

사용자 통화 특성을 고려한 무선 네트워크 시뮬레이터 구현

윤영현*

Implementation of Wireless Network simulator considering a User's Call Characteristics

Yoon, Young Hyun

〈Abstract〉

Traditionally, simulation method is used to test and evaluate the performance of communication protocol or functional elements for mobile communication service. In this paper, wireless network simulator is implemented using the C++ object-oriented programming language. This simulator can simulate wireless data services, like as ad-hoc networks, by considering the user's mobility. In this paper, the simulator includes network traffic model to reflect wireless data service and traffic source model to represent a user's mobility similar to real service environment and traffic characteristics can be reflected on the simulation, and also more accurate simulation results can be got through that. In addition, by using object-oriented techniques, new service feature or environment can be easily added or changed so that the developed mobile communication simulator can reflect the real service environment all the time. This simulator can be used in adjusting the characteristics of wireless data hosts following the mobility of the user, and also can be used in building new wireless ad-hoc network routing protocols.

Key Words : Mobile, Simulator, Traffic Model, Network Traffic

I. 서론

기존 유선 네트워크 환경에서만 가능하던 원격 화상회의 시스템 같은 서비스가 최근에는 사회 환경의 변화와 각종 무선 통신 장비, H/W 및 S/W의 발전으로 기존 유선인터넷에서 제공되던 멀티미디어 서비스를 무선인터넷 환경에서 제공 받고자 하는 요구가 증가하게 되었다. 이를 위해 기존의 이동통신망과 유선인터넷간의 물

리적 또는 서비스적인 결합이 추진되었고, 줄 유선인터넷에서 사용되던 데이터서비스가 무선네트워크 환경에 적극 서비스되지 있다.

유선 네트워크와 무선네트워크가 결합하는 과정에서 일부 무선통신사용자는 유선 또는 무선네트워크에 직접 접속하지 못하고 중간에 있는 다른 사용자들 라우터로 이용하여 네트워크에 접속하거나, 무선네트워크 접속 기능을 가진 사용자들이 임시로 직접 상대 단말기와 통신하는 무선 애드혹(Ad-hoc)네트워크와 같은 무선 데이터

* 명지전문대학 정보통신학과 부교수

서비스도 제공되고 있다.

이러한 무선애드혹 네트워크는 응급재난용, 군사용도와 같은 특수 목적으로 사용되거나 몇몇 사용자가 파일 또는 정보를 주고받기 위하여 임의로 구성할 수 있으며, 무선 환경에서 복잡한 사용자 이동특성을 반영하여 설계되어야 한다.

복잡한 사용자 이동 특성 환경에서 사용자가 요구하는 무선 멀티미디어 서비스를 테스트하기 위해서는 실제와 유사한 환경을 제공해 주는 시뮬레이션을 필요로 하며[1, 2], 시뮬레이션하기 위해서는 통신 네트워크상에서 정보의 전달과 전송의 모든 현상을 나타내는 텔레트래픽 모델(Tele-traffic Model)을 이용한다[3].

일반적으로 무선네트워크를 위한 텔레트래픽 모델은 2가지 하부 모델로 나누어 정의한다[4]. 첫째는 트래픽소스 모델(Traffic Source Model)로써 이동성 모델(mobility model)이라고도 하며 이동 단말에 의한 사용자 이동성 정보를 포함하고 있다. 둘째는 네트워크 트래픽 모델(Network Traffic Model)로써 기지국이나 교환기와 같이 움직이지 않는 네트워크 요소로부터 측정된 트래픽 정보를 포함하는 것으로, 이동통신 서비스에서 시간과 공간의 변화에 따라 이동통신 트래픽의 변화를 모델링하는 것을 의미한다[4].

본 논문은 무선 네트워크를 위한 시뮬레이션 프로그램을 구현하는 것으로써, 데이터통신을 위한 네트워크 트래픽모델과 사용자 이동특성을 반영한 트래픽 소스 모델만을 고려하여 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 무선 네트워크 환경을 지원하는 시뮬레이터에 대한 관련 연구이며, 3장에서는 무선네트워크 시뮬레이터를 설계하고, 4장에서는 이를 구현하였다. 5장에서는 구현된 결과물과 이를 적용한 실험결과에 대해 설명하고, 6장에서는 본 논문에 대한 결론과 향후 연구 방향에 대해서 설명한다.

