움을 감소시키는 방법으로 고장수목의 재구조(Fault Tree Restructuring)를 이용한다. 이 고장수목의 재구조는 한 모듈을 최대한 많이 얻기 위해서 수행된다. 고장수목의 재구조는 효율적인 고장수목 정량화를 위해 주어진 고장수목을 동일한 고장수목으로 변환하는 절차이다.

[0008] 관련 선행기술로는 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0084495호(발명의 명칭: 리스크 정보 이용 가동중 검사시 일괄처리 정량화 알고리즘을 이용한 배관 중요도 검사방법, 공개일자: 2013년 7월 25일)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 일 실시예는 고장 수목 노드의 모듈 척도 변화율 및 방문 정보를 이용하여 고장 수목의 모듈을 검색하는 일회 순회 알고리즘을 제공함으로써, 추가 계산 메모리와 연산들을 최소화할 수 있는 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치 및 방법을 제공한다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치는 고장수목에 포함된 복수의 노드 각각에 대해, 방문 순회에 따른 노드 간 이동에 기초하여 모듈 척도의 변화율을 산출하는 산출부; 상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 방문 순서에 기초하여 방문 정보를 획득하는 획득부; 및 상기 모듈 척도의 변화율 및 상기 방문 정보에 기초하여, 상기 복수의 노드 각각에 대한 상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단하는 판단부를 포함한다.

[0012] 상기 산출부는 상기 방문 순회에 따라 해당 노드로 진입할 때의 제1 모듈 척도 및 상기 해당 노드에서 진출할 때의 제2 모듈 척도를 산출하고, 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 차이에 기초하여 상기 모듈 척도의 변화율을 산출할 수 있다.

[0013] 상기 산출부는 상기 제1 및 제2 모듈 척도(수학식 1의 $C_{in}(w)$ 및 $C_{out}(w)$)를 산출 시, 중복 노드를 처음으로 방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 단 한 번 증가시킬 수 있다(수학식 1).

[0014] 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 기본 증가량(수학식 1의 D_v)은 모든 노드에서 임의의 값으로 적용될 수 있다.

[0015] 상기 산출부는 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 산출 시, 중복 모드를 재방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드로 이동할 때마다 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 반복적으로 감소시킬 수 있다(수학식 2).

[0016] 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 기본 감소량(수학식 2의 D_v)은 모든 노드에서 임의의 값으로 적용될 수 있다.

[0017] 상기 방문 정보는 상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 첫 번째 방문 순서, 및 상기 첫 번째 방문 순서에 기초한 최소 방문 순서를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 판단부는 상기 복수의 노드 중에서, 상기 모듈 척도의 변화율이 0인 제1 조건(수학식 4), 및 첫 번째 방문 순서가 최소 방문 순서보다 작은 제2 조건(수학식 5)을 만족하는 노드를 상기 고장 수목의 모듈로서 판단할 수 있다.

[0019] 상기 판단부는 상기 복수의 노드 각각에 대해, 중복 노드 중 적어도 하나가 해당 노드의 방문 이전에 존재하는 제3 조건(수학식 4 불만족), 및 상기 중복 노드 중 적어도 하나가 상기 해당 노드의 방문 이후에 존재하는 제4 조건(수학식 5 불만족) 중 적어도 하나를 만족하는 경우, 상기 해당 노드를 상기 고장 수목의 모듈이 아닌 것으로 판단할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법은 고장수목에 포함된 복수의 노드 각각에 대해, 방문 순회에 따른 노드 간 이동에 기초하여 모듈 척도의 변화율을 산출하는 단계; 상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 방문 순서에 기초하여 방문 정보를 획득하는 단계; 및 상기 모듈 척도의 변화율 및 상기 방문 정보에 기초하여, 상기 복수의 노드 각각에 대한 상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

[0021] 상기 모듈 척도의 변화율을 산출하는 단계는 상기 방문 순회에 따라 해당 노드로 진입할 때의 제1 모듈 척도 및 상기 해당 노드에서 진출할 때의 제2 모듈 척도를 산출하는 단계; 및 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 차이에 기초하여 상기 모듈 척도의 변화율을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 제1 모듈 척도 및 상기 제2 모듈 척도를 산출하는 단계는 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 산출 시, 중복 노드를 처음으로 방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 단 한 번 증가시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 증가량은 모든 노드에서 임의의 값으로 적용될 수 있다.

