

HR-WPAN에서 자식 피코넷을 고려한 PNC 선택 방법

백현옥*, 유현중*, 박병수**, 조태경*
*상명대학교 정보통신공학과
**상명대학교 컴퓨터 시스템 공학과
e-mail : roll23@smu.ac.kr

PNC Selection Method Considering Child-piconet in HR-WPAN

Hyun-Ok Baek*, Hyeon-Joong Yoo*, Byung-Soo Park**,
Tae-Kyoung Cho*

*Dept of Information & Telecommunications Engineering,
SangMyung University

**Dept of Computer Systems Engineering, SangMyung
University

요 약

HR-WPAN은 디바이스들과 망을 중재하는 역할을 하는 PNC가 피코넷을 형성함으로써 통신을 하게 된다. PNC는 디바이스들 중에서 선발이 되며 PNC가 피코넷을 이탈하거나 더 능력이 우수한 디바이스가 피코넷에 참여할 때 PNC 핸드오버 과정을 통하여 신규 PNC로 역할이 이양된다. WPAN 권고안에서는 현재 피코넷의 운영상태를 고려하지 않고 디바이스들의 능력에만 기초하여 핸드오버를 수행한다. 신규 PNC는 기존의 PNC가 관리하던 디바이스들을 최대한 수용하여야 피코넷에 끼치는 효과를 최소화할 수 있다. 본 논문에서는 자식 피코넷을 고려하여 PNC 선택방법을 제안하여 기존의 PNC가 관리하던 디바이스들을 최대한 수용할 수 있게 하였다.

1. 서론

최근 홈 네트워크에 대한 일반인들의 관심이 크게 증가하면서, 10m내외의 단거리에서 사용하는 개인 무선 네트워킹 솔루션인 WPAN(Wireless Personal Area Network)기술이 주목을 받고 있다. 특히 HR-WPAN(High Rate WPAN)은 최대 55Mbps까지 지원하여 멀티미디어 트래픽 전송도 가능하면서 저소비전력과 저가의 연결성, ad-hoc 네트워킹, 멀티미디어 QoS를 제공할 수 있다[1][2].

HR-WPAN에서 가장 기본적인 구성요소는 디바이스(Device)가 되며 통신을 원하는 디바이스들이 모여 피코넷을 형성함으로써 상호간의 통신을 할 수 있게 된다. 피코넷을 구성하기 위해서는 디바이스들 간에 통신을 관리하는 역할을 하는 PNC(Piconet

Coordinator)가 반드시 있어야 하며 피코넷안의 디바이스 중에 가장 능력이 좋은 디바이스가 PNC가 된다. PNC는 연결된 디바이스들과 동기를 맞추기 위해 비콘(Beacon) 메시지를 사용하여 피코넷에 위치하는 디바이스들의 통신에 필요한 타임 슬롯을 관리하며 QoS(Quality of Signal)요구사항을 제어하는 역할을 추가적으로 수행한다. 그리고 디바이스는 코디네이터를 중심으로 통신하거나 또는 디바이스간에 직접 데이터를 송수신할 수 있도록 구성할 수 있으며, 참여중인 디바이스가 별도의 자식 피코넷(Child Piconet)를 구성할 수 있다[3].

현재 운영중인 PNC가 피코넷을 이탈하거나 또는 신규로 참여한 디바이스의 능력이 현재 PNC보다 뛰어날 경우에 PNC를 핸드오버(handover)한다. WPAN의 권고안(IEEE 802.15.3)에서는 PNC 선택과

정에 있어서 디바이스 각자의 능력만을 고려하고 현재 운영중인 피코넷의 상황정보에 대한 요소는 배제하고 있다. 신규 PNC는 기존의 PNC가 관리하던 디바이스들을 최대한 수용하여야 피코넷에 끼치는 효과를 최소화할 수 있기 때문에 신규 PNC를 선택할 때 현재의 피코넷의 상황정보는 고려되어야 할 부분이다.

본 논문에서는 기존의 PNC 선택방법에서 자식 피코넷을 고려한 PNC 선택방법을 제안하여 기존의 PNC가 관리하던 디바이스들을 최대한 수용할 수 있게 하였다. 또한 PNC 선택과정에서의 필요한 메시지 개수를 감소시켜 보다 빠른 시간에 PNC 선택이 가능하게 하였고 무선 자원을 절약할 수 있다.

