효율적인 멀티미디어 데이터 전송을 위한 CDMA-2000망의 특성 분석 연구

김 일진[0], 정 진환, 유 혁
고려대학교 컴퓨터학과 운영체제연구실
{ijkim, sbhan, jhjeong, hxy}@os.korea.ac.kr

Analysing Traffic Pattern of CDMA-2000 for Transmitting Multimedia Data

Kim Il-Jin[0], Jeong Jin-Hwan, Yoo Chuck
Operating System Labs, Korea University

요 약

휴대전화는 기존의 음성 통신 기기에서 데이터 통신 기기로 확대 발전되고 있으며 지원되는 데이터 통신 대역폭도 점차 고속화되어 가고 있다. 최근에는 이러한 대역폭을 이용한 멀티미디어 서비스가 시작되고 있으나, 무선망에 대한 정확한 분석 없이 기존 유선망의 특성에 기반하여 서비스를 제공하고 있다. 본 논문에서는 효과적인 멀티미디어 데이터 서비스를 위해, CDMA-2000 무선망을 대역폭, 패킷 지연 시간 및 에러율 측면에서 측정하고 그 결과를 분석한다.

1. 서론

휴대전화는 기존의 음성 통신 기기에서 데이터 통신 기기로 확대 발전되고 있고 데이터 통신 대역폭도 점차 고속화되어 가고 있다.

휴대전화의 대역폭은 IS-95B의 64Kbps에서 CDMA-2000의 144Kbps로 점차 증가하고 있다. 이로 인하여 최근에는 단순한 데이터통신 서비스에서 멀티미디어 서비스로 확대되고 있다.

현재 멀티미디어 서비스가 시작되고 있으나 정확한 무선망에 대한 이해 없이 유선망의 특성을 기반으로 서비스를 시작하였기 때문에 비효율적으로 운영되고 있다.

무선 네트워크는 hand-off, signal noise 등의 원인으로 인해 유선 네트워크와 다른 특성을 갖게 된다. 따라서 효율적인 멀티미디어 전송을 위해 망의 특성을 분석하여야 한다.[1][2] 본 논문에서는 멀티미디어 전송에서 중요시되는 망속도, 패킷 지연 시간 및 에러율을 조사한다.

2. 측정 환경

본 논문에서는 CDMA-2000망에서 멀티미디어 서비스를 원활하게 지원하기 위한 최적의 전송속도를 측정하기 위해 데이터 전송속도 및 이 때 발생되는 에러의 정도를 측정한 후 정량적으로 분석하였다.

측정방법은 100 Mbps NIC를 갖춘 PC(PC2)에서 CDMA-2000에 연결된 PC(PC1)로 및 반대 방향으로 일정한 크기의 패킷을 UDP 프로토콜을 이용하여 송신하여 그 패킷이 수신되는 간격(inter-arrival time)을 측정하였다. 각각의 조건에 대해 반복 측정 후 그 측정 결과의 평균을 측정치로 하였다.

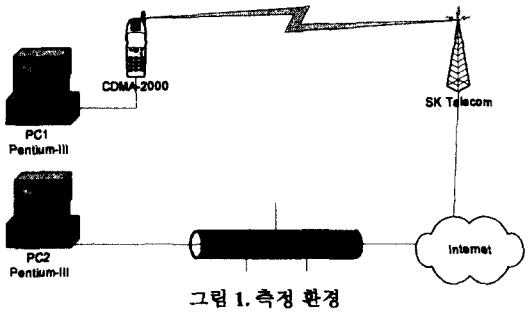

그림 1. 측정 환경

3. 실험

3.1. 실험 방법

데이터는 PC1→PC2, PC2→PC1로 각각 측정하여 분석하였다. 양방향 각각에 대해서 송신간격과 패킷의 크기를 다양하게 바꾸어가며 일정량의 패킷을 전송하였다. 이때 패킷이 수신되는 간격과 오류를 측정하는 방식을 사용하였다.

3.2. 휴대전화로 수신하는 경우 (PC2 → PC1)

전송속도는 각각 50,000/80,000/120,000 bps로 하였다. 다음의 표 1, 2, 3은 각각의 전송속도에 대해 다양한 상황으로 송신하였을 때의 결과이다. 각각의 조건에서의 수신속도 및 패킷이 도착한 정도(정확도라고 하겠다)를 나타내었다.