[0024] 상기 제1 모듈 척도 및 상기 제2 모듈 척도를 산출하는 단계는 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 산출 시, 중복 모드를 재방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드로 이동할 때마다 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 반복적으로 감소시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0025] 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 감소량은 모든 노드에서 임의의 값으로 적용될 수 있다.

[0026] 상기 방문 정보는 상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 첫 번째 방문 순서, 및 상기 첫 번째

방문 순서에 기초한 최소 방문 순서를 포함할 수 있다.

[0027] 상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단하는 단계는 상기 복수의 노드 중에서, 상기 모듈 척도의 변화율이 0인 제1 조건, 및 첫 번째 방문 순서가 최소 방문 순서보다 작은 제2 조건을 만족하는 노드를 상기 고장 수목의 모듈로서 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단하는 단계는 상기 복수의 노드 각각에 대해, 중복 노드 중 적어도 하나가 해당 노드의 방문 이전에 존재하는 제3 조건, 및 상기 중복 노드 중 적어도 하나가 상기 해당 노드의 방문 이후에 존재하는 제4 조건 중 적어도 하나를 만족하는 경우, 상기 해당 노드를 상기 고장 수목의 모듈이 아닌 것으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고장 수목 노드의 모듈 척도 변화율 및 방문 정보를 이용하여 고장 수목의 모듈을 검색하는 일회 순회 알고리즘을 제공함으로써, 추가 계산 메모리와 연산들을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 모듈 검색을 위한 노드 방문 순회에 따른 고장수목을 도시한 도면이다.

도 3은 도 2의 고장수목 노드들의 방문 순서 및 그에 따른 모듈 척도와 모듈 여부를 표로 나타내 보인 도면이다.

도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0033] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.

[0035] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치(100)는 산출부(110), 획득부(120), 판단부(130), 및 제어부(140)를 포함할 수 있다.

[0036] 상기 산출부(110)는 고장 수목에 포함된 복수의 노드 각각에 대해, 방문 순회에 따른 노드 간 이동에 기초하여 모듈 척도의 변화율을 산출한다.

[0037] 즉, 상기 산출부(110)는 상기 방문 순회에 따라 해당 노드로 진입할 때의 제1 모듈 척도 및 상기 해당 노드에서 진출할 때의 제2 모듈 척도를 산출하고, 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 차이에 기초하여 상기 모듈 척도의 변화율을 산출할 수 있다.

[0038] 이때, 상기 산출부(110)는 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 산출 시, 중복 노드를 처음으로 방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 단 한 번 증가시킬 수 있다.

[0039] 여기서, 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 증가량은 모든 노드에서 임의의 값으로 적용될 수 있다.

[0040] 또한, 상기 산출부(110)는 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 산출 시, 중복 모드를 재방문하고 다음 노드로 이동하는 경우, 상기 다음 노드로 이동할 때마다 상기 다음 노드에 대한 상기 제1 및 제2 모듈 척도를 반복적으로 감소시킬 수 있다.

[0041] 여기서, 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 감소량은 모든 노드에서 임의의 값으로 적용될 수 있다.

[0042] 상기 획득부(120)는 상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 방문 순서에 기초하여 방문 정보를 획득한다.

[0043] 여기서, 상기 방문 정보는 상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 첫 번째 방문 순서, 및 상기 첫 번째 방문 순서에 기초한 최소 방문 순서를 포함할 수 있다.

[0044] 상기 판단부(130)는 상기 모듈 척도의 변화율 및 상기 방문 정보에 기초하여, 상기 복수의 노드 각각에 대한 상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단한다.

[0045] 구체적으로, 상기 판단부(130)는 상기 복수의 노드 중에서, 상기 모듈 척도의 변화율이 0인 제1 조건(수학식 4 참조), 및 첫 번째 방문 순서가 최소 방문 순서보다 작은 제2 조건(수학식 5 참조)을 만족하는 노드를 상기 고장 수목의 모듈로서 판단할 수 있다.

[0046] 반면, 상기 판단부(130)는 상기 복수의 노드 각각에 대해, 중복 노드 중 적어도 하나가 해당 노드의 방문 이전에 존재하는 제3 조건, 및 상기 중복 노드 중 적어도 하나가 상기 해당 노드의 방문 이후에 존재하는 제4 조건 중 적어도 하나를 만족하는 경우, 상기 해당 노드를 상기 고장 수목의 모듈이 아닌 것으로 판단할 수 있다.