본 논문의 구성을 살펴보면, 2장에서는 기존의 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 제안하는 PNC 선택 방식을 기술하였다. 제 4장에서는 기존의 방식과 제안방식을 수치해석을 통하여 성능을 비교하였으며, 제 5장에서는 결론을 기술하였다.

2. 기존연구

소니(Sony Corporation)는 피코넷에 따라 관리하는 디바이스의 개수가 달라지는 문제점을 해결하기 위해 CI(Configuration Inquiry)방식을 제안하였으며 2001년 IEEE802.15 연구그룹에 PNC 선택방식을 기고하였다. 이는 PNC Handover가 필요할 때 효과적으로 PNC를 선택할 수 있게 하였으며 802.15.3 MAC에서의 향상을 제공하고 있다[4][5].

2.1 CI 방식

CI 방식에서는 CI-Request 명령, CI-Response 명령 그리고 CI-Terminate의 3가지 명령을 사용한다. CI-Request 명령은 PNC가 각 디바이스들의 통신가능성을 확인하는 과정을 시작하는 것을 알리는 명령어이고, CI-Response 명령은 CI-Request 명령의 응답으로 디바이스들이 통신 가능한 디바이스 목록(Accessible 디바이스 List)을 보고하는 명령이다. CI-Terminate 명령은 코디네이터가 CI절차를 중단하기 위해 방송하는 명령이다. 이러한 CI 방식의 단계별 동작 절차는 다음과 같다.

- 1단계 : PNC는 CI-Request 명령을 방송하여 PNC 선택 절차의 개시를 알린다.
- 2단계 : 모든 디바이스들은 CI-Response 명령을 방송한다. 이 명령을 수신한 디바이스들은

통신가능 디바이스 목록을 갱신한다.

- 3단계 : 모든 디바이스들은 통신가능 디바이스 목록을 CI-Response 명령에 포함시켜 PNC로 보고한다.
- 4단계 : PNC가 CI-Terminate 명령을 사용하여 PNC 선택 절차를 종료한다[4][5].

CI 방식의 절차에 대해서 예를 들어 설명하기 위해 그림 1에다 피코넷을 구성하여 나타내었다. 피코넷은 하나의 디바이스와 2개의 후보 디바이스, 그리고 PNC역할을 하는 디바이스로 구성하였다.