II. 기존 연구

통신 시스템에서의 각종 성능 예측을 위해서는 예전부터 Poisson arrival과 Exponential call holding 시간을 가정한 텔레트래픽 모델이 사용되어 왔다[5, 6]. Poisson 분포에 의존한 예전의 텔레트래픽 모델은 circuit-switched 전화망을 디자인하고 분석하는데 아주 유용하게 사용되었으나, 무선 멀티미디어 네트워크와 같이 복잡한 통계적 특성을 가지고 있는 네트워크에 적용하기에는 매우 부적합하므로, 실제 환경을 반영한 다양한 형태의 텔레트래픽 모델과 시뮬레이터가 개발되어 사용되고 있다.

OPNET(Optimized Network Engineering Tools)은 무선과 무선 환경을 위한 시뮬레이션 도구로써 OPNET사에서 제공하는 상용화된 시뮬레이션 도구이다[7]. OPNET은 무선애드혹 네트워크에서 지형에 따른 전파 도달 특성을 반영할 수 있으며, Dynamic Source Routing(DSR)과 Adhoc On-demand Distance Vector(AODV)와 같은 무선애드혹 라우팅 프로토콜을 시뮬레이션할 수 있다. OPNET은 상용화되어 있는 제품으로 사용자가 원하는 시뮬레이션을 자유로이 구현할 수 없으며, 제품에서 제공되는 기능만을 이용하여 시뮬레이션 환경을 구현해야 한다는 단점이 있다.

GloMoSim은 수백만개의 단말기를 병렬컴퓨터 또는 분산컴퓨팅 기술을 이용하여 시뮬레이션할 수 있는 확장성을 제공하도록 UCLA대학에서 개발한 시뮬레이션 라이브러리이다[8]. 이 라이브러리에서는 전파전달 특성을 나타내는 Rayleigh, Free space, Ricean 등이 포함되어 있으며, AODV, DSR, Bellman-Ford와 같은 라우팅 프로토콜과 사용자 이동성을 위해서는 Random-waypoint, Random-drunken 등과 같은 알고리즘이 구현되어 있다. GloMoSim 사용자는 시뮬레이션 환경에 맞는 전파특성, 라우팅 프로토콜, 사용자 이동특성을 API를 통해 선택하면 되고, H/W플랫폼에 영향을 받지 않는 자바언어로 제공된다. GloMoSim의 문제점은 PARSEC이라는 특수한 컴파일러를 통해서만 시뮬레이션이 가능하다는 점이다.

OMNeT++는 소스공개소프트웨어로써 컴포넌트 기반의 시뮬레이션 패키지이며, C++ 언어에서 클래스 라이브러리와 GUI를 지원하고 있다[9]. OMNeT++은 통신시스템에서 요구되는 Traffic Modeling, 멀티프로세서 시스템, 분산처리시스템 등을 시뮬레이션할 수 있는 기능을 제공하고 있다. OMNeT++는 다른 시뮬레이터에 비하여 사용하기가 간편하고 범용적 목적의 시뮬레이션에서도 활용이 가능하다는 장점이 있으나, 무선에드혹 네트워크와 같이 통신시스템에서 고려해야 할 요소가 복잡한 경우에는 프로그래밍해야 할 부분이 많아진다는 단점이 있다.

본 논문에서는 무선네트워크를 시뮬레이션할 수 있는 기본 함수를 제공해 줌으로써 사용자가 기본 함수만을 이용하거나 주어진 기본 함수를 쉽게 수정이 가능하도록 하여 사용자가 원하는 전파 전달 환경과 사용자 이동성을 편리하게 시뮬레이션할 수 있는 시뮬레이터를 구현하는 것이다. 이를 위하여, 전파 전달 함수와 사용자 이동성을 표현하기 위한 이동성 함수를 객체 기본 함수로 포함하고 있는 무선이동호스트 객체를 C++ 언어로 구현함으로써 사용자가 원하는 전파 전달 환경과 이동특성을 쉽게 수정하여 반영할 수 있도록 하였으며, 이를 이용하여 사용자 이동성을 나타내는 Mobility값을 정의하여 산출하도록 실험하였다.

