



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0090692
(43) 공개일자 2013년08월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/00 (2006.01) H02J 17/00 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0012013
(22) 출원일자 2012년02월06일
심사청구일자 2012년02월06일

(71) 출원인
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
장영재
대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 산업
및 시스템 공학과
고영대
대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 산업경
영연구소
(74) 대리인
이철희

전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법 및 장치

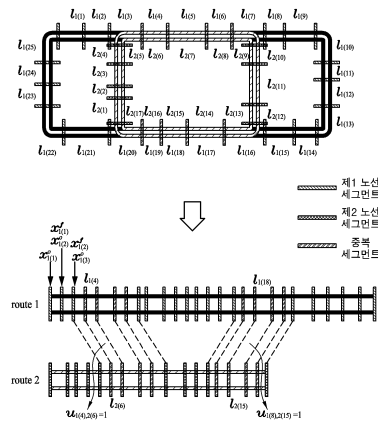
(57) 요약

멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법 및 장치를 개시한다.

이동중에 전기를 충전하는 정해진 구간이 멀티 노선인 경우, 이동체가 멀티 노선 운행 시 이동체의 배터리 용량 및 급전 선로의 매설구간에 따른 비용을 최소화할 수 있는 최적 인프라 데이터(배터리 용량 및 급전 선로 매설 위치)를 추출하기 위한 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법 및 장치를 제공한다.

본 실시예에 의하면, 이동체가 멀티 노선 운행 시 이동체의 배터리 용량 및 급전 선로의 매설구간에 따른 비용을 최소화할 수 있는 최적 인프라 데이터(배터리 용량 및 급전 선로 매설 위치)를 추출할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 실시예에 의하면, 따라서 최소의 투자비로 최적의 OLEV 운행 체계를 구축할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

OLEV(On-Line Electric Vehicle) 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선(Multiple Route) 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 계수로 포함하는 염색체(Chromosome)를 기 설정된 개수로 설정한 초기 개체 정보를 생성하는 초기 개체군 설정부;

상기 OLEV 멀티 노선에 대한 기 설정된 목적식(Objective Function)과 제약식(Constraints)을 각각의 상기 염색체에 적용하여 비용 정보를 산출하는 적합도 측정부;

상기 초기 개체 정보와 상기 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보에 근거하여 최소 비용 염색체 정보를 생성하는 선택부;

상기 최소 비용 염색체에 포함된 상기 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버한 크로스오버 정보를 생성하는 크로스오버부;

상기 크로스오버 정보에 포함된 상기 OLEV 배터리 용량값과 상기 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이한 변이 정보를 생성하는 변이부;

상기 변이 정보가 기 설정된 개수만큼 생성되고, 상기 변이 정보가 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 경우, 상기 변이 정보의 생성을 종료하는 종료 결정부; 및

상기 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 상기 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 최적값으로 결정하는 최적 정보 결정부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 OLEV 멀티 노선은 제 1 노선 내지 제 m 노선을 포함한 기 설정된 경로 정보로서, 상기 제 1 노선 내지 상기 제 m 노선은 각각 N_m 개의 세그먼트(Segments)로 나누어져 있으며, 각각의 상기 세그먼트는 각기 다른 길이 값을 가지며, 각각의 상기 세그먼트마다 상기 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 갖는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 비용 정보는,

상기 OLEV 멀티 노선에 대한 토탈 비용 정보로서, OLEV 비용 정보, 상기 멀티 노선에 대한 인버터 비용 정보 및 상기 멀티 노선에 대한 급전 선로 설치 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 OLEV 비용 정보를 산출하기 위해

$$\sum_{m=1}^M k_m \cdot (C_{vehicle} + C_{battery} \cdot I_m^{max})$$

(k_m : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV의 운행 댓 수, I_m^{max} : OLEV 배터리의 최대 SOC(State Of Charge), $C_{vehicle}$: OLEV 기본 가격, $C_{battery}$: OLEV 단위당 상기 OLEV 배터리의 용량당 가격)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 OLEV 멀티 노선 중 상기 제 1 노선에 대한 인버터 비용 정보 및 급전 선로 설치 비용 정보를 산출하기 위해

$$C_{inverter} \sum_{i=1}^{N_1} (l_{1(i)} - l_{1(i-1)})l_{1(i)} + C_{line} \sum_{i=1}^{N_1} (x_{1(i)}^f - x_{1(i)}^0)l_{1(i)}$$

($C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{1(i)}$: 상기 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, C_{line} : 단

위 길이당 가격, $x_{1(i)}^0$: 상기 제 1 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{1(i)}^f$: 상기 제 1 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 끝점)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 멀티 노선 중 상기 제 m 노선에 대한 인버터 비용 정보를 산출하기 위해

$$C_{inverter} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \left\{ (l_{m(i)} - l_{m(i-1)})l_{m(i)} - (l_{m(i)} - l_{m(i-1)})l_{m(i)} \cdot \text{Min} \left[\sum_{j=i}^{N_m} \left\{ l_{m(j)} \cdot \prod_{k=i}^j l_{m(k)} \cdot \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(j),m'(i')} l_{m'(i')} \right\}, 1 \right] \right\}$$

($C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, $u_{m(i),m'(i')}$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트와 제 m'^{th} 노선의 i'^{th} 세그먼트가 겹치는 경우 1, 겹치지 않는 경우 0)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 멀티 노선 중 상기 제 m 노선에 대한 급전 선로 설치 비용 정보를 산출하기 위해

$$C_{line} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \text{Max} \left[1 - \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(i),m'(i')} l_{m'(i')}, 0 \right] (x_{m(i)}^f - x_{m(i)}^0) l_{m(i)}$$

(C_{line} : 단위 길이당 가격, $u_{m(i),m'(i')}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트와 제 m'^{th} 노선의 i'^{th} 세그먼트가 겹치는 경우

1, 겹치지 않는 경우 0, $x_{m(i)}^0$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 끝점, $l_{m(i)}$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 토달 비용인 상기 비용 정보를 산출하기 위해

$$\begin{aligned} & \sum_{m=1}^M k_m \cdot (C_{vehicle} + C_{battery} \cdot I_m^{max}) + C_{inverter} \sum_{i=1}^{N_1} (l_{1(i)} - l_{1(i-1)}) l_{1(i)} + C_{line} \sum_{i=1}^{N_1} (x_{1(i)}^f - x_{1(i)}^0) l_{1(i)} \\ & + C_{inverter} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \left\{ (l_{m(i)} - l_{m(i-1)}) l_{m(i)} - (l_{m(i)} - l_{m(i-1)}) l_{m(i)} \cdot \text{Min} \left[\sum_{j=i}^{N_m} \left\{ l_{m(j)} \cdot \prod_{k=i}^j l_{m(k)} \cdot \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(j),m'(i')} l_{m'(i')} \right\}, 1 \right] \right\} \\ & + C_{line} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \text{Max} \left[1 - \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(i),m'(i')} l_{m'(i')}, 0 \right] (x_{m(i)}^f - x_{m(i)}^0) l_{m(i)} \end{aligned}$$

(k_m : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV의 운행 댓 수, I_m^{max} : OLEV 배터리의 최대 SOC, $C_{vehicle}$: OLEV 기본 가격,

$C_{battery}$: OLEV 단위당 상기 OLEV 배터리의 용량당 가격, $C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, C_{line} : 단위 길이당 가격, $u_{m(i),m'(i')}$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그

먼트와 제 m'^{th} 노선의 i'^{th} 세그먼트가 겹치는 경우 1, 겹치지 않는 경우 0, $x_{m(i)}^0$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기

i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 끝점, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제약식은,

$$I_{m(0)} = I_m^{high}, \forall m$$

$$I_{m(i)} = \text{Min}[I_m^{high}, I_{m(i-1)} + s_{m(i)}l_{m(i)} - d_{m(i)}], i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$I_{m(i)} \geq I_m^{low}, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$x_{m(i)}^f = x_{m(i+1)}^0, i = 1, \dots, N_m - 1, \forall m$$

$$l_{m(i)} = u_{m(i),m'(i)}l_{m'(i)}, i = 1, \dots, N_m, i' = 1, \dots, N_m, \forall m, \forall m' | m' \neq m$$

$$x_{m(i)}^0 < x_{m(i)}^f, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$l_{m(i)} \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$u_{m(i),m'(i)} \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N_m, i' = 1, \dots, N_m, \forall m, \forall m' | m' \neq m$$

(I_m^{high} : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV 배터리의 시작시점의 SOC, I_m^{low} : 제 m 노선에서 운행되는 상기 OLEV 배터리의 운행 중 최저 SOC, $d_{m(i)}$: 제 mth 노선의 ith 세그먼트에서의 상기 OLEV 배터리의 소모량, $s_{m(i)}$: 상기 제 mth 노선의 상기 ith 세그먼트에서의 상기 OLEV 배터리의 충전량, $l_{m(i)}$: 상기 제 mth 노선의 상기 ith 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, $x_{m(i)}^0$: 상기 제 mth 노선의 상기 ith 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 상기 제 mth 노선의 상기 ith 세그먼트에서의 끝점)

인 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치.

청구항 10

OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 계수로 포함하는 염색체를 기 설정된 개수로 설정한 초기 개체 정보를 생성하는 초기 개체군 설정 과정(Initial Population);

상기 OLEV 멀티 노선에 대한 기 설정된 목적식과 제약식을 각각의 상기 염색체에 적용하여 비용 정보를 산출하는 적합도 측정 과정(Fitness Function);

상기 초기 개체 정보와 상기 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보에 근거하여 최소 비용 염색체 정보를 생성하는 선택 과정(Selection);

상기 최소 비용 염색체에 포함된 상기 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버한 크로스오버 정보를 생성하는 크로스오버 과정(Crossover);

상기 크로스오버 정보에 포함된 상기 OLEV 배터리 용량값과 상기 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이한 변이 정보를 생성하는 변이 과정(Mutation);

상기 변이 정보가 기 설정된 개수만큼 생성되고, 상기 변이 정보가 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 경우, 상기 변이 정보의 생성을 종료하는 종료 결정 과정(End Criterion); 및

상기 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 상기 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 최적값으로 결정하는 최적 정보 결정 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 OLEV 멀티 노선은 제 1 노선 내지 제 m 노선을 포함한 기 설정된 경로 정보로서, 상기 제 1 노선 내지 상기 제 m 노선은 각각 N_m 개의 세그먼트로 나누어져 있으며, 각각의 상기 세그먼트는 각기 다른 길이값을 가지며, 각각의 상기 세그먼트마다 상기 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 갖는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 비용 정보는,

상기 OLEV 멀티 노선에 대한 토탈 비용 정보로서, OLEV 비용 정보, 상기 멀티 노선에 대한 인버터 비용 정보 및 상기 멀티 노선에 대한 급전 선로 설치 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 OLEV 비용 정보를 산출하기 위해

$$\sum_{m=1}^M k_m \cdot (C_{vehicle} + C_{battery} \cdot I_m^{max})$$

(k_m : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV의 운행 댓 수, I_m^{max} : OLEV 배터리의 최대 SOC(State Of Charge), $C_{vehicle}$: OLEV 기본 가격, $C_{battery}$: OLEV 단위당 상기 OLEV 배터리의 용량당 가격)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 OLEV 멀티 노선 중 상기 제 1 노선에 대한 인버터 비용 정보 및 급전 선로 설치 비용 정보를 산출하기 위해

$$C_{inverter} \sum_{i=1}^{N_1} (l_{1(i)} - l_{1(i-1)})l_{1(i)} + C_{line} \sum_{i=1}^{N_1} (x_{1(i)}^f - x_{1(i)}^0)l_{1(i)}$$

($C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{1(i)}$: 상기 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, C_{line} : 단

위 길이당 가격, $x_{1(i)}^0$: 상기 제 1 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{1(i)}^f$: 상기 제 1 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 끝점)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 멀티 노선 중 상기 제 m 노선에 대한 인버터 비용 정보를 산출하기 위해

$$C_{inverter} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \left\{ (l_{m(i)} - l_{m(i-1)}) l_{m(i)} - (l_{m(i)} - l_{m(i-1)}) l_{m(i)} \cdot \text{Min} \left[\sum_{j=i}^{N_m} \left\{ l_{m(j)} \cdot \prod_{k=i}^j l_{m(k)} \cdot \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(j),m'(i')} l_{m'(i')} \right\}, 1 \right] \right\}$$

