

SDX 기반의 에지 스토리지 데이터 전송 기술 개발 연구

김기현, 김동균, 조부승

한국과학기술정보연구원

{kkh1258, mirr, bschoi}@kisti.re.kr

Research on the development of edge storage data transmission technology based on SDX

Kihyeon Kim, Dongkyun Kim, Booseuong Cho

Korea Institute of Science and Technology Information

요 약

최근 KISTI에서는 국가데이터교환노드(NDeX, National Data Exchange) 구축 및 운영 사업을 진행하고 있으며, 데이터 교환노드(Data Exchange)는 다수의 데이터 네트워크들 간 빅데이터의 초고속 전송을 위해 다양한 데이터 네트워크들을 상호 연동하는 교환 노드를 말한다. NDeX 기반의 네트워크를 구축함과 동시에 소프트웨어 기반의 데이터 교환노드(SDX, Software-Defined eXchange)를 함께 구축하고 있으며, SDX는 복수의 개별적 데이터 교환 노드 및 클라우드/데이터센터 도메인을 SDN 기술을 통해 대등 접속(Peering)할 수 있도록 개발된 소프트웨어 기반의 교환 노드로써 SDX 기반 데이터 인지 기술, 데이터 및 컴퓨팅 자원의 동적 통합, SDX의 효율적 제어, 실시간 트래픽 처리 기술, 사용자 요구 NDeX 네트워크 자원의 동적 탐지 및 자동화 슬라이싱(QoS/보안) 기술 등의 주요 기능을 제공할 수 있는 새로운 인프라를 말한다. SDX는 기존의 데이터 교환노드를 소프트웨어 기반으로 구축하여 유연하고 확장성이 높은 환경의 기술을 개발할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이에 따라 KISTI에서는 SDX 기술과 에지 스토리지 기술을 접목하여 SDX 기술을 활용하여 데이터 교환노드를 사용하는 사용자들에게 데이터를 빠르고 자유롭게 데이터를 전송할 수 있는 기술을 개발하고 서비스하고자 한다. 본 논문에서는 SDX 기술과 에지 스토리지 기술을 접목한 데이터 전송 기술에 대해 자세하게 설명하고자 한다.

I. 서 론

최근 KISTI에서는 NDeX(National Data Exchange)[1,2] 구축 및 운영 사업을 진행하고 있다. 데이터 교환노드(Data Exchange)는 다수의 데이터 네트워크들 간 빅데이터의 초고속 전송을 위해 다양한 데이터 네트워크들을 상호 연동하는 교환 노드를 말하며, KISTI에서는 이를 위한 지역적 연동거점에 데이터 교환노드 네트워크 장비를 구축하고 있다. NDeX 기술의 경우 데이터를 전송하기 위해 레거시 네트워크 기반의 데이터 전송 기술을 제공하고 있다. 하지만 최근 네트워크 기술의 경우 소프트웨어 기반의 유연하고 확장성이 높은 데이터 전송 기술의 필요성이 높아지고 있다.

KISTI에서는 기존의 대용량의 데이터를 교환하는 기술의 경우 콘텐츠 사업자나 클라우드 서비스 등 데이터센터에서 매우 필요로 한다. 네트워크 트래픽이 다른 네트워크 사업자의 영역을 지나가게 되면 인터넷 교환노드(IX, Internet Exchange)를 통해 연동하게 됩니다. 최근 연구데이터의 다양화·거대화화 인해 기존 IX를 통한 연구데이터 전송 시에 IX 입장에서는 대용량 데이터 트래픽으로 인한 부담이 발생하며, 사용자들 입장에서는 병목현상으로 인한 전송속도나 지연시간 측면의 불편함이 발생할 수 있습니다. KISTI는 국가과학기술연구망(KREONET)을 운영하며 200여 가입기관들에 만족스러운 대용량 데이터 전송 경험을 제공하기 위한 방안이 요구되었으며, 특히 연구망 사용자들의 상용 클라우드 대용량 접속 필요시 요구되는 전송품질을 맞추기 위해 높은 접속비용 발생, 연구 데이터 및 핵심 연구장비 보안을 위해 인터넷망과 분리 필요 등의 이유로 인해 여러 데이터 네트워크 간을 직접 연동하여 대용량 공공·연구데이터의 고속 전송·처리가 가능하도록 하는 국가데이터교환노드를 구축할 필요성이 대두되었습니다. 대용량 공공연구데이터 트래픽으로 인한 인터넷교환노드의 부담을 경감하고 데이터 이동의 병목을 해결 가능하며 데이터

가용성이 향상됩니다.

