(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월20일
(11) 등록번호 10-1657897
(24) 등록일자 2016년09월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 15/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 15/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0074901
(22) 출원일자 2015년05월28일
심사청구일자 2015년05월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140007578 A
KR101393934 B1
KR1020140112590 A
KR101233500 B1

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
박대영
인천광역시 연수구 신송로118번길 6, 113동 603호 (송도동, 송도풍림아이원1단지아파트)
임태우
경기도 광주시 남한산성면 검복길 35 (검복리)
(74) 대리인
양성보

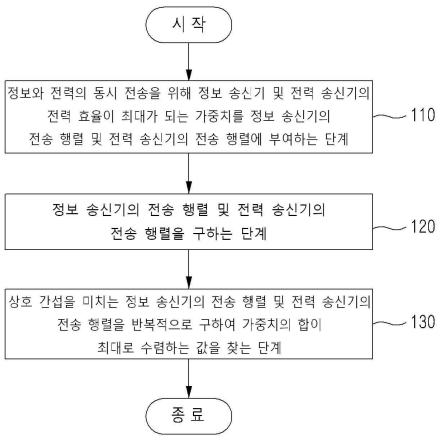
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 강철수

(54) 발명의 명칭 **간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법 및 시스템**

(57) 요 약

간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법 및 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법은 정보와 전력의 동시 전송을 위해 전송률 및 수확 전력에 임의의 가중치를 부여하는 단계, 부여된 가중치에 따른 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 단계, 상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711012666
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 신진연구자지원
연구과제명 무선 네트워크의 보안성을 높이기 위한 다중 안테나 기반의 물리 계층 보안 기술 연구
기 여 율 1/1
주관기관 인하대학교 산학협력단
연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

정보와 전력의 동시 전송을 위해 전송률 및 전력에 임의의 가중치를 부여하는 단계;

부여된 가중치에 따른 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 단계; 및

상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾는 단계

를 포함하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 단계는,

상기 정보 송신기의 전송 행렬을 먼저 결정하고, 전력 수신기 및 정보 수신기에서 수신하는 수신 전력의 양과 수신 정보의 양을 고려한 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 결정하는 것

을 특징으로 하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 정보 송신기의 전송 행렬은 하기식을 이용하여 구하고,

$$\max_{S_1 \geq 0} \; w_1 \log\left|I + \left(I + H_{12}S_2H_{12}^H\right)^{-1} H_{11}S_1H_{11}^H\right| + w_2 tr\left(H_{21}^H H_{21}S_1\right)$$

$$s.t. \qquad tr(S_1) \leq P_1$$

상기 정보 송신기의 전송 행렬은 Convex Optimization으로 결정하는 것

을 특징으로 하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전력 송신기의 전송 행렬은 하기식을 이용하여 구하고,

$$\max_{S_2 \geq 0} \; w_1 \log\left|I + \left(I + H_{11}S_1H_{11}^H\right)^{-1} H_{12}S_2H_{12}^H\right|$$

$$- tr\left(\left(w_1 H_{12}^H T^n H_{12} - w_2 H_{22}^H H_{22}\right)S_2\right)$$

$$s.t. \qquad tr(S_2) \leq P_2$$

여기에서, T^n는 n번째에 전력 전송 행렬을 구하기 위한 새로운 변수이며, 이에 따라 전력 전송행렬을 계산하는 것

을 특징으로 하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾는 단계는,

상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬의 전송 행렬은 상호 간섭하고, 전력과 정보의 전송률의 가중치를 결정한 후, 상기 전력과 상기 정보의 전송률의 가중치의 합이 수렴할 때까지 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하는 것

을 특징으로 하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법.

