

M2M 통신에서의 효율적인 자원할당을 위한 스케줄링 방안

이순식*, 송민섭**, 장종욱**

*LG U+, **동의대학교 컴퓨터공학과

e-mail:4889@lguplus.co.kr* seobejj@deu.ac.kr** jwjang@deu.ac.kr**

A Method of scheduling for the efficient resource allocation in the M2M communication

Sun-Sic Lee*, Min-Seop Song**, Jong-Wook Jang**

*LG Uplus, **Dept of Computer Engineering, Dong-Eui University

요 약

사물지능통신(Machine to Machine, M2M) 기술이 부각됨에 따라, 기존의 통신에 비해 사용되는 단말의 수가 점점 증가하고 있다. 따라서 다수의 단말로부터 전송하는 데이터가 이동통신 네트워크를 이용함에 있어 트래픽이 한계상황에 도달하여 원활하지 못한 통신망 운용을 초래할 수 있다.

본 연구는 M2M 통신 시 사용하게 될 이동통신망에 대한 효율적인 자원할당에 대한 스케줄링 방안을 제시한다. 이러한 스케줄링 방안은 트래픽이 급증하게 된 네트워크 망에서 우선적으로 처리해야 될 M2M 통신의 순위를 결정짓는데 사용 될 것이며 M2M 기술이 더욱 발전하게 되어 점차 소형화 되는 사물들이 많아짐에 따라 폭증하게 될 이동통신망의 데이터 트래픽에서 여러 가지 상황을 해결하는데 도움이 될 것이다.

1. 서론

사물지능통신(M2M)은 컴퓨터, 임베디드 시스템, 센서, 무선 장비와 같은 장치들에 통신 기능과 지능을 추가하여 인간의 간섭 없이 필요한 행동에 대한 결정을 수행할 수 있게 하는 기술이다. 즉, 사물의 다양한 인지기능(센서, 감시, 제어)과 모바일의 편리성을 응용, 확대한 새로운 지능형 서비스이다[1].

M2M 통신 환경에서는 정보 습득의 대상이 사람에서 주변 사물로 그 영역이 확장되는데, 이를 위해 M2M 통신 기기들은 지능화되고 수집되는 정보를 활용하기 위한 신뢰적인 통신을 제공하여야 한다. 더욱이 M2M 기술은 통신 거리가 수집되는 정보를 활용하는 영역에 있어 근거리 네트워크를 형성하는데, 특히 WPAN (wireless personal area network) 영역 내에서 가장 활발히 사용될 것으로 기대된다[2].

M2M 통신은 최근 이동통신의 새로운 미래 사업으로 주목을 받고 있는데, 3GPP와 ETIS와 같은 표준화단체를 중심으로 표준화가 진행되고 있으며, 세계 각국에서 M2M 서비스를 위한 연구를 진행하고 있다. 3GPP에서 정의하고 있는 M2M 통신의 주요 특징 중 하나는 M2M 단말의 수가 기존의 사람 간 통신의 그것과 비교하여 많다는 것이고, 이러한 특징으로 인해 발생하는 문제를 해결하는 것이 주요 이슈 중의 하나이다[3].

시스코가 '2012~2017 시스코 비주얼 네트워킹 인덱스

글로벌 모바일 데이터 트래픽 전망' 보고서를 통해 2012년을 기준으로 오는 2017년에는 전 세계 모바일 데이터 트래픽이 13배 가량 증가할 것 이라고 밝혔다[4].

앞서 거론했듯이 M2M 통신이 이동통신사의 주요 사업으로 떠오르고 있는 시점에서 M2M 통신의 다양한 연구 개발이 진행되고 있는 만큼 그 범위가 점차 대형 단말에서 소형 단말로 확장될 것이다. 단말장치가 소형화됨에 따라 각각의 단말장치에서 얻을 수 있는 정보들도 다양화 될 것이며 이에 따른 데이터 트래픽이 증가하기 된다. 따라서 M2M 통신 시 트래픽이 한계 상황에 도달할 것을 예측하여 단말장치들의 주요 우선순위를 두게 된다면 그에 따른 결과도 달라질 것이며 그 상황에 맞는 원활한 데이터 통신도 가능하게 될 것이다. 이에 본 연구에서는 M2M 통신 시 단말마다 각각의 상황에 맞는 우선순위를 가지게 하여 복잡한 데이터 트래픽 발생 시 그 상황에 맞는 우선순위로 데이터 트래픽을 원활히 할 수 있는 스케줄링 방안을 제시한다.