[0047] 상기 제어부(140)는 본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 장치(100), 즉 상기 산출부(110), 상기 획득부(120), 상기 판단부(130) 등의 동작을 전반적으로 제어할 수 있다.

[0048] 이하에서는 본 발명에 적용되는 알고리즘 및 그것의 증명과 응용에 대해 도 2 및 도 3을 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0049] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 모듈 검색을 위한 노드 방문 순회에 따른 고장수목을 도시한 도면이고, 도 3은 도 2의 고장수목 노드들의 방문 순서 및 그에 따른 모듈 척도와 모듈 여부를 표로 나타내 보인 도면이다.

[0050] 상기 알고리즘을 설명하기에 앞서, 본 발명에서 지속적으로 사용되고 있는 고장수목에 대해 설명한다.

[0051] 고장수목은 기본 사건(Basic Event), 게이트(Gate), 정점 사건으로 구성된다. 도 2의 고장수목은 {e5, e6, e8, e9, e12, e13, e14}의 기본 사건들과 {g0, g1, g2, g3, g4, g7, g10, g11}의 게이트들로 이루어지고, 특별히 g0을 정점 사건이라 부른다.

[0052] 이 고장수목의 게이트들을 이용하여 기본 사건들과 정점 사건의 논리적인 상호 관계를 표현한다. 본 실시예에서 노드(Node)는 기본 사건, 게이트, 정점 사건을 통칭한다. 기본 사건은 기초적인 기기 고장(Component Failure)이고, 정점 사건은 시스템의 실패를 표현하는 사건이다. 고장수목의 기본적인 가정은 기본 사건들이 서로 상호 독립적이라는 것이다. 기기 고장(기본 사건들)은 중첩된 논리 게이트들을 통해 정점 사건으로 논리적으로 전파된다.

[0053] 1. 알고리즘

[0054] 도 2에서, 모든 Node는 깊이우선-좌측우선 순회에 따라 방문되었다. Node 이름들에 나타나는 숫자는 각 Node의 첫 번째 방문 순서 $V_{first}(v)$를 의미한다. 효율적인 모듈 검색 방법 개발을 위해 새로운 모듈척도를 본 발명에서 개발하였다. 반복 Node v를 처음으로 방문하고 다음 Node w로 이동할 때, 모듈 척도를 다음의 수학식 1과 같이 단 한번 증가시킨다.

[0055] [수학식 1]

[0056] $$C_{in}(w)\ or\ C_{out}(w) = C_{out}(v) + (Count(v) - 1)\Delta_v$$

[0057] 여기서, $C_{in}(w)$는 반복 Node v를 처음으로 방문하고 다음 Node w로 진입할 때의 모듈 척도를 나타내고, Cout(w)는 반복 Node v를 처음으로 방문하고 다음 Node w를 진출할 때의 모듈 척도를 나타낸다. 또한, $C_{out}(v)$는 반복 Node v를 처음으로 방문하고 나올 때의 모듈 척도를 나타내고, Count(v)는 반복 Node v의 반복 횟수를 나타내며, Δv는 $C_{in}(w)$ 또는 Cout(w)의 증가량을 나타낸다.

[0058] 한편, 이 반복 Node v를 재방문하고 다음 Node w로 이동할 때마다, 모듈 척도를 다음의 수학식 2와 같이 반복적으로 감소시킨다.

[0059] [수학식 2]

[0060] $$C_{in}(w)\ or\ C_{out}(w) = C_{out}(v) - \Delta_v$$

[0061] 여기서, $C_{in}(w)$는 반복 Node v를 재방문하고 다음 Node w로 진입할 때의 모듈 척도를 나타내고, Cout(w)는 반복 Node v를 재방문하고 다음 Node w를 진출할 때의 모듈 척도를 나타낸다. 또한, $C_{out}(v)$는 반복 Node v를 재방문하고 나올 때의 모듈 척도를 나타내고, Δv는 $C_{in}(w)$ 또는 Cout(w)의 감소량을 나타낸다.

[0062] 상기 수학식 1과 2에서, Δv는 모든 Node에서 임의의 값을 적용하거나 수학식 3과 같이 모든 Node에서 동일하게 적용할 수 있다.

