

가변 섹터 빔 시스템을 이용한 무선 망에서의 시스템 용량 증대에 대한 연구

박종*, 김우식, 이경근**

SKTELECOM, 세종대학교 정보통신공학과

A Study on the Increase of the System Performance of Wireless Network Using Variable Sector Beam System

*Jong, Park, **Wooshik Kim, **Kyung Geun Lee

*SKTelecom Inc., **Sejong University

요 약

최근 이동전화를 이용한 무선인터넷, IMT-2000의 화상전화서비스 등 무선 Multimedia의 시대가 도래하고 있다. 그러나, 3G 서비스를 시작한 유럽, 일본의 서비스 사업자들은 막대한 망 설치비용으로 꿈의 이동전화서비스가 활성화되기 전에 자금 압박으로 몸살을 앓고 있다. 이동전화서비스는 유한한 자원인 주파수 밴드를 얼마나 효율적으로 사용하느냐가 망사업자들의 성공과 실패를 가늠하는 경쟁력의 무기로 작용한다. 이러한 주파수를 효율적으로 사용할 수 있는 방법 중에 몇 년 전부터 스마트안테나가 제조사, 서비스사업자는 물론 학계의 비상한 관심을 모으고 있다. 본 논문에서는 이동전화서비스 사업자 입장에서 스마트안테나를 현장적용 시험을 통해 시스템 용량증대에 효과가 있는지 확인하고자 한다.

1. 서 론

우리나라의 이동전화사업자인 SK텔레콤은 제한된 주파수 밴드 안에서 보다 많은 사용자가 이용하도록 하기 위해 광대역서비스인 CDMA를 세계 최초로 상용화하였고, 현재는 3개의 이동전화서비스 사업자가 꿈의 이동통신이라 불리는 3G 사업의 시장선점 및 망의 경쟁력을 높이기 위해 박차를 가하고 있다. 하지만, 이동전화서비스 가입자는 포화상태에 이르렀고, 사용자는 보다 많은 부가서비스 및 멀티미디어서비스를 요구함에 따라 서비스 사업자는 많은 비용이 드는 캐리어 주파수의 증가를 통해 시스템의 용량을 증대하여 왔다. 이 캐리어 주파수 개선을 통한 용량증대 방법은 고가일 뿐만 아니라, 주파수는 정통부와 ITU의 주파수 관리를 받고 있기 때문에 원하는 대로 늘릴 수도 없다.

이런 문제를 해결하기 위하여 몇 년전에 등장한 스마트 안테나가 하나의 대안이 될 수 있다. 현재 스마트 안테나는 불균형된 통화량의 비효율성을 조정할 수 있고, CDMA 통신망에서 용량제한을 조정할 수 있는 유일한 해결책이라 인식되고 있다. 본 논문은 다양한 기지국 시스템의 용량증대의 방법 중에 셀 내의 트래픽 분포에 따른 섹터의 방향과 크기를 효율적으로 조정할 수 있는 스마트 안테나의 한 종류인 가변 섹터 빔 시스템에 대하여 이론적인 배경과 실제에 응용했을 때의 결과에 대하여 알아보도록 한다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안한 가변 섹터 빔 시스템을 설명하고, 3장에

서는 가변 섹터 빔 시스템을 현장에 직접 적용 시험한 결과 및 성능 분석을 하고, 4장에서 결론을 맺는다.

2. 가변 섹터 빔 시스템

2.1 시스템 원리

일반적으로 섹터간의 통화량은 균등하게 분포하지 않으며, 또한 통화량이 적은 섹터에서 여유용량을 가지고 있을지라도 사용 밀도가 높은 섹터가 존재하면, 전체 셀의 용량을 제한한다. 가변 섹터 빔 시스템은 캐리어 주파수를 이용한 성능개선 이 아닌, 다른 통화량을 가지고 있는 개별적인 셀 섹터의 특성을 이용하여, 섹터 크기와 방향을 조정함으로써 통화량을 재분배할 수 있으며, 소프트웨어를 이용해 실시간 통화량의 변화를 조정할 수 있다.

이 논문에서 고려하는 가변 섹터 빔 시스템은 [그림1]처럼 셀을 30°의 협각빔 12개로 나누어 커버하는 스위칭 방식의 스마트 안테나로 12개의 폭이 좁은 안테나 빔을 형성하여 섹터별 트래픽 분포가 동일하도록 3개의 섹터 빔으로 합성하는 구조를 가진다.

