

다양한 자료 동기화 게이트웨이의 성능 평가에 관한 고찰*

박주건*, 임승현*, 이현욱*, 이근진*, 박기현*,
*계명대학교 컴퓨터공학과
e-mail : khp@kmu.ac.kr

Consideration of Performance Evaluation for Various Data Synchronization Gateways

Ju-Geon Pak*, Seung-Hyun Lim*, Hyun-Uk Lee*, Guin Jin Lee*, Kee-Hyun Park*
*Dept. of Computer Science, Keimyung University

요 약

현재 모바일 환경에서 다양한 자료 동기화 프로토콜 및 솔루션이 개발되었지만 이들 간의 상호 호환성은 보장되고 있지 않은 실정이라서 관리의 어려움이 따르고 있다. 이에 본 연구팀은 통합된 자료 동기화 서버를 운용하기 위한 방안으로 서로 다른 자료 동기화 프로토콜 기반의 동기화 메시지 또는 자료를 통일된 형식으로 변환하기 위한 스탠드 얼론 (Stand alone) 자료 동기화 게이트웨이와 임베디드 자료 동기화 게이트웨이를 개발하였다. 하지만 두 게이트웨이는 규모의 확장성 (Scalability)과 자료 변환 성능 측면에서 상반된 장단점을 가지므로 두 게이트웨이의 성능을 비교/분석하여 전체 자료 동기화 시스템의 특성에 따라 상대적으로 효율적인 게이트웨이를 선택 운용하여야 할 필요성이 발생하였다. 게이트웨이 시스템의 특성상 성능 평가를 위해서는 다수의 모바일 단말기를 운용하여야 한다는 어려움이 있으므로 본 논문에서는 성능 분석을 위한 시뮬레이션 모델을 설계하였다. 시뮬레이션 모델을 통해 전체 단말기의 수와 동기화 요청 빈도에 따른 두 게이트웨이의 성능의 팔꿈치 지점을 파악할 수 있을 것이며, 이를 통해 각 자료 동기화 시스템 별 적합한 게이트웨이를 선택 운용하는데 도움이 될 것이다. 또한 병목현상이 발생하는 팔꿈치 지점을 개선함으로써, 전체 자료 동기화 시스템의 성능 향상에도 기여할 수 있을 것이다.

1. 서론

최근 사용자들은 PDA, 스마트폰과 같은 이동성이 뛰어난 모바일 단말기를 통해 개인 또는 비즈니스 자료를 활용 및 관리하고 있다. 이러한 현상은 스마트폰의 폭발적인 보급과 더불어 더욱 확산될 것으로 예상된다. 이처럼 시공간의 제약에서 벗어나 최신의 자료를 활용하기 위해서는 자료 동기화 기술이 필수적 요소이다. 자료 동기화 기술을 통해 모바일 단말기 내의 자료를 항상 최신의 것으로 유지할 수 있으며, 모바일 단말기, 데스크톱 컴퓨터 등에 분산되어 있는 자료들 간의 일치성을 보장할 수 있기 때문이다. 이에 다양한 방식의 자료 동기화 프로토콜들이 제안되었다. 대표적인 자료 동기화 프로토콜로는 마이크로소프트사의 액티브싱크 [1], 팜사의 핫싱크 [2], OMA(Open Mobile Alliance)의 DS (Data Synchronization) [3]와 인텔리싱크[4]를 들 수 있다. 액티브싱크와 핫싱크는 모바일 단말기와 개인용 데스크톱 컴퓨터 간의 자료동기화를 위해 사용되는 대표적인 프로토콜이며 OMA(Open Mobile Alliance) DS (Data Synchronization) 와 인텔리싱크는 모바일 단말기와 중앙의 원격 서버 간의 자료 동기화를 위한 대표적 프로토콜이다. 이 중 OMA DS 는 현재 산업계 표준으로 받아들여지고 있으며 프로토콜의 구조와 절차에 관한 문서 또한 공개하고 있다.

