



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098324
(43) 공개일자 2018년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/30 (2006.01) **G06F 3/0481** (2013.01)
G06F 3/0484 (2013.01) **G06F 8/34** (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06F 17/30958 (2013.01)
G06F 17/30292 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7021019
(22) 출원일자(국제) 2016년12월20일
 심사청구일자 2018년07월20일
(85) 번역문제출일자 2018년07월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/067742
(87) 국제공개번호 WO 2017/112654
 국제공개일자 2017년06월29일
(30) 우선권주장
 62/270,163 2015년12월21일 미국(US)

(71) 출원인
 아브 이니티오 테크놀로지 엘엘시
 미국 02421 매사추세츠주 렉싱턴 스프링 스트리트
 201
(72) 발명자
 아바야, 빅터 티.
 미국 메사추세츠 01730 베드포드 워런 에비뉴 1
 브라이언, 러셀 엘.
 미국 메사추세츠 01730 베드포드 콩코드 로드 433
 (뒷면에 계속)
(74) 대리인
 인비전 특허법인

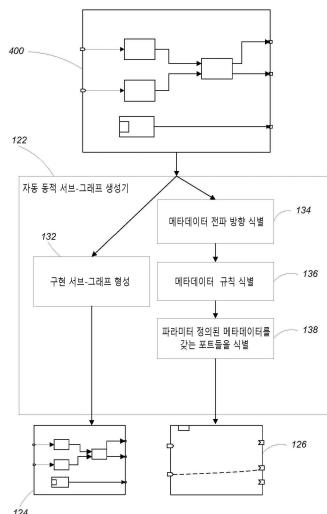
전체 청구항 수 : 총 33 항

(54) 발명의 명칭 서브-그래프 인터페이스 생성

(57) 요 약

적어도 하나의 방향성 링크들의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(400)의 설명을 포함하는 명세가 수신된다. 그래프 인터페이스(126)는, 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 수의 컴포넌트들의 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 -, 및 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 것을 포함하는, 상기 제 1 복수의 컴포넌트들로 형성된다. 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현(124)은 제 1 수의 컴포넌트들을 포함하여 형성되고, 상기 형성하는 것은 제 1 인터페이스 엘리먼트와 제 1 수의 컴포넌트들의 제 1 컴포넌트의 제 1 포트 사이에 제 1 대응을 형성하는 것을 포함한다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
G06F 17/30312 (2013.01)
G06F 3/0481 (2013.01)
G06F 3/04847 (2013.01)
G06F 8/34 (2013.01)

(72) 발명자
라슨, 브론드
미국 메사추세츠 02067 샤론 랜턴 레인 49
오프너, 칼
미국 메사추세츠 01776 서드버리 선셋 패스 46

테븐, 다니엘 제이.

미국 메사추세츠 02067 샤론 스위프트 레인 10

명세서

청구범위

청구항 1

그래프 인터페이스 및 상기 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법으로서, 상기 방법은:

적어도 하나의 방향성 링크들(directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하는 단계;

제 1 복수의 컴포넌트들에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 단계 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 placeholder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는:

상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 단계 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 복수의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 - , 및

상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계를 포함함;

상기 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 형성하는 단계 - 상기 형성하는 단계는 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 단계를 포함함 - ; 및

데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 데이터 저장 시스템에서, 적어도 하나의 방향성 링크들의 제 2 세트에 의해 상호연결된 제 2 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 2 방향성 그래프의 설명을 포함하는 명세를 저장하는 단계, 상기 제 2 방향성 그래프에서 상기 제 1 방향성 그래프의 적어도 하나의 방향성 링크들의 제 1 세트에 의해 상호연결된 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 인스턴스(instance)를 식별하는 단계, 및 상기 제 2 방향성 그래프에서 상기 적어도 하나의 방향성 링크들의 제 1 세트에 의해 상호연결된 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 식별된 인스턴스를 상기 그래프 인터페이스로 대체하는 단계를 더 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계는, 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들(descriptors) 또는 계산 특성들(computational characteristics)을 결정하는 단계 및 상기 결정된 적어도 하나의 설명자들에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 결정된 적어도 하나의 설명자들에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계는, 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계 및 상기 결정된 전파 방향(direction of propagation)에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계는, 상기 제 1 포트를, 데이터의 설명자 또는 계산 특성들을 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트에 전파하는 포트로 식별하는 단계 및 상기 식별에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트에 전파의 외향 방향(outward direction)을 할당하는 단계를 포함하고, 상기 할당된 전파 방향은 상기 컨테이너 그래프의 실행 이전에 데이터의 설명자 또는 계산 특성들의 전파 동안 사용되는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계는, 상기 제 1 포트를, 데이터의 설명자 또는 계산 특성들을 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트에 전파하지 않는 포트로 식별하는 단계 및 상기 식별에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트에 전파의 내향 방향(inward direction)을 할당하는 단계를 포함하고, 상기 할당된 전파 방향은 상기 컨테이너 그래프의 실행 이전에 데이터의 설명자 또는 계산 특성들의 전파 동안 사용되는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는:

상기 그래프 인터페이스의 제 2 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 단계 - 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 복수의 컴포넌트들 중 제 2 컴포넌트의 제 2 포트와 연관됨 -;

상기 제 2 컴포넌트의 상기 제 2 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계 - 상기 제 2 포트를, 데이터의 설명자들 또는 계산 특성들을 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트에 전파하지 않는 포트로 식별하는 단계 및 상기 식별에 기반하여 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트에 전파의 내향 방향(inward direction)을 할당하는 단계를 포함함 - ; 및

상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 상기 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들 및 상기 제 2 컴포넌트의 상기 제 2 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자 또는 계산 특성들 간의 관계를 식별하고 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 및 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트 간의 상기 식별된 관계의 표현(representation)을 형성하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 관계의 표현은 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성이 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성과 동일한 것을 나타내는 제약을 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 9

선행하는 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 다른 컴포넌트들의 포트들이 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들에 따르도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 수정하는 단계를 더 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 수정하는 단계는, 사용자 입력을 수신하는 단계 및 상기 사용자 입력에 기초하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 수정하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서, 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 수정하는 단계는, 적어도 하나의 다른 컴포넌트들을 분석하여 상기 적어도 하나의 다른 컴포넌트들의 상기 포트들과 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들을 결정하는 단계 및 상기 적어도 하나의 다른 컴포넌트들의

상기 포트와 연관된, 상기 결정된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 수정하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 12

제 9 항 또는 제 10 항 또는 제 11 항에 있어서, 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 수정하는 단계는, 적어도 하나의 다른 컴포넌트들을 분석하여 상기 적어도 하나의 다른 컴포넌트들의 상기 포트들과 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계 및 상기 결정된 전파 방향에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 수정하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 13

선행하는 어느 한 항에 있어서, 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는, 상기 제 1 복수의 컴포넌트들과 연관된 파라미터를 식별하는 단계 및 상기 파라미터와 연관된 인터페이스 엘리먼트를 상기 그래프 인터페이스에 추가하는 단계를 더 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 파라미터에 대응하는 파라미터 값을 식별하는 단계와, 상기 식별된 파라미터 값을 디폴트 값으로서 사용하도록 상기 그래프 인터페이스를 구성하는 단계를 더 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 15

제 2 항에 있어서, 실행을 위해 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계를 더 포함하고, 상기 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계는:

상기 데이터 저장 시스템으로부터 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 판독하는 단계, 및

상기 그래프 인터페이스의 상기 제 1 구현에서 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 및 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이의 제 1 대응에 기반하여, 상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트에서 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 제 1 컴포넌트의 제 1 포트 및 상기 그래프 인터페이스의 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 사이의 방향성 링크를 설정하는 단계를 포함하여, 상기 제 2 방향성 그래프에 상기 제 1 구현을 삽입하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 16

제 2 항에 있어서, 실행을 위해 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계를 더 포함하고, 상기 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계는:

상기 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계는, 상기 데이터 저장 시스템으로부터, 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현과 상이한, 상기 그래프 인터페이스의 제 2 구현을 판독하는 단계, 및

상기 그래프 인터페이스의 상기 제 2 구현에서 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 및 상기 컴포넌트의 포트 사이의 제 2 대응에 기반하여, 상기 그래프 인터페이스의 제 2 구현에서 컴포넌트의 포트 및 상기 그래프 인터페이스의 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 사이의 방향성 링크를 설정하는 단계를 포함하여, 상기 제 2 방향성 그래프에 상기 제 2 구현을 삽입하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 17

선행하는 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 복수의 컴포넌트들에 포함되지 않은 다른 컴포넌트의 포트에 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트에 연결된 방향성 링크를 결합하기 위한 흐름 접속(flow junction)을 포함하는, 그래프 인터페이스 및 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 방법.

청구항 18

그래프 인터페이스 및 상기 그래프 인터페이스의 구현을 결정하기 위해, 컴퓨터-판독가능 매체 상에 비-일시적 형태로 저장되는 소프트웨어로서, 상기 소프트웨어는 컴퓨팅 시스템으로 하여금:

적어도 하나의 방향성 링크들(directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하고;

제 1 복수의 컴포넌트들에 대한 그래프 인터페이스를 형성하고 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 (placeholder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은:

상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 복수의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 - , 및

상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 것을 포함하고;

상기 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 형성하고 - 상기 형성하는 것은 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 단계를 포함함 - ; 및

데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하도록 하는 명령들을 포함하는, 컴퓨터-판독 가능 매체 상에 비-일시적 형태로 저장되는 소프트웨어.

청구항 19

그래프 인터페이스 및 상기 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 컴퓨팅 시스템으로서, 상기 컴퓨팅 시스템은:

적어도 하나의 방향성 링크들(directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하도록 구성된 입력 디바이스;

상기 명세를 프로세싱하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 프로세싱하는 것은,

제 1 복수의 컴포넌트들에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 것 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 (placeholder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은:

상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 복수의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 - , 및

상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 것을 포함하고;

상기 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 형성하는 것 - 상기 형성하는 것은 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 것을 포함함 - ; 및

데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하는 것을 포함하는, 컴퓨팅 시스템.

청구항 20

그래프 인터페이스 및 상기 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 컴퓨팅 시스템으로서, 상기 컴퓨팅 시스템은:

적어도 하나의 방향성 링크들(directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하는 수단; 및

상기 명세를 프로세싱하는 수단을 포함하고, 상기 프로세싱하는 것은,

제 1 복수의 컴포넌트들에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 것 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프

의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더(holder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은:

상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 복수의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 - , 및

상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 것을 포함하고;

상기 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 형성하는 것 - 상기 형성하는 것은 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 것을 포함함 - ; 및

데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하는 것을 포함하는, 컴퓨팅 시스템.

청구항 21

그래프 인터페이스를 결정하는 방법으로서, 상기 방법은:

방향성 링크들(directed links)에 의해 상호연결된 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하는 단계; 및

제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 단계를 포함하고 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더(holder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는:

상기 그래프 인터페이스의 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들을 형성하기 위한 정보를 식별하기 위해 제 1 방향성 그래프를 분석하는 단계, 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 단계 - 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각은 메타데이터 설명자 속성 또는 메타데이터 전파 속성의 방향 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 속성들과 연관됨 - ; 및

적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성의 값이 제 1 방향성 그래프로부터 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 그래프 인터페이스가 사용되는 컨테이너 그래프인 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 여부를 결정하는 단계, 및 상기 분석 결과에 기반하여 상기 인터페이스 엘리먼트에 대한 메타데이터 전파 속성의 방향을 구성하는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성은 상기 인터페이스 엘리먼트를 통해 전달된 데이터의 데이터 특성 또는 상기 복수의 컴포넌트들 중 적어도 하나 컴포넌트들의 계산 특성을 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 상기 데이터 특징은 상기 전달된 데이터 내의 레코드 필드들의 포맷을 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 24

제 22 항 또는 제 23 항에 있어서, 상기 계산 특성은 상기 복수의 컴포넌트들 중 적어도 하나의 컴포넌트에 의해 표현된 계산의 실행의 패러렐리즘(parallelism)의 정도를 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 25

제 21 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는, 상기 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 적어도 하나의 속성들이 인터페이스 엘리먼트가 상기 그래프 인터페이스를 통해 파라미터 값을 전달하도록 구성되는 것을 명시하는 단계를 더 포함하

는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 26

제 21 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 상기 메타데이터 설명자 속성의 값이 상기 제 1 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지를 결정하는 단계는, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 상기 메타데이터 설명자 속성의 값이 상기 메타데이터 설명자 속성의 값을 상기 인터페이스에 전달하는 상기 복수의 컴포넌트들 중 하나의 컴포넌트의 식별에 기반하여 상기 제 1 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 27

제 21 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 상기 메타데이터 설명자 속성의 값이 상기 제 1 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지를 결정하는 단계는, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 상기 메타데이터 설명자 속성의 값이 상기 복수의 컴포넌트들 중 어느 컴포넌트도 상기 메타데이터 설명자 속성의 값을 상기 인터페이스에 전달하지 않는 결정에 기반하여 상기 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는 단계를 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 28

제 21 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는 적어도 둘 이상의 인터페이스 엘리먼트들이 각각 반드시 동일한 속성과 연관이 있는지를 결정하는 단계를 더 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 29

제 21 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서, 데이터 저장 시스템에서, 상기 그래프 인터페이스의 표현 및 상기 제 1 방향성 그래프의 표현을 저장하는 단계를 더 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 30

제 21 항 내지 제 29 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들 중 적어도 일부는, 상기 복수의 컴포넌트들 중 하나의 컴포넌트의 포트에 연결된 방향성 링크를 상기 복수의 컴포넌트들에서 포함되지 않는 다른 컴포넌트의 포트에 결합하기 위한 흐름 접속을 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법.

청구항 31

그래프 인터페이스를 결정하기 위해, 컴퓨터-관독가능 매체 상에 비-일시적 형태로 저장되는 소프트웨어로서, 상기 소프트웨어는 컴퓨팅 시스템으로 하여금:

방향성 링크들(directed links)에 의해 상호연결된 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하고; 그리고

제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하도록 하는 명령들을 포함하고 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 placeholder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은:

상기 그래프 인터페이스의 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들을 형성하기 위한 정보를 식별하기 위해 제 1 방향성 그래프를 분석하는 것, 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각은 메타데이터 설명자 속성 또는 메타데이터 전파 속성의 방향 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 속성들과 연관됨 - ; 및

적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성의 값이 제 1 방향성 그래프로부터 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 그래프 인터페이스가 사용되는 컨테이너 그래프인 제 2 방향성 그

그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 여부를 결정하고, 및 상기 분석 결과에 기반하여 상기 인터페이스 엘리먼트에 대한 메타데이터 전파 속성의 방향을 구성하는 것을 포함하는, 컴퓨터-판독가능 매체 상에 비-일시적 형태로 저장되는 소프트웨어.

청구항 32

그래프 인터페이스를 결정하기 위한 컴퓨팅 시스템으로서, 상기 컴퓨팅 시스템은:

방향성 링크들(directed links)에 의해 상호연결된 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하는 입력 디바이스; 및

상기 명세를 프로세싱하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 프로세싱하는 것은:

제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 것을 포함하고 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 (placeholder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은:

상기 그래프 인터페이스의 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들을 형성하기 위한 정보를 식별하기 위해 제 1 방향성 그래프를 분석하는 것, 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각은 메타데이터 설명자 속성 또는 메타데이터 전파 속성의 방향 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 속성들과 연관됨 - ; 및

적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성의 값이 제 1 방향성 그래프로부터 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 그래프 인터페이스가 사용되는 컨테이너 그래프인 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 여부를 결정하고, 및 상기 분석 결과에 기반하여 상기 인터페이스 엘리먼트에 대한 메타데이터 전파 속성의 방향을 구성하는 것을 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하기 위한 컴퓨팅 시스템.

청구항 33

그래프 인터페이스를 결정하기 위한 컴퓨팅 시스템으로서, 상기 컴퓨팅 시스템은:

방향성 링크들(directed links)에 의해 상호연결된 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하는 수단; 및

상기 명세를 프로세싱하는 수단을 포함하고, 상기 프로세싱하는 것은:

제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 것을 포함하고 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 (placeholder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은:

상기 그래프 인터페이스의 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들을 형성하기 위한 정보를 식별하기 위해 제 1 방향성 그래프를 분석하는 것, 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각은 메타데이터 설명자 속성 또는 메타데이터 전파 속성의 방향 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 속성들과 연관됨 - ; 및

적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성의 값이 제 1 방향성 그래프로부터 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 그래프 인터페이스가 사용되는 컨테이너 그래프인 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 여부를 결정하고, 및 상기 분석 결과에 기반하여 상기 인터페이스 엘리먼트에 대한 메타데이터 전파 속성의 방향을 구성하는 것을 포함하는, 그래프 인터페이스를 결정하기 위한 컴퓨팅 시스템.

발명의 설명

기술 분야

관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2015년 12월 21일에 출원된 미국 특허 출원 제62/270,163호에 대한 우선권을 주장한다.

[0003] 본 설명은 동적으로 링크된 서브-그래프들에 대한 서브-그래프 인터페이스들을 위한 생성에 관한 것이다.

배경기술

[0004] 많은 소프트웨어 애플리케이션들은 데이터를 처리하기 위해 존재한다. 이들 소프트웨어 애플리케이션들 중 일부는 데이터 흐름 그래프들(dataflow graphs)로서 특정화된다. 데이터 흐름 그래프는 전형적으로 때때로 "흐름들 (flows)"이라고 지칭되는 링크에 의해 상호연결되는 다수의 데이터 처리 컴포넌트를 포함한다.

[0005] 동작 시에, 데이터(예를 들어, 데이터 세트)는 데이터베이스 또는 일부 다른 데이터 저장 시스템으로부터의 데이터 흐름 그래프에 의해 수신된다. 수신된 데이터는 컴포넌트들 및 흐름들의 상호연결에 의해 정의된 의존성들에 따라 흐름을 통해 컴포넌트로 전파됨으로써 데이터 흐름 그래프를 통해 진행한다. 각각의 컴포넌트는 적어도 하나의 흐름들을 통해 출력 데이터로서 처리된 데이터를 제공하기 전에 컴포넌트와 연관된 미리 결정된 기능(function)에 따라 수신하는 데이터를 처리한다. 데이터 흐름 그래프의 출력에서, 처리된 데이터는 예를 들어, 다른 데이터 저장 시스템에 저장되거나, 다른 다운 스트림 시스템에 제공되거나, 또는 사용자에게 제공된다.