청구항 6

정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 행렬 계산부; 및

정보와 전력의 동시 전송을 위해 상기 정보 송신기 및 상기 전력 송신기의 전력 효율이 최대가 되는 가중치를 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬에 부여하는 제어부

를 포함하고,

상기 행렬 계산부는,

상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾는 것

을 특징으로 하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 간섭 채널에서의 정보와 전력을 동시에 전송할 경우, 최적의 효율로 정보와 전력을 전송하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 무선 전력 전송은 전자기파의 전파 현상을 이용하여 비교적 장거리로 전력을 전송하는 방식이다. 이때, 전력이 무선 채널을 통해 전송되므로 무선 통신과 같은 채널을 통과한다고 간주할 수 있고 따라서 일반적인 통신시스템과 같이 분석할 수 있다. 특히 데이터 통신과 무선 전력 전송을 동시에 활용할 경우, 데이터 통신에 유리한 채널은 전력 전송에도 유리하게 작용하므로 데이터와 전력은 이율배반적 관계에 있다.

[0003] 정보와 전력을 동시에 전송하기 위한 시스템은 기본적으로 송신기와 정보 수신기, 전력 송신기 세 노드로 구성된다. Convex Optimization을 통해 최적의 방법을 구하는 연구가 소개되었다. Convex Optimization은 수학 기법의 하나로 볼록한 값을 갖는 문제의 최대 또는 최소값을 찾는 방법이다.

[0004] 무선 전력 전송은 간섭채널로 확장되었다. 두 쌍의 송신기 및 수신기가 존재하는 간섭채널에서 전송하는 신호는 서로 다른 수신기에게 간섭으로 작용한다. 두 수신기의 역할 순서쌍은 총 3종류로 정의 될 수 있다. 그 중 정보 수신기와 전력 수신기가 한 개씩 존재하는 경우, 간섭을 효율적으로 사용하기 위한 방법이 소개되었다.

[0005] 두 개의 송신기 중 전력 송신기의 전송 행렬을 결정한 후, 정보 송신기의 전송 행렬을 water-filling기법을 사용하여 구한다. 전력 송신기의 전송 행렬을 결정하는 방법에는 총 세가지가 있으며, 이는 MEB(Maximum Energy Beamforming), MLB(Minimum Leakage Beamforming) 그리고 SLER(Signal to Leakage and harvested Energy Ratio)이다. MEB는 전력 송신을 최대로 하는 방향으로 전송하며, MLB는 정보 수신기에 미치는 간섭을 최소화 하는 방향으로 전송하는 것이다. SLER은 수신 정보양과 전력량의 비율을 최대화 하는 방향으로 전송하는 것이다.

[0006] 이 세가지 방법은 non-convex한 문제를 해결하기 위한 차선의 한 방법이다. 즉, 주어진 같은 양의 전송률을 달성할 때 더 많은 전력을 수신할 수 있는 방법과 같은 전력을 수신할 때 더 많은 정보를 전송할 수 있는 최적의 방법이 아니다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 간섭 채널에서의 정보와 전력을 동시에 전송할 경우, 종래 기술에서 달성하지 못한 최적의 방법을 찾는 것이다. 이를 통해, 같은 전송률을 달성할 때 더 많은 전력을 전송하고, 다중 안테나를 사용하는 센서 네트워크 등에 적용하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법은 정보와 전력의 동시 전송을 위해 전송률 및 수확 전력에 임의의 가중치를 부여하는 단계, 부여된 가중치에 따른 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 단계, 상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 단계는 상기 정보 송신기의 전송 행렬을 먼저 결정하고, 수신 전력과 수신 정보의 양을 고려한 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 결정할 수 있다.

[0010] 상기 정보 송신기의 전송 행렬은 하기식을 이용하여 구하고,

$$\max_{S_1 \succeq 0} \; w_1 \log\left|I + \left(I + H_{12}S_2H_{12}^H\right)^{-1} H_{11}S_1H_{11}^H\right| + w_2 tr\left(H_{21}^H H_{21}S_1\right)$$

$$s.t. \qquad tr(S_1) \le P_1$$

[0011]

[0012] 상기 정보 송신기의 전송 행렬은 Convex Optimization으로 결정한다.

