

# 모바일 하버 서비스 관리 시스템

종신회원 이 훈\*

## Service Management System for Mobile Harbor

Hoon Lee\* *Lifelong Member*

### 요 약

최근에 들어서 얇은 바다에서 대형 선박의 하역을 손쉽게 처리하기 위한 모바일 하버의 도입에 대한 논의와 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 본 연구에서는 대형 선박이 정박할 수 없는 얇은 바다에서도 화물을 싣고 내릴 수 있는 이동형 부두 시스템인 모바일 하버에 대하여 선박의 도착에서 하적에 이르기까지의 서비스를 자동으로 관리하는 모바일 하버 서비스 관리 시스템을 개발하였다. 이를 위하여 먼저 최근에 등장한 새로운 개념인 모바일 하버의 동작 원리를 정의하고 모바일 하버와 대형 선박의 행동 특성합수를 정의하였다. 이어서 모바일 하버와 서비스 관리 시스템이 정보를 주고받는 과정을 정의하고 그에 따른 기능을 시뮬레이터로 구현하였다. 마지막으로 개발한 시뮬레이터를 이용한 모의실험을 통하여 제안한 방법의 유효성을 제시하였다.

**Keywords** : IT convergence technology, Mobile harbor, Cargo-work control, QoS management

### ABSTRACT

Recently, we could witness research works on the development of mobile harbor. In line with the implementation of the physical entity for the mobile harbor system, there exists a need for the development of the service management system for the mobile harbor. In this work we propose a framework for the mobile harbor service management system. To that purpose, we first define the principle for the operation of the mobile harbor service management system. Also we develop the mobile harbor service management system by simulation. Finally, we illustrate the implication of the research by experiments.

### I. 서 론

최근에 들어서 세계 경제가 점점 글로벌화됨에 따라 국가 간 혹은 국내 지역 간 해상 물류 이동이 급격하게 증가하고 있다. 이와 함께 물류를 이동하기 위한 수단인 컨테이너선의 대형화가 진행되었고 그에 따라서 물류비용의 절감이 요구된다. 특히 최근 우리나라는 해외 수출량이 증가함에 따라서 많은 물량을 저비용으로 운송할 수 있는 해상물류에 대한 수요가 증가하고 있다.

한편, 해상물류의 주된 운송수단인 컨테이너선의 대형화는 기존의 항만시설의 확장 또는 보수뿐만 아

니라 항로의 수심에 대해서도 적절한 고려를 요구한다. 이 경우에 육상의 항만시설은 물리적으로 확장이 용이하나 그보다 더 큰 문제는 해상항로의 수심이 얇다는 것이다. 왜냐하면 선박의 용량이 커질수록 항로의 수심이 깊어져야 하기 때문이다.

최근 우리나라에서도 이와 같은 문제가 실제로 발생하였는데 부산항의 항로의 수심이 대부분이 15m인데 이 수심에서도 8000 TEU(TEU는 컨테이너의 크기를 나타내는 단위로서 twenty-feet equivalent unit의 약어임. 즉, 컨테이너의 길이가 20피트-6미터에 해당인 단위를 나타냄)급의 컨테이너 선박이 화물을 가득 싣고 운항할 경우에 안전에 위험이 따른다는 지적이

\* 창원대학교 정보통신공학과 네트워크 연구실 (hoony@cwnu.ac.kr)

논문번호 : KICS2010-08-412, 접수일자 : 2010년 8월 24일, 최종논문접수일자 : 2011년 3월 14일

있다. 심지어 1만 TEU급의 선박은 짐을 많이 실지 않아도 임항이 어렵다고 한다. 실제로 최근 1년 이내(2009~2010년)에 부산항에서 수심이 얇은 관계로 인하여 대형 컨테이너선의 입출항이 지연된 사례가 15건에 이른다고 한다<sup>[1]</sup>. 그 이유는 대형 컨테이너선의 입출항에 필요한 최소 수심이 확보되지 않아서 수심이 깊어지는 만조까지 기다려야하기 때문이라고 한다.

한편, 국외적인 환경요인으로는 태평양과 대서양을 연결하는 파나마 운하의 확장이 있다. 파나마 운하는 길이 427m, 폭 55m, 깊이 18.3m에 달하는 수문을 2007년 9월부터 새로 건설하기 시작하였는데 2014년에 완공할 예정이다. 따라서 파나마 운하가 확장될 경우에는 초대형 컨테이너선에 의한 국제 해상물류의 양이 특히 늘어날 전망이다<sup>[2]</sup>.