[0063] [수학식 3]

[0064] $$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = \cdots = 1$$

[0065] 반복 Node g0, g3, g11들만이 상기 수학식 1과 2의 모듈 척도 변화를 유발하고, 고장수목의 순회를 마치면 모듈 척도의 총 변화량은 0이 되어야 한다. 도 2의 고장수목의 일회 순회를 따라 모듈 척도 $C_{in}(v)$와 $C_{out}(v)$의 변화를 도 4에 도시된 표로 요약하였다.

[0066] 만약, 하기 수학식 4와 같이, Node v를 진입할 때와 떠날 때 모듈 척도의 변화가 없고(모듈 척도 변화율 = 0), Node v의 방문 순서가 다음 수학식 5의 부등식을 만족하면, Node v는 고장수목의 모듈이다.

[0067] [수학식 4]

[0068] $$C_{out}(v) - C_{in}(v) = 0$$

[0069] 여기서, $C_{out}(v)$는 Node v를 떠날 때의 모듈 척도를 나타내고, $C_{in}(v)$는 Node v를 진입할 때의 모듈 척도를 나타낸다.

[0070] [수학식 5]

[0071] $$V_{first}(v) < V_{min}(v)$$

[0072] 여기서, $V_{first}(v)$는 Node v의 첫 번째 방문 순서(값)를 나타내고, $V_{min}(v)$는 하기 수학식 6과 같이 Node v에 연결된 하부 노드 w들의 $V_{first}(w)$ 중에 가장 작은 방문 순서(값)를 나타낸다.

[0073] [수학식 6]

[0074] $$V_{min}(v) = \min_{w \in \{\text{노드 } v\text{의 하부노드들}\}} V_{first}(w)$$

[0075] 이 모듈 판단의 조건인 상기 수학식 4와 5의 증명에 대해서는 뒤에서 자세히 살펴보기로 한다.

[0076] 도 2 및 도 3에서 보이는 것처럼, Node g0, g3, g11의 모듈 척도와 방문 순서들은 상기 수학식 4와 5를 만족한다. 그래서, 이 3개의 Node는 고장수목의 모듈들이다.

[0077] 상기 수학식 1에서 4까지의 모듈척도 $C_{in}(v)$와 $C_{out}(v)$, 그리고 상기 수학식 5의 방문 정보 $V_{first}(v)$와 $V_{min}(v)$들은 Node의 재방문 없이 Node의 한 번 방문만으로 취득할 수 있는 정보들이다. 즉, 고장수목의 일회 순회만으로 모듈들을 찾아낼 수 있는 장점이 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 일회 순회만으로 고장수목의 모듈들을 검색할 수 있으므로, 추가적인 메모리나 비교 연산이 요구되지 않는다.

[0078] 2. 알고리즘의 증명

[0079] 도 3에서, 각 Node들이 모듈이 되지 못하는 경우들을 모아보면 아래와 같다.

[0080] Case 1: Node g1이 모듈이 되지 못하는 이유는 중복 Node g3와 e14가 Node g1의 방문 이후에 존재하기 때문이다.

[0081] Case 2: Node g2가 모듈이 되지 못하는 이유는 중복 Node g3가 Node g2의 방문 이후에 존재하기 때문이다.

[0082] Case 3: Node g4가 모듈이 되지 못하는 이유는 중복 Node e5가 Node g4의 방문 이후에 존재하기 때문이다.

[0083] Case 4: Node g7이 모듈이 되지 못하는 이유는 중복 Node e5가 Node g7의 방문 이전에 존재하기 때문이다.

[0084] Case 5: Node g10이 모듈이 되지 못하는 이유는 중복 Node g3가 Node g10의 방문 이전에 존재하기 때문이다.

[0085] Case 6: Node g10이 모듈이 되지 못하는 이유는 중복 Node e14가 Node g10의 방문 이후에 존재하기 때문이다.

[0086] 여기서, Case 1, 2, 3, 6은 수학식 14를 이용하여 모듈이 아님을 판단하고, 반면에 Case 4와 5는 수학식 5를 이용하여 모듈이 아님을 판단한다. 다시 말해, 수학식 4로는 Node v의 방문 이후에 존재하는 중복 Node의 존재를 판단하여 Node v가 모듈이 아님을 판단하고, 수학식 5로는 Node v의 방문 이전에 이미 방문된 중복 Node의 존재를 판단하여 Node v가 모듈이 아님을 판단한다. 결국, 수학식 4와 5는 모듈 v를 판단하기 위한 필요충분 조건이다.