[0006] 데이터 흐름 그래프의 개발자는, 데이터 흐름 그래프가 원하는 기능을 구현하도록, 일반적으로 컴포넌트들을 나타내는 블록들을 그래픽 개발 환경(GDE, graphical development environment)에 의해 제공된 그래픽 작업 영역(또는 "캔버스") 상으로 드래그하고, 데이터 흐름들을 나타내는 링크들로 컴포넌트들을 상호연결함으로써 그래프를 특정한다. 개발자가 데이터 흐름 그래프의 구현에 만족하면, 나중에 사용하기 위해 데이터 흐름 그래프를 스토리지에 저장할 수 있다. 일반적으로, 개발자가 나중에 데이터 흐름 그래프의 구현을 변경해야 하는 경우, 개발자는 GDE로 하여금 스토리지로부터 저장된 데이터 흐름 그래프를 판독하고, 데이터 흐름 그래프를 변경한 다음, 변경된 데이터 흐름 그래프를 저장하도록 한다.

[0007] 일부 예들에서, 데이터 흐름 그래프의 컴포넌트들은 그 자체가 "서브-그래프들"로 지칭되는 데이터 흐름 그래프들을 사용하여 구현된다. 주어진 데이터 흐름 그래프에서 사용되는 컴포넌트의 서브-그래프를 변경하기 위해, 데이터 흐름 그래프가 디스크로부터 읽혀지고, 서브-그래프 컴포넌트는 그 서브-그래프가 편집될 수 있도록 오픈되고, 서브-그래프에 대한 변경 내용들(changes)이 만들어지고, 데이터 흐름 그래프 자체는 스토리지에 재-저장됨으로써, 저장된 데이터 흐름 그래프에서 변경 내용들은 서브-그래프에 임베딩된다.

발명의 내용

[0008] 일반적인 양상에서, 방법은 적어도 하나의 방향성 링크들(directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 다수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하는 단계, 및 제 1 다수의 컴포넌트들에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 단계를 포함한다. 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 placeholder)이다. 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 단계 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 다수의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 -, 및 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계, 상기 제 1 다수의 컴포넌트들을 포함하는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 형성하는 단계 - 상기 형성하는 단계는 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 상기 제 1 다수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 단계를 포함함 -, 및 데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하는 단계를 포함한다.

[0009] 양상들은 다음 특징들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0010] 방법은, 데이터 저장 시스템에서, 적어도 하나의 방향성 링크들의 제 2 세트에 의해 상호연결된 제 2 다수의 컴포넌트들을 포함하는 제 2 방향성 그래프의 설명을 포함하는 명세를 저장하는 단계, 상기 제 2 방향성 그래프에서 상기 제 1 방향성 그래프의 적어도 하나의 방향성 링크들의 제 1 세트에 의해 상호연결된 상기 제 1 다수의 컴포넌트들의 인스턴스(instance)를 식별하는 단계, 및 상기 제 2 방향성 그래프에서 상기 적어도 하나의 방향성 링크들의 제 1 세트에 의해 상호연결된 상기 제 1 다수의 컴포넌트들의 상기 식별된 인스턴스를 상기 그래프 인터페이스로 대체하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계는, 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들(descriptors) 또는 계산 특성들(computational characteristics)을 결정하는 단계 및 상기 결정된 적어도 하

나의 설명자들에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 결정된 적어도 하나의 설명자들에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성을 구성하는 단계는, 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계 및 상기 결정된 전파 방향(direction of propagation)에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들을 구성하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계는, 상기 제 1 포트를, 데이터의 설명자 또는 계산 특성들을 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트에 전파하는 포트로 식별하는 단계 및 상기 식별에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트에 전파의 외향 방향(outward direction)을 할당하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들을 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트에 전파하지 않는 포트로 식별하는 단계 및 상기 식별에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트에 전파의 내향 방향(inward direction)을 할당하는 단계를 포함할 수 있다. 그 다음에 상기 할당된 전파 방향은 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 포함하는, 상기 컨테이너 그래프의 실행 이전에 데이터의 설명자 또는 계산 특성들의 전파 동안 사용된다.

[0012] 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는, 상기 그래프 인터페이스의 제 2 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 단계 - 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 복수의 컴포넌트들 중 제 2 컴포넌트의 제 2 포트와 연관됨 - , 상기 제 2 컴포넌트의 상기 제 2 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계 - 상기 제 2 포트를, 데이터의 설명자들 또는 계산 특성들을 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트에 전파하지 않는 포트로 식별하는 단계 및 상기 식별에 기반하여 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트에 전파의 내향 방향(inward direction)을 할당하는 단계를 포함함 - , 및 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트와 연관된 데이터의 상기 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들 및 상기 제 2 컴포넌트의 상기 제 2 포트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자 또는 계산 특성들 간의 관계를 식별하고 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 및 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트 간의 상기 식별된 관계의 표현(representation)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 관계의 표현은 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성이 상기 제 2 인터페이스 엘리먼트와 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성과 동일한 것을 나타내는 제약을 포함할 수 있다. 상기 방법은, 적어도 하나의 다른 컴포넌트들의 포트들이 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성들에 따르도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성을 수정하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성을 수정하는 단계는, 사용자 입력을 수신하는 단계 및 상기 사용자 입력에 기초하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성을 수정하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 상기 적어도 하나의 속성을 수정하는 단계는, 적어도 하나의 다른 컴포넌트들을 분석하여 상기 적어도 하나의 다른 컴포넌트들의 상기 포트들과 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계 및 상기 결정된 전파 방향에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성을 수정하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는, 상기 제 1 복수의 컴포넌트들과 연관된 파라미터를 식별하는 단계 및 상기 파라미터와 연관된 인터페이스 엘리먼트를 상기 그래프 인터페이스에 추가하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은, 상기 파라미터에 대응하는 파라미터 값을 식별하는 단계와, 상기 식별된 파라미터 값을 디폴트 값을으로서 사용하도록 상기 그래프 인터페이스를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성을 수정하는 단계는, 적어도 하나의 다른 컴포넌트들을 분석하여 상기 적어도 하나의 다른 컴포넌트들의 상기 포트들과 연관된 데이터의 적어도 하나의 설명자들 또는 계산 특성들의 전파 방향을 결정하는 단계 및 상기 결정된 전파 방향에 기반하여 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성을 수정하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는, 상기 제 1 복수의 컴포넌트들과 연관된 파라미터를 식별하는 단계 및 상기 파라미터와 연관된 인터페이스 엘리먼트를 상기 그래프 인터페이스에 추가하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은, 상기 파라미터에 대응하는 파라미터 값을 식별하는 단계와, 상기 식별된 파라미터 값을 디폴트 값을으로서 사용하도록 상기 그래프 인터페이스를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 방법은, 실행을 위해 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계는, 상기 데이터 저장 시스템으로부터 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 관리하는 단계, 및 상기 그래프 인터페이스의 상기 제 1 구현에서 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 및 상기 제 1 다수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이의 제 1 대응에 기반하여, 상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트에서 상기 제 1 다수의 컴포넌트들의 제 1 컴포넌트의 제 1 포트 및 상기 그래프 인터페이스의 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 사이의 방향성 링크를 설정하는 단계를 포함하여, 상기 제 2 방향성 그래프에 상

기 제 1 구현을 삽입하는 단계를 포함한다. 상기 방법은, 실행을 위해 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계는, 상기 제 2 방향성 그래프를 준비하는 단계는, 상기 데이터 저장 시스템으로부터, 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현과 상이한, 상기 그래프 인터페이스의 제 2 구현을 판독하는 단계, 및 상기 그래프 인터페이스의 상기 제 2 구현에서 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 및 상기 컴포넌트의 포트 사이의 제 2 대응에 기반하여, 상기 그래프 인터페이스의 제 2 구현에서 컴포넌트의 포트 및 상기 그래프 인터페이스의 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트 사이의 방향성 링크를 설정하는 단계를 포함하여, 상기 제 2 방향성 그래프에 상기 제 2 구현을 삽입하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 다수의 컴포넌트들에 포함되지 않은 다른 컴포넌트의 포트에 상기 제 1 다수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트에 연결된 방향성 링크를 결합하기 위한 흐름 접속(flow junction)을 포함할 수 있다.

[0017] 다른 일반적인 양상에서, 소프트웨어는 그래프 인터페이스 및 상기 그래프 인터페이스의 구현을 결정하기 위해, 컴퓨터-판독가능 매체 상에 비-일시적 형태로 저장된다. 상기 소프트웨어는 컴퓨팅 시스템으로 하여금, 적어도 하나의 방향성 링크들(directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 다수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하고, 제 1 복수의 컴포넌트들에 대한 그래프 인터페이스를 형성하도록 하는 명령들을 포함한다. 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 placeholder)이다. 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은: 상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 다수의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 - , 및 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 것을 포함하고, 상기 제 1 다수의 컴포넌트들을 포함하는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 형성하고 - 상기 형성하는 것은 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 상기 제 1 다수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 단계를 포함함 - , 및 상기 데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하도록 하는 명령들을 포함한다.

[0018] 다른 일반적인 양상에서, 그래프 인터페이스 및 상기 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 컴퓨팅 시스템은, 적어도 하나의 방향성 링크들(directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 다수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하도록 구성된 입력 디바이스, 및 상기 명세를 프로세싱하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함한다. 상기 프로세싱하는 것은, 제 1 복수의 컴포넌트들에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 것을 포함한다. 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 placeholder)이다. 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은: 상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 다수의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 - , 및 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 것을 포함하고, 상기 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 형성하는 것 - 상기 형성하는 것은 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 것을 포함함 - ; 및 상기 데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하는 것을 포함한다.

[0019] 다른 일반적인 양상에서, 그래프 인터페이스 및 상기 그래프 인터페이스의 구현을 결정하는 컴퓨팅 시스템은, 적어도 하나의 방향성 링크들(directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 다수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하는 수단, 및 상기 명세를 프로세싱하는 수단을 포함한다. 상기 프로세싱하는 것은, 제 1 다수의 컴포넌트들에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 것을 포함한다. 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 placeholder)이다. 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은: 상기 그래프 인터페이스의 제 1 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트는 상기 제 1 복수의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트의 제 1 포트와 연관됨 - , 및 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트가 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들과 일치하도록 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트의 적어도 하나의 속성들을 구성하는 것을 포함하고, 상기 제 1 복수의 컴포넌트들을 포함하는 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 형성하는 것 - 상기 형성하는 것은 상기 제 1 인터페이스 엘리먼트와 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 것을 포함함 - ; 및 상기 데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하는 것을 포함한다.

트와 상기 제 1 복수의 컴포넌트들의 상기 제 1 컴포넌트의 상기 제 1 포트 사이에 제 1 대응(correspondence)을 형성하는 것을 포함함 - ; 및 상기 데이터 저장 시스템에 상기 그래프 인터페이스의 제 1 구현을 저장하는 것을 포함한다.

[0020] 다른 일반적인 양상에서, 그래프 인터페이스를 결정하는 방법은, 방향성 링크들(directed links)에 의해 상호연결된 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하는 단계, 및 제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 단계를 포함한다. 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 placeholder)이다. 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는: 상기 그래프 인터페이스의 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들을 형성하기 위한 정보를 식별하기 위해 제 1 방향성 그래프를 분석하는 단계, 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 단계 - 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각은 메타데이터 설명자 속성 또는 메타데이터 전파 속성의 방향 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 속성들과 연관됨 - , 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성의 값이 제 1 방향성 그래프로부터 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 그래프 인터페이스가 사용되는 컨테이너 그래프인 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 여부를 결정하는 단계, 및 상기 분석 결과에 기반하여 상기 인터페이스 엘리먼트에 대한 메타데이터 전파 속성의 방향을 구성하는 단계를 포함한다.

[0021] 양상들은 다음 특징들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성은 상기 인터페이스 엘리먼트를 통해 전달된 데이터의 데이터 특성 또는 상기 다수의 컴포넌트들 중 적어도 하나 컴포넌트들의 계산 특성을 포함할 수 있다. 상기 데이터 특징은 상기 전달된 데이터 내의 레코드 필드들의 포맷을 포함 할 수 있다. 상기 계산 특성은 상기 다수의 컴포넌트들 중 적어도 하나의 컴포넌트에 의해 표현된 계산의 실행의 평행리즘(parallelism)의 정도를 포함할 수 있다. 상기 제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는, 상기 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 적어도 하나의 속성들이 인터페이스 엘리먼트가 상기 그래프 인터페이스를 통해 파라미터 값을 전달하도록 구성되는 것을 명시하는 단계를 포함 할 수 있다. 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 상기 메타데이터 설명자 속성의 값이 상기 제 1 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지를 결정하는 단계는, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 상기 메타데이터 설명자 속성의 값이 상기 메타데이터 설명자 속성의 값을 상기 인터페이스에 전달하는 상기 다수의 컴포넌트들 중 하나의 컴포넌트의 식별에 기반하여 상기 제 1 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 상기 메타데이터 설명자 속성의 값이 상기 제 1 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지를 결정하는 단계는, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 상기 메타데이터 설명자 속성의 값이 상기 다수의 컴포넌트들 중 어느 컴포넌트도 상기 메타데이터 설명자 속성의 값을 상기 인터페이스에 전달하지 않는 결정에 기반하여 상기 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 단계는 적어도 둘 이상의 인터페이스 엘리먼트들이 각각 반드시 동일한 속성과 연관이 있는지를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은, 데이터 저장 시스템에서, 상기 그래프 인터페이스의 표현 및 상기 제 1 방향성 그래프의 표현을 저장하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들 중 적어도 일부는, 상기 다수의 컴포넌트들 중 하나의 컴포넌트의 포트에 연결된 방향성 링크를 상기 다수의 컴포넌트들에서 포함되지 않는 다른 컴포넌트의 포트에 결합하기 위한 흐름 접속을 포함할 수 있다.

[0024] 다른 일반적인 양상에서, 그래프 인터페이스를 결정하기 위해, 컴퓨터-판독가능 매체 상에 비-일시적 형태로 저장되는 소프트웨어는, 컴퓨팅 시스템으로 하여금, 방향성 링크들(directed links)에 의해 상호연결된 다수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하고, 그리고 제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하도록 하는 명령들을 포함하고 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 placeholder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은: 상기 그래프 인터페이스의 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들을 형성하기 위한 정보를 식별하기 위해 제

1 방향성 그래프를 분석하는 것, 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각은 메타데이터 설명자 속성 또는 메타데이터 전파 속성의 방향 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 속성들과 연관됨 - , 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성의 값이 제 1 방향성 그래프로부터 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 그래프 인터페이스가 사용되는 컨테이너 그래프인 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 여부를 결정하는 것, 및 상기 분석 결과에 기반하여 상기 인터페이스 엘리먼트에 대한 메타데이터 전파 속성의 방향을 구성하는 것을 포함한다.

[0025] 다른 일반적인 양상에서, 그래프 인터페이스를 결정하는 컴퓨팅 시스템은, 적어도 하나의 방향성 링크들 (directed links)의 제 1 세트에 의해 상호연결된 제 1 다수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프 (directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하도록 구성된 입력 디바이스, 및 상기 명세를 프로세싱하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 프로세싱하는 것은 제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 것을 포함하고, 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더 (placeholder)이고, 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은: 상기 그래프 인터페이스의 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들을 형성하기 위한 정보를 식별하기 위해 제 1 방향성 그래프를 분석하는 것, 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각은 메타데이터 설명자 속성 또는 메타데이터 전파 속성의 방향 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 속성들과 연관됨 - , 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성의 값이 제 1 방향성 그래프로부터 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 그래프 인터페이스가 사용되는 컨테이너 그래프인 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 여부를 결정하고, 및 상기 분석 결과에 기반하여 상기 인터페이스 엘리먼트에 대한 메타데이터 전파 속성의 방향을 구성하는 것을 포함한다.

[0026] 다른 일반적인 양상에서, 그래프 인터페이스를 결정하기 위한 컴퓨팅 시스템은, 방향성 링크들(directed links)에 의해 상호연결된 복수의 컴포넌트들을 포함하는 제 1 방향성 그래프(directed graph)의 설명(description)을 포함하는 명세(specification)를 수신하기 위한 수단, 및 상기 명세를 프로세싱하기 위한 수단을 포함하고, 상기 프로세싱하기 위한 수단은, 제 1 방향성 그래프에 대한 그래프 인터페이스를 형성하는 것을 포함하고 - 상기 그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 실행 이전에 상기 그래프 인터페이스에 따르는 구현에 의해 대체될 컨테이너 그래프의 플레이스홀더(placeholder)임 - , 상기 그래프 인터페이스를 형성하는 것은, 상기 그래프 인터페이스의 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들을 형성하기 위한 정보를 식별하기 위해 제 1 방향성 그래프를 분석하는 것, 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트를 형성하는 것 - 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트들 각각은 메타데이터 설명자 속성 또는 메타데이터 전파 속성의 방향 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 속성들과 연관됨 - , 및 적어도 하나의 인터페이스 엘리먼트들의 적어도 일부 인터페이스 엘리먼트 각각에 대해, 상기 제 1 방향성 그래프를 분석하여, 상기 인터페이스 엘리먼트와 연관된 메타데이터 설명자 속성의 값이 제 1 방향성 그래프로부터 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 또는 상기 그래프 인터페이스가 사용되는 컨테이너 그래프인 제 2 방향성 그래프로부터 상기 인터페이스 엘리먼트로 전파되는지 여부를 결정하고, 및 상기 분석 결과에 기반하여 상기 인터페이스 엘리먼트에 대한 메타데이터 전파 속성의 방향을 구성하는 것을 포함한다.

[0027] 양상들은 다음의 이점들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0028] 데이터 흐름 그래프 소프트웨어 개발과 관련하여, 서브-그래프 인터페이스 및 대응하는 구현 서브-그래프를 포함하는, 정적으로 링크된 서브-그래프를 동적으로 링크된 서브-그래프로 변환할 수 있는 능력이 필요하다. 일부 예들에서, 일단 정적으로 링크된 서브-그래프가 그 컨테이너 그래프로부터 제거되면, 메타데이터 전파에 대한 상당한 장애가 발생할 수 있기 때문에, 그렇게 하는 것은 어렵다.