[0013] 상기 전력 송신기의 전송 행렬은 하기식을 이용하여 구하고,

$$\max_{S_2 \succeq 0} \; w_1 \log\left|I + \left(I + H_{11}S_1H_{11}^H\right)^{-1} H_{12}S_2H_{12}^H\right| - tr\left(\left(w_1 H_{12}^H T^n H_{12} - w_2 H_{22}^H H_{22}\right)S_2\right)$$

$$s.t. \qquad tr(S_2) \le P_2$$

[0014]

[0015] 여기에서, T^n는 n번째에 결정 되는 전송 행렬을 구하기 위한 임의의 변수이며, 이에 따라 전력 전송 행렬을 구한다. .

[0016] 상기 상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾는 단계는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬의 전송 행렬은 상호 간섭하고, 전력과 정보의 전송률의 가중치를 결정한 후, 상기 전력과 상기 정보의 전송률의 가중치의 합이 수렴할 때까지 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구할 수 있다.

[0017] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 시스템은 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 행렬 계산부, 정보와 전력의 동시 전송을 위해 전송률 및 수확 전력에 임의의 가중치를 부여하는 제어부를 포함하고, 상기 행렬 계산부는 상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾을 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예들에 따르면 간섭 채널에서의 정보와 전력을 동시에 전송할 경우, 기존의 방법에서 달성하지 못한 최적의 방법을 찾는 것이다. 이를 통해, 같은 전송률을 달성할 때 더 많은 전력을 전송할 수 있으며, 다중

안테나를 사용하는 센서 네트워크 등에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭채널에서의 정보와 전력을 동시 전송하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명은 간섭 채널에서 정보와 전력을 동시에 최적으로 전송하는 방법 및 시스템을 제안한다. 정보와 전력의 동시 전송을 위해 정보와 전력에 합이 '1'이 되는 가중치를 부여하여, 가중치가 부여된 정보와 전력의 합을 최대화 시키는 문제로 만든다. 그리고, 서로 영향을 미치는 두 송신기, 다시 말해 정보 송신기 및 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 가중치의 합이 수렴하는 값을 찾는다. 따라서, 정보와 전력을 동시에 전송할 때 종래기술보다 높은 성능을 달성할 수 있다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0022] 정보와 전력의 동시 전송을 위해 전송률과 전력에 임의의 가중치를 부여하는단계(110), 상기 부여된 가중치에 따라 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 단계(120), 상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾는 단계(130)를 포함할 수 있다. 도 2을 참조하여 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 방법을 더욱 상세히 설명한다.

[0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭채널에서의 정보와 전력을 동시 전송하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0024] 도 2의 시스템에서 정보 송신기(210)는 정보(information, H_{11})를 전송하며, 전력 송신기(220)는 전력(Energy, H_{22})을 전송한다. 이 때, 각 송신기는 S_k의 전송 행렬을 전송하며, H_{jk}는 j번째 송신기가 k번째 수신기로 전송하는 채널을 나타낸다. 이는 송신기에서 알고 있다고 가정한다.

[0025] 시스템에서 달성할 수 있는 정보 수신기(230)의 전송률과 전력 수신기(240)의 전력량은 다음과 같다.

[0026] $$R = \log\left|I+\left(I+H_{12}S_2H_{12}^H\right)^{-1}H_{11}S_1H_{11}^H\right|$$ 수학식(1)

[0027] $$E = \zeta\left(tr\left(H_{21}^H H_{21}S_1\right)+\left(trH_{22}^H H_{22}S_2\right)\right)$$ 수학식(2)

[0028] 여기에서, ??는 수신기에서 획득하는 전력 효율을 나타내며 간결성을 위해 '1'로 가정한다. 그리고, 수학식(1) 수학식(2)에 가중치를 부여하여 그 합을 최대화 하는 문제 (P1)을 만든다.

