(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019 년 7 월 4 일 (04.07.2019)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2019/132230 A1

(51) 국제특허분류:
H04L 29/08 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2018/013444

(22) 국제출원일: 2018 년 11 월 7 일 (07.11.2018)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2017-0179284 2017 년 12 월 26 일 (26.12.2017) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145 (안암동5가), Seoul (KR).

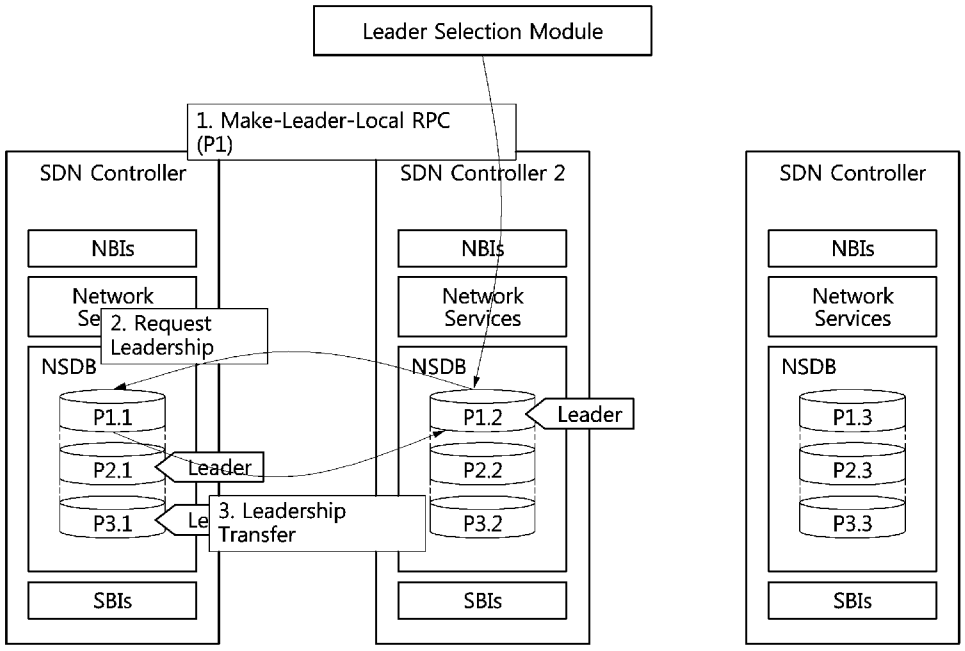
(72) 발명자: 백상헌 (**PACK, Sang Heon**); 06597 서울시 서초구 고무래로 35, 109동 1004호, Seoul (KR). 서동은 (**SUH, Dong Eun**); 04171 서울시 마포구 도화2길 30, 501호, Seoul (KR). 구정우 (**KOO, Jung Woo**); 06374 서울시 강남구 자곡로 101, 617동 403호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 김홍석 (**KIM, Hong Suk**); 08390 서울시 구로구 디지털로26길 111, 405호 동진국제특허법률사무소 (구로동, 제이엔케이디지털타워), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) **Title:** METHOD FOR SELECTING SHARD LEADER IN SOFTWARE-DEFINED NETWORK

(54) **발명의 명칭:** 소프트웨어 정의 네트워크에서 샤드 리더 선정 방법



(57) **Abstract:** A method for selecting a shard leader is disclosed. The method for selecting a shard leader is performed by a leader selection module included in a software-defined network system including a plurality of controllers, and comprises the steps of: calculating, at every interval, an available synchronization bandwidth for all controllers, an average required synchronization bandwidth for all shards, and a threshold synchronization bandwidth for all of the controllers; when there is a controller with the threshold synchronization bandwidth being a negative value, selecting a shard having a minimum required synchronization bandwidth among shards in which the corresponding controller operates as a leader, and selecting a controller of which the threshold synchronization bandwidth does not become a negative value even when the controller is selected as a new leader of the corresponding shard; and transferring the

WO 2019/132230 A1

[다음 쪽 계속]

SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

leadership of the corresponding shard to a controller selected as a new leader, and updating a leader mapping state.

(57) 요약서: 샤드 리더를 선정하는 방법이 개시된다. 상기 샤드 리더를 선정하는 방법은 복수의 컨트롤러를 포함하는 소프트웨어 정의 네트워크 시스템에 포함된 리더 선정 모듈에 의해 수행되고, 주기마다 모든 컨트롤러들에 대한 가용 동기화 대역폭, 모든 샤드들에 대한 평균 요구 동기화 대역폭, 및 모든 컨트롤러들에 대한 한계 동기화 대역폭을 계산하는 단계, 한계 동기화 대역폭의 값이 음수인 컨트롤러가 존재하는 경우, 해당 컨트롤러가 리더로 동작하는 샤드들 중에서, 평균 요구 동기화 대역폭이 최소인 샤드를 선택하고, 해당 샤드의 새로운 리더로 선정되어도 한계 동기화 대역폭이 음수가 되지 않는 컨트롤러를 선택하는 단계; 및 해당 샤드의 리더쉽을 새로운 리더로 선택된 컨트롤러로 옮기고, 리더 매핑 상태를 업데이트 하는 단계를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 소프트웨어 정의 네트워크에서 샤드 리더 선정 방법

기술분야

[1] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 소프트웨어 정의 네트워크에서의 빠른 컨트롤러 동기화를 위한 리더 선정 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 복수의 컨트롤러들을 포함하는 분산 소프트웨어 정의 네트워크 환경에서 빠른 동기화를 위해 컨트롤러들 간의 가용 네트워크 대역폭 및 샤드의 가용 네트워크 대역폭 요구량을 고려한 샤드 리더 선정 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 소프트웨어 정의 네트워크(Software Defined Network, SDN)는 최근 네트워크 구축, 관리, 운용 등에서 발생하는 높은 비용과 복잡성을 근본적으로 해결하기 위해 제안된 것으로서, 기존 네트워크 장비의 제어부분과 패킷(또는 플로우) 전달 부분을 분리하는 구조를 갖는다.

[4] 분산 SDN 컨트롤러 환경에서는 다수의 SDN 컨트롤러들이 서로 독립적인 집합의 네트워크 장비들(예를 들어 네트워크 스위치)을 제어하게 된다. 또한, 컨트롤러들은 분산 데이터베이스 기술을 통해 서로 독립적으로 관리하는 네트워크에 대한 정보(즉, 데이터베이스)를 공유한다. 구체적으로, 컨트롤러 데이터베이스는 다수의 논리적인 데이터 파티션들(이하, '샤드' 또는 'Shard')로 분할되며, 각각의 샤드(Shard)에 대한 레플리카(Replica)들은 모든 컨트롤러들에게 저장된다. 샤드 별 레플리카들은 독립적인 Raft 그룹으로서 동작한다. 임의의 샤드에 대한 리더 레플리카(Leader Replica)는 데이터 변경 요청(예를 들어 생성, 업데이트, 또는 삭제)을 받으면, 해당 요청에 따른 데이터 변경에 대해 네트워크를 통해 다른 Replica들(즉, Follower Replica들)에게 복제하는 작업을 수행한다. 샤드 리더(Shard Leader)는 과반수의 Follower Replica들에게 복제가 완료된 것을 확인한 뒤에 해당 데이터 변경을 데이터베이스에 반영한다. 또한, 임의의 데이터에 대한 변경 요청을 Leader Replica가 받은 시점으로부터 과반수의 Follower Replica들에게 복제가 완료되는 시점 사이에 해당 데이터에 대한 다른 접근 요청(생성, 업데이트, 읽기, 또는 삭제)이 도달할 시, 해당 요청은 큐에 저장되며 이전 요청에 대한 처리 (즉, 복제 및 복제 확인)가 완료되는 시점에 순차적으로 처리가 된다.