($C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, $u_{m(i),m'(i')}$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트와 제 m'^{th} 노선의 i'^{th} 세그먼트가 겹치는 경우 1, 겹치지 않는 경우 0)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 멀티 노선 중 상기 제 m 노선에 대한 급전 선로 설치 비용 정보를 산출하기 위해

$$C_{line} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \text{Max} \left[1 - \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(i),m'(i')} l_{m'(i')}, 0 \right] (x_{m(i)}^f - x_{m(i)}^0) l_{m(i)}$$

(C_{line} : 단위 길이당 가격, $u_{m(i),m'(i')}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트와 제 m'^{th} 노선의 i'^{th} 세그먼트가 겹치는 경우

1, 겹치지 않는 경우 0, $x_{m(i)}^0$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 끝점, $l_{m(i)}$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 목적식은,

상기 토탈 비용인 상기 비용 정보를 산출하기 위해

$$\begin{aligned}
 & \sum_{m=1}^M k_m \cdot (C_{vehicle} + C_{battery} \cdot I_m^{max}) + C_{inverter} \sum_{i=1}^{N_1} (l_{1(i)} - l_{1(i-1)}) l_{1(i)} + C_{line} \sum_{i=1}^{N_1} (x_{1(i)}^f - x_{1(i)}^0) l_{1(i)} \\
 & + C_{inverter} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \left\{ (l_{m(i)} - l_{m(i-1)}) l_{m(i)} - (l_{m(i)} - l_{m(i-1)}) l_{m(i)} \cdot \text{Min} \left[\sum_{j=i}^{N_m} \left\{ l_{m(j)} \cdot \prod_{k=i}^j l_{m(k)} \cdot \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{f=1}^{N_{m'}} u_{m(j),m'(f)} l_{m'(f)} \right\}, 1 \right] \right\} \\
 & + C_{line} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \text{Max} \left[1 - \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{f=1}^{N_{m'}} u_{m(i),m'(f)} l_{m'(f)}, 0 \right] (x_{m(i)}^f - x_{m(i)}^0) l_{m(i)}
 \end{aligned}$$

(k_m : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV의 운행 댓 수, I_m^{max} : OLEV 배터리의 최대 SOC, $C_{vehicle}$: OLEV 기본 가격, $C_{battery}$: OLEV 단위당 상기 OLEV 배터리의 용량당 가격, $C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, C_{line} : 단위 길이당 가격, $u_{m(i),m'(i')}$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트와 제 m'^{th} 노선의 i'^{th} 세그먼트가 겹치는 경우 1, 겹치지 않는 경우 0, $x_{m(i)}^0$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 상기 제 m^{th} 노선의 상기 i^{th} 세그먼트에서의 끝점, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0)

의 수학적식을 이용하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 제약식은,

$$I_{m(0)} = I_m^{high}, \forall m$$

$$I_{m(i)} = \text{Min}[I_m^{high}, I_{m(i-1)} + s_{m(i)}l_{m(i)} - d_{m(i)}], i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$I_{m(i)} \geq I_m^{low}, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$x_{m(i)}^f = x_{m(i+1)}^0, i = 1, \dots, N_m - 1, \forall m$$

$$l_{m(i)} = u_{m(i),m'(i)}l_{m'(i)}, i = 1, \dots, N_m, i' = 1, \dots, N_m, \forall m, \forall m' | m' \neq m$$

$$x_{m(i)}^0 < x_{m(i)}^f, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$l_{m(i)} \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$u_{m(i),m'(i)} \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N_m, i' = 1, \dots, N_m, \forall m, \forall m' | m' \neq m$$

(I_m^{high} : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV 배터리의 시작시점의 SOC, I_m^{low} : 제 m 노선에서 운행되는 상기 OLEV 배터리의 운행 중 최저 SOC, $d_{m(i)}$: 제 mth 노선의 ith 세그먼트에서의 상기 OLEV 배터리의 소모량, $s_{m(i)}$: 상기 제 mth 노선의 상기 ith 세그먼트에서의 상기 OLEV 배터리의 충전량, $l_{m(i)}$: 상기 제 mth 노선의 상기 ith 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, $x_{m(i)}^0$: 상기 제 mth 노선의 상기 ith 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 상기 제 mth 노선의 상기 ith 세그먼트에서의 끝점)

인 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 실시예는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법 및 장치에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 이동 중에 전기를 충전하는 정해진 구간이 멀티 노선인 경우, 이동체가 멀티 노선 운행 시 각 노선에서 운행되는 이동체의 배터리 용량 및 급전 선로의 매설구간에 따른 비용을 최소화할 수 있는 최적 인프라 데이터(배터리 용량 및 급전 선로 매설 위치)를 추출하기 위한 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 온라인 전기 자동차(On-Line Electric Vehicle, 이하, OLEV라 함)는 기존의 전기 자동차와는 달리 운행 및 정차 중 도로에 매설된 케이블로부터 무선 방식으로 전기를 공급받아 운행하는 새로운 개념의 전기 자동차이다. OLEV가 케이블이 매설된 구간을 운행할 경우에는 무선 방식으로 전기를 공급받아 모터에 전기를 전달하고, 남은 전기는 배터리로 보내져 충전을 하게 되고, 케이블이 매설되지 않은 일반 도로 구간을 운행할 경우에는 보통의 전기 자동차처럼 배터리에서 모터로 전기를 공급하여 OLEV가 운행된다.

- [0004] 무선 충/급전을 위해서는 전기를 생성하는 인버터와 그것을 전달하는 케이블을 도로에 매설하여야 한다. 하나의 독립된 케이블 매설 구간에는 하나의 인버터가 함께 설치되고, OLEV는 하단에 설치된 픽업 장치(Pick-Up Device)를 통해 케이블의 전기를 무선 방식으로 공급받는다. 일반적으로 배터리 가격이 전기 자동차 가격의 40% 이상을 차지할 정도로 배터리는 비용이 높은 아이템이며, 전기자동차에 배터리를 많이 설치하면 설치할수록 배터리 비용도 많이 소요될 뿐만 아니라, 차량의 무게도 증가하여 운행시 전기 소모도 심해진다.
- [0005] 전기 자동차 시스템은 크게, 항상 케이블로부터 접촉 방식으로 전기를 공급받는 경우(a, 예컨대, 전철, 노면전차)와, 운행 중 충/급전 없이 자체 배터리로부터 전기를 공급받는 경우(b, 예컨대, 일반적인 전기 자동차), 이렇게 2가지로 구분할 수 있다. 항상 케이블로부터 접촉 방식으로 전기를 공급받는 경우(a)는 배터리가 장착되어 있지 않기 때문에 배터리 용량 및 비용을 고려할 필요가 없다. 운행하는 모든 구간에 케이블을 설치해야 하기 때문에 케이블 설치 여부에 대한 고려도 불필요하다. 하지만, 많은 케이블 구축으로 인한 미관, 환경상의 문제가 있다. 운행 중 충/급전 없이 자체 배터리로부터 전기를 공급받는 경우(b)에는 배터리 용량을 고려해야 하지만 이는 비용 측면보다 자동차의 용도에 의해 결정되는 경우가 대부분이고, 전기 자동차의 판매가에 직접적으로 영향을 준다(예컨대, 공장 내, 골프장 등 단거리 주행용: 작은 배터리 용량, 도시 내에서만 운행되는 시티형 전기 자동차: 중간 정도의 배터리 용량, 일반적인 자동차 용도의 전기 자동차: 큰 배터리 용량). 그러므로 이 경우 비용측면에서의 케이블 구축 및 배터리 용량 결정은 크게 고려할 사항이 아니다.
- [0006] 신 개념의 전기 자동차인 OLEV의 경우 위의 두 가지 형태의 절충형으로, 두 가지 형태의 장점을 취할 수 있어 최소의 비용 및 여러 장점을 가진 친환경적인 전기 자동차 운행 체계를 갖출 수 있을 것으로 판단되나, 비용 최소화를 극대화하기 위해서는 위의 두 가지 형태와는 달리 최적의 배터리 용량과, 충/급전 케이블의 매설 구간을 결정해야 할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 전술한 문제점을 해결하기 위해 본 실시예는, 이동체가 멀티 노선 운행 시 각 노선에서 운행되는 이동체의 배터리 용량 및 급전 선로의 매설구간에 따른 비용을 최소화할 수 있는 최적 인프라 데이터(배터리 용량 및 급전 선로 매설 위치)를 추출하기 위한 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법 및 장치를 제공하는 데 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 전술한 목적을 달성하기 위해 본 실시예의 일 측면에 의하면, OLEV(On-Line Electric Vehicle) 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선(Multiple Route) 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 계수로 포함하는 염색체(Chromosome)를 기 설정된 개수로 설정한 초기 개체 정보를 생성하는 초기 개체군 설정부; 상기 OLEV 멀티 노선에 대한 기 설정된 목적식(Objective Function)과 제약식(Constraints)을 각각의 상기 염색체에 적용하여 비용 정보를 산출하는 적합도 측정부; 상기 초기 개체 정보와 상기 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보에 근거하여 최소 비용 염색체 정보를 생성하는 선택부; 상기 최소 비용 염색체에 포함된 상기 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버한 크로스오버 정보를 생성하는 크로스오버부; 상기 크로스오버 정보에 포함된 상기 OLEV 배터리 용량값과 상기 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이한 변이 정보를 생성하는 변이부; 상기 변이 정보가 기 설정된 개수만큼 생성되고, 상기 변이 정보가 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 경우, 상기 변이 정보의 생성을 종료하는 종료 결정부; 및 상기 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 상기 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 최적값으로 결정하는 최적 정보 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치를 제공한다.
- [0009] 또한, 본 실시예의 다른 측면에 의하면, OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 계수로 포함하는 염색체를 기 설정된 개수로 설정한 초기 개체 정보를 생성하는 초기 개체군 설정 과정(Initial Population); 상기 OLEV 멀티 노선에 대한 기 설정된 목적식과 제약식을 각각의 상기 염색체에 적용하여 비용 정보를 산출하는 적합도 측정 과정(Fitness Function); 상기 초기 개체 정보와 상기 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보에 근거하여 최소 비용 염색체 정보를 생성하는 선택 과정(Selection); 상기 최소 비용 염색체에 포함된 상기 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버한 크로스오버 정보를 생성하는 크로스오버 과정(Crossover); 상기 크로스오버 정보에 포함된 상기 OLEV 배터리 용량값과 상기

급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이한 변이 정보를 생성하는 변이 과정 (Mutation); 상기 변이 정보가 기 설정된 개수만큼 생성되고, 상기 변이 정보가 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 경우, 상기 변이 정보의 생성을 종료하는 종료 결정 과정(End Criterion); 및 상기 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 상기 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 최적값으로 결정하는 최적 정보 결정 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0010] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 이동체가 멀티 노선 운행 시 각 노선에서 운행되는 이동체의 배터리 용량 및 급전 선로의 매설구간에 따른 비용을 최소화할 수 있는 최적 인프라 데이터(배터리 용량 및 급전 선로 매설 위치)를 추출할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 실시예에 의하면, 따라서 최소의 투자비로 최적의 OLEV 운행 체계를 구축할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 실시예에 따른 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도,
- 도 2는 본 실시예에 따른 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법을 설명하기 위한 순서도,
- 도 3은 본 실시예에 따른 멀티 노선과 세그먼트를 설명하기 위한 예시도,
- 도 4는 본 실시예에 따른 멀티 노선 중 중복 노선을 설명하기 위한 예시도,
- 도 5는 본 실시예에 따른 멀티 노선에 대한 목적식의 OLEV 비용 산출을 설명하기 위한 예시도,
- 도 6은 본 실시예에 따른 멀티 노선 중 제 1 노선에 대한 목적식의 인버터 비용 정보와 급전 선로 설치 비용 정보 산출을 설명하기 위한 예시도,
- 도 7은 본 실시예에 따른 멀티 노선 중 제 m 노선에 대한 목적식의 인버터 비용 정보 산출을 설명하기 위한 예시도,
- 도 8은 본 실시예에 따른 멀티 노선 중 제 m 노선에 대한 목적식의 급전 선로 설치 비용 정보 산출을 설명하기 위한 예시도,
- 도 9는 본 실시예에 따른 멀티 노선의 운행시 시간에 따른 속도를 나타낸 예시도,
- 도 10은 본 실시예에 따른 초기 개체 설정, 크로스오버 및 변이를 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 본 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0013] 도 1은 본 실시예에 따른 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0014] 본 실시예에 따른 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)가 적용할 분야는 OLEV 분야가 될 수 있다. OLEV의 동작 원리에 대해 개략적으로 설명하자면 다음과 같다. 온라인 전기 자동차가 도로 위를 주행하는 중에 도로에 구비된 급전 장치에 고주파의 전력이 공급되면 급전 장치와 전기 자동차에 구비된 집전 장치 사이의 전자기유도의 원리에 의해 주행에 필요한 전력을 공급받게 된다.
- [0015] 이러한, OLEV 분야에서 온라인 전기 자동차가 노선으로 운행되기 위해서는 크게 두 가지 요소에서 많은 비용이 소요되는데, 온라인 전기 자동차에 구비되는 배터리와 도로에 급전 선로를 매설하기 위해 필요한 비용이다. 이러한, 온라인 전기 자동차에 구비되는 배터리와 도로에 매설되는 급전 선로의 구간을 최적으로 추출해야지만, 온라인 전기 자동차가 최소의 비용으로 최적의 운행이 가능한 것이다. 즉, 온라인 전기 자동차에 구비되는 배터리와 도로에 급전 선로를 매설하기 위해 필요한 비용을 절감할수록 OLEV 분야에 투자 비용을 최소화할 수 있다.
- [0016] 본 실시예에서의 온라인 전기 자동차의 경우 운행 노선이 기 설정된 것으로 가정한다. 즉, 온라인 전기 자동차가 적용될 수 있다고 판단되는 장소를 보전대 '버스 전용차선', '놀이공원 열차', '공항 내 열차', '행정중심복합도시' 등과 같이 노선이 기 설정된 곳에 적용될 여지가 높다.