[0029] (P1)

[0030] $$\max_{S_1 \succeq 0, S_2 \succeq 0} \quad w_1R + w_2E$$
$$s.t. \quad tr(S_k) \le P_k, k = 1,2$$

[0031] 전송률과 전력은 이율배반 관계가 있으므로 주어진 시스템에서의 성능은 얻을 수 있는 전송률과 전력의 쌍이 나타내는 영역(R-E 영역)으로 표현할 수 있다. R-E 영역은 전송률을 최대화할 경우 얻을 수 있는 전력과 반대로

전력을 최대화할 경우 얻을 수 있는 전송률, 그리고 그 두 지점을 잇는 곡선으로 구성된다.

[0032] 가중치는 항상 $w_1+w_2=1$을 만족한다. $w_1=1$ 인 경우는 전송률을 최대화 하는 경우로써, 단일 유저Water-filing기법을 사용 S_1만 신호를 전송한다. 반대로 $w_1=0$인 경우는 전력을 최대화하는 경우로 H_{21}과 H_{22}의 각 고유 벡터(singular vector) 중 가장 큰 방향으로 신호를 전송하면 된다.

[0033] 그리고, 나머지 두 점을 잇는 곡선을 구하기 위해 가중치를 변경한다. $w_1 \neq 0$또는1또는 1인 경우, 서로 영향을 미치는 각 전송 행렬을 반복적으로 구하여 가중치의 합이 수렴할 때까지 실시한다.

[0034] 먼저, 아래의 방법으로 정보 전송기의 전송 행렬을 결정한다.

[0035] 위에서 설명한 (P1)에서 정보 전송기의 전송 행렬(S_1) 이 영향을 미치는 부분을 뽑아 문제를 다시 정의하면 다음 (P2)과 같다.

[0036] (P2)

$$\max_{S_1 \succeq 0} \; w_1 \log\left|I+(I+H_{12}S_2H_{12}^H)^{-1}H_{11}S_1H_{11}^H\right| + w_2 tr(H_{21}^H H_{21}S_1)$$

[0037] $$s.t. \quad tr(S_1) \le P_1$$

[0038] 전송 행렬 S_1은 (P2)를 통해 Convex Optimization으로 결정하며, 그 결과는 수학식(3)과 같다.

$$S_1 = A^{-1/2}V\Lambda V^H A^{-1/2}$$

$$A = \lambda_1 I - w_2 H_{21}^H H_{21}$$

$$(I+H_{12}S_2H_{12}^H)^{-1/2}H_{11}A^{-1/2} = U diag(s_1, s_2, \cdots, s_m)V^H$$

$$\Lambda = diag\left(\left(w_1-\frac{1}{s_1^2}\right)^+, \left(w_1-\frac{1}{s_2^2}\right)^+, \cdots, \left(w_1-\frac{1}{s_m^2}\right)^+\right)$$

[0039] $(x)^+ = \max(x,0)$ 수학식(3)

[0040] ??$_1$은 라그랑주 승수법(Lagrange multiplier)으로써 (P2)의 제한조건에 따라 값이 달라진다. 제한 조건이 어긋날 경우 ??$_1$을 증가시키며, 제한 조건이 만족할 때는 ??$_1$을 감소시키는 이분법(Bisection Method)을 사용한다.

[0041] 다음으로, 전력 전송기의 전송 행렬을 결정한다. 정보 전송기의 전송 행렬이 결정되면 이는 전력 송신기에게 간섭으로 작용한다. 정보 전송기에 의한 간섭은 전력 송신기의 신호를 새로운 전력원으로 사용하기 때문에 도움을 줄 수 있다. 하지만, 전력 송신기의 전송 행렬은 정보 송신기에 해가 되는 간섭으로 작용하기 때문에, 수신 전력과 정보의 양을 고려한 효율적인 전송 행렬을 만들 수 있어야 한다. 이를 위해 (P1)에서 전력 송신 행렬이 영향을 미치는 문제로 변경하면 다음과 같다.

