



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0091976
(43) 공개일자 2018년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60L 11/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B60L 11/1842 (2013.01)

B60L 11/1861 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0015997

(22) 출원일자 2017년02월06일

심사청구일자 2017년02월06일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

백상현

서울특별시 서초구 고무래로 35, 109동 1004호(반포동, 반포리채아파트)

고한열

경기도 고양시 덕양구 화신로 170 2111동 1504호 (행신동, 햇빛마을21단지아파트)

(74) 대리인

김등용, 김홍석

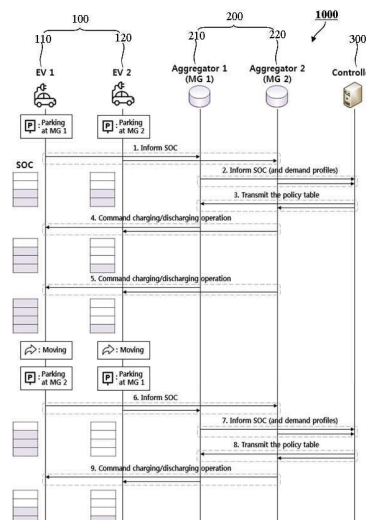
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 이동성 인지 V2G 제어 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 이동성 인지(mobility-aware) V2G(Vehicle-to-Grid) 제어 시스템이 개시된다. 상기 이동성 인지 V2G 제어 시스템은 전기차(EV: Electric Vehicle)로부터 충전 상태(SOC: State of Charge) 정보를 수집하는 V2G 결합기(Aggregator)를 포함한다. 또한, 상기 이동성 인지 V2G 제어 시스템은 상기 충전 상태(SOC) 정보와 상기 전기차가 속해 있는 마이크로 그리드(MG: Micro Grid)의 전력 프로파일 정보를 상기 V2G 결합기로부터 수집하고, 상기 수집된 충전 상태와 상기 전력 프로파일 정보에 기반하여 충전/방전을 위한 정책 테이블(Policy Table)을 구성하고, 상기 구성된 정책 테이블을 상기 V2G 결합기로 전송하는 컨트롤러(Controller)를 더 포함하고, 충전 상태와 전력 프로파일 정보에 따른 정책 테이블에 따라 차량의 충전/방전을 수행하여, 마이크로 그리드 시스템의 자율성을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B60Y 2200/91 (2013.01)

Y04S 10/126 (2018.05)

Y04S 30/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2014R1A2A1A12066986

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 도약연구(전략) 한-스웨덴 국제공동연구

연구과제명 모바일 데이터 분석을 위한 네트워크 구조 및 알고리즘 연구

기 여 율 1/2

주관기관 고려대학교

연구기간 2014.12.01 ~ 2017.11.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10051306

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업핵심기술개발사업

연구과제명 안전한 차량 IoT 서비스를 위한 차량 클라우드 기반의 동적 보안 프레임워크 개발

기 여 율 1/2

주관기관 고려대학교

연구기간 2015.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

이동성 인지(mobility-aware) V2G(Vehicle-to-Grid) 제어 시스템에 있어서,

전기차(EV: Electric Vehicle)로부터 충전 상태(SOC: State of Charge) 정보를 수집하는 V2G 결합기(Aggregator); 및

상기 충전 상태(SOC) 정보와 상기 전기차가 속해 있는 마이크로 그리드(MG: Micro Grid)의 전력 프로파일 정보를 상기 V2G 결합기로부터 수집하고, 상기 수집된 충전 상태 정보와 상기 전력 프로파일 정보에 기반하여 충전/방전을 위한 정책 테이블(Policy Table)을 구성하고, 상기 구성된 정책 테이블을 상기 V2G 결합기로 전송하는 컨트롤러(Controller)를 포함하고,

상기 V2G 결합기는 상기 컨트롤러로부터 수신된 정책 테이블에 기반하여, 상기 마이크로 그리드의 해당 구역 내에 주차되어 있는 상기 전기차에 대하여 충전/방전이 수행되도록 제어하는, V2G 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 V2G 결합기는,

제1 마이크로 그리드 내에 속하는 제1 전기차로부터 제1 충전 상태 정보를 수집하고, 상기 제1 충전 상태 정보와 상기 제1 마이크로 그리드의 전력 프로파일에 대한 제1 전력 프로파일 정보를 상기 컨트롤러로 전송하는 제1 V2G 결합기; 및

제2 마이크로 그리드 내에 속하는 제2 전기차로부터 제2 충전 상태 정보를 수집하고, 상기 제2 충전 상태 정보와 상기 제2 마이크로 그리드의 전력 프로파일에 대한 제2 전력 프로파일 정보를 상기 컨트롤러로 전송하는 제2 V2G 결합기를 포함하는, V2G 제어 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2 V2G 결합기는 상기 제2 마이크로 그리드 내의 전력량이 부족한 경우 상기 제2 전기차에 대하여 방전이 수행되도록 제어하고,

상기 제2 V2G 결합기는 상기 제2 전기차가 이동할 것으로 예상되는 경우 상기 제2 전기차의 에너지가 일정 수준을 유지하도록 제어하는 것을 특징으로 하는,

V2G 제어 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제2 전기차가 상기 제1 마이크로 그리드 내로 이동한 경우, 상기 제1 V2G 결합기는 상기 제2 전기차로부터 상기 제2 충전 상태 정보를 수집하고, 상기 제2 충전 상태 정보와 상기 제1 전력 프로파일 정보를 상기 컨트롤러로 전송하고,

상기 제1 전기차가 상기 제2 마이크로 그리드 내로 이동한 경우, 상기 제2 V2G 결합기는 상기 제1 전기차로부터 상기 제1 충전 상태 정보를 수집하고, 상기 제1 충전 상태 정보와 상기 제2 전력 프로파일 정보를 상기 컨트롤러로 전송하고,

