

## 이동 Ad-hoc 네트워크에서의 트래픽 관리에 관한 연구

강 경 인, \*박 경 배, \*\*유 충 렬, \*\*\*문 태수,  
\*\*\*\*정 근 원, \*\*\*\*정 찬 혁, \*\*\*\*이 광 배. \*\*\*\*김 현 옥  
여주대학 정보통신과, \*여주대학 컴퓨터 사이언스과  
\*\*동아 방송대학 인터넷방송과, \*\*\*신성대학 정보통신계열, \*\*\*\*명지대학교 전자공학과  
전화 : 031-336-1448 / 핸드폰 : 017-221-6362

### The study on Traffic management in Mobile Ad-hoc Network

Kyong In Kang, \*Kyung Bae Park, \*\*Choong Youl You  
\*\*\*Tae Su Moon, \*\*\*\*Keun Won Jung, \*\*\*\*Chan-Hyeok Jung  
\*\*\*\* Kwang Bae Lee, \*\*\*\*Hyun Wook Kim  
Yeojuo Institue Technology, Dong Ah broadcasting college, Shingsung college  
Dept of Electronics and Electrical Engineering, Myongji University  
E-mail : supei@mju.ac.kr kikang@mail.yeojoo.ac.kr

#### Abstract

In this paper, we propose traffic management support and evaluate the performance through simulation.

We suggest traffic management routing protocol that can guarantee reliance according to not only reduction of the Network traffic congestion but also distribution of the network load that prevents data transmission. For performance evaluation, we analyzed the average data reception rate and network load, considering the node mobility. We found that in the mobile Ad Hoc networks, the traffic management service increased the average data reception rate and reduced the network traffic congestion and network load in Mobile Ad Hoc Networks.

#### I. 서론

무선 ad-hoc 네트워크란 기존에 설치된 유선기반망이나 기지국의 도움없이 이동 호스트만으로 구성되는 임시적인 이동 네트워크<sup>1)</sup>이며 현재 무선 ad-hoc 네트워크 환경에서 이동 호스트들간의 메시지 전송을 위해 사용될수 있는 여러 종류의 라우팅 프로토콜이 제안되고 있다. 이러한 ad-hoc 네트워크에서는 이동 애드 혹네트워크의 사용이 기존의 무선네트워크에서와 같은 기반 망을 필요하지 않고 일정한 네트워크의 범위 안에서 이웃 단말기 노드들과의 통신이 이루어지기 때문에 단말기 노드 자체는 여러 개의 단말기들의 중간 노드 역할을 수행하기 때문에 멀티미디어 데이터와 같은 많은 양의 자원대역을 차지하는 데이터 패킷의 증가로 특정노드로의 부하가 밀집되어 전체 네트워크의 성능을 떨어뜨리는 상황이 발생하게 된다. 본 논문에서는 ad-hoc 네트워크에서의 특정노드로 패킷의 증가로 인한 네트워크부하를 방지함으로써 전체 네트워크로 부하를 균등하게 분산시킬수 있는 ad-hoc 네트워크에서의 트래픽 관리기법을 제안한다.

## II. Ad-hoc 네트워크에서의 트래픽 관리

트래픽 관리란 네트워크상에서 패킷이 특정 구간에 집중되어 전체 네트워크에 영향을 미치게 되었을 경우 즉 사용자가 요구하는 망의 자원이나 대역폭이 현재 망의 가용자원(available resource)보다 많아 네트워크의 성능이 떨어지게 될 때 한정된 자원을 효율적으로 전체 네트워크로 골고루 배분함으로써 네트워크 성능의 최적화와 신뢰성 있는 서비스를 제공하는 것을 의미한다.

하지만 노드들의 이동이 빈번한 Ad-hoc 네트워크 환경에서는 각 노드들의 시시각각으로 자신이 제공해주는 트래픽 양을 조절하여 네트워크 환경에 적응적으로 대처하기가 실질적으로 어렵다.

본 절에서는 DSR(Dynamic Source Routing)라우팅 프로토콜을 이용한 Ad-hoc 네트워크에서의 트래픽 기법을 도입한 라우팅 기법에 대해 설명한다.