[0042] (P3)

$$\max_{S_2 \succeq 0} \; w_1 \log\left|I+(I+H_{12}S_2H_{12}^H)^{-1}H_{11}S_1H_{11}^H\right| + w_2 tr(H_{22}^H H_{22}S_2)$$

[0043] $$s.t. \quad tr(S_2) \le P_2$$

[0044] 전력 전송기의 전송 행렬을 정보 전송기의 전송 행렬과 같은 방법으로 구하기 위해, 수식을 변경한 뒤 문제를 정의한다.

[0045] (P4)

$$\max_{S_2 \succeq 0} \; w_1 \log\left|I+(I+H_{11}S_1H_{11}^H)^{-1}H_{12}S_2H_{12}^H\right| - tr\left((w_1H_{12}^H T^n H_{12} - w_2 H_{22}^H H_{22})S_2\right)$$

[0046] $$s.t. \quad tr(S_2) \le P_2$$

[0047] 이 때, T^n는 n번째에 결정 되는 전송 행렬 문제를 풀기 위한 값으로, n-1번째 결정된 전력 전송 행렬의 영향을 받는다.

[0048] $$T^n = \left(I + H_{12} S_2^{n-1} H_{12}^H\right)^{-1}$$ 수학식(4)

[0049] 정보 전송 행렬과 동일한 방법으로, (P4)를 통해 전력 전송 행렬을 결정 한다.

$$S_2 = A^{-1/2} V \Lambda V^H A^{-1/2}$$

$$A = \lambda_2 I - w_1 H_{12}^H T^n H_{12} + w_2 H_{22}^H H_{22}$$

$$\left(I + H_{11} S_1 H_{11}^H\right)^{-1/2} H_{12} A^{-1/2} = U diag(s_1, s_2, \cdots, s_m) V^H$$

$$\Lambda = diag\left(\left(w_1 - \frac{1}{s_1^2}\right)^+, \left(w_1 - \frac{1}{s_2^2}\right)^+, \cdots, \left(w_1 - \frac{1}{s_m^2}\right)^+\right)$$

[0050] $$(x)^+ = \max(x, 0)$$ 수학식(5)

[0051] 전체 알고리즘은 다음과 같다. 정보 전송기 및 전력 전송기의 전송 행렬은 서로의 값을 결정하는 데 영향을 준다. 그러므로, 전력과 전송률의 가중치를 결정한 후, 전력과 정보의 가중 합이 수렴할 때까지 전송 행렬을 반복적으로 구한다. 이를 알고리즘으로 표현하면 다음과 같다.

[0052]

알고리즘. 가중 합 최대화
1: 초기 값 설정 $S_k(k=1,2)=0, metric = 0$
2: **do**
3: $metric\ old := metric$
4: (P2)를 통한 정보 전송 행렬 결정
5: $T := \left(I + H_{12} S_2 H_{12}^H\right)^{-1}$
6: (P4)를 통한 전력 전송 행렬 결정
7: (1)과 (2)를 통한 전력과 전송률 계산
8: $metric := w_1 R + w_2 B$
9: **while** $(abs(metric - metric\ old) \geq E)$

[0053] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

[0054] 도 3에 도시한 바와 같이, 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 시스템(300)은 행렬 계산부(310)와 제어부(320)로 이루어진 프로세서(300), 메모리(301), 네트워크 인터페이스(302)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0055] 메모리(301)는 OS(operating system)와 행렬 계산 루틴(342)에 해당되는 명령어를 포함하는 프로그램이 저장될 수 있다. 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 시스템(300)은 간섭 채널에서의 정보와 전력을 동시에 전송할 경우, 기존의 방법에서 달성하지 못한 최적의 방법을 제공할 수 있다. 도 1 및 도 2을 통해 설명한 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 시스템(300)에서 수행되는 단계들은 메모리(301)에 저장된 프로그램에 의해 실행될 수 있다. 예를 들어, 메모리(301)는 하드디스크, SSD, SD 카드 및 기타 저장매체일 수 있다.

[0056] 네트워크 인터페이스(302)는 간섭채널에서 정보와 전력 전송을 하는 시스템(300)을 네트워크에 결합할 수 있다.