[5] 한편, 도 1과 같이 WAN(Wide Area Network) 환경에서 SDN 컨트롤러들 간의 동기화가 수행되는 경우에는 가용 네트워크 대역폭(Available Network Bandwidth, ABW)이 제한적이기 때문에 Leader가 위치한 컨트롤러에서 Follower들이 위치한 컨트롤러들로의 가용 네트워크 대역폭에 의해 해당 샤드에 대한 복제(즉, 동기화) 대역폭이 제한될 수 있다. 즉, 임의의 샤드의 Leader

Replica가 위치한 컨트롤러에서 Follower Replica들이 위치한 컨트롤러들로의 가용 네트워크 대역폭이 매우 낮은 경우, 해당 샤드에 포함된 데이터들에 대한 변경 요청들이 저장된 큐에서의 대기 시간이 증가할 수 있고, 이는 복제(동기화)를 지연시켜 결과적으로 해당 샤드에 포함된 데이터들에 대한 접근 요청 스루풋이 저하될 수 있다.

[6] 따라서, 컨트롤러들 간의 가용 네트워크 대역폭을 고려하여 샤드 리더들을 컨트롤러들에 배치함으로써 샤드들의 동기화 대역폭이 네트워크에 의해 제한되지 않도록 할 필요가 있다.

[7] 또한, 기존 Raft 컨센서스 알고리즘(Raft Consensus Algorithm)에서 Leader는 앞서 언급한 컨트롤러들 간의 가용 네트워크 대역폭의 고려 없이 Randomized Timeout 기반으로 선출되기 때문에, 동기화 지연으로 인한 제어 평면 성능 저하가 발생할 수 있다.

[8] 따라서, 본 발명에서는 빠른 동기화를 위해 컨트롤러들 간의 가용 네트워크 대역폭 및 샤드의 가용 네트워크 대역폭 요구량을 고려한 샤드 리더 선정 방법을 제안한다.

[9]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 소프트웨어 정의 네트워크에서의 빠른 컨트롤러 동기화를 위해 컨트롤러들 간의 가용 네트워크 대역폭 및 샤드의 가용 네트워크 대역폭 요구량을 고려한 샤드 리더 선정 방법을 제공하는 것이다.

[11]

과제 해결 수단

[12] 본 발명의 실시 예에 따른 소프트웨어 정의 네트워크에서 샤드 리더 선정 방법은 복수의 컨트롤러를 포함하는 소프트웨어 정의 네트워크 시스템에 포함된 리더 선정 모듈에 의해 수행되고, 컨트롤러 집합 C, 샤드 집합 P, 리더 매핑 상태 x_p^c, 및 주기 T를 입력으로 하여, 상기 주기 T마다 모든 컨트롤러들에 대한 가용 동기화 대역폭, 모든 샤드들에 대한 평균 요구 동기화 대역폭, 및 모든 컨트롤러들에 대한 한계 동기화 대역폭을 계산하는 단계; 상기 한계 동기화 대역폭의 값이 음수인 컨트롤러가 존재하는지 확인하는 단계; 상기 한계 동기화 대역폭의 값이 음수인 컨트롤러(c_O)가 존재하는 경우, 해당 컨트롤러(c_O)가 리더로 동작하는 샤드들 중에서, 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)이 최소인 샤드(p_O)를 선택하고, 해당 샤드(p_O)의 새로운 리더로 선정되어도 한계 동기화 대역폭(MSBW)이 음수가 되지 않는 컨트롤러(c_{target})를 선택하는 단계, 및 상기 샤드(p_O)의 리더쉽을 새로운 리더로 선택된 컨트롤러(c_{target})로 옮기고, 리더

x_p^c를 업데이트 하는 단계를 포함한다.

[13]

발명의 효과

[14] 본 발명의 실시 예에 따른 리더 선정 방법에 의할 경우, 네트워크 대역폭을 고려하여 샤드 리더(Shard Leader)들을 컨트롤러들에 배치함으로써 샤드(Shard)들의 동기화 대역폭이 네트워크에 의해 제한되지 않도록 할 수 있는 효과가 있다.

[15] 본 발명의 실시 예에 따른 리더 선정 방법에 의할 경우, 소프트웨어 정의 네트워크에서의 빠른 컨트롤러 동기화가 가능하다.

[16]

도면의 간단한 설명

[17] 도 1은 WAN 환경에서 Raft 컨센서스 알고리즘을 통한 SDN 컨트롤러들 간의 동기화를 설명하기 위한 도면이다.

[18] 도 2는 Raft 컨센서스 알고리즘 기반의 분산 SDN 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[19] 도 3은 분산 SDN 환경에서 샤드 리더 선정 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[20] 도 4는 컨트롤러들 간의 가용 네트워크 대역폭에 따른 컨트롤러 별 가용 동기화 대역폭 계산의 예시를 나타낸다.

[21] 도 5는 리더 선정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[22] 도 6은 리더 선정의 동작 예시를 나타낸다.

[23]

발명의 실시를 위한 형태

[24] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.

[25] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[26] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.

[27] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[28] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[29] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[30]

[31] 우선, 본 발명의 배경이 되는 기술에 대해 설명하면 다음과 같다.

[32] SDN(Software Defined Network)에서는 네트워크의 제어 기능과 데이터 전달 기능이 서로 분리되며, 논리적으로 중앙 집중된 SDN 컨트롤러가 전체 네트워크 장비들(예를 들어, 네트워크 스위치, 라우터 등)을 제어하게 된다. 최근 단일 SDN 컨트롤러의 확장성의 한계를 극복하고자 복제된 복수의 컨트롤러들로 구성된 분산 SDN 컨트롤러 구조가 제안되었다. 이때, 컨트롤러들 간의 일관성을 유지하기 위해 Raft 컨센서스 알고리즘(Raft Consensus Algorithm)을 사용할 수 있다.

[33] 분산 시스템에서는 다수의 노드들(예컨대, 서버들)이 그룹을 형성하여 외부 클라이언트에게 서비스를 제공한다. 이때, 임의의 노드에 장애가 발생할 시에도 서비스를 제공하기 위해서 모든 노드들이 같은 상태를 유지하여야 한다. 이를 위해 특정 노드의 상태 변경 시, 해당 변경이 다른 노드들의 상태에 반영되어야 한다. 즉, 노드들은 변경된 상태에 대한 합의를 이루어야 한다. 이때, 분산 시스템에서 노드들의 상태에 대한 합의를 달성시키기 위한 알고리즘이 컨센서스 알고리즘이다.

[34] 최근에 고안된 컨센서스 알고리즘으로 Raft 컨센서스 알고리즘(Raft Consensus Algorithm)이 있다(D. Ongaro and J. Ousterhout, "In Search of an Understandable Consensus Algorithm", in Proc. USENIX Annual Technical Conference (ATC) 2014, Philadelphia, PA, June 2014.).