[0087] 상기 수학식 3에서와 같이 모듈 척도의 증가/감소량(Δ_v)을 1로 설정하면, 도 3의 Node g10에서 $C_{in}(g10)=C_{out}(g10)=2$로 같아지는 경우가 발생한다. 이 Node g10은 수학식 5의 조건에 위배되기 때문에 모듈에서 제외된다. 즉, 수학식 4와 5는 동시에 모듈 v를 판단하기 위한 필요충분 조건이다.

[0088] 3. 알고리즘의 응용

[0089] 본 실시예에서는 상기 알고리즘의 효율성을 증명하기 위하여, 표 1의 여섯 개 고장수목을 원자력발전소의 PSA 모델로부터 선택하였다. 그리고, 본 발명의 알고리즘과 DR 알고리즘을 이 고장수목들로 시험하였다.

[0090] [표 1]

[0091]

Fault tree		Gates	Events	Successful gates (Negates)	Successful events
Non-coherent fault tree	N1	38,704	3,198	429	12
	N2	22,255	6,105	381	4
	N3	23,715	3,777	19	16
	N4	14,832	2,374	2,981	0
Cohernet fault tree	C1	12,298	8,350	0	0
	C2	42,910	44,260	0	0

[0092] 표 1에서, N1부터 N4는 Non-coherent 고장수목이고, C1과 C2는 Coherent 고장수목이다. 여기에서, Non-coherent 고장수목이란 고장수목 내부에 Negate나 성공사건들을 가진 고장수목을 말한다. 표 1의 게이트와 기본 사건의 개수를 보면, 여섯 개 고장수목은 큰 모델이다.

[0093] [표 2]

Fault tree	Type 1 modules (a)	Type 2 modules (b)	DR Method (sec) (c)	New method (sec) (d)	(d)/(c)
N1	581	81	4.1	1.8	42.6%
N2	1,011	36	4.1	1.8	43.9%
N3	557	33	2.6	1.2	44.6%
N4	337	4	0.4	0.2	44.4%
C1	1,639	32	1.7	0.7	43.9%
C2	6,226	390	4.3	1.7	39.9%

No restructuring
Tested on CPU i7-4790 and RAM 32 GB
(a) Type 1 modules consist of basic events (no restructuring)
(b) Type 2 modules consist of gates and basic events (no restructuring)
(c) 1,000 calculations
(d) 1,000 calculations

[0094]

[0095] 표 2에서 보이는 것처럼, 본 발명의 알고리즘과 기존의 DR 알고리즘으로 동일한 모듈들을 찾아내었다. 여기에서, 두 알고리즘으로 발견한 모듈들은 하나씩 비교하여 같음을 확인하였다. 본 발명의 알고리즘은 고장수목에서 기존의 DR 알고리즘보다 적어도 2배 이상 빠른 모듈 발견 시간을 보여주었다. 게다가, 본 발명의 알고리즘은 기존의 DR 알고리즘보다 계산 메모리를 적게 사용한다.

[0096] 고장수목 재구성 여부와 모듈 사용 여부에 따른 고장수목 계산 시간을 표 3에 비교하였다.

[0097] [표 3]

Fault tree	Truncation limit	Cutsets	No restructuring		Restructuring	
			No modules (sec)	Modules (sec)	No modules (sec)	Modules (sec)
N1	1.0E-11	35,889	11.6	9.1	14.6	4.6
N2	1.0E-08	273	44.1	43.3	22.2	2.7
N3	1.0E-09	5,664	14.9	12.8	6.4	2.6
N4	1.0E-10	16,297	5.2	4.4	6.2	2.6
C1	1.0E-10	1,817	2.1	1.9	2.0	1.0
C2	1.0E-06	212	20.1	46.1	17.6	4.0

Tested on CPU i7-4790 and RAM 32 GB

[0098]

[0099] 표 3은 (1) 모듈의 사용만으로는 고장수목 계산시간을 크게 단축시킬 수 없고, (2) 고장수목의 재구성과 함께 모듈을 사용해야 고장수목 계산 시간을 크게 단축시킬 수 있음을 보여준다. 고장수목을 계산하기 전에 수행되는 대표적인 고장수목의 재구조는 아래의 수학식 7과 같다.

