

---

# 최적 통신망을 위한 Knapsack Problem 알고리즘

## M2M 시뮬레이터 구현

이순식\*\* · 송민섭\* · 장종욱\*

\*\*경성대학교, \*동의대학교

Implementation Knapsack Problem Algorithm M2M Simulator for Optimal Network

Sun-Sik Lee\*\* · Min-Seop Song\* · Jong-Wook Jang\*

\*\*Kyung-Sung University, \*Dong-Eui University

E-mail : 4889@lguplus.co.kr\*\* · seobejj@deu.ac.kr\* · jwjang@deu.ac.kr\*

### 요 약

최근 국내 이동통신사들의 차세대 성장 동력으로 사물지능통신 (Machine to Machine, M2M)이 주목받고 있다. 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 한계상황에 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 들어오게 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

Many people today are interested in Machine to Machine (M2M) as the new-generation growth engine of mobile communications service providers in Korea. 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, Knapsack Problem, Mobile Network, M2M Service, Virtual Simulator

### 1. 서 론

사물지능통신(M2M)은 컴퓨터, 임베디드 시스템, 센서, 무선 장비와 같은 장치들에 통신 기능과 지

능을 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 서비

스이다[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 거리나 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 네트워크 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 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 시뮬레이터를 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 관련된 것이 있다고 판단되는 다른 논문들을 살펴보았다.

참고문헌[5]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 스케

줄링 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, 액추에이터 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 액추에이터 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.

## III. M2M 시뮬레이터 프로그램 구조도

M2M 네트워크는 다음 그림과 같은 구성도를 가지며 사용자들과 통신한다.



그림 1. M2M 통신망 구성도

위의 그림 1에서 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 다양한 단말장치들의 정보가 동시 또는 수시로 인접해있는 이동통신망 기지국으로 전송된다면 트래픽이 폭증하게 될 것이다. 트래픽이 폭증하게 되면 비상 시 또는 급한 정보를 처리하는 단말장치

의 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.

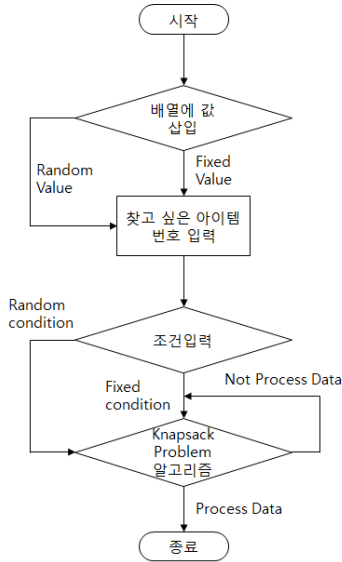


그림 2. M2M 시뮬레이터 흐름도

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 되면 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.

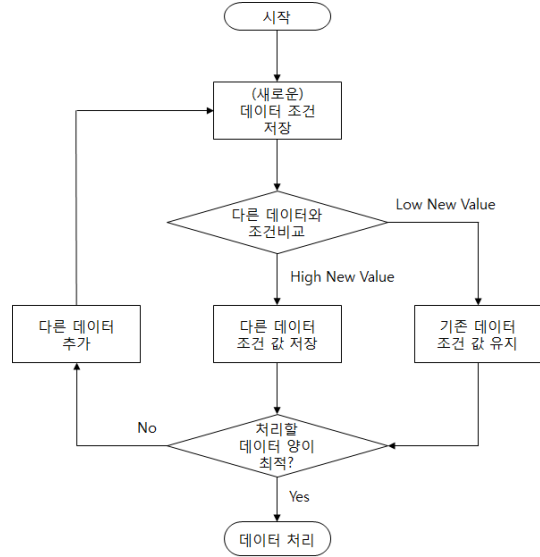


그림 3. 시뮬레이터에 적용된 알고리즘의 흐름도

위의 그림4는 그림3에서 제시했던 흐름도 중 기존의 Knapsack Problem 알고리즘에 본 논문의 주제에 맞추어 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 최적이지 않았다면 또 다른 데이터를 추가해서 앞서 언급했던 순서대로 추가적으로 데이터를 처리하게 된다. 이때, 기존에 처리되었던 데이터의 배열에 새로운 데이터가 삽입이 된다.

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

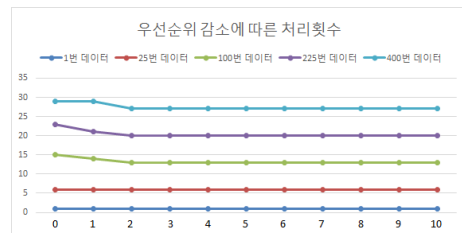


그림 4. 데이터 처리결과 (우선순위 감소)

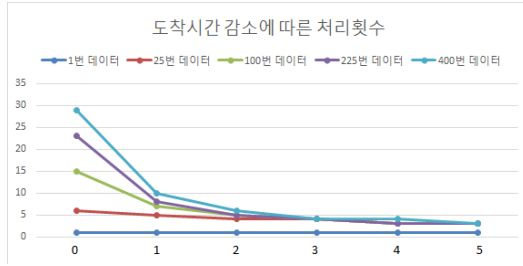


그림 5. 데이터 처리결과 (도착시간 감소)

위의 그래프는 C언어에서 도출된 결과를 토대로 엑셀을 이용하여 작성되었다.

위의 그림 5, 그림 6을 살펴보면 어떤 데이터를 찾더라도 우선순위를 2개까지 감소시킨 값 이후로 데이터의 처리 횟수의 변화가 일정하다는 것을 알 수 있다. 1번째 데이터 및 25번 데이터를 찾을 때에는 우선순위 값을 감소시켜도 변화가 일어나지 않지만 처리하려는 데이터의 위치가 커질수록 우선순위를 2개 이상 감소시켰을 때부터 변화가 일어나지 않는 것을 알 수 있다. 그리고 도착시간 감소에 따른 처리 결과를 살펴보면 어디에 찾으려는 데이터의 위치가 어디에 있더라도 도착시간을 감소시킨 값이 데이터의 처리가 빨라진다는 것을 확인할 수 있으며 그 격차는 감소할 아예 하지 않은 결과와 도착시간을 5 감소시킨 데이터의 처리횟수와는 확연하게 차이가 난다는 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.

## 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. 구현된 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.

이 논문은 2013년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음.

## 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] 김형욱, 박홍성, “분산 제어시스템에서의 태스크와 메시지 기반 스케줄링을 이용한 최적 주기와 우선순위 할당”, ICCAS 2011, 2001.10, PP.1792-1795
- [6] 이순식, 송민섭, 장중욱, “M2M 통신에서 서비스의 효과적인 처리 방안에 대한 연구”, 한국정보통신 종합학술대회논문집, 2013 춘계 17권 1호, PP.325-328