III. 시뮬레이터 설계

3.1 사용자 이동성 모델

이동통신 환경에서의 트래픽소스 모델은 이동성 모델이라고도 하며 이동 단말에 의한 사용자 이동성 정보를 포함하고 있다[10]. 트래픽소스 모델은 셀 내에서 이동통신 사용자가 어떻게 분포하고 있으며 어떻게 이동할 수 있는지를 정의하는 모델이다. 이러한 모델 중에서 가장 간단하고 기본적인 모델은 [11]에 의해서 제시된 모델로

써 이동통신 사용자는 셀 내에 균등(uniform)하게 분포하고 이동 중 방향이 바뀌지 않으면서 Uniform 분포에 의해 정해진 속도로 움직인다고 가정한다. 이러한 가정은 이동전화와 같이 통화시간이 짧은 환경에서는 짧은 시간동안 이동하는 거리가 제한적으로 이러한 가정을 그대로 사용하여 시뮬레이션 성능평가 값을 구할 수 있다.

그러나, 본 논문에서 구현하고자 하는 무선네트워크 환경은 일반적인 음성 통화보다는 장시간동안 사용자가 이동하면서 사용하는 환경이 대부분이므로 사용자의 이동 속도와 방향에 영향을 받으며 자유롭게 움직인다고 가정할 수 있다.

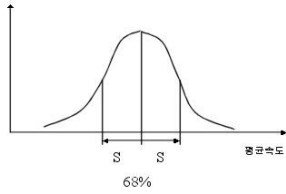
3.1.1 사용자 이동속도

사용자 이동성 모델에서 속도에 대한 패턴은 [12]에서 제시된 Non-uniform 속도 분포 모델이 있으며 이 모델은 속도 패턴을 2가지 형태로 분리한 모델이다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 특성을 이용해서 사용자 이동속도 모델을 2가지의 이동 클래스로 구별해서 다음과 같이 나타낸다.

- ① 핸드오프가 발생할 가능성이 큰 고속 사용자 클래스
- ② 핸드오프가 거의 발생하지 않는 저속 또는 정지 사용자 클래스

사용자 이동방향에 있어서는 저속 또는 고속 이동 사용자 모두 직진 방향에 대해 가장 높은 확률을 가지고 있으며 속도가 높아질수록 직진성이 높고 속도가 낮아질수록 방향을 전환할 확률이 높아지게 된다.

속도가 빠른 사용자는 대부분 차량에 의한 이동이므로 차량에 대한 모델을 그대로 적용할 수 있다. 이러한 차량에 대한 모델의 적용은 [10]에서 적용된 속도 분포를 사용한다. [10]에서 제시한 바와 같이 이동하는 차량의 속도분포는 정규분포와 같은 형태로 나타나고 차량의 68%가 평균을 중심으로 표준편차만큼 되도록 한다. <그림 1>은 차량의 평균속도의 분포를 나타낸 것이다.



<그림 1> 이동차량 속도분포

<그림 1>에서 평균속도는 이동호스트가 속한 지역의 시간대별 평균속도의 통계를 구해서 적용한다.

$$S_0 = G(e) \quad (식 1)$$

$$S_i = U[S_{i-1} \times 0.9, S_{i-1} \times 1.1] \quad (식 2)$$

where $i = 1, 2, 3 \dots$

(식 1)과 같이 초기 이동속도는 가우시안(Gaussian) 확률밀도 함수에 의해서 만들어 지며, 속도의 증감은 (식 2)와 같이 현재 속도의 10% 범위 내에서 Uniform 분포를 나타내는 모델을 사용한다.

3.1.2 사용자 이동방향

본 논문에서는 이동방향 요소를 고려하기 위해서 초기 방향은 (식 3)과 같이 균등하게 전(全) 방향 중에서 한 가지 방향을 결정하고 최초로 주어진 속도에 따라 이동하다가 일정 시간이 지난 후에는 사용자가 입력한 회전각도(α)를 경계속도(β)를 이용하여 (식 4)와 (식 5)에 의하여 결정한다.