- [0017] 한편, 본 실시예에 따른 온라인 전기 자동차와 도로에 매설된 급전 선로의 동작 원리에 대해 설명하자면 다음과 같다. 온라인 전기 자동차는 집전 장치를 구비하는데, 이러한 집전 장치는 도로에 매설되는 급전 장치에 의한 유도기전력을 형성하여 온라인 전기 자동차로 전원을 공급하는 장치를 말한다. 즉, 집전 장치는 이동체(예컨대 전기 자동차)에 설치될 수 있다. 이동체는 차량인 것이 바람직하나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 전기로 구동될 수 있는 버스, 기차, 크레인 또는 모토타이크 등에 폭넓게 적용될 수 있을 것이다. 한편, 이동체에 결합되는 집전 장치에는 전압 조절부(Regulator)가 탑재된다. 이때, 전압 조절부는 직류 전력을 얻기 위해서, 정류 소자로 정류한 후 부하(Load)에 맞게 전압 또는 전류를 조절한다.
- [0018] 여기서, 집전 장치는 집전 유닛을 포함하는데, 집전 유닛이란 주행 중인 전기 자동차에 전원을 공급하는 집전 장치의 일부를 말한다. 이러한, 전기 자동차에서의 집전 유닛에 대해 간략히 설명하자면, 전기 자동차가 주행하는 중에 도로에 매설된 급전 장치(전기 공급로)부터 전원을 공급받는다. 이러한 급전 장치(전기 공급로)는 전기 자동차의 진행방향으로 일정한 간격을 두고 연속하여 설치되는 다수의 전선과, 서로 이웃하는 전선 사이의 간격에 배치되며 자성을 갖고 서로 이웃하는 전선을 전기적으로 절연시키는 절연 자성체를 구비한다. 즉, 집전 장치는 자속이 유기되는 집전 코어 및 집전 코어에 권취되는 집전 케이블을 포함하며 급전 유닛과 자속에 의해 자기적으로 커플링되는 집전 유닛을 이용하여 급전 장치로부터 형성된 유도기전력을 공급받는다.
- [0019] 한편, 급전 장치는 온라인 전기 자동차의 노선에 대응되어 구현될 수 있으며, 급전 전원을 포함한다. 여기서, 급전 전원은 인버터를 말한다. 또한, 차로(즉, 도로)의 내부인 아스팔트에 일부 매설될 수 있다. 즉, 도로 상에 급전 코어 및 급전 전원을 포함하는 급전 장치를 매설하여 전기 자동차의 운행에 필요한 전력을 충전하는 방식을 사용하는 경우, 전기 자동차가 주행할 때 급전 케이블에 전류가 흘러 전력을 공급할 수 있다. 한편, 이러한, 급전 케이블을 여러 개의 세그먼트(Segments)로 나누어 구현될 수 있으며, 진행중인 전기 자동차에 전력을 공급할 수 있다. 이때, 연속된 세그먼트 당 하나의 급전 전원(인버터)이 인가될 수 있다. 이러한, 급전 장치는 구비된 급전 전원으로부터 전력을 공급받고, 급전 전원과 연결된 급전 케이블에 흐르는 전류에 의해 발생하는 자속의 경로를 제공하는 급전 코어 및 급전 코어에 권취되는 급전 케이블을 포함하는 급전 유닛을 이용하여 자기유도 방식으로 온라인 전기 자동차에 전력을 공급한다.
- [0020] 이하에서는, 이러한, 온라인 전기 자동차에 구비되는 최적의 배터리 용량과 온라인 전기 자동차의 노선에 대응되어 구현되는 급전 케이블의 최적의 매설 구간을 추출하기 위한 알고리즘(Algorithm)을 수행하기 위한 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)에 대해 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0021] 본 실시예에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 초기 개체군 설정부(110), 적합도 측정부(120), 선택부(130), 크로스오버부(140), 변이부(150), 종료 결정부(160) 및 최적 정보 결정부(170)를 포함한다. 본 실시예에서는 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)가 초기 개체군 설정부(110), 적합도 측정부(120), 선택부(130), 크로스오버부(140), 변이부(150), 종료 결정부(160) 및 최적 정보 결정부(170)만을 포함하는 것으로 기재하고 있으나, 이는 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)에 포함되는 구성 요소에 대하여 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이다.
- [0022] 한편, 본 실시예에 따른 OLEV 멀티 노선은 제 1 노선 내지 제 m 노선을 포함한 기 설정된 경로 정보로서, 제 1 노선 내지 제 m 노선은 각각 N_m 개의 세그먼트로 나누어져 있으며, 각각의 세그먼트는 각기 다른 길이값을 가지며, 각각의 세그먼트마다 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 갖는다. 또한, OLEV 배터리 용량값은 실수를 가지며, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 이진수를 갖는다. 예컨대, OLEV 배터리 용량값은 0 내지 20 중 어느 하나의 실수의 값을 가질 수 있으며, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트만큼의 수로 구분될 수 있다. 즉, OLEV 멀티 노선이 약 10개의 세그먼트로 구분된 경우, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 10개의 이진수로 이루어질 수 있는 것이다. 또한, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트마다 급전을 위한 급전 선로의 설치 여부에 따라 0 또는 1의 값을 갖는다. 여기서, 급전 선로에는 급전을 위한 인덕티브 케이블(Inductive Cable)이 설치될 수 있다.
- [0023] 한편, 각 노선에서 운행되는 이동체는 서로 배터리 용량이 다를 수 있으므로, 각 노선의 세그먼트 개수도 서로 다를 수 있다. 결국 노선의 개수만큼 염색체가 달라지게 되는데, 예컨대, 노선이 한 개인 경우 [표 1]과 같이 한 개의 염색체로만 구성될 수 있으나, 노선이 두 개인 경우 과 같이 두 개의 크로모솜이 하나의 세트에 설정되는 것이며, 노선이 세 개인 경우 [표 1]과 같이 세 개의 염색체가 하나의 세트에 설정되는 것이다.

표 1

EX) 노선이 1개, 세그먼트가 10개일 때,

15	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

EX) 노선이 총 3개, 세그먼트가 각각 10개, 15개, 12개일 때,

15	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0					
12	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		

[0024]

[0025] 초기 개체군 설정부(110)는 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 계수로 포함하는 염색체(Chromosome)를 기 설정된 개수로 설정한 초기 개체 정보를 생성한다. 여기서, 초기 개체군 설정부(110)는 염색체를 약 100개의 개수로 설정할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 한편, 초기 개체군 설정부(110)는 염색체를 설정하는 과정을 설명하자면, 초기 개체군 설정부(110)는 염색체를 랜덤(Random)하게 설정하거나 사용자의 조작 또는 명령에 의해 설정할 수 있다.

[0026] 한편, 염색체란 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값의 최적값(최적의 인프라 데이터)을 추출하기 위한 일종의 초기 개체 정보로서, 적합도 측정부(120), 선택부(130), 크로스오버부(140), 변이부(150) 및 종료 결정부(160) 등을 거쳐 해당 값이 변화되므로, 본 실시예에서는 염색체로 정의하여 설명토록 한다.

[0027] 적합도 측정부(120)는 기 설정된 목적식(Objective Function)과 제약식(Constraints)을 초기 개체군 설정부(110)를 통해 설정된 각각의 염색체에 적용하여 비용 정보를 산출한다. 가령, 적합도 측정부(120)는 약 100개의 염색체 각각에 목적식과 제약식을 적용할 수 있으며, 약 100개의 염색체 각각에 대한 약 100개의 비용 정보를 산출할 수 있다.

[0028] 여기서, 적합도 측정부(120)가 산출하는 비용 정보는 OLEV 멀티 노선에 대한 토탈 비용 정보로서, OLEV 비용 정보, 멀티 노선에 대한 인버터 비용 정보 및 멀티 노선에 대한 급전 선로 설치 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보를 포함한다.

[0029] 한편, 적합도 측정부(120)에서 적용하는 목적식은 [수학식 1]과 같다.

수학식 1

$$\begin{aligned}
 & \sum_{m=1}^M k_m \cdot (C_{vehicle} + C_{battery} \cdot I_m^{max}) + C_{inverter} \sum_{i=1}^{N_1} (l_{1(i)} - l_{1(i-1)}) l_{1(i)} + C_{line} \sum_{i=1}^{N_1} (x_{1(i)}^f - x_{1(i)}^0) l_{1(i)} \\
 & + C_{inverter} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \left\{ (l_{m(i)} - l_{m(i-1)}) l_{m(i)} - (l_{m(i)} - l_{m(i-1)}) l_{m(i)} \cdot \text{Min} \left[\sum_{j=i}^{N_m} \left\{ l_{m(j)} \cdot \prod_{k=i}^j l_{m(k)} \cdot \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(j),m'(i')} l_{m'(i')} \right\}, 1 \right] \right\} \\
 & + C_{line} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \text{Max} \left[1 - \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(i),m'(i')} l_{m'(i')}, 0 \right] (x_{m(i)}^f - x_{m(i)}^0) l_{m(i)}
 \end{aligned}$$

[0030]

[0031] (k_m : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV의 운행 댓 수, I_m^{max} : OLEV 배터리의 최대 SOC(State Of Charge), $C_{vehicle}$: OLEV 기본 가격, $C_{battery}$: OLEV 단위당 OLEV 배터리의 용량당 가격, $C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, C_{line} : 단위 길이당 가격, $u_{m(i),m'(i')}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트와 제 m'^{th} 노선의 i'^{th} 세그먼트가 겹치는 경우 1, 겹치지 않는 경우 0, $x_{m(i)}^0$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 끝점, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0)

[0032] 한편, 적합도 측정부(120)에서 적용하는 제약식은 [수학식 2]와 같다.

수학식 2

$$I_{m(0)} = I_m^{high}, \forall m$$

$$I_{m(i)} = Min[I_m^{high}, I_{m(i-1)} + s_{m(i)}l_{m(i)} - d_{m(i)}], i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$I_{m(i)} \geq I_m^{low}, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$x_{m(i)}^f = x_{m(i+1)}^0, i = 1, \dots, N_m - 1, \forall m$$

$$l_{m(i)} = u_{m(i),m'(i')}l_{m'(i')}, i = 1, \dots, N_m, i' = 1, \dots, N_{m'}, \forall m, \forall m' | m' \neq m$$

$$x_{m(i)}^0 < x_{m(i)}^f, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$l_{m(i)} \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N_m, \forall m$$

$$u_{m(i),m'(i')} \in \{0,1\}, i = 1, \dots, N_m, i' = 1, \dots, N_{m'}, \forall m, \forall m' | m' \neq m$$

[0033]

[0034] (I_m^{high} : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV 배터리의 시작시점의 SOC, I_m^{low} : OLEV 배터리의 운행 중 최저 SOC, $d_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 OLEV 배터리의 소모량, $s_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 OLEV 배터리의 충전량, $l_{m(i)}$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, $x_{m(i)}^0$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 끝점)

[0035] 한편, 적합도 측정부(120)는 검색체가 [수학식 2]와 같은 제약식을 만족하지 못하는 경우, 해당 검색체의 비용 정보가 정상 범위를 초과하는 값으로 설정되도록 하여 선택부(130)에서 최소 비용 검색체 정보로 선택될 확률이 낮아지도록 한다.