Packet size (Bytes)	송신 간격 (ms)	평균수신간격 (ms)	정확도 (%)
300	60	66	92.6
350	70	73	95.2
400	80	88	86.2
450	90	99	92.8
500	100	162	64.2
550	110	119	93.0
600	120	129	92.8
650	130	139	86.0
700	140	154	89.6
750	150	165	91.2
1,000	200	209	94.6
1,500	300	317	95.4

표 1. 50,000 bps 전송 측정 결과

Packet size (Bytes)	송신 간격 (ms)	평균수신간격 (ms)	정확도 (%)
300	30	35	93.2
350	35	40	97.2
400	40	50	85.8
450	45	59	88.6
500	50	55	94.0
550	55	65	94.6
600	60	70	88.4
650	65	83	83.8
700	70	79	90.4
750	75	95	82.8
1,000	100	112	89.0
1,500	150	167	90.2

표 2. 80,000 bps 전송 측정 결과

Packet size (Bytes)	송신 간격 (ms)	평균수신간격 (ms)	정확도 (%)
450	30	69	42.4
600	40	99	55.4
750	50	151	37.6
900	60	314	28.2
1,050	70	261	30.8
1,200	80	251	36.8
1,350	90	252	42.4

표 3. 120,000 bps 전송 측정 결과

앞의 표 1-3에서 평균수신간격은 수신된 패킷의 수신 간격 (inter-arrival time)의 총합을 수신된 패킷의 개수로 나눈 값을 말한다. 즉, 500개를 전송하는 경우 450개가 수신되었다면 정확도는 90.0%가 되고, 평균수신간격은 수신간격의 합을 450으로 나눈 값이 되는 것이다.

이러한 방식으로 각각의 패킷 크기와 송신간격에 대해 그 평균값을 측정하였다.

3.3. 휴대전화로 송신하는 경우 (PC1 → PC2)

3.2과 유사한 방식으로 측정하였다. 멀티미디어 스트리밍은 멀티미디어 데이터를 수신하고 상대적으로 적은 양의 컨트롤 메시지만 송신하므로 작은 대역폭을 필요로 하기 때문에 전송속도는 5,600/6,000/6,240/8,000/9,600 bps로 하였다.

또한 3.2과 마찬가지로 각각의 패킷 크기와 송신간격에 대해 측정한 값을 평균하였다.

Packet size (Bytes)	송신 간격 (ms)	평균수신간격 (ms)	정확도 (%)
50	71	86	99.8
100	143	146	100.0
150	214	221	99.6
200	286	297	99.2
300	429	437	98.0
350	500	504	99.6

표 4. 5,600 bps 전송 측정 결과

Packet size (Bytes)	송신 간격 (ms)	평균수신간격 (ms)	정확도 (%)
50	64	92	93.8
100	128	147	95.0
150	192	212	94.0
200	256	272	95.6
300	384	397	99.2
350	448	457	98.4

표 5. 6,240 bps 전송 측정 결과

Packet size (Bytes)	송신 간격 (ms)	평균수신간격 (ms)	정확도 (%)
50	42	88	99.4
100	83	145	100.0
150	125	196	99.6
200	167	293	98.2
300	250	385	98.6
350	292	593	96.6

표 6. 9,600 bps 전송 측정 결과

4. 결과 분석

4.1 휴대전화로 수신하는 경우

표 1은 50,000 bps의 전송속도에 대한 측정 결과이다. 아래 그림2에 패킷 크기에 따른 정확도의 변화를 표시하였다. 여기서 볼 수 있는 것은 패킷 크기의 변화와 정확도 사이에는 특별한 관계가 없다는 것이다. 전송속도 50,000 bps에서는 정확도가 90% 안팎에서 거의 일정한 것으로 측정되었다.

하지만, 일반적으로 패킷의 크기가 작을 경우에는 Per Packet Overhead가 증가하기 때문에 효율이 떨어진다. 따라서 주어진 대역폭에서는 패킷을 MTU의 크기에 맞추어 전송하는 것이 효율적이다.

