(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0068358
(43) 공개일자 2019년06월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 50/50 (2019.01)
(52) CPC특허분류
B60L 55/00 (2019.02)
B60L 53/305 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2017-0168663
(22) 출원일자 2017년12월08일
심사청구일자 2017년12월08일

(71) 출원인
광주과학기술원
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)
(72) 발명자
황의석
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기계공학부
윤승욱
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기계공학부
(74) 대리인
김기문

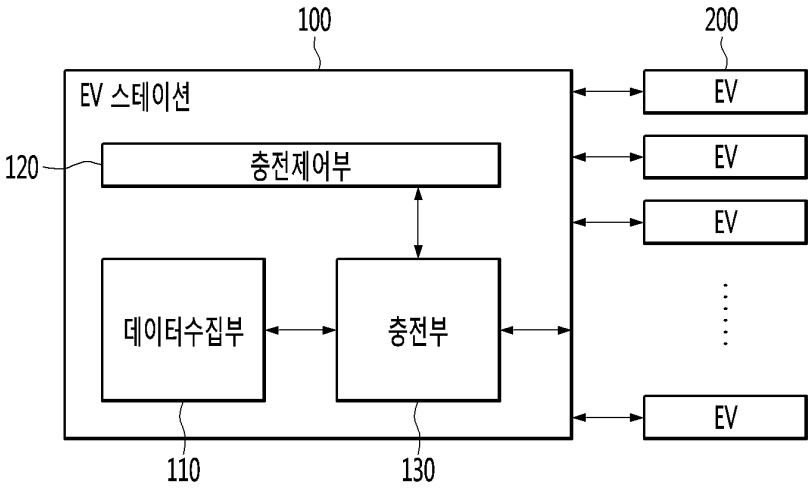
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **전기자동차 충방전 시스템과 그 방법**

(57) 요 약

전기자동차 충/방전 스테이션이 개시된다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기자동차 충/방전 스테이션은 전기자동차의 데이터를 수집하는 데이터수집부, 상기 데이터수집부에서 수집된 데이터에 기초하여 제어신호를 생성하는 충전제어부 및 상기 충전제어부가 생성한 제어신호에 따라 전기자동차에 대한 충전 또는 방전을 수행하는 충전부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B60L 53/665 (2019.02)
B60Y 2200/91 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

전기자동차의 데이터를 수집하는 데이터수집부;

상기 데이터수집부에서 수집된 데이터에 기초하여 제어신호를 생성하는 충전제어부; 및

상기 충전제어부가 생성한 제어신호에 따라 전기자동차에 대한 충전 또는 방전을 수행하는 충전부를 포함하는

전기자동차 스테이션.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 충전제어부는 전기자동차의 최대 설정 용량, 필요 설정 용량, 최소 설정 용량 중 적어도 하나를 포함하는 설정 정보를 설정하고, 전기자동차가 연결되면 상기 설정 정보를 활용하여 충전 및 방전 제어 신호를 생성하는

전기자동차 스테이션.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 데이터 수집부는 상기 설정 정보를을 분석하기 위해 전기자동차 운행 패턴 및 상태정보를 수집하는

전기자동차 스테이션.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 데이터 수집부는 전기자동차 스테이션 사용자에게 충전/충방전/방전 우선의 충전 방법에 대한 의사를 묻는 인터페이스를 포함하는

전기자동차 스테이션.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 충전제어부는 전기자동차의 정보 혹은 사용자의 요청과 스테이션 정보에 따라 필요 충전용량까지 생성하는 충전신호, 최대 설정 용량과 필요 충전 용량 정보를 활용하여 생성하는 추가 충전신호, 최소 설정 용량과 필요 충전 용량 정보를 활용하여 생성하는 추가 방전 신호를 활용하여 특정 타이밍에 전기자동차 충전을 수행하는 제어신호를 생성하는

전기자동차 스테이션.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 특정 타이밍은, 전기자동차의 방전은 전기자동차가 충전을 시작한 시간의 전력 요금보다 전력요금이 높아지는 시간인

전기자동차 스테이션.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 스테이션 정보는, 스테이션의 충전기 수, 스테이션의 계약전력, 전력 사업자가 요청하는 제한 전력, 스테이션 사업자가 임의로 제한하는 전력 중 하나를 포함하는

전기자동차 스테이션.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 충전제어부는 충전시 전력 요금과 현재 전력 요금을 비교하여 스테이션 운용이익이 최대가 되도록 배터리의 충전과 방전을 최대 설정 용량과 필요 용량 사이에서 제어 신호를 생성하는

전기자동차 스테이션.