$$D_0 = U[0, 359] \quad (식 3)$$

$$D_0 = U[D_{i-1}-\alpha, D_{i-1}+\alpha] \quad \text{where } i = 1, 2, 3 \dots \quad (식 4)$$

for Mobile Host Speed $\geq \beta \text{ km/h}$

$$D_i = U[0, 359] \quad \text{where } i = 0, 1, 2, 3 \dots \quad (식 5)$$

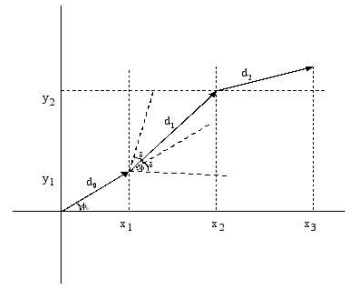
for Mobile Host Speed $< \beta \text{ km/h}$

$$x_i = \cos \phi * D_i \quad \text{where } i = 1, 2, 3 \dots \quad (식 6)$$

$$y_i = \sin \phi * D_i \quad \text{where } i = 1, 2, 3 \dots \quad (식 7)$$

<그림 2>는 앞서 설명한 내용들을 그래프로 나타낸

것이다. <그림 2>에서 x_i, y_i 지점은 최초 속도(식 1)에 의해 결정된 속도로 최초 방향(식 3) ϕ_0 방향으로 랜덤 시간동안 d_0 만큼 이동한 지점이며, x_i, y_i 지점은 x_{i-1}, y_{i-1} 지점에서 (식 2)에 의해서 결정된 속도로 (식 4) 또는 (식 5)의 δ 방향만큼 변경하여 랜덤 시간동안 d_{i-1} 만큼 이동한 지점을 나타낸 것이다.



<그림 2> 이동호스트 이동 방향 결정 모델

3.2 전파 전달 특성 모델

무선네트워크를 구성하는 단말기는 네트워크를 구성하는 기지국을 포함한 다른 단말기와 전파를 이용하여 필요한 정보를 주고 받게 된다. 이러한 과정을 시뮬레이션하기 위해서는 무선 단말기에서 다른 단말기로 전파가 전달되는 과정을 모델링하고 시뮬레이터에 반영하여야 한다.

본 논문에서는 두 단말기간의 전파 강도를 (식 8)에 의하여 시뮬레이션한다.

$$P_{pr} = P_p + L_p + A_t + G_m + L_m \quad (식 8)$$

P_{pr} : Power of channel by the mobile

L_p : the average propagation path loss

A_t : the allowance for log-normal shadow loss

G_m : the gain of the mobile antenna

L_m : the mobile receiver cable and connector losses

(식 8)에서 L_p 는 전파 전달 구간에서 발생하는 전파

손실을 나타내는 것으로, 이는 두 단말기간의 위치, 지역 특성 및 거리에 따라 변하게 된다.

전파 손실을 측정하기 위한 많은 모델이 존재하므로 시뮬레이터는 시뮬레이션 해주는 환경을 표현하는데 적합한 전파 손실 모델을 선택하여 반영한다. 본 논문에서는 무선네트워크가 도시지역에서 많이 사용된다는 점을 반영하여 도시지역의 전파 손실 모델로 많이 사용되는 Hata 모델[13]과 특정 지역에서 지점대 지점 손실 모델로 많이 사용되는 Lee모델[13]을 적용하였으며, 사용자는 필요에 따라 원하는 전파 손실 모델을 선택하거나 객체의 기본함수를 추가함으로써 손쉽게 원하는 전파 손실 모델을 시뮬레이션에 반영할 수 있다.