러로 전송하는 것을 특징으로 하는,
V2G 제어 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 제1 및 제2 전기차 중 적어도 하나의 이동에 따라 변경된 이동성 정보, 충전 상태 정보와 전력 프로파일 정보에 기반하여 상기 정책 테이블에 대한 업데이트를 수행하고, 상기 업데이트된 정책 테이블을 상기 제1 V2G 결합기 및 상기 제2 V2G 결합기 중 적어도 하나로 전송하고,

상기 이동성 정보는 상기 전기차가 해당 마이크로 그리드에서 다른 마이크로 그리드로 이동한 경우에 생성되거나 또는 변경되는 것을 특징으로 하는,

V2G 제어 시스템.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 정책 테이블은 보상 함수가 최대가 되도록 상기 제1 및 제2 마이크로 그리드 내에 속하는 전기차들의 충전/방전을 수행하도록 구성되고,

상기 보상 함수($r(S, A)$)는, 상기 전기차가 속해 있는 마이크로 그리드의 자율성 유지 수준을 나타내는 제1보상 함수인 $r_G(S, A)$ 와 전기차 충전 시스템에 관한 체험 품질(QoE: Quality of Experience)을 나타내는 제2 보상 함수인 $r_{EV}(S, A)$ 를 이용하여,

$$r(S, A) = \omega_1 r_G(S, A) + (1 - \omega_1) r_{EV}(S, A)$$

로 구성되고,

ω_1 은 상기 제1 및 제2 보상 함수 간의 가중치를 나타내는 것을 특징으로 하는,

V2G 제어 시스템.

청구항 7

이동성 인지 V2G 제어 시스템 내의 컨트롤러에 의해 수행되는 이동성 인지 V2G 제어 방법에 있어서,

전기차의 충전 상태 정보와 상기 전기차가 속해 있는 마이크로 그리드의 전력 프로파일 정보를 수집하는 SOC/프로파일 수집 단계;

상기 전기차가 해당 마이크로 그리드에서 다른 마이크로 그리드로 이동하였는지에 관한 이동성 정보를 수집하는 이동성 정보 수집 단계;

상기 충전 상태 정보, 상기 전력 프로파일 정보 및 상기 이동성 정보에 기반하여, 충전/방전을 위한 정책 테이블(Policy Table)을 구성하는 정책 테이블 구성 단계;

상기 충전 상태 정보, 상기 전력 프로파일 정보 및 상기 이동성 정보에 기반하여, 상기 정책 테이블에 대한 변경이 발생하였는지를 판단하는 정책 테이블 변경 판단 단계; 및

상기 구성되었거나 또는 상기 변경된 정책 테이블을 상기 마이크로 그리드 내의 V2G 결합기를 통해 상기 전기차로 분배하는 정책 테이블 분배 단계를 포함하는,

이동성 인지 V2G 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 이동성 인지 V2G 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 마이크로 그리드에서 차량의 이동성을 인지하여 V2G 시스템(즉, 차량의 충/방전)을 제어하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 전통적인 전력 시스템에서는 사용자의 요구량에 따라 전력을 생산할 수 있었다. 즉, 하루 동안의 사용자의 전력 요구량을 예측하여 발전을 스케줄링할 수 있었다. 한편, 최근 신재생 에너지와 마이크로 그리드를 사용한 전력 공급이 주목받고 있다. 마이크로 그리드란 스마트 그리드의 일종으로서 재생에너지(renewable energy source)를 사용해 소규모 지역에서 자급자족할 수 있는 에너지를 제공하는 전력체제로 에너지 저장 시스템(energy storage system)을 통해 전력 품질 및 공급 안정성을 확보하는 기술을 말한다.
- [0004] 신재생 에너지와 마이크로 그리드의 특성(예, 불규칙적이고 예측이 어려운 전력 공급과 분산 전원) 때문에 전력의 공급과 소모의 균형을 맞추는 수요 반응 관리(demand response management)가 어려운 문제점이 있다.
- [0005] 이에 따라 V2G 기술을 이용하여 마이크로 그리드의 수요 반응 관리를 효율적으로 수행하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 즉, 전력이 남는 마이크로 그리드에 주차된 전기차(electric vehicle: EV)의 경우에는 충전을 수행하고, 전력이 부족한 마이크로 그리드에 주차된 전기차는 방전을 수행하여 자율성을 향상시킬 수 있다. 특히, 전기차를 에너지 운반원으로 사용하면 더욱 효과적인 수요 반응 관리를 수행할 수 있다. 즉, 전기차의 이동성을 이용해 차량이 전력이 남는 마이크로 그리드에서 에너지를 충전하여 전력이 부족한 마이크로 그리드에서 방전을 수행하면 두 군데의 마이크로 그리드의 자율성을 올릴 수 있다.
- [0006] 하지만, 너무 많은 방전을 수행하여 차량이 출발 시에 충분한 에너지를 가지고 있지 못하면 해당 시스템에 대한 quality of experience(QoE: 체험 품질)가 감소되는 문제점이 있다. 이와 같은 상황을 방지하기 위한 차량 이동성 인지 V2G 시스템 제어 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 따라서, 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 V2G 시스템의 제어를 통해 마이크로 그리드 시스템의 자율성을 향상시키는 것을 목표로 한다.
- [0009] 또한, 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 V2G 시스템의 제어를 통해 마이크로 그리드 시스템에 대한 QoE를 향상시키는 것을 목표로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 이동성 인지(mobility-aware) V2G(Vehicle-to-Grid) 제어 시스템이 개시된다. 상기 이동성 인지 V2G 제어 시스템은 전기차(EV: Electric Vehicle)로부터 충전 상태(SOC: State of Charge) 정보를 수집하는 V2G 결합기(Aggregator)를 포함한다. 또한, 상기 이동성 인지 V2G 제어 시스템은 상기 충전 상태(SOC) 정보와 상기 전기차가 속해 있는 마이크로 그리드(MG: Micro Grid)의 전력 프로파일 정보를 상기 V2G 결합기로부터 수집하고, 상기 수집된 충전 상태 정보와 상기 전력 프로파일 정보에 기반하여 충전/방전을 위한 정책 테이블(Policy Table)을 구성하고, 상기 구성된 정책 테이블을 상기 V2G 결합기로 전송하는 컨트롤러(Controller)를 더 포함하고, 충전 상태와 전력 프로파일 정보에 따른 정책 테이블에 따라 차량의 충전/방전을 수행하여, 마이크로 그리드 시스템의 자율성을 향상시킬 수 있다.
- [0012] 또한, 본 발명의 다른 양상에 따른 이동성 인지 V2G 제어 시스템 내의 컨트롤러에 의해 수행되는 이동성 인지 V2G 제어 방법이 개시된다. 상기 이동성 인지 V2G 제어 방법은, 전기차의 충전 상태 정보와 상기 전기차가 속해