청구항 9

전기자동차의 출발 시간, 도착 시간, 출발시 필요한 SOC 정보 및 스테이션 도착시의 SOC 정보, 전기자동차 사용자의 충전 방법 설정 정보 중 적어도 하나를 포함하는 전기자동차 데이터를 수집하는 단계;

수집된 데이터에 따라 제어신호를 생성하는 단계; 및

상기 제어신호에 따라 충전 또는 방전을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 수집된 데이터에 따라 제어신호를 생성하는 단계는 전기자동차가 연결되면 정속으로 필요 충전 신호, 추가 충전 신호, 추가 방전 신호를 생성하고 생성된 시간을 특정 타이밍에 배분하는 단계를 포함하는

전기자동차 충/방전 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 수집된 데이터에 따라 제어신호를 생성하는 단계는 스테이션의 제한 전력보다 낮도록 하며 충전시 전력 요금과 현재 전력 요금을 비교하여 스테이션 코스트에 이익이 되도록 배터리의 충전과 방전을 최대 설정 용량과 필요 용량 사이에서 제어 신호를 생성하고 단계를 포함하는

전기자동차 충/방전 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전기자동차 충방전 시스템에 관한 것이다. 구체적으로 V2G를 통한 전기자동차 충방전 시스템에 있어서, 충전 스테이션의 운영비용을 최적화하고 첨두부하의 증가를 제한할 수 있는 전기자동차 충방전 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현대사회는 화석연료 고갈과 환경오염으로 인하여 전기자동차가 차세대 기술로 각광받고 있다. 전기차동차의 개발이 활발히 진행되고 있지만, 전기자동차의 보급률은 기대만큼 높지 않다. 그 이유는 전기자동차의 충전 인프라 문제와 낮은 주행거리 등의 문제로 소비자의 구매욕을 자극하지 못하기 때문이다. 또한 국내의 누진세 등의 전기요금 정책 등으로 인하여 전기자동차의 사용 시 전기요금에 대한 문제로 많은 전기자동차 지원 정책에도 저조한 보급률을 보이고 있다.

[0003] 전기자동차의 보급을 위해서는 충전 인프라의 설치와 인식 개선이 필요하다. 스마트 그리드의 수요반응과 주파수 조정 기술을 활용하여 전기자동차를 Energy storage system(ESS) 로 이용하는 Vehicle-to-Grid(V2G)이 등장하였다. 전기자동차가 스테이션에 연결되어있을 때, 전력요금이 비싸면 전력을 판매하고 전력요금이 저렴하면 전력을 구매하는 방식이다. 이러한 방식으로 소비자는 전기자동차를 단순히 스테이션에 연결하는 것만으로 전기자동차 유지비용을 낮출 수 있으며, 전력망에 부족한 전력을 제공하여 전력시스템을 안정화 할 수 있게 된다.

V2G 기술의 등장은 전기자동차 보급 활성화에 도움을 줄 수 있을 것으로 예측된다.

