디지털산업정보학회 논문지 제10권 제4호-2014년 12월

Sparse M2M 환경을 위한 DTMNs 라우팅 프로토콜*

왕 종 수** · 서 두 옥***

Sparse DTMNs routihg protocol for the M2M environment

Wang, Jong Soo · Seo, Doo Ok

〈Abstract〉

Recently, ICT technology has been evolving towards an M2M (Machine to Machine) environment that allows communication between machine and machine from the communication between person and person, and now the IoT (Internet of Things) technology that connects all things without human intervention is receiving great attention. In such a network environment, the communication network between object and object as well as between person and person, and person and object is available which leads to the sharing of information between all objects, which is the essential technical element for us to move forward to the information service society of the era of future ubiquitous computing.

On this paper, the protocol related to DTMNs in a Sparse M2M environment was applied and the improved routing protocol was applied by using the azimuth and density of the moving node in order to support a more efficient network environment to deliver the message between nodes in an M2M environment. This paper intends to verify the continuity of the study related to efficient routing protocols to provide an efficient network environment in the IoT and IoE (Internet of Everything) environment which is as of recently in the spotlight.

Key Words : Machine to Machine, Internet of Things, Delay Tolerant Networks, Routing Protocol, ONE Simulator

Ⅰ. 서론

지금까지 인터넷은 사람과 사람 사이의 통신 위주로 운용 되었다. 하지만 이제는 사람이 중간에 끼지 않아도 모든 사물(Things)사물끼리도 통신을 할 수 있게 된다. 그것이 바로 사물인터넷(IoT, Internet of Things)의 가장 근본적인 개념이다. 만물인터넷(IoE, Internet of Everything), 혹은 M2M(Machine To Machine)이라는 용어로도 쓰이는 사물인터넷이 ICT(Information Communication Technology)기술의 중심 기반 기술로 주목 받고 있다. 연산, 통신 및 네트

* 이 논문은 2013년도 서일대학 학술연구비의 지원에 의해 연구되었음

** 서일대학 인터넷정보과 교수
*** 광운대학교 컴퓨터과학과 박사과정

워킹 기능이 가능한 소형장치들은 정보화 기기뿐만 아니라 계량기, 온도계와 같은 일반적인 사물에도 부착될 수가 있다. 사물에 부착된 이러한 소형 장치들은 사물의 정보를 자동으로 획득하게 해주거나 사물간의 통신 네트워크를 통해 정보의 상호 공유가 가능해진다. 이러한 네트워크 환경에서는 사람 대 사람, 사람 대 사물뿐만 아니라 사물 대 사물간의 통신 네트워크가 가능해져 모든 객체간의 정보 공유가 가능해지며 이는 미래 유비쿼터스 정보 서비스 사회로 진화하기 위한 필수적인 기술 요소라 할 수 있을 것이다[1].

지금 세계는 IoT/M2M을 국가 경쟁력 확보의 수단으로 고려하고 정책적으로 기술개발 및 IoT 보급에 따른 개인의 프라이버시 문제 등을 해결하기 위한 노력을 기울이고 있다. 국내에서도 M2M/사물지능 통신 서비스를 녹색성장 및 기후 변화 대응을 위한 중요 기술로 인지하고 이를 정책적으로 육성·보급하려는 노력을 진행하고 있다. M2M/사물지능 통신 기술이 더욱 더 발전할수록 네트워크에 연결되는 사물들은 우리 주변에 더욱 더 다양해질 것이며, 특정 분야에서는 이미 관련 서비스가 그 모습을 나타내기 시작하고 있다. 시간이 지날수록 네트워크에 연결되는 사물들의 수는 누구도 예측할 수 없을 정도로 빠르게 증가할 것이고 이를 이용한 스마트 모바일 서비스는 우리가 전혀 예상하지 못하는 형태로 우리에게 다가올 것이다.

M2M 통신은 주로 국소지역을 대상으로 하는 센서 및 RFID 네트워크에서 출발하였으나, 점차 응용의 목적 및 특성이 다양해짐에 따라 각종 유/무선 네트워크가 M2M 통신에 이용될 수 있다. M2M으로 통신되는 데이터의 속성에 따라 실시간적으로 모니터링이 필요한 서비스는 'Always-on' 형태의 서비스와 간헐적 또는 이벤트 발생 시 데이터 통신을 하는 'Sparse' 형태의 서비스로 구분할 수 있다[2].

