

Knapsack 알고리즘을 이용한 모바일 네트워크용 M2M 시뮬레이터 개발

이순식¹ · 장종욱^{2*}

Development of M2M Simulator for Mobile Network using Knapsack Algorithm

Sun-Sik Lee¹ · Jong-Wook Jang^{2*}¹ Department of Information and Communication, Gyeong-Sang University, Gyeong-Sang-Nam-do Jin-Ju 660-701, Korea² Department of Computer Engineering, Dong-Eui University, Busan 614-714, Korea

요 약

최근 국내외에서는 기존 인간의 통신 패러다임에서 사물(Thing)이 통신의 주체로 참여하는 사물인터넷(IoT/M2M)의 시대가 본격화 되고 있다. 자동차, 냉장고, 자전거, 심지어 신발까지, 정보의 생성과 통신 기능이 탑재되면서 새로운 IT 기반의 융합서비스를 창출하고 있다[1]. 따라서 그 쓰임새와 활용도가 각종 분야로 점점 넓어지고 있으며, 기존의 통신에 비해 사용되는 단말의 수가 점점 증가하게 되면서 사물마다 전송되는 정보들의 수도 증가하고 있다. 각 그룹별로 나누어진 단말로부터 전송하는 각각의 데이터가 이동통신망을 이용하는데 있어 트래픽이 한계 상황에 도달하게 된다면 M2M 통신의 서비스 처리를 원활하게 하지 못하는 상황이 발생 할 수 있다. 본 연구는 M2M 통신에서 사용하게 될 이동통신망이 한계점에 도달했을 때 M2M 서비스의 원활한 처리를 위해 Knapsack Problem 알고리즘을 이용하여 가상의 시뮬레이터를 구현하였다. 가상의 시뮬레이터는 각각의 장비 그룹별로 데이터가 들어 오게 되면 이동통신망에서 우선적으로 처리해야 될 M2M 통신의 서비스의 처리부터 나중에 처리 될 서비스까지 원활한 처리방법을 위해 구현하였으며, M2M 기술이 더욱 발전하게 되어 점차 소형화 되는 사물들이 많아짐에 따라, 폭증하게 될 이동통신망에서 M2M 서비스를 처리하는 것이 원활하도록 도움을 줄 것이다.

ABSTRACT

Recently, at Home and abroad, Internet of Things era things(Thing) is participating as a subject of communication in human communication paradigm of existing (IoT/M2M) is in full swing. Automobile, refrigerator, bicycle, until shoes, and communication functions generation of information is installed and has created a fusion of new service IT infrastructure. Its use and application are broadening to various areas and the number of devices used for it is increasing to increase the number of information transmitted for each object. When the traffic reaches its limit while each set of data is transmitted from the devices divided into each group through the mobile network, M2M communications service might not be processed smoothly. This study used the Knapsack Problem algorithm to create a virtual simulator for a smooth M2M service when the mobile network used for the M2M communications reaches its limit. The virtual simulator applies smooth processing of services from the M2M communications that should be processed first to other subsequent services when data comes to each group of devices. As the M2M technology develops to make many objects more compact in size, it would help with smoother processing of M2M services for the mobile network with fast-increasing traffic.

키워드 : M2M, 배낭문제, 이동통신망, M2M Service, Virtual Simulator**Key word** : M2M, Knapsack Problem, Mobile Network, M2M Service, Virtual Simulator

접수일자 : 2013. 10. 01 심사완료일자 : 2013. 10. 25 게재확정일자 : 2013. 11. 06

* Corresponding Author Jong-Wook Jang(E-mail:jwjang@deu.ac.kr, Tel:+82-51-890-1709)

Department of Computer Engineering, Dong-Eui University, Busan 614-714, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.11.2661>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

사물지능통신이란 Machine to Machine(이하 M2M)이라는 의미로 모든 사물에 센서 통신 기능을 부과하여 지능적으로 정보를 수집하고, 상호 전달하는 네트워크를 말한다. 다시 말해 우리 주변에 있는 모든 기기가 센서로 모은 단편 정보를 다른 기기와 통신하며 인간이 편리하게 생활할 수 있도록 주변 환경을 조절해주는 지능형 기술을 의미한다[2].