이러한 섹터의 방향과 빔 폭의 가변하면 한 셀내의 트래픽 균등율을 향상시킬 수 있다. 다음 식은 트래픽 균등율의 식이다.

$$\text{트래픽균등율} = \frac{\text{최소 트래픽섹터의통시도호 (Erl)}}{\text{최대 트래픽섹터의통시도호 (Erl)}} \times 100[\%]$$

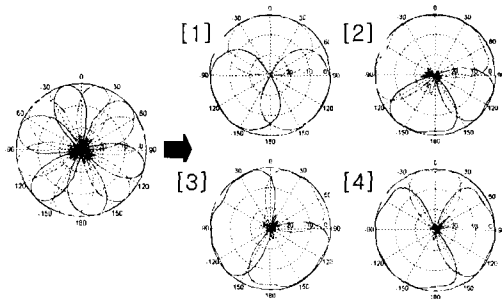


그림1 가변 섹터 빔 시스템 원리

그림1은 가변 섹터 빔 시스템의 한 예를 보여주고 있다. 그림2 [1]은 일반적인 3섹터 셀을 나타낸다. 그림에서 볼 수 있듯이 세 섹터 중, 한 섹터는 트래픽이 높아 연결되지 않는 호가 존재하는 반면 옆의 섹터에서는 무선 자원이 남아있는 상태이다. 이런 셀에 가변 섹터 빔 시스템을 설치하면, 그림2 [2]에서 보인 것과 같이 섹터의 방향과 폭을 가변하여 트래픽 균등화를 향상시킬 수 있으며, 추가적인 용량 증설 없이 용량의 여유분을 확보할 수 있다.

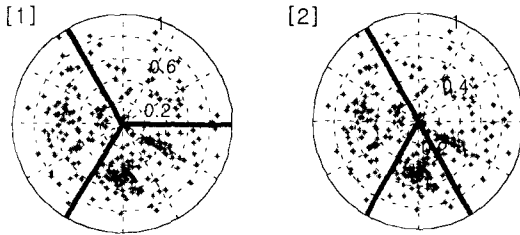


그림2 트래픽 균등률

가변 섹터 빔 시스템의 성능을 효과적으로 측정하고 쉽게 인지하기 위한 지표로 Q-Factor를 사용한다.

$$Q = \frac{[\text{Mid} + \text{Min}] \text{Sector Erl}}{\text{Max Sector Erl}}$$

위의 식에서 Q-Factor는 0과 2사이의 값을 갖으며, 0에 가까울 수록 트래픽 불균형이 높고 2에 가까울 수록 트래픽 균등률이 높음을 나타낸다

2.2 가변 섹터 빔 시스템 구조

가변 섹터 빔 시스템의 구조는 그림3과 같으며, MBAM (Multi-Beam Antenna Module), 옥외모듈 (Outdoor Module), 옥내모듈 (Indoor Module)로 구성되어 있다. MBAM은 다중 빔을 생성하는 기능을 하며 옥외모듈은 다중 빔을 최적의 섹터

로 합성하는 기능을 하며 옥내모듈은 기지국과의 정합 기능을 한다. 각 섹터에 할당된 빔들은 교차로 구성되어 순방향 및 역방향 모두 Angle 다이버시티 기능을 지원하며 순방향에 대해서는 Time 다이버시티 기능을 추가지원이 가능하다. 또한, 본 시스템은 NMS 데이터를 이용해 통화량 균등율이 최적화하도록 빔 합성/분배기를 제어할 수 있으며 시스템 운용에 편리하도록 직접 및 원격으로 감시/제어할 수 있다.

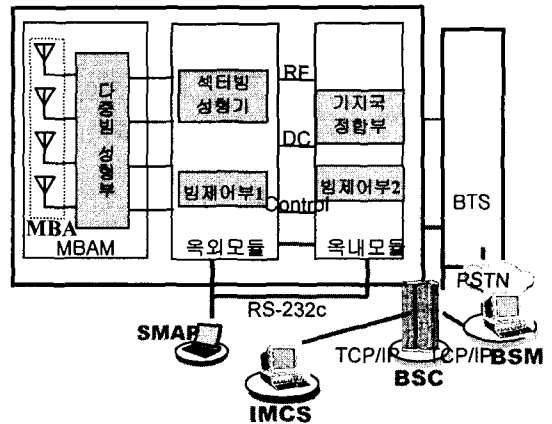


그림3 가변 섹터 빔 시스템 구조

3. 적용시험 결과

제한한 가변 섹터 빔 시스템의 성능을 분석하기 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다.

표 1. 시스템 사양

구분	항목	규격
다중 빔 안테나 모듈	안테나이득	18dBd±1dB
	수평반차각	30°±5°
	정재파비	<1.5
옥외 모듈	삽입손실	≤1.5dB
	정재파비	<1.3
	최대허용입력	90W @1port
	IMD	≤140dBc
옥내 모듈	최대허용입력	120W @1prot
	삽입손실(2-way)	<0.3dB

표1의 사양으로 도심지역의 CDMA2000 1X망을 사용하였고, 트래픽 균등율이 좋지 않은 셀을 선정하여 설치하였다. 가변 섹터 빔 시스템 설치 전후 각 7일 동안 시험을 하였고, Q-Factor는 일 통화량이 가장 많은 오후 6~7시에 측정하였다. 또한, 통화품질 변화를 나타내는 소통율과 C/D율(Call Drop)

을 시스템 설치 전후에 각각 측정하였다. 다음 그림4와 5는 이 실험에 적용한 실제의 지형과 트래픽 패턴을 나타낸다.