IV. 시뮬레이터의 구현

설계에서 반영된 이동호스트를 <그림 3>과 같이 객체 지향적 언어인 C++를 이용하여 구현하였다.

```
void MobileStation::Body ()
{
    Initialize_Var(); //이동호스트 환경 변수 초기화

    // 단말 이동을 위한 잔여 통화 시간 변수 초기화
    RemainTime = J->get_duration();
    // 단말 진행 방향 변경을 위한 변수 초기화
    direction = (*DIR_var)();
    // 단말 진행 속도 변경을 위한 변수 초기화
    speed = get_MSspeed();
    // 인접노드와의 통신 전파 강도 Threshold 초기화
    get_Threshold();
    // 통신 종료시 까지 반복 until While stat.
    do {
        double stay;
        double var_x, var_y;
        int new_node;
    // 현재 위치에서 인접 단말기와의 전파수신 강도 검사
    Power_loss = Compute_Lp(int node_id, double Hm, double R);
    Compute_PCSM(Power_loss, Pp);
    // 전파 강도가 센 인접노드 리스트 수정
    Signal_strength_order(list, new_node);
    // 통신이 결정되면 세마포어를 통해 채널 공유 방지
```

```
        sema_trywait(&Semx[bts_id]);
    // 통신 진행 시간
    stay = StayTime();
    if (RemainTime < stay)
        stay = RemainTime;
    Hold(stay);
    RemainTime -= stay;
    if (RemainTime > 0) {
    // 이동후의 새로운 위치 좌표 계산
    Compute_position(stay, speed, direction, var_x, var_y);

    // 새로운 좌표 계산
    ms_x = ms_x + var_x;
    if(ms_x < 0)
        ms_x = 0;
    ms_y = ms_y + var_y;
    if(ms_y < 0)
        ms_y = 0;
    // 이동후의 새로운 속도, 방향 계산
    speed = get_MSspeed();
    direction = (*DIR_var)();
    }
    // 라우팅 프로토콜 및 이동호스트 기본 기능 함수 호출
    Func_MS_Basic_protocol();
    } while(RemainTime > 0);
    // 통계 자료 저장
    make_statistics();
    // 통신 완료후 객체 삭제
    delete J;
    //세마포어를 통해 시스템 자원 복귀
    sema_post(&Semx[bts_id]);
    this->terminate();
}
```

<그림 3> C++로 구현한 이동호스트

<그림 3>에서 이동호스트 객체는 Call_Generator()라는 이동호스트 객체 생성 함수에서 사용자 지정한 시간당 통신 부하량만큼의 이동호스트 객체가 확률 분포에 의한 평균 통신 시간을 지정받아 생성된다. 생성된 각 이동호스트 객체는 최초 위치를 포함한 모든 변수를 초기화하고, 통신시간 및 이동호스트가 통신할 데이터가 남아있는지 확인하고, 통신할 데이터가 남아있으면 설계에서 반영된 이동성모델에 따라 랜덤 시간만큼 통신을 하면서 새로운 방향과 속도에 따라 이동하게 된다.

새로운 위치에 도달한 이동호스트는 다른 이동호스트

와 통신을 위한 전파 세기를 측정하기 위하여 (식 8)에서 구현한 <그림 4> 전파 손실 모델을 이용하여 산출한다.

```
double Compute_Lp(int node_id, double Hm, double R)
{
    double Lp;

    switch(LpMethod) {
        case 1 :
            Lp = Compute_Hata(node_id, Hm, R);
            break;
        case 2 :
            Lp = Compute_Lee(node_id, Hm, R);
            break;
        default :
            Lp = 0.0;
    };
    return(Lp);
}
```

<그림 4> 전파 손실 측정 함수

다른 이동호스트와의 전파 세기를 측정한 이동호스트는 <그림 3>의 Strength_signal_order() 함수에 의하여 전파 도달 세기 순서에 따라 인접 노드 리스트를 작성하고, 사용자 이동성 변수값인 Stability 값을 변화시킨다.

V. 실험 결과

5.1 사용자 트래픽

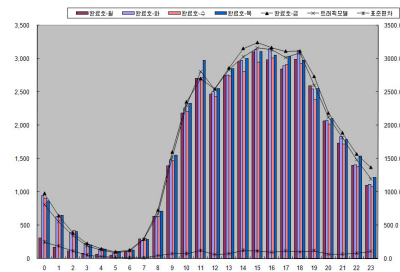
시뮬레이터를 테스트하기 위하여 MobSim[14]에서는 모든 셀들이 같은 크기와 특성을 갖고 있으며 같은 량의 네트워크 트래픽이 발생한다고 가정하였지만 실제로는 그렇지 않다[15]. 실제 무선네트워크에서는 서로 다른 시간대에 서로 다른 통화량이 발생되며, 이 통화량은 무선네트워크의 통화 부하로 작용되어 무선네트워크의 성능을 결정하게 된다.