[35] Raft 컨센서스 알고리즘은 RSM(Replicated State Machine) 구조를 가정한다. RSM 구조에서는 복제된 다수의 서버들로 구성된 분산 시스템을 가정한다. 상기 다수의 서버들 각각은 적어도 하나의 프로세서 및/또는 메모리를 갖는 범용 서버와 같은 컴퓨팅 장치로 구현될 수 있다. 외부 클라이언트는 분산 시스템에게 명령들(Commands)을 전송하고, 분산 시스템은 이를 처리한 뒤 클라이언트에게 처리 완료를 알린다. RSM 구조에서는 외부 클라이언트가 RSM의 분산 구조를 모르는 상황을 가정하며, 하나의 서버에게 명령들(Commands)을 전송하는 상황만을 고려한다. 구체적으로, RSM 구조에서 각 서버는 컨센서스 모듈(Consensus Module), 로그(Log), 그리고 상태 머신(State Machine)으로 구성된다. 컨센서스 모듈은 클라이언트로부터 받은 명령들을 로컬 로그(Log)에 순서대로 저장한다. 컨센서스 모듈은 로컬 로드를 외부 서버들의 로드들로 먼저 복제한 뒤, 로컬 로그에 저장된 순서에 따라 로컬 상태 머신에게 전달하여 해당 순서대로 처리되도록 한다. 여기서 로그 내 명령들이 상태 머신에 의해 처리되면, 해당 로그는 커미트(Commit)되었다고 한다. 로그를 커미트하기 이전에 먼저 복제를 수행하는 이유는 모든 상태 머신들이 동일한 로그를 유지하여 동일한 명령들을 동일한 순서대로 처리하기 위함이다. 여기서, 로그들 간의 일관성을 보장하기 위한 알고리즘을 컨센서스 알고리즘이라 한다.

[36] 로그 복제 과정은 다음과 같다. 컨센서스 모듈은 로컬 로그 내의 명령들이 로컬 상태 머신에 의해 처리되기 이전에 먼저 외부 서버들의 컨센서스 모듈들과 통신하여 로컬 로그를 외부 서버들의 로그로 복제한다. 외부 서버들의 컨센서스 모듈들로부터 로그 복제가 완료되었다는 응답이 수신되면, 컨센서스 모듈은 로컬 로그에 저장된 명령들을 로컬 상태 머신에 순서대로 처리시키고 처리가 완료되면 클라이언트에게 처리 완료를 알린다. 동시에 컨센서스 모듈은 복제되었지만 아직 처리되지 않은 명령들을 처리하라는 메시지를 외부 서버들의 컨센서스 모듈들에게 전송한다. 외부 서버들은 해당 메시지를 받고 각자의 상태 머신을 통해 해당 명령들을 처리한다.

[37] Raft 컨센서스 알고리즘에서 노드(에컨대 서버)는 리더(Leader), 팔로워(Follower), 후보자(Candidate)의 세 가지 상태 중 하나의 상태를 갖는다. Raft 그룹에 참여하는 모든 노드들은 팔로워 상태로 시작한다. 이때, 다수의 노드들로 구성된 Raft 그룹은 하나의 리더만을 가질 수 있으며, Raft 그룹에 속한 모든 노드들로의 명령들은 리더를 통해서만 처리될 수 있다. 따라서 리더 노드에 장애가 발생하면 해당 Raft 그룹 전체가 서비스 불능 상태가 된다. 이러한 상황에 대처하기 위해 리더 노드는 주기적인 생존확인 메시지(Heartbeat message)를 팔로워 노드들에게 전송하여 자신의 생존을 알린다. 팔로워 노드는 생존확인

메시지를 받을 시 마다 초기화되는 랜덤화된 타임아웃(Randomized Timeout) 값을 유지한다. 리더로부터의 생존확인 메시지가 수신된 후에 타임아웃(Timeout)이 발생하면, 해당 팔로워는 리더에 장애가 발생했다고 판단하고 자신의 상태를 후보자로 전환한 뒤, 다른 노드들에게 투표요청 메시지(RequestVote)를 보낸다. 과반수의 표를 얻은 후보자는 리더가 된다.

[38]

[39] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다.

[40] 도 2는 분산 소프트웨어 정의 네트워크(Software Defined Network, SDN) 컨트롤러 구조 예시를 나타낸다.

[41] 본 명세서에서 언급되는 "컨트롤러"는 플로우(트래픽 또는 패킷)의 흐름을 제어하기 위한 관련 구성 요소(예를 들면, 스위치, 라우터 등)를 제어하는 기능 요소(entity)를 의미하는 것으로, 물리적인 구현 형태나 구현 위치 등에 한정되지 않는다. 예컨대, 상기 컨트롤러는 ONF(Open Networking Foundation)나 IETF(Internet Engineering Task Force), ETSI(European Telecommunications Standards Institute) 및/또는 ITU-T(International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector) 등에서 정의하고 있는 컨트롤러 기능 요소(entity)를 의미할 수 있다. 예컨대, 컨트롤러는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 범용 서버와 같은 컴퓨팅 장치로 구현될 수 있다.

[42] 컨트롤러의 네트워크 상태 데이터베이스(Network State Database, NSDB) 및 어플리케이션들(즉, 네트워크 서비스)은 다수의 컨트롤러들로 복제되어 고 가용성 및 고 확장성을 지원한다. NSDB는 논리적인 데이터 파티션인 샤드로 분할될 수 있으며, 도 2에서는 NSDB가 3 개의 샤드(P1, P2 및 P3)로 분할되어 있다.

[43] 한편, 샤드는 모든 컨트롤러들에게 복제된다. 즉, 모든 컨트롤러는 샤드 별 레플리카를 유지한다. 샤드 x의 레플리카가 컨트롤러 y에 위치한 경우, 해당 레플리카는 Px.y로 표시될 수 있다. 구체적으로, 도 1에서 컨트롤러 2는 P1.2(즉, 컨트롤러 2에 위치한 샤드 1의 레플리카)를 갖고 있음을 확인할 수 있다. 이때, 레플리카들 간의 데이터 일관성 유지를 위해 Raft 컨센서스 알고리즘이 사용될 수 있다.

[44]

[45] 도 3은 분산 SDN 환경에서 리더 선정 모듈(Leader Selection Module)을 통한 리더 선정 과정을 도시한다. 모든 컨트롤러는 내부 혹은 외부의 클라이언트 및 애플리케이션에게 컨트롤러들에 위치한 레플리카들의 리더를 선정할 수 있도록 하는 기능인 Make-Leader-Local RPC를 제공한다. 임의의 컨트롤러 내 Make-Leader-Local RPC는 샤드 ID를 입력으로 받아 해당 샤드에 대한 컨트롤러 내 레플리카를 리더로 전환한다. 예를 들어, 샤드 1에 대한 리더쉽(Leadership)을 P1.1에서 P1.2로 이동시키기 위해 컨트롤러 2에게 Make-Leader-Local RPC(Shard

2)를 전송할 수 있다. 즉, 리더 선정 모듈은 샤드 1에 대한 리더로 P1.2가 선정되었음을 의미하는 메시지를 컨트롤러 2로 송신할 수 있다. 상기 메시지를 수신한 컨트롤러 2는 현재 샤드 1에 대한 리더쉽을 갖는 P1.1을 갖는 컨트로러 1로 샤드 1에 대한 리더쉽 요청을 송신할 수 있다. 리더쉽 요청을 수신한 컨트롤러 1은 P1.1을 샤드 1에 대한 팔로워로 전환하고, 완료 메시지를 컨트로러 2로 송신할 수 있다. 상기 완료 메시지를 컨트롤러 2가 수신함으로써, P1.1으로부터 P1.2로의 샤드 1에 대한 리더쉽은 이전이 완료된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 리더 선정 모듈은 Make-Leader-Local RPC를 통해 컨트롤러들의 리더쉽(Leadership)을 선정할 수 있다.