있는 마이크로 그리드의 전력 프로파일 정보를 수집하는 SOC/프로파일 수집 단계를 포함한다. 또한, 상기 이동성 인지 V2G 제어 방법은, 상기 전기차가 해당 마이크로 그리드에서 다른 마이크로 그리드로 이동하였는지에 관한 이동성 정보를 수집하는 이동성 정보 수집 단계를 더 포함한다. 또한, 상기 이동성 인지 V2G 제어 방법은, 상기 충전 상태 정보, 상기 전력 프로파일 정보 및 상기 이동성 정보에 기반하여, 충전/방전을 위한 정책 테이블(Policy Table)을 구성하는 정책 테이블 구성 단계를 더 포함한다. 또한, 상기 이동성 인지 V2G 제어 방법은, 상기 충전 상태 정보, 상기 전력 프로파일 정보 및 상기 이동성 정보에 기반하여, 상기 정책 테이블에 대한 변경이 발생하였는지를 판단하는 정책 테이블 변경 판단 단계를 더 포함한다. 또한, 상기 이동성 인지 V2G 제어 방법은, 상기 구성되었거나 또는 상기 변경된 정책 테이블을 상기 마이크로 그리드 내의 V2G 결합기를 통해 상기 전기차로 분배하는 정책 테이블 분배 단계를 더 포함한다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 따른 V2G 제어 시스템 및 방법은 충전 상태와 전력 프로파일 정보에 따른 정책 테이블에 따라 차량의 충전/방전을 수행하여 마이크로 그리드 시스템의 자율성을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [0015] 또한, 본 발명에 따른 V2G 제어 시스템 및 방법은 차량의 이동 상태를 추가적으로 고려하여 정책 테이블에 따라 차량의 충전/방전을 수행하여 마이크로 그리드 시스템에 대한 QoE를 향상시킬 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 복수의 마이크로 그리드들을 포함하는 이동성 인지 V2G 제어 시스템 모델을 나타낸다.
- 도 2는 본 발명에 따른 복수의 마이크로 그리드들을 포함하는 이동성 인지 V2G 제어 시스템의 각 구성 요소 간의 신호 흐름도를 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 다른 양상에 따른 이동성 인지 V2G 제어 시스템 내의 컨트롤러에 의해 수행되는 이동성 인지 V2G 제어 방법의 흐름도를 도시한다.
- 도 4는 본 발명에 따른 V2G 제어 방법과 다른 제어 방법에서의 성능 평가를 비교한 도면이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 V2G 제어 방법과 다른 제어 방법과 관련하여 마이크로 그리드 관련 보상함수와 전기차 관련 보상함수 사이의 중요도를 변화시킴에 따라 각 방법의 효율성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다.
- [0019] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다.
- [0020] 제1, 제2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0021] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0022] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.