2014년 파나마 운하의 확장공사가 완공되면 최대 1만4000 TEU급의 초대형 컨테이너선이 미주항로를 경유하여 우리나라를 드나들 예정이어서 우리나라도 부산항의 수심을 깊게 하는 일이 시급하다. 따라서 수심을 현재보다 2m가량 더 깊게 파지 않으면 우리나라에서 국제물류를 처리할 수 없을 것이라는 주장도 제기되었다.

그리고 우리나라의 서해는 수심이 원래부터 얇아서 대형 선박의 접안을 위한 대형 항구의 설치에 문제가 많은 것으로 알려져 있다. 따라서 대형 컨테이너선을 수용할 수 있는 항만 설치의 대안의 하나로서 최근에 모바일 하버(mobile harbor, 이하 MH로 부름)에 대한 아이디어가 제안되었으며 현재 모바일 하버와 관련한 다양한 연구가 진행 중이다<sup>[3]</sup>. 특히 우리나라에서는 부유체 시스템, 고속하역 시스템, 선박 간 자동도킹 시스템, 모바일 하버 시스템 구성 설계 기술 등 주로 기계적인 장치의 개발에 대해서 연구를 수행하고 있다.

위의 기술 가운데 본 연구와 관련되는 부분으로서 는 모바일 하버의 활당, 하역 스케줄링 등이 있으나 아직 이에 대해서 구체적인 연구결과는 없는 것으로 사료된다.

따라서 본 연구를 수행하면서 조사한 바로는 모바일 하버의 개념은 우리나라에서 세계 최초로 제안되었으며 모바일 하버의 서비스 관리와 관련한 연구는 아직 전무한 상황이다.

한편, 최근의 정보통신 융합기술(information and communication convergence technology)의 발달은 과거에 수동조작에 의지하였던 많은 응용분야에서의 서비스 제어 및 관리 업무가 컴퓨터와 통신기술을 기반으로 하는 자동화된 시스템으로 진화하는데 큰 역할을 하고 있다.

모바일 하버의 하역 서비스 관리에 대한 자동화된 관리 시스템의 운용에 대한 문제는 다른 산업분야인 통신네트워크에서 네트워크 관리 시스템의 개념과 유사하다. 즉, 네트워크로 연결된 다수의 노드들에 대하여 고객의 랜덤한 도착과 다양한 서비스요구를 수용하기 위해서 네트워크 상에 가상 혹은 물리적인 중앙 집중식 관리 시스템을 설치하여 네트워크 자원과 고객의 수요 간의 연관성을 모형화하여 고객이 요구하는 수준의 서비스를 제공하는 것이다<sup>[4]</sup>.

본 연구에서는 이와 같은 기술의 연관성을 바탕으로 통신네트워크에서의 트래픽 제어 기술을 바탕으로 모바일 하버의 서비스 관리 시스템을 개발하게 되었다.

본 연구의 목적은 모바일 하버를 운용하기 전에 미리 실제 환경과 비슷한 상황을 가정하여 대형 선박의 도착에서부터 모바일 하버가 대형 선박과 항구 사이를 오가면서 선박에 있는 컨테이너를 하적하는 전 과정을 시뮬레이션하는 모바일 하버 서비스 관리 시스템을 개발하는 것이다.

본 연구의 내용은 다음과 같이 구성되어있다. 먼저, 제II장에서는 모바일 하버 시스템의 구성과 동작에 대한 개념을 기술한다. 제III장에서는 모바일 하버 서비스 관리 시스템의 구현 방법을 제안한다. 그리고 제IV장에서는 시뮬레이션 프로그램을 통한 모바일 하버 서비스 관리 시스템을 구현하여서 개발한 시스템이 동작하는 상황을 보이고 실험의 결과에 대해서 기술한다. 마지막으로 제V장에서는 본 연구의 결과를 요약한다.