이처럼 자료 동기화에 관한 산업계 표준이 제안되었고 널리 사용되고 있지만 OMA DS 이외의 다른 자료 동기화 프로토콜들도 여전히 사용되고 있다. 예를 들어 윈도우 모바일 운영체제를 탑재한 PDA 와 스마트폰은 액티브싱크 자료 동기화 프로토콜을 사용하고 있다. 따라서 하나의 자료 동기화 서버로 서로 다른 운영체제를 탑재한 모바일 단말기들을 통합적으로 관리할 수 없다. 즉, 서로 다른 운영체제를 탑재한 모바일 단말기를 관리하기 위해서는 서로 다른 자료 동기화 서버가 필요하다. 이러한 비효율성을 해결하기

크롭 컴퓨터 간의 자료동기화를 위해 사용되는 대표적인 프로토콜이며 OMA(Open Mobile Alliance) DS (Data Synchronization) 와 인텔리싱크는 모바일 단말기와 중앙의 원격 서버 간의 자료 동기화를 위한 대표적 프로토콜이다. 이 중 OMA DS 는 현재 산업계 표준으로 받아들여지고 있으며 프로토콜의 구조와 절차에 관한 문서 또한 공개하고 있다.

* 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임
(No. 2010-0016454)

위해서는 서로 다른 단말기들이 사용하는 프로토콜 기반의 메시지 또는 자료 형식을 통일된 하나의 형식으로 변환하는 게이트웨이가 필요하다. 이에 본 연구팀은 앞선 연구에서 서로 다른 동기화 프로토콜을 사용하는 모바일 단말기의 동기화 자료를 산업계 표준인 OMA DS 형태로 변환 및 역 변환하는 자료 동기화 게이트웨이 시스템을 개발하였다 [5-7]. 본 연구팀이 개발한 자료 동기화 게이트웨이는 두 가지 버전이 있으며, 첫 번째 게이트웨이는 스탠드 얼론 (Stand alone) 자료 동기화 게이트웨이이고, 두 번째 버전은 임베디드 자료 동기화 게이트웨이이다. 자료 동기화 게이트웨이는 서로 다른 동기화 프로토콜을 사용하는 모바일 단말기들을 통합적으로 관리할 수 있다는 장점이 있지만 메시지 또는 자료를 변환하는 과정으로 인해 전체 시스템의 성능을 저하시킬 수 있다는 단점을 가지고 있다. 따라서 전체 시스템 성능의 저하를 최소화하기 위해서는 변환 및 역 변환 과정을 집중적으로 분석할 필요가 있으며, 전체 시스템에서 병목현상이 발생하는 팔꿈치 부분을 찾아 개선하여야 할 필요가 있다. 또한 본 연구팀의 두 가지 자료 동기화 게이트웨이는 규모의 확장성과 자료 변환 성능의 측면에서 서로 상반된 특성을 가지므로 전체 자료 동기화 시스템의 특성에 따라 상대적으로 효율적인 게이트웨이가 선택/운용되어야 한다. 이를 위해서는 동기화 요청 단말기의 수와 요청 빈도의 증가에 따른 성능의 팔꿈치 지점을 찾아내는 것은 필수적이다. 하지만 제안된 자료 동기화 게이트웨이의 성능을 분석하기 위해서는 다수의 모바일 단말기들을 운용하면서 자료 변환 시간, 압/복호화 시간 등을 포함한 전체 동기화 시간을 측정하여야 하지만 이는 현실적으로 어렵다. 따라서 본 논문에서는 자료 동기화 게이트웨이 성능 분석을 위한 연구의 일환으로 시뮬레이션 모델을 설계하였다. 단말기 수와 동기화 요청 빈도를 시뮬레이터를 통해 증가해가면서 두 게이트웨이의 성능을 비교 분석하여 병목현상이 발생하는 성능의 팔꿈치 지점을 찾기 위함이다. 이를 통해 자료 동기화 시스템의 특성 별 적합한 게이트웨이를 선택 운용하는데 도움이 될 것이다. 또한 병목현상이 발생하는 팔꿈치 지점을 개선함으로써, 전체 자료 동기화 시스템의 성능 향상을 꾀하고자 한다.