- [0023] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0024] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈", "블록" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0025] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 당해 분야에 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 설명한다. 하기에 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지의 기능 또는 공지의 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0026] 이하, 본 발명에 따른 이동성 인지(mobility-aware) V2G(Vehicle-to-Grid) 제어 시스템 및 제어 방법에 대해 살펴보기로 하자. 먼저, 도 1은 본 발명에 따른 복수의 마이크로 그리드들을 포함하는 이동성 인지 V2G 제어 시스템 모델을 나타낸다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 마이크로 그리드(MG: Micro Grid)는 한 구역 (지역)을 의미하고, 각 마이크로 그리드는 서로 다른 이상적인 전력 요구량과 실제 전력 요구량을 가진다. 예를 들어, 거주 지역일 경우 실제 전력 요구량은 저녁 시간대에 가장 높을 것이다. 한편, 전기차(electric vehicle: EV)는 제한된 배터리 용량(예컨대, 10 ~ 20 kW)을 가지고 있기 때문에 전기차의 전력을 모아 마이크로 그리드로 공급해 주는 역할을 하는 V2G aggregator가 각 마이크로 그리드에 존재한다. 모든 V2G 결합기(aggregator)는 컨트롤러(controller)에 연결되어 있기 때문에 컨트롤러는 각 전기차의 충전 상태, 이동성 패턴 및 각 마이크로 그리드의 이상적/실제 전력 요구량을 알 수 있다. 이 정보들을 기반으로 컨트롤러는 각 차량의 충/방전 동작 여부를 요소로 갖는 정책 테이블을 구성하고 이를 각각의 V2G 결합기에게 전달한다. 정책 테이블은 수학적 모델링(즉, Markov decision process (MDP))을 기반으로 구성할 수 있다. 이렇게 구성된 정책 테이블을 기반으로 V2G 결합기들은 차량의 충/방전을 제어할 수 있다.
- [0028] 다음으로, 도 2는 본 발명에 따른 복수의 마이크로 그리드들을 포함하는 이동성 인지 V2G 제어 시스템의 각 구성 요소 간의 신호 흐름도를 나타낸다. 이와 관련하여, 도 1에서는 복수의 마이크로 그리드에 대하여 MG1, MG2 및 MG3로 표현하고 있으며, 도 2에서는 MG1 및 MG2로 표현하고 있다. 이러한 복수의 마이크로 그리드는 마이크로 그리드의 개수에 제한되는 것은 아니며, 다양하게 변형 가능하다. 도 2에서는 복수의 마이크로 그리드를 표현하는 최소한의 개수인 2개의 마이크로 그리드인 MG1과 MG2만을 이용하여 신호 흐름의 표현을 단순화한 것이다. 한편, 도 2에서는 MG1 및 MG2 각각에 제1 및 제2 V2G 결합기(Aggregator 1, Aggregator 2)가 연결된 것으로 표현되었으나, 복수 개의 그리드의 그룹마다 하나의 V2G 결합기가 연결되는 것도 이에 포함될 수 있다.
- [0029] 도 2를 참조하여 이동성 인지 V2G 제어 시스템의 제어 동작에 대해 자세히 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 이동성 인지 시스템(1000)은 전기차(100), V2G 결합기(200) 및 컨트롤러(300)를 포함한다.
- [0030] 한편, 복수의 마이크로 그리드 시스템을 고려하기 위하여, 제1 및 제2 마이크로 그리드(MG1, MG2)가 고려될 수 있다. 이에 따라, 제1 및 제2 마이크로 그리드(MG1, MG2)에 각각 속해 있는 제1 및 제2 전기차(EV1, EV2)(110, 120)가 포함될 수 있다. 또한, 제1 및 제2 마이크로 그리드(MG1, MG2)에 연결되어, 컨트롤러와의 신호 전송/수신을 제어하는 제1 및 제2 V2G 결합기(Aggregator 1, Aggregator 2)(210, 220)가 포함될 수 있다.
- [0031] 한편, V2G 결합기(200)는 전기차(EV: Electric Vehicle)(100)로부터 충전 상태(SOC: State of Charge)를 수집한다(Step 1). 여기서, V2G 결합기(200)는 전기차(100)로부터 자신의 에너지 상태에 관한 정보인 충전 상태(SOC)를 수신할 수 있다.
- [0032] 한편, 컨트롤러(300)는 상기 충전 상태(SOC)와 상기 전기차가 속해 있는 마이크로 그리드(MG: Micro Grid)의 전력 프로파일 정보를 상기 V2G 결합기(200)로부터 수집한다(Step 2). 또한, 컨트롤러(300)는 상기 수집된 충전 상태와 상기 전력 프로파일 정보에 기반하여 충전/방전을 위한 정책 테이블(Policy Table)을 구성하고, 상기 구성된 정책 테이블을 상기 V2G 결합기(200)로 전송한다(Step 3).
- [0033] 이에 따라, 상기 V2G 결합기(200)는 상기 컨트롤러(300)부터 수신된 정책 테이블에 기반하여, 상기 마이크로 그리드의 해당 구역 내에 주차되어 있는 상기 전기차에 대하여 충전/방전이 수행되도록 제어할 수 있다(Step 4). 구체적으로, 충전/방전이 수행되도록 제어하는 방법의 일 예로서, 상기 V2G 결합기(200)가 상기 전기차(100)로 충전/방전 동작 명령(command charging/discharging operation)을 전송하는 것이 이에 해당할 수 있다.