NDeX 기술과 함께 SDX(Software-Defined eXchange)[3] 기술 또한 함께 구축 및 개발을 진행하고 있다. SDX는 전통적인 인터넷 트래픽 교환 구조를 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN) 기반으로 혁신하기 위한 개념입니다. Software-Defined Networking (SDN) 개념을 인터넷 교환 지점(IXP, Internet Exchange Point)에 적용한 기술입니다. 기존의 IXP 방식의 문제점은 정적인 설정과 수동적인 네트워크 설정을 통한 트래픽의 전송을 제공하지만 SDX를 활용하게 되면 SDN 컨트롤러에서 제공하는 실시간 정책을 반영하여 소프트웨어 개발을 통해 동적인 정책 설정을 가능케 한다는 장점을 가지고 있다. 이와 유사한 기술을 제공하기 위해 에지 스토리지 기반의 기술을 SDX와 연계하여 사용자가 데이터를 전송할 때, 보안이 적용된 데이터 전송 기술을 제공하며, 실시간으로 데이터 전송의 정책을 업데이트를 수행할 수 있는 기반의 기술을 개발하고자 한다. SDN 기술을 데이터 교환 노드에 적용하여 기존의 정적인 기술을 소프트웨어 기반으로 제공하여 새로운 기술을 제공하고자 한다.

II. 본론

SDX 기술은 기존의 SDN 기반의 기술을 이용하여 데이터 교환노드를 구성함과 유사하다. KISTI KREONET 센터에서는 기존에 운영하는 KREONET 인프라에서 일부분을 소프트웨어화하여 새로운 서비스로 전환하여 사용자들에게 고효율성, 고품이성, 고가용성을 제공하기 위해 SD-WAN 네트워크 인프라인 KREONET-S를 구축 및 운영 중에 있다. KREONET-S는 데이터를 전송하는 전송부와 네트워크를 전체적으로 관장하는 제어부로 나누어진다. 전송부는 SDN 및 오픈플로우를 표준 프로토콜로 사용하는 하드웨어 디바이스들로 구성되어 있다. 하드웨어 디바이스들은 오픈플로우의 1.3 버전을 지원해야하며, REST API를 포함한 개

방형 API 및 범용 OS 기반 구조를 갖추고 있다. KREONET-S를 기반으로 SDX 기술을 개발하고 있으며, SDX 장비를 현재 대전, 서울, 부산에 구축하고 있다. 이 장비들은 Openflow를 지원하는 스위치들로 구축하고 있다. 그림 2는 실제 SDX를 구축 환경 GUI를 보여주며, SDX 기술을 적용하기 위한 환경 구성을 보여준다.