[0100] [수학식 7]

[0101] $$g1 = (g2 \cup g3) \cap (g2 \cup g4) = g2 \cup (g3 \cap g4)$$

[0102] 이 변환을 통해 최소단절집합 생성을 위한 불리안 계산량을 많이 줄일 수 있고, 동시에 g3∩g4가 모듈일 경우 고장수목 계산은 더욱 빨라진다. 고장수목의 재구조는 가능한 큰 모듈을 최대한 많이 얻기 위해서 수행된다.

[0103] 표 2와 표 3의 계산에서 알 수 있듯이, 본 발명의 알고리즘의 중요한 특징은,

[0104] (1) 고장수목의 일회 순회를 기초로 한다. Node들의 재방문 없이 고장수목의 일회 순회만으로 모듈들을 찾

아낼 수 있는 장점이 있다.

[0105] (2) 수학식 1에서 4까지의 휘발성 모듈 척도 $C_{in}(v)$와 $C_{out}(v)$, 그리고 수학식 5의 노드 방문정보 $V_{first}(v)$와 $V_{min}(v)$의 값을 추적하고 비교한다.

[0106] (3) 어떠한 추가 메모리나 연산을 요구하지 않는다. DR 방법에서는 고장수목 순회 중에 Node들의 방문 정보를 저장하고, 고장수목 순회를 마친 마지막 단계에서 각 Node들의 모듈 여부를 판단하게 된다. 하지만, 본 발명의 알고리즘에서는 각 Node들의 방문 정보를 저장하고 재순회하는 과정이 필요 없다.

[0107] (4) 고장수목의 재구성과 함께 사용하면 계산 시간을 크게 절감 할 수 있다.

[0108] (5) 매우 간단하고 빠른 모듈 발견 방법이어서, 다양한 고장수목 소프트웨어에 쉽게 구현할 수 있다.

[0109] 도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 안전필수 계통의 리스크 평가를 위한 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다. 상기 일회 순회 고장수목 모듈 검색 방법은 도 1의 일회 순회 고장수목 검색 장치(100)에 의해 수행될 수 있다.

[0110] 먼저 도 4를 참조하면, 단계(510)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 고장 수목에 포함된 복수의 노드 각각에 대해, 방문 순회에 따른 노드 간 이동에 기초하여 모듈 척도의 변화율을 산출한다.

[0111] 구체적으로, 도 5를 참조하면, 단계(610)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 상기 방문 순회에 따라 해당 노드로 진입할 때의 제1 모듈 척도를 산출한다.

[0112] 이후, 단계(620)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 상기 해당 노드에서 진출할 때의 제2 모듈 척도를 산출한다.

[0113] 이후, 단계(630)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 상기 제1 및 제2 모듈 척도의 차이에 기초하여 상기 모듈 척도의 변화율을 산출한다.

[0114] 다시 도 4를 참조하면, 단계(520)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 상기 복수의 노드 각각에 대해, 상기 방문 순회에 따른 방문 순서에 기초하여 방문 정보를 획득한다.

[0115] 다음으로, 단계(530)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 상기 모듈 척도의 변화율 및 상기 방문 정보에 기초하여, 상기 복수의 노드 각각에 대한 상기 고장 수목의 모듈 여부를 판단한다.

[0116] 구체적으로, 도 6을 참조하면, 단계(710)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 각 노드에 대해 상기 모듈 척도의 변화율이 0인가를 판단한다.

[0117] 상기 판단 결과, 상기 모듈 척도의 변화율이 0인 경우(710의 "예" 방향), 단계(720)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 첫 번째 방문 순서가 최소 방문 순서보다 작은가를 판단한다.

[0118] 반면, 상기 판단 결과, 상기 모듈 척도의 변화율이 0이 아닌 경우(710의 "아니오" 방향), 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 해당 노드가 고장 수목의 모듈이 아닌 것으로 판단하고 본 실시예를 종료한다.

[0119] 상기 판단 결과, 상기 첫 번째 방문 순서가 상기 최소 방문 순서보다 작은 경우(720의 "예" 방향), 단계(730)에서 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 해당 노드를 고장 수목의 모듈로서 판단한다.

[0120] 반면, 상기 판단 결과, 상기 첫 번째 방문 순서가 상기 최소 방문 순서보다 작지 않은 경우(720의 "아니오" 방향), 상기 일회 순회 고장수목 검색 장치는 해당 노드가 고장 수목의 모듈이 아닌 것으로 판단하고 본 실시예를 종료한다.