- [0034] 한편, 복수의 마이크로 그리드와 복수의 전기차를 고려하여, V2G 제어 시스템에서의 제어 방법에 대해 살펴보면 아래와 같다.
- [0035] 제1 V2G 결합기(210)는 제1 마이크로 그리드 내에 속하는 제1전기차(110)로부터 제1충전 상태 정보를 수집한다(Step 1). 또한, 제1 V2G 결합기(210)는 상기 제1충전 상태 정보와 상기 제1 마이크로 그리드의 전력 프로파일 에 대한 제1 전력 프로파일 정보를 상기 컨트롤러(300)로 전송한다(Step 2).
- [0036] 한편, 제2 V2G 결합기(220)는 제2 마이크로 그리드 내에 속하는 제2전기차(120)로부터 제2충전 상태 정보를 수집한다(Step 1). 또한, 제2 V2G 결합기(220)는 상기 제2충전 상태 정보와 상기 제2 마이크로 그리드의 전력 프로파일에 대한 제2 전력 프로파일 정보를 상기 컨트롤러(300)로 전송한다(Step 2).
- [0037] 컨트롤러(300)는 상기 수집된 제1 및 제2 충전 상태 정보와 상기 제1 및 제2 전력 프로파일 정보에 기반하여 충전/방전을 위한 정책 테이블(Policy Table)을 구성하고, 상기 구성된 정책 테이블을 상기 제1 및 제2 V2G 결합기(210, 220) 중 적어도 하나로 전송한다(Step 3).
- [0038] 이에 따라, 상기 제1 및 제2 V2G 결합기(210, 220) 중 적어도 하나는 상기 컨트롤러(300)부터 수신된 정책 테이블에 기반하여, 상기 제1 및 제2 마이크로 그리드 중 적어도 하나의 해당 구역 내에 주차되어 있는 상기 전기차에 대하여 충전/방전이 수행되도록 제어할 수 있다(Step 4).
- [0039] 예를 들어, 제1 마이크로 그리드에서는 전력이 남는 상황이기 때문에 해당 구역에 주차되어 있는 제1 전기차(110)는 충전이 되고, 제2 마이크로 그리드에서는 전력이 부족하기 때문에 제2 전기차(120)는 방전이 될 수 있다.
- [0040] 한편, 마이크로 그리드 내의 전력 요구량은 이상적 전력 요구량과 실제 전력 요구량으로 구분될 수 있다. 이에 따라서, 복수의 마이크로 그리드의 각각에 대한 전력 요구량은 서로 상이할 수 있다. 한편, 복수의 마이크로 그리드의 각각에 대한 전력 요구량이 서로 다른 상황을 표현(모델링)하기 위하여 다음과 같은 상황을 전제하기로 하자. 즉, 제1 마이크로 그리드(MG 1, 210)는 이상적 전력 요구량이 실제 전력 요구량보다 더 높은 상황(즉, 전력이 남는 상황)이고, 마이크로 그리드 2 (MG2, 220)는 이상적 전력 요구량이 실제 전력 요구량보다 더 낮은 상황 (즉, 전력이 부족한 상황)이다. 또한, 제1 전기차 1(EV 1, 110)는 MG 1(210)에 제2 전기차(EV 2, 120)는 MG 2(220)에 주차되어 있을 수 있다. 다만, 본 발명은 이러한 예시에 한정되는 것이 아니라, 상황에 따라 다양하게 변형 가능할 수 있다.
- [0041] 한편, 이하에서는 제1 및 제2 전기차(110, 120) 중 적어도 하나가 해당 마이크로 그리드에서 다른 마이크로 그리드로 이동하는 상황을 고려하여, 충전/방전을 제어하는 동작에 대해 살펴보기로 하자. 이와 관련하여, 제2 마이크로 그리드 내에 있는 제2 전기차(120)의 경우에도 곧 이동할 것으로 예상되기 때문에 에너지가 일정 수준 이하로 떨어져서는 안 된다. 즉, 상기 제2 V2G 결합기(220)는 상기 제2 마이크로 그리드 내의 전력량이 부족한 경우 상기 제2 전기차(120)에 대하여 방전이 수행되도록 제어된다. 하지만, 상기 제2 V2G 결합기(220)는 상기 제2 전기차(120)가 이동할 것으로 예상되는 경우 상기 제2 전기차(12)의 에너지가 일정 수준을 유지하도록 제어할 수 있다. 이와 관련하여, 상기 제2 V2G 결합기(220)는 상기 제2 전기차(120)로부터의 방전을 중단하거나 또는 상기 제2 전기차(120)로 일정 수준까지 충전하는 것을 시도할 수 있다.
- [0042] 상기 제2 전기차(120)가 상기 제1 마이크로 그리드 내로 이동한 경우, 상기 제1 V2G 결합기(210)는 상기 제2 전기차(120)로부터 상기 제2 충전 상태 정보를 수집한다(Step 6). 또한, 상기 제1 V2G 결합기(210)는 상기 제2 충전 상태 정보와 상기 제1 전력 프로파일 정보를 상기 컨트롤러(300)로 전송한다(Step 7).
- [0043] 또한, 상기 제1 전기차(110)가 상기 제2 마이크로 그리드 내로 이동한 경우, 상기 제2 V2G 결합기(220)는 상기 제1 전기차(110)로부터 상기 제1 충전 상태 정보를 수집한다(Step 6). 또한, 상기 제2 V2G 결합기(220)는 상기 제1 충전 상태 정보와 상기 제2 전력 프로파일 정보를 상기 컨트롤러로 전송한다(Step 7).
- [0044] 따라서, 상기 컨트롤러(300)는 상기 제1 및 제2 전기차(110, 120) 중 적어도 하나의 이동에 따라 변경된 이동성 정보, 충전 상태 정보와 전력 프로파일 정보에 기반하여, 상기 정책 테이블에 대한 업데이트를 수행할 수 있다. 이때, 상기 이동성 정보는 상기 제1 및 제2 전기차(110, 120) 중 적어도 하나가 해당 마이크로 그리드에서 다른 마이크로 그리드로 이동한 경우에 생성되거나 또는 변경되는 것을 특징으로 할 수 있다. 만약, 이동성 정보, 충전 상태 정보와 전력 프로파일 정보에 변경이 없다면 업데이트를 수행하지 않고, 가장 최근 정보 또는 유효 범위(valid range) 내에 있는 정보에 따라 차량에 대하여 충전/방전이 수행될 수 있다. 이에 따라, 상기 컨트롤러(300)는 상기 업데이트된 정책 테이블을 상기 제1 V2G 결합기 및 상기 제2 V2G 결합기(210, 220) 중 적어도 하

나로 전송한다(Step 8).

[0045] 한편, 상기 업데이트된 정책 테이블을 수신한 상기 제1 V2G 결합기 및 상기 제2 V2G 결합기(210, 220) 중 적어도 하나는 상기 업데이트된 정책 테이블에 기반하여 해당 마이크로 그리드 내에 있는 전기차에 대하여 충전/방전을 수행할 수 있다(Step 9).

[0046] 한편, 정책 테이블을 구성하는 방법에 대해 상세하게 살펴보면 다음과 같다. 상기 정책 테이블은 보상 함수(Reward function)가 최대가 되도록 상기 제1 및 제2 마이크로 그리드 내에 속하는 전기차들의 충전/방전을 수행하도록 구성된다. 이때, 보상 함수($r(S,A)$)는 다음의 수학적 식 1과 같이 구성될 수 있다.

수학적 식 1

$$r(S, A) = \omega_1 r_G(S, A) + (1 - \omega_1) r_{EV}(S, A)$$

[0047]

[0048] 여기서, 제1보상 함수인 $r_G(S,A)$ 는 상기 전기차가 속해 있는 마이크로 그리드의 자율성 유지 수준을 나타낸다. 또한, 제2 보상 함수인 $r_{EV}(S,A)$ 는 전기차 충전 시스템에 관한 체험 품질(QoE: Quality of Experience)을 나타낸다.