[0004] 하지만 충전과 방전을 계속 반복하는 방식은 전기자동차의 배터리의 수명을 감소시키고 배터리 교체시기를 빠르게 하여 소비자의 수익을 되려 감소시키게 할 수 있는 문제가 나타날 수 있다. 또한 시장가치에 따른 전기자동차의 충/방전 방식은 가격이 저렴한 시간에 충전 스테이션에서 많은 차량이 충전을 진행하고 순간적으로 높은 첨두부하가 나타나면서 전력시스템에 악영향을 미칠 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 V2G 방식으로 충방전을 수행하는데 있어서, 스테이션의 운영비용을 최대화할 수 있는 시스템 및 충/방전 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기자동차 충/방전 스테이션은 전기자동차의 데이터를 수집하는 데이터수집부, 상기 데이터수집부에서 수집된 데이터에 기초하여 제어신호를 생성하는 충전제어부 및 상기 충전제어부가 생성한 제어신호에 따라 전기자동차에 대한 충전 또는 방전을 수행하는 충전부를 포함한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명은 V2G 방식으로 충방전을 수행하는데 있어서, 스테이션의 운영비용을 최대화하면서 충전 스테이션의 첨두부하를 제한 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기자동차 충전 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기자동차 스테이션의 동작 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3은 본 발명에서 설명하는 알고리즘에 따라 얻을 수 있는 스테이션의 운영비용을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명의 사상은 이하의 실시예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 및 추가 등에 의해서 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명 사상의 범위 내에 포함된다고 할 것이다.

[0010] 첨부 도면은 발명의 사상을 이해하기 쉽게 표현하기 위하여 전체적인 구조를 설명함에 있어서는 미소한 부분은 구체적으로 표현하지 않을 수도 있고, 미소한 부분을 설명함에 있어서는 전체적인 구조는 구체적으로 반영되지 않을 수도 있다. 또한, 설치 위치 등 구체적인 부분이 다르더라도 그 작용이 동일한 경우에는 동일한 명칭을 부여함으로써, 이해의 편의를 높일 수 있도록 한다. 또한, 동일한 구성이 복수 개가 있을 때에는 어느 하나의 구성에 대해서만 설명하고 다른 구성에 대해서는 동일한 설명이 적용되는 것으로 하고 그 설명을 생략한다.

[0011] 본 발명은 전기자동차(Electric vehicle) 충전 및 방전에 관련된 문제점을 해결하고 스테이션에 적합한 충방전 방법을 제안한다. 종래에는 단일 전기자동차 배터리 특성을 고려한 배터리 충방전 제어 시스템 및 충전 스테이션의 충전기 전력 제어 방법이 주를 이룬다. 종래의 방법의 경우 전기자동차가 시스템 상에 등록되어 있고 각각 전기자동차의 배터리 특성에 대한 정보가 분석이 되어있어야 하며, 충전 스테이션의 규모가 커질수록 충방전 알고리즘의 계산 량이 크게 증가하여 적용하기에 제한사항이 많다는 문제점이 있다.

[0012] 또한, 종래의 단일 전기자동차의 특성을 고려한 충방전 제어는 스테이션의 특성을 고려하지 않기 때문에 실질적으로 적용하기 어렵고, 각각의 전기자동차 배터리의 방전 특성을 고려한 충방전 제어는 전기자동차 배터리 수명에 효율적이나 충방전 제어, 프로세스가 복잡하여 대규모 스테이션에 적합하지 않은 문제가 있다. 또한, 시장가치에 따라 자유로운 충방전 제어는 배터리 사이클을 빠르게 증가하도록 하여 배터리의 수명을 감소시키고 소비자 개개인의 수익성은 감소하게 된다.

[0013] 따라서, 이하에서는 전기자동차의 배터리 수명과 스테이션의 특성을 고려하고 계산량을 낮추어 스테이션 단위의

최적화를 가능하게 하는 전기자동차 충방전 방법을 설명한다.

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기자동차 충전 시스템을 나타내는 블록도이다.

[0015] 도 1에 도시된 바와 같이, 전기자동차 충전 시스템은, 전기자동차 스테이션(100) 및 전기자동차(200)로 구성된다.

[0016] 전기자동차 스테이션(100)은 전기자동차(200)와 연결되어 전기에너지를 주고 받는다. 전기자동차 스테이션(100)은 전기자동차(200)와 유선 또는 무선으로 연결되고, 조건에 따라 전력을 공급하거나, 전력을 공급받는다. 추가적으로 전기자동차 스테이션(100)은 전력거래소 또는 한전 등과 연결되어 있을 수도 있다.

[0017] 전기자동차 스테이션(100)은 데이터수집부(110), 충전제어부(120) 및 충전부(130)을 포함할 수 있다.