## II. 모바일 하버의 동작

모바일 하버는 심해 상에 정박 중인 대형 컨테이너선과 수심이 얇은 항구 및 부두를 연결하는 새로운 개념의 해상 운송수단으로 정의할 수 있다<sup>[3]</sup>. 따라서 모바일 하버의 목표는 아래의 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 항구로서의 기능이다. 즉, 기존 항구의 포화로 인한 대형 컨테이너선의 접안이 불가능한 상황에 대한 대안이다. 우리나라의 서해와 같이 수심이 얇은 바다를 이용하는 선박이나 부두의 크기가 작은 소형 항구에 하역을 원하는 대형 선박이 도착한 경우 그 선박을 깊은 바다에 정박하도록 한 후 모바일 하버를 이용하여 컨테이너를 수송할 수 있다. 둘째, 단거리 해운 기능이다. 즉, 물류의 양이 많지 않고 운송거리가 짧은 경우에 대형 선박을 얇은 바다에서 운행하지 않고도 물류를 이동하는 수단으로 사용하는 것이다. 셋째,

임시 야적기능이다. 이는 항구가 포화상태이거나 대형 컨테이너선의 물류가 다른 선박으로 옮겨 실어져 이동되어야 할 상황에서 모바일 하버가 컨테이너를 임시로 보관하는 기능이다.

이상의 정의로부터 모바일 하버는 대형 컨테이너선에 비해서 적재량이 작은 수백 TEU정도의 소형 간이 선박임을 짐작할 수 있다.

모바일 하버는 육상의 부두와 대형 컨테이너선이 정박 중인 깊은 바다 사이를 오가면서 대형 선박의 컨테이너를 육상부두로 실어 나르는 역할을 한다. 모바일 하버는 운용 관리자의 정책에 따라 적절한 대수를 동시에 운용할 수 있다.

본 연구에서는 이와 같은 모바일 하버를 운용하는데 있어서 발생할 것으로 사료되는 문제점으로서 대형 선박이 심해에 도착하여 짐을 내릴 때까지 발생하는 일련의 서비스를 어떻게 제어하느냐 하는 것이다. 이때 육상부두가 알아야 할 정보로는 선박의 위치, 적재된 화물의 양, 처리시간에 대한 긴급성 등이 있다.

이와 같은 작업을 수작업으로 수행한다는 것은 아주 비효율적일뿐만 아니라 동적으로 변하는 선박의 입출입 및 하역량에 대하여 유연하게 대처하지 못함으로 인하여 야기되는 과다지연(excess delay) 및 수율(throughput)의 하락 등은 서비스의 품질(quality of service)측면에서도 큰 장애요소라고 할 수 있다<sup>5)</sup>.

본 연구는 이와 같은 문제점을 해결하는 대안으로서 모바일 하버 서비스 관리 시스템을 개발하고자 한다.

### III. 모바일 하버 서비스 관리 시스템

본 연구에서 제안하는 모바일 하버 서비스 관리 시스템(mobile harbor service management system, 이하 MH-SMS로 부름)은 위에서 니열한 문제를 체계적이고 자동화된 시스템을 통해서 해결하는 수단을 구현하는 것을 목적으로 하고 있다. 즉, 대상으로 하는 항구(육상부두라고도 부름)에 대해서 선박의 도착 빈도, 적재량의 크기, 위치 등 제반 정보를 확률변수로 정의하여 적절한 규모를 가정한 난수를 이용해서 발생시키고, 이를 가상의 항구가 제어하는 상황을 구현하고 시스템의 동작을 쉽게 관측할 수 있도록 모든 과정을 시각적으로 표현하였다.

본 연구에서 제안하는 모바일 하버 서비스 관리 시스템은 그림 1과 같은 흐름에 따라 동작한다.

먼저 선박이 도착하는 과정을 가정하자. 선박은 단위시간 당 평균도착률  $\lambda$ 의 푸아송분포를 따라서 입항한다고 가정하고 단위시간 당  $k$ 대의 선박이 도착

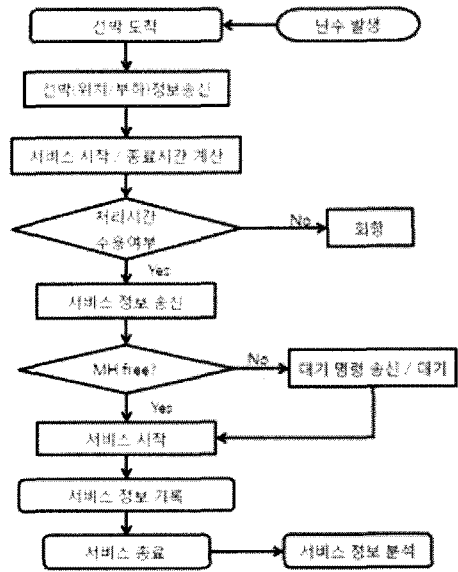


그림 1. MH-SMS의 동작 흐름도

할 확률을  $p(k)$ 라고 두면  $p(k)$ 는 다음과 같다.

