

인빌딩 광분산 시스템을 통한 망설계

이길수, 여영신, 김기혁
(주) 솔리테크

Implementing Optic Distribution Systems for In-Building

K. S. Lee, Y. S. Yeo, K.H. Kim
SOLID Technologies Inc.

Abstract - 이 논문에서는 현재 인빌딩용 Solution으로써 가장 많이 사용되고 있는 중계기의 하나인 광분산 시스템을 중심으로 인빌딩 중계기의 사용 목적과 망 구성 그리고 망설계를 위한 사항들에 대하여 기술하고 향후 데이터 서비스로의 확장 및 새로운 서비스에 대한 효과적인 망설계와 적용방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

초기 중계기들은 통신이 되느냐?(Coverage Issue)의 측면에서 음영지역 서비스를 위한 경제성을 가진 부가장치로써 사용되기 시작하였으며 인빌딩의 경우도 지하의 주차장이나 엘리베이터와 같이 전파가 도달하지 않는 음영 지역을 중심으로 서비스를 제공하기 위하여 사용되었다. 따라서 소용량 RF 중계기, RF 분산 시스템, IF 분산 시스템, 광분산 시스템, 광 중계기를 이용한 누설 케이블 등 많은 종류의 중계기들이 서비스를 위하여 총 망라되어 설치되었으며 운영되고 있다.

그러나 가입자의 폭발적인 증가와 Voice 중심의 서비스에서 데이터 서비스의 비중이 날로 커지고 있으며 이로 인하여 인빌딩 중계기의 역할은 단순히 Coverage 확보가 아니라 가입자 Capacity를 수용하고 Spot Cell의 개념이 적용되면서 그 중요성이 커지고 적용 범위가 점차 확대되고 있는 추세에 있게 되었다.

또한 점차로 늘어나는 대형 건물과 이로 인한 특정 지역의 가입자 집중현상이 발생하게 되었으며 이를 해결하기 위한 Solution으로 대용량 인빌딩 시스템들을 필요로 하게 되었고 이러한 용도로 광분산 시스템이 인빌딩 용으로 널리 사용되게 되었다.

이 문서에서는 인빌딩 광분산을 중심으로 시스템의 적용 범위에 대하여 살펴보고 망의 구성과 망설계에 대하여 고찰해 보도록 하겠다.

또한 향후 데이터 서비스와 가입자 증가에 대한 응용으로 건물 균을 별도의 셀로 구성하여 기존 기지국의 Load를 Sharing하기 위한 Spot Cell의 개념에서 장비의 망 설계와 적용에 대하여 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 인빌딩 시스템의 적용.

인빌딩 광분산 시스템의 경우 서비스의 면적이 상대적으로 가입자가 많고 넓은 건물에 적용하기 위한 대용량 Inbuilding Solution으로써 개발이 되었으며 대형 건물이나 지하주차장 혹은 지하철이나 지하상가와 같은 대단위 설계를 요하는 곳에 주로 적용된

다. 인빌딩 광분산 시스템의 적용에 대하여 적용 목적별로 크게 다음의 3가지로 분류할 수 있다.

1) 음영지역에 대한 Coverage 확보

음영지역에 대한 Coverage 확보의 경우는 지하 주차장이나 상가와 같은 전파가 도달하지 않는 음영지역에 기지국의 신호를 제공하여 가입자 서비스가 가능하도록 하는 원초적인 중계기의 기능을 수행함을 의미한다.

2) PN Pollution에 대한 단일 PN화

고층 건물의 경우 주변에 위치한 인접 기지국사가 여러 개 있을 수 있으며 상대적인 전파의 장애물이 적으므로 동일 층에서 여러 개의 PN이 방향별로 혼재하는 경우가 발생한다. 이로 인하여 가입자가 통화 중 건물 내부를 이동하는 경우 불필요한 핸드오버가 발생하게 되고 핸드오버의 처리상 2개의 기지국이 모두 1개의 가입자에게 채널을 할당하게 되므로 기지국의 용량을 과도하게 소비하는 형태가 되므로 이로 인하여 기지국의 Load가 증가하게 된다.

이를 해소하기 위하여 가장 큰 레벨로 수신되는 PN의 기지국 신호를 광분산 시스템을 통하여 서비스될 수 있도록 하며 동일 PN으로 가입자 서비스가 진행되도록 망설계를 한다. 이때 순방향 신호의 세기는 타 PN 신호의 레벨보다 모든 커버리지에서 크게 되어 핸드오버가 되지 않도록 망설계를 하여야 한다.