본 연구에서 Sparse M2M 환경에서 DTMNs를 적용하여 본격적인 M2M 도입 과정에서 좀 더 효율적인 네트워크 환경을 구축함으로써 서비스의 극대화를 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 간략한 서론에 이어, Ⅱ장에서는 DTMNs 라우팅 프로토콜과 사물지능통신(M2M/IoT)과 관련된 연구에 대해 알아보고, Ⅲ장에서 Sparse M2M 환경에서 노드의 방위각과 밀집도를 이용한 개선된 라우팅 알고리즘을 설명한다. 마지막으로 Ⅳ장에서는 결론 및 향후 연구되어져야 할 내용들을 논한다.

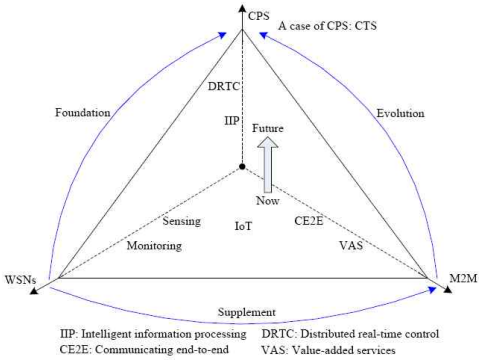
Ⅱ. 관련 연구

인터넷과 같은 구조에서 고유하게 식별되는 객체, 물건, 그리고 가상 표현의 의미 용어인 IoT(사물 인터넷)는 1999년에 제안되었다. IoT는 이기종 접속, 정보처리, 응용 프로그램 및 서비스, 보안 및 개인 정보 보호와 같은 몇 가지 추가 구성 요소를 포함하는 네 가지 주요 구성 요소가 있다. 기본적으로 센서 네트워크에서 M2M 및 CPS(Cyber-Physical Systems)는 무선 센서 네트워크에 속하고, M2M 이외의 다른 모든 요소는 IoT에 속하며, CPS는 WSNs에 기반하여 M2M의 점진적인 기술 발전을 필요로 한다.

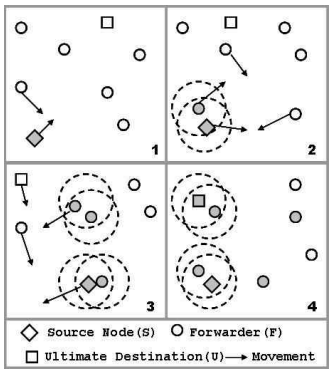
<그림 1>은 M2M, 무선 센서 네트워크, CPS, 그리고 IoT 간의 상관관계를 보여준다. 세 축 (즉, CPS, 무선 센서 네트워크 및 M2M)에 의해 형성된 공간은 다양한 응용기술로 발전되고 있으며, 시간이 지남에 따라 무선 센서 네트워크 및 M2M의 발전은 CPS의 광범위한 응용 프로그램 개발을 촉진할 것으로 사료된다[3].

2.1 DTMNs 라우팅 프로토콜

DTMNs(Delay Tolerant Mobile Networking)의 개



<그림 1> M2M, WSNs, CPS, 그리고 IoT 간의 상관 관계[3]



<그림 2> DTMNs에서의 메시지 전달 과정[4]

넘은 네트워크에서 모든 노드들은 이동하고, 네트워크에서 두 노드 간에 종단 간 경로는 존재하지 않는다고 가정한 DTNs(Delay-tolerant networking)의 특수한 범주이다. 이러한 환경에서 노드의 산재성과 이동성 때문에 각 노드는 전형적인 DTNs 구조에 관하여 "region"이라고 본다. 유사하게 각각의 노드는 DTN 게이트웨이처럼 메시지 전달을 위하여 overlay bundle 구조 형태로 동작을 한다[4].

DTMNs에서는 노드에 관하여 기본적인 두 가지 가정을 하게 된다. 첫 번째로 노드들은 무계획적(blind)이다. 다시 말하면 네트워크에서 노드들은 다른 노드들의 상태, 위치 또는 이동 패턴에 관한 어떠한 정보도 가지고 있지 않다. 두 번째로 노드들은 자율적(autonomous)이다. 각 노드는 자체적으로 독립적인 제어를 한다.