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 거리나 수집되는 정보를 활용하는 영역에 있어 근거리 네트워크를 형성하는데, 특히 WPAN(wireless personal area network) 영역 내에서 가장 활발히 사용될 것으로 기대된다[3].

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[4].

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[5].

앞서 거론했듯이 M2M 통신이 이동통신사의 주요 사업으로 떠오르고 있는 시점에서 M2M 통신의 다양한 연구개발이 진행되고 있는 만큼 그 범위가 점차 대형 단말에서 소형 단말로 넓어질 것이다. 단말장치가 소형화됨에 따라서 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 우선순위와 데이터 도착시간을 두고 처리하게 된다면 그에 따라서 결과도 달라질 것이며 그 상황에 맞는 원활한 데이터 통신도 가능하게 될 것이다. 이에 본 연구에서는 Knapsack Problem 알고리즘을 적용한 가상의 M2M 시

뮬레이터를 구현하였다. 각각의 우선순위와 데이터 도착시간을 가진 단말마다 임의의 조건에 따라 데이터를 처리하여 사용자가 선택한 데이터가 몇 번 만에 처리되는지 알 수 있으며 선택한 데이터를 처리함에 있어 최적의 조건을 찾아 낼 수 있다.

II. 관련연구

본 연구를 진행하기에 앞서, 조합최적화와 관련성이 있다고 판단되는 다른 논문들을 살펴보았다.

참고문헌[6]의 내용을 살펴보면 다음과 같다. 필드버스를 이용한 분산제어 시스템에서 각 태스크의 노드할당과 우선순위 부여, 각 태스크와 메시지들의 선행관계, 메시지의 우선순위와 응답 시간 등을 고려하여 CAN 기반 분산 제어시스템에서 메시지와 태스크를 동시에 고려한 통합 스케줄링 방법을 제안하였다. 그리고 예제를 통하여 제안된 방법에 대한 유효성을 보였다.

제안된 통합 스케줄링 방법은 CAN 기반 하에서 여러 개의 제어루프로 구성되고 각 제어루프는 여러 개의 센서노드, 액츄에이터 노드와 여러 종류의 태스크가 수행되는 제어노드로 구성되는 일반적인 분산 제어시스템에 적용하였으며, 제안된 통합 스케줄링 방법을 통하여 초기 시작시간을 사용하는 기존의 태스크 기반 스케줄링에서 발생 가능한 샘플링과 액츄에이터 구동간의 동기화 문제를 해결하였으며 분산 제어시스템을 구성하는 각 제어루프가 양극단 시간제약을 만족하면서 가장 짧은 제어루프 주기를 가질 수 있도록 태스크의 최적 주기할당 알고리즘을 제안하였다. 또한 메시지의 우선순위 변화에 따른 각 제어루프의 최약응답시간 영향을 분석하여 메시지 특성에 따른 우선순위 할당 규칙을 제안한 논문이다.

본 연구과제와의 공통점으로는 우선순위와 시간을 따져서 가장 짧은 응답시간을 준다는 것이지만 특정 알고리즘을 사용한 본 연구는 모바일 네트워크에서 일어날 수 있는 데이터 트래픽에 대한 M2M 서비스를 원활하게 하는 것에 중점을 두었다. 우선순위와 도착시간을 조건에 따라 감소시켜 조합최적화를 실행하는 다른 점을 본 연구에서 보여주고 있다.