[46] 본 발명에 의한 리더 선정 모듈은 SDN 시스템에 포함되는 복수의 컨트롤러들 중 적어도 하나 이상의 컨트롤러에 포함될 수 있으며, 리더 선정 결과는 복수의 컨트롤러들에 의해 공유된다.

[47] 실시 예에 따라, 리더 선정 모듈은 SDN 시스템에 포함된 복수의 컨트롤러들 중 상위 컨트롤러(또는 슈퍼 컨트롤러)에 포함될 수 있다. 즉, 계층적 구조를 갖는 SDN 시스템에 포함된 상기 상위 컨트롤러에 포함된 리더 선정 모듈에 의해 리더 선정이 수행된 후 수행 결과는 상기 상위 컨트롤러에 의해 하위 컨트롤러들 각각에게 제공될 수도 있다.

[48] 본 명세서에서 사용되는 '모듈'이라 함은 본 발명의 기술적 사상을 수행하기 위한 하드웨어 및 상기 하드웨어를 구동하기 위한 소프트웨어의 기능적, 구조적 결합을 의미할 수 있다. 예컨대, 상기 '-모듈'은 소정의 코드와 상기 소정의 코드가 수행되기 위한 하드웨어 리소스의 논리적인 단위를 의미할 수 있으며, 반드시 물리적으로 연결된 코드를 의미하거나 한 종류의 하드웨어를 의미하는 것은 아니다.

[49]

[50] 한편, 데이터 접근 요청이 매우 빈번한 샤드의 경우, 동기화 동작 또한 빈번하게 발생하게 되고, 동기화 대역폭이 네트워크에 의해 제한되지 않게 하기 위해 이러한 샤드의 리더는 다른 컨트롤러들로의 가용 네트워크 대역폭이 충분한 컨트롤러에 위치하여야 한다. 이를 위해, 리더 선정 모듈은 컨트롤러 별 가용 동기화 대역폭(Available Synchronization Bandwidth, ASBW) 및 샤드 별 평균 데이터 접근 요청 정도에 따른 평균 요구 동기화 대역폭(Required Synchronization Bandwidth, RSBW)을 주기적으로 측정하고, 이를 기반으로 리더를 선정한다.

[51] 구체적으로, C를 컨트롤러 집합이라고 할 때, 임의의 컨트롤러 $c \in C$에 대한 가용 동기화 대역폭(ASBW)은 $ASBW_c$로 나타내고, 이는 해당 컨트롤러에서 다른 컨트롤러들로 단위시간당 전송할 수 있는 동기화 메시지들의 최대 양을 의미한다. Raft 컨센서스 알고리즘을 사용하는 임의의 컨트롤러 c에 대해, $ASBW_c$는 해당 컨트롤러에서 다른 컨트롤러들로의 가용 네트워크 대역폭들 값들 중, 높은 상위 절반의 값을 갖는 컨트롤러들 중에 가장 작은 가용 네트워크

대역폭 값으로 결정된다. 예를 들어, 5개의 컨트롤러들 중 하나의 컨트롤러 c1에서 다른 컨트롤러들 c2, c3, c4, c5로의 가용 네트워크 대역폭이 각각 40, 20, 50, 10 이라고 하면, $ASBWc1$은 가용 네트워크 대역폭이 높은 상위 2개의 컨트롤러인 c2, c4들 중 가장 작은 가용 네트워크 대역폭값을 갖는 c2의 가용 네트워크 대역폭인 40으로 결정된다. 3개의 컨트롤러들이 포함된 시스템에서 각 컨트롤러의 가용 대역폭(ASBW) 결정 예시는 도 4에 도시되어 있다.

[52] P를 샤드들의 집합이라고 할 때, 임의의 샤드 p∈P에 대한 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)은 $RSBW_p$로 나타내고, 이는 해당 샤드로의 평균적인 데이터 접근에 의해 발생하는 단위 시간당 평균 동기화 메시지들의 양을 의미한다. 즉, 데이터 접근이 잦은 샤드일수록, 해당 샤드의 $RSBW_p$는 큰 값을 가지게 된다.

[53] 한편, 임의의 컨트롤러 c가 자신의 가용 동기화 대역폭($ASBWc$) 중, 자신이 리더로 동작하는 샤드들의 동기화 메시지들을 전송하는데 사용되는 대역폭을 제외한 나머지 대역폭을 한계 동기화 대역폭(Marginal Synchronization Bandwidth, MSBW)으로 정의한다. 임의의 컨트롤러 c에 대한 한계 동기화 대역폭(MSBW)은 $MSBW_c$로 나타내고, 가용 동기화 대역폭($ASBWc$)에서 컨트롤러 c가 리더로써 동작하는 모든 샤드들에 대한 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)의 합을 뺀 값으로 아래와 같이 계산한다.

[54] $$MSBW_c = ASBW_c - \sum_{p \in P} x_p^c RSBW_p$$

[55] 여기서, x_p^c는 샤드 p의 Leader와 컨트롤러 c 간의 매핑 상태(위치)를 나타낸다. 즉, 임의의 샤드 p∈P 및 컨트롤러 c∈C에 대해, $x_p^c = 1$은 샤드 p의 리더가 컨트롤러 c에 위치한 것을 나타내고, $x_p^c = 0$는 샤드 p의 리더가 컨트롤러 c에 위치하지 않은 것을 나타낸다.

[56] 리더 선정 모듈의 목적은 모든 컨트롤러들에 대해 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)이 0보다 음수가 되지 않도록 리더를 선정하는 것이다. 즉, 리더 선정 모듈은 모든 컨트롤러들에 대해 컨트롤러의 한계 동기화 대역폭(MSBW)이 0보다 작은 컨트롤러가 있는지 주기적으로 확인하고, 그러한 컨트롤러가 있을 경우, 리더 재선정을 통해 모든 컨트롤러들의 한계 동기화 대역폭(MSBW)이 0 이상이 되도록 한다.

[57]

[58] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 리더 선정 모듈 또는 리더 선정 모듈을 포함하는 컨트롤러에 의해 수행되는 리더 선정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[59] 먼저, 컨트롤러 집합 C, 샤드 집합 P, 그리고 리더 매핑 상태 x_p^c, 그리고 컨트롤러들의 가용 동기화 대역폭(ASBW), 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW), 및

한계 동기화 대역폭(MSBW)을 측정하는 주기 T를 입력받는다(S100).

[60] 다음으로, 주기 T마다 $ASBW_c$ 및 $RSBW_p$를 각각 모든 컨트롤러들 및 샤드들에 대해 계산한다. 또한, 모든 컨트롤러들에 대해 $MSBW_c$를 계산한다(S200).

[61] 다음으로 $MSBW_c$의 값이 음수인 컨트롤러 c가 존재하는지 확인한다(S300). $MSBW_c$의 값이 음수인 컨트롤러 c가 존재하지 않을 경우, T 시간이 지난 후 다시 $MSBW_c$의 값이 음수인 컨트롤러 c가 존재하는지 확인한다.

[62] 만일 $MSBW_c$의 값이 음수인 컨트롤러 c가 존재할 경우, 해당 컨트롤러(즉, c_O)가 리더로 동작하는 샤드들 중, RSBW가 최소인 샤드(즉, p_O)를 선택하고, 해당 샤드의 새로운 리더로 선정되어도 한계 동기화 대역폭(MSBW)이 음수가 되지 않는 컨트롤러(즉, c_{target})를 선택한다(S400).