즉 단말기 측에서의 RSSI의 기준은 수신되는 다른 PN의 값에 따라 달라지게 되며 Ec/Io의 값이 -10 이상이 되도록 설계한다.

3) 기지국 Load Sharing(Spot Cell)

지속적인 가입자의 증가로 인하여 초기에 고려했던 기지국 Cell의 용량이 초과하는 경우가 발생하고 있으며 또한 주변에 대형 쇼핑몰이나 건물들이 신축되어 급작스러운 가입자의 증가로 인하여 기존에 설계되었던 셀이 목표하는 가입자 서비스를 제공하지 못하는 경우가 생길 수 있다. 이 경우 FA의 증설이나 Cell을 재설계하여야 하는데 기존의 기지국을 재배치하는 것은 경제적 그리고 시간적으로 거의 불가능하다. 이를 해소하기 위하여 이러한 대형 건물을 담당하는 별도의 기지국을 설치하고 광분산 시스템을 이용하여 건물 전체의 가입자를 신규 가입자로 하는 별도의 셀을 구성할 수 있다. 이 경우 기지국의 위치를 임의로 선정하고 광선로를 통하여 원격에 위치한 건물을 서비스 할 수 있도록 한다던 설치 국사의 위치를 기존 기지국사와 공용으로 사용하면서

별도의 Cell을 설계할 수 있고 여러 개의 건물 군을 하나로 묶어서(Building Cluster) 서비스함으로써 기존 기지국의 Load를 Sharing하고 셀내의 또 다른 셀로써 Spot Cell을 구성할 수 있다.

이와 같이 구성된 Spot Cell은 기존 셀의 재설계나 이동 없이 손쉽게 새로운 셀을 형성하고 기존의 기지국사 혹은 기지국을 공동으로 사용하면서 섹터를 확장할 수 있으므로 경제적이고 유연한 망설계가 가능하도록 해준다.

최근에는 동일 건물 내의 가입자간 자유로운 유무선 통화가 가능한 구내무선 전화 서비스(인포모바일/WOS)와 연동하여 별도의 특징인 통화구역에 대한 서비스가 이와 같은 맥락에서 새로운 서비스로 시도되고 있다.

그림 1.에서는 이 Spot Cell의 개념을 보여준다.

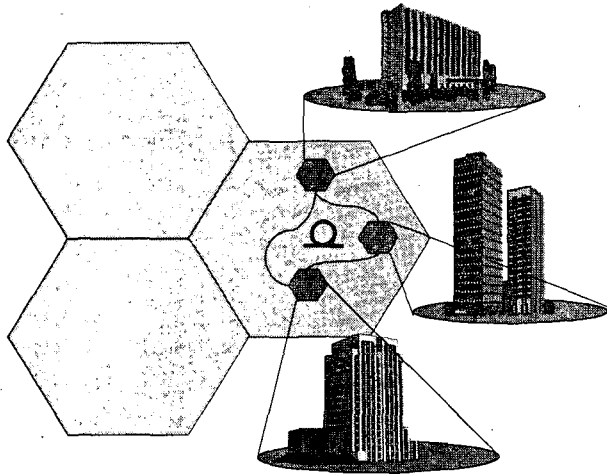


그림 1. Spot Cell

2.2 인빌딩 광분산 시스템의 구성 및 망설계

인빌딩 광분산 시스템의 기본 구성은 크게 다음과 같이 나뉘어 진다. 그림 2.에서 인빌딩 광분산 시스템의 기본 구성도를 보여준다.

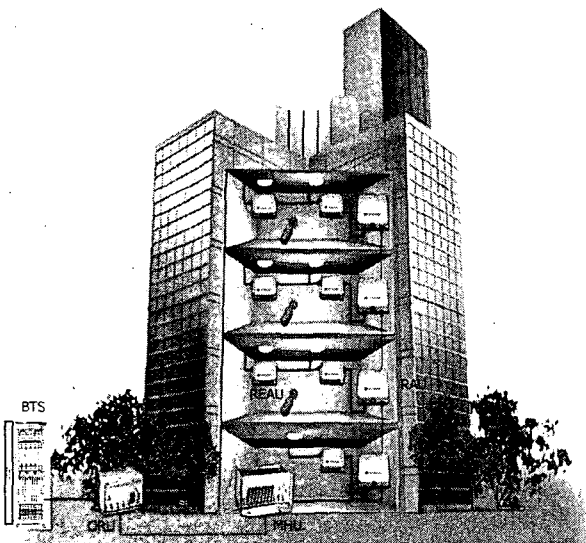


그림 2. 인빌딩 광분산 시스템 기본 구성도

1) ORU(Optic Repeater Unit)

이 구성품은 기지국의 신호를 광신호로 변환하여 원격에 위치한 건물들로 광전송하기 위하여 사용된다.