참고문헌[7]의 내용을 살펴보면 다음과 같다. 기존 MOST25 장착 차량이 더 높은 대역폭과 이더넷 및 동

시 전송 메커니즘과 같은 향상된 서비스를 받고자 할 경우 기존 MOST25 장비와 호환이 되지 않아 MOST25 네트워크 관련 장비를 모두 교체하여야 한다. 이는 네트워크 구축비용의 고가화로 자동차 경쟁력 강화에 지장을 초래할 것으로 예상된다. 따라서 서로 다른 대역폭을 지원하는 MOST25, MOST50, MOST150 네트워크 장비를 재사용하기 위해서는 게이트웨이 개발이 필수적이다.

기존 연구는 MOST25/150 브리지를 제안하였으나, MOST150에서 MOST25로 데이터를 전송했을 경우 대역폭 차이로 인해 발생하는 문제점을 고려하지 않았다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 스케줄링 알고리즘을 적용하여야 한다.

IP네트워크에서 QoS를 보장 받을 수 있는 기존의 FIFO, FQ, WRR, CBQ 알고리즘을 적용하여 성능을 분석하였으며 그 결과로 CBQ 스케줄링 알고리즘이 최적의 성능을 나타낸다는 결과를 찾아낸 논문이다.

본 연구과제와의 공통점으로는 기존에 존재하는 알고리즘은 네트워크에서 적용시켰다는 점으로써, 네트워크에서 QoS를 보장 받을 수 있는 알고리즘을 이용하였다는 점이다. 하지만 차량 네트워크의 브리지를 제안하였고 대역폭 차이로 인해 발생한 문제점을 해결하기 위한 조합 최적화 기법을 제안하였다. 본 연구에서는 M2M 통신 시 데이터 트래픽으로 인하여 우선적으로 급하게 처리되어야 하는 단말 장치들의 서비스를 원활하게 처리하기 위하여 여러 가지의 조건을 이용하는 조합 최적화의 알고리즘인 Knapsack Problem을 사용하였으며 우선순위와 데이터의 도착시간에 따른 결과를 나타낸다.

참고문헌[8]은 통신망 설계 응용분야의 문제를 그래프 이론 문제로서 고려한 논문으로 그 내용을 살펴보면 다음과 같다. 개별 기업체가 서로 떨어진 두 곳을 연결하고자 할 때 공용 통신망의 회선을 빌려 통신망을 구축하게 되는데 많은 경우 여러 종류의 회선들이 공급됨으로 어떤 회선을 선택하느냐의 문제가 생긴다. 일반적으로 빠른 회선(Low delay)은 느린 회선(High delay)에 비해 비싸다. 그러나 서비스의 질(Quality of Service)이라는 요구사항이 종종 종단지연(End-to-End)시간에 의해 결정되므로, 무조건 낮은 가격의 회선만을 사용할 수는 없다. 결국 개별 기업체의 통신망을 위한 통로를 공용 통신망 위에 덮어씌워(Overlaying) 구축하는 것의

여부는 두 개의 상반된 인자인 가격과 속도의 조절에 달려있다.

따라서 일반적인 최소경로 찾기의 변형이라 할 수 있는 다음의 문제가 본 논문의 관심사이다. 두 개의 지점을 연결하는데 종단 지연시간의 한계를 만족하면서 최소경비를 갖는 경로에 대한 해결을 위하여, 그래프 채색(Coloring) 문제와 최단경로 문제를 함께 포함하는 그래프 이론의 문제로 정형화시켜 살펴본다. 배낭문제로의 변환을 통해 이 문제는 NP-complete임을 증명하였고 $O(|E|D_0)$ 시간에 최적값을 주는 의사선형 알고리즘과 $O(|E|)$ 시간의 근사 알고리즘을 보였다. 특별한 경우에 대한 $O(|V|+|E|)$ 시간과 $O(|E|^2+|E|V \log V)$ 시간 알고리즘을 보였으며 배낭 문제의 해결책과 유사한 그리디 휴리스틱(Greedy Heuristic) 알고리즘이 그물 구조(Mesh) 그래프 상에서 좋은 결과를 보여주고 있음을 실험을 통해 확인해 본 논문이다.