2. 관련연구

2.1 기존 시스템

기존의 M2M 통신의 네트워크는 다음 그림과 같은 망을 가지게 된다.



(그림 1) M2M 통신망 구성도

위의 (그림 1)에서 M2M 단말은 각각의 정보를 이동통신망을 통해 보내지게 되어 사용자가 그 정보를 확인 할 수가 있다. 앞서 말했듯이 단말장치들이 점점 소형화가 됨에 따라서 M2M을 이용한 장치들이 많아지게 될 것이고 이렇게 다양해진 단말장치들의 정보가 동시 또는 수시로 인접해있는 이동통신망 기지국으로 전송된다면 트래픽이 폭증하게 될 것이다.

2.2 Knapsack Problem

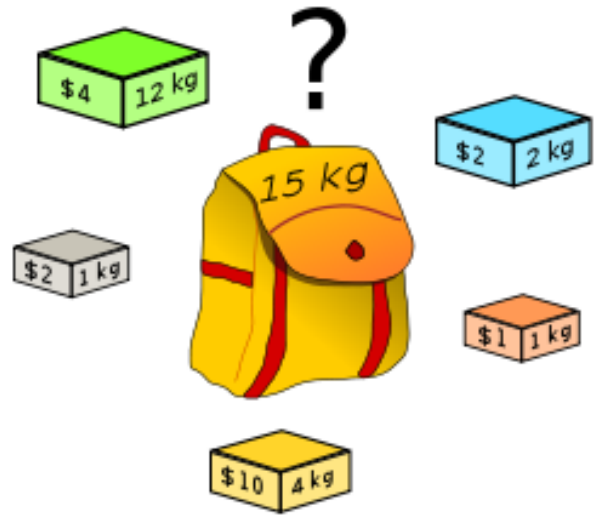
본 연구를 진행하기 위해서 어떤 우선순위와 어떤 데이터의 양의 조합이 최적화가 되었는지 알기위해서 차량 경로 문제, 외판원 문제, 최소비용결침 나무 문제, 선형계획법, 여덟 여왕 문제, 배낭 문제를 통해 조합 최적화 알고리즘을 살펴보았다[5]. 하지만 이번 연구의 목적은 망의 트래픽이 폭증하여 한계상황에 도달하였을 때를 예측하여 우선적으로 운용하거나 처리해야 되는 M2M 단말장치의 데이터를 원활하게 하는 것이 주된 목적이므로 배낭문제 알고리즘을 선택하였다.

배낭문제(Knapsack Problem)는 앞서 언급하였듯이 조합최적화의 유명한 문제이다. 간단하게 말하면, 한 여행가가 가지고 가는 배낭에 담을 수 있는 무게의 최대 값이 정해져 있고, 일정 가치와 무게가 있는 짐들을 배낭에 넣을 때, 가치의 합이 최대가 되도록 짐을 고르는 방법을 찾는 문제이다.

이 배낭문제는 짐을 쪼갤 수 있는 경우(무게가 소수일 수 있는 경우)와 짐을 쪼갤 수 없는 경우(이 경우 짐의 무게는 0 이상의 정수만 가능) 두 가지로 나눌 수 있는데, 짐을 쪼갤 수 있는 경우의 배낭문제를 분할가능 배낭문제(Fractional Knapsack Problem), 짐을 쪼갤 수 없는 경우의 배낭문제를 0-1 배낭문제(0-1 Knapsack Problem)라 부른다.

이 문제는 쪼갤 수 있는 경우에는 그리드 알고리즘으로 다항 시간에, 쪼갤 수 없는 경우에는 동적계획법(Dynamic Programming)등으로 의사 다항 시간에 풀 수 있다. 단, 쪼갤 수 없는 경우는 NP-완전이기 때문에 알려진 다항 시간 알고리즘은 없고, FPTAS(Fully Polynomial-Time

randomized Approximation Scheme)만 존재한다. 배낭 문제에 대한 FPTAS는 오스카 이바라와 김철언이 1975년에 개발하였다[6].