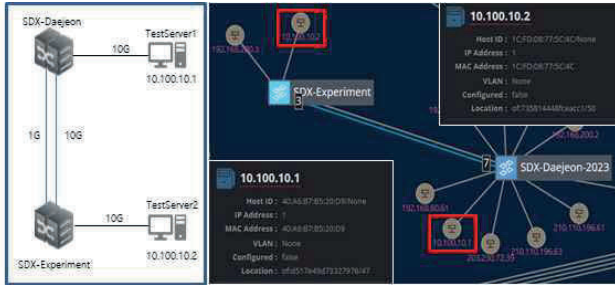


그림 1. SDX 구축 환경에서의 인터페이스

KREONET-S의 제어부는 오픈소스인 ONOS 기반의 분산 플랫폼을 적용/구축 및 운영하고 있다. ONOS는 여러 인스턴스를 하나의 클러스터 형태로 동작하도록 구성할 수 있으며, KREONET-S의 제어부는 여러 개의 ONOS 인스턴스가 마치 하나의 논리적 인스턴스인 것처럼 기능한다. 즉, 해당 클러스터 내의 ONOS 인스턴스 중 일부가 장애가 발생하여 동작하지 않아도, 다른 인스턴스가 기존의 인스턴스의 기능을 이어받아 문제 없이 동작할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이는 분산 환경의 관리에서 높은 가용성과 높은 가용성을 갖는 매우 좋은 방안이다. 따라서 KREONET-S에서는 ONOS 컨트롤러를 사용하고 있다. 현재 KREONET-S를 위한 ONOS 컨트롤러는 3-노드 클러스터로 운용하고 있으며, 서울과 대전에 서버를 설치하여 지역적으로 분산된 환경으로 구성되어 있다.

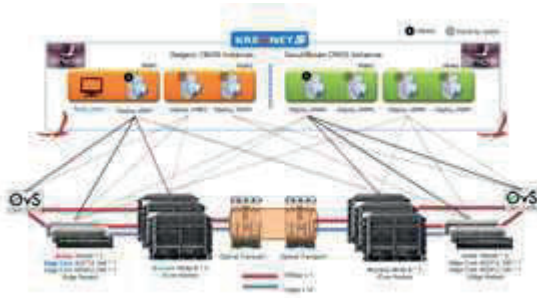


그림 2. KREONET-S 네트워크 구성 그림

SDN 기술은 네트워크 제어영역과 포워딩 영역을분리하는 이유는 기본적으로 네트워크를 중앙집중적으로 컨트롤하기 위함이다. 또한 어플리케이션 계층이 존재하는데 이는 사용자에게 서비스를 제공하는 네트워크 기반의 프로그래밍을 할 수 있는 소프트웨어를 구성하기 위함이다. 따라서 KREONET-S에서 구축한 ONOS 컨트롤러 위에서 동작하는 어플리케이션을 KISTI에서 개발하였다.

KREONET-S는 SDN 기술을 기반으로 SDX를 사용하는 사용자가 요구하는 전용 네트워크를 짧은 시간 내 자동으로 구축하여 대용량 데이터 전송과 관리를 요구하는 연구 분야에서 수행할 수 있는 VDN 서비스를 제공한다. VDN의 주요 목적은 사용자 그룹 중심의 동적 가상전용망을 구성하여 독립적인 네트워크가 생성되고, 해당 네트워크에 속한 호스트 간에 네트워크 통신만 가능하다. 따라서 VDN에 속한 호스트 이외의 호스트들 및 다른 VDN과의 통신은 불가하다는 의미이다.

본 논문에서는 SDX 네트워크 인프라를 기반으로 스토리지 오케스트레이션 시스템을 개발하였으며, KREONET-S 네트워크 인프라와 스토리지 오케스트레이션 시스템의 연계를 통해 안정적이고 고속의 데이터 전송 환경을 제공할 수 있다. 그림 3은 SDX 기반의 에지 스토리지 개념도를 표현한 그림이다.