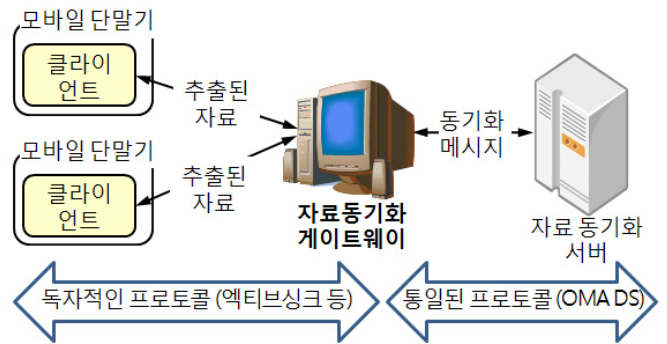
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 구현된 두 가지 버전의 자료 동기화 게이트웨이의 동작 및 특징에 대해서 기술한다. 3 절에서는 구현된 게이트웨이의 성능을 비교 분석하기 위한 시뮬레이터의 설계 결과를 제시한다. 마지막으로, 4 절에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구 과제에 대해 논한다.

2. 자료 동기화 게이트웨이 시스템

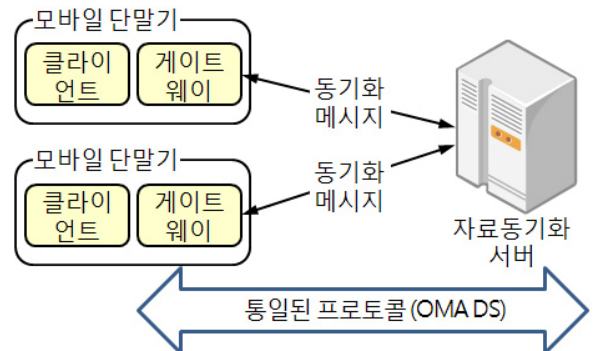
서로 다른 단말기들이 사용하는 프로토콜 또는 메시지 형식을 통일된 하나의 형식으로 변환하기 위해 본 연구팀은 두 가지 버전의 자료 동기화 게이트웨이 시스템을 개발하였다 [5-7]. 자료 동기화 게이트웨이 시스템은 단말기의 자료를 직접 추출 및 저장하는 클라이언트, 추출된 자료를 OMA DS 기반의 메시지로

변환하거나 OMA DS 기반의 메시지를 역 변환하는 게이트웨이 그리고 OMA DS 기반의 자료 동기화 서버로 구성된다. 자료 동기화 게이트웨이와 서버는 OMA DS 에서 규정한 절차와 형식에 따라 동기화 메시지를 상호 교환한다. OMA DS 에서 자료 동기화는 총 3 단계로 구성된다. 1 단계인 세션 설정 단계에서는 클라이언트 (게이트웨이)와 자료 동기화 서버 간 인증 및 디바이스 정보를 교환한다. 2 단계인 동기화 단계에서는 상호 간의 최신 정보를 교환한다. 마지막으로 3 단계인 맵 정보 교환 단계에서는 자료의 식별자인 LUID 를 교환한다. 각 단계는 2 개의 패키지 (메시지)로 구성된다 [3].

그림 1 은 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이를 나타내며 그림 2 는 임베디드 자료 동기화 게이트웨이를 나타낸다.



(그림 1) 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이



(그림 2) 임베디드 자료 동기화 게이트웨이

그림 1 과 그림 2 에서 알 수 있듯이 두 버전의 게이트웨이에서 클라이언트가 모바일 단말기로부터 자료를 추출하는 과정은 동일하다. 하지만 추출된 자료를 OMA DS 기반의 메시지로 변환하는 위치 및 시점이 게이트웨이의 종류에 따라 달라진다. 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이 시스템에서는 다수의 단말기로부터 수신한 추출된 자료를 중앙의 자료 동기화 게이트웨이가 OMA DS 메시지로 변환한다. 이에 반해 임베디드 자료 동기화 게이트웨이 시스템에서는 각각의 단말기가 추출한 자료를 단말기 내부에서 OMA DS 메시지로 변환하여 자료 동기화 서버로 전송한다. 이처럼 두 게이트웨이의 자료 변환 방식 및 위치가

다르기 때문에 두 종류의 게이트웨이는 서로 다른 장 단점을 가진다.