Knapsack Problem 알고리즘을 사용하여 통신망 설계 응용분야에서 통신망 설계 시 비용적인 측면과 Low Delay를 이끌어 내기 위한 결과를 연구한 것으로써 Knapsack Problem 알고리즘을 위한 휴리스틱 알고리즘을 적용한 것으로써 두 개의 알고리즘을 사용하여 조합 최적화를 이뤘다. 본 연구과제에서는 참고문헌[7]과 마찬가지로 Knapsack Problem 알고리즘을 사용하였으며 기존 네트워크가 아닌 모바일 네트워크에서 M2M 트래픽 완화를 위한 가상의 시뮬레이터의 알고리즘에 적용하였다.

III. 알고리즘 및 프로그램 구조도

3.1. Knapsack Problem

본 연구를 진행하기 위해서 어떤 우선순위와 어떤 데이터의 도착시간 조합이 최적화가 되었는지 알기위해서 차량 경로 문제, 외판원 문제, 최소비용결집 나무 문제, 선형계획법, 여덟 여왕 문제, 배낭 문제를 통해 조합 최적화 알고리즘을 살펴보았다[9]. 하지만 이번 연구의 목적은 망의 트래픽이 폭증하여 한계상황에 도달하였을 때를 예측하여 우선적으로 운용하거나 처리해야 되는 M2M 단말장치의 데이터를 원활하게 하는 시뮬레이터를 구현하는 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[10].

3.2. 프로그램 구조도

M2M 네트워크는 다음 그림과 같은 구성도를 가지며 사용자들과 통신한다.



그림 1. M2M 통신망 구성도
Fig. 1 M2M Communications Structure

위의 그림 1에서 M2M 단말은 각 분야의 정보를 물처럼 섞여있는 것을 표현한다. 앞서 말했듯이 단말

장치들이 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. 트래픽이 폭증하게 되면 비상 시 또는 급한 정보를 처리하는 단말장치의 정보를 보내지 못하게 될 것이다. 이를 방지하고자 가상의 M2M 시뮬레이터를 구현하였다.

본 논문에서 구현한 Knapsack Problem 알고리즘을 이용한 M2M 시뮬레이터에서는 아래와 같은 프로그램 구조도를 가진다.

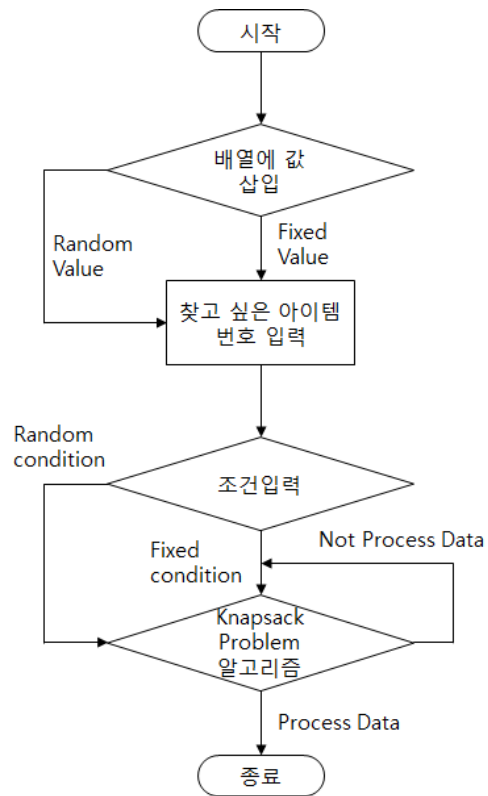


그림 2. M2M 시뮬레이터 흐름도
Fig. 2 M2M Simulator Flowchart

그림 2는 가상의 M2M 시뮬레이터에 적용된 프로그램의 전체적인 흐름도이다. 프로그램이 시작되면 배열에 지정된 값의 처리를 임의의 값인지 고정된 값인지를 선택하게 된다. 고정 값 또는 임의의 값을 선택하게 되