## III. 제안한 알고리즘

제안한 알고리즘에서의 경로 설정방법은 경로설정과정시 각 노드가 제공하는 트래픽 양을 측정하여 특정노드에서 발생된 트래픽 부하를 고려하여 경로설정을 하기 때문에 기존의 경로설정 과정과 비교해볼 때 네트워크 트래픽 부하 면에서 많은 이점을 얻을 수 있다.

제안한 알고리즘의 경로 설정 과정 중에 생성되는 RREQ와 응답패킷인 RREP을 생성한 노드를 정확히 구별하기 위해서 소스노드에서 생성되는 RREQ와 RREP에는 S(Source)를 붙이고, 목적지노드에서 생성하는 RREQ와 RREP에는 D(Destination)를 붙인다. 또한, 경로 상에 있는 중간노드에서 생성하는 RREQ와 RREP에는 중간 노드를 의미하는 -I(Intermediate)를 붙여서 표시한다.

### 3-1. 경로 발견 과정

소스 노드가 다른 노드와의 패킷의 전송을 원하는 통신의 요구가 있을 때 소스 노드는 그 자신노드의 캐쉬를 검사하여 목적지노드까지의 순방향 경로가 있는지 없는지를 검사한다.<sup>2)</sup>

만약 경로캐쉬를 검사하여 목적지 노드까지의 순방향 경로가 있다면 소스노드는 그 경로를 이용하여 데이터 패킷을 유니 캐스트 한다.

만약 소스 노드가 자신의 캐쉬에서 순방향 경로를 발견하지 못한 경우에는 기존 DSR 라우팅 기법과 같이 소스노드로부터 목적지노드까지의 경로를 발견하기 위해 경로요청패킷 RREQ-S를 네트워크 반경내에 있는 이웃노드들에게 브로드캐스트 시킨다. 이때 이웃 노드들은 RREQ-S패킷을 수신한뒤 노드의 네트워크의 부하량을 제어하는 트래픽 제어과정을 통해 수신한 RREQ-S의 허용여부를 결정하게 된다.

만약 RREQ-S를 전송 받은 수신노드가 현재 자신이 수신한 RREQ-S 패킷을 제공 가능하다면 다음단계를 수행한다. RREQ-S가 노드의 <소스 주소, 요구 식별자> 목록에 포함되어 있는지를 확인하고, 목록에서 발견되지 않으면 브로드 캐스트로 다시 목적지 노드를 향해 브로드 캐스트 시킨다. 목록에서 발견이 된다면 중복으로 수신된 패킷임을 간주하고 패킷을 폐기한다.

소스노드에서 브로드 캐스트 된 RREQ-S 패킷을 목적지 노드가 수신하는 경우 목적지노드는 자신의 캐쉬를 검사하고, 만약 소스노드로의 역방향 경로를 발견한 경우, 그 경로를 이용하여 RREQ-S 패킷의 경로 레코드에 저장되어져 있는 순방향 경로정보 RREP-D 패킷의 경로레코드에 복사 한 뒤 소스 노드로 유니 캐스트 한다. 만약 목적지 노드가 자신의 경로캐쉬에서 소스 노드로 가는 역방향 경로를 발견하지 못한 경우는 소스 노드로까지의 새로운 경로발견 과정을 시작한다. 즉, 순방향 경로정보를 저장하고 있는 RREP-D 패킷을 새로운 역방향 경로정보를 요청하는 RREQ-D 패킷에 피기백(Piggyback)하여 소스노드로 브로드 캐스트 한다.목적지 노드로부터 전송된 RREP-D패킷을 통해 소스노드로부터 목적지노드까지의 순방향 경

로를 알 수 있을 뿐만 아니라, RREQ-D 패킷을 통해서 목적지노드로부터 소스노드까지의 역방향 경로도 알 수 있다.

한편 RREQ-D를 수신한 소스 노드는 RREP-D에 저장되어 있는 순방향 경로를 자신의 경로 캐쉬에 저장하고 RREQ-D에 저장되어 있는 역방향 경로를 RREP-S에 저장하여 순방향 경로를 이용해서 목적지 노드로 유니 캐스트 한다.