[0029] 예를 들어, 서브-그래프 인터페이스의 구현이 컨테이너 그래프에서 인스턴스화될(instantiated) 때, 메타데이터 전파 프로세스는 구현 서브-그래프를 그 모든 정점들이 네이티브 그래프 정점인 것처럼 취급한다. 메타데이터 전파 프로세스가 메타데이터를 구현 서브-그래프로 전파할 때, 컨테이너 그래프로부터의 메타데이터는 구현 서브-그래프로부터의 메타데이터와 혼합되고, 이는 예기치 않은 결과를 초래할 수 있다. 레이아웃 알고리즘은 레이아웃을 할당하기 위해 가중치의 전체적인 고려에 복잡한 방식으로 의존하기 때문에, 레이아웃 메타데이터의 경우에 이러한 혼합이 악화된다. 레이아웃 메타데이터는 예를 들어, 실행될 수 있는 컴포넌트의 인스턴스의 수

(예를 들어, 실행될 수 있는 최대 수 및/또는 실행될 수 있는 최대 수)를 지정함으로써, 패러렐리즘 정도와 같은 계산 특성을 특정하고, 선택적으로 적어도 하나의 인스턴스가 실행될 특정 호스트와 같은 기타 정보를 포함할 수 있다.

[0030] 또한, 다수의 상이한 컨테이너 그래프들 및 구현 서브-그래프들은 임의의 주어진 서브-그래프 인터페이스를 사용할 수 있으며, 각각은 임의의 서브-그래프 인터페이스를 통해 상이하게 전파된다. 따라서, 구현 서브-그래프(들)에 고유한 특성들을 임의의 하나의 컨테이너 또는 구현 서브-그래프에서 사실인 특성들로부터 분리하는 것이 유용하다.

[0031] 그렇게 하기 위해, 본 명세서에 설명된 양상들은 지정된 서브-그래프로부터 서브-그래프 인터페이스를 자동으로 생성하고, 선택적으로, 사용자는 자동적으로 생성된 서브-그래프 인터페이스와 연관된 메타데이터 제약을 강화하거나 완화하게 할 수 있다.

[0032] 다른 이점들 중에서, 양상들은 다수의 컨테이너 그래프 및 서브-그래프 구현에 부합하는 동적으로 링크된 서브-그래프 인터페이스의 생성을 용이하게 하여 보다 다양하고 재사용 가능한 서브-그래프 인터페이스를 가능하게 한다.

[0033] 양상들은, 선택적으로 사용자 입력을 수신할 수 있고, 재사용 가능한 서브-그래프 인터페이스를 포함하는 동적 링크된 서브-그래프의 생성을 초래할 수 있는, 다수의 단계들을 통해 자동으로 진행할 수 있다.

[0034] 본 발명의 다른 특징들 및 이점들은 하기의 설명, 및 청구 범위로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 서브-그래프 인터페이스 생성을 위한 시스템의 블록도이다.

도 2a는 서브-그래프 인터페이스를 포함하는 데이터 흐름 그래프이다.

도 2b는 서브-그래프 인터페이스의 구현이다.

도 2c는 조합된 데이터 흐름 그래프이다.

도 3은 동적으로 링크된 서브-그래프 생성을 위해 특정된 데이터 흐름 그래프이다.

도 4는 동적으로 링크된 서브-그래프 생성을 위한 개발 환경의 블록도이다.

도 5는 자동 동적 서브-그래프 생성기의 블록도이다.

도 6은 제 1 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스를 도시한다.

도 7은 그 흐름 접속들에 대해 결정된 메타데이터 전파 방향을 갖는 초기 서브-그래프 인터페이스이다.

도 8은 제 2 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스이다.

도 9는 메타데이터 규칙을 포함하는 초기 서브-그래프 인터페이스이다.

도 10은 서브-그래프 인터페이스 파라미터를 포함하는 초기 서브-그래프 인터페이스를 도시한다.

도 11은 완료된 초기 서브-그래프 인터페이스이다.

도 12는 서브-그래프 인터페이스 개선 위저드(sub-graph interface refinement wizard)의 흐름 접속 구성 화면이다.

도 13은 서브-그래프 인터페이스 개선 위저드의 전파 규칙 설정 화면이다.

도 14는 서브-그래프 인터페이스 구성 위저드의 레이아웃 구성 화면이다.

도 15는 서브-그래프 인터페이스 설정 위저드의 파라미터 설정 화면이다.

도 16은 최종 서브-그래프 인터페이스이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 도 1은 서브-그래프 인터페이스 생성 기술들이 사용될 수 있는 데이터 처리 시스템(100)의 예를 도시한다.

[0037] 시스템(100)은, 임의의 다양한 포맷들(예를 들어, 데이터베이스 테이블들, 스프레드 시트 파일들, 플랫 텍스트

파일들, 또는 메인 프레임에서 사용하는 네이티브 포맷)로 데이터를 저장하거나 제공할 수 있는, 온라인 데이터 스트림들에 대한 저장 디바이스들 또는 연결들과 같은 적어도 하나의 데이터 소스들을 포함할 수 있는 데이터 소스(102)를 포함한다. 실행 환경(104)은 전처리 모듈(106) 및 실행 모듈(112)을 포함한다. 실행 환경(104)은, 예를 들어, UNIX 운영 체제의 버전과 같은, 적합한 운영 체제의 제어 하에 적어도 하나의 범용 컴퓨터들 상에서 호스팅될 수 있다. 예를 들어, 실행 환경(104)은 멀티 중앙 프로세싱 유닛들(CPUs) 또는 프로세서 코어들, 로컬 (예컨대, 대칭 멀티-프로세싱(SMP) 컴퓨터들과 같은 멀티프로세서 시스템들) 또는 로컬로 분산된(예컨대, 클러스터들 또는 대규모 병렬 프로세싱(MPP) 시스템들로 결합된 멀티 프로세서들) 시스템들, 또는 원격, 또는 원격으로 분산된(예컨대, LAN(Local Area Network) 및/또는 WAN(Wide-Area Network)을 통해 결합된 멀티 프로세서들) 시스템들, 또는 이들의 임의의 조합 중 어느 하나를 사용하는 컴퓨터 시스템들의 구성을 포함하는, 멀티-노드 병렬 컴퓨팅 환경, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0038] 전처리 모듈(106)은 데이터 저장 시스템(116)으로부터 적어도 하나의 데이터 흐름 그래프들(114)을 관독하고, 실행 모듈(112)에 의한 실행을 위해 데이터 흐름 그래프를 준비한다. 일부의 경우, 이 준비 프로세스의 일부는, 데이터 흐름 그래프들(114) 내의 임의의 서브-그래프 인터페이스들을 따르는 임의의 구현 서브-그래프를 동적으로 링크하는 것을 포함한다. 이 동적 링크(dynamic linking)는 전형적으로 메타데이터 전파를 포함한다. 여기에 기술된 기술들을 사용하여 자동적으로 생성된 임의의 서브-그래프 인터페이스는, 그 특성이 메타데이터 전파를 용이하게 하도록 구성된, 아래에서 자세히 설명되는 바와 같이, 흐름 접속들 또는 파라미터와 같은 요소('인터페이스 엘리먼트'라고 불림)를 포함할 것이다. 전처리 모듈(106)은 컨테이너 데이터 흐름 그래프 내의 서브-그래프 인터페이스에 "따르는" (예컨대, 일치하는) 특정 동적-링크된 구현 서브-그래프를 실행 모듈(112)에 의한 실행 직전에 그 컨테이너 흐름 그래프로 로딩한다. 예를 들어, 구현 서브-그래프를 따르는 것은 서브-그래프 인터페이스상의 흐름 접속들과 일치하는 포트를 가져야 하며, 서브-그래프 인터페이스와 연관된 파라미터들과 일치하는 파라미터 값을 가져야 한다.

[0039] 실행 환경(104)은 상이한 형태의 데이터베이스 시스템들을 포함하는, 데이터 소스(102)를 구현할 수 있는, 다양한 유형의 시스템들로부터 데이터를 수신할 수 있다. 데이터는, 가능한 경우 null 값을 포함하는, 각 필드들(또한 "속성들(attributes)" 또는 "열들(columns)"이라고도 함)에 대한 값을 갖는 레코드들로서 조직화될 수 있다. 데이터 소스로부터 데이터를 먼저 관독할 때, 실행 모듈(112)은 전형적으로 그 데이터 소스 내의 레코드들에 관한 일부 초기 포맷 정보로 시작한다. 일부 상황들에서, 데이터 소스의 기록 구조는 초기에 알려지지 않을 수도 있고, 대신에 데이터 소스 또는 데이터의 분석 후에 결정될 수 있다. 기록에 관한 초기 정보는, 예를 들어, 구별 값, 레코드 내의 필드 순서, 및 비트들로 표시되는 값 유형(예: 문자열, 부호가 있거나/부호가 없는 정수)을 나타낸다.

[0040] 데이터 소스(102)를 제공하는 저장 장치는 실행 환경(104)에 국부적일 수 있고, 예를 들어, 실행 환경(104)(예를 들어, 하드 드라이브(108))을 호스팅하는 컴퓨터에 연결된 저장 매체 상에 저장될 수 있거나, 또는 실행 환경(104)에 원격일 수 있고, 예를 들어 원격 접속(예를 들어, 클라우드 컴퓨팅 인프라 구조에 의해 제공됨)을 통해, 실행 환경(104)을 호스팅하는 컴퓨터와 통신하는 원격 시스템(예를 들어, 메인 프레임(110) 상에 호스팅될 수 있다.

[0041] 실행 모듈(112)은 전처리 모듈(106)에 의해 준비된 데이터를 처리하여 출력 데이터를 생성한다. 출력 데이터는 실행 환경(104)에 액세스 가능한 데이터 소스(102) 또는 데이터 저장 시스템(116)에 다시 저장되거나, 또는 달리 사용될 수 있다.

[0042] 데이터 저장 시스템(116)은 또한 개발 환경(118)에 액세스 가능하다. 개발자(120)는 개발 환경(118)을 사용하여 정점들 사이의 지시된 링크들(작업 엘리먼트들의 흐름들, 즉 데이터를 나타냄)에 의해 연결된 정점들(데이터 프로세싱 컴포넌트들 또는 데이터 세트들을 나타냄)을 포함하는 데이터 흐름 그래프로서 애플리케이션들을 개발할 수 있다. 예를 들어, 이러한 환경은, 본 명세서에 참고로 포함된, "Managing Parameters for Graph-Based Applications"라는 제목의 미국 특허 제2,007/0011668호에 보다 상세히 기술되어 있다. 이러한 그래프-기반 계산을 실행하기 위한 시스템은, 본 명세서에 참고로 포함된, "EXECUTING COMPUTATIONS EXPRESSED AS GRAPHS,"이라는 미국 특허 제5,966,072호에 기재되어 있다. 이 시스템에 따라 작성된 데이터 흐름 그래프들은 그래프 컴포넌트들에 의해 표현된 개별적인 프로세스들로 정보를 가져오고 오고 나가게 하고, 프로세스들 간에 정보를 이동시키고, 프로세스들의 실행 순서를 정의하는, 방법들을 제공한다. 이 시스템은 임의의 사용 가능한 방법들(예를 들어, 그래프의 링크들에 따른 통신 경로들은 TCP/IP 또는 UNIX 도메인 소켓들을 사용하거나, 공유된 메모리를 사용하여 프로세스 간에 데이터를 전달할 수 있음)로부터 프로세스 간 통신 방법들을 선택하는 알고리즘들을

포함한다

- [0043] 일부 실시 예들에서, 개발 환경(118)은 이하에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 종래의 서브-그래프로부터 동적인 서브-그래프를 생성하기 위한 동적 서브-그래프 생성기(121)를 포함한다.
- [0044] 1. 동적으로 링크된 서브-그래프들(Dynamically Linked Sub-Graphs)
- [0045] 개발 환경(118)에서 개발될 수 있는 하나의 특정 유형의 데이터 흐름 그래프는 "동적 링크된 서브-그래프 (dynamic-linked sub-graph)"라고 불린다. 일반적으로, 동적으로 링크된 서브-그래프는 서브-그래프 인터페이스 및 서브-그래프 인터페이스를 따르는 구현 서브-그래프를 포함한다. 서브-그래프 인터페이스는 컨테이너 그래프의 흐름과 서브-그래프 인터페이스와 연관된 서브-그래프 사이의 연결 지점들을 정의하는, 적어도 하나의 "흐름 접속들"을 포함한다. 각각의 흐름 접속은 제 1 데이터 흐름 그래프의 컴포넌트 상의 포트로의 또는 포트로부터의 데이터 흐름과 제 2 데이터 흐름 그래프의 컴포넌트 상의 포트로의 또는 포트로부터의 데이터 흐름 간의 연결(또는 "접속")을 나타낸다.
- [0046] 데이터 흐름 그래프를 개발할 때, 개발자는 서브-그래프 인터페이스를 데이터 흐름 그래프에서 구현 서브-그래프를 위한 플레이스홀더(placeholder)로서 사용할 수 있다. 일부 예들에서, 서브-그래프 인터페이스를 포함하는 데이터 흐름 그래프는 "컨테이너 데이터 흐름 그래프", 또는 단순히 "컨테이너 그래프"로 지칭된다.
- [0047] 도 2a를 참조하면, 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)의 일례는, 흐름들(206A-206E)에 의해 상호연결된 포트들(204A-204J)을 모두 갖는, 복수의 컴포넌트들(208A-208B) 및 서브-그래프 인터페이스(210)에 데이터를 제공하거나 이들로부터 데이터를 수신하는 다수의 데이터 세트들(202A-202C)을 포함한다. 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)에서, 서브-그래프 인터페이스(210) 대신 데이터 흐름 그래프에 정적으로 링크된 컴포넌트는 없다. 대신에, 서브-그래프 인터페이스(210)는 서브-그래프 인터페이스(210)를 따르는 구현 서브-그래프로 대체될 데이터 흐름 그래프(200)에서 플레이스홀더로서 기여한다(serve).
- [0048] 도 2b를 참조하면, 도 2a의 서브-그래프 인터페이스(210)에 대응하는 구현 서브-그래프(201)의 일례는, 흐름들(206F-206I)에 의해 상호연결되는, 복수의 컴포넌트들(208C-208D) 및 포트들(204D, 204F, 204G 및 204K-204O)을 포함한다. 구현 서브-그래프(201)가 도 2a의 서브-그래프 인터페이스(210)의 구현이기 때문에, 구현 서브-그래프는 서브-그래프 인터페이스(210)상의 입력 포트에 대응하는 입력 흐름들(206G, 206F) 및 서브-그래프 인터페이스(210)상의 출력 포트에 대응하는 출력 흐름들을 갖는다.
- [0049] 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)를 개발한 후(예를 들어, 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)를 실행하기 바로 전에), 데이터 흐름 그래프는 실행을 위해 준비된다. 실행을 위한 데이터 흐름 그래프를 준비하는 한 단계는 구현 서브-그래프(201)를 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)에 링크시킴으로써, 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)의 서브-그래프 인터페이스(210)를 구현 서브-그래프(201)로 대체함으로써 결합된 데이터 흐름 그래프를 형성하는 것을 포함한다.
- [0050] 예를 들어, 도 2c를 참조하면, 결합된 데이터 흐름 그래프(300)는 서브-그래프 인터페이스(210) 대신에도 도 2b의 구현 데이터 흐름 그래프(201)가 링크된 도 2a의 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)를 포함한다. 구현 데이터 흐름 그래프(201)가 서브-그래프 인터페이스(210)에 일치하기 때문에, 구현 데이터 흐름 그래프(201)의 모든 입력 및 출력 포트는 흐름들을 통해 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)의 컴포넌트들에 연결된다. 구현 서브-그래프(201)를 컨테이너 데이터 흐름 그래프(200)에 링크시킴으로써 결합된 데이터 흐름 그래프(300)를 형성한 후에, 결합된 데이터 흐름 그래프(300)가 컴파일되고 실행될 수 있다.
- [0051] 동적으로 링크된 서브-그래프의 전술한 설명은 서브젝트(subject)에 대한 프라이머(primer)로서의 역할을 하기 위한 것이지 서브젝트에 대한 철저한 설명은 아니다. 동적으로 링크된 서브-그래프에 대한보다 상세한 설명은, 본 명세서에 참고로 포함된, "MANAGING INTERFACES FOR SUB-GRAPHS,"라는 제목의 미국 특허 출원 제 14/561,494호에서 찾을 수 있다.
- [0052] 2. 동적 링크된 서브-그래프 생성(Dynamically Linked Sub-Graph Generation)
- [0053] "MANAGING INTERFACES FOR SUB-GRAPHS,"라는 제목의 미국 특허 출원 제14/561,494호에 설명된 것과 같은 일부 예에서, 서브-그래프 인터페이스들은 사용자 지정되고 사용자들은 서브-그래프 인터페이스들을 따르는 구현 서브-그래프들을 작성한다. 다른 실시 예들에서, 기존, 종래의(즉, 정적으로 링크된) 서브-그래프들로부터 서브-그래프 인터페이스들 및 구현 서브-그래프들을 생성할 필요가 있다.
- [0054] 예를 들어, 도 3을 참조하면, 종래의 서브-그래프로부터 동적으로 링크된 서브-그래프의 생성을 개시하기 위해,

종래의 서브-그래프(400)는 개발 환경(118)을 이용하여(예를 들어, 사용자가 디스크로부터 종래의 서브-그래프(400)를 나타내는 파일을 선택함으로써) 우선 지정된다.

[0055] 2.1 지정된 서브-그래프 개요(Specified Sub-Graph Overview)

이 예에서, 특정 서브-그래프(400)의 블록도는, 복수의 컴포넌트들(302A-302C)을 사용하여, 제 1 입력 포트(304A) 및 제 2 입력 포트(304B)로부터 수신된 데이터를 프로세싱하고 프로세싱된 데이터를 제 1 출력 포트(304C), 제 2 출력 포트(304D), 및 제 3 출력 포트(304E)에 기록하도록 구성된다. 서브-그래프(400)는 제 1 컴포넌트(302A), 제 2 컴포넌트(302B), 제 3 컴포넌트(302C) 및 제 4 컴포넌트(302D)를 포함한다. 컴포넌트들 각각은 입력 데이터를 수신하기 위한 입력 포트들 및 출력 데이터를 제공하기 위한 출력 포트들(예를 들어, 포트들(304F-304N)) 중 하나 또는 둘 모두를 갖는다. 일반적으로, 각각의 컴포넌트는 그 입력 포트(들)로 흐르는 입력 데이터에 적어도 하나의 계산을 적용하고 계산 결과를 출력 포트(들)를 통해 출력으로서 제공한다. 특정 유형의 컴포넌트들(예를 들어, 제 3 컴포넌트(302C))이 입력 포트들만 또는 출력 포트들만을 포함할 수 있는 것이 언급된다.