DTMNs에서는 무계획적이고 자율적이라는 가정 아래에서 메시지 교체와 전달을 위하여 대부분 Flooding 기법을 이용한다.

<그림 2>는 송신 노드로부터 수신 노드까지 패킷을 전달하고자 할 때 이웃 노드들을 통한 패킷 전달 과정을 나타낸 그림이다. DTMNs 라우팅 프로토콜 종류에는 가장 대표적인 프로토콜인 Epidemic 라우팅 프로토콜과 이를 기반으로 좀 더 효율적인 알고리즘으로 수정된 Spray and Wait 라우팅 프로토콜이 있다. DTMNs 라우팅 프로토콜 중에서 가장 기본적인 프로토콜인 Epidemic 라우팅 프로토콜은 네트워크를 구성하는 노드들의 이동 노드들마다 서로가 가진 메시지의 인덱스 정보를 교환하여 상대방이 보유하고 있지 않은 메시지를 전달하는 방식이다. Epidemic 라우팅 프로토콜은 메시지 전송을 위해 송신 노드로부터 수신 노드까지 전체 경로를 처음부터 설정하는 과정을 진행하지 않고, 이웃하고 있는 주변 노드들(carrier)을 저장 후 전달방식(store & forwarding)으로 최종 목적지까지 패킷을 전달한다.

Epidemic 라우팅 프로토콜의 문제점은 접촉하는 모든 노드에게 메시지를 전달하기 때문에 전달 성공률은 높으나 부하가 심하고, 무선 접속 시 충돌 확률 증가로 인한 패킷손실이 발생할 수 있다[5]. 또한 이동 중인 노드들이 주변에 있는 모든 노드들에게 자신이 보유한 메시지의 복사본을 수시로 전달하므로 네트워크상에서 불필요한 패킷을 너무 많이 생성하게 된다는 것이다. 이로 인하여 전체적인 네트워크 환경에서 트래픽량이 증가하게 됨으로써 이동 중인 모든 노드들마다 거대한 버퍼 관리에 따르는 문제점이 발생하게 된다.

이러한 Epidemic 라우팅 프로토콜의 문제점을 개

선하기 위해 제안된 알고리즘이 Spray and Wait 라우팅 프로토콜이다. Spray and Wait 라우팅 프로토콜은 각 노드마다 패킷의 전체 복사본의 수를 L값으로 제한한다. 또한 패킷의 전달을 위해 spray phase와 wait phase의 두 가지 상태를 정의하고 있다. spray phase는 모든 이동 노드가 전송 범위 내에 있는 노드에게 자신이 보유한 패킷을 Epidemic 라우팅 프로토콜의 축적전달방식과 동일하게 주어진 복사본 수만큼 패킷을 전달하는 과정이며, wait phase는 해당 패킷의 최대 복사본 수인 L값이 1이 되면 새로운 이동 노드가 전송 범위 안에 있더라도 해당 패킷을 전달하지 않고 최종 목적지 노드를 만날 때까지 보유하고 있는 상태를 말한다. 각 노드마다 이웃하고 있는 노드들에게 패킷을 전달할 수 있는 값을 제한함으로써 기존 Epidemic 라우팅 프로토콜이 가지고 있던 문제점인 네트워크상에 불필요한 패킷이 발생되는 것을 방지할 수 있다[5].

Spray and Wait 라우팅 프로토콜은 고정된 L 값만큼 재전송을 수행하기 때문에 부하가 일정하고, 전달 성공률이 양호하다는 장점이 있지만, 노드의 이동성에 따라 성공률이 저하될 수 있고 패킷의 확장범위가 제한적이라는 단점이 있다[6].

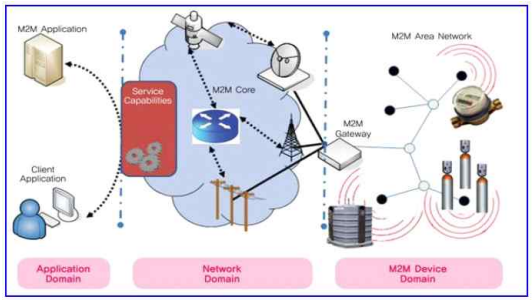
3.2 사물지능통신(M2M)과 IoT(Internet of Things)

