

DDS 시스템에서 디렉토리 서비스를 위한 에이전트 프로그램의 설계 및 구현

윤종관, 김용연, 박충범, 최훈

충남대학교 컴퓨터공학과

Jk8405@gmail.com, weon202@cnu.ac.kr, here4you@cnu.ac.kr, hc@cnu.ac.kr

The Design and Implementation of the Agent Program for Directory Service based on the DDS system

Jong-Kwan Youn, Yong-Yeon Kim, Choong-Bum Park and Hoon Choi

Dept. of Computer Engineering, Chung Nam University, Korea.

요 약

DDS(Data Distribution Service)는 통신 환경의 확장성과 데이터의 신뢰성을 보장하는 통신 미들웨어이다. DDS에 대한 표준과 미들웨어들은 많은 연구가 이루어 지고 있으나, DDS 미들웨어상에서 동작하는 DDS 응용의 운용 기술에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다. 본 논문에서는 DDS 미들웨어 상에서 동작하는 각 DDS 응용들이 사용하는 데이터 구조를 모니터링하고, 사용자의 요구에 따라 DDS 응용을 검색하고 설치 및 제어가 가능한 디렉토리 서비스를 제안하였으며 프로토타입 구현을 통해 제안된 기술이 실현 가능함을 보였다.

1. 서 론

현재 다양한 형태의 통신 디바이스들이 급격히 증가하고 있으며, 그 이용범위가 확대됨에 따라 기존의 1:N 통신 방식인 서버/클라이언트 형태의 통신 기법은 한계를 보이고 있다. 따라서, 다수의 통신 디바이스들로부터 생성된 정보를 자유롭게 교환할 수 있는 N:N 통신 방식이 사용되고 있으나 각 클라이언트들이 관리하여야 하는 서버의 정보가 증가함에 따라 효율이 떨어지게 되었다. 또한, 클라이언트의 빈번한 접속과 해지 및 정보요청들이 발생하게 되어 서버의 클라이언트 관리 역시 효율이 떨어지게 되었다[1].

이러한 문제점을 보완하기 위하여 실시간 통신 미들웨어인 DDS(Data Distribution Service)가 제시되었다. DDS는 OMG(Object Management Group)에 의하여 표준화되었다. DDS는 동적인 네트워크 도메인 형성, 참여-탈퇴 및 발간-구독 통신 등의 특징을 가진다. 동적인 네트워크 도메인 형성을 통하여 시스템 관리자 또는 사용자의 요구에 따라 통신 그룹을 형성할 수 있다. 통신 그룹 내에서 통신 디바이스의 자유로운 참여-탈퇴를 통하여 기존의 서버/클라이언트 방식에서 서버가 가져야 했던 부하가 줄어들었다. 또한, 발간-구독 통신 기법을 통하여 다양한 정보들을 효율적으로 전달할 수 있다[3]. 따라서, 이러한 장점들을 가지는 DDS를 사용함으로써 다수의 디바이스간의 통신으로 이루어지는 시스템을 효율적으로 설계/구현/운영이

가능해졌다[8]. 하지만 현재까지 OMG에서 제시한 DDS 표준은 DDS 응용들 간의 효율적인 데이터 분배를 위한 통신 기법만을 대상으로 하고 있으며 DDS 서비스를 위한 DDS 응용의 배포와 설치, 동작 제어와 같은 관리기술에 대한 기술은 제공하지 못하고 있다.

DDS 서비스 시스템의 효율적인 관리를 위해서는 도메인 내에 위치하는 통신 디바이스들을 식별하고 각 디바이스에 설치되어 있는 DDS 응용의 명세정보와 상태정보를 확인할 수 있어야 한다. 또한 관리자에 의해 DDS 응용들이 해당되는 통신 장치에 배포되고 설치되어야 하며 더 나아가 각 DDS 응용의 동작을 제어할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 DDS 서비스 시스템을 운영하고 관리하기 위한 디렉토리 서버 에이전트를 제안한다. 제안하는 디렉토리 서비스는 DDS 응용을 수집하고 관리하는 디렉토리 서버 에이전트와 DDS 응용을 설치하고 제어하는 디렉토리 서비스 클라이언트로 구성된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 DDS의 구조와 개념에 대하여 기술한다. 3장에서는 제안하는 디렉토리 서비스의 구조 및 동작방식에 대하여 기술하며, 4장에서는 제안하는 디렉토리 서비스의 구현환경과 구현 결과에 대하여 기술한다. 끝으로, 결론 및 향후 해결해야 할 과제에 대하여 기술한다.