$$P(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \quad (1)$$

본 연구에서 선박의 도착과정을 푸아송분포로 가정한 이유는 이 분포가 자연계에서 발생하는 임의성을 가진 사건의 발생을 가장 잘 나타내는 분포함수이고 실제로 많은 현상이 푸아송과정을 따라서 일어나기 때문이다<sup>6)</sup>.

한편, 대형 선박의 하적량은 평균치  $\mu$  및 표준편차  $\sigma$ 를 가지는 정규분포를 따른다고 가정하고 하나의 선박의 하적량이  $x$ 일 사건은 다음과 같은 정규분포 확률밀도함수  $f(x)$ 를 가진다고 가정한다.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, 0 < x < \infty \quad (2)$$

여기서 하적량을 정규분포로 가정한 이유는 현재 세계적으로 운행 중인 대형 컨테이너 선박의 크기가 대체적으로 일정한 크기의 평균을 중심으로 다양한 크기로 분포하는데 샘플의 수를 충분히 크게 가정한다면 이러한 상황을 가장 잘 나타내는 분포가 정규분포이기 때문이다<sup>6)</sup>.

그리고 마지막으로 대형 선박은 컨테이너선 접근 불가 영역의 밖에 균일하게 분포한다고 가정한다. 이

가정은 대형 선박이 상호 운행 정보를 주고받지 않는 상황에서 취할 수 있는 가장 이상적인 가정이기 때문이다.

이상과 같이 가정한 사실을 바탕으로 매 선박의 도착사건에 대하여 선박의 위치, 적재량의 크기, 도착 빈도 등을 난수를 발생시켜서 선박의 도착과정을 구현하였다.

한편, 하나의 선박이 MH-SMS가 관할하는 해역에 도착하면 그 선박은 내부에 장착된 GPS(global positioning system, 위성항법장치)와 위성통신장비를 이용하여 자신의 위치와 적재량(부하)에 관한 정보를 육상부두에 있는 서비스 제어기(즉 MH-SMS)에 송신하게 된다.

서비스 제어기에서는 송신된 선박의 위치 및 부하 정보를 바탕으로 항구와 선박 사이의 거리를 계산하여 MH의 왕복지연시간(round trip time, 이하 RTT라 부름)을 계산하고, 모바일 하버의 처리량, 처리속도를 기준으로 서비스 시작 시각과 예상 종료 시각을 예측하여 선박에 제공한다.

한편, 서비스 제어기로부터 하역 처리시간과 관련된 정보를 제공받은 선박은 모바일 하버가 제공하는 예상 처리시간 정보를 보고 그것을 수용할지 여부를 결정하게 된다. 만약 수용하지 않을 경우에 그 선박은 다른 항구로 회항하게 되고, 수용하게 된다면 서비스 제어기는 그 순간의 모바일 하버의 사용상태를 조사하여 가용한 모바일 하버가 없을 경우에는 대기명령을 내리고 가용한 모바일 하버가 있을 경우에는 서비스를 시작한다.

여기서 선박이 모바일 하버가 제시한 조건을 수용할지의 판단 여부는 모바일 하버의 서비스 품질 문제에 해당하는데 이에 대한 기준이 아직 규정되어있는 것은 없다. 본 연구에서는 서비스 품질을 다음과 같이 규정하기로 한다. 먼저 선박은 각자 자신이 정박하고자 하는 해상에서 하역하기 위해서 기다려야 하는 대기시간에 대한 임의의 인내시간(tolerable time)을 가지고 있다고 가정을 한다. 그리고 앞에서 제시한 방법에 의해서 MH-SMS로부터 받은 예상 대기시간이 자신이 정한 인내시간을 초과하면 그 선박은 그 해역에서 서비스 받기를 포기하고 다른 항구로 회항한다. 본 연구에서는 임계치를 따로 설정하지 않고 MH-SMS로부터 받은 정보를 바탕으로 선박이 임의적으로 회항을 결정하는 방법을 사용한다.