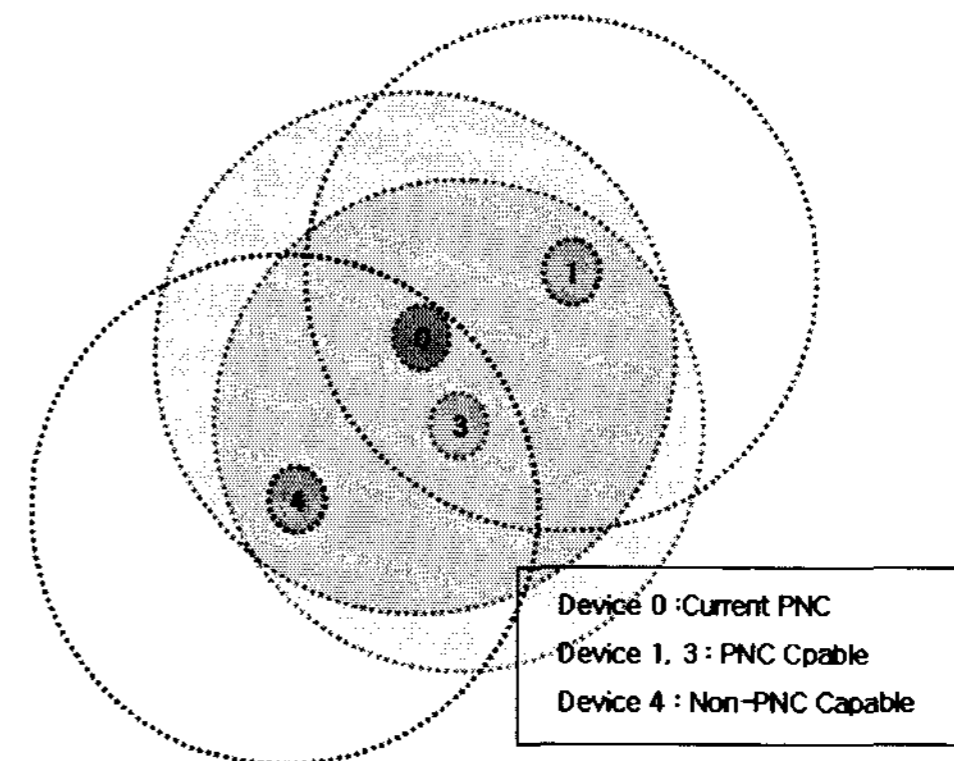


그림 1. 피코넷 구성예

Current PNC인 디바이스0은 CI-Request명령을 방송하고, CI-Request명령을 받은 디바이스들은 다른 디바이스들과의 통신가능성을 시험하기 위해 CI-Response를 방송한다. 이때 방송된 CI-Response 명령을 수신한 디바이스들은 발신 디바이스와 통신이 가능한 것으로 기록한다. 그리고 다음번에 각기 디바이스에 할당된 채널에 통신이 가능한 디바이스 목록을 CI-Response 명령에 포함시켜 현재의 PNC인 디바이스0으로 보고한다. 마지막으로 PNC는 CI-Terminate명령을 방송하여 과정을 종료하고 각각의 디바이스가 관리할 수 있는 디바이스의 수를 판단하여 신규 PNC를 선택한다. 그림 2에 CI 방식에 따른 채널 시간 할당 및 사용 명령을 나타내었다.

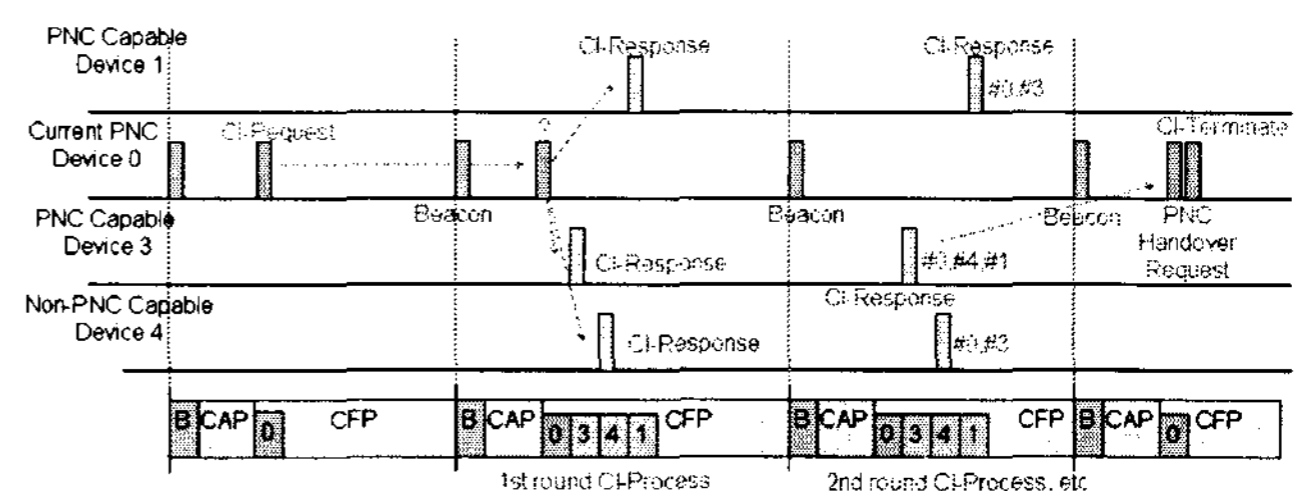


그림 2. CI 방식에 따른 채널 시간 할당 예

3. 제안하는 PNC선택 방법

운영중인 피코넷에서 PNC 핸드오버가 필요한 경우에 신규 PNC는 기존의 PNC가 관리하던 디바이스들을 최대한 수용하여야 피코넷에 끼치는 효과를 최소화할 수 있다. 그러므로 효율적인 피코넷 구성을 위한 신규 PNC는 피코넷에 참여중인 디바이스들과 통신이 최대한으로 가능한 디바이스로 선발하여야 한다. 자식 피코넷은 부모 피코넷의 PNC 디바이스로부터 제공된 채널을 공유하여 사용한다. 따라서 신규 PNC를 선발하는 경우 관리가 가능한 디바이스를 계산할 때, 자식 피코넷의 코디네이터 역할을 수행하는 디바이스에 대해 가중치를 고려하여야 보다 효과적인 PNC 선발이 가능하다[5][6].