2. DDS (Data Distribution Service)

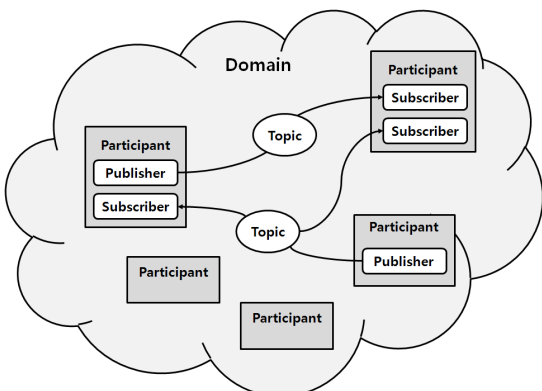
DDS는 데이터 중심(data centric)의 발간-구독(publish-subscribe) 방식의 통신 미들웨어이다. DDS의 특징은 다음과 같다.

- DDS 응용은 통신 상대의 위치정보를 직접 인지할 필요 없음.
- 중앙 서버 없이 N:N 통신 수행이 가능함.
- 데이터의 발간과 구독이 순차적으로 진행되는 것이 아닌 시간 독립적임.
- 미들웨어의 특성을 적용했기 때문에 플랫폼의 제약이 없음.
- QoS를 통하여 전달되는 정보의 정밀한 제어가 가능함.

이러한 특징들을 통하여 DDS는 확장성과 데이터의 신뢰성을 향상시켜 준다. DDS는 송수신하는 데이터를 관리하는 DCPS(Data-Centric Publish-Subscribe) 계층과 직접적인 통신을 담당하는 RTPS(Real Time Publish-Subscribe Protocol) 계층으로 이루어진다. DCPS는 도메인(Domain), 토픽(Topic), 참여자(Participant), 발간자(Publisher) 및 구독자(Subscriber)와 같은 주요 구성요소로 구성된다[3].

- **도메인 (Domain):** 참여자들이 데이터를 주고 받기 위한 논리적인 공간.
- **토픽 (Topic):** 교환하는 데이터의 구조.
- **참여자 (Participant):** 도메인의 구성요소로서 토픽정보를 생성하고 발간자와 구독자를 가질 수 있음.
- **발간자 (Publisher):** 참여자 내에서 토픽정보를 통하여 데이터를 송신하는 역할을 수행함.
- **구독자 (Subscriber):** 참여자 내에서 토픽정보를 통하여 데이터를 수신하는 역할을 수행함

RTPS는 UDP를 사용하여 DDS가 데이터 중심의 통신을 수행할 수 있도록 지원한다. [그림 1]은 DDS의 통신구조를 나타낸다.



[그림 1] DDS 통신구조

[그림 1]과 같이 통신 그룹인 도메인 내에 다수의 참여자들이 존재하고, 참여자들이 가지고 있는 발간자와 구독자 간에 토픽을 통하여 데이터 교환이 이루어진다.

3. 디렉토리 서비스 (Directory Service)

DDS 통신 장치는 도메인에 처음 참여하였을 때 사용 가능한 DDS 응용(DDS Application)을 알 수 없다. 그렇기 때문에 도메인 내에서 체계적으로 DDS 응용을 관리하는 기능이 요구된다. 여기서 말하는 DDS 응용은 발간자 응용 (Publisher Application)과 구독자 응용 (Subscriber Application)을 의미한다. 디렉토리 서비스는 도메인 내에 존재하는 DDS 응용을 관리 및 배포, 설치, 제어하는 기능을 제공한다.

제안하는 디렉토리 서비스는 디렉토리 서버 에이전트 (Directory Server Agent)와 디렉토리 서비스 클라이언트 (Directory Service Client)로 구성된다.

디렉토리 서버 에이전트는 도메인 내에 존재하는 DDS 응용을 관리 및 배포하는 기능을 가진다. 디렉토리 서비스 클라이언트는 디렉토리 서버 에이전트를 통하여 필요한 DDS 응용을 설치하고 제어하는 기능을 가진다. 또한, 필요에 따라 디렉토리 서비스에 DDS 응용을 등록하는 기능을 제공한다.

3.1 디렉토리 서비스 요구사항

제안하는 디렉토리 서버 에이전트가 DDS 응용을 효율적으로 관리 및 배포하기 위해서는 다음과 같은 기능이 요구된다.