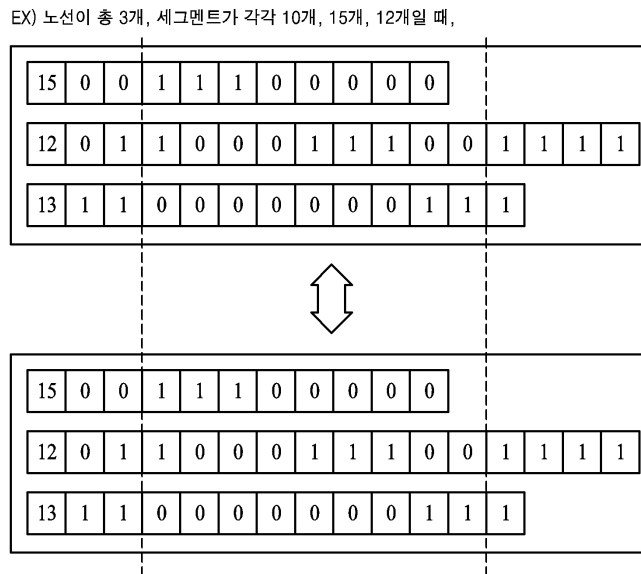
[0036] 선택부(130)는 초기 개체군 설정부(110)를 통해 생성된 초기 개체 정보와 적합도 측정부(120)를 통해 생성된 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보에 근거하여 최소 비용 검색체 정보를 생성한다. 여기서, 선택부(130)가 최

소 비용 검색체 정보를 생성하는 과정에 대해 보다 구체적으로 설명하자면 다음과 같다. 선택부(130)는 초기 개체 정보 중 랜덤하게 복수의 검색체인 제 1 검색체를 선별하고, 선별된 제 1 검색체의 각각의 비용 정보에 근거하여 최소 비용을 갖는 검색체를 선택한 최소 비용 검색체 정보를 생성한다.

[0037] 즉, 선택부(130)는 초기 개체 정보 중 랜덤하게 두 개의 검색체인 제 1 검색체를 선별하고, 선별된 두 개의 검색체 각각의 비용 정보에 근거하여 두 개의 검색체 중 최소 비용을 갖는 한 개의 검색체를 선택하며, 최소 비용 검색체를 선별하는 과정을 기 설정된 횟수만큼 반복한 최소 비용 검색체 정보를 생성한다. 예컨대, 선택부(130)는 약 100개의 초기 개체 정보 중 랜덤하게 두 개의 검색체인 제 1 검색체를 선별하고, 선별된 두 개의 검색체 각각의 비용 정보에 근거하여 두 개의 검색체 중 최소 비용을 갖는 한 개의 검색체를 선택하는 과정을 약 100번 수행하여 약 100개의 검색체를 포함하는 최소 비용 검색체 정보를 생성할 수 있다.

[0038] 크로스오버부(140)는 선택부(130)를 통해 생성된 최소 비용 검색체에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버한 크로스오버 정보를 생성한다. 여기서, 크로스오버부(140)가 크로스오버 정보를 생성하는 과정을 보다 구체적으로 설명하자면 다음과 같다. 크로스오버부(140)는 최소 비용 검색체 중 랜덤하게 한 쌍의 검색체인 제 2 검색체를 선별하고, 한 쌍의 검색체 상호 간에 OLEV 배터리 용량값 및 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버한 크로스오버 정보를 생성한다. 이때, 각 검색체의 첫 번째 칸에 할당되는 값은 배터리 용량을 나타내며, 이러한 정보 역시 크로스오버에 포함될 수 있다. 크로스오버부(140)가 수행하는 크로스오버의 예는 [표 2]와 같다.)

표 2



[0039]

[0040] 즉, 크로스오버부(140)는 최소 비용 검색체 정보의 각각에 대한 제 1 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률 이내에 해당하는 검색체만을 선별한 제 1 확률 정보를 생성하고, 제 1 확률 정보 중 랜덤하게 두 개의 검색체인 제 2 검색체를 선별하고, 두 개의 검색체 상호 간에 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버하며, 크로스오버를 기 설정된 횟수만큼 반복한 크로스오버 정보를 생성한다. 예컨대, 크로스오버부(140)는 약 100개의 검색체를 포함하는 최소 비용 검색체 정보의 각각에 대한 제 1 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률(약 70 %) 이내에 해당하는 검색체만을 선별한 제 1 확률 정보를 생성하고, 제 1 확률 정보(약 70 % 이내) 중 랜덤하게 두 개의 검색체인 제 2 검색체를 선별하고, 두 개의 검색체 상호 간에 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부(예컨대, 두 번째 세그먼트 내지 네 번째 세그먼트)를 크로스오버하는 과정을 약 50번 수행하여 약 100개의 검색체를 포함하는 크로스오버 정보를 생성할 수 있다. 여기서, 제 1 랜덤 넘버는 무질서하게 흩어져 있는 집합 속에서 여러가지 샘플을 수집하고자 할 때 어떤 확률을 가지고, 한쪽으로 치우침없이 샘플을 수집할 수 있도록 배열된 수의 집합인 난수의 발생을 의미한다.

[0041] 한편, 크로스오버부(140)는 두 개의 검색체의 각각에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른

값 중 랜덤하게 범위를 설정하며, 설정된 범위에 해당하는 값을 크로스오버한다. 가령, 크로스오버부(140)는 제 1 확률 정보(약 70 % 이내) 중 랜덤하게 선별된 두 개의 염색체의 각각에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 랜덤하게 세그먼트의 위치(범위)를 설정하며, 설정된 세그먼트 위치(범위)에 해당하는 값을 크로스오버할 수 있다.

[0042] 변이부(150)는 크로스오버 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이한 변이 정보를 생성한다. 여기서, 변이부(150)가 변이 정보를 생성하는 과정에 대해 보다 구체적으로 설명하자면 다음과 같다. 변이부(150)는 크로스오버부(140)를 통해 생성된 크로스오버 정보 중 랜덤하게 제 3 염색체를 선택하고, 제 3 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이한 변이 정보를 생성한다.

[0043] 즉, 변이부(150)는 크로스오버부(140)를 통해 생성된 크로스오버 정보의 각각에 대한 제 2 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률 이내에 해당하는 염색체만을 선별한 제 2 확률 정보를 생성하고, 제 2 확률 정보 중 랜덤하게 한 개의 염색체만을 제 3 염색체로 선택하고, 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이시키며, 이러한 변이 과정을 기 설정된 횟수만큼 반복한 변이 정보를 생성한다. 여기서, 제 2 랜덤 넘버는 무질서하게 흩어져 있는 집합 속에서 여러가지 샘플을 수집하고자 할 때 어떤 확률을 가지고, 한쪽으로 치우침없이 샘플을 수집할 수 있도록 배열된 수의 집합인 난수의 발생을 의미한다. 예컨대, 변이부(150)는 약 100개의 염색체를 포함하는 크로스오버 정보의 각각에 대한 제 2 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률(약 5 %) 이내에 해당하는 염색체만을 선별한 제 2 확률 정보를 생성하고, 제 2 확률 정보(약 5 % 이내의 염색체 정보) 중 랜덤하게 한 개의 염색체만을 제 3 염색체로 선택하고, 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이시키며, 이러한 변이 과정을 약 100번을 수행한 변이 정보를 생성한다.

[0044] 한편, 변이부(150)가 OLEV 배터리 용량값을 변이하는 과정에 대해 설명하자면, 변이부(150)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값을 다른값으로 변이할 때 OLEV 배터리 용량값에 해당하는 실수 중 어느 하나의 실수로 변이시킨다. 가령, OLEV 배터리 용량값은 0 내지 20 중 어느 하나의 실수의 값을 가지는 것으로 가정하는 경우, 변이부(150)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값이 '15'인 경우 '0 내지 20' 중 '15'를 제외한 다른값으로 변이시키는 것이다.

[0045] 한편, 변이부(150)가 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 변이하는 과정에 대해 설명하자면, 변이부(150)는 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 다른 값으로 변이할 때 설정된 이진수 중 다른 값으로 변이시킨다. 가령, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트만큼의 수로 구분될 수 있으며, 세그먼트별로 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 이진수 값을 갖는 것으로 가정하는 경우, 변이부(150)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 세그먼트 중 두 번째 세그먼트 내지 여섯 번째 세그먼트에 포함된 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 다른 값(0→1, 1→0)으로 변이시킬 수 있다.

[0046] 종료 결정부(160)는 변이부(150)를 통해 변이 정보가 기 설정된 개수만큼 생성되고, 변이 정보가 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 경우, 변이 정보의 생성을 종료한다. 즉, 종료 결정부(160)는 약 100개의 변이 정보를 생성한 후 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 위치 위치에 따른 값이 서로 약 95 %이상으로 동일해지는 경우, 변이부(150)를 통한 변이 정보의 생성을 중단하도록 한다. 만약, 95 % 이상 동일 하지 않은 경우 현재의 변이 정보에 포함된 염색체 (집단)를 바탕으로 적합도 측정부(120)로 돌아가 적합도측정, 선택, 크로스오버, 변이를 다시 반복한다.

[0047] 최적 정보 결정부(170)는 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 최적값(최적의 인프라 데이터)으로 결정한다. 즉, 최적 정보 결정부(170)는 약 95 % 이상으로 변이 정보가 동일해지는 경우, 실질적으로 초기 개체군 설정부(110), 적합도 측정부(120), 선택부(130), 크로스오버부(140) 및 변이부(150)의 동작 과정을 거쳐 생성된 변이 정보가 실질적으로 동일한 것으로 판단하여, 95 % 이상으로 동일한 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 최적값(최적의 인프라 데이터)으로 결정할 수 있다.

[0048] 도 2는 본 실시예에 따른 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0049] 온라인 전기 자동차에 구비되는 최적의 배터리 용량과 온라인 전기 자동차의 노선에 대응되어 구현되는 급전 캐

이들의 최적의 매설 구간을 추출하기 위한 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)가 동작하는 과정에 대해 도 2를 통해 설명하도록 한다.

[0050] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 계수로 포함하는 검색체를 기 설정된 개수로 설정한 초기 개체 정보를 생성한다(S210). 단계 S210에서, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 검색체를 약 100개의 개수로 설정할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 한편, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 검색체를 랜덤하게 설정하거나 사용자의 조작 또는 명령에 의해 설정할 수 있다.

[0051] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 기 설정된 목적식과 제약식을 단계 S210을 통해 설정된 각각의 검색체에 적용하여 비용 정보를 산출한다(S220). 여기서, 적합도 측정부(120)가 산출하는 비용 정보는 OLEV 멀티 노선에 대한 토달 비용 정보로서, OLEV 비용 정보, 멀티 노선에 대한 인버터 비용 정보 및 멀티 노선에 대한 급전 선로 설치 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보를 포함한다. 가령, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 약 100개의 검색체 각각에 목적식과 제약식을 적용할 수 있으며, 약 100개의 검색체 각각에 대한 약 100개의 비용 정보를 산출할 수 있다. 한편, 단계 S220에서 목적식은 [수학식 1]과 같으며, 제약식은 [수학식 2]와 같다. 이때, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 검색체가 [수학식 2]와 같은 제약식을 만족하지 못하는 경우, 해당 검색체의 비용 정보가 정상 범위를 초과하는 값으로 설정되도록 하여 선택부(130)에서 최소 비용 검색체 정보로 선택될 확률이 낮아지도록 할 수 있다.