[63] 다음, 리더 선정 모듈은 c_{target}에게 Make-Leader-Local RPC(p_O)를 전송하여 p_O의 리더쉽을 c_O에서 c_{target}로 옮기고, 이에 맞게 x_p^c를 업데이트 한다(S500).

[64] 이와 같이 리더쉽을 옮기는 과정을 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$) 값이 음수인 컨트롤러가 존재하지 않을 때까지 반복한다.

[65]

[66] 도 6은 리더 선정 모듈(또는 리더 선정 모듈을 포함하는 컨트롤러)에 의해 수행되는 리더 선정 방법의 동작 예시를 나타낸다. 3개의 컨트롤러 C1, C2, C3와 3개의 샤드(P1, P2 및 P3)로 구성된 분산 SDN 환경을 가정한다. 점선 기준 왼쪽 표들은 초기 상태의 가용 동기화 대역폭(ASBW), 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW), 한계 동기화 대역폭(MSBW) 값들을 나타낸다. 도 6을 참조하면, C2의 한계 동기화 대역폭(MSBW)은 음수인 것을 확인할 수 있다. 이는 C2의 가용 동기화 대역폭(ASBW)이 15이지만, C2에 위치한 샤드 리더들(즉, P2)의 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)의 합이 30이기 때문에, C2의 한계 동기화 대역폭(MSBW)이 -15가 되는 것이다. 이러한 상황이 지속되면 P2에 대한 동기화가 지연되어 P2에 대한 데이터 접근 성능이 크게 저하될 수 있다.

[67] 본 발명의 일 실시예에 따른 샤드 리더 선정 방법은 한계 동기화 대역폭(MSBW)이 음수인 컨트롤러 C2를 파악하고, C2에 위치한 샤드 리더(Shard Leader)들 중 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)이 가장 작은 샤드를 찾는다. 한편, 도 6에서는 C2에 위치한 샤드 리더가 하나뿐이므로(즉, 샤드 P2에 대한 리더) 해당 샤드의 리더쉽을 C2에서 다른 컨트롤러로 옮기도록 한다. 이때, P2의 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)인 30보다 더 큰 한계 동기화 대역폭(MSBW)을 가진 컨트롤러인 C3가 선택되고, 리더 선정 모듈은 C3에게 Make-Leader-Local RPC(P2)를 전송하여 C3가 P2의 Leadership을 갖도록 한다. 점선 기준 오른쪽

표들은 P2의 Leadership이 C2에서 C3로 이동한 후의 상태를 나타내며, 모든 컨트롤러들의 한계 동기화 대역폭(MSBW)들이 양수인 상태인 것을 확인할 수 있다.

[68] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

청구범위

[청구항 1] 소프트웨어 정의 네트워크 시스템에 포함된 복수의 컨트롤러들 중 적어도 하나에 포함되는 리더 선정 모듈에 의해 수행되는 샤드(Shard) 리더(Leader)를 선정하는 방법에 있어서,

컨트롤러 집합 C, 샤드 집합 P, 리더 매핑 상태 x_p^c, 및 컨트롤러들의 가용 동기화 대역폭(ASBW), 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW), 및 한계 동기화 대역폭(MSBW)을 측정하는 주기 T를 입력으로 하여, 상기 주기 T마다 모든 컨트롤러들에 대한 가용 동기화 대역폭($ASBW_c$), 모든 샤드들에 대한 평균 요구 동기화 대역폭($RSBW_p$), 및 모든 컨트롤러들에 대한 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)을 계산하는 단계;

상기 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)의 값이 음수인 컨트롤러가 존재하는지 확인하는 단계;

상기 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)의 값이 음수인 컨트롤러(c_O)가 존재하는 경우, 해당 컨트롤러(c_O)가 리더로 동작하는 샤드들 중에서, 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)이 최소인 샤드(p_O)를 선택하고, 해당 샤드(p_O)의 새로운 리더로 선정되어도 한계 동기화 대역폭(MSBW)이 음수가 되지 않는 컨트롤러(c_{target})를 선택하는 단계; 및

상기 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)이 최소인 샤드(p_O)의 리더쉽을 상기 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)의 값이 음수인 컨트롤러(c_O)에서 새로운 리더로 선택된 컨트롤러(c_{target})로 옮기고, 리더 매핑 상태 x_p^c를 업데이트 하는 단계를 포함하는 샤드 리더 선정 방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,

상기 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)의 값이 음수인 컨트롤러가 존재하지 않을 경우, T 시간이 지난 후 다시 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)의 값이 음수인 컨트롤러가 존재하는지 확인하는 단계를 더 포함하는,

샤드 리더 선정 방법.

[청구항 3] 제1항에 있어서,

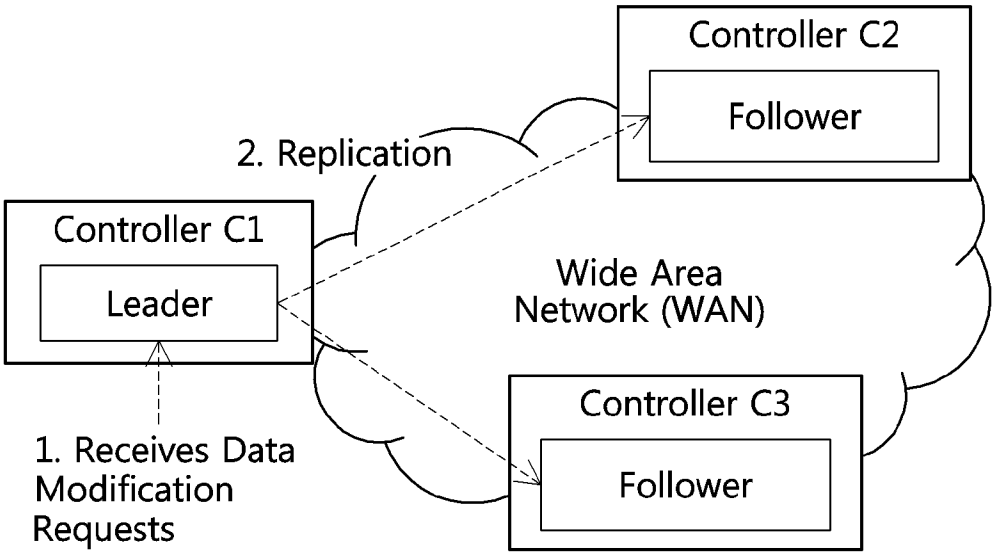
상기 평균 요구 동기화 대역폭(RSBW)이 최소인 샤드(p_O)의 리더쉽(Leadership)을 옮기고, 리더 매핑 상태 x_p^c를 업데이트 하는 단계를 상기 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)의 값이 음수인 컨트롤러가 존재하지 않을 때까지 반복하는,

샤드 리더 선정 방법.