면 사용자는 값이 들어간 배열 속의 몇 번째에 위치한 데이터를 찾을 수 있는데 10번째라고 선택을 하고 미리 지정된 우선순위 및 도착시간의 값을 감소하려면 해당하는 번호를 눌러주면 값이 감소한다. 사용자가 미리 지정된 값이 없거나 직접 입력하고 싶다면 해당하는 번호를 눌러서 감소시킬 우선순위 값과 감소시킬 도착시간 값을 입력해주면 Knapsack Problem 알고리즘에 의해서 처리가 된다. 알고리즘에 의해서 처리된 배열들은 완료 배열에 값이 들어가고 처리가 되지 않은 배열들은 미완료 배열에 값이 삽입되며 미완료 배열에 들어간 값들은 다음 번 Knapsack Problem 알고리즘이 실행될 때 처리되는 값들이 된다. 사용자가 찾으려는 값을 찾게 되면 Knapsack Problem 알고리즘이 실행된 횟수와 시간을 체크하게 된다. 여기서 사용된 Knapsack Problem 알고리즘은 Backtracking 방식을 이용하여 M2M 시뮬레이터를 구현하였다.

IV. Knapsack Problem 알고리즘을 이용한 M2M 시뮬레이터 분석

본 논문에서 구현된 M2M 시뮬레이터는 Knapsack Problem 알고리즘을 사용하는데 해당 알고리즘의 상세한 흐름도는 아래와 같다.

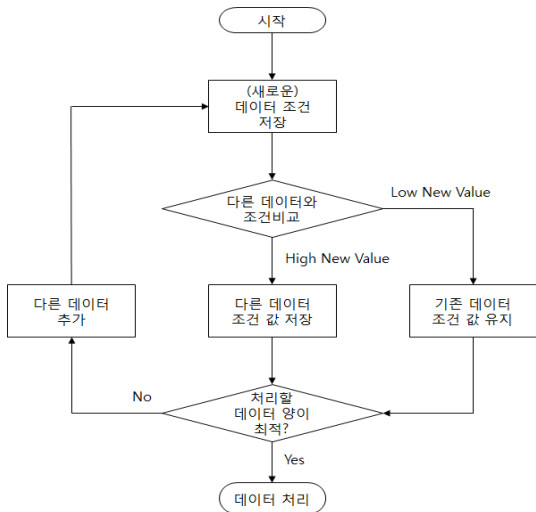


그림 3. 시뮬레이터에 적용된 알고리즘의 흐름도
Fig. 3 Flowchart of applied algorithm to simulator

위의 그림 3은 그림 2에서 제시했던 흐름도 중 기존의 Knapsack Problem 알고리즘에 본 논문의 주제에 맞도록 변형한 알고리즘이다. Knapsack Problem 알고리즘이 시작이 된다면 비교할 데이터의 조건 값을 이용해서 다른 데이터와 조건 값을 비교하게 되는데 이때 새롭게 비교하는 데이터 조건 값이 더 낮다면 기존 데이터의 조건 값을 유지하고 새롭게 비교하는 데이터의 조건 값이 더 높다면 새로운 데이터의 조건 값을 저장하게 된다. 그리고 이렇게 처리된 데이터의 양이 최적이었다면 데이터를 처리하고 데이터의 양이 최적이 되지 않았다면 또 다른 데이터를 추가해서 앞서 언급했던 순서대로 추가적으로 데이터를 처리하게 된다. 이때, 기존에 처리되었던 데이터의 배열에 새로운 데이터가 삽입이 된다. 예를 들어, 데이터들이 20x30의 배열에 삽입이 되어있다고 가정하면 (여기서 20은 우선순위, 30은 도착시간에 해당) Knapsack Problem에서 처리하는 배열은 20x20이다. 나머지 10개의 도착시간 배열은 20x20에서 처리된 데이터들의 비어있는 배열에 삽입될 것이다.