(그림 2) Knapsack Problem

Knapsack Problem은 위의 (그림 2)에서와 같이 15Kg의 배낭 안에 각각의 무게와 가치를 가지고 있는 물건을 어떻게 하면 가치와 무게를 높게 넣을 수 있는지에 대한 고민을 안겨준다.

3. 스케줄링 방안

앞에서 제세한 Knapsack Problem은 최적의 해를 구하는 문제(Optimization Problem)에 적용할 수 있다. 최적의 해를 구하기 위해서는 궁극적으로 모든 해를 다 고려해보아야 한다. 따라서 본 연구에서 M2M 통신 시 트래픽이 폭증하였을 때 긴급한 정보나 신속히 처리되어야 할 정보를 전송하는 단말장치마다 각각의 우선순위, 즉 가치를 두게 하여 우선 처리되어야 할 것이다. 여기서 가정해야 될 부분은 각각 단말장치마다 부여되어 있는 우선순위는 Knapsack Problem에서의 가치가 될 것이며 무게는 단말장치마다 한 번에 전송 가능한 정보의 양, 배낭은 이동통신망의 기지국에서 사용자를 포함한 관제 시설 또는 모니터링 시스템으로 한 번에 전송 가능한 데이터의 양이라고 가정해본다.

3.1 Depth-First Search (Backtracking)

되추적 기법을 적용한 Knapsack Problem은 상태공간트리를 구축하여 되추적 기법으로 해결해 나가는 것으로써 루트 노드에서 왼쪽으로 가면 첫 번째 단말의 정보를 기지국으로 전송해서 기지국에서 전송 준비를 하는 경우이고, 오른쪽으로 가면 첫 번째 단말의 정보를 기지국에서 전송준비를 하지 않는 경우이다. 동일한 방법으로 트리의 수준 1 에서 왼쪽으로 가면 두 번째 단말의 정보를 기지국에서 전송 준비를 하는 경우이고 오른쪽으로 가면 그렇

지 않는 경우이다. 이런 식으로 계속하여 상태공간트리를 구축하면, 루트 노드로부터 리프 노드까지의 모든 경로는 최적화 값의 후보가 된다.

이 방법은 최적의 값을 찾는 문제이므로 검색이 완전히 끝나기 전에는 최적의 값을 알 수가 없다. 따라서 검색을 하는 과정 동안 항상 그 때까지 찾은 최적의 값을 메모리에 저장해 두어야 한다.

```

void checknode(node v) {
    node u;

    if(value(v) is better than best)
        best = value(v);
    if(promising(v))
        for(each child u of v)
            checknode(u);
}
    
```

(그림 3) Knapsack Problem Depth-First Search의 의사코드

위의 (그림 3)을 보게 되면 best는 노드를 검색하면서 현재까지 찾은 가장 좋은 최적화 값을 저장하는 부분이고 value(v)는 노드 v에서의 최적화 값이다.