한편, 임계치를 설정하지 않은 이유는 임계치를 일부러 설정할 경우 모든 동작이 자동화된 시스템에 의해서 동작을 하게 되고 그로 인하여 선박과 모바일하

버 간의 상호동작성(interoperability)을 시각적으로 나타내는 것이 의미가 없기 때문이다. 그리고 바로 이점이 본 연구를 이론적 모형이 아닌 시물레이션 모형으로 실험을 하는 주된 이유이다. 다시 말하면, 임계치의 설정의 경우에는 고객이 시스템에 도착한 후 시스템의 상태를 관찰하여서 시스템이 붐비는 것을 확인하고는 들어가기를 주저하는 M/G/c-B 대기행렬 시스템에 해당하는데 이에 대해서는 [7]에서 이미 해석한 바 있다.

한편, 본 연구에서 제안하는 경우는 선박의 동작에 대하여 보다 실용적인 환경을 가정하기 위하여 고객이 MH-SMS로부터 제공되는 정보를 받아 본 후 자의적으로 참여의사를 결정하는 방식을 취하고 있기 때문에 대기행렬을 이용한 이론적인 해석이 불가능하다. 그래서 시물레이션 모형을 이용한다.

다시 MH-SMS의 동작 흐름도로 돌아가서 하나의 선박에 대하여 하역 서비스를 시작한 후 종료될 때까지의 정보는 서비스 제어기에 기록하게 되고, 하역을 마치면 서비스를 종료한다.

서비스가 종료된 후 서비스에 대한 정보의 분석은 선박명, 육상부두까지의 거리, RTT, 서비스 제어기의 제안시간, 선박의 대기시간, 선박이 하역에 사용한 모바일 하버의 수, 도착 선박의 하역 성공률, 하역한 선박의 평균대기시간, 회항한 선박에 대해 서비스 제어기가 제안한 평균대기시간을 계산하고 관리한다. 마지막으로 항구에 들어오는 모든 선박의 하역여부를 기록하여 자료를 시각적으로 표현한다.

#### IV. MH-SMS 시스템의 구현

앞에서 제시한 MH-SMS 시스템의 동작 흐름도에 따라 MH-SMS의 시물레이션 프로그램을 자체 개발하였는데 소스는 시물레이션의 수행과정 및 결과를 그래픽으로 표시하기 쉽도록 C# 프로그래밍 언어를 이용하였다.

MH-SMS는 환경 설정을 시작으로 모의실험을 진행하게 되는데 예를 들면 그림 2와 같이 파라미터를 설정할 수 있다.

그림 2에서 컨테이너선의 평균적재량은 10,000 TEU로 가정하였으며 적재량의 표준편차는 아래에서 결정하는 방법을 기술하기로 한다. 그리고 최대적재량은 13,000TEU로 가정하였으며, 부두에 준비된 모바일 하버의 수는 8로 가정하였다.

한편, 모바일 하버의 속도는 8노트(단, 1노트=1해리/시간)이고 1해리=1,852 m에 해당함. 즉, 1노트는

컨테이너 선의 평균 적재량  
10000 TEU

컨테이너 선의 최대 적재량  
13000 TEU

가용 Mobile Harbor 수 (250TEU)  
8 대

모바일 하버 속도  
8 노트

그림 2. 파라미터의 설정

시속 1.852Km를 함할)로 가정을 하였다. 이들 파라미터는 향후 모바일 하버가 본격적으로 개발되면 더욱 현실적인 값으로 대체될 수 있다.

한편, 선박마다 실을 수 있는 컨테이너의 수가 다르므로 이 변수가 가변인 점을 고려하여 하역량의 평균( $\mu$ )과 표준편차( $\sigma$ )를 파라미터로 설정을 하는데, 선박이 적재 가능한 컨테이너의 수를 전체 통계량의 99.7%이내로 가정을 하고 최대적재량이  $\mu + 3\sigma$ 가 되도록 표준편차를 1,000으로 설정하였다.

한편, 모바일 하버의 특성으로는 1회 출항(육상부두에서 선박이 있는 깊은 바다로의 출항)당 처리할 수 있는 컨테이너의 물량이 있는데 본 연구에서는 250TEU로 가정을 하였다.