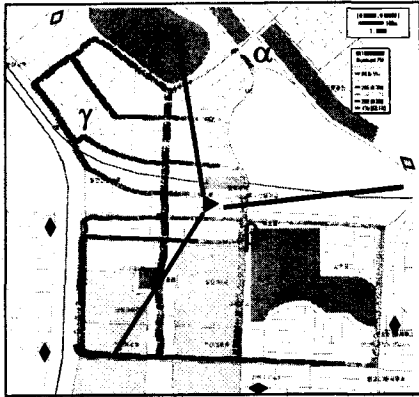


그림4. 시스템 적용 전

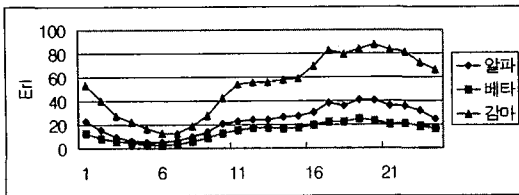


그림5. 시간별 트래픽 변화 추이(시스템 적용 전)

설치전 셀의 Q-Factor는 0.8로 γ 섹터에 호가 집중되어 있었고, 각 섹터의 폭은 120° 로 균등하게 나누어져 있었다. 따라서, 섹터 간 호 분산을 균등하게 하기 위해서 감마 섹터 영역 일부를 알파와 베타로 전이시키고, 알파와 베타의 중첩 영역을 Fine Tuning는 최적화를 통하여 안테나의 12개 협각빔을 α 에 4개, β 에 6개, γ 에 2개를 배분하였다. 그 결과 Q-Factor가 1.8로 설치전 대비 125% 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 통화품질 지표인 소통율과 C/D율은 표1에서 보는 바와 같이 설치 적용 전 대비 동일한 수준을 유지하여 직접적인 영향이 없는 것으로 확인되었다

표 2. 시스템 설치 전후의 트래픽 데이터

구분	평균 총Erl	Q	소통율		C/D율	
			발신	착신	발신	착신
적용 전	2166	0.8	97.45	98.84	0.73	0.88
적용 후	1835	1.8	96.19	97.88	0.96	0.83

그림5에서 처럼 시스템 적용 전 시간별 트래픽 변화 추이를 보면 섹터 로딩이 최고 90Erl을 나타내는 것을 볼 수 있다. 반면에 그림7의 시스템 적용 후 시간별 트래픽변화 추이를 보면 호분산 개선이 현격이 이루어진 것을 볼 수 있으며, 섹터로딩

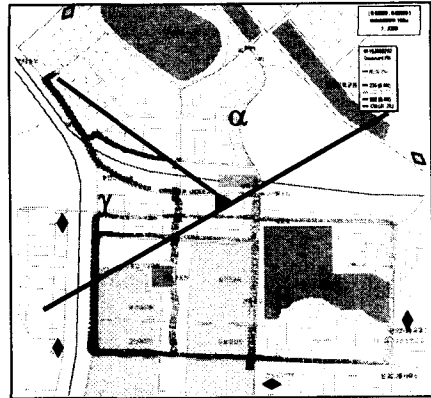


그림6. 시스템 적용 후

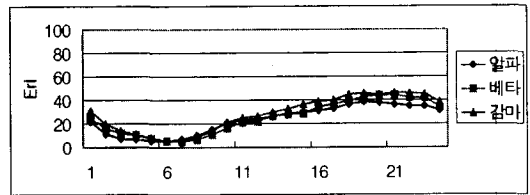


그림7. 시간별 트래픽 변화 추이(시스템 적용 후)

이 50Erl 정도로 감소하여 용량의 여유분이 확보된 것을 확인할 수 있다.

4. 결론

이동통신 부가서비스의 확대와 무선인터넷 등 다양한 멀티 미디어 서비스를 하기 위한 통신망의 용량증대는 현재뿐만 아니라 3G서비스가 시작되는 가까운 미래에도 중요한 연구 과제이다. 본 논문은 가변 섹터 빔 시스템을 CDMA2000 1X망에 설치하여 적용 전후의 성능을 비교 분석하였다. 시험 결과, 제안된 가변 섹터 빔 시스템은 통화품질에 영향을 주지 않으면서 섹터별 호분산을 통하여 용량이 증대되는 효과가 있는 것을 확인하였다. 따라서, 제3세대 이동통신의 상용화를 앞둔 지금 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 대도시 통화용량한계 극복을 위한 대안 스마트안테나 (Smart Ant), NETEORK & TELECOM 2001.1
- [2] 스마트 안테나 시스템을 이용한 효율적인 용량 증대방법, 전파산업정보 1999.5

* 본 논문은 SK Telecom이 지적재산권을 갖고 있는 가변 섹터 빔 시스템을 가지고 수행된 결과의 일부임