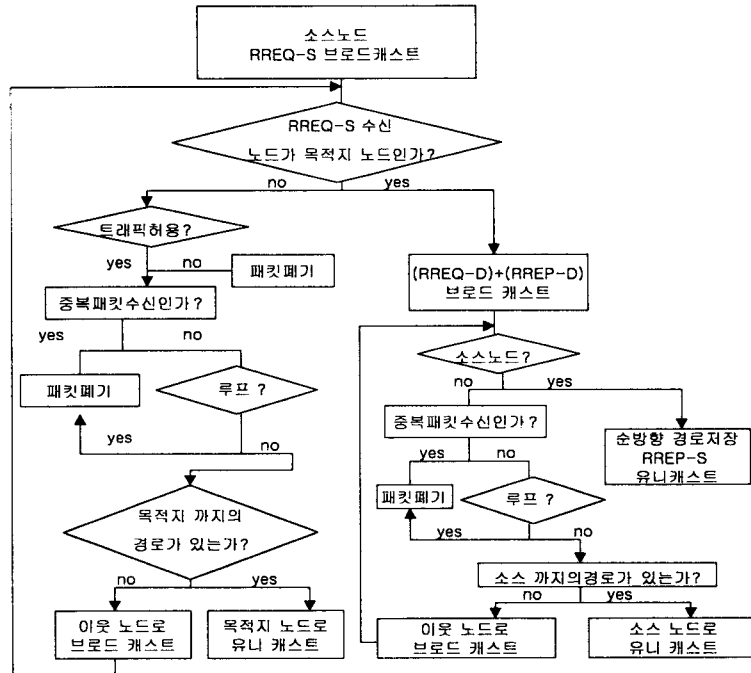


그림 1 트래픽 관리를 이용한 경로발견과정

### 3-2. 경로 유지 과정

제안한 알고리즘에서의 경로유지과정은 양방향 환경임을 가정하에 기존의 DSR라우팅 프로토콜의 경로 유지방식이었던 감청 모드나 link layer 응답 등을 통해 경로상의 노드의 에러가 발생한 노드를 비교적 정확하게 감지하여 재 경로 설정을 할 수 있었던 기존방식대신 단방향 환경임을 고려하여 소스노드에 저장된 경로캐쉬를 통해 소스와 목적지 노드 즉 순방향 경로 상에 주기적으로 헬로우 메시지를 전송한다. 한편 소스노드로부터 전송된 헬로우 메시지를 수신한 목적지노드는 이에 대한 헬로우 응답 메시지를 목적지 노드의 경로캐쉬에 저장된 역방향 경로를 통해서 소스노드로 즉시 전송한다.

목적지 노드로부터 전송된 헬로우 응답 메시지를 받은 소스노드는 일정 시간 내에 헬로우 메시지를 받았는지의 여부를 판단하여 경로의 에러를 결정하게된다.

또한 소스노드가 일정시간이 지나도 목적지 노드로 부터의 응답 확인 헬로우 메시지를 받지 못하면 소스노드는 해당 경로 상에 에러가 발생했음을 인지한다.

제안한 알고리즘에서는 경로에러 발견 시 신속한 경로복구와 경로에 에러가 발생하여 재 경로설정을 하게될 때의 네트워크 부하를 고려하여 최대 3개의 다중경로를 경로캐쉬에 저장하고 있다.

### 3-3. 트래픽 테이블 삽입과정

네트워크의 부하를 측정하기 위해서는 각 노드는 해당되는 데이터 패킷을 수신함과 동시에 다음과 같은 단계를 수행하여 트래픽 테이블에 제공하는 flow를 저장하여 관리하게 된다.

첫째 경로상의 이동 노드가 CBR(Constant Bit Rate)방식으로 공급되어지는 데이터 패킷을 최초로 수신한다면 그 데이터 패킷에 기록되어져 있는 패킷의 소스, 목적지, 그리고 Net\_id(현재 받은 패킷의 노드 주소)를 트래픽 테이블에 삽입한다. 한편 데이터 패킷을 수신하는 시간을 트래픽 테이블 삽입시간으로 기록한다. 마지막으로 현재 받은 flow(흐름)을 노드의 트래픽 테이블에 저장으로서 현재 노드가 한 개의 flow를 제공해주고 있다는 것을 알 수 있게 한다.

둘째 경로상의 이동 노드가 두 번째 이상의 데이터 패킷을 받은 뒤에는 처음 받은 데이터 패킷의 flow와 동일하기 때문에 중복검사를 실행한다. 먼저 트래픽 테이블에 저장된 소스, 목적지, Net\_id을 비교한다. 만약 현재 받은 데이터 패킷의 소스, 목적지, Net\_id와 비교하여 일치하면 테이블 삽입시간을 현재 데이터 패킷을 받은 시간으로 재 설정한다.