- 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이
 - **장점:** 메시지 변환 및 역 변환이 컴퓨팅 파워가 상대적으로 높은 외부의 데스크톱 컴퓨터에서 수행하므로 소요시간이 상대적으로 짧으며 단말기의 부담이 적다.
 - **단점:** 다수의 단말기와 중앙의 자료 동기화로부터 빈번한 동기화 요청을 받을 경우 게이트웨이에 과부하가 발생할 수 있다. 또한 클라이언트 및 서버로부터 수신한 자료를 암호/복호화 하여야 한다.
- 임베디드 자료 동기화 게이트웨이
 - **장점:** 메시지 변환 및 역 변환이 각 단말기 내에서 독립적으로 이루어지므로 게이트웨이의 과부하가 발생할 확률이 낮다. 또한 게이트웨이가 단말기 내에 탑재되어 있으므로 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이에 비해 암호/복호화 과정이 단순하다.
 - **단점:** 제한된 컴퓨팅 파워를 가진 단말기 내에서 메시지 변환 및 역 변환이 직접 이루어지므로 상대적으로 오랜 시간을 소요할 수 있으며 단말기의 부담이 높다.

위에서 설명한 바와 같이 두 자료 동기화 게이트웨이는 클라이언트로부터 추출된 자료를 변환하고 서버로부터 수신된 동기화 메시지를 역 변환 또는 해석하는 과정이 필요하다. 이는 전체 자료 동기화 시스템의 성능 저하를 초래할 수 있다. 또한 두 자료 동기화 게이트웨이는 서로 상반된 특성을 가지므로 전체 자료 동기화 시스템의 특성에 따라 상대적으로 효율적인 게이트웨이가 선택/운용되어야 한다. 이를 위해서는 동기화 요청 단말기의 수와 요청 빈도의 증가에 따른 성능의 팔꿈치 지점을 찾아내는 것은 필수적이다.

3. 시뮬레이터 설계

2 절에서 살펴본 바와 같이 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이와 임베디드 자료 동기화 게이트웨이는 서로 상반되는 장점 및 단점을 가지고 있다. 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이의 성능은 동시에 자료 동기화를 요청하는 단말기의 수에 의존적이라고 볼 수 있다. 이에 반해 임베디드 자료 동기화 게이트웨이의 성능은 하나의 단말기에서 발생하는 동기화 요청의 빈도에 더욱 의존적이며 단말기의 수에 독립적이라 볼 수 있다. 따라서 전체 자료 동기화 시스템의 특성에 따라 적절한 자료 동기화 게이트웨이 시스템을 적용하기 위해서는 동기화 요청 단말기의 수와 요청 빈도의 증가에 따른 성능의 팔꿈치 지점을 찾아내는 것은 필수적이다.

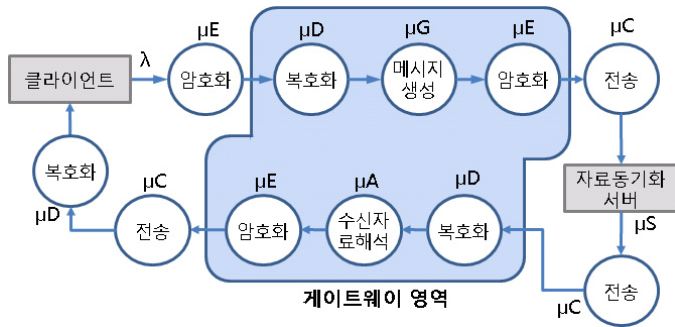
하지만 제안된 자료 동기화 게이트웨이의 성능을 분석하기 위해서는 수 십대 이상의 모바일 단말기들을 운용하면서 다양한 환경을 기반으로 측정하여야 하지만 이는 현실적으로 어렵다. 따라서 본 논문에서

는 자료 동기화 게이트웨이 성능 분석을 위한 연구의 일환으로 시뮬레이터를 설계하고자 한다.

