**UAV-Aided Wireless Powered Communication Networks: Trajectory Optimization and Resource Allocation for Minimum Throughput Maximization**

**Available online at** [**https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8836548**](https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8836548)

|  |
| --- |
| **1. SYSTEM MODEL** |
| 여기서는 UAV가 **K개의 GT로부터 uplink를 통해 정보를 수집**하는 UAV-aided WPCN을 제안한다. 이때 **UAV와 GT는 단일 안테나**로 구성되어 있다.   * **UAV는 constant한 power source**를 가지고 있다고 가정하고, 다른 power source는 available하지 않다. * **UAV는 downlink channel을 통해 GT를 충전**시킨다. * UAV로부터 harvest된 에너지를 사용하여 **GT는 uplink를 통해 정보를 전송**한다.   + 여기서 UAV 네트워크는 **UAV가 GT의 uplink communication을 정해진 시간 T 동안 support**하며, T는 UAV의 배터리 용량과 network delay-throughput 성능에 따른 **design parameter**이다.   **<Integrated / Separated UAV WPCN>**   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | **Integrated** UAV WPCN | **Separated** UAV WPCN | | 그림 |  |  | | UAV 위치 |  | **ID UAV와 ET UAV**로 구분된다. | | GT 위치 |  |  | | UAV 위치의 배열 | * 여기서 **은 각 slot의 길이**를 나타낸다. * 여기서 **이산 time trajectory** 을 고려하므로 최대 speed constraint는 다음과 같다. | ID UAV의 위치:  ET UAV의 위치: |  * 여기서 전체 time period T를 **N개의 서로 같은 길이의 time slot**으로 나눈다. |

|  |
| --- |
| **2. PROTOCOL FOR UAV-AIDED WPCN** |
| 위 그림에서 **각 time slot을 K+1개의 subslot으로** 나누는 것을 알 수 있다.   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 1번째 subslot | Duration: | UAV **downlink WET**에 할당 | | 나머지 subslot | Duration: | GT k의 **uplink WIT**에 할당 |   여기서 **은 최적화 대상**인 변수로, **slot n에서 k번째 subslot에서의 time duration**만큼을 차지한다. 여기서 에 대한 제약 조건은 다음과 같다.  **<WIT and WET process>**  **각 time slot의 첫 번째 subslot (** 에서 에너지 신호는 **UAV에 의하여 transmission power 로 브로드캐스팅**된다.   * 이때 downlink power 은 일반적인 UAV의 mechanical power에 비해 무시할 만큼 작고, **UAV의 실행 duration에 영향을 미치지 않는다**. * Linear EH 모델에서는 **time slot** 에서의 **GT 의 harvest된 에너지** 을 다음 수식으로 나타낼 수 있다.   여기서 **모든 GT의 energy harvesting effieicncy가 같다**고() 하면 다음과 같다.   * EH circuit의 processing delay 때문에 GT는 harvested energy 을 time slot n에서 **즉시 사용할 수 없고, future slot 에서 사용**할 수 있다.   따라서 **GT k가 time slot n에서 이용 가능한 에너지**는 다음과 같다.  여기서 은 **누적된 harvested erergy**, 는 GT k가 **과거의 time slot인 에서 사용한 energy**의 합이다. |

**(NEXT PAGE)**

**(PREVIOUS PAGE)**

|  |
| --- |
| **2. PROTOCOL FOR UAV-AIDED WPCN** |
| 따라서 GT k의 time slot n에서의 **uplink power constraint**는 다음과 같다.  여기서 **system bandwidth가 unity**로 표준화되어 있다고 하면 **GT k의 time slot n에서의 즉각적인 throughput** 은 다음과 같다. (bps/Hz)  여기서 이라고 하면 time period T에 대하여 **GT 의 평균 throughput** 는 다음과 같다.  여기서는 **각 GT k에 대한 minimum average throughput을 최대화**하고, 이를 위해 **UAV** (GTs 의 uplink power)과 **time resource allocation variable** 의 **trajectory를 joint하게 최적화**시킨다.  이를 위하여 최적화 변수 을 이용하여 GT들 간의 minimum throughput을 나타낸다. 따라서 이 성립해야 한다.  Epigraph reformulation technique를 이용하여 **minimum throughput performance를 최대화하기 위한 다음 수식을 만들 수 있다.**  여기서 **uplink transmission을 위한 에너지**는 **(9)**에 의해 제약되고 이것은 **(5)**에 의하여 유도된다. 또한 **(11)**은 **trajectory의 주기성**을 의미하며, 따라서 **UAV는 period of time T가 지난 후 starting place로 돌아와야 한다**는 것을 의미한다. |

|  |
| --- |
| **3. SEPARATED UAV WPCN** |
|  |

|  |
| --- |
| **4. NON-LINEAR EH MODEL-BASED SYSTEM** |
|  |