[0057] 서브-그래프(400)의 입력 및 출력 포트들은 데이터가 서브-그래프(400)의 포트들과 컴포넌트들 사이에서 어떻게 전파되는지를 정의하는 흐름들(306A-306G)에 의해 상호연결된다. 구체적으로, 서브-그래프(400)의 경계에 포함된 제 1 입력 포트(304A)는 제 1 흐름(306A)에 의해 제 1 컴포넌트(302A)에 포함된 제 3 입력 포트(304F)에 연결된다. 서브-그래프(400)의 경계에 포함된 제 2 입력 포트(304B)는 제 2 흐름(306B)에 의해 제 2 컴포넌트(302B)에 포함된 제 4 입력 포트(304G)에 연결된다. 제 1 컴포넌트(302A)에 포함된 제 4 출력 포트(304H)는 제 3 흐름(306C)에 의해 제 4 컴포넌트(302D)에 포함된 제 5 입력 포트(304J)에 연결된다. 제 2 컴포넌트(302B)에 포함된 제 5 출력 포트(304I)는 제 4 흐름(306D)에 의해 제 4 컴포넌트(302D)에 포함된 제 6 입력 포트(304K)에 연결된다.

[0058] 제 3 컴포넌트(302C)에 포함된 제 6 출력 포트(304N)는 제 5 흐름(306E)에 의해 서브-그래프(400)의 경계에서 제 3 출력 포트(304E)에 연결된다. 제 4 컴포넌트(302D)에 포함된 제 7 출력 포트(304L)는 제 6 흐름(306F)에 의해 서브-그래프(400)의 경계에서 제 1 출력 포트(304C)에 연결된다. 제 4 컴포넌트(302D)에 포함된 제 8 출력 포트(304M)는 제 7 흐름(306G)에 의해 서브-그래프(400)의 경계상의 제 2 출력 포트(304D)에 연결된다. 제 3 컴포넌트(302C)는 파라미터(P1)에 의해 구성 가능하다.

[0059] 2.2 동적 서브-그래프 생성기(Dynamic Sub-Graph Generator)

[0060] 도 4를 참조하면, 지정된 서브-그래프(400)로부터 동적 링크된 서브-그래프를 생성하기 위해, 지정된 서브-그래프(400)가 개발 환경(118)의 동적 서브-그래프 생성기(121)로 먼저 관통된다. 일부 예들에서, 서브-그래프 생성기(121)는 자동 동적 서브-그래프 생성기(122) 및 서브-그래프 인터페이스 개선 모듈(128)을 포함한다. 매우 일반적으로, 자동 동적 서브-그래프 생성기(122)는 초기 서브-그래프 인터페이스(126)를 자동적으로 생성하고, 지정된 서브-그래프(400)에 대한 구현 서브-그래프(124)를 선택적으로 생성하고, 서브-그래프 인터페이스 인터페이스 개선 모듈(sub-graph interface refinement module)(128)은 자동적인 개선 프로세스를 수행하고, 사용자 입력을 수신하여, 최종 서브-그래프 인터페이스(130)를 생성하기 위해 초기 서브-그래프 인터페이스(126)를 수정하도록 선택적으로 구성된다. 일부 예들에서, 최종 서브-그래프 인터페이스(130)는 인터페이스(130)상의 특정 포트가 선택적으로 지정될 수 있다는 의미에서 초기 서브-그래프 인터페이스(126)보다 더 제한적이거나 또는 제한적인 특성을 가지거나, 또는 최종 서브-그래프 인터페이스(130)가 더 많은 수의 구현 서브-그래프들을 수용할 수 있도록 인터페이스(130)상의 특정 포트와 연관된 메타데이터 제한이 완화될 수 있다. 최종 서브-그래프 인터페이스(130)는, 선택적으로, 나중에 사용하기 위해 데이터 저장 장치(116)에 저장된다.

[0061] 일부 예들에서, 서브-그래프 인터페이스(126)에 행해진 수정 중 적어도 일부에 대해서, 서브-그래프 인터페이스 개선 모듈(128)은 또한 구현 서브-그래프(124)에 대응하는 수정을 한다. 일부 실시 예들에서, 구현 서브-그래프(124)는 생성되지 않고, 서브-그래프 인터페이스(130)는 적어도 하나의 구현 서브-그래프들의 잠재적 미래 개발을 위해 그 자체로 사용된다.

[0062] 2.2.1 자동 동적 서브-그래프 생성기(Automatic Dynamic Sub-Graph Generator)

[0063] 도 5를 참조하면, 자동 동적 서브-그래프 생성기(122)는 특정 서브-그래프(400)를 수신하고, 구현 서브-그래프 형성 모듈(132) 및 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)에 특정 서브-그래프(400)를 제공한다.

[0064] 2.2.1.1 구현 서브-그래프 형성(Implementation Sub-Graph Formation)

- [0065] 구현 서브-그래프 형성 모듈(132)은 출력으로서 동적 서브-그래프 생성기(122)로부터 전달되는, 구현 서브-그래프(124)를 생성하기 위해 특정된 서브-그래프(400)를 프로세싱한다. 일부 실시 예들에서, 구현 서브-그래프(124)는 지정된 서브-그래프(400)의 복사를 먼저 생성함으로써 형성된다. 그 다음, 전술한 바와 같이, 서브-그래프 인터페이스(126)에 대해 행해진 적어도 일부 수정들에 대해, 서브-그래프 인터페이스 개선 모듈(128)은 또한 구현 서브-그래프(124)를 형성하기 위해 지정된 서브-그래프(400)의 복사에 대해 대응하는 수정들을 한다. 예를 들어, 서브-그래프 인터페이스(126) 상에 전파하는 "내향(inward)"으로 표시된 흐름 접속들은 또한 구현 서브-그래프(124) 상에 전파하는 "내향"으로서 마킹될 수 있다. 또한, 구현 서브-그래프(124)의 내부 구조에 대한 어느 정도의 편집이 디자인된 전파 방향을 지원하도록 이루어질 필요가 있을 수 있다.
- [0066] 2.2.1.2 메타데이터 전파 방향 식별(Metadata Propagation Direction Identification)
- [0067] 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)은 지정된 서브-그래프의 경계상의 포트들에 대응하는 흐름 접속들을 식별함으로써 초기 서브-그래프 인터페이스를 형성하고 식별된 흐름 접속들 각각에 대한 메타데이터 전파의 방향을 결정한다.
- [0068] 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)의 동작을 설명하기 전에, 메타데이터 전파에 대한 간단한 설명이 제공된다. 데이터 흐름 그래프에서, 데이터 흐름 그래프 내의 컴포넌트의 포트 및/또는 컴포넌트 자체와 연관된 메타데이터와 연관된 메타데이터가 관리되는 것이 중요하다. 일부 예들에서, 메타데이터는 데이터의 설명자(예를 들어, 필드의 시퀀스 및 포트로 유입되거나 유출되는 레코드들의 데이터 탑재들을 포함하는 포트에 대한 레코드 포맷) 또는 계산 특성(예를 들어, 파티셔닝 또는 컴포넌트에 대한 레이아웃)을 포함한다. 다른 실시 예들에서, 메타데이터는 컴포넌트가 사용할 수 있는 메모리의 양, 컴포넌트가 사용할 수 있는 컴퓨팅 자원들, 소티드니스(sortedness), 압축 방법, 문자 세트, 바이너리 표현(예: 빅-엔디안, 리틀-엔디안) 또는 데이터 변환들을 포함한다.
- [0069] 메타데이터 관리는 수동으로, 자동으로, 또는 수동 및 자동 메타데이터 관리의 조합을 사용함으로써, 달성될 수 있다. 수동 메타데이터 관리의 경우, 메타데이터는, 예를 들어, 그래프 개발자 또는 그래프 사용자에 의해 제공된다. 자동 메타데이터 관리의 경우, 메타데이터는 공지된(즉, 명시적으로 정의된) 메타데이터를 갖는 그래프의 부분들로부터 미지의 메타데이터를 갖는 그래프의 부분들로 전파된다. 메타데이터 전파는 주어진 포트 또는 컴포넌트에 대한 메타데이터가 그래프 사용자 또는 개발자에 의해 직접 공급되지 않을 때 필요하다. 그러한 경우에, 주어진 포트 또는 컴포넌트에 대한 메타데이터는 그래프 내의 다른 포트들 또는 컴포넌트들로부터 도출되어야 한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이 메타데이터 전파라는 용어는 이러한 유도 프로세스(derivation process)를 지칭한다.
- [0070] 종래의 컴포넌트들 및 데이터 세트들을 포함하는 종래의 데이터 흐름 그래프에서, 데이터 흐름 그래프를 통한 명시적으로 정의된 메타데이터의 이러한 전파는 데이터 흐름 그래프의 모든 컴포넌트와 연관된 메타데이터를 초래한다. 메타데이터 전파에서 발생하는 임의의 충돌은 일반적으로 개발자 개입을 위해 플래그된다. 그러나, 서브-그래프 인터페이스를 포함하는 데이터 흐름 그래프에 대한 메타데이터 전파는 일반적으로 종래의 컴포넌트만을 포함하는 데이터 흐름 그래프에 대한 메타데이터 전파와 다르게 취급된다. 특히, 메타데이터는 편집-시간 메타데이터 전파 스테이지 및 링크-시간 메타데이터 해석 스테이지의 두 스테이지들로 전파될 수 있다.
- [0071] 서브-그래프 인터페이스 대신에 링크될 컨테이너 그래프(즉, 서브-그래프 인터페이스를 컴포넌트로서 포함하는 그래프) 및 구현 서브-그래프(즉, 서브-그래프 인터페이스를 따르는 서브-그래프)는 서로의 메타데이터 정보를 알지 못하기 때문에, 이 2 스테이지 접근법이, 편집-시간에, 사용된다. 이 정보에 대한 액세스가 없다면, 종래의 메타데이터 전파는 메타데이터가 구현 서브-그래프로의 "내향" 방향으로(즉, 컨테이너 그래프는 구현 서브-그래프에 대한 메타데이터의 소스로서 작용함) 또는 구현 서브-그래프로부터 "외향" 방향으로(즉, 컨테이너 그래프는 구현 서브-그래프로부터의 메타데이터의 싱크(sink)로서 작용함) 전파되어야 하는지를 알 수 있는 방법이 없다.
- [0072] 따라서, 서브-그래프 인터페이스를 포함하는 데이터 흐름 그래프에서 메타데이터 전파를 가능하게 하기 위해, 서브-그래프 인터페이스의 각각의 흐름 접속은 메타데이터 전파 방향을 특정한다. 일부 예들에서, 메타데이터 전파의 가능한 방향들의 세트는 "내향" 전파 및 "외향" 전파를 포함한다.
- [0073] 서브-그래프 인터페이스상의 흐름 접속이 "내향"의 메타데이터 전파 방향을 갖는 것으로 선언될 때, 컨테이너 그래프의 메타데이터 전파는 흐름 접속에 연결된 흐름을 통해 메타데이터 정의를 제공한다(결국 구현 서브-그래프의 흐름에 연결된 포트에 대해). 즉, 컨테이너 그래프에서, 편집-시간 메타데이터 전파는 흐름 접속을 메타데

이터 싱크로서 취급한다.

[0074] 서브-그래프 인터페이스상의 흐름 접속이 "외향"의 메타데이터 전파 방향을 갖는 것으로 선언될 때, 구현 서브-그래프의 메타데이터 전파는 흐름 접속에 대한 메타데이터 정의를 컨테이너 그래프에 제공한다. 즉, 컨테이너 그래프에서, 편집-시간 메타데이터 전파는 흐름 접속을 메타데이터에 대한 편집-시간 정의가 존재하지 않더라도 메타데이터 소스로서 취급한다(정의는 구현 서브-그래프로부터 링크-시간에 단지 이용 가능하기 때문에).

[0075] 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)은 지정된 서브-그래프(400)에서 메타데이터의 공지된 소스들(예를 들어, 포트들)을 식별하고, 식별된 소스들로부터 시작된 메타데이터 전파 프로세스를 수행하여 초기 서브-그래프 인터페이스(126) 상에 지정된 서브-그래프(400) 및 이들의 대응하는 흐름 접속의 경계상의 포트에 대한 메타데이터 전파의 방향을 결정한다

[0076] 도 6을 참조하면, 동작 시에, 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)은 지정된 서브-그래프(400)의 제 1 입력 포트(304A)에 대응하는 제 1 흐름 접속, i0(644), 지정된 서브-그래프(400)의 제 2 입력 포트(304B)에 대응하는 제 2 흐름 접속, i1(646), 지정된 서브-그래프의 제 1 출력 포트(304C)에 대응하는 제 3 흐름 접속, o0(648), 지정된 서브-그래프(400)의 제 2 출력 포트(304D)에 대응하는 제 4 흐름 접속, o1(650), 및 지정된 서브-그래프(400)의 제 3 출력 포트(304E)에 대응하는 제 5 흐름 접속, o2를 포함하는 초기 서브-그래프 인터페이스(126)를 생성한다.

[0077] 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)은 그 다음에, 메타데이터의 알려진 소스들과 같이(예컨대, 포트들의 특성을 분석함으로써), 지정된 서브-그래프(400)의 제 1 컴포넌트(302A)에 포함된 제 4 출력 포트(304H) 및 지정된 서브-그래프(400)의 제 3 컴포넌트(302C)에 포함된 제 6 출력 포트(304H)를 식별한다. 도 6에서, 제 4 출력 포트(304H) 및 제 6 출력 포트(304N)와 연관된 메타데이터는, 각각, M1 및 M2로 표시된다. 그러나, 표기 M1 및 M2는 임의의 특정 메타데이터 값이 공지된 메타데이터 소스와 연관된다는 것을 의미하는 것은 아니다. 실제로, 일부 예들에서, 공지된 메타데이터 소스와 연관된 특정 메타데이터 값은 알려지지 않았고, M1 및 M2는 전파에 사용될 수 있는 단순히 플레이스홀더 메타데이터 값이다. 물론, 플레이스홀더 메타데이터 값은 컨테이너 그래프가 실행될 때 알려져 있다. 다른 예들에서, M1 및 M2는 알려진 메타데이터 소스와 연관된 특정 메타데이터 값을 나타낼 수 있다.

[0078] 공지된 메타데이터 소스가 식별되면, 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)은 알려진 메타데이터 소스 모두에 대해 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스를 수행한다.

[0079] 그렇게함에 있어서, 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)은 M1을 제 4 출력 포트(304H)로부터 업스트림 방향(즉, 제 1 흐름 접속을 향하는 방향, i0(644)) 및 다운스트림 방향(즉, 제 3 흐름 접속, o0(648), 및 제 4 흐름 접속, o1(650), 을 향하는 방향)에서 전파한다.

[0080] 업스트림 방향에서, 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스는 제 1 컴포넌트(302A)가 메타데이터에 임의의 변환을 적용하지 않기 때문에, 컴포넌트(302A)를 통해 메타데이터, M1을 전파하고, 이를 제 1 컴포넌트(302A) 상에 제 3 입력 포트(304F)와 연관시킨다. 일부 예들에서, 이 연관성은, 메타데이터가 전파된 포트로부터 포인팅하고 메타데이터가 시작된 포트에서 끝나는(제 3 입력 포트(304F)로부터 제 4 출력 포트(304H)를 포인팅하는 화살표), 화살표(때로는 "같은" 화살표라고 함)로 표시된다. 그 다음, M1은 제 3 입력 포트(304F)로부터 지정된 서브-그래프(400)의 경계 상에 제 1 입력 포트(304A) (결과적으로, 제 1 입력 포트(304a)로부터 제 4 출력 포트(304H)를 포인팅하는 "동일" 화살표가 됨) 및 제 1 입력 포트(304A)와 연관된 제 1 흐름 접속, i0(644)로 전파된다. 메타데이터(즉, M1)가 공지된 메타데이터 소스로부터 흐름 접속(644)으로 전파되기 때문에, 제 1 흐름 접속(1104)은 "외향"의 메타데이터 전파 방향이 할당된다.

[0081] 다운 스트림 방향에서, 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스는 M1을 제 1 컴포넌트(302A)의 제 4 출력 포트(304H)로부터 제 4 컴포넌트(302D)의 제 5 입력 포트(304J)로 전파한다(결과적으로 제 5 입력 포트(304J)로부터 제 4 출력 포트(304H)로 포인팅하는 "동일" 화살표가 됨). 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스는 제 4 컴포넌트(302D)가 메타데이터에 변환을 적용하고 그에 따라 다운 스트림 방향으로 M1을 더 전파하지 않는다고 결정한다.

[0082] 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스는 또한 제 3 컴포넌트(302C)상의 제 6 출력 포트(304N)로부터 지정된 서브-그래프(400)의 경계상의 제 3 출력 포트(304E) 및 제 3 출력 포트(304E)와 연관된 제 5 흐름 접속, o2(652)로 전파된다(결과적으로 제 3 출력 포트(304E)로부터 제 6 출력 포트(304N)를 포인팅하는 "동일" 화살표가 됨). 메타데이터(즉, M2)가 공지된 메타데이터 소스로부터 흐름 접속(652)으로 전파되기 때문에, 제 5 흐름 접속,

o2(652)은 "외향"의 메타데이터 전파 방향으로 할당된다.

[0083] 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스의 종결에서, "외향"의 메타데이터 전파 방향을 갖는 것으로 마킹되지 않은 (즉, 전파된 메타데이터를 수신하지 않음) 임의의 흐름 접속은 "내향"의 메타데이터 전파 방향을 갖는 것으로 마킹된다. 도 7을 참조하면, 본 실시 예에서, 제 1 흐름 접속, i0(644) 및 제 5 흐름 접속, o2(652)만이 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)에 의해 "외향"의 메타데이터 전파 방향으로 마킹되고, 그래서, 제 2 흐름 접속, i1(646), 제 3 흐름 접속, o0(648), 및 제 4 흐름 접속(650)은 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)에 의해 "내향"의 메타데이터 전파 방향을 갖는 것으로 마킹된다. 일부 예들에서, 메타데이터 전파 방향 식별 모듈(134)에 의해 수행된 전파 표현은 구현 서브-그래프(124)와 함께 저장된다.

[0084] 2.2.1.3 메타데이터 규칙 식별(Metadata Rule Identification)

[0085] 초기 서브-그래프 인터페이스(126)상의 모든 흐름 접속에 대한 메타데이터 전파의 방향이 결정되면, 초기 서브-그래프 인터페이스(126) 및 지정된 서브-그래프(400)는, 지정된 서브-그래프(400)를 분석하여 초기 서브-그래프 인터페이스(126)에 포함시키기 위한 메타데이터 규칙을 결정하는, 메타데이터 규칙 식별 모듈(136)에 제공된다.