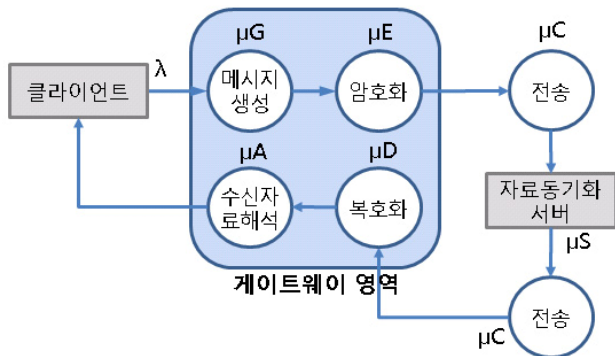
본 논문의 시뮬레이터는 이산 사건(discrete event) 기법 [8]을 사용하도록 설계되었다. 이산 사건 기법은 이벤트가 발생하는 시점으로 시각을 진행시키며 시스템의 성능을 분석할 수 있는 기법이다.

자료 동기화 게이트웨이의 분석 대상이 되는 모듈들은 큐잉 네트워크 모델로 표현되며 축적 전송(store-and-forward) 방식을 사용한다. 즉, 게이트웨이에는 평균 λ 의 속도(rate)로 요청이 들어와 수신 대기열(queue)에서 대기한다. 수신 대기열에서 대기중인 요청은 순차적으로 처리되며 처리가 끝나면 다음 모듈로 전달된다. 성능 분석 결과의 정확도를 높이기 위해 시뮬레이션에 필요한 매개변수의 값은 대부분 구현된 게이트웨이 시스템에서 실제로 측정할 것이다. 또한 게이트웨이와 자료 동기화 서버 간 교환되는 6개의 패키지(메시지)에 대한 처리가 다르기 때문에 처리 시간도 조금씩 달라질 수 있다. 따라서 6개의 패키지에 대한 처리 시간을 모두 실제 측정하여 매개변수의 값을 설정하고자 한다. 또한 메시지 생성, 해석, 암호화, 전송 등을 위한 처리 시간은 두 시뮬레이션 모델에서 동일한 매개변수를 사용하지만 두 게이트웨이의 성능과 통신 방식이 다르므로 서로 다른 값을 사용할 것이다.

그림 3과 그림 4는 스탠드 얼론 및 임베디드 자료 동기화 게이트웨이를 위한 시뮬레이션 모델을 나타낸다. 단말기 내에 탑재된 클라이언트는 동기화 대상이 되는 자료를 추출하여 평균 λ 의 속도(rate)로 게이트웨이에게 전송한다. 이 때 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이는 외부에 설치되어 있으므로 암호화 과정이 추가적으로 요구되며 이 때 소요되는 시간은 μE 이다. 게이트웨이에 수신된 자료는 OMA DS 메시지 형식에 따라 μG 의 속도로 변환 또는 생성된다. 이 경우에도 마찬가지로 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이에서는 암호화된 자료의 복호화 과정이 추가적으로 필요하며 이 때 소요되는 시간은 μD 이다. 메시지가 생성되면 μE 의 속도로 암호화되어 자료 동기화 서버로 전송된다. 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이는 데스크톱 컴퓨터에 설치되어 있으므로 일반적으로 유선 인터넷 망을 사용하며, 임베디드 자료 동기화 게이트웨이는 모바일 단말기에 설치되어 있으므로 무선 인터넷 망을 사용한다. 따라서 두 모델에서의 전송 속도 μC 는 다르게 설정하여야 할 것이다. 자료동기화 서버의 처리시간 μS 는 두 모델에서 모두 동일하다. 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이에서는 서버로부터 수신된 메시지를 복호화 하고 분석한 후 다시 암호화하여 클라이언트로 전송해야 하고 이로 인해 클라이언트 또한 수신된 자료를 다시 복호화 하여야 하지만, 임베디드 자료 동기화 게이트웨이에서는 한번의 복호화 과정만 수행하면 된다.