[0052] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 단계 S210을 통해 생성된 초기 개체 정보와 단계 S220을 통해 생성된 비용 정보 중 적어도 하나 이상의 정보에 근거하여 최소 비용 검색체 정보를 생성한다(S230). 단계 S230에서 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 초기 개체 정보 중 랜덤하게 복수의 검색체인 제 1 검색체를 선별하고, 선별된 제 1 검색체의 각각의 비용 정보에 근거하여 최소 비용을 갖는 검색체를 선택한 최소 비용 검색체 정보를 생성한다. 즉, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 초기 개체 정보 중 랜덤하게 두 개의 검색체인 제 1 검색체를 선별하고, 선별된 두 개의 검색체 각각의 비용 정보에 근거하여 두 개의 검색체 중 최소 비용을 갖는 한 개의 검색체를 선택하며, 최소 비용 검색체를 선별하는 과정을 기 설정된 횟수만큼 반복한 최소 비용 검색체 정보를 생성한다. 예컨대, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 약 100개의 초기 개체 정보 중 랜덤하게 두 개의 검색체인 제 1 검색체를 선별하고, 선별된 두 개의 검색체 각각의 비용 정보에 근거하여 두 개의 검색체 중 최소 비용을 갖는 한 개의 검색체를 선택하는 과정을 약 100번 수행하여 약 100개의 검색체를 포함하는 최소 비용 검색체 정보를 생성할 수 있다.

[0053] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 단계 S230을 통해 생성된 최소 비용 검색체에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버한 크로스오버 정보를 생성한다(S240). 단계 S240에서 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 최소 비용 검색체 중 랜덤하게 한 쌍의 검색체인 제 2 검색체를 선별하고, 한 쌍의 검색체 상호 간에 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버한 크로스오버 정보를 생성한다. 즉, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 최소 비용 검색체 정보의 각각에 대한 제 1 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률 이내에 해당하는 검색체만을 선별한 제 1 확률 정보를 생성하고, 제 1 확률 정보 중 랜덤하게 두 개의 검색체인 제 2 검색체를 선별하고, 두 개의 검색체 상호 간에 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부를 크로스오버하며, 크로스오버를 기 설정된 횟수만큼 반복한 크로스오버 정보를 생성한다. 예컨대, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 약 100개의 검색체를 포함하는 최소 비용 검색체 정보의 각각에 대한 제 1 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률(약 70%) 이내에 해당하는 검색체만을 선별한 제 1 확률 정보를 생성하고, 제 1 확률 정보(약 70% 이내) 중 랜덤하게 두 개의 검색체인 제 2 검색체를 선별하고, 두 개의 검색체 상호 간에 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부(예컨대, 두 번째 세그먼트 내지 네 번째 세그먼트)를 크로스오버하는 과정을 약 50번 수행하여 약 100개의 검색체를 포함하는 크로스오버 정보를 생성할 수 있다.

[0054] 한편, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 두 개의 검색체의 각각에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 랜덤하게 범위를 설정하며, 설정된 범위에 해당하는 값을 크로스오버한다. 가령, 크로스오버부(140)는 제 1 확률 정보(약 70% 이내) 중 랜덤하게 선별된 두 개의 검색체의 각각에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 랜덤하게 세그먼트의 위치(범위)를 설정하며, 설정된 세그먼트 위치(범위)에 해당하는 값을 크로스오버할 수 있다.

[0055] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 크로스오버 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이한 변이 정보를 생성한다(S250). 단계 S250에서 최적의 인프라 데

이터 추출 장치(100)는 단계 S240을 통해 생성된 크로스오버 정보 중 랜덤하게 제 3 염색체를 선택하고, 제 3 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이한 변이 정보를 생성한다.

[0056] 즉, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 단계 S240을 통해 생성된 크로스오버 정보의 각각에 대한 제 2 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률 이내에 해당하는 염색체만을 선별한 제 2 확률 정보를 생성하고, 제 2 확률 정보 중 랜덤하게 한 개의 염색체만을 제 3 염색체로 선택하고, 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이시키며, 이러한 변이 과정을 기 설정된 횟수만큼 반복한 변이 정보를 생성한다. 예컨대, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 약 100개의 염색체를 포함하는 크로스오버 정보의 각각에 대한 제 2 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률(약 5%) 이내에 해당하는 염색체만을 선별한 제 2 확률 정보를 생성하고, 제 2 확률 정보(약 5% 이내의 염색체 정보) 중 랜덤하게 한 개의 염색체만을 제 3 염색체로 선택하고, 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이시키며, 이러한 변이 과정을 약 100번을 수행한 변이 정보를 생성한다.

[0057] 한편, 단계 S250에서 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값을 다른값으로 변이할 때 OLEV 배터리 용량값에 해당하는 실수 중 어느 하나의 실수로 변이시킨다. 가령, OLEV 배터리 용량값은 0 내지 20 중 어느 하나의 실수의 값을 가지는 것으로 가정하는 경우, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값이 '15'인 경우 '0 내지 20' 중 '15'를 제외하고 다른값으로 변이시키는 것이다.

[0058] 한편, 단계 S250에서 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 다른 값으로 변이할 때 설정된 이진수 중 다른 값으로 변이시킨다. 가령, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트만큼의 수로 구분될 수 있으며, 세그먼트별로 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 이진수 값을 갖는 것으로 가정하는 경우, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 세그먼트 중 두 번째 세그먼트 내지 여섯 번째 세그먼트에 포함된 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 다른 값(0→1, 1→0)으로 변이시킬 수 있다.

[0059] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 단계 S250을 통해 변이 정보가 기 설정된 개수만큼 생성되고, 변이 정보가 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 경우, 변이 정보의 생성을 종료한다(S260). 단계 S260에서 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 약 100개의 변이 정보를 생성한 후 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 위치 위치에 따른 값이 서로 약 95% 이상으로 동일해지는 경우, 변이부(150)를 통한 변이 정보의 생성을 중단하도록 한다.

[0060] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 기 설정된 퍼센트 이상으로 동일한 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 최적값(최적의 인프라 데이터)으로 결정한다(S270). 단계 S270에서 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 약 95% 이상으로 변이 정보가 동일해지는 경우, 실질적으로 단계 S210 내지 단계 S260의 동작 과정을 거쳐 생성된 변이 정보가 실질적으로 동일한 것으로 판단하여, 95% 이상으로 동일한 변이 정보에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 최적값으로 결정할 수 있다.

[0061] 도 2에서는 단계 S210 내지 단계 S270을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 이는 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 도 2에 기재된 순서를 변경하여 실행하거나 단계 S210 내지 단계 S270 중 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이므로, 도 2는 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.

[0062] 전술한 바와 같이 도 2에 기재된 본 실시예에 따른 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 멀티 노선에 따른 최적의 인프라 데이터 추출 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 이러한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다. 또한, 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램, 코드 및 코드 세

그먼트들은 본 실시예가 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다.

[0063] 도 3은 본 실시예에 따른 멀티 노선과 세그먼트를 설명하기 위한 예시도이다.

[0064] 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 온라인 전기 자동차의 경우 운행 노선이 기 설정될 수 있다. 예컨대, '버스 전용차선', '놀이공원 열차', '공항 내 열차', '행정중심복합도시' 등과 같이 노선이 기 설정된 곳이 될 수 있다. 또한, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, OLEV 멀티 노선은 제 1 노선 내지 제 m 노선을 포함한 기 설정된 경로 정보로서, 제 1 노선 내지 제 m 노선은 각각 N_m 개의 세그먼트로 나누어져 있으며, 각각의 세그먼트는 각기 다른 길이값을 가지며, 각각의 세그먼트마다 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 갖는다. 즉, 도 3의 (b)와 같이 전체 m 개의 노선이 존재하는데, 각 노선마다 다른 노선과 겹쳐지는 부분이 존재하며, 겹쳐지는 부분에 급전 선로가 설치되는 경우 하나의 급전 선로로부터 겹쳐지는 여러 노선들에 급전이 가능하다. 각각의 노선은 N_m 개의 세그먼트로 나누어질 수 있다. 다만, 각 노선들이 겹쳐지는 부분에서는 그 경계에서 항상 세그먼트로의 분할이 이루어지는 것이 바람직하다.

[0065] 또한, 도 3의 (c)에 도시된 바와 같이, OLEV 멀티 노선은 약 25 개의 세그먼트로 구분되는 것으로 가정하면, 각 세그먼트 당 급전 선로 설치 여부에 따른 값을 가지며, OLEV 배터리 용량값을 가진다. 즉, 도 3의 (c)에 도시된 각 계수를 설명하면 다음과 같다. $l_{1(i)}$ 는 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0으로 설정되며, $l_{2(i)}$ 는 제 2 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0으로 설정된다. 예컨대, OLEV 배터리 용량값은 0 내지 20 중 어느 하나의 실수의 값을 가질 수 있으며, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트만큼의 수로 구분될 수 있다. 즉, OLEV 멀티 노선이 약 25개의 세그먼트로 구분된 경우, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 25개의 이진수로 이루어질 수 있는 것이다. 또한, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트마다 급전을 위한 급전 선로의 설치 여부에 따라 0 또는 1의 값을 갖는다. 여기서, 급전 선로에는 급전을 위한 인덕티브 케이블이 설치될 수 있다.

[0066] 도 4는 본 실시예에 따른 멀티 노선 중 중복 노선을 설명하기 위한 예시도이다.

[0067] 도 4에 도시된 바와 같이 OLEV 멀티 노선은 제 1 노선 내지 제 2 노선을 포함한 기 설정된 경로 정보로서, 제 1 노선 내지 제 2 노선은 각각 25 개의 세그먼트로 나누어져 있으며, 각각의 세그먼트는 각기 다른 길이값을 가지며, 각각의 세그먼트마다 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 갖는다.

[0068] 한편, 도 4에 도시된 각 계수를 설명하면 다음과 같다. $l_{1(i)}$ 는 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0으로 설정되며, $l_{2(i)}$ 는 제 2 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0으로 설정되며,

$x_{1(i)}^0$ 는 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 시작점을 의미하며, $x_{1(i)}^f$ 는 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 끝점을 의미하며, $x_{2(i)}^0$ 는 제 2 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 시작점을 의미하며, $x_{2(i)}^f$ 는 제 2 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 끝점을 의미하며, $u_{m(i),m'(i)}$ 는 제 m^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트와 제 m'^{th} 노선의 i^{th} 세그먼트가 겹치는 경우 1, 겹치지 않는 경우 0으로 설정된다.

[0069] 즉, 도 4에 도시된 바와 같이, 제 1 노선의 $l_{1(3)}$ 내지 $l_{1(8)}$ 과 제 2 노선과 $l_{2(4)}$ 내지 $l_{2(9)}$ 가 중복(겹치)되는 것을 알 수 있으며, $l_{1(20)}$ 내지 $l_{1(15)}$ 와 $l_{2(17)}$ 내지 $l_{2(12)}$ 가 중복되는 것을 알 수 있다. 예컨대, 제 1 노선의 $l_{1(4)}$ 와 제 2 노선의 $l_{2(6)}$ 가 중복되는데 이때, $u_{1(4),2(6)}$ 는 제 1 노선의 4 세그먼트와 제 2 노선의 6 세그먼트가 겹치는 경우에 해당하는 '1'로 설정될 수 있다. 한편, 제 1 노선의 $l_{1(18)}$ 와 제 2 노선의 $l_{2(15)}$ 가 중복되는데 이때, $u_{1(18),2(15)}$ 는 제 1 노선의 18 세그먼트와 제 2 노선의 15 세그먼트가 겹치는 경우에 해당하는 '1'로 설정될 수 있다.

[0070] 도 5는 본 실시예에 따른 멀티 노선에 대한 목적식의 OLEV 비용 산출을 설명하기 위한 예시도이다.

[0071] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)에서 OLEV 비용 정보를 산출하기 위해 이용하는 목적식을 수학적식으로 표현하자면 다음과 같다.

수학식 3

$$\sum_{m=1}^M k_m \cdot (C_{vehicle} + C_{battery} \cdot I_m^{max})$$

[0072]

[0073] (k_m : 제 m 노선에서 운행되는 OLEV의 운행 댓 수, I_m^{max} : OLEV 배터리의 최대 SOC, $C_{vehicle}$: OLEV 기본 가격, $C_{battery}$: OLEV 단위당 OLEV 배터리의 용량당 가격)

[0074] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이 이동체(온라인 전기 자동차)에 탑재되는 OLEV 배터리의 최대 SOC를 I_m^{max} 라 했을 때, [수학식 3]을 통해 OLEV 비용 정보를 산출할 수 있는 것이다. 다시 말해, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)가 산출하는 비용 정보인 OLEV 멀티 노선에 대한 토탈 비용 정보는 [수학식 1]을 통해 산출할 수 있는데, 이러한 토탈 비용 정보 중 OLEV 비용 정보는 [수학식 3]을 통해 산출할 수 있는 것이다.