[0121] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별

히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0122] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[0123] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0124] 110: 산출부

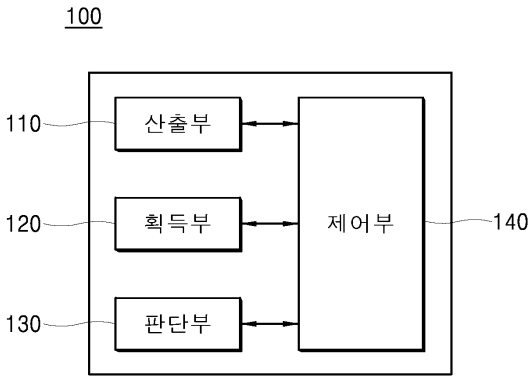
120: 획득부

130: 판단부

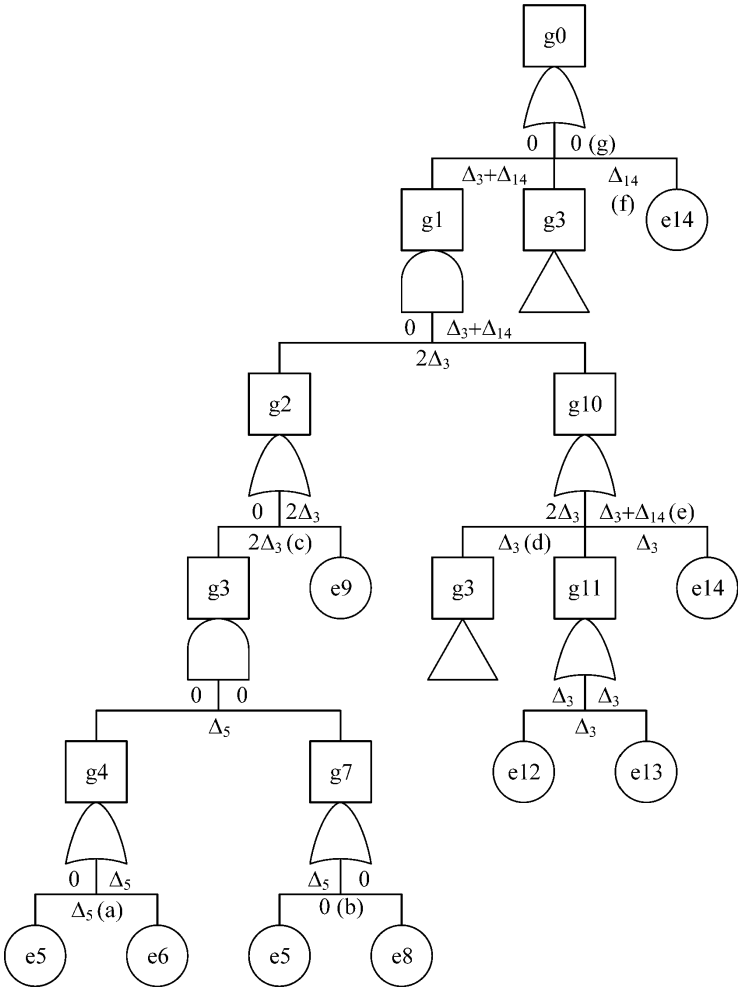
140: 제어부

도면

도면1



도면2



(a) $C_{in}(e6) = C_{out}(e5) + (Count(e5) - 1)\Delta_5 = 0 + \Delta_5 = \Delta_5$

(b) $C_{in}(e8) = C_{out}(e5) - \Delta_5 = \Delta_5 - \Delta_5 = 0$

(c) $C_{in}(e9) = C_{out}(g3) + (Count(g3) - 1)\Delta_3 = 0 + 2\Delta_3 = 2\Delta_3$

(d) $C_{in}(g11) = C_{out}(g3) - \Delta_3 = 2\Delta_3 - \Delta_3 = \Delta_3$

(e) $C_{out}(g10) = C_{out}(e14) + (Count(e14) - 1)\Delta_{14} = \Delta_3 + \Delta_{14}$

(f) $C_{in}(e14) = C_{out}(g3) - \Delta_3 = (\Delta_3 + \Delta_{14}) - \Delta_3 = \Delta_{14}$