셋째 만약 노드가 받은 데이터 패킷이 테이블에 저장되어있는 패킷의 소스, 목적지, Net\_id와 일치하지 않아 트래픽 테이블에 동일한 flow가 없다면 첫 번째와 동일한 과정을 수행하게 된다. 노드는 수신된 데이터 패킷의 소스, 목적지, Net\_id을 트래픽 테이블에 기록한다. 또한 수신된 데이터 패킷시간을 트래픽 테이블 삽입시간으로 설정한다. 마지막으로 현재 받은 패킷의 flow의 수를 증가시킨다.

한편 이동 애드 혹 네트워크상의 보다 정확한 네트워크 부하측정을 위해 각 노드는 감청 모드를 통해 직접 노드를 경유하지는 않지만 노드에 영향을 미치는 flow흐름을 측정할수 있다. 감청 모드를 통해 해당 flow를 트래픽 테이블에 삽입하는 과정은 위에서 나타낸 방식과 동일하다.

제안한 알고리즘에서의 각 노드의 트래픽을 제어하는 트래픽 테이블의 구조는 표 1에 정의하였다.

표 1. 트래픽 테이블의 구조

	기능
D(Destination)	패킷의 목적지 노드 주소
S(Source)	패킷의 전송한 노드 주소
Net_id	패킷을 수신한 현재 노드 주소
Flow	현재 노드가 제공하는 흐름 수

### 3-4. 트래픽 제어과정

각 노드는 자신의 노드가 제공하는 flow뿐만 아니라 감청 모드를 통해 자신의 노드에 영향을 미치는 flow를 노드의 트래픽 테이블에 저장함으로써 보다 정확한 네트워크 부하량을 측정 할 수 있다.

각 노드는 트래픽 테이블을 통한 네트워크 부하량 측정을 통해 특정 노드로의 네트워크 부하의 집중을 막을 수 있고 동시에 네트워크 부하량을 다른 경로로 분산시킴으로써 전체 네트워크 시스템의 성능의 향상을 얻을 수 있다

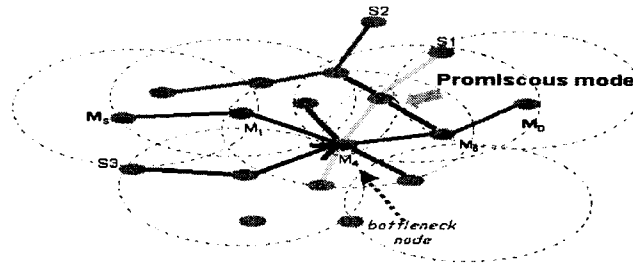


그림 2. 트래픽 제어과정

그림 2는 중간 노드 M4의 입장에서 바라본 트래픽 테이블을 통한 트래픽 제어과정을 나타내고 있다. 그림 2에서 노드 M4를 통해 현재 S노드에서 S2노드로 향하는 경로, MS노드에서 MD노드로 향하는 경로가 모두 M4노드를 통해 서비스 되어지고 있다. 이들 경로 뿐만 아니라 7노드에서 8노드로 향하는 데이터경로도 노드 M4의 트래픽 테이블에 저장된다.

노드 M4는 이들의 데이터 흐름 뿐만 아니라 1 - M5로 향하는 데이터흐름을 감청 모드로 수신하게 된다. 감청 모드를 통해 이들 데이터 흐름을 트래픽 테이블에 저장할 한다.

노드 M4는 트래픽 테이블을 통해 현재 자신의 노드가 네트워크 안에서 얼마만큼의 경로 흐름을 제공해주는지를 판단하는 트래픽 제어를 함으로써 S3를 소스로 가지는 RRRQ-S이 노드 M4를 향하여 전송되었을 경우 노드 M4는 트래픽 제어 과정을 통해 현재 자신의 노드가 이 경로의 흐름을 제공 해줄수 있는지를 결정하게 된다. 결국 노드 M4는 RRRQ-S를 폐기함으로써 노드 M4를 경유하지 않고 다른 경로로 우회함으로써 네트워크 내에서의 전체 네트워크로의 트래픽 분산과 네트워크 부하의 감소를 가능하게 한다. 이러한 네트워크 트래픽 부하의 분산은 소스와 목적지 노드 사이에 다중 경로가 보다 많이 존재 할 경우에 네트워크의 부하를 전체 네트워크 경로 상에 골고루 분산 시킴으로써 큰 효과를 얻을수 있다.