- DDS 응용을 디렉토리 서비스에 등록하는 기능.
- 디렉토리 서비스에 등록하려는 DDS 응용이 유효한지 분석하는 기능.
- 등록된 DDS 응용의 명세정보를 관리하는 기능.
- DDS 통신 디바이스에게 도메인 내에서 사용 가능한 DDS 응용의 리스트를 전달하는 기능.
- DDS 통신 장치가 요청한 DDS 응용을 전달하는 기능.

제안하는 디렉토리 서비스 클라이언트가 DDS 응용을 등록, 설치 및 제어하기 위해서는 다음과 같은 기능이 요구된다.

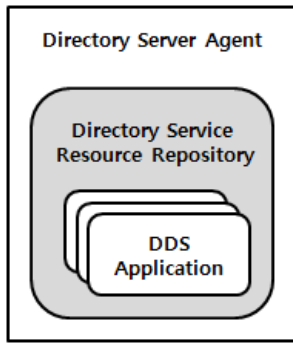
- DDS 통신 디바이스가 가지는 DDS 응용을 디렉토리 서비스에 등록하는 기능.
- 등록하려는 DDS 응용이 유효한지 분석하는 기능.
- 디렉토리 서비스에 등록된 DDS 응용과 DDS 응용의 정보 목록을 확인하는 기능.
- DDS 응용을 디렉토리 서버 에이전트로부터

수신하여 설치하는 기능.

- 설치한 DDS 응용을 제어하는 기능.

3.2 디렉토리 서비스 구조

[그림 2]는 제안하는 디렉토리 서버 에이전트의 구조이다.

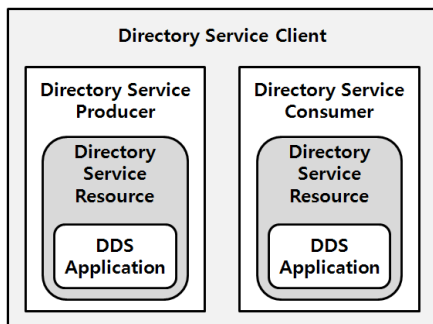


[그림 2] 디렉토리 서버 에이전트 구조

각각의 구성요소는 다음과 같은 기능을 가진다.

- **Directory Server Agent:** 도메인 내의 DDS 응용과 DDS 응용의 명세정보를 관리하며, 등록되는 DDS 응용들의 유효성을 검사하는 기능을 가짐.
- **Directory Service Resource Repository:** DDS 응용의 정보들을 저장하고 관리하며, 실제 DDS 응용의 정보에 해당하는 DDS 응용을 매칭시켜줌.
- **DDS Application:** 도메인 내에서 동작하는 실질적인 DDS 응용으로서 발간자 응용과 구독자 응용에 해당하며, 디렉토리 서버 에이전트는 여러 개의 DDS 응용을 가질 수 있음.

[그림 3]은 디렉토리 서비스 클라이언트의 구조다.



[그림 3] 디렉토리 서비스 클라이언트 구조

각각의 구성요소는 다음과 같은 기능을 가진다.

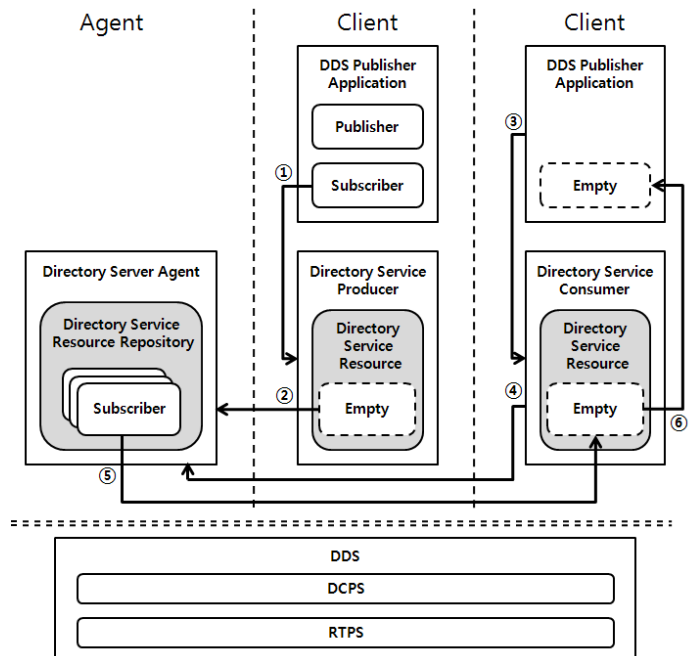
- **Directory Service Client:** 도메인 내의 DDS 응용과 DDS 응용의 명세정보들을 사용자에게 표시하며,

이를 통하여 등록 가능한 DDS 응용의 적합성을 분석하고, 사용자가 DDS 응용을 설치할 수 있음. 또한, 디렉토리 서비스 클라이언트가 이미 가지고 있는 DDS 응용들의 목록을 관리하는 기능을 가짐.