본 논문에서는 이를 반영하기 위하여 (식 9)를 이용하여 실제 이동통신 환경에서 요일과 시간에 따라 발생되

는 통화량을 시뮬레이션할 수 있도록 하였다. (식 9)에서 적용되는 $B(a, i)$ 값은 이동통신 기지국에서 시간대별로 실제 발생한 통화량이며, $Hw(a, i)$ 은 기간대별 통화비율로써 시간대에 따른 통화량을 산출할 수 있게 된다.

$$Hw(a, i) = \frac{B(a, i)}{\sum_{j=0}^{j=23} B(a=1...4, i=0...23)a, j)} \quad (식 9)$$

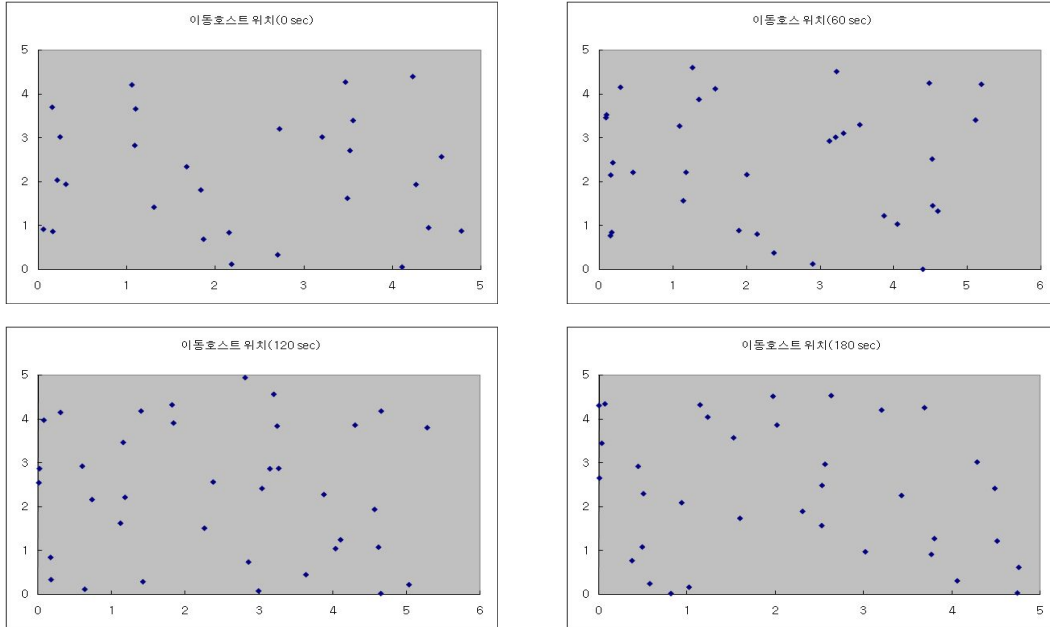
<그림 5>는 실제 동작하는 이동통신 기지국에서 정상적으로 통화가 이루어진 통화량을 요일과 시간대별로 수집하여 막대그래프로 표시하였고, 구현된 시뮬레이터에서 (식 9)를 이용하여 생성한 통화량 생성 결과를 꺾은선 그래프로 표시하였다. <그림 5>에서 나타난 바와 같이 시뮬레이터의 결과값이 실제 평균통화량의 1~10% 이내로 오차가 발생하고 있어, 구현된 시뮬레이터가 통신 부하에 따른 무선네트워크 특성 변화의 시뮬레이션이 가능하다.



<그림 5> 텔레트래픽 결과와 실제 기지국 자료 비교

5.2 사용자 이동성

구현된 시뮬레이터에서 이동호스트가 주어진 방향과 시간에 따라 이동하는 것을 검증하기 위하여 이동호스트의 초기 값(0 sec)에 해당하는 최초 위치, 이동 속도, 방향성을 랜덤 함수에 의하여 40개를 생성하고, 0sec의 초기 위치에서 매분마다 주어진 각 이동호스트가 방향성과



<그림 6> 이동호스트 이동 과정

속도에 따라 이동한 결과를 그래프로 표시한 것이다.

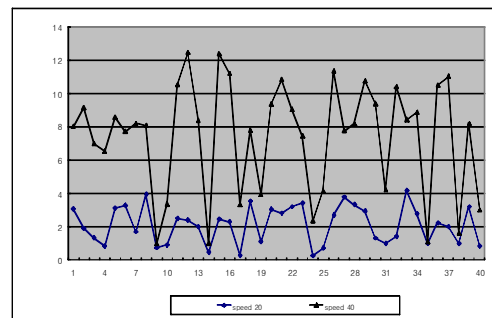
<그림 6>에서 나타낸 바와 같이 임의의 특성을 가지고 생성된 모든 사용자는 실제 서비스 환경과 동일하게 이동호스트간 상호 연관성없이 초기 정해진 이동속도와 방향성에 따라 시뮬레이션 공간 내에서 자유로이 이동하고 있음을 확인할 수 있다.