[0075] 도 6은 본 실시예에 따른 멀티 노선 중 제 1 노선에 대한 목적식의 인버터 비용 정보와 급전 선로 설치 비용 정보 산출을 설명하기 위한 예시도이다.

[0076] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)에서 OLEV 멀티 노선 중 제 1 노선에 대한 인버터 비용 정보 및 급전 선로 설치 비용 정보를 산출하기 위해 이용하는 목적식을 수학식으로 표현하자면 다음과 같다.

수학식 4

$$C_{inverter} \sum_{i=1}^{N_1} (l_{1(i)} - l_{1(i-1)})l_{1(i)} + C_{line} \sum_{i=1}^{N_1} (x_{1(i)}^f - x_{1(i)}^o)l_{1(i)}$$

[0077]

[0078] ($C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{1(i)}$: 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, C_{line} : 단위 길

이당 가격, $x_{1(i)}^o$: 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 시작점, $x_{1(i)}^f$: 제 1 노선의 i^{th} 세그먼트에서의 끝점)

[0079] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)가 산출하는 비용 정보인 OLEV 멀티 노선에 대한 토탈 비용 정보는 [수학식 1]을 통해 산출할 수 있는데, 이러한 토탈 비용 정보 중 OLEV 멀티 노선 중 제 1 노선에 대한 인버터 비용 정보 및 급전 선로 설치 비용 정보는 [수학식 4]을 통해 산출할 수 있는 것이다.

[0080] 예컨대, 도 6에 도시된 바와 같이, 제 1 노선의 2 세그먼트의 급전 선로 설치 비용 정보는 ' $(l_{1(2)}-l_{1(1)})l_{1(2)}=(1-0)1=1$ '이며, 제 1 노선의 3 세그먼트의 급전 선로 설치 비용 정보는 ' $(l_{1(3)}-l_{1(2)})l_{1(3)}=(1-0)1=1$ '이며, 제 1 노선의 11 세그먼트의 급전 선로 설치 비용 정보는 ' $(l_{1(11)}-l_{1(10)})l_{1(11)}=(1-0)1=1$ '이며, 제 1 노선의 17 세그먼트의 급전 선로 설치 비용 정보는 ' $(l_{1(17)}-l_{1(16)})l_{1(17)}=(1-0)1=1$ '임을 알 수 있다. 한편, 제 1 노선의 17 세그먼트의 인덕티브 케이블 비용 정보는

$$(x_{1(17)}^f - x_{1(17)}^o)l_{1(17)} = (x_{1(17)}^f - x_{1(17)}^o)1$$

'임을 알 수 있다.

[0081] 도 7은 본 실시예에 따른 멀티 노선 중 제 m 노선에 대한 목적식의 인버터 비용 정보 산출을 설명하기 위한 예시도이다.

[0082] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)에서 OLEV 멀티 노선 중 제 m 노선에 대한 인버터 비용 정보를 산출하기 위해 이용하는 목적식을 수학적식으로 표현하자면 다음과 같다.

수학식 5

$$C_{inverter} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \left\{ (l_{m(i)} - l_{m(i-1)})l_{m(i)} - (l_{m(i)} - l_{m(i-1)})l_{m(i)} \cdot \text{Min} \left[\sum_{j=i}^{N_m} \left\{ l_{m(j)} \cdot \prod_{k=i}^j l_{m(k)} \cdot \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(j),m'(i')} l_{m'(i')} \right\}, 1 \right] \right\}$$

[0083]

[0084] ($C_{inverter}$: 인버터 개당 가격, $l_{m(i)}$: 제 mth 노선의 ith 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0, $u_{m(i),m'(i')}$: 제 mth 노선의 ith 세그먼트와 제 m'th 노선의 i'th 세그먼트가 겹치는 경우 1, 겹치지 않는 경우 0)

[0085] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)가 산출하는 비용 정보인 OLEV 멀티 노선에 대한 토탈 비용 정보는 [수학식 1]을 통해 산출할 수 있는데, 이러한 토탈 비용 정보 중 OLEV 멀티 노선 중 제 m 노선에 대한 인버터 비용 정보는 [수학식 5]를 통해 산출할 수 있는 것이다.

[0086] 예컨대, 도 7에 도시된 바와 같이, 제 2 노선의 2 세그먼트의 인버터 비용 정보는

$$(l_{m(i)} - l_{m(i-1)})l_{m(i)} - (l_{m(i)} - l_{m(i-1)})l_{m(i)} \cdot \text{Min} \left[\sum_{j=i}^{N_m} \left\{ l_{m(j)} \cdot \prod_{k=i}^j l_{m(k)} \cdot \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(j),m'(i')} l_{m'(i')} \right\}, 1 \right] = 1 - 1 \cdot 0 = 0$$

이며, 제 2 노선의 5 세그먼트의 인버터 비용 정보는 $0-0 \cdot 1=0$ 이며, 제 2 노선의 6 세그먼트의 인버터 비용 정보는 $1-1 \cdot 1=0$ 임을 알 수 있다.

[0087] 도 8은 본 실시예에 따른 멀티 노선 중 제 m 노선에 대한 목적식의 급전 선로 설치 비용 정보 산출을 설명하기 위한 예시도이다.

[0088] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)에서 OLEV 멀티 노선 중 제 m 노선에 대한 급전 선로 설치 비용 정보를 산출하기 위해 이용하는 목적식을 수학적식으로 표현하자면 다음과 같다.

수학식 6

$$C_{line} \sum_{m=2}^M \sum_{i=1}^{N_m} \text{Max} \left[1 - \sum_{m'=1}^{m-1} \sum_{i'=1}^{N_{m'}} u_{m(i),m'(i')} l_{m'(i')}, 0 \right] (x_{m(i)}^f - x_{m(i)}^0) l_{m(i)}$$

[0089]

[0090] (C_{line} : 단위 길이당 가격, $u_{m(i),m'(i')}$: 제 mth 노선의 ith 세그먼트와 제 m'th 노선의 i'th 세그먼트가 겹치는 경우 1, 겹치지 않는 경우 0, $x_{m(i)}^0$: 제 mth 노선의 ith 세그먼트에서의 시작점, $x_{m(i)}^f$: 제 mth 노선의 ith 세그먼트에서의 끝점, $l_{m(i)}$: 제 mth 노선의 ith 세그먼트에 급전 선로 설치시 1, 미설치시 0)

[0091] 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)가 산출하는 비용 정보인 OLEV 멀티 노선에 대한 토탈 비용 정보는 [수학식 1]을 통해 산출할 수 있는데, 이러한 토탈 비용 정보 중 OLEV 멀티 노선 중 제 m 노선에 대한 급전 선로 설치 비용 정보는 [수학식 6]을 통해 산출할 수 있는 것이다.

[0092] 예컨대, 도 8에 도시된 바와 같이, 제 2 노선의 2 세그먼트의 인덕티브 케이블 비용 정보는

$$\begin{aligned} & \text{Max} \left[1 - \sum_{m=1}^{m-1} \sum_{i=1}^{N_m} u_{m(i),m'(i)} l_{m'(i)}, 0 \right] \left(x_{m(i)}^f - x_{m(i)}^o \right) l_{m(i)} \\ & = 1 \left(x_{2(2)}^f - x_{2(2)}^o \right) 1 = \left(x_{2(2)}^f - x_{2(2)}^o \right) \end{aligned}$$

이며, 제 2 노선의 6 세그먼트의 인덕티브 케이블 비용 정보는

$$\text{Max} \left[1 - \sum_{m=1}^{m-1} \sum_{i=1}^{N_m} u_{m(i),m'(i)} l_{m'(i)}, 0 \right] \left(x_{m(i)}^f - x_{m(i)}^o \right) l_{m(i)} = 0 \left(x_{2(6)}^f - x_{2(6)}^o \right) 1 = 0$$

임을 알 수 있다.

다.

[0093] 도 9는 본 실시예에 따른 멀티 노선의 운행시 시간에 따른 속도를 나타낸 예시도이다.

[0094] 도 9의 (a)는 멀티 노선 중 제 1 노선을 이동체(온라인 전기 자동차)가 운행 시 시간에 따른 속도를 나타낸 그래프로서, 이동체(온라인 전기 자동차)는 제 1 노선의 기 설정된 경로에 따라 도시된 그래프와 같은 속도를 낼 수 있다. 도 9의 (b)는 멀티 노선 중 제 2 노선을 이동체(온라인 전기 자동차)가 운행 시 시간에 따른 속도를 나타낸 그래프로서, 이동체(온라인 전기 자동차)는 제 1 노선의 기 설정된 경로에 따라 도시된 그래프와 같은 속도를 낼 수 있다.

[0095] 도 10은 본 실시예에 따른 초기 개체 설정, 크로스오버 및 변이를 설명하기 위한 예시도이다.

[0096] 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)가 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 계수로 포함하는 염색체를 기 설정된 개수로 설정한 초기 개체 정보를 생성한다. 여기서, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 염색체를 약 100개의 개수로 설정할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 한편, 초기 개체군 설정부(110)는 염색체를 설정하는 과정을 설명하자면, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 염색체를 랜덤하게 설정하거나 사용자의 조작 또는 명령에 의해 설정할 수 있다.

[0097] 도 10의 (a)에 도시된 염색체 중 OLEV 배터리 용량값은 실수를 가지며, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 이진수를 갖는다. 예컨대, OLEV 배터리 용량값은 0 내지 20 중 어느 하나의 실수의 값을 가질 수 있으며, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트만큼의 수로 구분될 수 있다. 즉, OLEV 멀티 노선이 약 10개의 세그먼트로 구분된 경우, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 10개의 이진수로 이루어질 수 있는 것이다. 또한, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트마다 급전을 위한 급전 선로의 설치 여부에 따라 0 또는 1의 값을 갖는다. 여기서, 급전 선로에는 급전을 위한 인덕티브 케이블이 설치될 수 있다.

[0098] 한편, 도 10의 (b)를 통해 크로스오버하는 과정에 대해 설명하자면, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 약 100개의 염색체를 포함하는 최소 비용 염색체 정보의 각각에 대한 제 1 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률(약 70 %) 이내에 해당하는 염색체만을 선별한 제 1 확률 정보를 생성하고, 제 1 확률 정보(약 70 % 이내) 중 도 4의 (b)와 같이 랜덤하게 두 개의 염색체인 제 2 염색체를 선별하고, 두 개의 염색체 상호 간에 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 일부(예컨대, 두 번째 세그먼트 내지 네 번째 세그먼트)를 크로스오버(도 4의 (b)에 도시된 바와 같이 0,0,0→1,1,1, 1,1,1→0,0,0)하는 과정을 약 50번 수행하여 약 100개의 염색체를 포함하는 크로스오버 정보를 생성할 수 있다. 여기서, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 제 1 확률 정보(약 70 % 이내) 중 랜덤하게 선별된 두 개의 염색체의 각각에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 랜덤하게 세그먼트의 위치(범위)를 설정하며, 설정된 세그먼트 위치(범위)에 해당하는 값을 크로스오버할 수 있다.

[0099] 한편, 도 10의 (c)를 통해 변이 과정에 대해 설명하자면, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 약 100개의 염색체를 포함하는 크로스오버 정보의 각각에 대한 제 2 랜덤 넘버를 발생하고, 랜덤 넘버 중 기 설정된 확률

(약 5%) 이내에 해당하는 염색체만을 선별한 제 2 확률 정보를 생성하고, 제 2 확률 정보(약 5% 이내의 염색체 정보) 중 도 4의 (c)와 같이 랜덤하게 한 개의 염색체만을 제 3 염색체로 선택하고, 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값과 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값 중 어느 하나를 다른 값으로 변이시키며, 이러한 변이 과정을 약 100번을 수행한 변이 정보를 생성한다.

[0100] 즉, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값을 다른값으로 변이할 때 OLEV 배터리 용량값에 해당하는 실수 중 어느 하나의 실수로 변이시킬 수 있다. 가령, OLEV 배터리 용량값은 0 내지 20 중 어느 하나의 실수의 값을 가지는 것으로 가정하는 경우, 변이부(150)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 배터리 용량값이 '15'인 경우 '0 내지 20' 중 '15'를 제외한 다른값으로 변이시키는 것이다.