- **Directory Service Producer:** DDS 통신 장치가 가지고 있는 DDS 응용을 디렉토리 서버 에이전트에 DDS 응용의 상태정보와 함께 등록하는 기능을 가짐.
- **Directory Service Consumer:** 디렉토리 서버 에이전트에 등록된 DDS 응용을 설치하고, 제어하는 기능을 가짐.
- **Directory Service Resource:** 디렉토리 서비스에 등록되고 관리되는 DDS 응용의 정보를 가지며, DDS 응용의 정보에 해당하는 실제 DDS 응용과 매칭시켜줌.
- **DDS Application:** 도메인 내에서 동작하는 실질적인 DDS 응용.

3.3 디렉토리 서비스 동작과정

제안하는 디렉토리 서비스는 DDS 환경 위에서 동작하게 된다. [그림 4]는 제안하는 디렉토리 서비스를 이용하여 사용자가 발간하려는 데이터를 다른 사용자 구독 할 수 있도록 하는 과정을 나타내고 있다.



[그림 4] 디렉토리 서비스 동작과정

① DDS 응용 등록 요청

사용자가 자신과 통신할 구독자 응용을 디렉토리 서비스에 등록 요청한다. Directory Service Producer는 해당 DDS 응용의 정보를 분석하여 등록이 가능한지 판단한다.

② DDS 응용 등록

등록 가능한 경우 디렉토리 서버 에이전트에게 DDS 응용의 등록을 요청하고, DDS 응용과 DDS 응용의 명세정보를 전송한다. 디렉토리 서버 에이전트는 등록하려는 DDS 응용이 이미 존재하고 있는지 판단하여 등록 여부를 결정한다. 등록이 가능한 경우 DDS 응용과 DDS 응용 정보를 저장하고, 목록을 갱신한다.

③ DDS 응용 설치 요청

사용자는 자신의 통신 장치에서 사용 가능한 DDS 응용의 목록을 디렉토리 서비스에 요청한다. 적합한 DDS 응용이 존재할 경우 해당 DDS 응용의 설치를 요청한다.

④ DDS 응용 설치 요청 전송

Directory Service Consumer는 디렉토리 서버 에이전트에게 사용자로부터 요청받은 DDS 응용 설치 요청을 송신한다.

⑤ DDS 응용 설치 응답 수신

DDS 응용 전송을 요청 받은 디렉토리 서버 에이전트는 해당 DDS 응용을 명세정보와 함께 송신한다. 디렉토리 서비스 소비자 수신한 명세정보를 분석하여 적합성을 확인한다

⑥ DDS 응용 설치 및 제어

디렉토리 서버 에이전트로부터 수신한 DDS 응용을 설치하고 제어한다.

위와 같은 과정을 거쳐 DDS 응용을 설치한 후 동작하는 DDS 응용들 간에 데이터를 교환 과정은 [그림 5]와 같다.

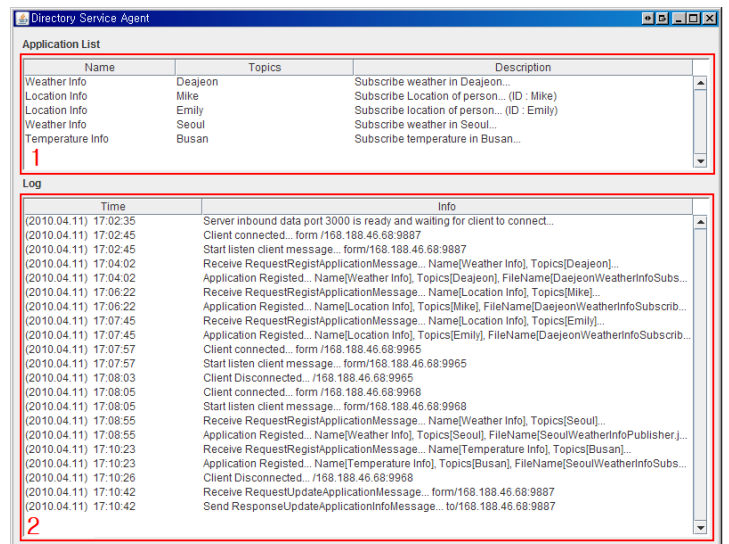
4. 프로토타입 구현

앞서 명세한 요구사항을 바탕으로 설계한 디렉토리 서비스를 구현하기 위한 개발 환경은 다음과 같다.