[0086] 그렇게 하기 위해, 메타데이터 규칙 식별 모듈(136)은 메타데이터 전파의 "내향" 방향을 갖는 각각의 흐름 접속에 플레이스홀더 값들을 할당하고, 다른 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스를 수행하여 지정된 서브-그래프(400)의 경계 상의 포트들 사이에 존재하는 관계들을 발견한다. 메타데이터 규칙 식별 모듈(136)은 메타데이터 규칙들을 초기 서브-그래프 인터페이스(126)의 흐름 접속들에 할당하기 위해 발견된 임의의 관계들을 사용한다. 예를 들어, 도 8을 참조하면, 플레이스홀더 메타데이터 D1은 제 2 흐름 접속, i1(646)에 할당되고, 플레이스홀더 메타데이터 D2는 제 3 흐름 접속, o0(648)에 할당되고, 플레이스홀더 메타데이터 D3은 제 4 흐름 접속, o1(650)에 할당된다.

[0087] 메타데이터 규칙 식별 모듈(136)은 지정된 서브-그래프(400)의 경계상의 제 2 입력 포트(304B)로부터 제 2 컴포넌트(302B)상의 제 4 입력 포트(304G)로 D1을 전파한다(결과적으로, 제 4 입력 포트(304G)로부터 제 2 입력 포트(304B)로 포인팅하는 화살표가 됨). 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스는 제 2 컴포넌트(302B)가 메타데이터에 임의의 변환을 적용하지 않고, 따라서 제 2 컴포넌트(302B)를 통해 제 5 출력 포트(304I)로 D1을 전파하는 것으로 결정한다(결과적으로 제 5 출력 포트(304I)로부터 제 2 입력 포트(304B)로 포인팅하는 "동일" 화살표가 됨).

[0088] 메타데이터 규칙 식별 모듈(136)은 또한 D2를 제 1 출력 포트(304C)로부터 제 7 출력 포트(304L)로 전파한다(결과적으로 제 1 출력 포트(304C)로부터 제 7 출력 포트(304L)로 포인팅하는 "동일" 화살표가 됨). 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스는 제 4 컴포넌트(302D)가 메타데이터(D2)에 변환을 적용하고 따라서 더 이상 D2를 전파하지 않는다고 결정한다.

[0089] 메타데이터 규칙 식별 모듈(136)은 제 2 출력 포트(304D)로부터 제 8 출력 포트(304M)로 D3을 전파한다(결과적으로 제 8 출력 포트(304M)로부터 제 2 출력 포트(304D)로 포인팅하는 "동일" 화살표가 됨). 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스는 제 4 컴포넌트(302D)가 메타데이터(D3)에 어떠한 변환도 적용하지 않으며, 따라서 D3를 제 4 컴포넌트(302D) 및 제 6 입력 포트(304K)를 통해 전달 함을 결정한다 제 6 입력 포트(304K)로부터 제 2 출력 포트(304D)를 포인팅하는 "화살표"로 표시됨).

[0090] "내향" 전파 방향을 갖는 것으로 마킹된 모든 포트들로부터 전파된 메타데이터와 함께, 메타데이터 규칙 식별 모듈(136)은, D1과 D3의 전파에 기반하여, 제 2 입력 포트(304B)와 연관된 임의의 메타데이터가 제 2 출력 포트(304D)와 연관된 메타데이터와 동일해야 하는 것을 결정한다. 도 9를 참조하면, 메타데이터 규칙 식별 모듈(136)은 제 2 흐름 접속, i1(646) 및 제 4 흐름 접속, o1(650) 사이의 동일 메타데이터 관계를 나타내기 위해 초기 서브-그래프 인터페이스(126) 상에 "복사" 메타데이터 규칙(754)을 포함한다.

[0091] 2.2.1.4 파라미터 식별(Parameter Identification)

[0092] 다시 도 5를 참조하면, 식별된 메타데이터 규칙에 따라, 초기 서브-그래프 인터페이스(126) 및 지정된 서브-그래프(400)는, 편집-시간 메타데이터 전파 프로세스에 의해 도달 가능하지 않지만, 지정된 서브-그래프(400)에서 디폴트 값을 갖지 않는 지정된 서브-그래프와 연관된 파라미터를 사용하여 구성 가능한, 지정된 서브-그래프의 임의의 포트들 또는 컴포넌트들을 식별하는 파라미터 식별 모듈(138)에 제공된다. 파라미터 식별 모듈(138)은 서브-그래프 인터페이스 파라미터를 그것이 식별하는 임의의 파라미터들에 대한 초기 서브-그래프 인터페이스(126)에 추가한다.

- [0093] 도 10을 참조하면, 파라미터 식별 모듈(138)은 제 3 컴포넌트(302C)가, 지정된 서브-그래프(400)에서 디폴트 값을 갖지 않는 파라미터, P1을 사용하여 구성 가능하다고 결정한다. 따라서, 파라미터 식별 모듈(138)은 서브-그래프 인터페이스 파라미터, P1(1058)을 초기 서브-그래프 인터페이스(126)에 추가한다.
- [0094] 도 11을 참조하면, 파라미터 식별 모듈(138)의 결과는 완전한 초기 서브-그래프 인터페이스(126)이다. 완전한 초기 서브-그래프 인터페이스(126)는 자동 동적 서브-그래프 생성기(122)로부터 전달된다.
- [0095] 일부 예들에서, 자동 동적 서브-그래프 생성기(122)의 다양한 단계들은 위에서 설명된 예시적인 순서 이외의 순서로 수행된다는 것을 유의해야 한다.
- [0096] 2.2.2 서브-그래프 인터페이스 개선(Sub-Graph Interface Refinement)
- [0097] 도 4를 다시 참조하면, 자동 서브-그래프 생성기(122)에 의해 출력된 초기 서브-그래프 인터페이스(126)는 서브-그래프 인터페이스 개선 모듈(128)에 제공되어, 사용자(또는 자동화된 개선 프로세스)가 초기 서브-그래프 인터페이스(128)를 수정하여 최종 서브-그래프 인터페이스(130)를 생성할 수 있다.
- [0098] 일부 예들에서, 서브-그래프 인터페이스 개선 모듈(128)은 초기 서브-그래프 인터페이스(126)의 사용자 개선을 용이하게 하는 다수의 스크린을 포함하는 "위저드(wizard)"로서 구현된다.
- [0099] 도 12를 참조하면, 위저드(1260)의 제 1 화면(1262)은 자동 서브-그래프 생성기(122)에 의해 자동적으로 발견된 초기 서브-그래프 인터페이스(126)의 흐름 접속을 구성하기 위한 테이블(1264)을 포함한다. 표는 발견된 흐름 접속들의 이름 목록을 포함하는 제 1 열(1265), 흐름 접속의 각각이 최종 서브-그래프 인터페이스(103) 상에 "요구되는(required)"지를 나타내는 체크 박스들(1268)을 포함하는 제 2 열(1266) 및 각각의 흐름 접속이 "캔 팬(can fan)"여부를 표시하기 위한 체크 박스들(1272)을 포함하는 제 3 컬럼(1270)을 포함한다.
- [0100] 제 2 열(1266) 내의 주어진 흐름 접속에 대응하는 체크 박스를 체킹하는 것은 주어진 흐름 접속이 최종 그래프 인터페이스(130)상의 "요구되는" 흐름 접속임을 지시한다. 주어진 흐름 접속에 대응하는 체크 박스를 체크하지 않으면 주어진 흐름 접속이 최종 그래프 인터페이스(130)에서 요구되지 않거나 "선택적(optional)"이라는 것을 나타낸다. 매우 일반적으로, 컨테이너 그래프가 컴파일되고 실행되기 전에 "요구되는" 서브-그래프 인터페이스 상의 흐름 접속이 컨테이너 그래프의 흐름에 접속되어야 한다. "선택적"인 서브-그래프 인터페이스상의 흐름 접속은 컨테이너 그래프의 흐름에 접속되거나 접속되지 않을 수 있으며, 선택적인 흐름 접속이 컨테이너 그래프에서의 흐름에 접속되는지의 여부에 상관없이 컨테이너 그래프가 컴파일되고 실행될 수 있다.
- [0101] 제 3 컬럼(1270) 내의 주어진 흐름 접속에 대응하는 체크 박스를 체킹하는 것은 주어진 흐름 접속이, 흐름 접속이 구현 서브-그래프의 입력 포트와 연관되어 있다면 "팬-인(fan-in)" 또는 흐름 접속이 구현 서브-그래프의 출력 포트와 연관되어 있으면 "팬 아웃(fan-out)"을 허용하는 것을 나타낸다. 제 3 컬럼(1270)에서 주어진 흐름 접속에 대응하는 체크 박스를 체크하지 않으면, 주어진 흐름 접속이 "팬인(fan-in)" 또는 "팬 아웃(fan-out)" 할 수 없음을 나타낸다.
- [0102] 도 12의 예에서, 사용자는, 제 1 흐름 접속, i0(644)가 요구되고 팬-인(fan-in)할 수 있음을 표시하고, 제 2 흐름 접속, i1(646)이 요구되고 팬-인(fan-in)할 수 있음을 표시하고, 제 3 흐름 접속, o0(648)이 요구되고 팬-아웃(fan-out)할 수 없음을 표시하고, 제 4 흐름 접속, o1(650)이 요구되고 팬-아웃(fan-out)할 수 없음을 표시하고, 제 5 흐름 접속, o2(652)가 요구되고 팬-아웃(fan-out)할 수 없음을 표시함으로써, 흐름 접속들을 구성하였다.
- [0103] 사용자가 흐름 접속들의 자신의 구성에 만족하면, 위저드(1260)에서 "OK" 버튼(1274)을 클릭하여 위저드(1260)로 하여금 위저드(1260)의 전파 규칙 설정 화면으로 진행하게 한다.
- [0104] 도 13을 참조하면, 전파 규칙 설정 화면(1375)은 2개의 테이블들인, 내측의 메타 그래프 전파 방향을 갖는 초기 서브-그래프 인터페이스(126) 상의 모든 흐름 접속들을 포함하는 제 1 테이블(1376)과, 외향 메타데이터 전파 방향을 갖는, 초기 서브-그래프 인터페이스(126) 상의 모든 흐름 접속들을 포함하는 제 2 테이블(1378)을 포함한다. 제 1 테이블(1376)에서, 동일한 메타데이터(즉, "복사" 메타데이터 전파 규칙의 일부인 흐름 접속)를 갖는 것이 요구되는 흐름 접속은 함께 그룹화된다.
- [0105] 예를 들어, 도 13에서, 제 1 테이블(1376)은 2개의 그룹들인, 제 3 흐름 접속, o0(648)을 포함하는 제 1 그룹(1380), 및 제 2 흐름 접속, i1(646) 및 제 4 흐름 접속, o1(650)을 포함하는 제 2 그룹(1382)을 포함한다. 제 3 흐름 접속, o0(648)은 "복사(copy)" 메타데이터 전파 규칙의 일부가 아니기 때문에, 제 1 그룹(1380)의 유일한 흐름 접속이다. 제 2 흐름 접속, i1(646) 및 제 4 흐름 접속, o1(650)은 "복사" 메타데이터 전파 규칙(상기

예에서 설명된 바와 같이)의 일부이기 때문에, 이들은 모두 동일한 그룹에 있다(즉, 제 2 그룹(1382)).

[0106] 제 2 테이블(1378)은 2 개의 그룹인, 제 1 흐름 접속, i0(644)을 포함하는 제 3 그룹(1384), 및 제 5 흐름 접속, o2(652)를 포함하는 제 4 그룹(1386)을 포함한다.

[0107] 위저드의 사용자는, 예를 들어, "복사" 메타데이터 전파 규칙을 형성하기 위해 그룹들을 병합하거나 "복사" 메타데이터 전파 규칙을 제거하기 위해 그룹을 분할함으로써, 메타데이터 전파 규칙들을 구성하기 위해 전파 규칙 구성 화면(1375)을 사용할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 제 2 그룹(1382)에 의해 지정된 "복사" 메타데이터 전파 규칙이 최종 서브-그래프 인터페이스(130)에 포함되는 것을 원하지 않는다면, 이들은 제 2 그룹(1382)을 두 개의 다른 그룹들, 즉 제 2 흐름 접속, i1(646)을 포함하는 하나 및 제 4 흐름 접속, o1(650)을 포함하는 다른 하나를 포함한다.

[0108] 사용자가 서브-그래프 인터페이스에 대한 전파 규칙의 구성에 만족하면, 이들은 위저드(1260)에서 "OK" 버튼(1374)을 클릭하여 위저드(1260)를 위저드(1260)의 레이아웃 구성 화면으로 진행시킨다.

[0109] 도 14를 참조하면, 레이아웃 구성 화면(1488)은 2 개의 옵션들을 갖는 라디오 버튼을 포함한다. 제 1 옵션(1490)은 최종 그래프 인터페이스(130)의 모든 흐름 접속들이, 레이아웃 파라미터(1492)에 의해 지정된 것과 같이, 동일한 레이아웃 메타데이터를 사용해야 함을 나타낸다. 제 2 옵션(1494)은 사용자가 테이블(1496)을 사용하여 최종 그래프 인터페이스의 흐름 접속에 대한 맞춤 레이아웃 특성들을 지정할 수 있게 한다. 테이블(1496)은 사용자가 각각의 흐름 접속들과 연관된 레이아웃 메타데이터의 전파 방향을 지정하고 동일한 레이아웃 메타데이터를 갖는 흐름 접속을 그룹화하게 한다.

[0110] 도 14에서, 사용자는 "레이아웃(Layout)"이라는 레이아웃 파라미터에 의해 지정된 바와 같이, 모든 흐름 접속이 동일한 레이아웃 메타데이터를 갖는 것을 나타내는 제 1 옵션(1490)을 선택했다.

[0111] 사용자가 서브-그래프 인터페이스(130)에 대한 레이아웃의 구성에 만족할 때, 이들은 위저드(1260)에서 "OK" 버튼(1474)을 클릭하여, 위저드(1260)로 하여금 위저드(1260)의 파라미터 설정 화면으로 진행시킨다.

[0112] 도 15를 참조하면, 위저드(1260)의 파라미터 설정 화면(1549)은 초기 서브-그래프 인터페이스(126)와 연관된 서브-그래프 인터페이스 파라미터가 최종 서브-그래프 인터페이스(130) 상에 포함되도록 선택하기 위한 테이블(1597)을 포함한다. 테이블(1597)은, 초기 서브-그래프 인터페이스(126) 상의 서브-그래프 인터페이스 파라미터들과 연관된 파라미터들의 명단들을 포함하는 제 1 열(1598) 및 제 1 열(1598)에 열거된 각각의 파라미터에 대한 서브-그래프 인터페이스 파라미터가 최종 서브-그래프 인터페이스에 포함되는지를 나타내기 위한, 체크 박스(1568)을 포함하는 제 2 열(1599)을 포함한다.

[0113] 도 15의 예에서, 단지 하나의 파라미터, P1만이 제 1 열(1598)에 포함되고, P1과 연관된 체크 박스(1568)가 체크되어, P1에 대한 서브-그래프 인터페이스 파라미터가 최종 서브-그래프 인터페이스(130)에 포함되는지를 나타낸다.

[0114] 사용자가 서브-그래프 인터페이스(130)에 대한 서브-그래프 인터페이스 파라미터의 구성에 만족하면, 위저드(1260)에서 "OK" 버튼(1574)을 클릭하여, 위저드(1260)로 하여금 최종 서브-그래프 인터페이스(130)를 완료하고 출력하게 한다.

[0115] 도 16을 참조하면, 최종 서브-그래프 인터페이스(130)는, 요구되고 메타데이터 전파의 외향 방향을 갖는 제 1 흐름 접속, i0(644), 요구되고 메타데이터 전파의 내향 방향을 갖는 제 2 흐름 접속, i1(646), 요구되고 메타데이터 전파의 내향 방향을 갖는 제 3 흐름 접속, o0(648), 요구되고 메타데이터 전파의 내향 방향을 갖는 제 4 흐름 접속, o1(650), 선택적이고 메타데이터 전파의 외향 방향을 갖는 제 5 흐름 접속, o2(652)을 포함한다. 최종 서브-그래프 인터페이스(130)는 또한 서브-그래프 인터페이스 파라미터(1058), P1 및 제 2 흐름 접속, i1(646)와 제 4 흐름 접속, o1(650) 사이의 "복사" 메타데이터 규칙(754)을 포함한다.

[0116] 최종 서브-그래프 인터페이스(130)는 도 2a-도 2c의 서브-그래프 인터페이스(210)가 사용되는 것과 동일한 방식으로 컨테이너 그래프들에서 사용될 수 있다. 또한, 사용자에 의한 서브-그래프 인터페이스(130)에 대한 개선에 따라, 전처리 모듈(106)은, 서브-그래프 인터페이스(130)에 따르는 것을 고려하면, 자동 생성된 구현 서브-그래프를 포함하는 다수의 상이한 구현 서브-그래프를 동적으로 링크 및 로딩할 수 있다.

3. 대안들(Alternatives)

[0117] 일부 예들에서, 디스크 상에 서브-그래프를 특정하기보다는, 사용자는 동적으로 링크된 서브-그래프를 생성하기

위해 미리-존재하는 데이터 흐름 그래프에서 컴포넌트 세트들을 선택할 수 있다. 동적으로 링크된 서브-그래프 생성이 완료되면, 선택된 컴포넌트 세트는 데이터 흐름 그래프에서 생성된 동적 링크된 서브-그래프의 서브-그래프 인터페이스로 대체된다.