[0101] 또한, 최적의 인프라 데이터 추출 장치(100)는 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 다른 값으로 변이할 때 설정된 이진수 중 다른 값으로 변이시킬 수 있다. 가령, OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 세그먼트만큼의 수로 구분될 수 있으며, 세그먼트별로 OLEV 멀티 노선 상의 급전 선로 매설 여부에 따른 값은 이진수 값을 갖는 것으로 가정하는 경우, 변이부(150)는 선택된 염색체 내에 포함된 OLEV 멀티 노선 상의 세그먼트 중 두 번째 세그먼트 내지 여섯 번째 세그먼트에 포함된 급전 선로 매설 여부에 따른 값을 다른 값(도 10의 (c)에 도시된 바와 같이 0,1,0,1,1→1,0,1,0,0)으로 변이시킬 수 있다.

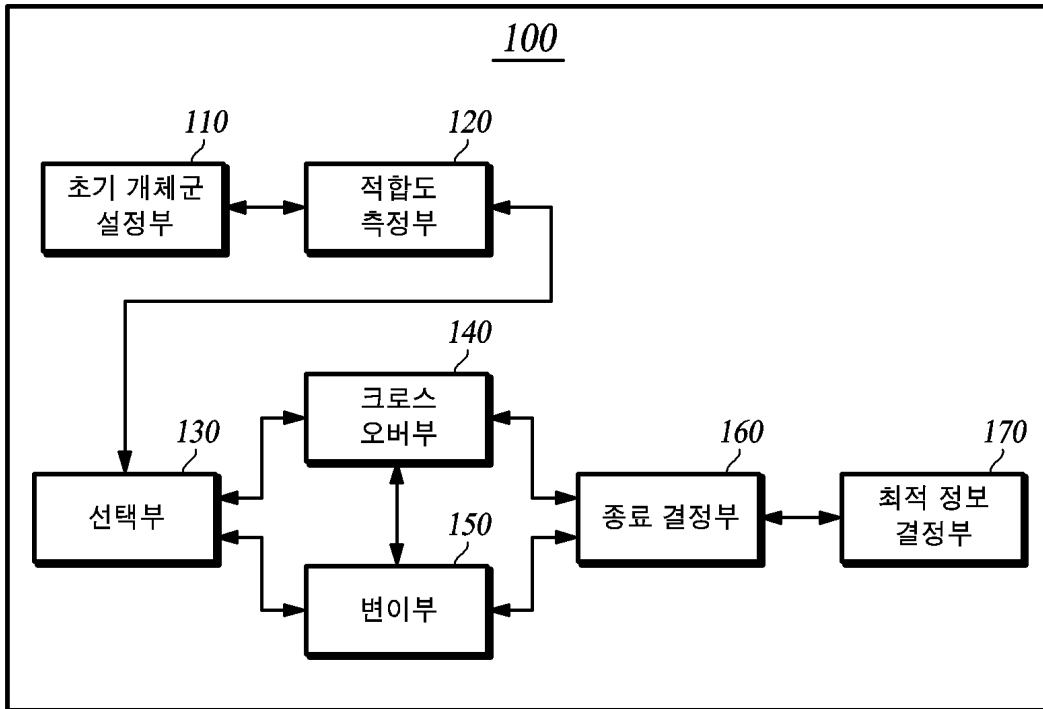
[0102] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

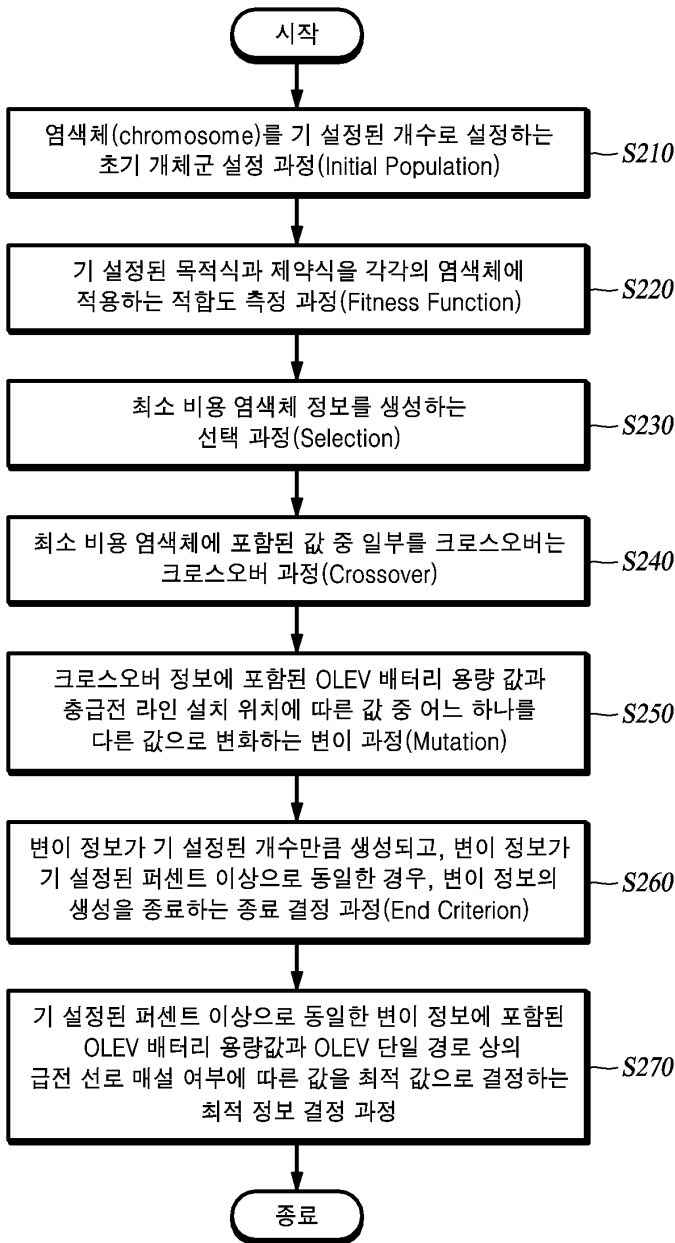
- [0103] 100: 최적의 인프라 데이터 추출 장치
- 110: 초기 개체군 설정부
- 120: 적합도 측정부
- 130: 선택부
- 140: 크로스오버부
- 150: 변이부
- 160: 종료 결정부
- 170: 최적 정보 결정부

도면

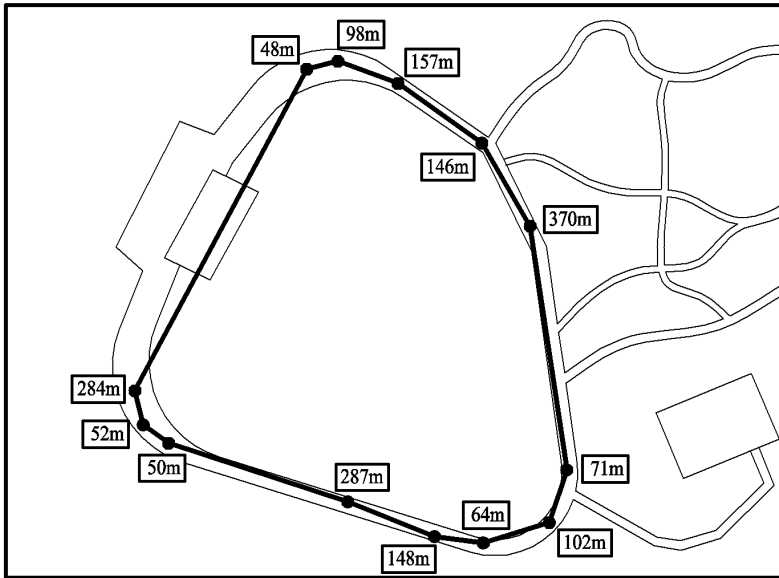
도면1



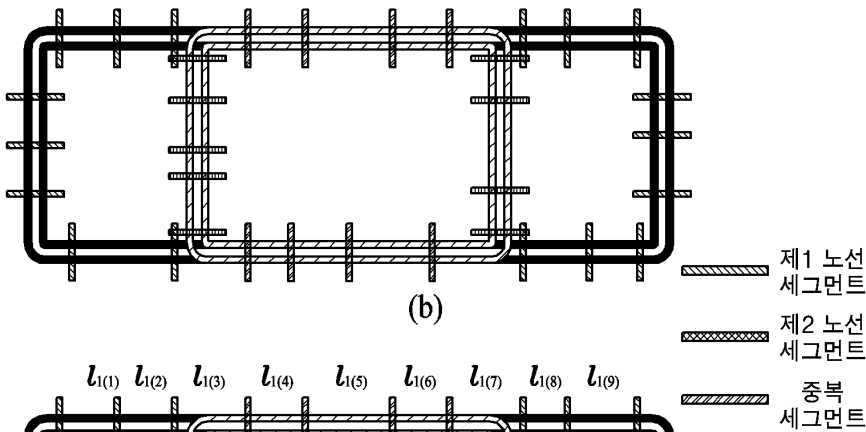
도면2



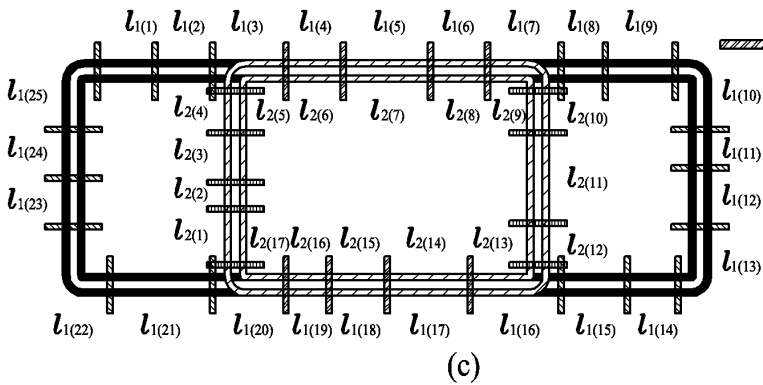
도면3



(a)

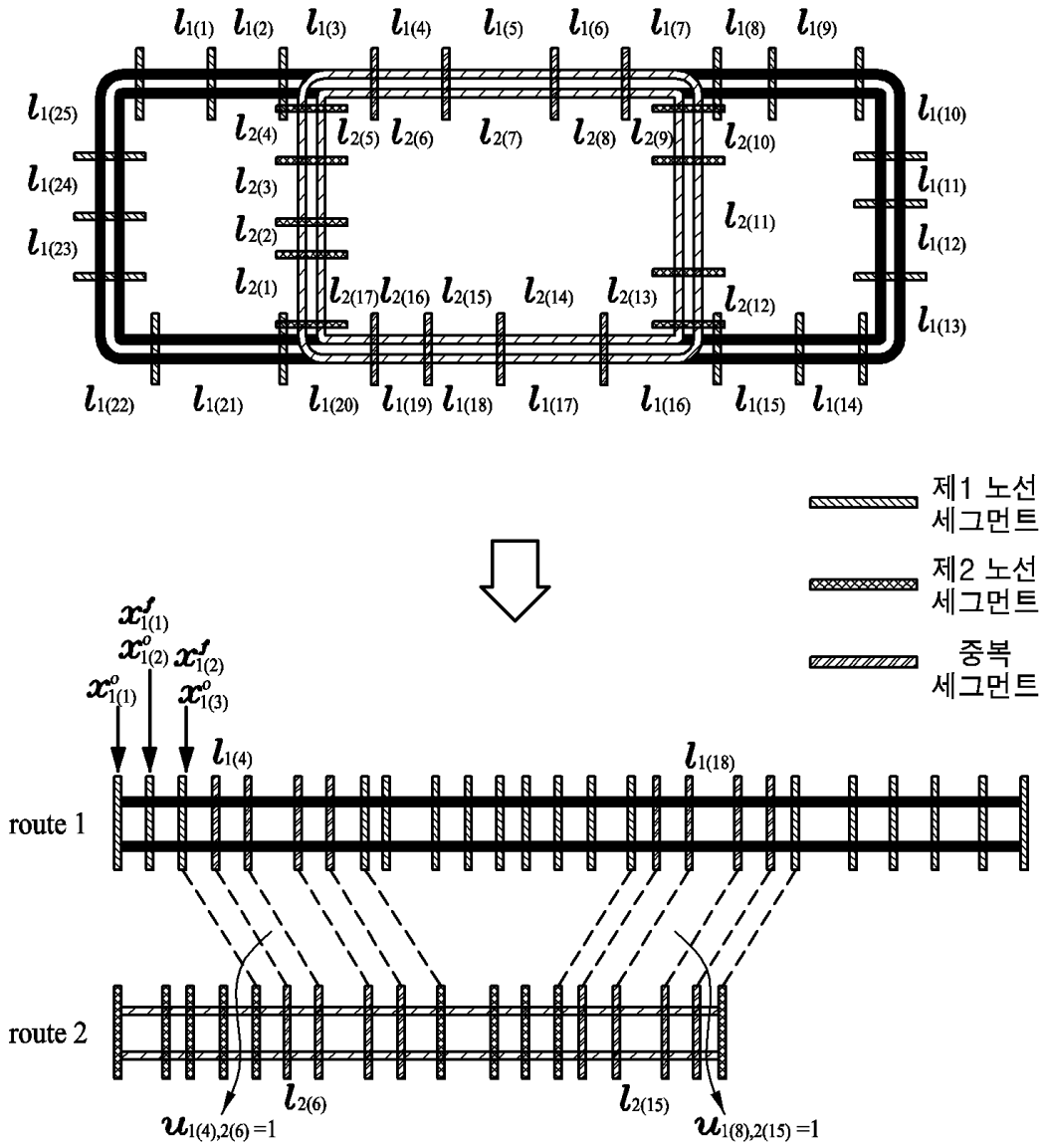


(b)