M2M은 Machine to Machine의 약자로 사물지능통신이라고도 한다. M2M은 IoT라는 개념이 나오기 전의 패러다임으로 본질적으로 동일하다고 할 수 있다. 이러한 M2M은 유무선 상의 디바이스들이 다양한 통신방식을 통해 상태 및 위치, 제어 정보와 같은 데이터를 서로 주고받는다는 수동적인 개념에 머문다. 좀 더 넓은 관점으로는 수집된 정보 데이터를 분석, 가공하고 분석된 정보를 바탕으로 다양한 스마트 서비스들을 제공하는 영역까지 포함한다고 볼 수 있다[7]. IoT는 여기에서 더 발전하여 연결 주체가 단순 기계에서 환경 중심으로 확대되었다고 할 수 있다. 모든 사물이 스스로 정보를 생성, 공유, 센싱, 네트워킹, 정보처리 등의 상호작용을 통해 '지능적 관계'를 가질 것이라 예측할 수 있다.

IoT는 사물들이 향상된 컴퓨팅 능력과 상황인식 능력, 그리고 전원 공급의 독립성 등을 확보하게 되고 새로운 정보에 접근할 수 있게 되면 세상의 모든 만물이 상호 밀접하게 연결되어 프로세스를 중심으로 연결된 수많은 사람들과 사물, 그리고 데이터가 다시 프로세스간의 연계를 통해 수십 억 또는 수 조개가 연결될 수 있는 네트워크들의 네트워크 개념인 만물인터넷(IoE: Internet of Everything)으로 발전하게 되고, 궁극적으로는 인간을 중심으로 사물, 데이터, 프로세스, 시간과 공간, 지식 등의 지구와 인류 문명의 모든 요소가 상호 연결되는 만물지능인터넷(IIoE: Intelligent IoE)으로 발전하여 초연결사회의 핵심기술이 될 전망이다. 현재는 약 100 ~ 150억 개의 사물(RFID태그 제외)이 인터넷에 연결되어 있고, 2020년까지 200~700억 개로 그 수가 증가할 것으로 전망되며, 만물인터넷에 의해 향후 10년간 7.2~14.4조 달러의 경제적 효과가 창출될 것으로 기대된다[7].

시장 조사기관인 IDC에 따르면 2015년까지 모든 연결 가능한 디바이스 중 33% 이상을 M2M 디바이스가 차지할 것이라고 한다. 이미 10억대 이상의 M2M 디바이스들이 센서기기, 스마트미터, 산업 제어 시스템, 스카다 장비, 비디오 감시 카메라, POS 단말, 스마트 빌딩 등에 적용되고 있는 상황이다.

<그림 3>은 M2M의 아키텍처 및 구성요소를 나타낸 그림으로, M2M은 크게 세 가지의 도메인으로 나눌 수 있다. M2M 디바이스 도메인, 어플리케이션과 디바이스 사이의 데이터 전송을 담당하는 네트워크 도메인, 그리고 마지막으로 전송된 정보를 기반으로



<그림 3> M2M의 아키텍처 및 구성요소[7]

서비스를 제공하거나 소비하는 어플리케이션 도메인으로 이루어진다[7].

Ⅲ. Sparse M2M 환경을 위한 DTMNs 라우팅 프로토콜

실시간적으로 모니터링이 필요한 서비스가 아닌 간헐적 또는 이벤트 발생 시 데이터 통신을 하는 Sparse M2M 환경에서 기존 'Store and Forward' 방식의 DTMNs 라우팅 프로토콜을 적용함으로써, M2M 디바이스에서 수집된 데이터나 제어 정보의 송수신과 관련된 신뢰성 향상을 꾀할 수 있을 것이다.