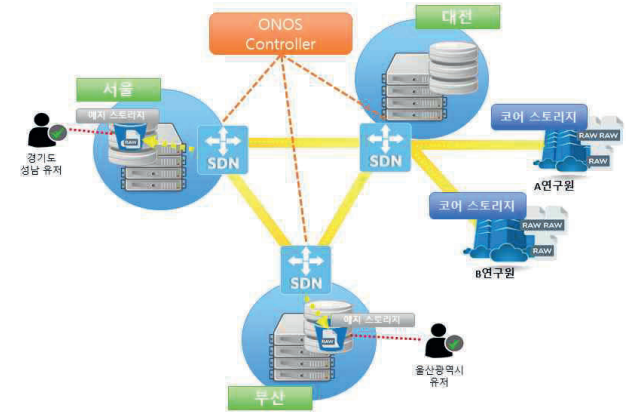


그림 3. SDX 기반의 에지 스토리지 기술 개념도

현재 3개의 지역으로 분산되어 구축된 SDX 장비를 기반으로 에지 스토리지 기술을 적용하여 SDX를 사용하는 사용자들은 데이터를 더 빠르게 전송 받을 수 있도록 개발되었다. 데이터를 제공하는 기관의 스토리지를 코어 스토리지라고 명시하고, 각 지역적으로 분산된 SDX 장비에서 가까운 곳에 구축한 스토리지를 에지 스토리지라고 명시한다. 코어 스토리지와 에지 스토리지는 3종류의 스토리지를 제공한다. Ceph, MiniO, Rustre를 제공하고 있으며, Ceph과 MiniO 스토리지의 경우 오브젝트 스토리지를 기반으로 데이터를 제공할 수 있도록 구성되어 있으며, Rustre의 경우 파일 시스템으로 슈퍼컴퓨터를 사용하는 기관에서 유용하게 사용하고 있기 때문에 스토리지를 제공할 수 있도록 개발하였다. Rustre 파일 시스템의 경우 단독으로 사용할 수는 없으며, Rustre 파일 시스템 위에 MiniO를 적용 시켜 오브젝트 스토리지 환경으로 사용할 수 있도록 개발하였다.

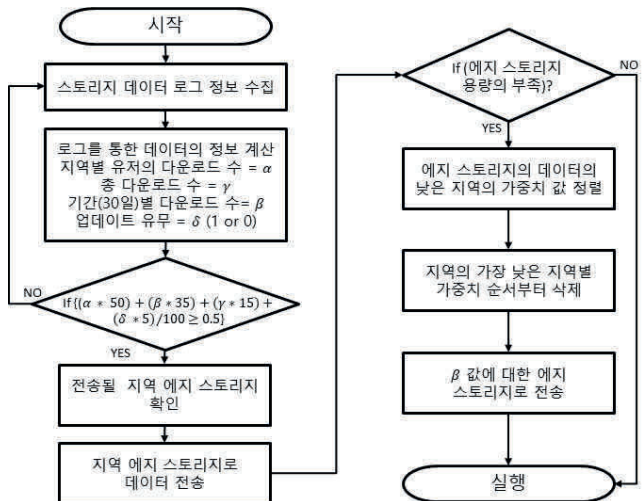


그림 4. 에지 스토리지 데이터 전송 알고리즘

데이터를 제공하는 기관에서는 데이터를 전송하는 코어 스토리지를 구축하며, 각 지역적으로 분산된 공간에 KISTI에서 에지 스토리지를 구축하였다. 실제 데이터를 다운로드 받는 사용자들은 데이터를 제공하는 기관에서 데이터를 다운로드 받지만, 실제로는 현재 나의 위치에서 가장 가까운 에지 스토리지에서 데이터를 다운로드 받을 수 있도록 개발하였다.

이러한 SDX 기반으로 데이터를 구축하여 에지 스토리지 기반으로 데이터를 빠르게 전송할 수 있는 환경을 제공하기 위해 코어 스토리지에서 지역 별 사용자들의 다운로드 수, 기간 별 다운로드 수, 총 다운로드 수, 데이터의 업데이트 유무 등의 항목에 대해 가중치 값을 적용하여 데이터의 중요도를 계산한다. 이를 통해 데이터 전송을 위한 알고리즘을 개발하였다. 이 알고리즘은 그림 3과 같으며, 그림 3은 사용자들에게 제공하기 위한 인터페이스를 개발하였다.

SDX 기반의 스토리지 기반으로 데이터를 제공할 수 있는 기술을 개발하였으며, SDX가 구축된 거점 노드를 기반으로 에지 스토리지 기술을 활용한 데이터 전송 기술을 개발하여 SDX 사용자들이 데이터를 빠르고 편리하게 데이터를 전송할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 이를 위해 데이터 전송을 위한 알고리즘을 개발하였다. 이 알고리즘은 그림 4와 같으며, 그림 5는 사용자들에게 제공하기 위한 인터페이스를 개발하였다.