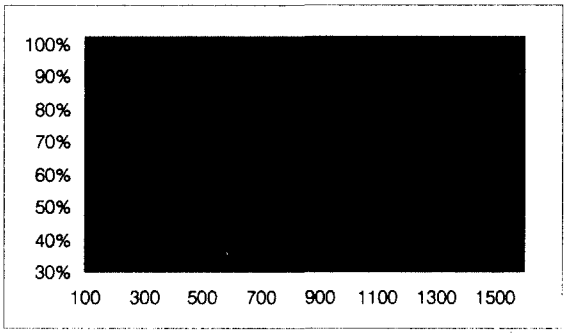

그림 2. 80,000 bps에서 정확도의 변화

아래의 표 2를 보면 전송속도에 따른 평균 정확도의 변화를 볼 수 있다. 하지만, 80,000 bits/sec 이하의 전송속도에 대해서는 정확도가 90% 전후로 거의 일정하지만, 그 이상의 전송속도에서는 정확도가 급격하게 감소하는 추세를 보여준다.

전송속도 (bits/sec)	평균 정확도 (%)
36,000	89.6
40,000	90.7
80,000	88.7
96,000	57.9
115,200	48.8
120,000	39.1

표 7. 전송속도 별 평균 정확도

80,000 bps 이상의 전송속도에서 급격한 패킷 손실이 발생된 것으로 보아 대략 80,000 bps가 유효 최대 대역폭임을 알 수 있다.

4.2 휴대전화로 송신하는 경우

대역폭을 한계속도인 144Kbps에 비해 상대적으로 작은 값인 5,200 ~ 9,600 bps의 속도로 전송했을 경우 평균 정확도는 모두 95% 이상의 결과가 나왔다. 이는 CDMA-2000의 채널 속도 이하에 해당되는 전송량이기 때문에 손실이 거의 발생하지 않은 것이다.

아래 표는 전송속도를 5,200 ~ 12,000 bps로 했을 때의 평균수신간격과 정확도를 정리한 표이다. 정확도는 모두 95% 이상의 결과가 나왔다. 여기서 주목해야 할 부분이 송신간격에 대한 평균수신간격의 증가율이다. 6,240 bps 이상의 전송속도에서 증가율이 급격하게 증가한다. 이러한 수신간격의 증가는 서버와 클라이언트 간의 반응속도에 관련된 작업(Packet Recovery, Congestion Control)에 악영향을 끼치게 된다. 대화형 멀티미디어 시스템의 경우 비교적 큰 데이터의 송신에서는 Interactivity가 떨어지는 문제가 발생할 수 있다.

전송속도 (bps)	송신간격 (ms)	평균수신 간격(ms)	증가율 (%)	정확도 (%)
5,200	538	568	105.6	95.2
5,600	500	504	100.8	99.6
6,000	467	474	101.5	99.6
6,240	448	457	102.0	98.4
8,000	500	558	111.6	99.8
12,000	233	593	254.5	96.6

표 8. 350Bytes 단위로 전송시 수신간격의 증가도

5. 결론

CDMA-2000에서 실제로 지원될 수 있는 대역폭은 대략 80Kbps이다. 그리고 이 때 에러율은 10% 정도로서 유선망에 비해 매우 높다. 이 에러율은 전송조건에 무관하게 일정하게 유지되므로 멀티미디어 서비스를 설계할 때 이 점을 충분하게 고려해야 한다.

또한 휴대전화를 통해 송신하는 경우 데이터의 양이 증가함에 따라 평균 수신 간격이 커지는 특성을 갖는다. 따라서 대화형 멀티미디어 서비스를 설계할 때는 이러한 특성을 충분히 감안하여 설계하지 않으면 우수한 서비스를 제공하는 것이 힘들게 된다.

참고문헌

1. Diane Tang and Mary Baker, "Analysis of a Metropolitan-Area Wireless Network", Proceedings of the fifth annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking, August 15-19, p.13-23, 1999.
2. Diane Tang and Mary Baker, "Analysis of a Local-Area Wireless Network", Proceedings of the sixth annual international conference on Mobile computing and networking, August 6-11, p.1-10, 2000.