첫 번째로 알고리즘에 의해서 데이터가 처리되면 우선순위 1에 5개, 우선순위 2에 3개, 우선순위 3에 1개 각각의 데이터가 처리되었다고 하면 나머지 10개의 배열에서 우선순위 1에 5개, 우선순위 2에 3개, 우선순위 3에 1개의 새로운 데이터를 삽입하게 된다. 이것은 데이터가 처리된 만큼 빈 배열이 생기는데 이 빈 곳의 배열마다 새로운 데이터가 삽입이 된다는 실질적인 네트워크 환경에 기준하여서 시뮬레이터를 구현한 것이다.

본 논문에서 구현한 M2M 시뮬레이터는 C언어로 구현하였으며 실행된 결과를 가지고 다음과 같은 그래프를 얻을 수 있다.

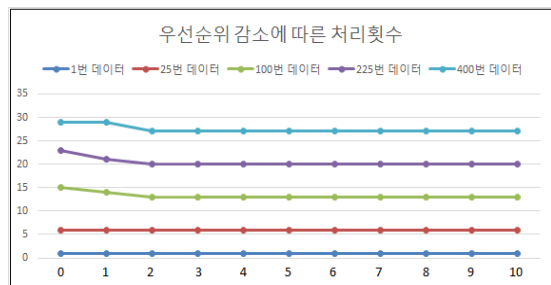


그림 4. 데이터 처리결과 (우선순위 감소)
Fig. 4 Data processing results (Decrease in priority)

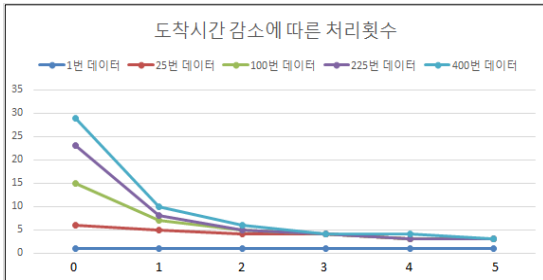


그림 5. 데이터 처리결과 (도착시간 감소)
Fig. 5 Data processing results (Decrease alive-time)

위의 그래프는 C언어에서 도출된 결과를 토대로 엑셀을 이용하여 작성되었다.

위의 그림 4, 그림 5를 살펴보게 되면 어떤 데이터를 찾더라도 우선순위를 2개까지 감소시킨 값 이후로 데이터의 처리 횟수의 변화가 일정하다는 것을 알 수 있다. 위 결과로 도출해 낼 수 있는 결과로는 우선순위를 아무리 많이 감소시킨다고 할지라도 데이터의 처리횟수는 일정 수준이 도달하게 되면 더 이상 효과가 없다는 것을 알 수 있으며 많이 감소시킨다고 할지라도 무조건 좋은 결과를 나타내는 것이 아니라는 것과 도착시간을 기준으로 하여 값을 감소시키는 것이 데이터의 처리 횟수가 확연하게 줄어드는 것을 알 수 있으며 데이터의 도착시간을 감소시키고 우선순위에 대한 값을 2 감소시키는 결과가 좋은 결과를 나타낸다고 할 수 있다.

본 연구에서 구현한 가상의 M2M 시뮬레이터는 데이터를 전송하려는 단말장치의 순위랑 그 데이터가 도착한 정보를 몇 번 만에 처리할 수 있는지를 판단하여 가능한 빠른 처리를 할 수 있도록 최적화의 조건을 찾도록 하는 프로그램이다. 우선순위 및 도착시간을 무조건 많이 감소시킨다고 해서 결과 값이 좋아지는 것은 아니었으며 적절한 우선순위 및 도착시간의 값을 감소시키는 것이 좋다는 결과가 나왔다.

본 연구결과에 따라서 각각의 상황에 맞는 단말장치의 운용을 하여 다가 올 미래에서 이동통신망의 트래픽 폭증으로 인한 피해를 예방하는데 크게 이바지 할 것으로 추측된다.