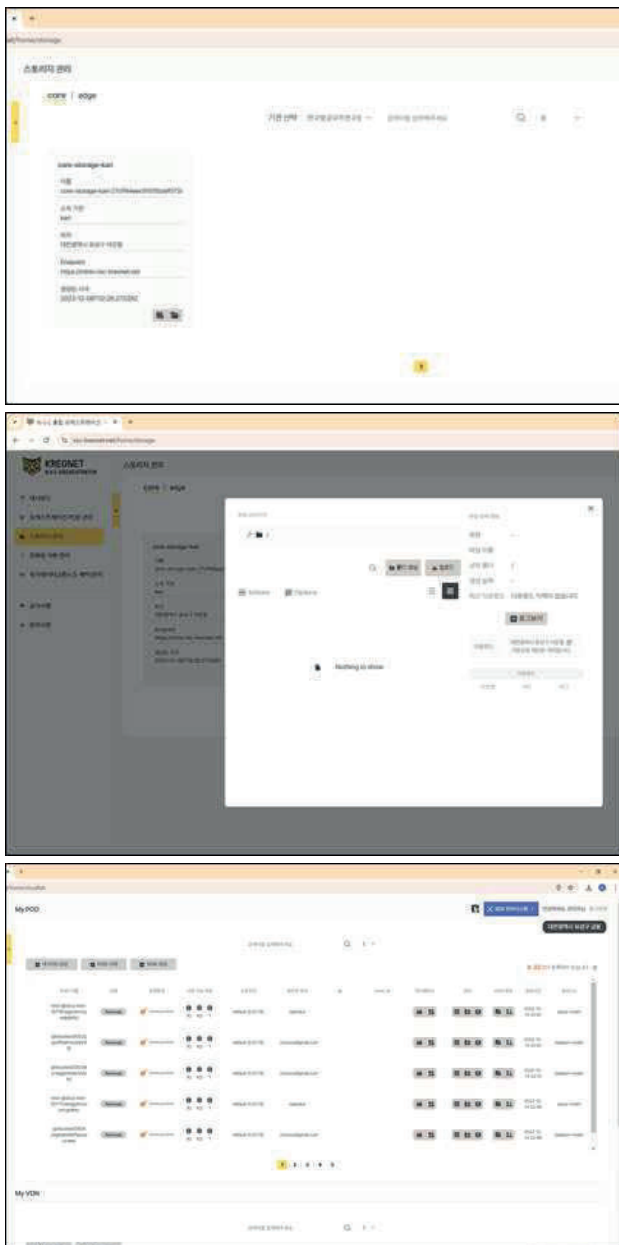


그림 5. 사용자 인터페이스 개발

본 논문에서는 KISTI에서 제공하고 있는 NDeX 기술 중에 SDX 인프라를 구축하고 사용자들이 데이터를 전송하기 편리하고 유연하게 사용할 수 있는 에지 스토리지 기술을 SDX 기술과 결합하여 제공하고자 한다. 이 기술의 경우 사용자들이 데이터를 전송할 때, 데이터를 빠르게 전송할 수 있을 뿐만 아니라 자동화된 데이터 전송 알고리즘을 활용하여 안전하고 빠른 데이터 전송을 제공하고자 한다. 추후 이뿐만 아니라 데이터를 전송의 기술을 발전시켜 Openflow 기술을 활용하여 데이터를 전송 시 라우터에서 전송되는 데이터의 양을 비교하여 네트워크 링크들의 로드밸런싱을 수행하는 기술을 통해 네트워크 로드밸런싱 환경을 기술 개발하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 KISTI에서 지원하는 연구사업 (세부과제번호: K25L5M1C1)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참 고 문 헌

- [1] Veen, Lourens E., Sara Shakeri, and Paola Grosso. "Mahiru: A Federated, Policy-Driven Data Processing and Exchange System. In Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Cloud Engineering (IC2E), pp. 145 - 155. IEEE, 2022.
- [2] Landis, David, et al. "COINS Data Exchange: An Open Platform for Compiling, Managing, and Sharing Neuroscience Data." Neuroinformatics 13, no. 4 (2015): 447 - 460.
- [3] Gupta, Arpit, Robert MacDavid, Rüdiger Birkner, Marco Canini, Nick Feamster, Jennifer Rexford, Laurent Vanbever. "An Industrial-Scale Software Defined Internet Exchange Point." 13th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI '16), pp. 1 - 14, 2016.