그리고 하나의 컨테이너 선박이 동시에 사용할 수 있는 가용 모바일 하버의 수는 실질적으로 한 선박에 최대 4대(모바일 하버가 선박의 네 모서리에 각각 배치됨)를 이용한 하역이 가능하다는 가정 하에서 최대 4대까지 설정할 수 있게 하였다.

그리고 여러 대의 선박에 대한 컨테이너의 하역은 FCFS(first come first served, 즉, 선박의 도착순서)원칙에 따라 처리한다. 그림 3은 컨테이너의 하역을 위하여 MH-SMS가 있는 해역에 도착한 선박이 MH-SMS에 송신하는 정보를 나타낸 것이다.

그림 3에서도 볼 수 있는 바와 같이 선박정보는 선박의 위치와 적재량으로 표시되는데 (그림 3에서는 배의 이름을 편의상 test\_ship\_1이라고 나타냄)선박의

test\_Ship\_1

위치  
X 611 Y 22  
적재량 8750 TEU

그림 3. 선박정보

위치는 경도와 위도로 표시하되 경도(시물레이션 화면에서 가로축으로 표시)는 [450,750] 픽셀 간에 임의로 배정되고 위도(시물레이션 화면에서 세로축으로 표시)는 [20,550] 픽셀 사이에서 임의적으로 배정된다. 그리고 거리는 200픽셀을 1해리로 정의하였다. 그림 3에서는 해당선박이 경도가 611, 위도가 22픽셀 부근에 위치하고 있음을 알 수가 있다.

한편, 선박의 적재량은 해당 선박이 싣고 있는 컨테이너의 수로 표시하는데 앞에서 정의한 파라미터를 따라서 임의로 생성한다. 그림 3에서는 8,750TEU로 생성되었다.

그림 4는 MH-SMS가 선박으로부터 제공받은 정보인 선박의 위치 및 적재량 정보(그림의 좌측 창)와 그를 바탕으로 계산한 MH-SMS의 서비스 정보(그림의 우측 창)이다. 그림에서 선박과 항구 사이의 거리, 현재 사용 가능한 모바일 하버의 수, 하역에서 사용하고 하는 모바일 하버의 수 및 그에 따른 서비스 종료까지의 시간 및 대기시간을 나타낸 것이다. 단, 그림 4에서는 대기시간이 0이므로 이 선박은 자신이 원하는 바로 모바일 하버의 서비스를 받을 수 있음을 나타내고 있다.

이 경우 선박은 “하역”버튼을 누름으로써 자신이 MH로부터 하역을 받겠다는 의사를 표현할 수 있다.

반대로 만약 대기시간이 선주가 기대했던 것보다 길게 제시되는 경우에 선주는 위의 서비스 정보 창에서 “취소”버튼을 누름으로써 하역을 할 의사가 없음을 나타낼 수 있다. 그런데 이와 같은 일이 너무 자주 일어난다는 것은 결국은 하역을 위한 대기시간이 과도하다는 것을 반영하며 결과적으로는 MH의 서비스 품질의 저하와 관련된 문제이기 때문에 이런 일이 너무 자주 일어나지 않도록 MH의 수를 늘이는 등의 서비스 품질의 관리가 필요하다.

결론적으로 본 연구에서 개발한 MH-SMS는 위와 같은 상호 정보교환 기능을 제공함으로써 컨테이너 선박과 모바일 하버 간에 서로가 필요한 정보의 제공이 가능하고 또 그 정보를 바탕으로 선박이 하역을 할지의 여부를 결정하는 수단을 제공할 수 있게 되어서

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| test_Ship_1                         | 입구까지 거리 1.09 해리   |
| 위치<br>X 539 Y 134                   | 사용가능 Mobile Harbor 4 대  |
| 적재량 11000 TEU                       | 사용할 Mobile Harbor 3/4 대   |
|                                     | 서비스 종료까지 495 분  |
|                                     | 대기시간 0 분  |
| <input type="button" value="정보전송"/> | <input type="button" value="하역"/> <input type="button" value="취소"/> |

그림 4. 선박정보와 MH의 서비스정보

시시각각으로 변화하는 항만조건에서 원활한 하역을 위한 상호동작(interactivity)의 기능을 실현할 수 있다.