<표 1> 개발 환경

개발 환경	
개발 언어	SUN사의 J2SE 1.6
통신 미들웨어	RTI사의 NDDS(Network Data Distribution Service)

논문에서 구현한 디렉토리 서버 에이전트와 디렉토리 서비스 클라이언트의 사용자 인터페이스는 다음과 같다.



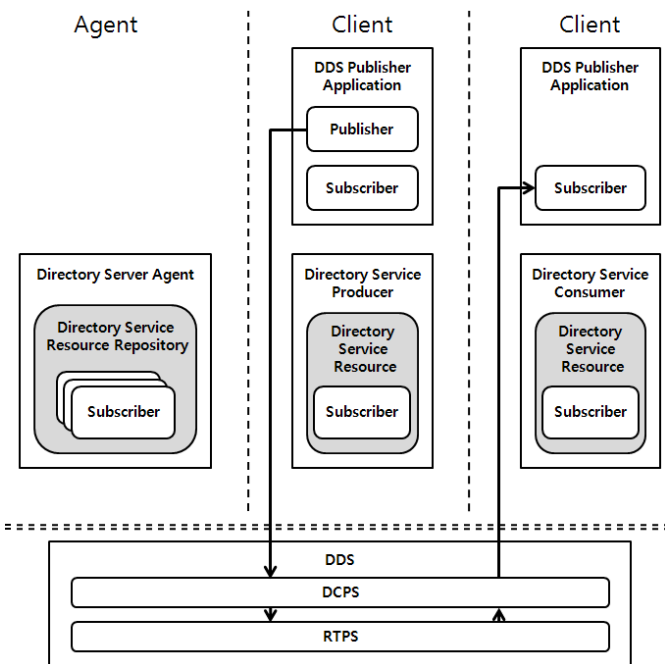
[그림 6] 디렉토리 서버 에이전트 UI

구현한 디렉토리 서버 에이전트는 [그림 6]과 같은 사용자 인터페이스를 제공한다.

- **Application List:** 디렉토리 서버 에이전트에 등록된 DDS 응용의 정보를 표시하고, 표시된 정보들은 실제 DDS 응용들과 매칭됨([그림 6]-1).
- **Log:** 디렉토리 서비스 클라이언트들과의 통신 내용과 에이전트의 상태 로그를 나타냄([그림 6]-2).

구현한 디렉토리 서비스 클라이언트는 [그림 7]과 같은 사용자 인터페이스를 제공한다

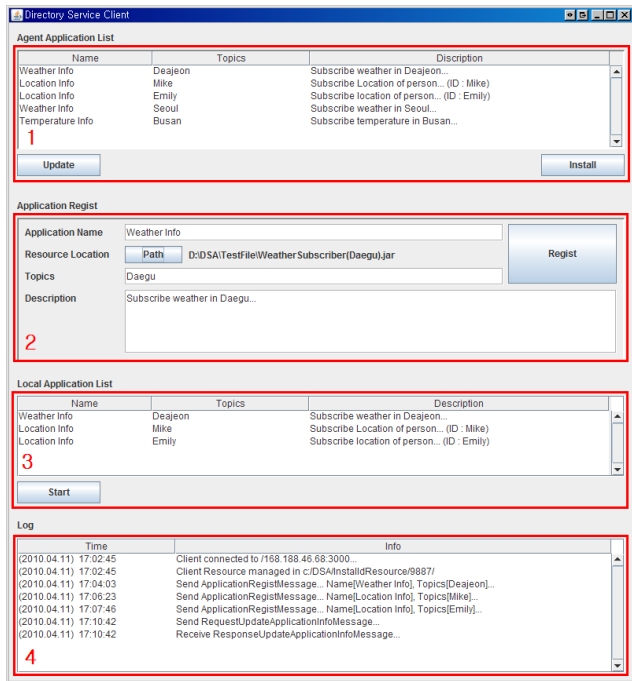
- **Agent Application List:** 디렉토리 서버 에이전트에 등록되어 있는 DDS 응용들의 목록을 사용자에게 보여주고, 설치할 수 있도록 함([그림 7]-1).
- **Application Regist:** DDS 응용을 디렉토리 서비스에 등록할 수 있도록 하며, DDS 응용의



[그림 5] DDS 응용간 통신과정

이름과 토픽정보, 응용의 정보를 입력 받아 명세정보를 만들고 해당 정보와 함께 DDS 응용을 디렉토리 서버 에이전트에 등록함([그림 7]-2).