3.1 CCI 방식

제안하는 CCI(Candidate Configuration Inquiry) 방식은 기존의 CI 방식에서 Response 명령을 사용하여 통신가능한 디바이스 목록을 전송할 때 자식 피코넷의 여부를 포함하여 전송하는 방식으로 모든 디바이스가 PNC로 디바이스 목록을 전송하지만 이 중에서 PNC의 자격이 주어지지 않는 디바이스는 PNC로 선택할 수 없음을 고려하여 제안하는 방식이다. CCI 방식에서는 4가지 명령어를 사용한다. CCI-Request, CCI-Response, CCI-Transfer, CCI-Terminate를 사용하며 각각의 단계는 다음과 같다.

- 1단계 : PNC는 CI-Request 명령을 방송하여 PNC 선택 절차의 개시를 알린다.
- 2단계 : 모든 디바이스들은 CI-Response 명령을 방송한다. 이 명령을 수신한 디바이스들은 통신가능 디바이스 목록을 갱신한다.
- 3단계 : 디바이스들 중 PNC의 역할을 수행할 수 있는 후보 디바이스들만 CCI-Transfer 명령을 통해 통신가능한 목록과 자식 피코넷의 정보를 전송하는데 자식 피코넷 코디네이터가 아닌 경우에는 1을 기록하고, 자식 피코넷 코디네이터의 경우에는 관리중인 디바이스개수를 송신한다.
- 4단계 : PNC가 CI-Terminate 명령을 사용하여 PNC 선택 절차를 종료한다.

그림 3에 앞서 예로 든 그림 1의 피코넷 구성으로 CCI 프로세스가 PNC후보를 선택할 때 절차에 따른

채널 시간 할당의 예를 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 통신 가능한 목록과 자식 피코넷의 수를 함께 전송함으로써 PNC 선택시 기존의 디바이스를 더 많이 포함할 수 있게 하였다. 또한 Non PNC Capable Device의 목록은 전송하지 않으므로 메시지 수를 감소시킬 수 있다.