[0057] 프로세서(300)는 메모리(301)에 저장된 프로그램의 명령어에 따라 처리하는 장치로서, CPU 등의 마이크로프로세서가 포함될 수 있다. 프로세서(300)의 세부 구성은 다음과 같다.

[0058] 행렬 계산부(310)는 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구할 수 있다.

[0059] 제어부(320)는 정보와 전력의 동시 전송을 위해 전송률 및 수확 전력에 임의의 가중치를 부여하고, 부여된 가중

치에 따른 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구할 수 있다.

[0060] 그리고, 행렬 계산부(310)는 상호 간섭을 미치는 상기 정보 송신기의 전송 행렬 및 상기 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 상기 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾을 수 있다.

[0061] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0062] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

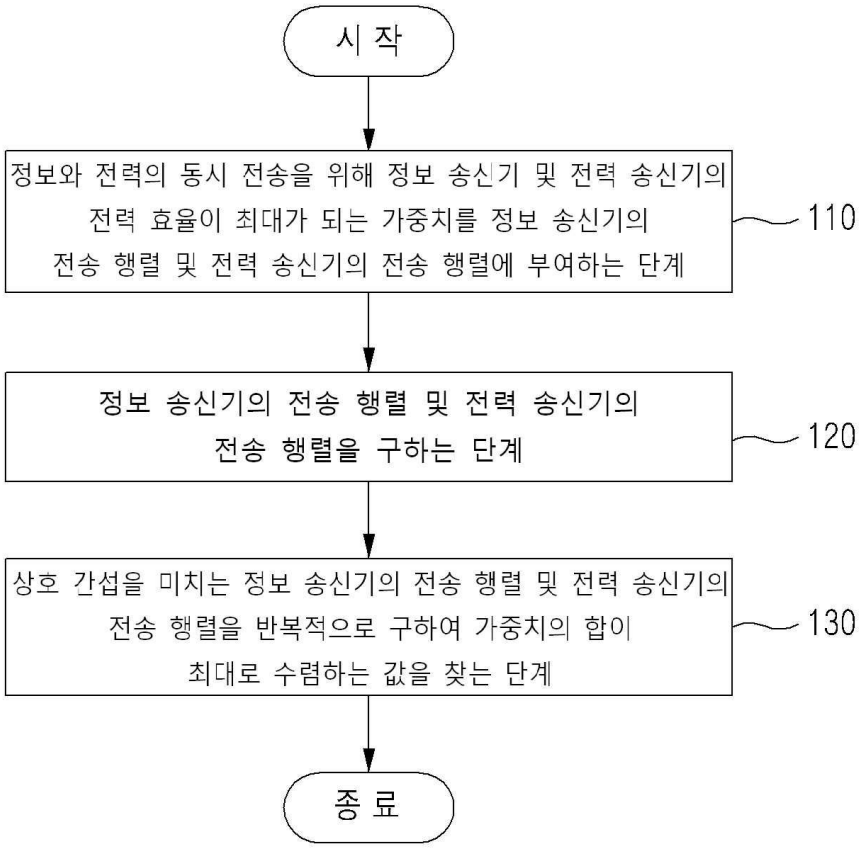
[0063] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0064] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

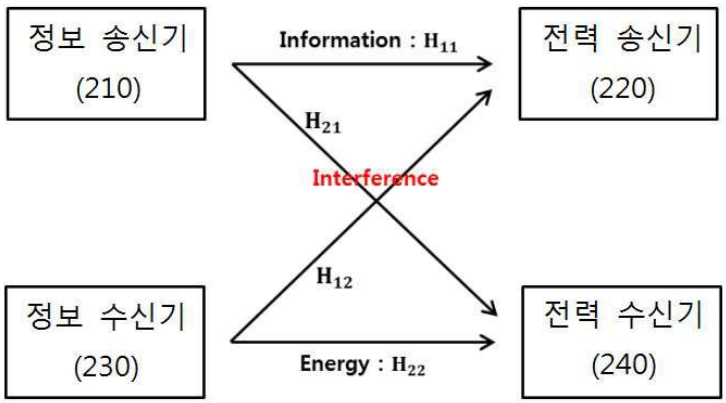
[0065] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