[0018] 데이터수집부(110)는 연결된 전기자동차(200)에 대한 데이터를 수집한다. 여기에서 수집되는 데이터는 연결된 전기자동차(200)의 출발 시간, 도착 시간, 출발시 필요한 SOC(state of charge) 정보 및 스테이션 도착 시의 SOC 정보 중 적어도 어느 하나를 포함한다. 데이터수집부(110)가 수집한 전기자동차(200)에 대한 데이터는 충전제어부(120)가 전기에너지의 충방전 여부 및 충방전 속도를 결정하는데 사용될 수 있다. 데이터수집부(110)는 저장장치를 더 포함할 수도 있다. 데이터수집부(110)는 전기자동차 별로 수집한 데이터를 데이터베이스화하여 저장장치에 저장할 수도 있다.

[0019] 충전제어부(120)는 데이터수집부(110)에서 전기자동차(200)에 대하여 수집된 데이터에 기초하여 충전부(130)의 동작을 제어한다. 또한, 충전제어부(120)는 특정의 전기자동차(200)에 대한 정보를 지속적으로 수집하고 이를 패턴화하여 이후의 충전부(130)의 동작을 제어할 수도 있다.

[0020] 충전부(130)는 충전제어부(120)의 제어신호에 따라 전기자동차(200)의 충/방전을 수행한다. 또한, 충전부(130)는 전기자동차(200)로부터 SOC 정보를 수집하여 데이터수집부(110)에 전달할 수도 있다. 충전부(130)가 전기자동차(200)로부터 SOC 정보를 가져오는 방식은 배터리의 SOC 정보를 획득하는 알려진 방식에 따를 수 있다.

[0021] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기자동차 스테이션의 동작 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0022] 데이터수집부(110)는 전기자동차의 데이터를 수집한다(S101). 본 발명의 일 실시 예에 따른 전기자동차 충/방전 방법은 전기자동차를 정속(constant rate)으로 충/방전하여 스테이션 기준에서 운영비용을 최대화하는 방법을 제안한다. 따라서, 데이터수집부(110)는 스테이션 기준에서 운영비용을 최대화하기 위한 데이터를 수집한다. 데이터수집부(100)가 수집하는 데이터의 종류를 상술한 것과 같다.

[0023] 전기자동차는 스테이션 도착 시 상기 스테이션 도착 시간과 도착했을 때의 SOC 값 정보를 스테이션으로 전송한다. 더하여 스테이션은 도착한 전기자동차의 식별 정보를 더 획득할 수 도 있다. 더하여 스테이션은 전기자동차의 예상 출발 시간과 목적지에 도달하는 거리 정보를 더 획득할 수 도 있다.

[0024] 충전제어부(120)는 데이터수집부(110)에서 수집된 데이터에 기초하여 제어신호를 생성한다(S103). 본 발명의 바람직한 실시 예에서 충전제어부(120)는 정속으로 충/방전을 진행한다. 정속으로 전기자동차 충/방전을 진행하는 이유는 다음과 같다. V2G 기술이 전기자동차 사용자에게 수익성을 가져다 줄 것으로 분석되면서 V2G 기술의 발전은 전기자동차 보급 활성화에 도움을 줄 것이라 예측되었으나, 임의의 충방전 알고리즘의 적용은 전기자동차 배터리의 수명을 단축시키면서 V2G로 인한 수익성보다 배터리 교체 비용의 단가가 더 커지는 문제점이 발생하였다.

[0025] 또한, 전기자동차 도착/출발 시간의 불확실성이 존재하기 때문에 주기적으로 알고리즘을 업데이트가 필요하며, 전기자동차의 보급률이 증가할수록 알고리즘 계산 량과 계산 시간이 증가하여 빠른 업데이트가 힘들다는 문제점이 발생할 수 있다.

[0026] 따라서 배터리 수명 감소 영향을 저감하고 V2G 시스템을 적용하기 위해 본 발명의 바람직한 실시 예에서는 정속 충방전을 수행한다. 이는 제안하는 스테이션의 알고리즘을 통해 배터리의 충방전 사이클의 갑작스러운 증가를 제한하고 스테이션의 계산량을 고려할 수 있다.