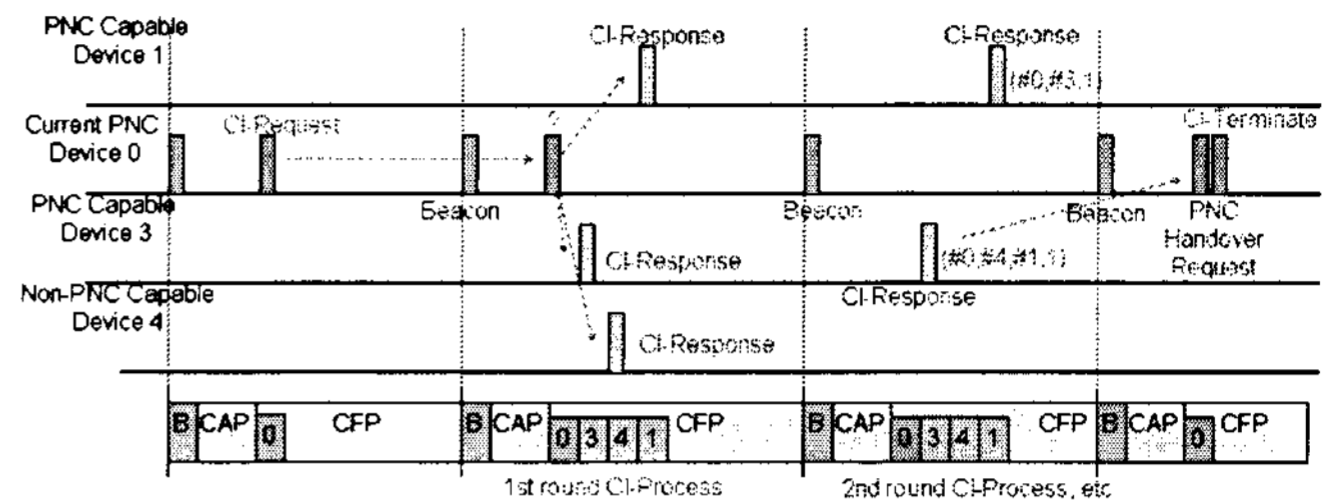


그림 3. CCI 방식에 따른 채널 시간 할당 예

4. 성능분석

기존의 CI 방식과 제안하는 CCI방식의 성능을 비교하기 위하여 각각의 방식을 처리를 하는 동안 소요되는 MAC계층 명령 메시지 수에 대하여 수식을 도출하고, 이 수식을 기반으로 성능을 분석하였다.

4.1 명령 메시지 빈도

피코넷 디바이스의 총수를 n이라고 가정하면, CI 방식에서의 메시지 수는 CI-Request, CI-Terminate가 각각 1회씩 송출되고 CI-Response가 PNC를 제외한 피코넷의 디바이스들에 의해 2회씩 송출되므로 2(n-1)회가 송출된다. 그러므로 총 메시지 수를 $N_{ci}(n)$ 이라 정의하면 수식 (1)과 같이 정리된다[5].

$$N_{ci}(n) = 2n \quad (1)$$

제안하는 CCI방식은 CCI-Request, CCI-Terminate 명령이 각각 1회씩 송출되고 CI-Response 명령이 PNC를 제외한 피코넷의 디바이스들에 의해 1회씩 송출되므로 n개, 그리고 CCI-Transfer명령이 PNC 기능을 할 수 있는 후보 디바이스 수만큼 송출되고 이를 c로 가정한다. 총 메시지 수를 $N_{cci}(n)$ 이라고 정의하면 수식 (2)와 같이 정리된다.

$$N_{cci}(n,c) = n + c + 1 \quad (2)$$

그림 4에 수식 (1)과 (2)를 이용하여 디바이스 개수가 증가될 때의 메시지 수의 변화를 나타내었다. 그

림에서 보는 바와 같이 메시지 사용수는 CI 방식보다 CCI 방식이 대략 65%정도를 사용하고 있으며, PNC 후보 디바이스의 개수에 크게 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다.

참고문헌

- [1] IEEE Std. 802.15.3 “Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks(WPANs),” IEEE, Sep. 2003.
- [2] ITFIND, “고속률 WPAN의 기술 동향” 2003.02.05
- [3] Oksun Park, JungRak Ha, and SungHee Kim, “High Rate WPAN Tend,” ETRI Weekly Technology Trends, Feb. 2002.
- [4] Shige Sugaya, Kaz Takamura, Masa Akahane, and Bob Huang, “Configuration Inquiry Process,” IEEE802.15-01/499r1, Nov. 2001.
- [5] 정현주, 조무호, “WPAN에서 통신가능성 정보 요소와 PNC 선택방법”, 한국통신학회논문지, Vol.30 No.10B
- [6] Shige Sugaya, Kaz Takamura, and Masa Akahane, “A proposal to add geographical coverage based criteria to PNC selection,” IEEE 802.15-01/304r3, 10. Sep. 2001.