#### IV. 성능평가 및 결과

본 논문에서는 성능평가를 위해 미국 버클리 대학, 남가주 대학 그리고 카네기멜론 대학에서 개발한 NS-2 네트워크 시뮬레이터를 사용하였다. 하드웨어로는 700MHz 펜티엄 III, 128MB RAM, 20GB 하드디스크를 갖춘 PC를 사용하였다.

성능평가를 위해 노드의 정지 시간 간격 차를 이용하여 6가지 패턴을 조합한 시나리오를 가지고 시뮬레이션 하였다. 비교 방식은 네트워크 부하가 많이 발생하는 환경 하에서 트래픽 관리를 사용하지 않은 기존환경과 네트워크 부하를 고려하는 트래픽 관리 환경을 나누어 평가하였다.

제안한 알고리즘에 대한 성능 비교 파라미터는 경로 설정에 사용되는 제어패킷인 RREQ, 그리고 경로유지에 사용되는 헬로우 메시지의 패킷양을 더한 전체 네트워크 부하량을 트래픽 관리를 한경우와 하지 않은 경우로 나누어 비교 분석하였다. 또한 모든 성능평가를 위해 사용된 시뮬레이터의 시간은 각 노드 정지 시간에 따라 상관없이 900초로 동일하게 설정하였다.

표2는 실제 시뮬레이션에 사용된 파라미터 값을 보여주고 있다.

표 2. 시뮬레이션 파라미터 값.

Parameter	Value
Transmitter	250m
Bandwidth	2Mbit
Simulation Time	900s
Number of Node	50
Pause Time	0,30,120,300,600,900
Traffic Type	Constant Bit Rate
Packet Rate	8packet/s
Number of flow	30

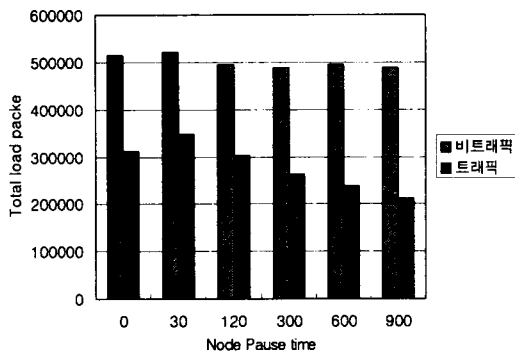


표 3. 전체 부하패킷의 비교.

노드정지시간	비트래픽	트래픽
0	516346	312136
30	522332	348460
120	494908	302563
300	488204	262945
600	495086	238788
900	487800	211587

그림 3. 전체 부하패킷의 비교

그림 3은 노드의 이동도(0,30,120,300,600)에 따른 트래픽관리를 한 경우와 비트래픽 관리를 한 경우의 부하패킷의 양을 나타내고 있다. 먼저 노드정지시간 0초에서는 비트래픽을 한 경우의 부하패킷은 총 516,346개의 패킷을 나타내고 있고 트래픽 관리를 한 경우의 부하패킷은 312,136개로써 약 200,000개의 부하패킷의 감소를 보여주고 있다.

노드 정지시간 30초에서의 비트래픽을 한 경우의 부하패킷은 총 522,332개로써 트래픽 관리를 한 경우의 262,945개와 비교해볼 때 약 230,000개의 부하패킷의 감소를 나타내고 있다.

노드 정지시간 600초에서의 비트래픽을 한 경우의 부하패킷은 총 495,086개로써 트래픽 관리를 한 경우의 238,788개와 비교해 볼 때 약 260,000개의 부하패킷의 감소를 나타내고 있다.

시뮬레이션 900초의 시간동안 한번도 노드의 움직임이 없는 정지시간 900초에서의 비트래픽관리를 하였을 경우 총 부하패킷의 양은 487,800개로써 트래픽관리를 하였을 때의 211,587개인 경우와 비해볼 때 약 270,000개의 부하패킷의 감소를 보였다.