[0027] 일 실시 예에서, 충전제어부(120)는 전기자동차가 스테이션과 연결되면, 전기자동차의 세가지 종류의 충/방전 제어 신호를 생성한다. 이는 배터리를 목적지까지 필요한 전력용량까지 충전하는 필요 충전 신호, 전력 시장가격에 따른 배터리의 추가 충전 신호 그리고 배터리의 추가 방전 신호이다. 필요 충전 신호는 현재 배터리 용량에서 필요한 SOC까지 정속으로 충전하는 제어 신호를 생성한다.

[0028] 일 실시 예에서 출발시 필요한 SOC 값은 사용자가 입력한 값일 수 있다. 또 다른 실시 예에서 출발시 필요한 SOC 값은 사용자가 입력한 출발 후 도착 예정지에 따라 결정된 값을 수 있다. 또 다른 실시 예에서 출발시 필요한 SOC 값은 기본값으로 정해진 값일 수 있다. 또 다른 실시 예에서 출발시 필요한 SOC 값은 과거 데이터에 기반하여 결정된 값일 수 있다.

[0029] 그리고 충전제어부(120)는 추가 충전 신호와 추가 방전 신호를 배터리 한계 설정 용량 정보를 활용하여 생성한다. 추가 충전 신호와 추가 방전 신호는 다양한 방법을 통하여 생성될 수 있다. 일 실시 예에서는 두 가지 방법을 상술한다. 필요 충전 신호와 합하여 최대 한계 설정 용량까지 충전하는 추가 충전 신호와 추가 충전 후 다시 필요 충전 용량까지 전력을 방전하는 추가 방전 신호를 생성하는 방법, 초기 배터리 용량에서 최소 한계 설정 용량까지 방전하는 추가 방전 신호와 최소 한계 용량에서 필요 충전 신호와 합하여 필요 충전 용량까지 충전하는 추가 충전 신호 생성 방법이다.

[0030] 일 실시 예에서 배터리 최대/최소 배터리 한계 용량은 일반적으로 배터리의 용량이 20%보다 낮거나 80%보다 높을 경우 배터리 수명에 영향을 주기 때문에 이 범위 내에서 생성한다. 다른 실시 예에서는 배터리 특성에 따라 최대/최소 한계 용량을 변경 가능하다. 또 다른 실시 예에서는 배터리 한계설정 용량은 사용자가 스테이션 도착 시 입력한 임의의 값일 수 있다. 또 다른 실시 예에서는 배터리 한계설정 용량은 스테이션의 도착한 전기자동차의 배터리 정보를 분석하여 수집된 값일 수 있다.

[0031] 구체적인 예를 들면, 충전 시의 전력 요금이 100원인 경우, 전력 요금이 100원보다 낮아진 경우 충전을 필요 용량에 도달할때까지 정속으로 수행하도록 제어 신호를 생성한다. 또한 전력 요금이 낮아진 시간에 필요 충전 용량 이상의 배터리 용량이 있으면 추가 충전을 실시한다. 반면에, 전력 요금이 100원보다 높아지는 경우 추가 충전한 만큼의 전력을 다시 방전하는 제어 신호를 생성할 수 있다.

[0032] 상술한 특정 타이밍은 스테이션에 연결된 시간대에서 전력 요금에 따라 결정된다. 구체적으로 스테이션에서는 전력 요금이 저렴할 때 충전하고, 전력 요금이 비쌀 때 방전해야 운영비용이 최대가 될 수 있다. 따라서, 방전이 시작되는 특정 타이밍은 충전시 전력 요금보다 일정 수치 이상 전력 요금이 낮아지는 시간대가 될 수 있다.

[0033] 바람직한 실시 예에서 충전제어부(120)는 전기자동차가 연결되면 방전보다 충전을 먼저 수행하도록 충전부(130)를 제어한다. 이는 사용자의 갑작스러운 전기자동차 사용에 대비하기 위함이다. 만약 충전부(130)가 방전을 먼저 수행하는 경우 사용자가 갑작스럽게 전기자동차를 사용하는 경우 전기자동차를 사용할 수 없는 상황이 발생할 수 있기 때문이다.