3.1 노드의 방위각에 따른 메시지 전달

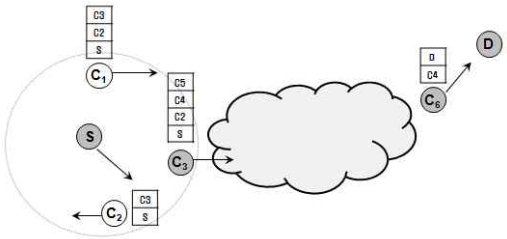
Sparse M2M 환경은 DTMNs 환경과 유사함으로 기존 DTMNs에 적용하기 위해 제안된 LCN(Largest Common Neighbor Protocol) 알고리즘을 적용할 수 있을 것이다. <그림 4>는 LCN(Largest Common Neighbor Protocol) 알고리즘에 대한 의사코드이며, 각 노드의 방향성 정보와 인접 노드 리스트에 기반하여 동작하도록 설계된 라우팅 프로토콜이다. 이동 중인 각 노드들은 각각의 메시지 종류, 노드의 이동 방향 정보 및 인접 이웃 노드의 정보를 교환한다. 또한 교환 할 메시지가 있을 경우 메시지 최대 복사본 수인 L 값을 나눠 갖는다.

```
Type SourceNode =
   record
      NodeId, NodeType, Speed, Path, Hop_Count;
      DistanceVector : Information Table
   end
Global var
   InfomationTable : Information Table of Neighbor Node
                     for Path_Create
Procedure Table_Construction
   do
      if N received from node S
         Add S' s distance to N' s DistanceVector;
         Send N' s Neighbor Node;
      fi;
   od;
Procedure Path_Create and Message_Send
   do
      if D received from node N
         Add N' s distance to D' s DistanceVector;
         Send D' s InformationTable Path to Source;
       fi;
      if N received from node N
         Stop Forwarding InforamtinTable
      fi;
      if S received from N
         Send Message to Destination Node;
      fi;
   od;
```

<그림 4> LCN(Largest Common Neighbor Protocol) 라우팅 알고리즘

Sparse M2M 환경에서 이동 중인 노드들은 LCN 라우팅 알고리즘에 의해 다음과 같이 동작한다. 첫 번째 과정은 이동 중인 노드들이 일정한 간격으로 이웃 노드들과 주기적인 비콘(Beacon) 메시지를 주고받으면서 각 노드의 진행방향과 전송 범위 안에 있는 이웃 노드들의 수에 대한 리스트 정보를 주고받는다. 두 번째 과정은 이동 중인 중간 노드들을 만났을 경

우 보유하고 있는 메시지의 종류와 인접한 노드들의 진행 방향 그리고 공동 이웃 노드 수에 대한 정보를 서로 교환하게 된다. 마지막 과정으로 인접한 노드들과 중복되지 않은 메시지를 주고받고 각 노드의 방향성 정보와 이웃 노드 수에 기반 하여 계산된 값에 따라 최대 메시지 복사 수 L 값을 교환하게 된다.



<그림 5> LCN 알고리즘의 메시지 전달 과정

<그림 5>는 송신 노드(S : Source)로부터 수신 노드(D : Destination)까지 패킷을 전달하고자 할 경우 이동 노드의 방향성과 최대 공동 이웃 노드 수에 대한 정보를 기반으로 기존 Spary & Wait 라우팅 프로토콜을 수정하여 제안된 LCN 라우팅 프로토콜의 메시지 전달 과정을 묘사하고 있다. 송신 노드 S는 이웃 노드 C_1, C_2, C_3 중 목적지 노드 D와 방향성이 유사하고, 가장 많은 이웃 노드를 가지고 있는 C_3 노드에게 자신이 가지고 있는 최대 복사본 수인 L 값을 할당한다. 또한 이동 중인 노드 C_3는 목적지 노드와의 방향성과 인접 리스트 수를 기반으로 하여 주변 노드들에게 더 많은 L 값을 분배하는 과정을 중간 노드들을 통하여 진행하여 최종 목적지 노드(D)에게 메시지를 전달한다. 이를 통하여 이동 중인 노드들이 기존 Epidemic 라우팅 프로토콜과 Spray and Wait 라우팅 프로토콜보다 메시지를 전달하는 과정에서 불필요한 메시지 발생 횟수를 줄일 수가 있다.

3.2 실험 환경 구축 및 성능 평가

본 논문에서 Sparse M2M 환경에서 LCN 라우팅 프로토콜의 적용을 위한 검증을 위하여 성능 평가는 핀란드 헬싱키 대학에서 개발한 DTNs 전용 시뮬레이터인 The ONE(The Opportunistic Network Environment Simulator) Simulator를 사용하였으며, 1,000m * 1,000m 크기의 구역에서 이동 중인 100개 노드 간의 주기성을 확인하는 실험을 하였다.