[0049] 이상에서는, 이동성 인지(mobility-aware) V2G (Vehicle-to-Grid) 제어 시스템에 대하여 살펴보았다. 한편, 이하에서는 이동성 인지 V2G 제어 시스템 내의 컨트롤러에 의해 수행되는 이동성 인지 V2G 제어 방법에 대해 살펴보기로 하자. 한편, V2G 제어 시스템에서 관련된 내용은 상기 V2G 제어 방법에 대해서도 적용될 수 있음은 물론이다.

[0050] 도 3은 본 발명의 다른 양상에 따른 이동성 인지 V2G 제어 시스템 내의 컨트롤러에 의해 수행되는 이동성 인지 V2G 제어 방법의 흐름도를 도시한다.

[0051] 상기 이동성 인지 V2G 제어 방법은 SOC/프로파일 수집 단계(S310), 이동성 정보 수집 단계(S320), 정책 테이블 구성 단계(S330), 정책 테이블 변경 판단 단계(S340) 및 정책 테이블 분배 단계(S350)를 포함한다. 한편, 전술한 단계들은 나열된 순서에 한정되는 것이 아니라, 본 발명이 속하는 범위 내에서 그 순서가 다양하게 변경 가능하다.

[0052] SOC/프로파일 수집 단계(S310)는 전기차의 충전 상태와 상기 전기차가 속해 있는 마이크로 그리드의 전력 프로파일 정보를 수집한다. 이동성 정보 수집 단계(S320)는 상기 전기차가 해당 마이크로 그리드에서 다른 마이크로 그리드로 이동하였는지에 관한 이동성 정보를 수집한다. 한편, SOC/프로파일 수집 단계(S310)와 이동성 정보 수집 단계(S320)는 응용에 따라 순서에 한정되지 않고 수행하는 순서가 변형될 수 있음은 물론이다.

[0053] 정책 테이블 구성 단계(S330)는 상기 충전 상태, 상기 전력 프로파일 정보 및 상기 이동성 정보에 기반하여, 충전/방전을 위한 정책 테이블(Policy Table)을 구성한다.

[0054] 한편, 정책 테이블 변경 판단 단계(S340)는 상기 충전 상태, 상기 전력 프로파일 정보 및 상기 이동성 정보에 기반하여 상기 정책 테이블에 대한 변경이 발생하였는지를 판단한다. 상기 정책 테이블에 대한 변경이 발생하였다고 판단된 경우에는 SOC/프로파일 수집 단계(S310)부터 다시 실행할 수 있다. 또한, SOC/프로파일 수집 단계(S310)부터 다시 수행하지 않고 이동성 정보 수집 단계(S320)부터 다시 실행하는 것도 가능하다. 예를 들어, 전기차가 마이크로 그리드 상에서 이동하기는 하였으나, SOC/전력 프로파일에 변경이 없다고 이미 판단된 경우가 이에 해당한다. 또한, 상기 정책 테이블에 대한 변경이 발생하였다고 판단된 경우에 이동성 정보 수집 단계(S320)를 먼저 수행하고 이후에 SOC/프로파일 수집 단계(S310)를 수행하는 것도 가능하다.

[0055] 또한, 정책 테이블 분배 단계(S350)는 상기 구성되었거나 또는 상기 변경된 정책 테이블을 상기 마이크로 그리드 내의 V2G 결합기를 통해 상기 전기차로 분배한다.

[0056] 한편, 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 정책 테이블 분배 단계(S350)에서 분배된 정책 테이블에 기반하여 제1 및 제2 결합기 중 적어도 하나는 해당 마이크로 그리드 내의 전기차에 대한 충전/방전 제어를 수행할 수 있다.

[0057] 한편, 본 발명의 성능 평가를 위해 시뮬레이션을 진행하고 기존의 방법들과 비교를 하였다. 이와 관련하여, 도

4는 본 발명에 따른 V2G 제어 방법과 다른 제어 방법에서의 성능 평가를 비교한 도면이다.

[0058] 한편, 도 4에서 S_{MACA} 는 본 발명, S_{FC} 는 차량의 에너지를 완전히 다 충전하는 방법, S_{MC} 는 다른 위치로 이동할 수 있는 최소한의 에너지만을 충전하는 방법, 마지막으로 S_{DBC} 는 차량이 위치한 마이크로 그리드의 프로파일 정보를 기반으로 차량의 충전을 수행하는 방법을 나타낸다.

[0059] 도 4에서의 결과를 참조하면, 본 발명의 효율성이 가장 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 본 발명이 차량의 이동성을 이용하여 여러 마이크로 그리드의 자율성을 최대로 보장하기 때문이다.

[0060] 한편, 도 5는 본 발명에 따른 V2G 제어 방법과 다른 제어 방법과 관련하여, 마이크로 그리드 관련 보상함수와 전기차 관련 보상함수 사이의 중요도를 변화시킴에 따라 각 방법의 효율성을 나타낸 도면이다. 다른 제어 방법과 비교할 때, 본 발명에 따른 V2G 제어 방법이 보상함수 간의 가중치(w_1)에 관계없이 가장 높은 리워드 값을 가짐을 알 수 있다. 또한, 제1 및 제2보상 함수들 사이의 중요도가 변화하더라도 본 발명에서 제시한 방법의 효율성이 가장 큰 것을 확인할 수 있다. 이는 본 발명이 중요도가 변함에 따라 적응적으로 최적의 충/방전 정책을 찾아 적용하기 때문이다.

[0061] 본 발명의 적어도 일 실시예에 따르면, 충전 상태와 전력 프로파일 정보에 따른 정책 테이블에 따라 차량의 충전/방전을 수행하여, 마이크로 그리드 시스템의 자율성을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0062] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시예에 따르면, 차량의 이동 상태를 추가적으로 고려하여 정책 테이블에 따라 차량의 충전/방전을 수행하여, 마이크로 그리드 시스템에 대한 QoE를 향상시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0063] 소프트웨어적인 구현에 의하면, 본 명세서에서 설명되는 절차 및 기능뿐만 아니라 각각의 구성 요소들은 별도의 소프트웨어 모듈로도 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 모듈들 각각은 본 명세서에서 설명되는 하나 이상의 기능 및 작동을 수행할 수 있다. 적절한 프로그램 언어로 쓰여진 소프트웨어 어플리케이션으로 소프트웨어 코드가 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고, 제어부(controller) 또는 프로세서(processor)에 의해 실행될 수 있다.