[0034] 이때, 전기자동차가 충방전을 통하여 얻을 수 있는 수익은 수학식 1과 같이 계산된다.

수학식 1

[0035]

$$B_{i,j} = \gamma_c b_{i,j}(\mathbf{1}_{L_{Ri}} \cdot x_{i,j} + \mathbf{1}_{L_{ECi}} \cdot x_{e\,ij} - \mathbf{1}_{L_{EDi}} \cdot y_{e\,ij})$$

$$L_{R\,i} = (\psi_{d,i} - \psi_{a,i}) / \gamma_c$$

$$L_{EC\,i} = (80 - \psi_{d,i}) / \gamma_c$$

$$L_{ED\,i} = (80 - \psi_{d,i}) / \gamma_c$$

[0036] $B_{i,j}$는 각 전기자동차에서 얻을 수 있는 수익, γ_c는 충방전 속도, $b_{i,j}$는 시간 별 전력 요금, $x_{i,j}$, x_{eij}, y_{eij}는 필요 충전, 추가 충전, 추가 방전 indicator (1 or 0), L_{Ri}, L_{ECi}, L_{EDi}는 필요충전, 추가 충전, 추가 방전의 소요 시간, $\psi_{d,i}$, $\psi_{a,i}$는 출발, 도착 시 SOC 량이다. i와 j는 각각 전기자동차와 시간을 나타낸다.

[0037] 정속 충전 방식과 충방전 indicator를 사용하면, linear Programing을 가정하여 최적화 문제를 풀 수 있으며, ILP(Integer Linear Programming) 알고리즘을 활용하여 운영비용을 최대화 하였다. 해당 문제를 풀기 위한 제한조건과 목적함수는 수학식 2에서 나타내었다.

수학식 2

$$\text{Minimize}_{\{x_{i,j},\, x_{e\,ij} y_{e\,ij}\}} \boldsymbol{B}_{i,j}$$

$$\text{Subject to } (\mathbf{1}_{L_{Ri}} * x_{i,j})^K + (\mathbf{1}_{L_{ECi}} * x_{ei,j})^K + (\mathbf{1}_{L_{EDi}} * y_{ei,j})^K \leq \mathbf{1}_K$$

$$\text{Cumsum}((\mathbf{1}_{L_{Ri}} * x_{i,j})^K + (\mathbf{1}_{L_{ECi}} * x_{ei,j})^K - (\mathbf{1}_{L_{EDi}} * y_{ei,j})^K) \geq \mathbf{0}_K$$

$$\gamma_c \sum_i \sum_j \mathbf{1}_{L_{Ri}} * x_{i,j})^K + (\mathbf{1}_{L_{ECi}} * x_{ei,j})^K - (\mathbf{1}_{L_{EDi}} * y_{ei,j})^K) \leq \mathbf{1}_K \boldsymbol{E}_{max}$$

[0038]

[0039] 위 식을 자세히 설명하자면, 연결된 전기자동차를 ILP 알고리즘으로 수익을 최대화 하는 것이다. 목적함수는 수학식 1에 나타내었던 전기자동차 Cost의 합이다. 그리고 이 ILP를 위한 Constraint는 아래와 같고 그 식은 위에 표현되어 있다. 충전과 방전은 스테이션에 연결된 시간 중에서 단 한번만 일어나며, 충전이 방전보다 먼저일어난다.

[0040] $\boldsymbol{E}_{max}$는 스테이션의 전력 용량이나 스테이션 혹은 빌딩의 계약전력이며, 스테이션에 연결된 전기자동차의 충방전 합이 스테이션의 전력 용량보다 적어야한다. 이렇게 구현된 알고리즘은 필요 충전의 시작 시점, 추가 충전의 시작 시점, 추가 방전의 시작 시점 이렇게 3개의 시점만 찾아주면 되며, 종래의 기술보다 최적화를 위한 경우의 수가 적어진다.