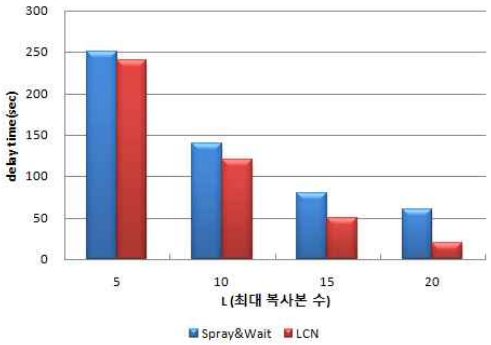
<표 1> 성능 평가를 위한 실험 환경

설정변수(parameter)	설정 값(Value)
Number of Nodes	100
World Size	1,000m * 1,000m
Simulation Time	1hr, 3hr
Buffer Size	5 M
TTL	60 minutes
Movement Model	Shortest Path Map Based Movement

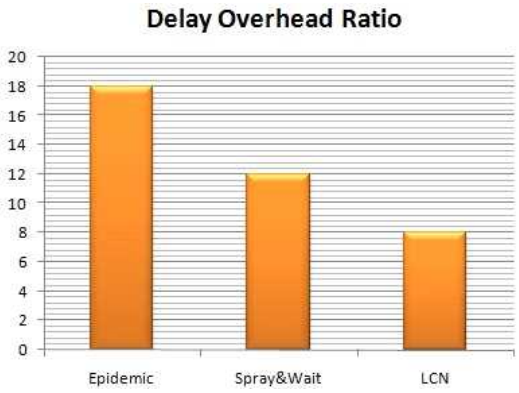
<표 1>은 성능평가를 위한 실험 환경 값들이며, 실험에서의 이동성 모델은 시뮬레이터에서 지원하는 Shortest Path Map Based Movement 모델을 사용하였다. 이때 노드의 수는 100, 노드들의 버퍼 크기는 5M로 고정하였다[8-9].

<그림 6>은 Spray&Wait 프로토콜과 수정된 LCN(Largest Common Neighbor) 프로토콜의 지연시간에 따른 L 값 분배와 관련된 성능 평가를 비교한 것이다. 전달 지연율은 네트워크 내에서 메시지가 목적지에 전송되는데 걸리는 지연을 의미하며, 적은 지연시간을 갖는 네트워크가 임의의 한 메시지가 전달되는데 걸리는 시간이 더 적다는 것을 의미한다.

성능 평가 결과, 이동 노드의 최대 복사본 수 L 값이 적을 경우에는 두 가지 프로토콜 간의 지연시간(delay time) 차이는 별로 나타나지 않았으나, 최대



<그림 6> Spray&Wait 프로토콜과 수정된 LCN 프로토콜의 지연 시간에 따른 L값 분배



<그림 7> Sparse M2M 환경에서 Epidemic과 Spray&Wait 그리고 LCN 프로토콜의 지연 오버헤드율

복사본 수가 증가함에 따라 두 프로토콜간의 지연 간차에서 상이하게 나타남을 알 수가 있었다. 최대 복사본 수 L 값을 20개까지 늘렸을 경우 Sparse M2M 환경에서 LCN 라우팅 프로토콜이 명확하게 지연 시간에서 효율적임을 알 수 있다.

<그림 7>은 Sparse M2M 환경에서 Epidemic 라우팅 프로토콜과 메시지 최대 복사본 수(L)를 제안한 Spray and Wait 라우팅 프로토콜 그리고 이를 수정하여 제안된 LCN 프로토콜간의 오버헤드율 측면에서 비교한 그래프이다.

오버헤드율은 불필요한 메시지 전달 과정을 나타낸 것으로, 오버헤드율이 적을수록 한 메시지를 전달하는데 적은 전달 과정을 거친다는 의미이며, 기존 Spary and Wait 라우팅 프로토콜을 수정하여 제안된 LCN 라우팅 프로토콜을 적용하였을 때, 기존 Spray and Wait 라우팅 프로토콜 방식보다 오버헤드율이 약 30% 이상 현저하게 줄어들었음을 알 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 극단적인 네트워크 환경을 위한 DTMNs 라우팅 프로토콜인 Spray and Wait 라우팅 프로토콜을 노드의 방위각과 밀집도에 기반하여 정보를 활용하는 알고리즘으로 개선하여 제안된 LCN (Largest Common Neighbor Protocol) 라우팅 프로토콜을 Sparse M2M 환경에 적용해 보았다. 이동 중인 노드들에게 단순 메시지 복사의 최대치인 L 값만을 정의한 Spray and Wait 라우팅 프로토콜과 비교하여, 각 노드들 간에 메시지 전송 지연 시간과 오버헤드율을 좀 더 개선시킬 수 있음을 보이고 있다. 이를 통하여 기존 Sparse M2M에서 네트워크에 불필요하게 발생되는 패킷들의 문제점을 감소시킴으로써 각 노드의 버퍼 관리 문제를 향상 시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