무선네트워크를 구성하는 이동호스트는 항상 자유로이 이동하면서 통신을 주고 받을 수 있다. 이러한 과정에서 자주 이동하는 이동호스트는 통신 상태가 수시로 변화할 수 있으므로 무선애드혹 네트워크와 같이 안정적인 중간호스트로부터 라우팅 서비스가 요구되는 환경에서는 이동성이 낮고 정지성이 높은 중간호스트를 중간 노드로 선택하는 것이 통신 중에 경로를 재탐색하는 비용을 줄일 수 있게 해준다. 따라서, 본 논문에서는 사용자 이동성을 시뮬레이션하면서 각 이동호스트의 이동성을 평가할 수 있는 Mobility 변수를 정의하여 관리한다.

Mobility는 주어진 시간 동안에 해당 이동호스트가 얼마나 자주 또한 얼마나 많이 이동하였는가를 누적 측정하

는 것으로 이동성이 높을수록 Mobility가 높아지게 된다.

<그림 7>은 같은 초기 값을 가진 40개의 이동호스트에서 이동호스트들이 위치해 있는 지역의 사용자 평균 속도가 20km일 때와 40km일 때의 Mobility값을 비교한 것이다.



<그림 7> 평균속도에 따른 Mobility

<그림 7>에서와 같이 40개 각 노드는 초기 속도와 초기 방향이 같은 값으로 결정되나 셀 안에서의 평균 속도

가 변화함에 따라 이동 특성이 변화함으로써 평균 속도가 40km인 이동노드의 Mobility가 훨씬 높게 계산되었다. 이러한 Mobility 결과는 무선애드혹 네트워크 같은 환경에서 사용자 이동성 변화에 따른 라우팅 알고리즘을 시뮬레이션하거나, 이동통신 기지국이 설치되어 있는 셀의 평균 속도, 즉 고속도로나 일반 도로 등과 같이 사용자 이동특성이 구분되는 지역의 이동호스트 동작 특성을 반영하여 시뮬레이션하는데 사용될 수 있다.

VI. 결론

이동통신 서비스를 시뮬레이션하기 위해서는 이동통신 서비스 특성을 정의한 텔레트래픽 모델이 요구되며, 텔레트래픽 모델은 트래픽 소스 모델과 네트워크 트래픽 모델로 구성되어 있다.

본 논문에서는 무선네트워크를 시뮬레이션할 수 있는 기본 함수를 제공해 줌으로써 사용자가 기본 함수만을 이용하거나 주어진 기본 함수를 쉽게 수정이 가능하도록 하여 사용자가 원하는 전파 전달 환경과 사용자 이동성을 편리하게 시뮬레이션할 수 있는 시뮬레이터를 구현하였다.

구현된 시뮬레이터는 객체지향적 프로그래밍 언어인 C++를 이용하여 전파 전달 및 손실 함수와 사용자 이동성을 표현하기 위한 이동성 함수를 객체 기본 함수로 포함하고 있는 무선이동호스트 객체를 C++ 언어로 구현함으로써 사용자가 원하는 전파 전달 환경과 이동특성을 쉽게 수정하여 반영할 수 있도록 하였으며, 이를 이용하여 사용자 이동성을 나타내는 Mobility값을 정의하여 산출하도록 실험하였다.

본 논문에서는 실제 운영중인 기지국의 통화량 정보를 기본으로 시간당 통화 발생을 결과를 시험하였으며, 40개의 임의의 이동호스트를 생성하여 사용자 이동방향을 추적함으로써 주어진 시뮬레이터에서 이동호스트 생성과 사용자 이동성의 정상적인 지원 여부를 확인하였

다. 또한, 사용자 이동성을 나타내는 Mobility 변수와 전파의 도달 세기가 큰 이동호스트를 구분하여 인접노드로 관리할 수 있다.