[0041] 상술한 알고리즘은 간혹 V2G를 사용하지 않는 것이 이익이 될 수 있는데, 이러한 경우를 대비하기 위한 방식을 아래에서 추가로 설명한다. 예를 들어 전기자동차가 전기요금이 높을 때 도착하여 저렴할 때 출발하는 경우가 있을 수 있다. 이 경우 상술한 알고리즘에 따르면 전기요금이 높을 때 충전하고 저렴할 때대 방전하는 상황이 있을 수 있다. 이렇게 특수한 경우, 사용자의 동의를 받아 방전부터 진행하거나 필요 충전만을 진행한다.

[0042] 예를 들어 사용자의 출발 예정 시간이 상대적으로 긴 시간대인 경우 스테이션의 충전제어부(120)는 현재의 전기요금 정보에 따라 사용자가에게 방전부터 수행할지 혹은 방전을 진행하지 않을 지 여부에 대한 문의를 진행할 수 있다. 이 경우 스테이션은 디스플레이부를 추가적으로 더 포함할 수 있으며, 충전제어부(120)는 사용자에게 동의 여부를 묻고 입력을 수신하기 위한 인터페이스를 표시할 수 있다.

[0043] 방전을 우선 실시하는 경우, 충전제어부(120)는 상술한 것과 같이 배터리 최소 설정 용량을 설정하여 충/방전을 위한 제어신호를 생성한다. 여기에서 배터리 최소 설정 용량은 20%일 수 있는데, 이러한 이유는 배터리의 용량이 20%이하로 감소하는 경우 배터리 수명에 치명적인 영향을 줄 수 있기 때문이다. 이는 아래 수학식 3과 같이 나타내질 수 있다.

수학식 3

$$\boldsymbol{B}_{i,j} = \gamma_c \boldsymbol{b}_{i,j} (\mathbf{1}_{L_{Ri}} * x_{i,j} + \mathbf{1}_{L_{ECi}} * x_{e\,ij} - \mathbf{1}_{L_{EDij}} * y_{e\,ij})$$

$$\boldsymbol{L}_{R\,i} = (\psi_{d,i} - \psi_{a,i}) / \gamma_c$$

$$\boldsymbol{L}_{EC\,i} = (\psi_{a,i} - 20) / \gamma_c$$

$$\boldsymbol{L}_{ED\,i} = (\psi_{a,i} - 20) / \gamma_c$$

[0044]

[0045] 이 경우, 수학식 2에 표현된 방전보다 충전을 먼저 실시하는 constraint가 제한이되어 사용할 수 없는 데, 해당 전기자동차에 constraint는 x_e, y_e의 부호를 반대로 바꾸어 방전이 우선되도록 충방전 알고리즘을 실시하도록 한다.

[0046] 방전을 실시하지 않는 경우, 충전제어부(120)는 필요 충전 신호만을 생성하여 충전을 실시한다. 이는 아래 수학식 4과 같이 나타내질 수 있다.

수학식 4

$$B_{i,j} = \gamma_c b_{i,j}(1_{L_{R\,i}} * x_{i,j})$$

$$L_{R\,i} = (\psi_{d,i} - \psi_{a,i}) / \gamma_c$$

[0047]

[0048] 충전제어부(120)는 상술한 수학식을 조합하여 하나의 알고리즘으로 활용할 수도 있으며, 경우에 따라 충방전 횟수를 증가하여 활용할 수도 있다.

[0049] 충전부(130)는 상술한 충전제어부(120)가 생성한 제어 신호에 따라 전기자동차에 대한 충전 또는 방전을 수행한다. 충전부(130)는 전기자동차와 무선 또는 유선으로 연결되어 제어 신호에 따라 충전 또는 방전을 수행한다.

[0050] 도 3은 본 발명에서 설명하는 알고리즘에 따라 얻을 수 있는 스테이션의 수익을 나타낸다.