부호의 설명

[0065] 1000: 이동성 인지 시스템

100: 전기차

110, 120: 제1 및 제2 전기차

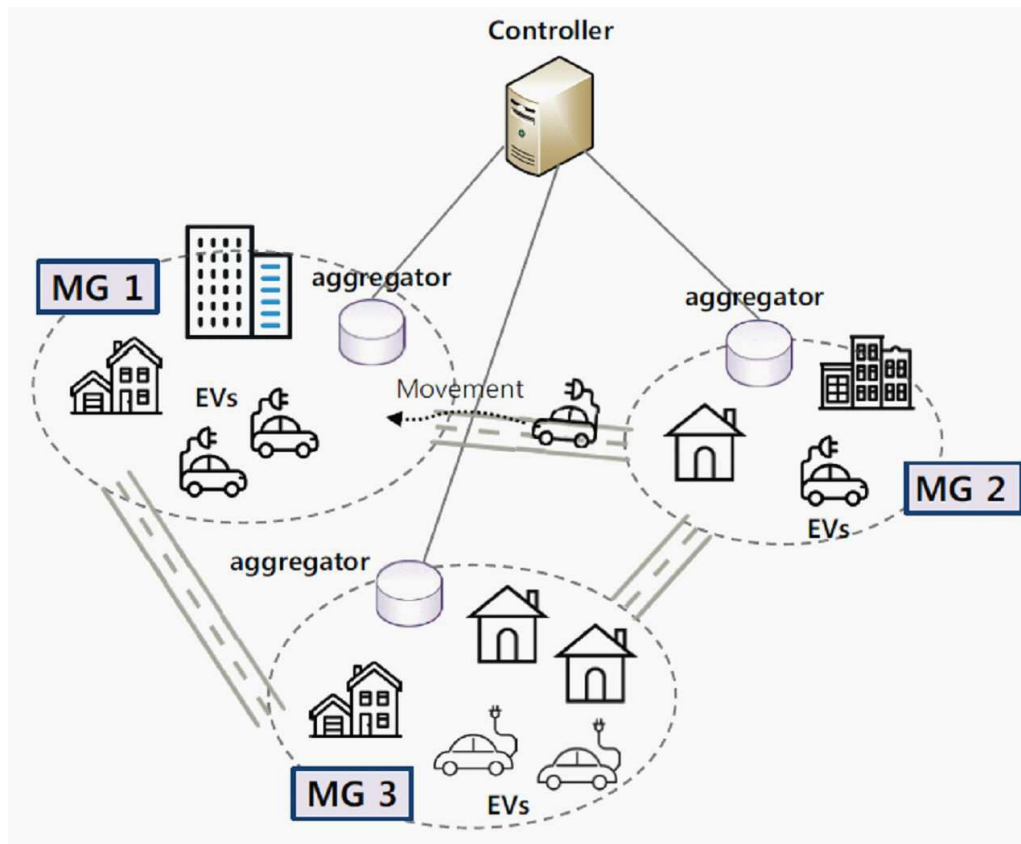
200: V2G 결합기

210, 220: 제1 및 제2 V2G 결합기