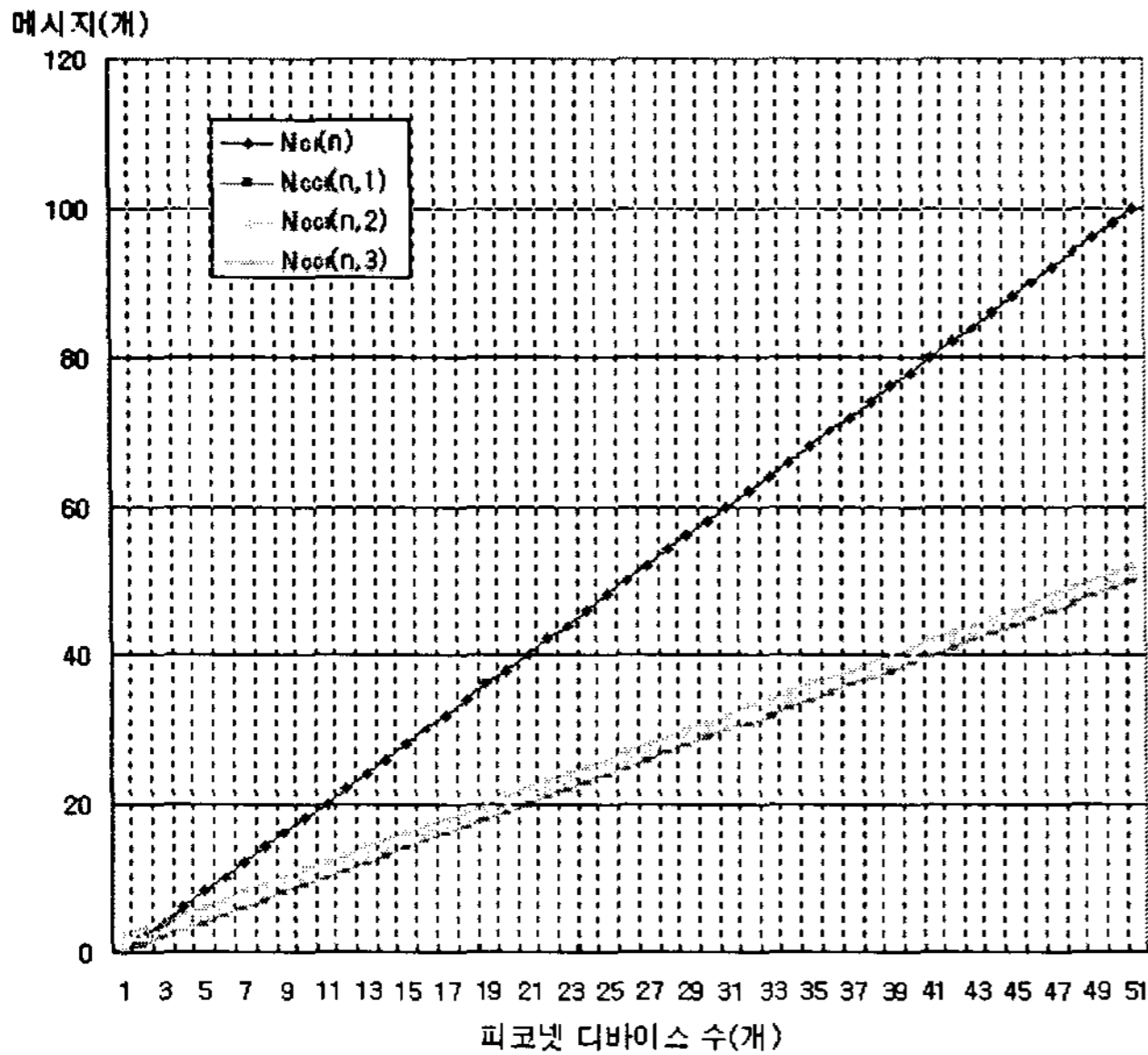


그림 4. PNC 선택방식에 따른 메시지 사용수

5. 결론

IEEE 802.15.3 WG에서 제시하는 PNC 선택기준은 단순히 디바이스의 규격과 관련된 사항만을 포함하고 있다. PNC 선택기준은 보다 효과적인 피코넷 운영을 위해서 PNC가 네트워크 성능에 영향을 줄 수 있는 디바이스의 특성과 네트워크 운영 정보를 반영하여야 한다.

본 논문에서는 피코넷에 참여중인 디바이스를 최대한 수용하기 위한 정보요소로 자식 피코넷을 고려한 PNC 선택방법인 CCI 방식을 제안하고 기존의 PNC 선택 방법인 CI 방식과 성능을 비교하였다.

두 방식의 성능 비교 결과, CCI 방식은 기존의 CI 방식에 비해 전반적으로 65% 수준의 메시지 수를 사용하여 절차를 처리하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 자식 피코넷의 여부를 확인하고 정보를 PNC에게 전달함으로써 기존의 CI 방식에 비해 보다 정확한 코디네이터 선발이 가능해진다. 본 논문에서는 피코넷이 구성된 통신환경에 대해서 고려하였지만 디바이스들의 에너지 소비와 함께 연구를 한다면 보다 효율적인 PNC 선택이 가능해질 것이라 생각된다.