2) MHU(Main Hub Unit)

기지국의 신호를 광변환하여 다수의 RAU로 전송하기 위하여 사용된다. 기지국과 RF로 단독 연결될 수 있으며 또한 ORU로부터 광신호를 수신받아 동작할 수 있다.

3) RAU(Remote Antenna Unit)

MHS로부터 입력되는 신호를 RF로 변환하여 양방향 증폭기인 REAU로 RF 전송하기 위하여 사용된다.

4) REAU(Remote Extended Antenna Unit)

RAU로부터 받은 신호를 증폭하여 가입자 서비스를 위해 안테나로 방사한다.

위의 기본 구성품을 기준으로 망의 구성과 설계에 대하여 살펴보기로 한다.

서비스 하고자 하는 건물과 기지국의 위치가 동일한 경우 ORU를 사용하지 않고 MHU와 직접 연결되어 서비스를 제공할 수 있게 된다.

ORU는 기지국사와 서비스하고자 하는 건물의 위치가 서로 다른 경우 기지국의 신호를 원격에 위치한 건물로 광선로를 통하여 전송하기 위하여 사용한다. ORU에는 여러개(통상 4개)의 확장 유니트가 실장되어 서로 다른 위치의 건물에 신호를 전송할 수 있도록 되어 있으며 Building Cluster의 용도로 여러 개의 건물 군을 하나의 기지국에 연결할 수 있다. 별도의 기지국을 사용하여 가입자가 많은 여러개의 건물 군을 묶어 별도의 Cell을 구성함으로써 기존에 설치되어 있던 기지국의 Load를 Share할 수 있는 Spot Cell을 구성하는데 사용될 수 있다.

MHU는 하위에 여러 개(통상 8개)의 RAU를 연결할 수 있도록 되어있으며 건물의 3 혹은 4개층당 1개의 RAU가 설치된다. 이는 MHS의 신호를 REAU로 전송하기 위한 Extended Hub의 역할을 수행한다.

REAU는 RAU와 연결되는 양방향 증폭기로서 각각의 층에 설치되어 안테나를 통한 가입자 서비스를 제공한다. 층 당 설치되는 수량은 면적 및 PN의 혼잡도와 레벨에 따라 달라진다.

이 구성도와 구성품을 기준으로 하여 몇가지 추가적인 요구사항들이 사업자 측에서 요구되고 있으며 이 요구사항들이 반영된 시스템이 개발 공급되고 있다. 추가적으로 요구되고 있는 사항들을 살펴보면 다음과 같다.

- 유지보수 및 관리의 용이성

연결되는 노드의 수를 줄여서 유지 보수를 위한 장비의 수를 줄이고 최하위 단까지 감시가 가능하도록 하기 위하여 REAU의 기능을 RAU와 합쳐서 사용하며 신호의 출력을 높인다.

- 안테나 확장성

최종단의 출력을 높이고 여러 개의 안테나를 통하여 분기될 수 있도록 설계하며 출력신호를 Dividing하여 사용할 수 있도록 한다. 또한 안테나와 연결되는 RF 케이블은 누설케이블을 사용하여 전송 구간에

서도 커버리지를 제공할 수 있도록 하며 분배기를 사용하여 출력단에 여러개의 안테나를 연결할 수 있도록 한다.

- Multi-Sector 신호의 지원

ORU에 실장되어 각각의 건물로 신호를 전송하는 확장 모듈을 섹터 단위로 신호를 인입할 수 있도록 반영이 됨으로써 Spot Cell 구성시 서로 다른 섹터를 배정할 수 있도록 하고 이로 인하여 기지국의 섹터를 효율적으로 사용할 수 있게 된다.

- 공용화

3G 관련하여 광선로나 RF 선로 그리고 안테나 등을 공용으로 사용할 수 있도록 하기 위하여 광과장을 서로 다른 과장으로 사용하며 더불어 Dual Band 안테나등이 별도로 개발되어 적용된다.