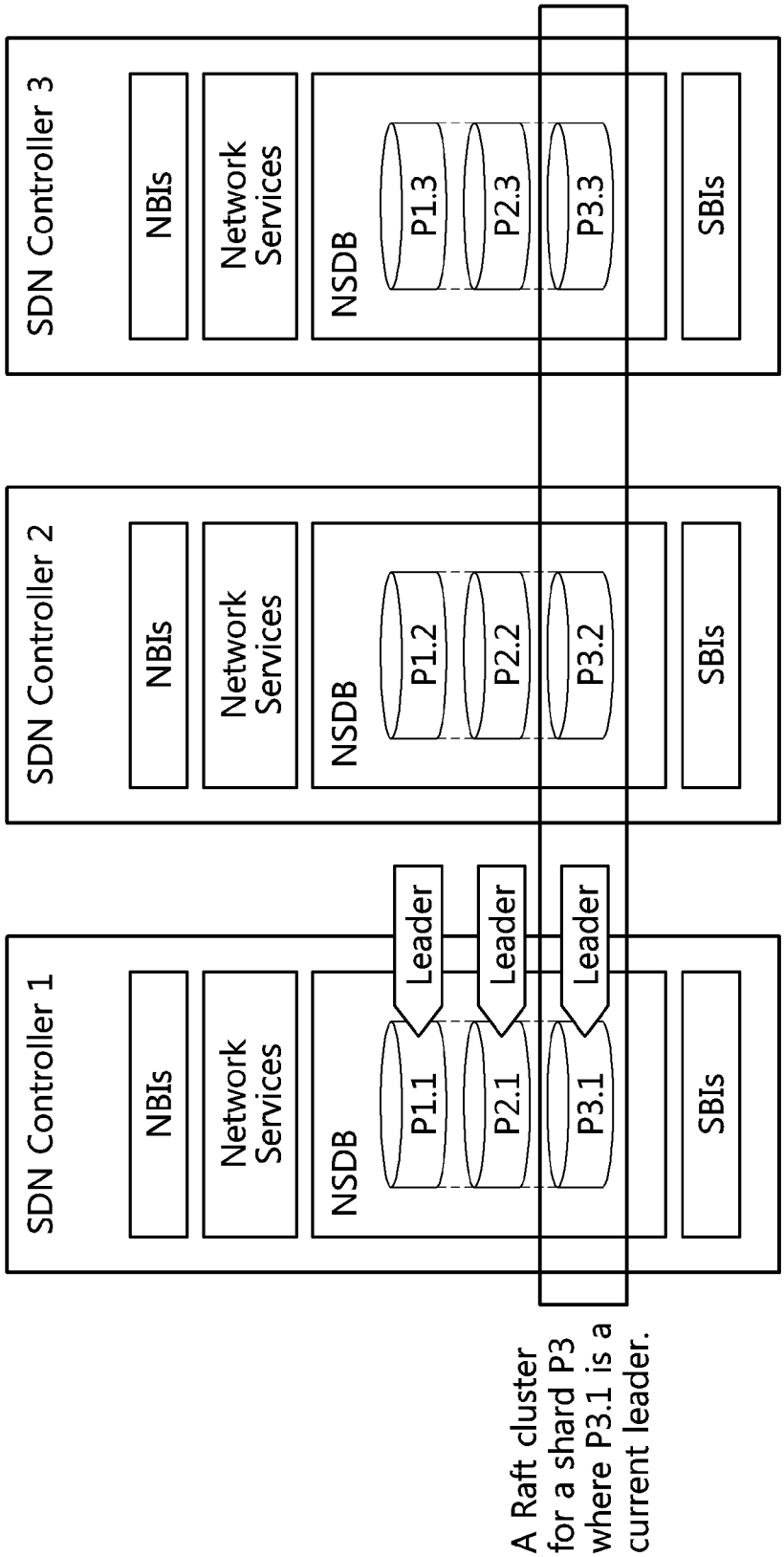
[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 한계 동기화 대역폭($MSBW_c$)은 복수의 컨트롤러 중 어느 하나의 컨트롤러(c)의 가용 동기화 대역폭($ASBW_c$)에서 해당 컨트롤러(c)가 리더로 동작하는 샤드들의 동기화 메시지들을 전송하는데 사용되는 대역폭을 제외한 나머지 대역폭으로, 수학식에 의해 정의되고,
상기 수학식은 $MSBW_c=ASBW_c-\sum_{p\in P} x_p^c RSBW_p$이고,
상기 x_p^c는 임의의 샤드(p∈P)의 리더와 컨트롤러(c∈C)의 매핑 상태를 나타내는 이진 변수이며,
$x_p^c=1$은 샤드(p)의 리더가 컨트롤러(c)에 위치한 것을 의미하고, $x_p^c=0$는 샤드(p)의 리더가 컨트롤러(c)에 위치하지 않은 것을 의미하는,
샤드 리더 선정 방법.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
새로운 리더로 선택된 컨트롤러(c_{target})로 리더쉽을 옮기는 단계는,
상기 리더 선정 모듈이 리더로 선정되었음을 알리는 메시지를 상기 새로운 리더로 선택된 컨트롤러(c_{target})로 송신하는 단계; 및
상기 새로운 리더로 선택된 컨트롤러(c_{target})가 이전의 리더로 동작한 컨트롤러에게 리더쉽 요청 메시지를 송신하는 단계를 포함하는,
샤드 리더 선정 방법.

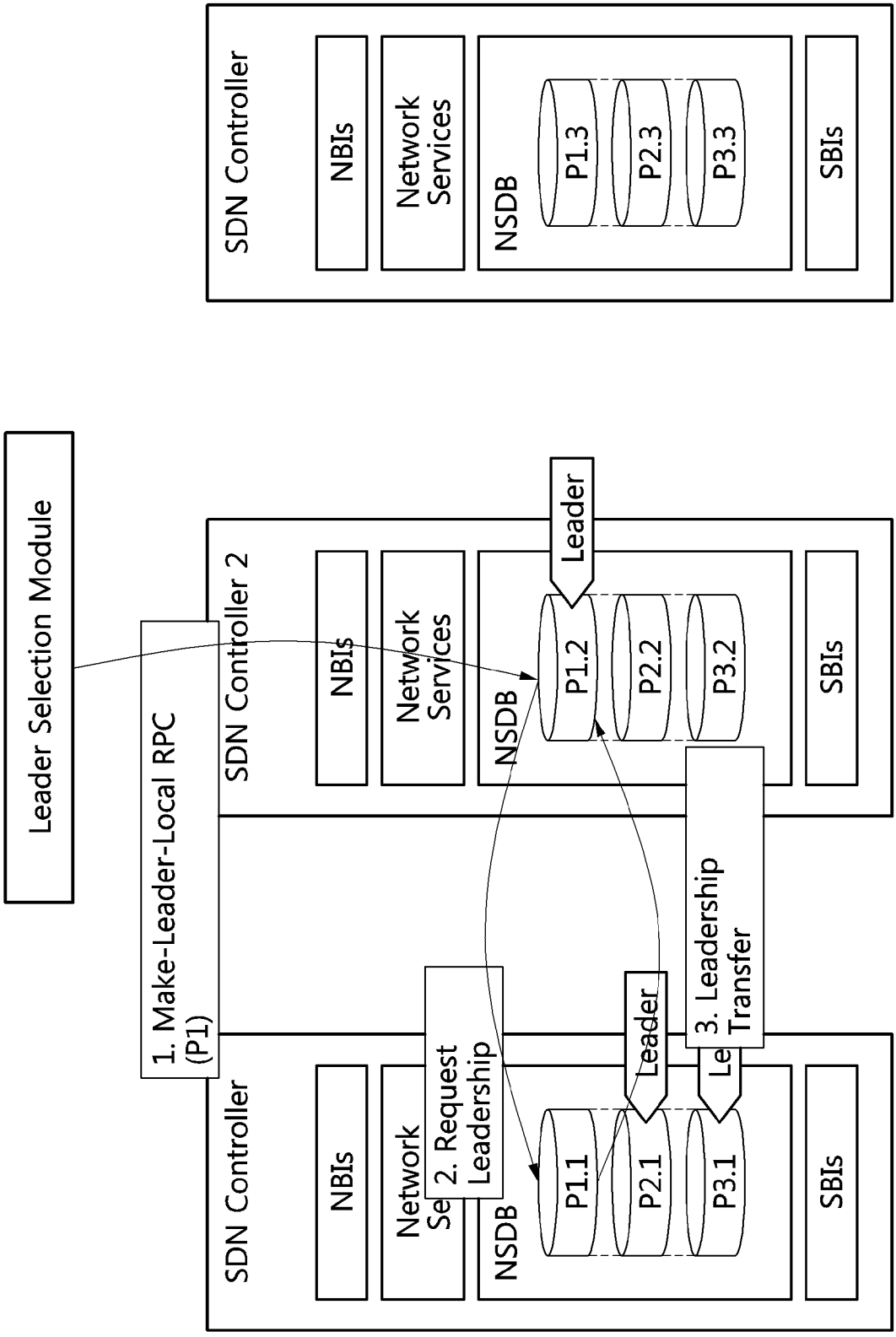
[도1]