노드 정지시간 900초에서의 부하패킷의 감소는 다른 노드 정지시간보다 많은 양의 부하패킷의 감소를 볼수 있다. 부하 패킷의 양이 많은 감소를 보인 이유는 노드의 이동도가 적은 환경일수록 트래픽 관리를 보다 효율적이고 적응적으로 대처함으로써 이동 애드 혹 네트워크에서의 트래픽 혼잡을 줄이고 특정한 노드에 밀집되어있는 네트워크부하의 양을 감소시켰기 때문이다.

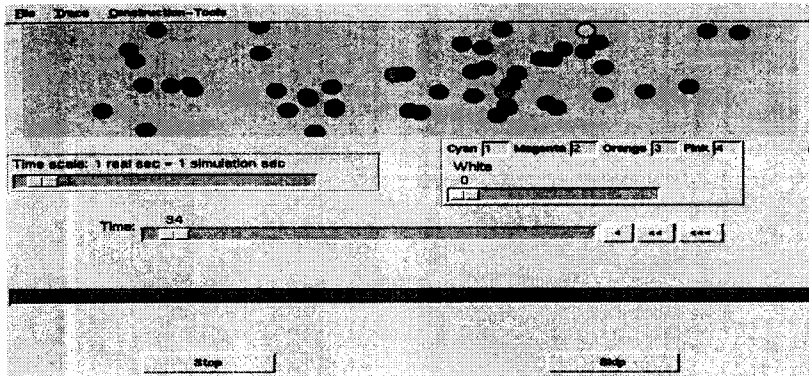


그림 4. ad-hockey를 이용한 시뮬레이션

그림 4는 제 안한 알고리즘을 그래픽 뷰어인 ad-hockey를 통해 전체 50개의 노드중 특정 4개의 노드가 색깔로 구별되어 나타나며 정지시간 0초에 네트워크 반경 1500x300[m] 1초에 8개씩 CBR 방식으로 전송되는 결과를 나타낸다

## V. 결 론

본 논문에서는 트래픽 관리를 지원하는 DSR 라우팅 프로토콜을 이용하여 이동애드 후 네트워크상의 특정노드로 집중되는 네트워크 부하를 전체 네트워크로 골고루 분배함으로써 전체네트워크 시스템의 성능을 향상시키는 DSR 라우팅 프로토콜을 이용한 Ad-hoc 네트워크에서의 트래픽 관리 알고리즘을 제안했다.

전체적으로 트래픽 관리 지원형 서비스를 통하여 특정노드로 집중되어 전체적인 성능을 감소시킴으로써 네트워크의 부하를 줄이고 전체 네트워크로 골고루 분산시킴으로 인해 경로유지에 사용되는 헬로우 패킷과 경로에 사용되는 RREQ 패킷양의 감소로 인해서 전체 네트워크 부하량의 감소를 얻을 수 있었다.

특정 패킷의 전송을 위해 다른 자원의 전송을 제한함으로써 특정 패킷의 우선순위로 인한 전체 네트워크의 성능의 감소를 보이는 QoS와는 달리 트래픽 관리는 한정된 자원을 효율적으로 배분 활용하여 전체적인 시스템의 향상을 이룰 수 있다는 점에서 주목 할만 하다.

이는 주어진 자원을 최대한 도로 활용함으로써 네트워크의 효율적이고 신뢰성 있는 전송의 서비스를 제공할 수 있기 때문에 가능하다.

한편 트래픽 관리를 보다 효과적으로 지원하기 위해서는 네트워크의 환경자체가 트래픽의 혼잡이나 네트워크의 부하가 많은 환경일수록 더욱더 효율적인 방법이 될 수 있다고 평가되었다. 하지만 이동 애드후 네트워크상에 경로 상의 노드들의 빈번한 이동으로 인한 경로 에러가 빈번하게 발생한다면 진정한 의미의 트래픽 관리는 매우 어려운 것으로 나타났다.

## 참고문헌(또는 Reference)

- [1] Tony Larsson, and Nicklas Hedman, "Routing Protocols in Wireless Ad-hoc Networks : A Simulation Study," Master's thesis, Lulea University of Technology, Stockholm, 1998.
- [2] R. Pandya, and et al., "IMT-2000 standard: Network aspects," IEEE Pers. Commun., pp.20-29, Aug, 1997.