V. 결 론

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

본 논문에서 구현한 Knapsack Problem 알고리즘 M2M 시뮬레이터는 실제 모바일 네트워크에서 사용이 가능하도록 구현을 하였다. 모든 데이터들에게는 데이터가 들어온 도착시간이 존재하며 그에 따른 각각의 단말장치들의 우선순위를 부여한다. 그리고 도착시간과 우선순위의 감소에 따른 데이터를 처리하여 모바일 네트워크의 트래픽이 폭증할 경우 M2M 서비스의 원활한 처리를 할 수 있다.

본 연구로 구현한 가상의 M2M 시뮬레이터를 사용하면 미래에 다가올 단말장치의 소형화에 따른 데이터 증가와 그에 따른 M2M 서비스의 처리를 원활하게 하는데 크게 이바지 할 것이다.

향후 과제으로써 본 연구로써 구현한 프로그램을 사용자가 사용하기 편하고 한눈에 파악이 가능하도록 GUI 로써 구현을 하여 M2M 시뮬레이터를 보다 발전시키는 것이다.

감사의 글

본 연구는 2013년도 동의대학교 교내연구과제 (2013AA145)의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

REFERENCES

- [1] Won-Gu Jeong, Sung-Hyeop Lee, "Case of key services and market trends and Internet policy of things at home and abroad", Trends and Prospects : broadcasting · communications · electric wave · No64, 2013.07.
- [2] Communications Commission, "Get noticed in 2013 M2M to Introduce!", [internet] Available: <http://blog.daum.net/>

- kcc1335/5036, 2012.12
- [3] Hyeong-Min Huh, Jun-Ho Hwang, Myung-Sik Yoo, "M2M packet delay in wireless networks to improve performance multi-path routing for interference avoidance techniques", Journal of Korea Information and Communications Society Vol. 23 no.12 (Network and convergence services), 2010, 02, pp.1859-1866.
- [4] Hui-Tae Noh, Jang-Won Lee, "LET M2M terminal group-based mobility management system", Journal of Korea Information and Communications Society, vol. 37, no 12 (Network and services), 2012.12, PP.1119-1127.
- [5] Seok-Oh Gang, "Mobile data traffic in 2017, 13 times higher than in 2012", 2013.02, Data Net News, [internet] Available: <http://www.datanet.co.kr/news/articleView.html?idxno=65096>
- [6] Hyeong-Yuk Kim, Hong-Seong Park, "Distributed control system based scheduling of tasks and messages using the optimal frequency and priority assignment", ICCAS 2011, 2011. 10, pp.1792-1795.
- [7] Seong-Jin Jang, "A Study on Scheduling Algorithm for Optimization of Traffic Distribution in MOST GATEWAY", Dong-Eui University Graduate School Ph.D. dissertation, 2011.08
- [8] Hong-Sik Choi, Joo-Young Lee, "Least-cost path for Personal communication network design", Journal of Information Science(A) vol.26, no.11, pp.1373-1381
- [9] Wikipedia, "Combinatorial Optimization", [internet] Available: http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A1%B0%ED%95%A9_%EC%B5%9C%EC%A0%81%ED%99%94
- [10] Wikipedia, "Knapsack Problem", [internet] Available : http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%B0%B0%EB%82%AD_%EB%AC%B8%EC%A0%9C



이순식(Sun-Sik Lee)

2006년-경남대학교 정보통신공학과 졸업
2009년-경상대학교 해양과학대학 정보통신공학과 석/박과정 수료
현 LG 유플러스 BS본부 동부고객담당 근무
※ 관심분야 : M2M, 유무선 통신 시스템



장종욱(Jong-wook Jang)

1987년 ~ 1995년 한국전자통신연구원 연구원
1995년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1999년 ~ 2000년 UMKC Post-Doc,
1995년 ~ 현재 동의대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 유무선 통신 시스템, 자동차 네트워크