그림 5는 MH-SMS의 동작에 대한 모의실험을 진행 중인 모습이다. 그림 5에서 보는 바와 같이 현재 실험에는 세 척의 컨테이너선이 정박 중인데 그 중에서 두 대의 선박에 대하여 8대의 모바일 하버가 각각 네 척이 동원되어 하역서비스를 제공 중에 있으며 한 척의 선박은 대기상태에 있다.

그림 6은 선박의 평균도착간격을 150분으로 설정을 하고 2,880분 동안 모의실험을 진행한 후 취득한 서비스 정보를 나타낸 것이다. 그림 6에서 볼 수 있는 바와 같이 MH-SMS가 제공하는 서비스 정보에는 선박명, 선박과 부두 간의 거리, RTT, 최소하역시간, 제안하역시간, 하역까지 대기시간, 사용 모바일 하버의 수, 하역 결정 여부 등 선박의 도착에서 하역까지의 일련의 동작과 관련된 다양한 정보를 제공하고 있다. 또 위와 같은 정보 이외에도 도착한 선박들의 평균하역성공률, 선박당 평균대기시간, 하역한 선박의 평균 대기시간, 회항한 선박에게 제시된 평균대기시간을 나타냈는데 이와 같은 정보는 본 제안 시스템이 컨테이너

선박의 실제 운용 시에 하역 성능을 나타내는데 좋은 지표가 될 것으로 사료된다.

한편, 본 연구에서는 앞에서 임의로 가정한 파라미터에 대해서 2,880분의 시뮬레이션 기간 동안에 선박이 평균적으로 20대가 도착할 수 있는데 그림 6에 나타난 시뮬레이션 기간 동안에 도착한 선박의 총 수는 21대였다. 그리고 본 실험 이외에도 수차례 시뮬레이션을 반복하여 실험한 결과 같은 조건에서 선박의 평균도착대수는 최소 11대에서 최대 28대까지 도착함을 알 수 있었다.

그림 7은 그림 6에서 기록된 선박 가운데 하역에 성공한 선박 14척에 대하여 선박별로 MH-SMS가 제안한 시간단위:분과 서비스를 받기까지의 대기시간을 비교 분석한 결과이다. 그림에서도 보는 바와 같이 제안시간과 대기시간은 서로 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

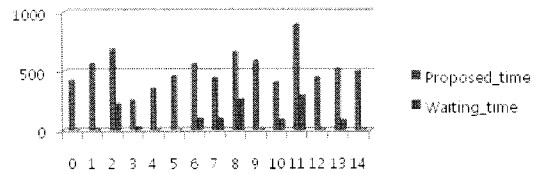


그림 7. 제안시간과 대기시간

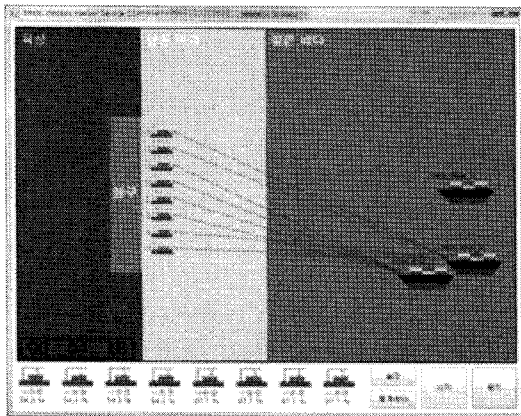


그림 5. MH-SMS의 동작모습

| 선박명           | 거리   | RTT | 원 도착간격 | 도착시간 | 대기시간 | 선박의 크레인 사용가능여부 |
|---------------|------|-----|--------|------|------|----------------|
| Cont.-Ship-0  | 1.97 | 18  | 420    | 420  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-1  | 2.07 | 19  | 420    | 420  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-2  | 1.67 | 13  | 468    | 468  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-3  | 1.34 | 10  | 528    | 528  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-4  | 1.53 | 11  | 393    | 393  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-5  | 1.96 | 15  | 468    | 468  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-6  | 1.38 | 14  | 492    | 492  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-7  | 1.09 | 13  | 341    | 430  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-8  | 1.95 | 18  | 492    | 492  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-9  | 2.90 | 29  | 696    | 696  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-10 | 1.81 | 15  | 528    | 528  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-11 | 1.66 | 12  | 319    | 402  | 83   | 4              |
| Cont.-Ship-12 | 1.6  | 14  | 492    | 492  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-13 | 0.95 | 19  | 696    | 696  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-14 | 1.05 | 6   | 176    | 193  | 13   | 4              |
| Cont.-Ship-15 | 1.35 | 10  | 176    | 141  | 35   | 4              |
| Cont.-Ship-16 | 2.09 | 16  | 444    | 444  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-17 | 1.44 | 14  | 512    | 393  | 119  | 4              |
| Cont.-Ship-18 | 2.35 | 21  | 468    | 468  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-19 | 0.91 | 22  | 384    | 384  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-20 | 1.89 | 14  | 468    | 468  | 0    | 4              |
| Cont.-Ship-21 | 2.43 | 19  | 492    | 492  | 0    | 4              |