Controller C2
Follower
2. Replication
Controller C1
Leader
Wide Area
Network (WAN)
Controller C3
Follower
1. Receives Data
Modification
Requests

[도2]


SDN Controller 1
NBIs
Network Services
NSDB
P1.1
P2.1
P3.1
Leader
Leader
Leader
SBIs
SDN Controller 2
NBIs
Network Services
NSDB
P1.2
P2.2
P3.2
SBIs
SDN Controller 3
NBIs
Network Services
NSDB
P1.3
P2.3
P3.3
SBIs
A Raft cluster for a shard P3 where P3.1 is a current leader.

[도3]

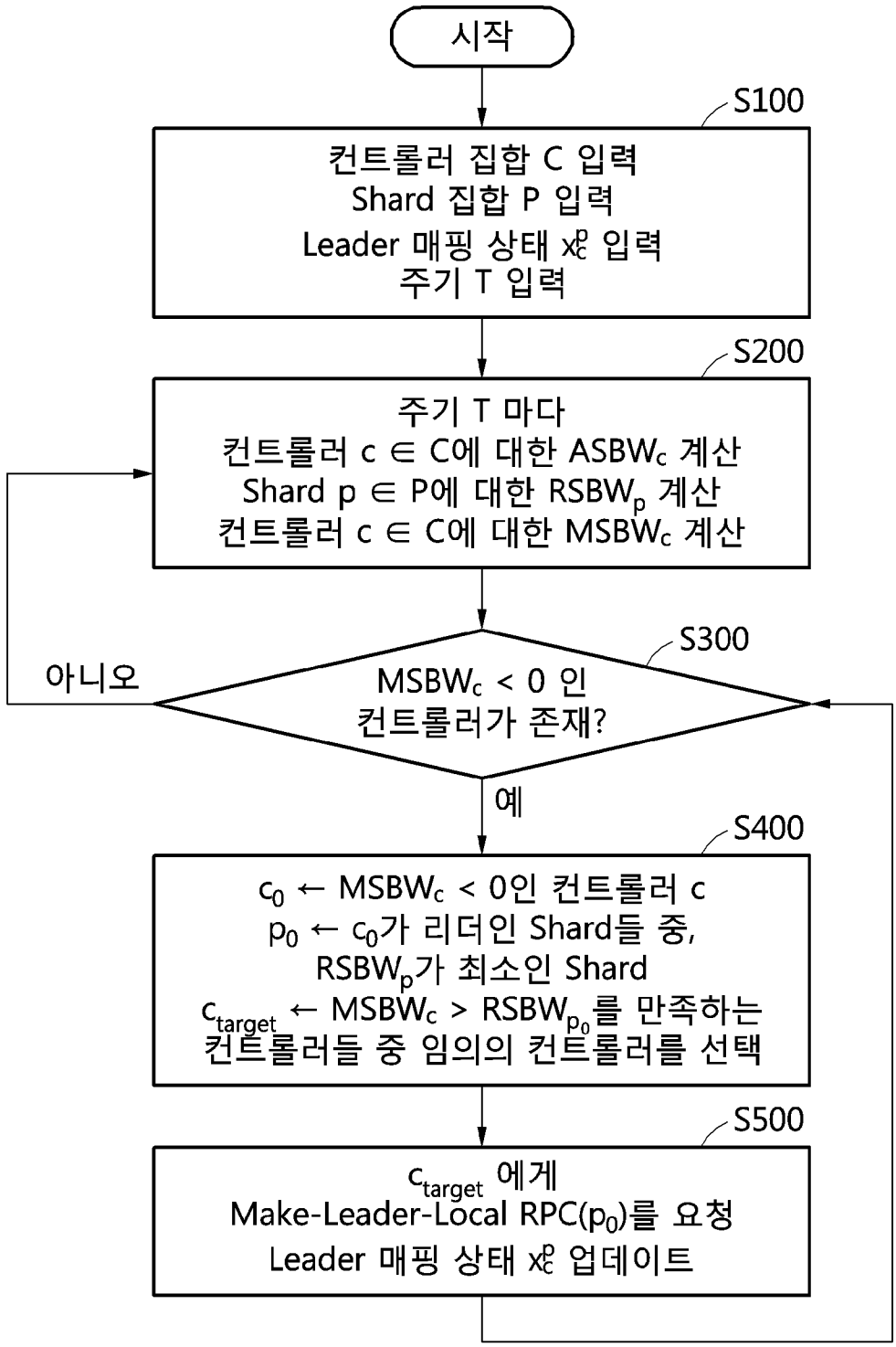

SDN Controller
NBIs
Network Services
NSDB
P1.3
P2.3
P3.3
SBIs
Leader Selection Module
1. Make-Leader-Local RPC (P1)
SDN Controller 2
NBIs
Network Services
NSDB
Leader
P1.2
P2.2
P3.2
SBIs
2. Request Leadership
3. Leadership Transfer
SDN Controller
NBIs
Network Se
NSDB
Leader
P1.1
P2.1
P3.1
SBIs

[도4]