본 논문에서 구현된 시뮬레이터는 무선네트워크 환경에서 자유로이 움직이는 이동호스트를 시뮬레이션하고 객체지향적 언어의 장점에 따라 이동호스트 객체의 기본 함수를 자유롭게 수정함으로써 다양한 기능을 가진 이동호스트를 시뮬레이션할 수 있다. 특히, 무선애드혹 네트워크와 같은 환경에서 다양한 라우팅 프로토콜을 개발하는데 요구되는 시뮬레이션을 편리하게 수행할 수 있다.

본 논문에서 구현된 시뮬레이터의 단점은 기존 외국의 방대한 연구와 같이 다양한 라이브러리 함수를 보유하고 있지 않아 사용자가 객체 기본 함수를 직접 개발해야 하는 점으로써 이러한 부분은 향후 개발된 시뮬레이터를 활용하면서 다양한 함수의 추가로 많은 함수를 가진 라이브러리가 생성될 것이다.

향후에 추가적으로 고려해야 할 요소는 다양한 전파 전달 모델, 단말기 응용 프로그램 등을 위한 기본 함수를 추가 개발하고, 사용자 이동성 관리를 위한 특성 변수 값을 추가 정의하며, 사용자 인터페이스 향상을 위한 API를 개발함으로써 무선네트워크 환경을 매우 편리하게 시뮬레이션할 수 있도록 지원되는 것이다.

참고문헌

- [1] Christian Hartmann, Hans-jörg Vögel, "Teletraffic Analysis of SDMA-Systems with Inhomogeneous MS Location Distribution and Mobility", Wireless Personal Communications, Nov., 1999.
- [2] Dmitri Moltchanov, "On-Line Wireless Channel Modeling for Performance Control Purposes," Next Generation Teletraffic and Wired/Wireless Advanced Networking, 2008.
- [3] P. E. Wirth, "The Role of Teletraffic modeling in

the New Communications Paradigms," IEEE Communication Mag., Aug., 1997.

[4] K. Tutschku, P. Tran-Gia, "Spatial Traffic Estimation and Characterization for Mobile Communication Network Design," IEEE J. Select. Areas Communication Mag., Jun., 1998.

[5] Nail Akar, Nihat Cem Oguz and Khsrow Sohraby, "TELPLACK : An Advanced Teletraffic Analysis Package," IEEE Communication Mag., Aug., 1998.

[6] Hauro Akimaru and Konosuke Kawashima, "Teletraffic : Theory and Applications," Springer-Verlag, 1993.

[7] <http://www.opnet.com>

[8] http://pcl.cs.ucla.edu/projects/glomosim/obtainin_g_glomosim.html

[9] <http://www.omnetpp.org>

[10] K. Tutschku, P. Tran-Gia, "Spatial Traffic Estimation and Characterization for Mobile Communication Network Design", IEEE J. Select. Areas Communication Mag., Jun. 1998.

[11] D. Hong and S. S. Rappaport, "Traffic model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Non-prioritized handoff procedures," IEEE Trans. Veh. Technol., Aug. 1986.

[12] M. Inoue, H. Morikawa and M. Mizumachi, "Performance Analysis of Microcellular Mobile Communication systems", "map" IEEE Veh. Technol. Conf., jun. 1994, pp. 135-139.

[13] Vijay K. Grag, Joseph E. Wilkes. "Wireless and Personal Communications Systems," IEEE Press, 1996.

[14] Hannu Arvelo, "MobSim : A GSM Network Simulator," <http://mordor.cs.hut.fi/tik-76.115/95->

96/palautukset/Mobiili/pt/manual.htm.

[15] 김성윤, 황선호, 한영남, "CDMA 이동통신 시스템 무선통신 시뮬레이터 및 성능 분석", Telecommunications Review, Vol. 6, No. 5.

■ 저자소개 ■



윤 영 현
Young Hyun Yoon

1994년 8월 고려대학교 산업대학원
전자통신공학과 (공학석사)
2002년 2월 고려대학교 전자공학과 (공학박사)
1989년 1월~ 1992년 10월
대우통신(주) 시스템기술부
1992년 10월~2000년 10월
SKC&C 기술연구소
2000년 10월~현재
영지전문대학 정보통신과 부교수

관심분야 : 정보경영, 정보보안, 이동통신
E-mail : yhyoon@mjc.ac.kr

논문접수일 : 2009년 5월 4일
수 정 일 : 2009년 8월 10일
게재확정일 : 2009년 8월 24일