모의 실험 차등률 : 68.10 %  
 평균 대기시간 : 149.64 분  
 최하역 결정 대기시간 : 76.00 분  
 최상역 결정 대기시간 : 266.35 분

그림 6. MH-SMS가 제공하는 서비스 정보

## V. 결론

본 연구에서는 모바일 하버를 이용한 선박 하역 서비스 관리 시스템인 MH-SMS에 대하여 서비스 관리의 개념 및 알고리즘을 제안하고 서비스 관리 시스템을 개발한 결과를 제시하였다. 제안하는 시스템의 유효성을 입증하기 위하여 시뮬레이션을 이용하여 시스템을 구현하고 실제상황과 유사한 가상의 환경을 가정하여 실험을 수행하였다.

실험의 결과 제안한 방법이 모바일 하버의 대형 컨테이너선 하역 서비스를 수행하는 상황을 현실감 있게 나타냄을 알 수 있었고 모바일 하버의 운용에 유용한 정보를 제공함을 보였다.

본 연구를 진행하면서 가지고 있는 가장 큰 한계로서는 모바일 하버가 아직 현장에서 제작되어 운용이 되지 않은 시스템인 관계로 인하여 시스템의 제원 및 운용과 관련한 기본적인 자료가 부족하다는 것이다. 그로 인하여 본 연구에서는 가상의 환경 상에서 모의 실험으로 성능을 보일 수 밖에 없는 한계를 가지고 있으나 앞으로 모바일 하버가 현장에서 구현되고 선박

의 도착, 하역량의 규모, 모바일 하버의 물리적 성능  
규격 등 다양한 정보가 축적이 되면 본 연구의 결과를  
기반으로 하여 앞으로 모바일 하버의 도입과 운용에  
대한 더욱 발전된 연구를 진행할 수 있을 것으로 기대  
된다.

한편, 본 연구에서는 선박에 대한 하역 서비스를 함  
에 있어서 FCFS원칙을 적용하였으나 향후 연구분야  
로서 긴급서비스에 대한 요구를 반영할 수 있도록 하  
기 위하여 FCFS이외에도 선제서비스(preemptive  
service)방법을 고려하는 것도 좋은 방법이 될 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 박주영, “부산항 항로 수심 17m로 만들어야”, 조  
선일보 2010년 7월 29일.
- [2] 세계 물류 환경 변화와 대응 방안, 물류매거진,  
통권 200호(2009년 3월), 유통정보사, 2009년 3월.
- [3] KAIST 모바일 하버 사업단, <http://www.mobileharbor.or.kr>
- [4] 이훈, “Policy-based managed IP QoS 네트워크  
구축전략에 관한 연구”, 한국전산원연구보고서,  
2004년 11월.
- [5] 이훈, “NGN QoS보장을 위한 요소기술 및 품질  
기준 연구”, KT기술연구소최종보고서, 2003년 9월.
- [6] 이훈, 확률강의, 홍릉과학출판사, 2009년 8월.
- [7] 이훈, 대기행렬의 기초, 범한서적, 2011년 1월.

이 훈 (Lee, Hoon)

종신회원



1984년 2월 경북대학교 전자공  
학과(공학사)

1986년 2월 경북대학교 대학원  
전자공학과(공학석사)

1996년 3월 日本 도호쿠대 대  
학원 공학연구과(공학박사)

1986년 2월~2000년 2월 KT  
연구개발본부

2001년 3월~현재 창원대학교 교수

<연구분야> 네트워크 설계, 네트워크 성능평가, 인  
터넷 QoS 및 과금