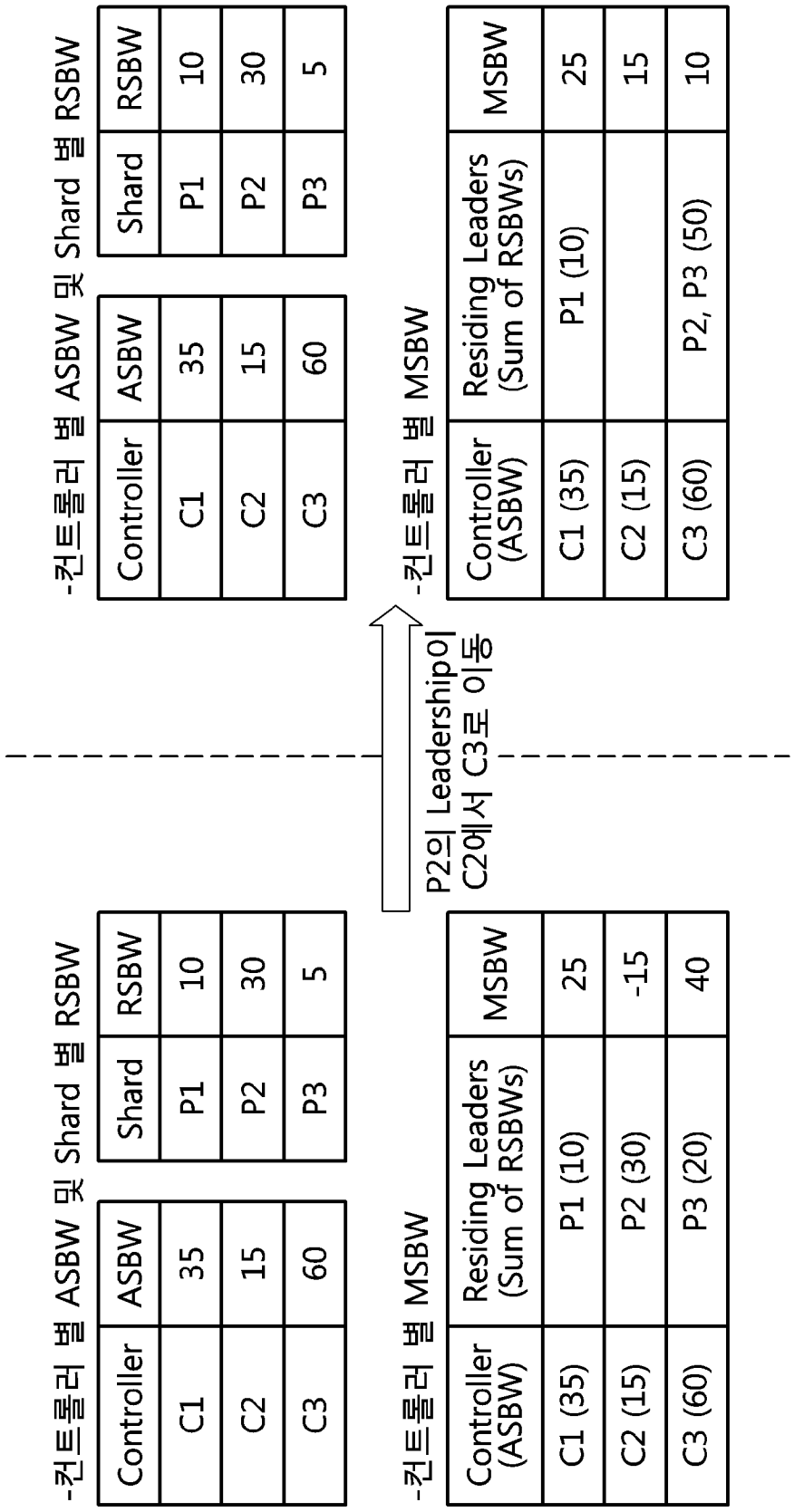
	C1	C2	C3
C1	INF	35	50
C2	15	INF	20
C3	60	70	INF

	ASBW
C1	35
C2	15
C3	60

[도5]



[도6]


-컨트롤러 별 ASBW 및 Shard 별 RSBW
Controller
ASBW
C1
35
C2
15
C3
60
Shard
RSBW
P1
10
P2
30
P3
5
-컨트롤러 별 MSBW
Controller (ASBW)
Residing Leaders (Sum of RSBWs)
MSBW
C1 (35)
P1 (10)
25
C2 (15)
P2 (30)
-15
C3 (60)
P3 (20)
40
P2의 Leadership이 C2에서 C3로 이동
-컨트롤러 별 ASBW 및 Shard 별 RSBW
Controller
ASBW
C1
35
C2
15
C3
60
Shard
RSBW
P1
10
P2
30
P3
5
-컨트롤러 별 MSBW
Controller (ASBW)
Residing Leaders (Sum of RSBWs)
MSBW
C1 (35)
P1 (10)
25
C2 (15)
15
C3 (60)
P2, P3 (50)
10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2018/013444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 29/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04L 29/08; H04L 12/24; H04L 12/801; H04L 12/931

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: distributed software defined network, controller, shard, leader, bandwidth

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2016-0090485 A (ATTO RESEARCH CO., LTD.) 01 August 2016 See claims 1-4 and figure 4.	1-5
A	KR 10-2016-0107920 A (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) 19 September 2016 See claims 1-6 and figure 1.	1-5
A	WO 2017-186932 A1 (SANCTUM NETWORKS LIMITED) 02 November 2017 See claims 1-21 and figure 3.	1-5
A	ZHANG, Tianzhu et al., The Role of Inter-Controller Traffic in SDN Controllers Placement, IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks (IEEE NFV-SDN), Palo Alto, CA, USA, Nov. 2016, pp. 87-92. See abstract and conclusions.	1-5
A	ISHIGAKI, Genya et al., Cluster Leader Election Problem for Distributed Controller Placement in SDN, Proceeding of IEEE Globecom 2017, 4-8 Dec. 2017 See abstract and conclusions.	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 MARCH 2019 (27.03.2019)	**27 MARCH 2019 (27.03.2019)**

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea
Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2018/013444

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2016-0090485 A	01/08/2016	NONE	
KR 10-2016-0107920 A	19/09/2016	NONE	
WO 2017-186932 A1	02/11/2017	EP 3248328 A1	29/11/2017
		EP 3248328 B1	13/03/2019
		EP 3449597 A1	06/03/2019
		EP 3449598 A1	06/03/2019
		EP 3449599 A1	06/03/2019
		EP 3449600 A1	06/03/2019
		US 2017-0187607 A1	29/06/2017
		US 2017-0187686 A1	29/06/2017
		US 9948606 B2	17/04/2018
		WO 2017-108790 A1	29/06/2017
		WO 2017-186916 A1	02/11/2017
		WO 2017-186938 A1	02/11/2017
		WO 2017-186939 A1	02/11/2017

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2018/013444

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04L 29/08(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04L 29/08; H04L 12/24; H04L 12/801; H04L 12/931

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: distributed software defined network, controller, shard, leader, bandwidth

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2016-0090485 A (아토리서치(주)) 2016.08.01 청구항 1-4 및 도 4 참조.	1-5
A	KR 10-2016-0107920 A (성균관대학교산학협력단) 2016.09.19 청구항 1-6 및 도 1 참조.	1-5
A	WO 2017-186932 A1 (SANCTUM NETWORKS LIMITED) 2017.11.02 청구항 1-21 및 도 3 참조.	1-5
A	Zhang, Tianzhu et al., The Role of Inter-Controller Traffic in SDN Controllers Placement, IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks (IEEE NFV-SDN), Palo Alto, CA, USA, Nov. 2016, pp. 87-92. 요약 및 conclusions 참조.	1-5
A	Genya Ishigaki et al., Cluster Leader Election Problem for Distributed Controller Placement in SDN, proceeding of IEEE Globecom 2017, 4-8 Dec. 2017 요약 및 conclusions 참조.	1-5

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2019년 03월 27일 (27.03.2019)	2019년 03월 27일 (27.03.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
김성우
전화번호 +82-42-481-3348

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2018/013444

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2016-0090485 A	2016/08/01	없음	
KR 10-2016-0107920 A	2016/09/19	없음	
WO 2017-186932 A1	2017/11/02	EP 3248328 A1	2017/11/29
		EP 3248328 B1	2019/03/13
		EP 3449597 A1	2019/03/06
		EP 3449598 A1	2019/03/06
		EP 3449599 A1	2019/03/06
		EP 3449600 A1	2019/03/06
		US 2017-0187607 A1	2017/06/29
		US 2017-0187686 A1	2017/06/29
		US 9948606 B2	2018/04/17
		WO 2017-108790 A1	2017/06/29
		WO 2017-186916 A1	2017/11/02
		WO 2017-186938 A1	2017/11/02
		WO 2017-186939 A1	2017/11/02