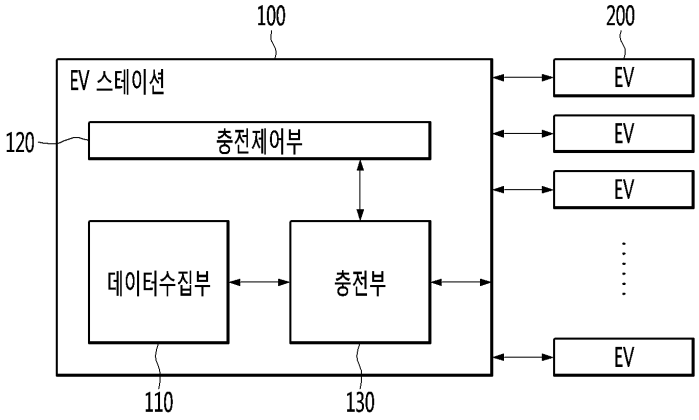
[0051] 도 3에서는 선착순으로 바로 충전하는 방식(First Come First Service, FCFS), 같은 방식으로 진행하지만, 방전 없이 충전만 가능한 스테이션에 본 발명에서 제안하는 알고리즘을 적용한 방식인 Unidirectional Constant-rate Charging Coordination(UCCC), 그리고 충/방전 제어가 가능한 스테이션에 본 발명에서 제안하는 알고리즘 적용한 방식인 Bidirectional Constant-rate Charging Coordination(BCCC)를 비교한다. 음수로 갈수록 스테이션의 수익이 높은 것을 나타낸다.

[0052] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다.

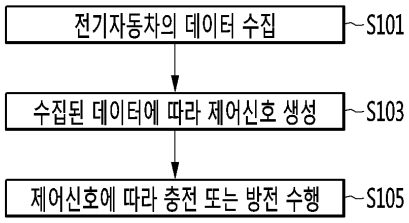
[0053] 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

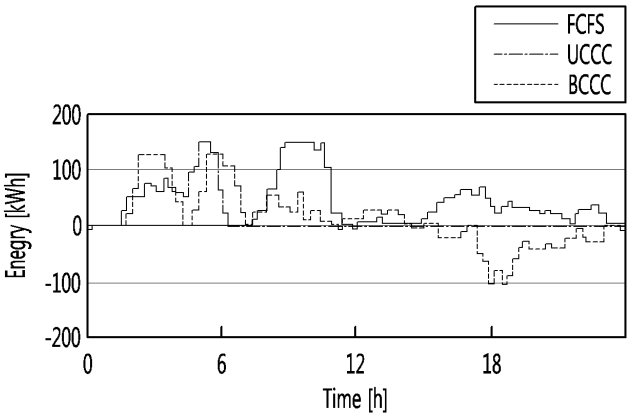
도면1

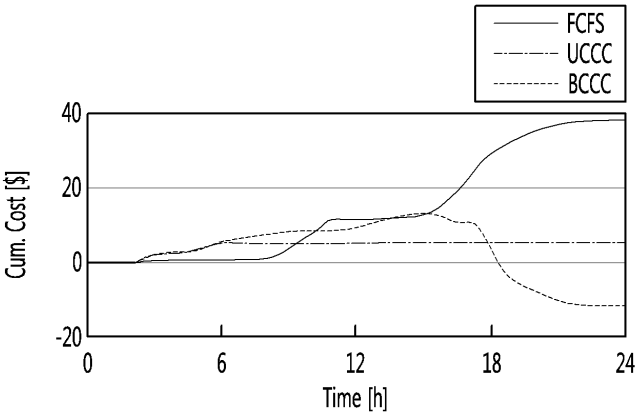

100
200
EV 스테이션
EV
EV
EV
120
충전제어부
데이터수집부
충전부
EV
110
130

도면2


전기자동차의 데이터 수집
S101
수집된 데이터에 따라 제어신호 생성
S103
제어신호에 따라 충전 또는 방전 수행
S105

도면3


FCFS
UCCC
BCCC
200
100
0
-100
-200
Enegry [kWh]
0
6
12
18
Time [h]


FCFS
UCCC
BCCC
40
20
0
-20
Cum. Cost [$]
0
6
12
18
24
Time [h]