(g) $C_{out}(g0) = C_{out}(e14) - \Delta_{14} = \Delta_{14} - \Delta_{14} = 0$

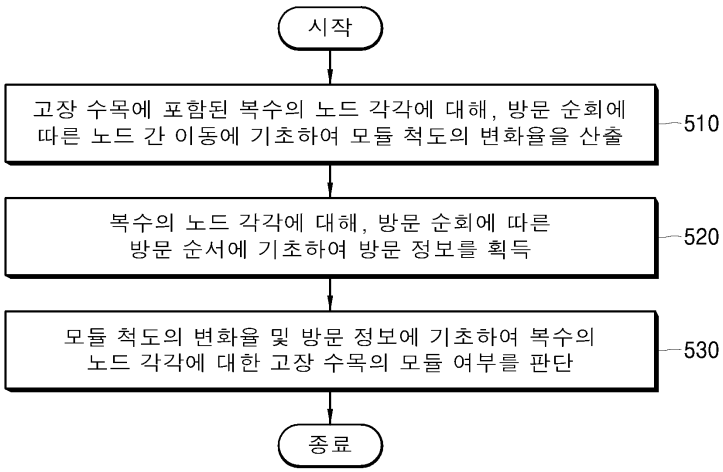
도면3

Node v	$C_{in}(v)$	$C_{out}(v)$	$C_{out}(v) - C_{in}(v)$	$V_{first}(v)$	$V_{min}(v)$	Module
g0	0	0	0	0	1	Yes
g1	0	$\Delta_3 + \Delta_{14}$	$\Delta_3 + \Delta_{14}$	1	2	No
g2	0	$2\Delta_3$	$2\Delta_3$	2	3(a)	No
g3	0	0	0	3(a)	4	Yes
g4	0	Δ_5	Δ_5	4	5(b)	No
e5	0	0	0	5(b)		
e6	Δ_5	Δ_5	0	6		
g7	Δ_5	0	$-\Delta_5$	8	5(b)	No
e8	0	0	0	10		
e9	$2\Delta_3$	$2\Delta_3$	0	13		
g10	$2\Delta_3$	$\Delta_3 + \Delta_{14}$	0	15	3(a)	No
g11	Δ_3	Δ_3	0	17	18	Yes
e12	Δ_3	Δ_3	0	18		
e13	Δ_3	Δ_3	0	19		
e14	Δ_3	$\Delta_3 + \Delta_{14}$	Δ_{14}	21		

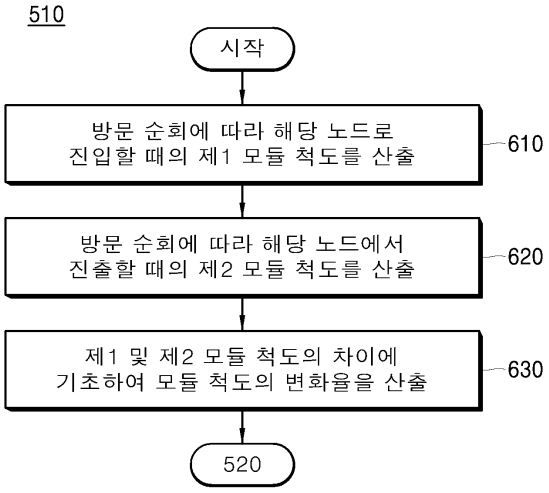
(a)$V_{first}(g3)$

(b)$V_{first}(e5)$

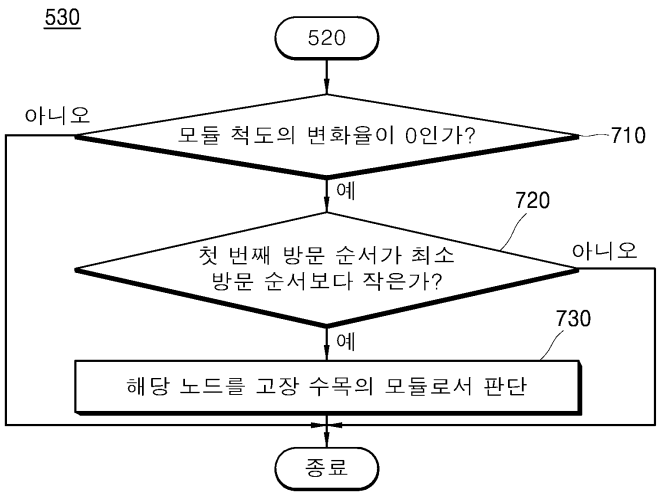
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제10항, 15째줄

【변경전】

상기 중복 모드

【변경후】

상기 중복 노드

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제1항,13째줄

【변경전】

상기 중복 모드

【변경후】

상기 중복 노드