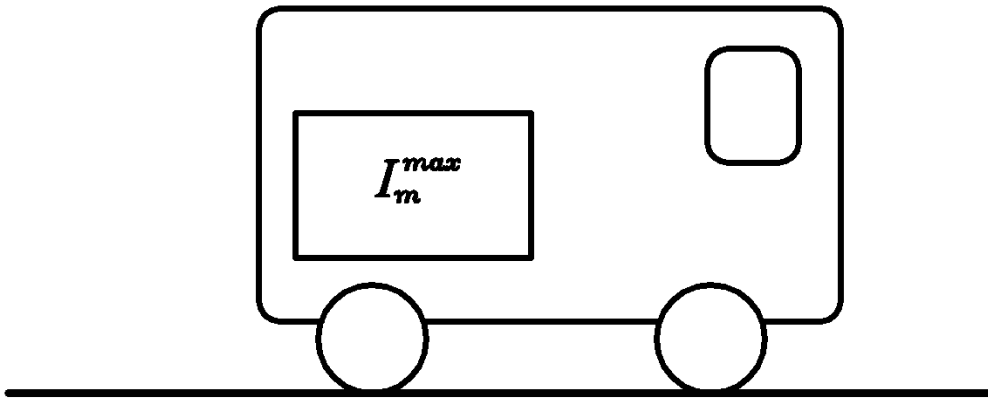


(c)

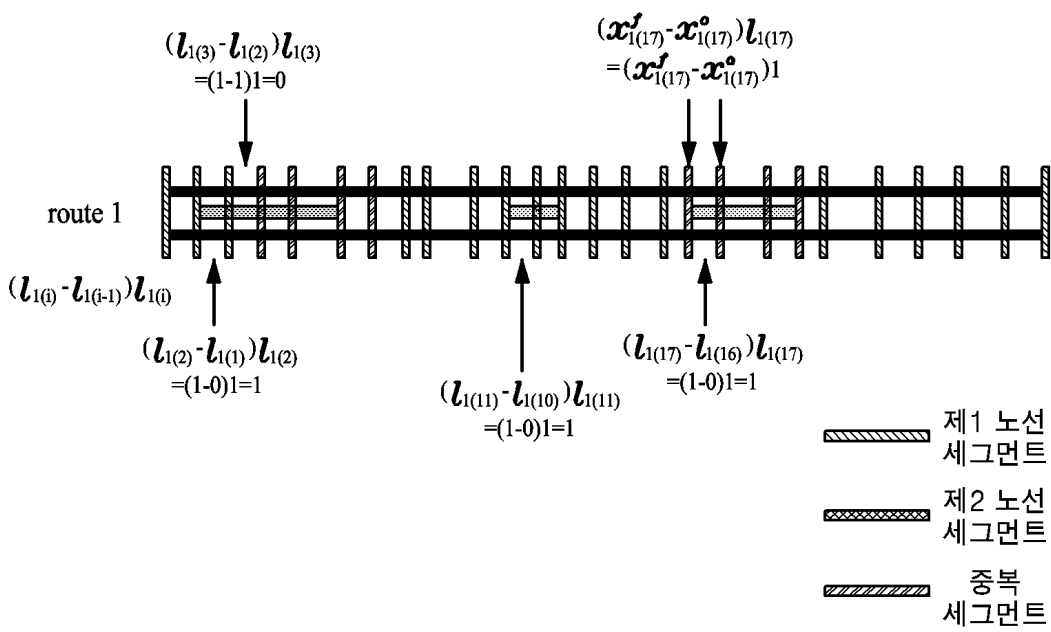
도면4



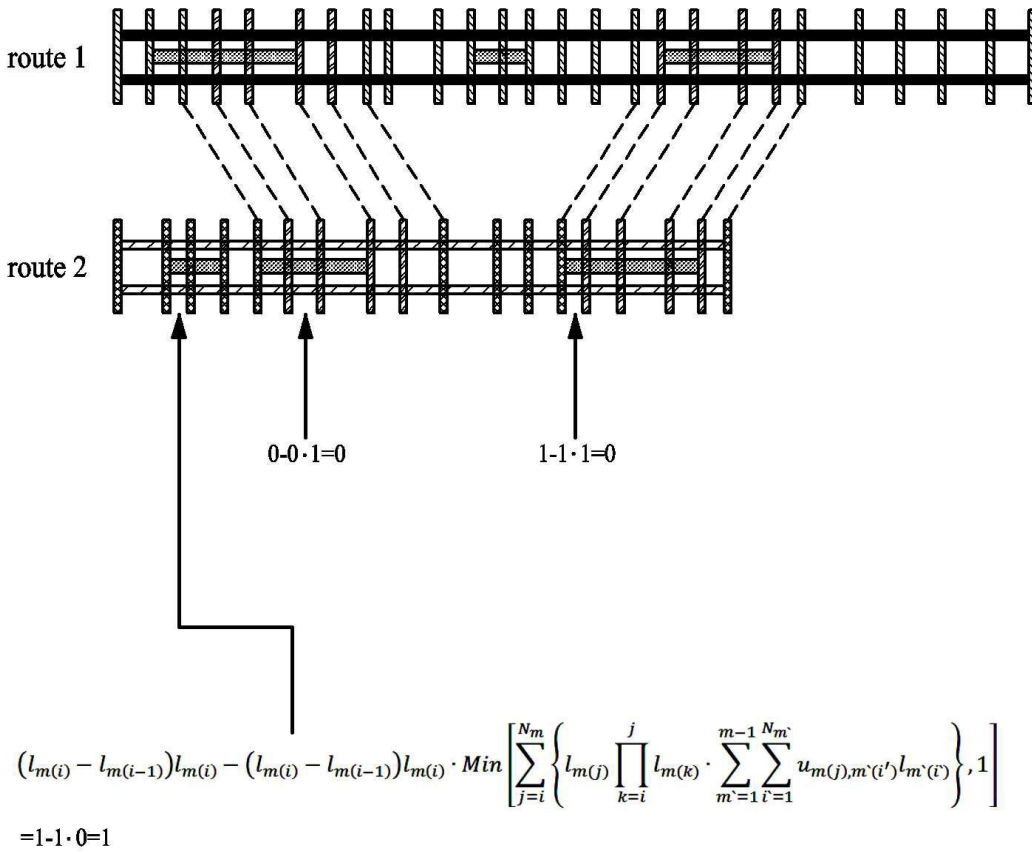
도면5



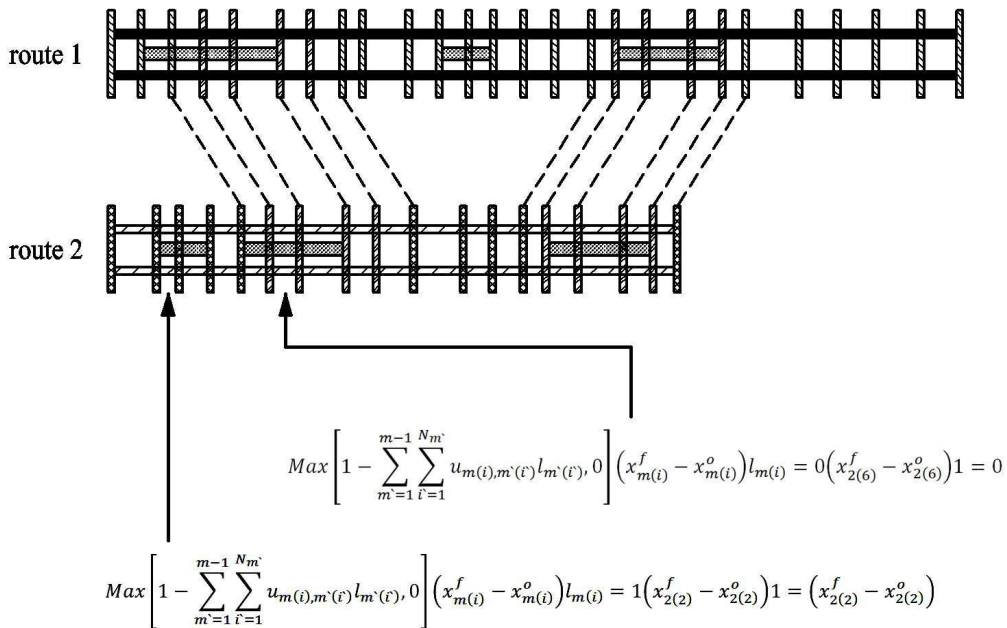
도면6



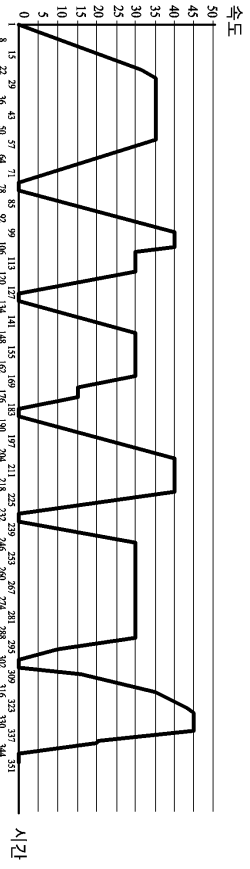
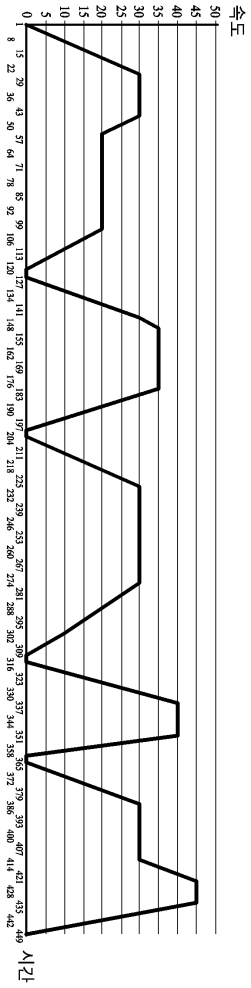
도면7



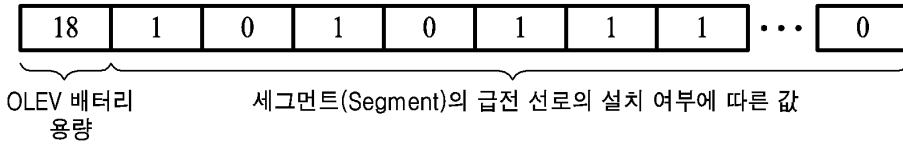
도면8



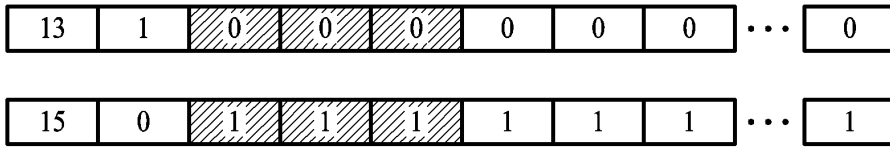
도면9



도면10



(a)



↓ 랜덤하게 2 내지 4를 선택



(b)



↓ 랜덤하게 2 내지 6를 선택



(c)