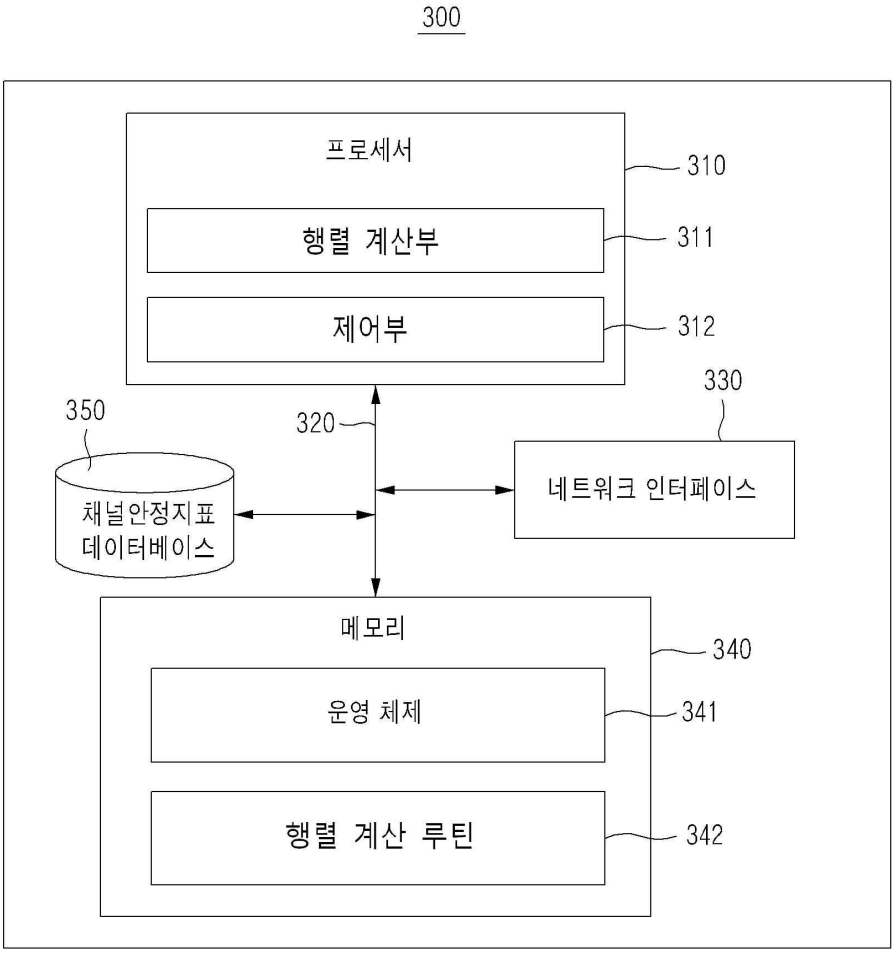
도면1


시 작
정보와 전력의 동시 전송을 위해 정보 송신기 및 전력 송신기의 전력 효율이 최대가 되는 가중치를 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬에 부여하는 단계
110
정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 구하는 단계
120
상호 간섭을 미치는 정보 송신기의 전송 행렬 및 전력 송신기의 전송 행렬을 반복적으로 구하여 가중치의 합이 최대로 수렴하는 값을 찾는 단계
130
종 료

도면2


정보 송신기
(210)
Information : H_{11}
전력 송신기
(220)
H_{21}
Interference
H_{12}
정보 수신기
(230)
Energy : H_{22}
전력 수신기
(240)

도면3


300
프로세서
310
행렬 계산부
311
제어부
312
330
350
320
네트워크 인터페이스
채널안정지표
데이터베이스
메모리
340
운영 체제
341
행렬 계산 루틴
342