- **Local Application List:** 해당 DDS 통신 장치가 가지는 DDS 응용들의 목록을 표시하며, 설치된 DDS 응용들을 선택적으로 제어할 수 있음([그림 7]-3).
- **Log:** 디렉토리 서버 에이전트와 통신과정에 발생하는 로그 정보를 출력함([그림 7]-4).



[그림 7] 디렉토리 서비스 클라이언트 UI

위와 같은 구현을 통하여 DDS 통신 장치는 자신이 원하는 DDS 응용을 가지고 있지 않아도 제안한 디렉토리 서비스를 통하여 DDS 응용을 설치하고 제어할 수 있다. 또한, DDS 시스템 관리자는 제안한 디렉토리 서비스를 통하여 현재 도메인 내에 존재하는 DDS 응용들과 토픽 정보들을 실시간으로 확인할 수 있다.

5. 결론

현재 DDS 표준은 지속적으로 발전하고 있으며, DDS 표준을 준수하는 DDS 미들웨어들이 개발되어 사용되고 있다. 하지만 DDS 서비스 시스템을 운용하기 위한 DDS 응용의 정보확인, 배포, 설치, 동작제어 등의 기법에 대한 연구는 부족한 상황이다.

본 논문에서는 DDS 미들웨어상에서 동작하는 DDS 응용들을 효율적으로 관리하는 기법을 제안한다. 제안한 디렉토리 서비스는 도메인에 참여하는 모든 통신 장치가 가지는 DDS 응용을 디렉토리 서버 에이전트로 등록하여 관리하고 각 통신 장치가 원하는 DDS 응용을

검색하여 설치가능하며, DDS 응용의 동작을 제어할 수 있는 특징을 가진다.

향후 연구 사항으로는 DDS 도메인 내에서 동작하는 DDS 응용들의 동작 상태정보를 실시간으로 모니터링하고 위기 상황에 자동적으로 대처할 수 있는 기법을 연구하고자 한다.

감사문

본 연구에 이용된 NDDS를 지원해 준 Real-Time Innovations (RTI)사의 University Program에 감사드립니다. 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었으며, 이에 대해 깊이 감사를 드립니다.

6. 참고문헌

- [1] Gerardo Pardo-Castellote, Bery Farabaugh and Rick Warren, "An Introduction to DDS and Data-Centric Communications," 2005 Real-Time Innovations, Aug. 2005.
- [2] Pardo-Castellote, "OMG Data-Distribution Service: Architectural Overview," ICDCSW'03, 2005.
- [3] OMG, "Data Distribution Service Specification version 1.2," OMG, OMG Technical Document, Jan. 2007.
- [4] 원영암, 김명선, 최 훈, "DDS 기반 WTIS 설계 및 구현", 한국통신학회 2006 추계학술대회, 논문 초록집 제32호, pp.206-209, 2006. 11.
- [5] Network Data Distribution Service(NDDS). [Online]. Availabel: <http://rti.com/docs/NDDS.pdf>
- [6] Stefano Zatti, "Name Mangement and Directory Services," in Network and Distributed Systems Management, Morris Sloman (Ed.), Addison-Wesley, 1994.
- [7] Bogumil Zieba and Marten van Sinderen, "Preservation of Correctness During System Reconfiguration in Data Distribution Service for Real-Time Systems (DDS)," 26th IEEE ICDCSW'06, 2006.
- [8] 김용연, 강민균, 박충범, 최훈, 김정수, "맞춤형 정보를 제공하는 DDS 서비스 게이트웨이 설계", 정보과학회 2009 한국컴퓨터종합학술대회, 논문집 제36호, pp.222-225, 2009. 07.
- [9] Francoise Baude, Denis Caromel, Fabrice Huet, Lionel Mestre and Julien Vayssiere, "Interactive and Descriptor-based Deployment of Object-Oriented Grid Applications", 11th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing, pp.93-102, 2002.