[0119] 4. 구현들(Implementations)

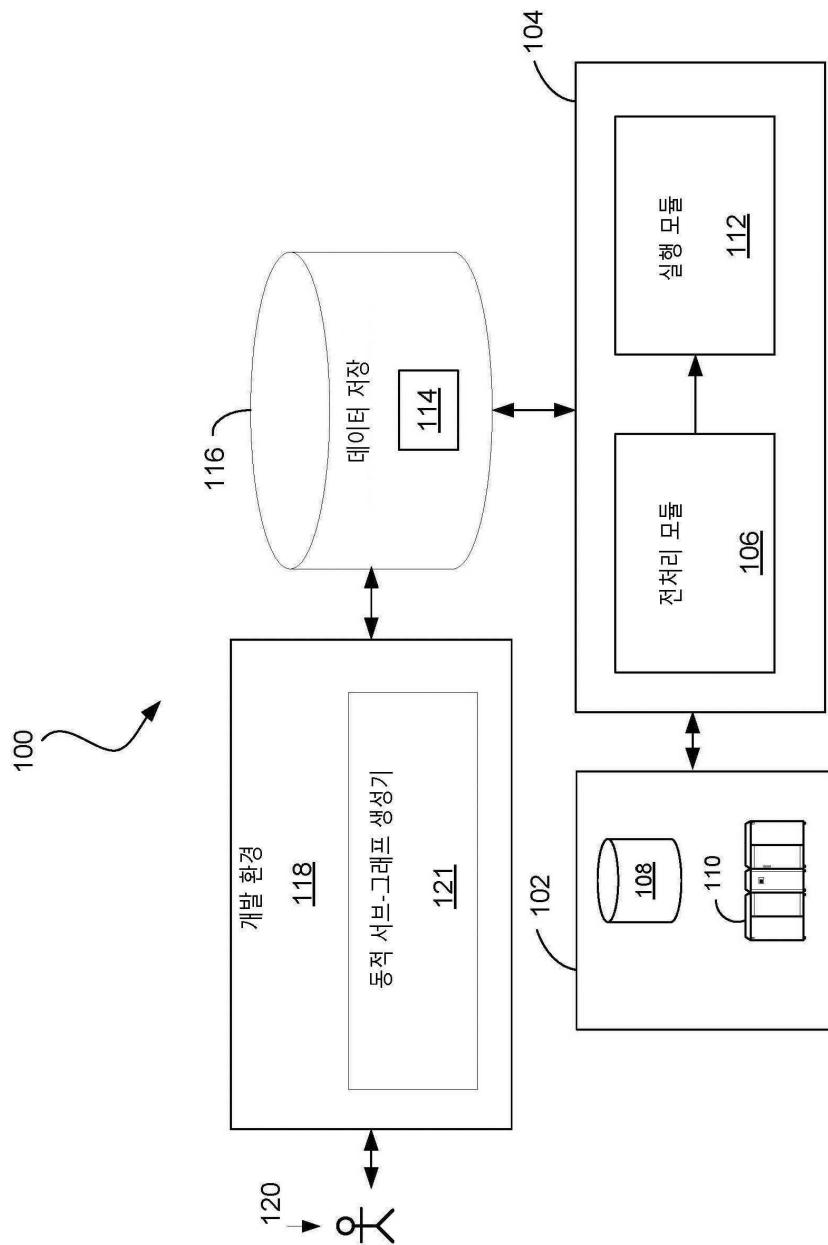
[0120] 위에서 설명된 서브-그래프 인터페이스 생성 접근법은, 예를 들어, 적절한 소프트웨어 명령을 실행하는 프로그램 가능한 컴퓨팅 시스템을 사용하여 구현될 수 있거나, 또는 FPGA(field-programmable gate array) 또는 일부 하이브리드 형태와 같은 적절한 하드웨어로 구현될 수 있다. 예를 들어, 프로그래밍된 접근법에서 소프트웨어는 적어도 하나의 프로그램된 또는 프로그램 가능한 컴퓨팅 시스템(분산된, 클라이언트/서버 또는 그리드와 같은 다양한 아키텍처일 수 있음)상에서 실행되는 적어도 하나의 컴퓨터 프로그램들의 절차를 포함할 수 있고, 각각은 적어도 하나의 프로세서, 적어도 하나의 데이터 스토리지 시스템(휘발성 및/또는 비-휘발성 메모리 및/또는 스토리지 엘리먼트들을 포함함), 적어도 하나의 사용자 인터페이스(적어도 하나의 입력 디바이스 또는 포트를 사용하여 입력을 수신하기 위한 것, 적어도 하나의 출력 디바이스 또는 포트를 사용하여 출력을 제공하기 위한 것)를 포함한다. 소프트웨어는, 예를 들어, 데이터 플로우 그래프들의 설계, 구성 및 실행과 연관된 서비스를 제공하는, 보다 큰 프로그램의 적어도 하나의 모듈을 포함할 수 있다. 프로그램의 모듈들(예를 들어, 데이터 플로우 그래프의 엘리먼트)은 데이터 구조들 또는 데이터 저장소에 저장된 데이터 모델을 따르는 상이한 조직화된 데이터로 구현될 수 있다.

[0121] 일정 기간 동안(예컨대, 동적 RAM과 같은 동적 메모리 디바이스의 리프레시 주기를 사이의 시간) 매체의 물리적 특성(예를 들어, 표면 피트 및 랜드(surface pits and lands), 마그네틱 영역들(magnetic domains), 또는 전기적 전하)을 사용하여, 휘발성 또는 비-휘발성 스토리지 매체, 또는 임의의 상이한 비-일시적인 매체로 구현되는 것과 같이, 소프트웨어는 비-일시적 형태로 저장될 수 있다. 명령들을 로딩하기 위한 준비에서, 소프트웨어는 CD-ROM 또는 상이한 컴퓨터-판독 가능 매체(예를 들어, 범용 또는 특수 목적 컴퓨팅 시스템 또는 디바이스에 의해 판독 가능)와 같은, 실제적이고, 비-일시적인 매체 상에 제공될 수 있거나, 또는 네트워크의 통신 매체를 통해 그것이 실행되는 컴퓨팅 시스템의 실제적이고, 비-일시적인 매체에 전달될 수 있다(전파된 신호로 인코딩됨). 프로세싱의 일부 또는 전부는 특수 목적 컴퓨터 수행되거나, 코프로세서들(coprocessors) 또는 FPGA(field-programmable gate arrays) 또는 전용, 애플리케이션-특정 집적 회로들(ASICs)과 같은, 특수-목적 하드웨어를 사용하여 수행될 수 있다. 프로세싱은 소프트웨어에 의해 특정된 계산의 상이한 부분이 상이한 계산 엘리먼트에 의해 수행되는 분산 방식으로 구현될 수 있다. 이러한 각각의 컴퓨터 프로그램은, 스토리지 디바이스 매체가 본 명세서에 설명된 프로세싱을 수행하도록 컴퓨터에 의해 판독될 때 컴퓨터를 구성하고 동작시키기 위해, 바람직하게는 범용 또는 특수 목적 프로그래머블 컴퓨터에 의해 액세스 가능한 스토리지의 컴퓨터-판독 가능 저장 매체(예를 들어, 고체 상태 메모리 또는 매체, 또는 자기 또는 광학 매체)에 저장되거나 다운로드될 수 있다. 본 발명의 시스템은 또한, 컴퓨터 프로그램으로 구성된, 실제적이고, 비-일시적인 매체로서 구현되는 것으로 고려될 수 있고, 그렇게 구성된 매체는 컴퓨터가 특정 및 미리 정의된 방식으로 동작하여 적어도 하나의 본 명세서에 설명된 프로세싱 단계들을 수행하는 특수 및 미리 정의된 방식으로 동작하도록 한다.

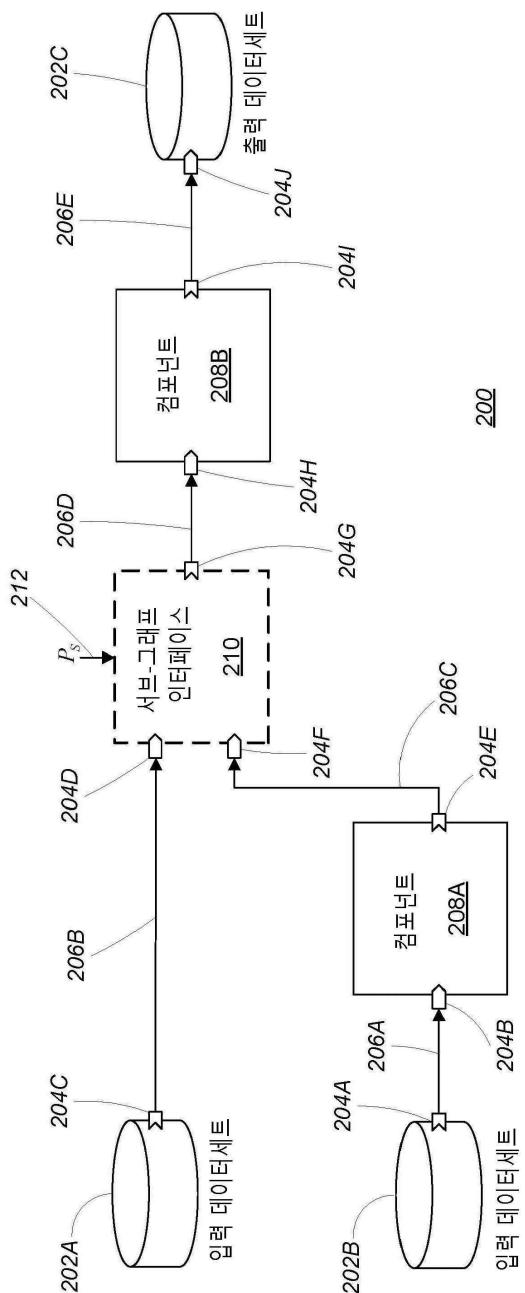
[0122] 본 발명의 많은 실시 예가 설명되었다. 그럼에도 불구하고, 전술한 설명은 예시하기 위한 것이지, 다음의 특허 청구항들의 범주에 의해 정의되는, 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다. 따라서, 상이한 실시 예들은 또한 다음의 청구항들의 범위 내에 있다. 예를 들어, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 다양한 변형들이 이루어질 수 있다. 부가적으로, 위에서 설명된 단계들의 일부는 순서 독립적일 수 있고, 따라서 설명된 것과 상이한 순서로 수행될 수 있다.