최근 ICT 분야에서 M2M/IoT를 국가 경쟁력 확보의 수단으로 고려하고, 정책적으로 기술개발 및 IoT 보급에 여러 가지 노력을 기울이고 있다. 이제는 단순히 기계와 기계들끼리 정보를 주고받는 M2M에서 모든 사물이 스스로 정보를 생성하여 주고받는 상호작용을 통한 IoT 영역으로 확대되고 있다. 또한 M2M/IoT 수준을 넘어서 세상 모든 것이 인터넷에 연결돼 실시간에 가깝게 긴밀하게 상호작용할 수 있는 IoE(Internet of Everything) 시대를 향하고 있다. 결국 이 세상 모든 것들이 스스로 자신의 데이터를

주고받을 수 있는 네트워크 세상이 펼쳐지고 이에 따른 보안 또한 중요해지고 있다.

향후 연구 계획으로는 이 세상 모든 것들 즉, 노드들이 어떻게 메시지를 좀 더 효율적으로 주고받을 수 있는지를 본 논문에서 접근한 LCN 라우팅 프로토콜 등과 같이 좀 더 효율적인 알고리즘을 수정 보완하여 M2M/IoT 그리고 IoE 시대로의 확장 방안을 연구해 보고자 한다.

참고문헌

[1] 이창열, 홍한국, "사물통신에서 메시지 프로토콜 기술 연구," 한국통신학회논문지, Vol. 35 No1, 2010 01. pp. 53-61.

[2] 김동규, 김형종, 홍대식, "3GPP M2M 통신을 위한 기술 및 발전 방향," 한국통신학회, September 2011, pp. 21-28.

[3] Min Chen, Jiafu Wan and Fang Li, "Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards and Applications," KSII Transactions on Internet and Information Systems Vol. 6, No. 2, Feb 2012.

[4] K. Harras and K. Almeroth, "Transport Layer Issues in Delay Tolerant Mobile Networks," IFIP Networking Conference, Coimbra, PORTUGAL, May 2006.

[5] A. Vahdat and D. Becker, "Epidemic Routing for Partially-connected Ad hoc Networks," Technical Report CS-2000-6, Duke University, July, 2000.

[6] T. Spyropoulos, K. Psounis, and C. S. Raghavendra, "Spray and Wait: An Efficient Routing Scheme for Intermittently Connected Mobilie Networks," ACM Workshop on Delay Tolerant Networking, pp. 252-259, Aug, 2005.

[7] 김동일, "M2M 기술 구현을 위한 주요 고려사항 및 사례," Embedded News, November 2012.

[8] The Opportunistic Network Environment simulator, The ONE, http://www.netlab.tkk.fi/tutkimus/dtn/theone.

[9] Ari Keränen, Jörg Ott and Teemu Kärkkäinen, "The ONE Simulator for DTN Protocol Evaluation," SIMUTools'09, 2nd International Conference on Simulation Tools and Techniques. Rome, March 2009.

■ 저자소개 ■

왕 종 수
Wang, Jong Soo

1998년 3월~현재 서일대학 인터넷정보과 교수
2003년 9월 광운대학교 컴퓨터과학과 박사과정 수료
1993년 3월 광운대학교 전자계산학과 이학석사
1984년 3월 중앙대학교 전자계산학과 이학사
1995년 3월~1998월 2월 세우시스템 기술연구소 연구실장

관심분야 : u_Healthcare, USN, WBAN
E-mail : jswang@seoil.ac.kr

서 두 옥
Seo, Doo Ok

2006년 8월 광운대학교 컴퓨터과학과 박사과정 수료
2004년 2월 광운대학교 컴퓨터과학과 공학석사
2002년 2월 광주대학교 컴퓨터학과 공학사

관심분야 : M2M/IoT, DTNs
E-mail : clickseo@kw.ac.kr

논문접수일: 2014년 11월 14일
수 정 일: 2014년 11월 28일
게재확정일: 2014년 12월 5일