(그림 3) 스탠드 얼론 자료 동기화 게이트웨이를 위한 시뮬레이션 모델



(그림 4) 임베디드 자료 동기화 게이트웨이 (모바일 단말기 기반)를 위한 시뮬레이션 모델

본 논문의 시뮬레이션 모델에서는 클라이언트로부터의 평균 자료 도착 속도인 λ 를 조절함으로써, 단말기 수와 요청 빈도의 증가 상황을 시뮬레이션 해 볼 수 있으며 이에 따른 각 모듈별 대기 시간 및 큐 길이 등을 평가해 볼 수 있다. 만약 평균 도착 속도 λ 가 10 이라면 1 초에 평균 10 개의 동기화 요청이 발생함을 뜻하며 평균 도착간격시간(inter-arrival time: $1/\lambda$)은 0.1로 평균 0.1 초마다 한 개의 동기화 요청이 발생함을 뜻한다. λ 를 10에서 100으로 증가시키면 1 초에 평균 100 개의 요청이 발생함을 뜻한다. 따라서 두 번째 모델에 이를 적용하면 평균 동기화 요청 빈도를 임의로 증가시킬 수 있으므로 성능의 팔꿈치 지점을 찾을 수 있다. 또한 평균 동기화 요청이 10에서 100으로 증가하였다는 것은 1 초에 10 번 동기화를 요청하는 단말기의 수가 1대에서 10대로 증가하였다고도 볼 수 있다. 따라서 첫 번째 모델에 이를 적용하면 전체 자료 동기화 시스템을 구성하는 단말기의 수를 임의로 증가시켜 볼 수 있다.

4. 결론

본 연구팀은 앞선 연구에서 서로 다른 자료 동기화 프로토콜 간의 호환성을 보장하고, 하나의 통합된 자료 동기화 서버를 운용하기 위한 방안으로 두 가지 버전의 자료 동기화 게이트웨이 (스탠드 얼론 / 임베디드 자료 동기화 게이트웨이) 시스템을 개발하였다. 하지만 이 게이트웨이들은 서로 상반된 장단점을 가지고 있어 전체 자료 동기화 시스템의 상황 및 특징

에 맞게 적절한 게이트웨이를 선택하여 운용하는 것이 효율적이다. 이를 위해서는 동기화 요청 단말기의 수와 요청 빈도의 증가에 따른 각 게이트웨이의 성능의 팔꿈치 지점을 찾아내는 것은 필수적이다. 하지만 실제 실험에 사용할 수 있는 모바일 단말기의 수가 극히 한정되어 있어 성능 분석을 수행하기에 어려움이 따른다. 이에 시뮬레이션 기법을 사용한 성능 분석이 필요하게 되었고, 본 논문에서는 이를 위한 두 종류의 시뮬레이터 모델을 설계하였다. 평균 자료 도착 속도인 λ 의 값을 조절함으로써, 단말기 수와 동기화 요청 빈도의 증가 상황을 시뮬레이션 해 볼 수 있을 것이다. 현재 설계된 시뮬레이션 모델을 기반으로 시뮬레이터를 구현하고 있으며, 구현이 완료되면 두 게이트웨이의 성능을 비교 분석하여 병목현상이 발생하는 성능의 팔꿈치 지점을 찾을 수 있을 것이다. 또한 각 자료 동기화 시스템 별 적합한 게이트웨이를 선택 운용하는데 도움이 될 것이다. 또한 병목현상이 발생하는 팔꿈치 지점을 개선함으로써, 전체 자료 동기화 시스템의 성능 향상을 꾀하고자 한다.

참고문헌

- [1] Microsoft Active Sync. Active Sync. <http://microsoft.com>
- [2] Palm HotSync. Introduction to Conduit Development. <http://www.accessdevnet.com/docs/conduits/win>.
- [3] Open Mobile Alliance Data Synchronization. 2009 DS Protocol Specifications Version 1.2. <http://www.openmobilealliance.org>.
- [4] Intellisync Corporation. 2005 Client User's Guide.
- [5] 장대진, 박기현, 주홍택, 우종정, "ActiveSync 자료 변환을 위한 SyncML 자료동기화 게이트웨이", 한국인터넷정보학회논문지, 제 7 권, 제 2 호, pp. 61-69, 2006.
- [6] 장대진, 박기현, "다양한 이동통신 단말기들 간의 상호 운용을 위한 SyncML 기반의 통합 자료동기화 게이트웨이 시스템", 한국정보과학회 논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터, 제 14 권, 제 2 호, pp. 117-129, 2008.
- [7] 박주건, 박기현, 우종정, "임베디드 자료동기화 게이트웨이 구축", 한국해양정보통신학회, 제 14 권, 제 2 호, pp. 335-342, 2010.
- [8] Law, A. M. and Kelton, W. D., Simulation Modeling & Analysis, 2nd. ed., McGraw-Hill, 1991.