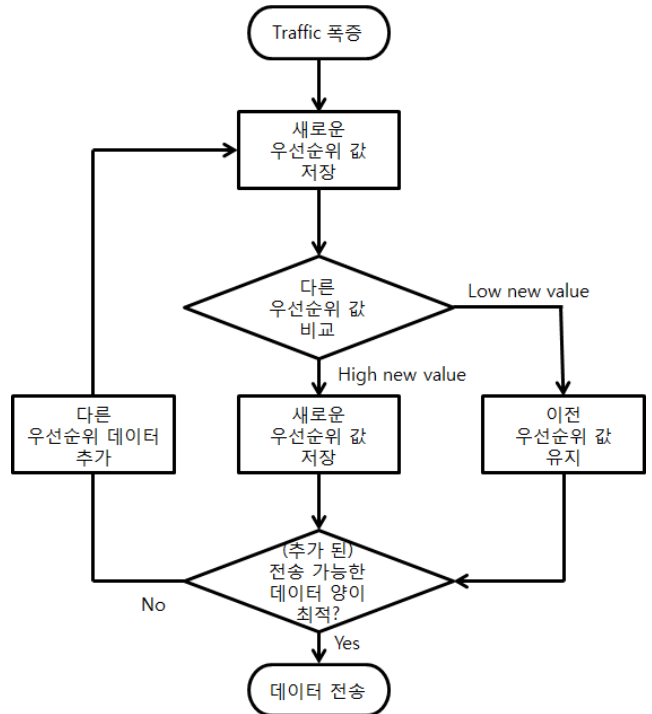
3.2 Best-First Search

Best-First Search는 주어진 노드의 모든 자식노드를 검색한 후, 유망하면서도 확장되지 않은(unexpanded) 노드를 살펴보고 그 중에서 가장 좋은 한계치(bound)를 가진 노드를 확장한다. 일반적으로 최고우선검색(Best-First Search)을 사용하면, 너비우선검색(Breadth-First Search)에 비해 검색 성능이 좋아진다. Best-First Search는 최고의 한계를 가진 노드를 우선적으로 선택하기 위해서 우선순위 대기열(Priority Queue)을 사용하며 우선순위 대기열은 힙(heap)을 사용하여 효과적으로 구현할 수 있다.

```

void best_first_branch_and_bound
(state_space_tree T, number best)
{
    priority_queue_of_node PQ;
    node u,v;
    initialize(PQ); // PQ를 빈 대기열로 초기화
    v = root of T;
    best = value(v);
    insert(PQ,v);
    while(!empty(PQ)) { // 최고 한계 값을 가진 노드를 제거
        remove(PQ,v);
        if(bound(v) is better than best) // 노드가 아직 유망한 지 점검
            for(each child u of v) {
                if(value(u) is better than best)
                    best = value(u);
                if(bound(u) is better than best)
                    insert(PQ,u);
            }
    }
}
    
```

(그림 4) Knapsack Problem에서 Best-First Search의 의사코드



(그림 5) Knapsack Problem 기반 우선순위 스케줄링 흐름도

DFS와 Best-First Search를 기반으로 한 Knapsack Problem을 이용하여 위의 그림(그림 5)과 같은 흐름도를 작성하였다. Knapsack Problem 자체의 문제가 배낭 속에 최적의 무게와 비용을 가진 물건을 넣느냐는 것으로써 즉, 기지국에서 사용자 또는 관제시스템에 데이터를 전송할 때 그 우선순위가 높으면서 최적의 크기의 데이터를 전송할 수 있는지를 판단하는 것이다.

4. 결론

본 연구는 앞으로 발전하게 될 M2M 통신에서 제한된 수의 기지국에 크고 작은 M2M 단말 장치들의 정보유입으로 인하여 데이터 트래픽이 폭증했을 때 원활하지 못한 통신망으로 인한 긴급 상황의 처리를 해결하고자 그 연구를 시작하였다.

본 연구에서 제시하는 Knapsack Problem을 기반으로 한 스케줄링 방안은 어떤 단말장치를 우선순위로 두고 어떤 데이터를 전송하느냐에 따라서 결과가 달라질 것이며 각각의 상황에 맞는 운용을 하여 다가 올 미래에서 이동통신망의 트래픽 폭증으로 인한 피해를 예방하는데 크게 이바지 할 것으로 추측된다.

향후 과제으로써 본 연구로써 제시한 스케줄링 방안을 실제로 구현하여 다양한 우선순위와 다양한 전송 데이터의 크기를 가지고 어떤 결과가 나오는지 연구를 해 볼 것이다.

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신
인력양성사업(2012년)으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] 최미정, 김명섭, “M2M 네트워크 관리를 위한 요구사항 분석”, 한국통신학회, 한국통신학회 학술대회논문집, 2011.02, PP.139-139
- [2] 허형민, 황준호, 유명식, “M2M 무선 네트워크에서 패킷 지연 성능 향상을 위한 간섭 회피 다중 경로 라우팅 기법”, 한국통신학회논문지 제35권 제12호 (네트워크 및 융합서비스), 2010.02, pp.1859-1866
- [3] 노희태, 이장원, “LTE 시스템에서 그룹 기반 M2M 단말 이동성 관리”, 한국통신학회논문지 제37권 제 12호 (네트워크 및 서비스), 2012.12, PP.1119-1127
- [4] 강석오, “2017년 모바일 데이터 트래픽, 2012년 대비 13배증가”, 2013.02, 데이터넷 뉴스, Website: <http://www.datanet.co.kr/news/articleView.html?idxno=65096>
- [5] 위키백과, “조합최적화”, 2013.03, Website : http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A1%B0%ED%95%A9_%EC%B5%9C%EC%A0%81%ED%99%94
- [6] 위키백과, “배낭 문제”, 2013.03, Website : http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%B0%B0%EB%82%AD_%EB%AC%B8%EC%A0%9C