2.3 분산 시스템의 역방향 설계

분산 시스템의 경우 여러개의 하위노드들을 가지게 되며 하위노드의 수에 따라 신호의 Combining에 의한 NF(Noise Figure)의 값이 증가하게 된다. 따라서 Spot Cell을 구성하기 위하여 전용 기지국을 설치하거나 전용 섹터를 분하는 경우에는 역방향 Gain Balancing을 맞추는데 크게 어려움이 없으나 별도의 가입자 커버리지를 갖는 기지국과 인터페이스 하는 경우는 기존 기지국의 커버리지를 유지하면서 역방향 링크를 설계하여야 하므로 역방향 Noise Floor에 대한 관리가 필요하게 된다.

시스템의 역방향 NF는 다음과 같이 된다.

$$NF_{system}(dB) = NF_{node} + 10\log(N)$$

NF_{system} : 시스템 전체의 NF

NF_{node} : 1개의 Node에 대한 기본 NF

N : 연결된 총종 Node의 수

시스템이 연결되었을 경우 기지국의 Coverage를 보호하기 위하여 10dB의 Back-off를 준다고 가정하고 최종단의 출력이 10dBm/FA이며 연결되는 기지국의 송신 출력이 40dBm/FA로 가정하여 분산 시스템의 최종 노드 1개에 대한 동일한 RSSI를 갖는 단말기의 역방향 신호는 초기 Power Control에 의하여 순방향 신호의 차이만큼 기지국 신호와 차이가 생겨서 입력되게 되고 그 차이는 30dB가 된다.

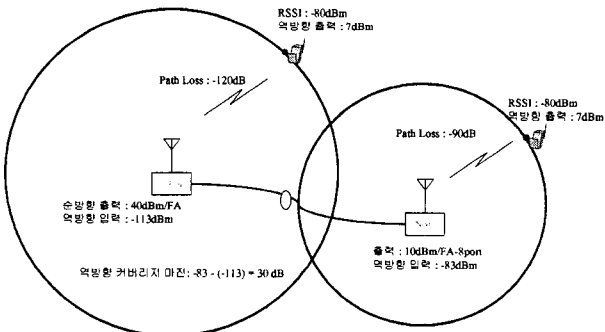


그림 2. 기지국과 중계국의 링크 Margin

기지국의 최소 Back off를 10dB 가정하였으므로 20dB가 사용할 수 있는 마진이 된다. 이러한 논거에 의하여 역방향에 연결될 수 있는 최종 노드의 최대 수는

$$20dB = 10\log_{10}(N) \text{이 되므로}$$

100개의 최종 노드 수까지 연결될 수 있다.

이때 최종 노드의 안테나 연결단자 후단에서의 분배 손실과 전송 케이블의 Loss는 자유공간 손실과 같은 것으로 간주하여 처리하였다.

3. 결 론

인빌딩 시스템은 가입자의 증가와 함께 데이터 서비스에 대한 요구가 거세어짐에 따라 점차 그 용도와 적용범위가 확대되고 있으며 인포모바일과 같은 구내 무선전화 서비스와 연동되는 등 그 응용 범위가 커지고 있다. 특히 데이터 서비스가 보편화되고 있는 시점에서 건물이나 지하철과 같이 구내에 위치한 가입자가 주요한 고객으로 자리를 잡고 있으므로 인빌딩 시스템의 역할은 데이터 서비스가 본격화됨에 따라 더욱 커질 것으로 예측되며 광분산 시스템의 경우 여러 가지 장점을 바탕으로 대단위 건물의 주요한 인빌딩 Solution으로 자리를 확고히 하게 될 것으로 예상된다.

또한 향후 데이터 서비스가 본격화 될 경우 유선 데이터 서비스인 XDSL 이나 무선 서비스를 제공하는 무선랜과의 경쟁적인 관계로 이동통신 서비스가 발전할 것으로 예상하며 품질과 전송속도의 개선과 이동성이라는 장점을 바탕으로 타 서비스에 대한 경쟁력을 확보해 나갈 것으로 기대된다. 이를 위한 인빌딩 분산장비의 망에서의 기여도는 점차 커지게 될 것으로 보이며 더불어 새로운 요구사항들을 반영한 시스템의 발전이 이루어 질 것으로 보인다.

(참 고 문 헌)

[1] J. M. Cheong, S. H. Seo, 등. "Field Trial Experiment of CDMA Fiber-Optic Microcellular System: FoMiCell". OFC'99 Postdeadline Paper PD13(Feb. 1999.)
 [2] D. Kim, K. N. Chang, S. Kim, "Efficiency distributed Power Control for cellular mobile systems", IEEE Trans. Veh. Technol vol 46, no.2, pp.313-319, May 1997.