**Sum-Throughput Maximization in NOMA-Based WPCN: A Cluster-Specific Beamforming Approach**

[**https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9316713**](https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9316713)

**0. User Clustering in NOMA**

|  |
| --- |
| NOMA decoding에는 다음과 같은 몇 가지 issue가 있다.   * NOMA에서는 사용자가 많아질수록 **SIC의 decoding complexity와 implementation complexity**가 증가한다. * **Error Propagation**도 issue이다.   따라서 **BS에 의해 serve되는 사용자의 수가 많을수록, error propagation이 발생할 확률도 커진다.** |

**1. Motivation and Contribution**

|  |
| --- |
| WPCN은 doubly near-far problem을 가지고 있으며, 이것은 user unfairness를 유발한다.   * **Channel harvest가 낮은 사용자들**은 그렇지 않은 채널의 사용자보다 **DL-WET에서 에너지를 적게 가지고, UL-WIT에서 에너지가 많이 필요**하다.   여기서는 **cluster-specific beamforming을 이용하는 NOMA transmission에 기반한 WPCN 시스템**을 생각해 보고, **네트워크의 sum-throughput을 최대화**하는 것을 목표로 한다.   * Cluster-specific beamforming과 resource들을 sum-throughput 최대화를 위해 joint하게 최적화하는 것은 어려우므로, **beamforming을 먼저 설계**하고, 그 다음에 **DL energy beamforming과 같은 resource를 설계**한다.   이 논문은 다음에 기여할 수 있다.   * HAP과 여러 명의 사용자를 포함한 WPCN을 고려하며, 각각은 여러 개의 안테나를 갖는다. **Signal alignment를 포함한 cluster-specific beamforming**을 이용한다. * 각 cluster의 beamforming을 받는 사용자의 수는 **WPCN의 다양한 configuration을 지원할 수 있도록 일반화**된다. * **Beamforming 설계와 sum throughput maximization을 위한 새로운 알고리즘**을 도입한다. |

**2. System Model**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| HAP와 LM 사용자를 포함한 위 그림과 같은 네트워크를 고려한다.   * HAP은 **W개의 transmit 안테나와 M개의 receive 안테나**를 갖고, **모든 사용자는 N개의 안테나**를 갖는다. * 사용자는 재충전할 수 있는 배터리를 가지고 있고, 외부 power source를 가지고 있지 않다. 따라서 **HAP이 전송한 signal로부터 harvest된 에너지만을 이용**한다고 가정한다. * LM user들은 **L개의 group**으로 나뉘며, 각 그룹은 M명의 사용자를 포함한다.   + 각 그룹은 Group 로 나타낼 수 있다.   + 각 사용자는 로 나타낼 수 있다.   + HAP와 사이의 channel은 다음과 같이 정의된다.     - for the **downlink**     - for the **uplink**     - 과 의 entry들은 **서로 독립적이고 identical하게 distribute된 연속된 random variable**이라고 가정한다. * Harvest-then-transmit 프로토콜에 따르면, total transmission time T는 다음과 같이 나누어진다. - * 단순성을 위해 unit transmission time (T=1)을 가정한다.  |  |  | | --- | --- | | During  HAP은 energy signal을 전송 | 의 received signal 은 다음과 같다.  **각 user는 에너지를 harvest**하고, 그 양은 다음과 같다. | | During  각 user는 information을 전송 | **HAP**의 received signal 은 다음과 같다.  이때 **은 다음을 만족시켜야 한다.**  **Signal alignment에 대한 조건**은 다음과 같이 주어진다.  즉, 에 의해 span되는 subspace는 서로 간에 identical해야 한다. | |

**3. Optimal Beamforming And Resource Allocation**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 여기서는 signal alignment를 위한 **UL-WIT의 beamforming vector을 설계**하고, **align된 signal의 SNR을 최대화하기 위한 최적화**를 한다.  **Cluster-specific beamforming**의 설계 알고리즘은 다음과 같다.    **Sum-throughput maximization problem**은 다음과 같이 정의된다.   |  | | --- | | **(P1):** |   이 문제에 대한 **Optimal Solution**은 다음과 같다.   |  | | --- | |  | |

**4. Simulation Results**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| WPCN에서 SINR threshold 에 따른 **(L, M, N, W) = (2, , 5, 3)** where  **for 4, 6, 8, 10 users**의 **Sum-throughput** | WPCN에서 SINR threshold 에 따른 **(L, M, N, W) = (2,6,4,3), (3,4,4,3), (4,3,4,3) and (6,2,4,3)**일 때의 **Sum-throughput** |