도면

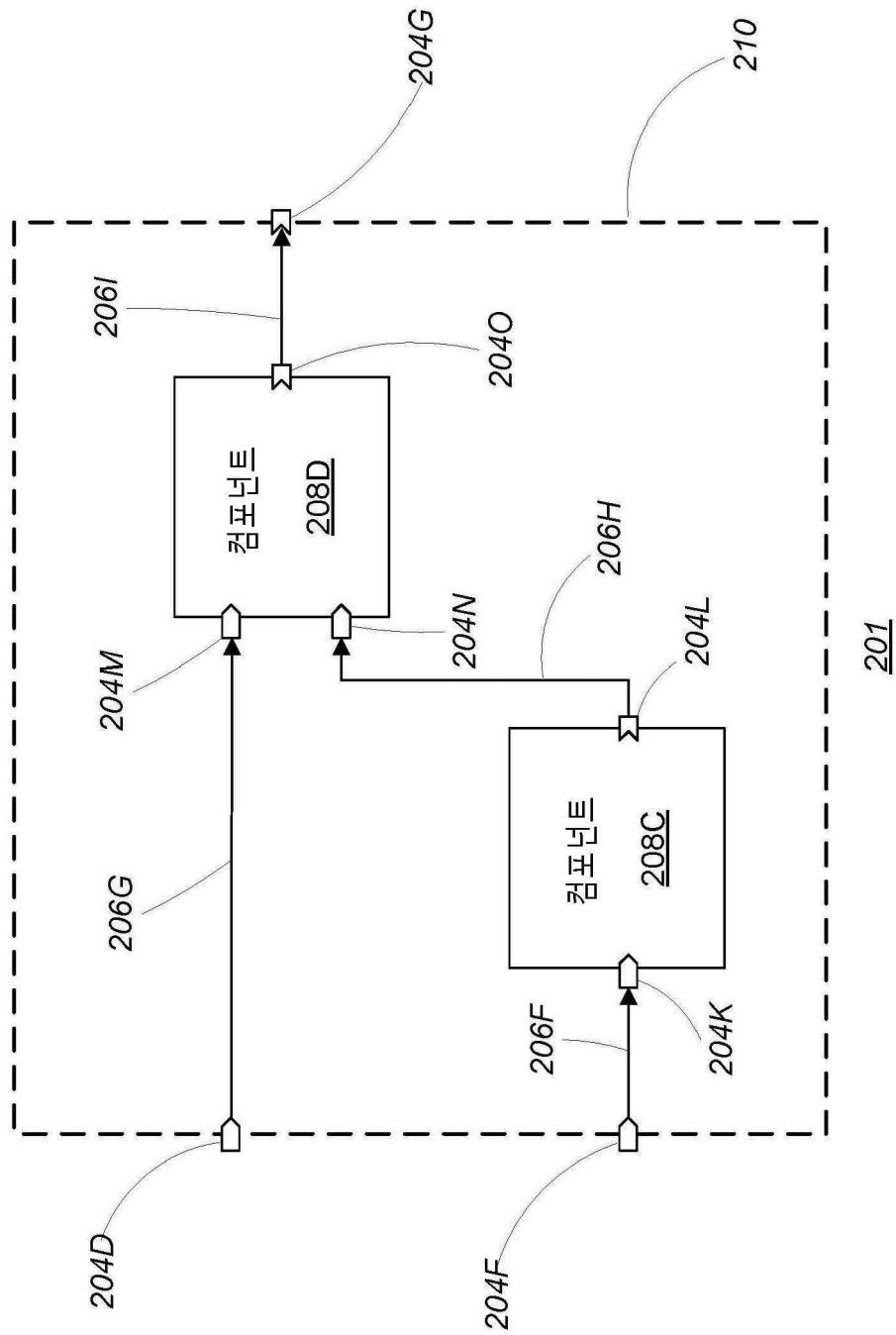
도면1



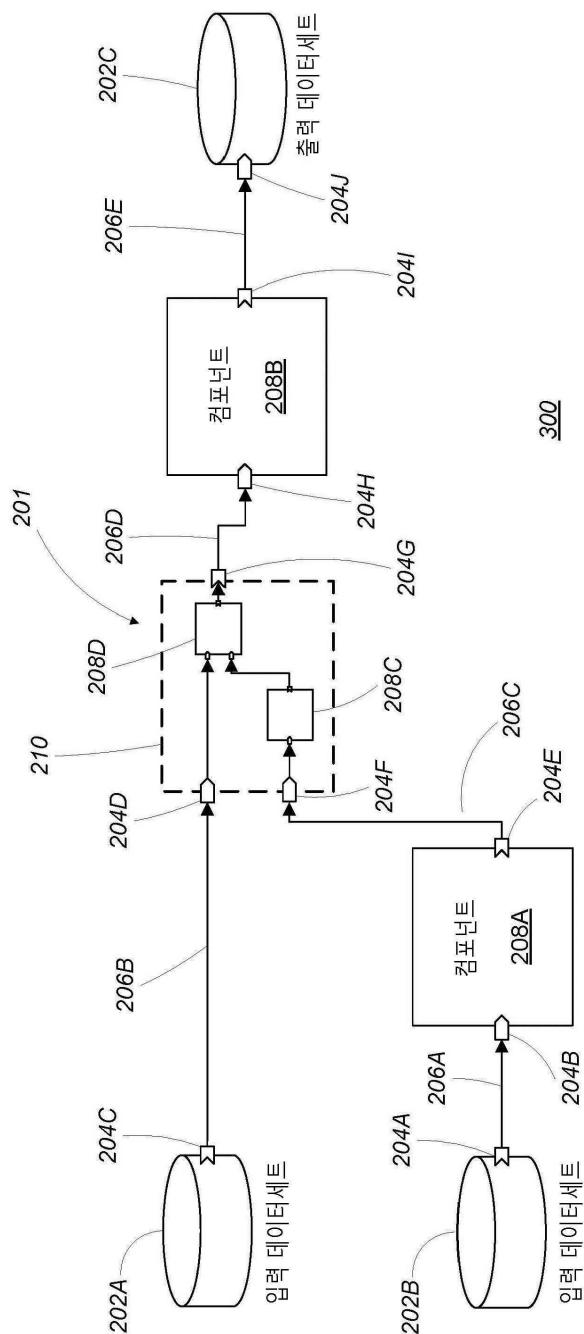
도면2a



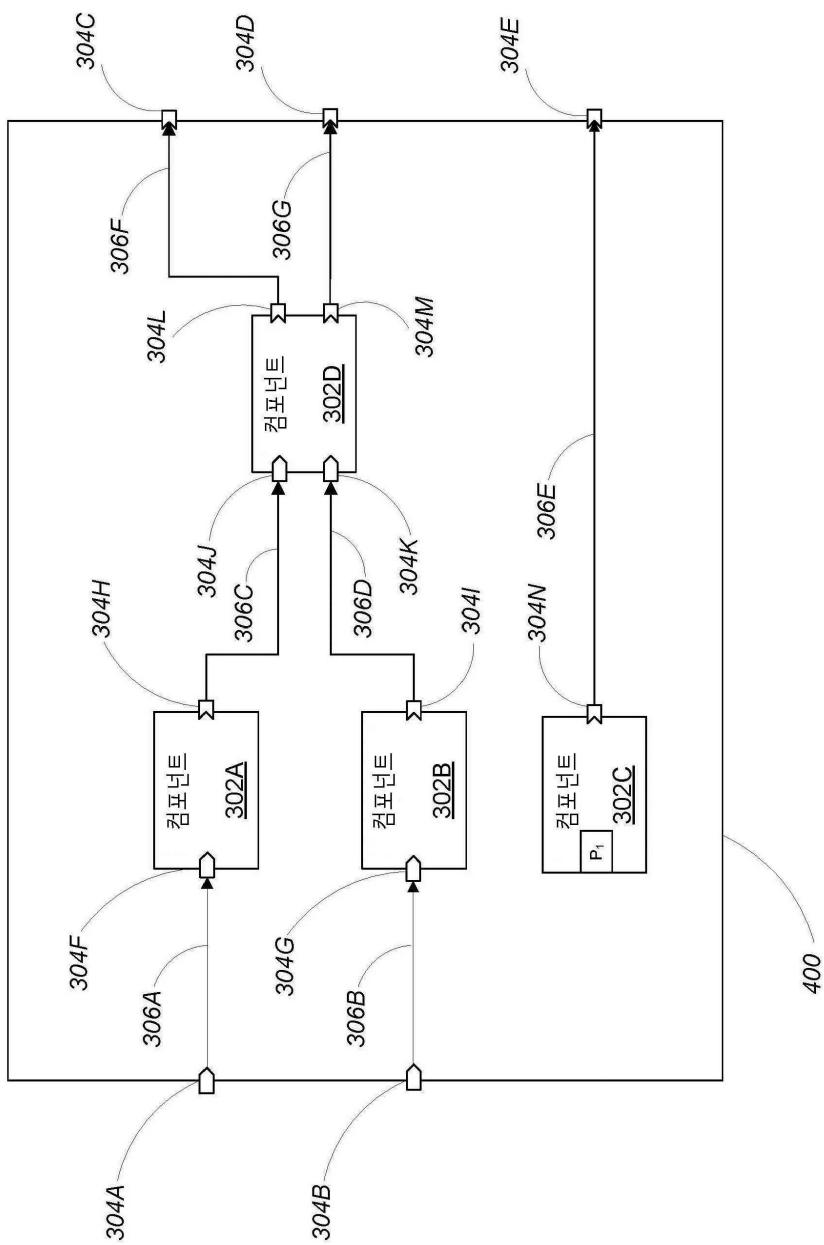
도면2b



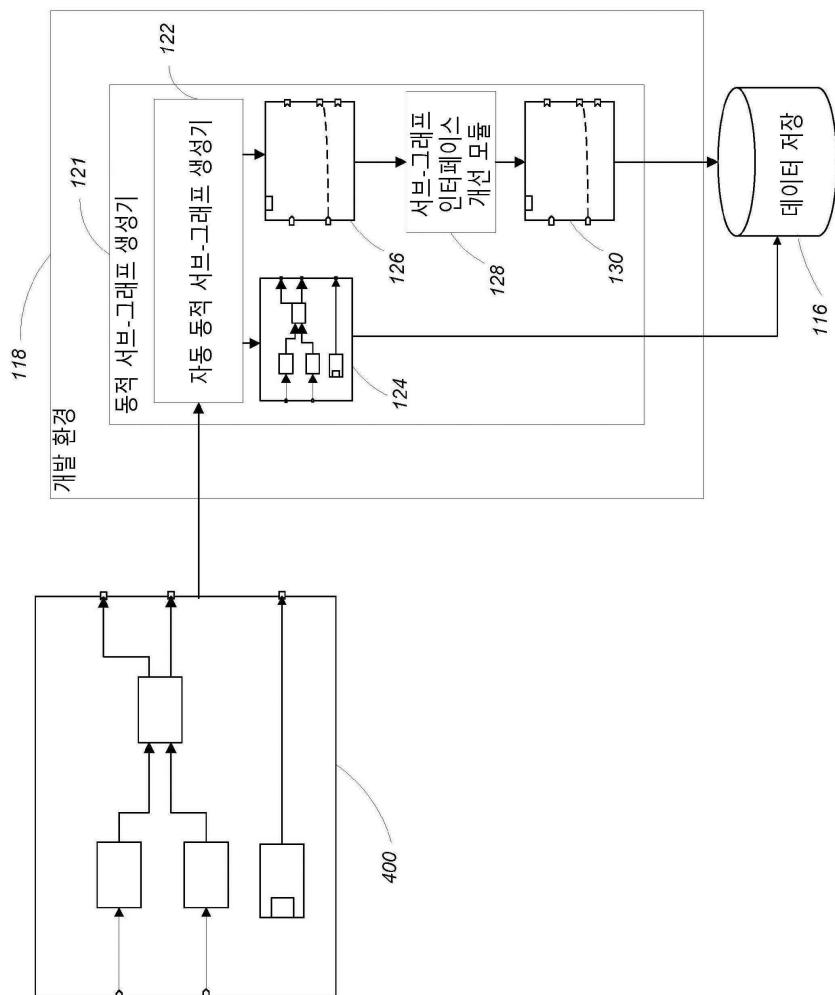
도면2c



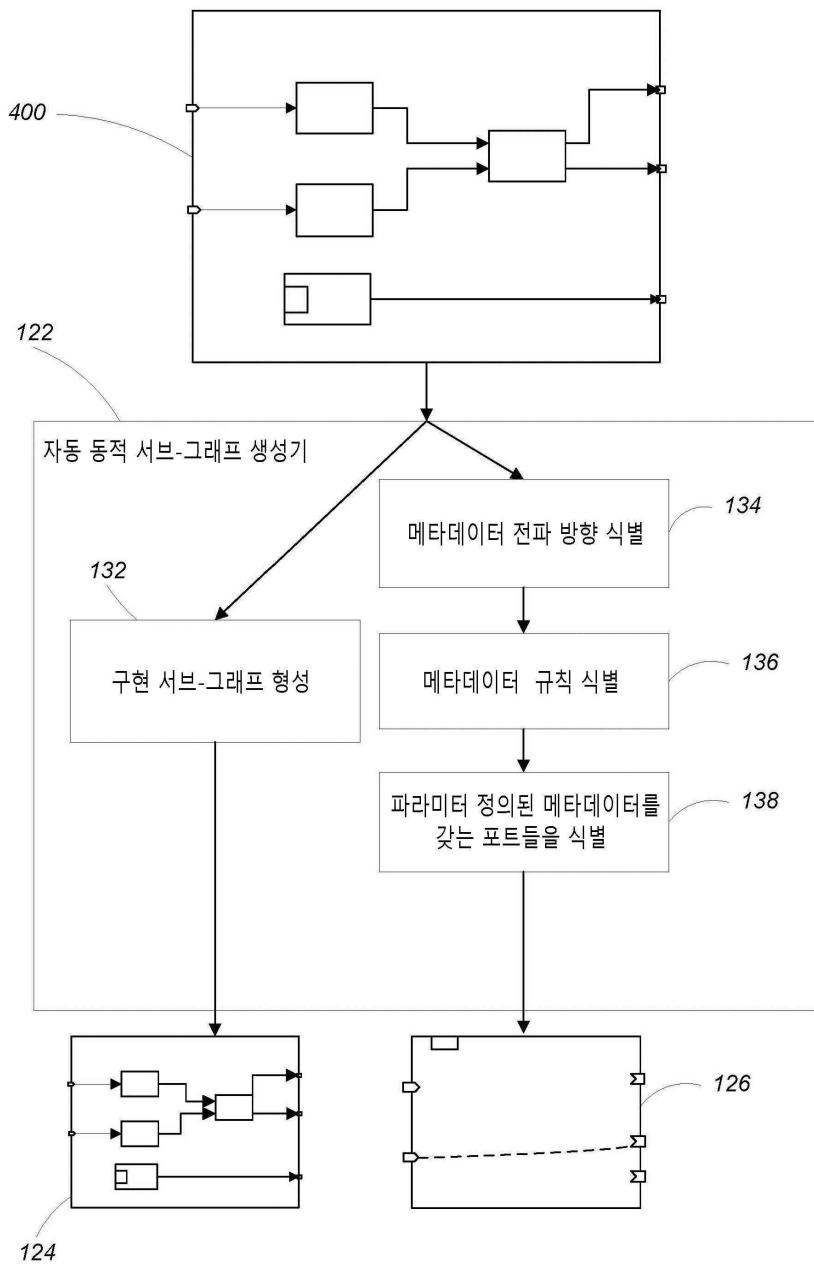
도면3



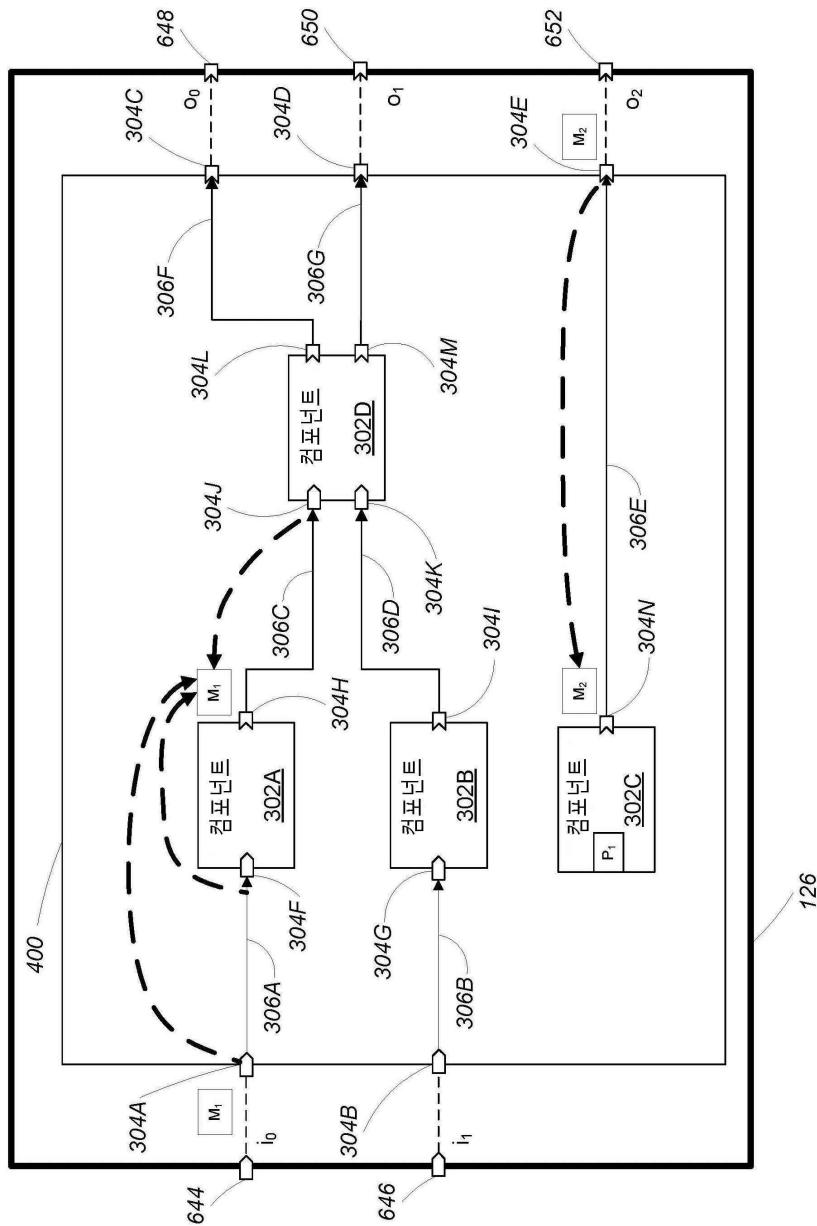
도면4



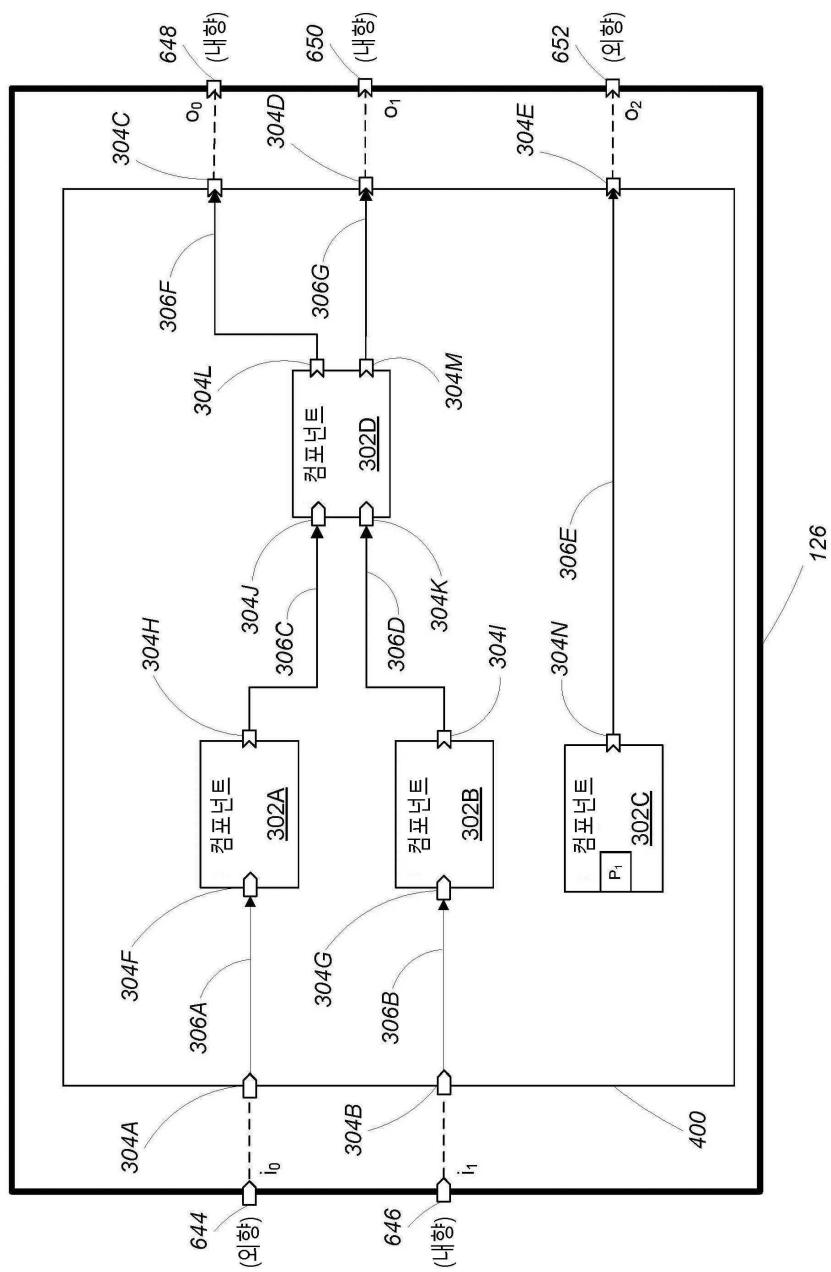
도면5



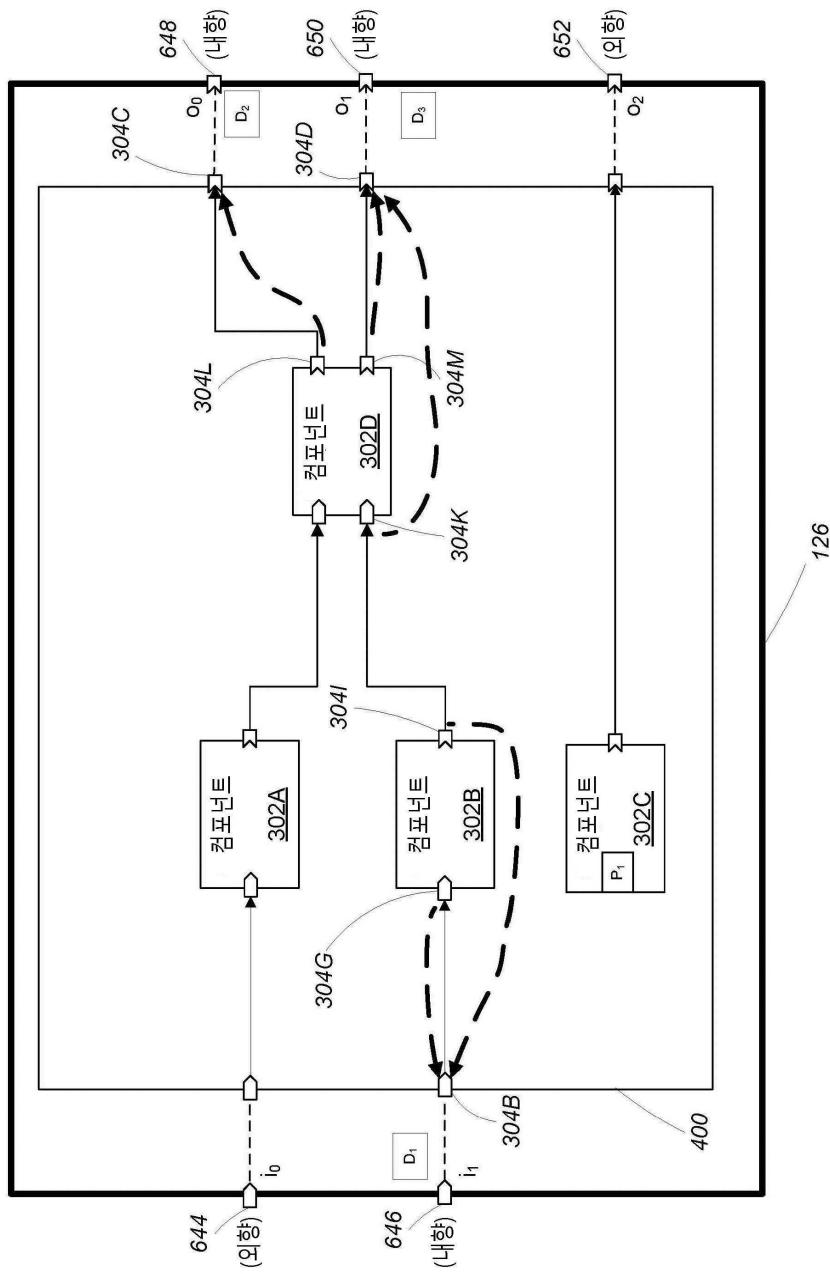