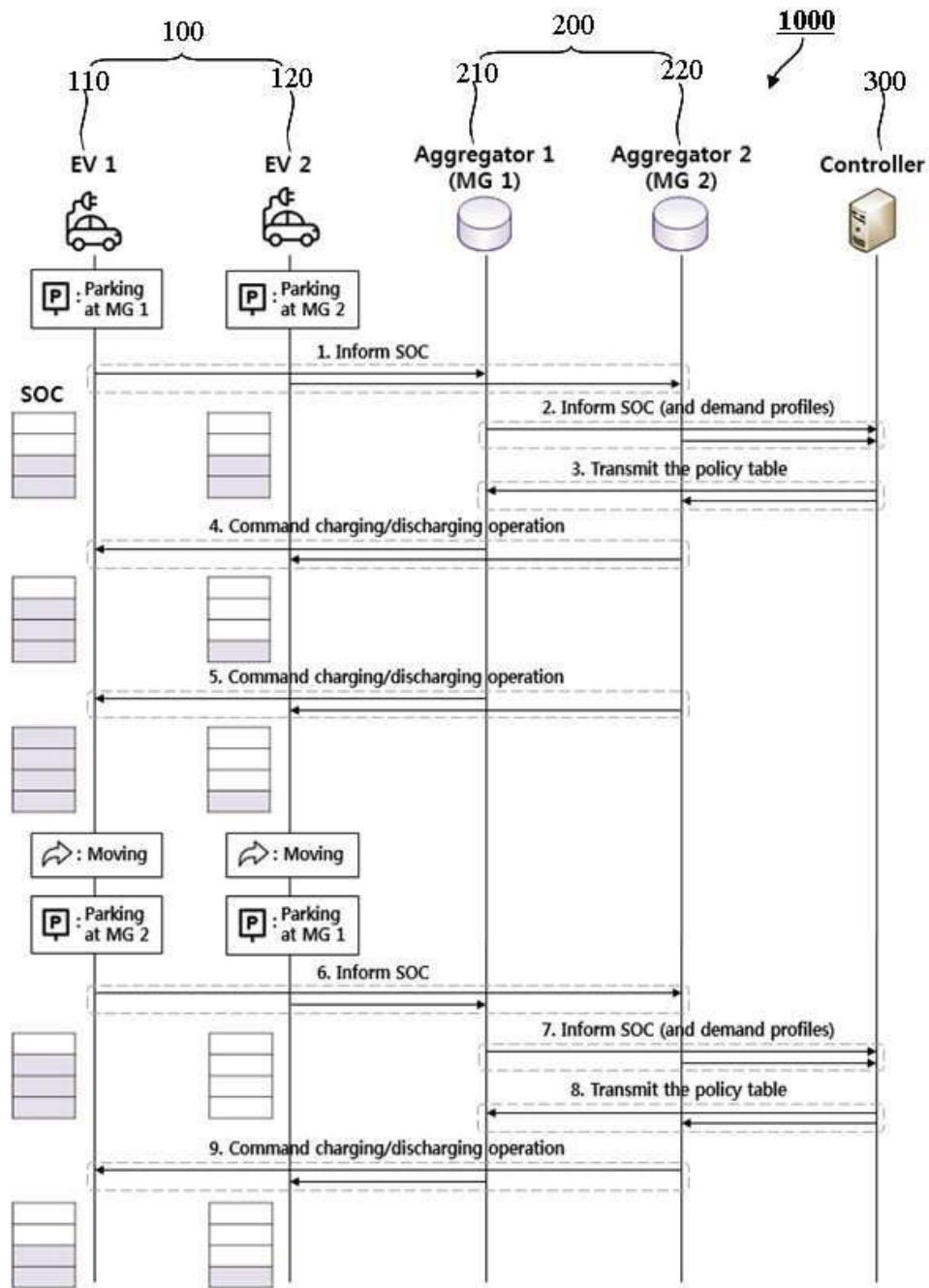
300: 컨트롤러

도면

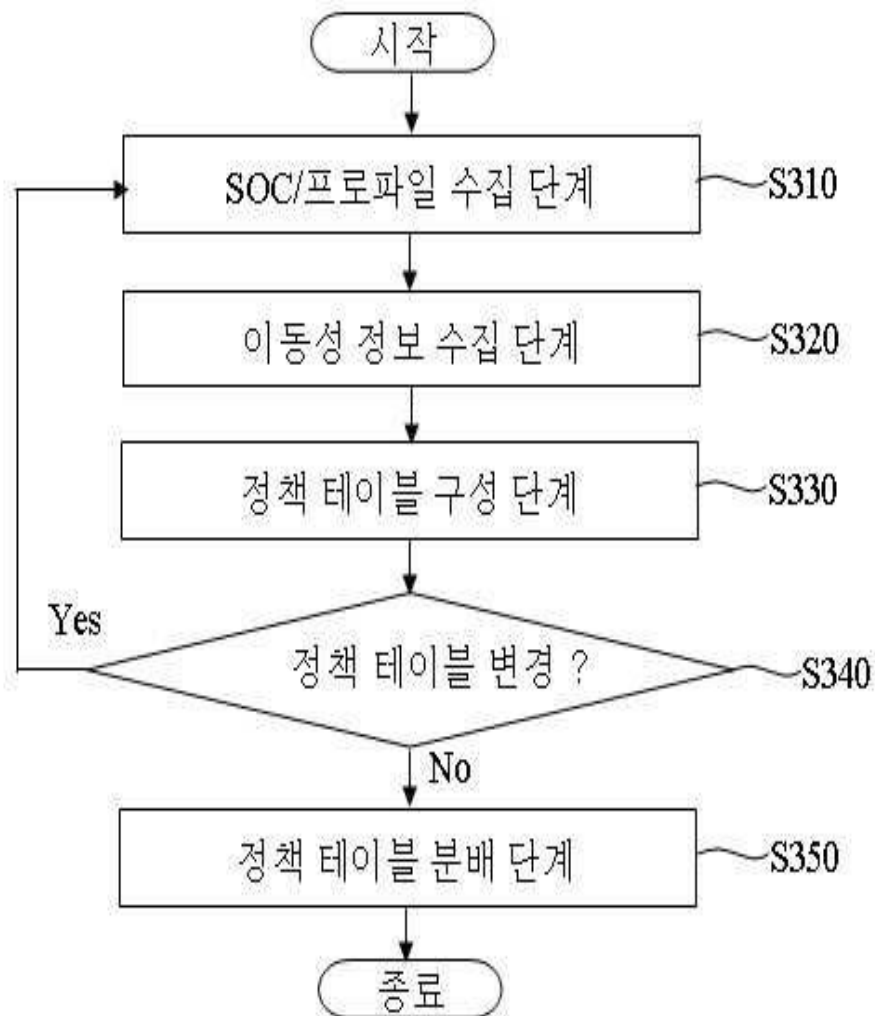
도면1



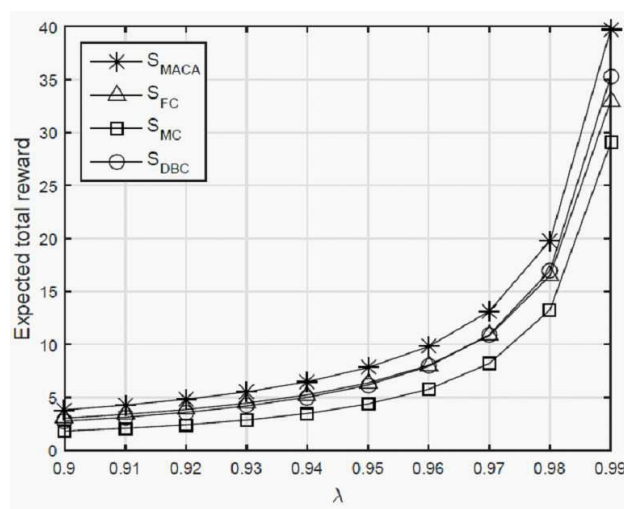
도면2



도면3



도면4



도면5