도면6



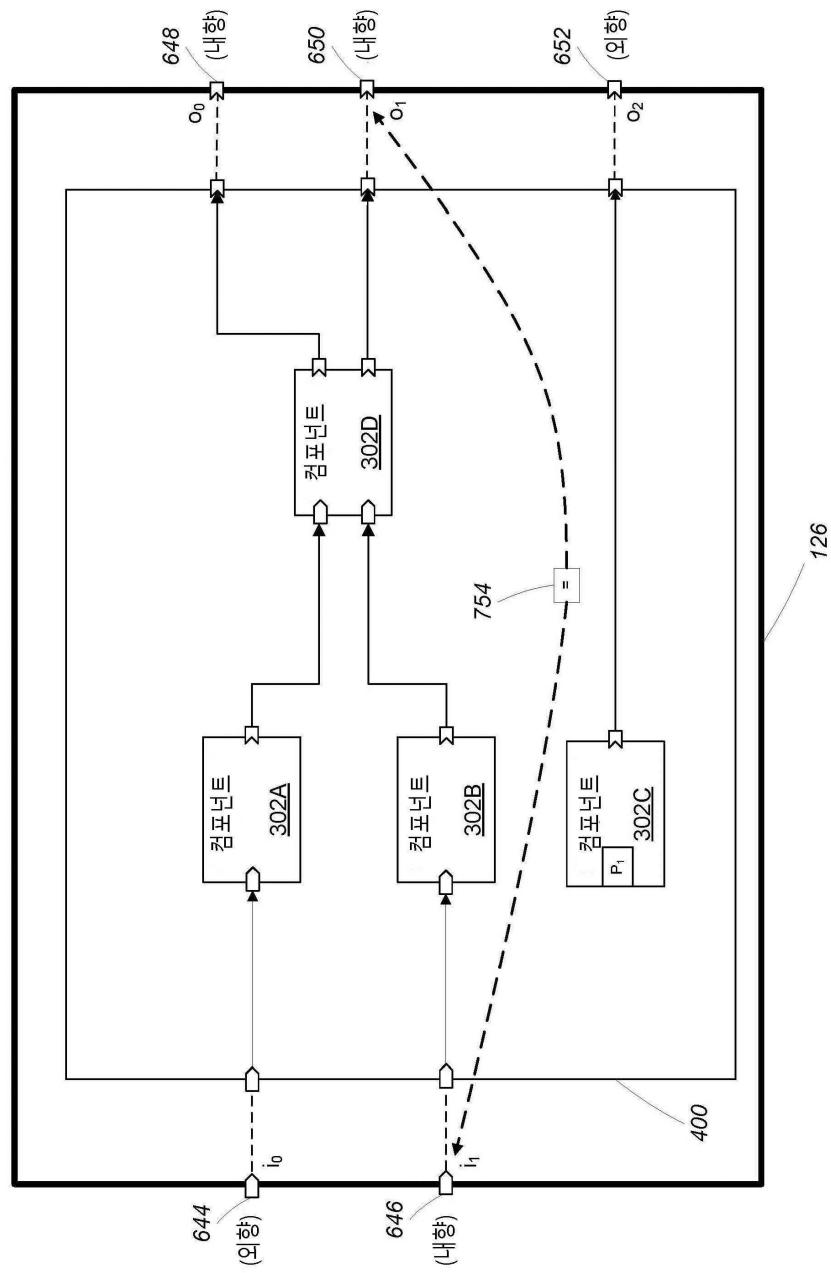
도면7



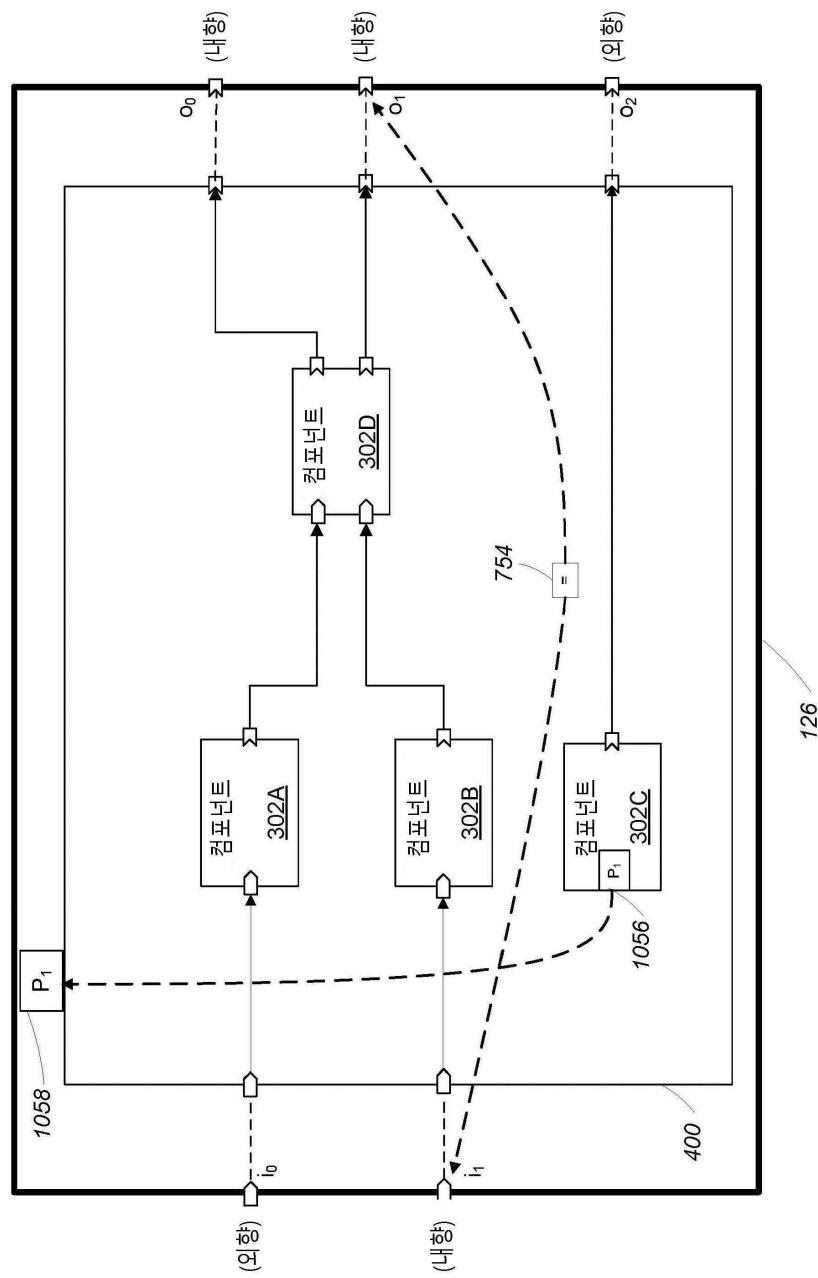
도면8



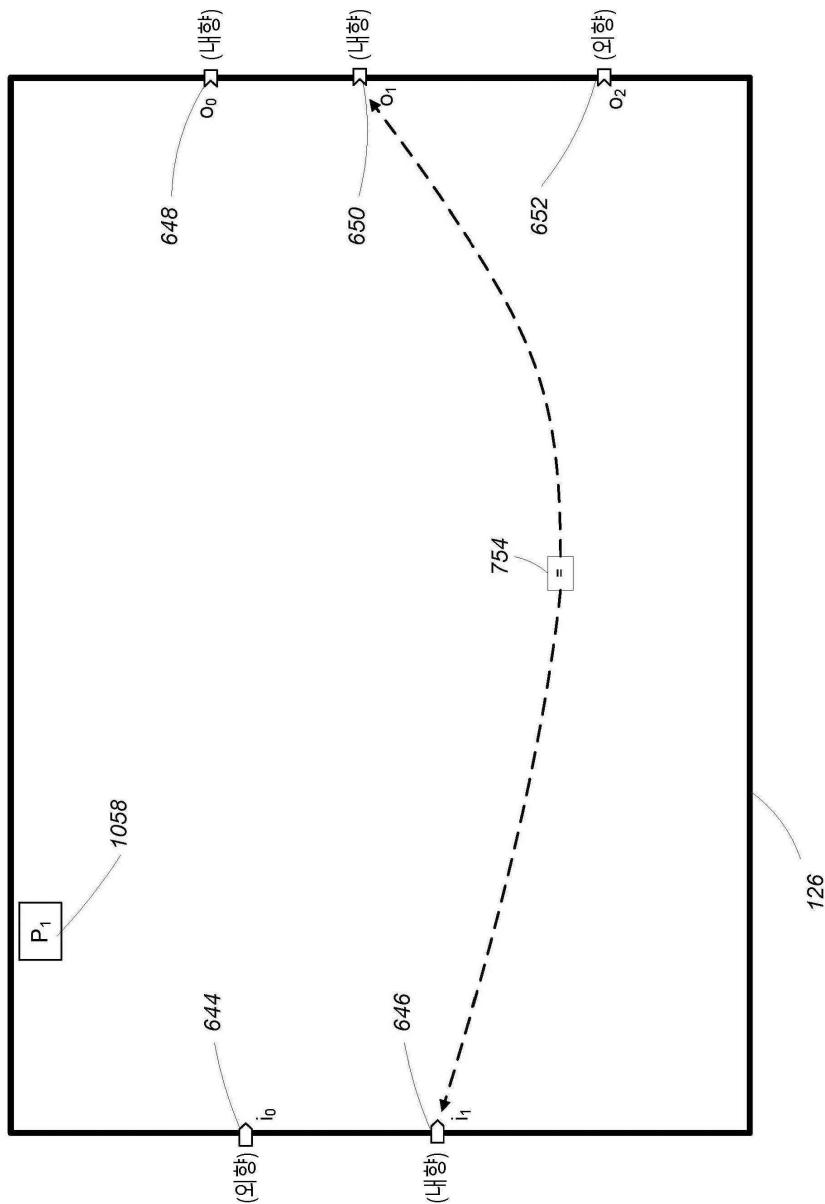
도면9



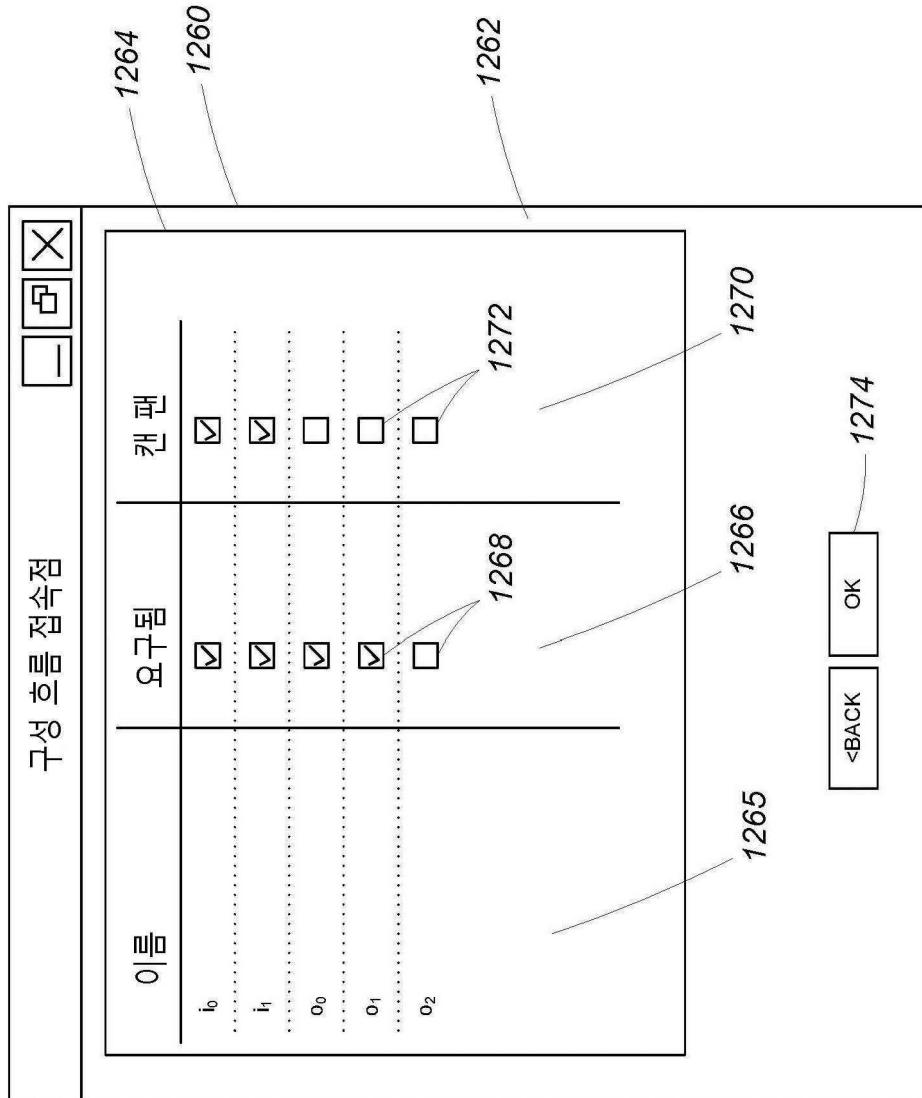
도면10



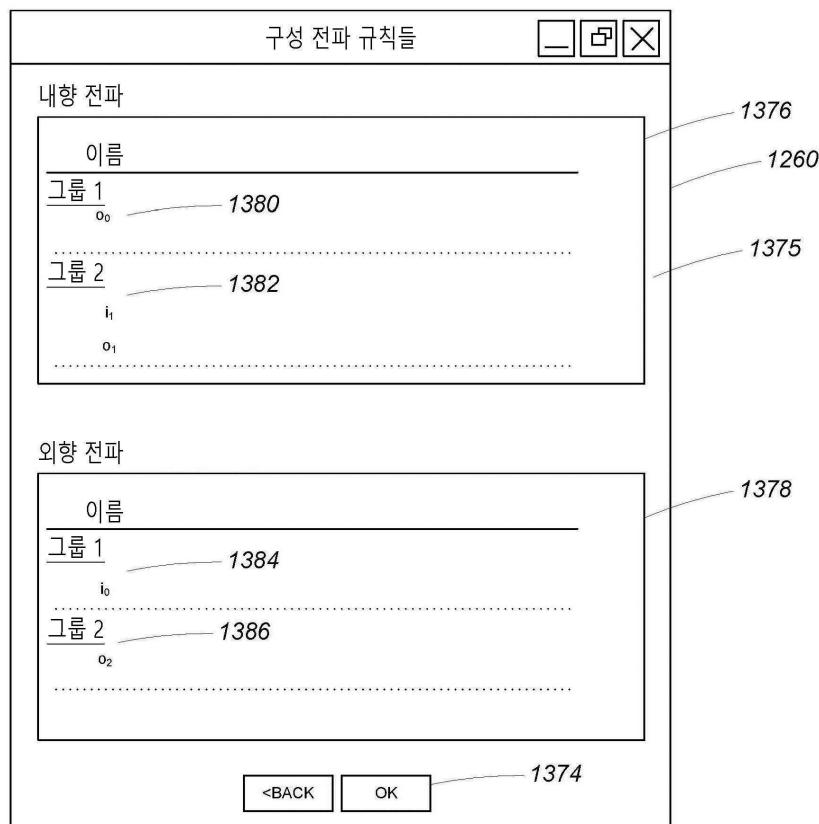
도면11



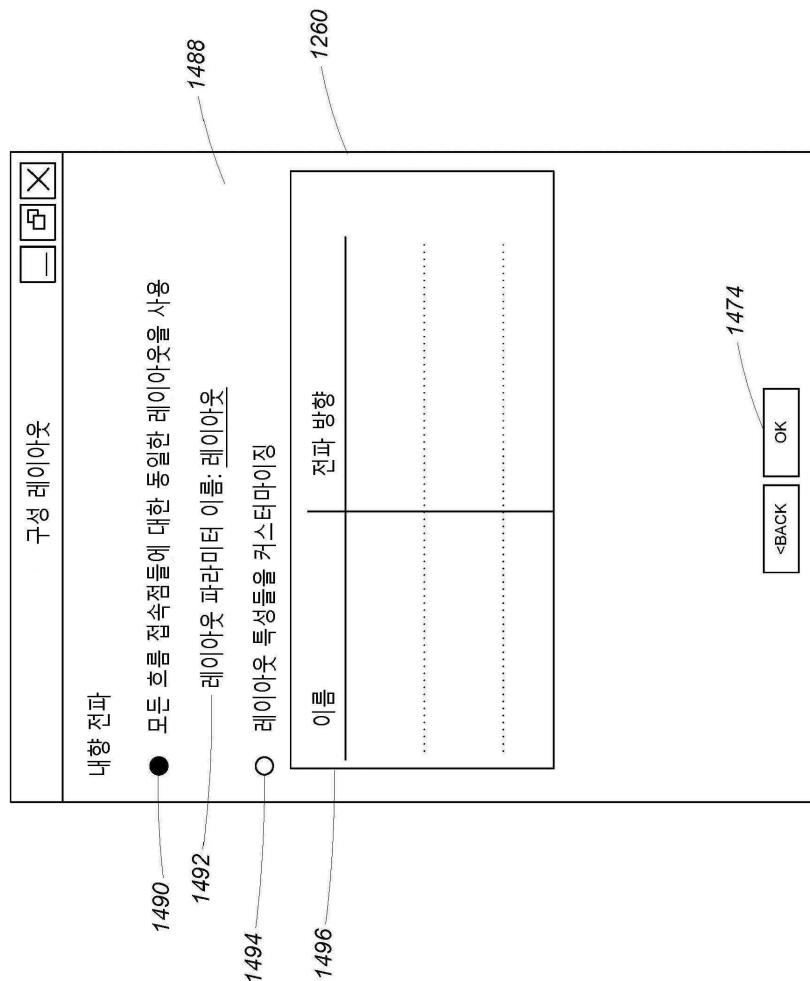
도면12



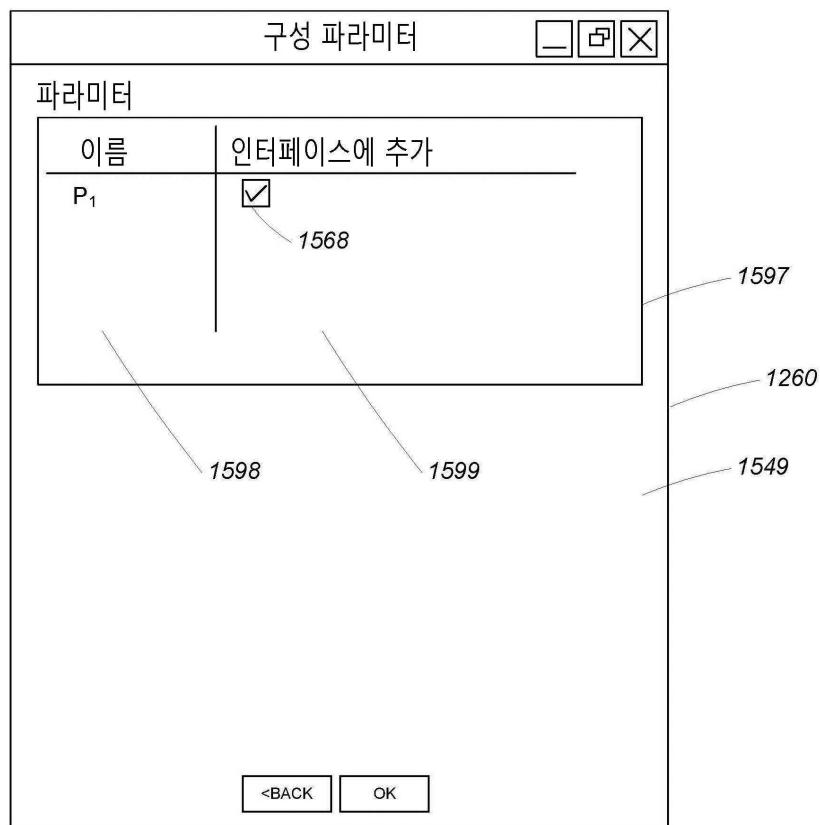
도면13



도면14



도면15



도면16

