



Survivability Analysis of Virtual Network According to Physical Structure

Myeong-Kyu Song*

Department of Information & Communication Engineering, Namseoul University

A B S T R A C T

In recent years, there is a growing interest in using SDN, which uses virtual networks, rather than developing physical technologies of networks. In other words, the virtual network utilizes existing physical resources to construct a software network. In this case, the minimum physical network resources must be supported in order to be used for the purpose. When using the resources provided by the PIP, if there is no physical connection or if the capacity is insufficient, it may not provide the desired performance. In this paper, we assume that survivability of a virtual network are implemented using only existing PIPs and that additional resources utilization of physical connection (link addition) is utilized. The efficiency of each of them was compared and analyzed. The efficiency here is about the coverage and cost of survivability. That is, it analyzes the survivability of the virtual network according to the physical structure of the network. When the number of virtual networks is small, survivability is greatly influenced by the physical network structure. However, as the number of virtual networks increases, it is confirmed that survivability is not significantly influenced by the physical network structure.

© 2017 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: SDN, Survivability, Virtual network, PIP, Physical network Resource ,Route

ARTICLE INFO: Received 28 August 2017, Revised 25 September 2017, Accepted 13 October 2017.

*Corresponding author is with the Department of Information & Communication Engineering, Namseoul University, 91 Daehak-ro CheonAhn ChungNam 31020,

KOREA.

E-mail address: mksong@nsu.ac.kr

1. 서론

최근에 많이 논의 되고 있는 NFV(Network Functions Virtualization)에 의한 SDN(Software Defined Networking)은 네트워크의 물리적 기술개발보다는 기존의 물리적 인프라 제공자 (Physical Infrastructure Provider: PIP)를 이용하여 네트워크 서비스를 제공하기 위한 것이다. PIP 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우 그리고 일부분 존재 하는 경우 모두를 구분하지 않고 다만 실제 가상네트워크를 구성할 때 활용할 수 있는 네트워크의 물리구조(자원)에 따라 서바이벌 특성을 분석한다. 물론 PIP가 제공하는 자원이 부족한 경우는 별도의 물리적설치도 고려해야 한다.

즉 가상네트워크는 기존의 물리적 자원을 활용하여 소프트웨어적인 네트워크를 구성하게 된다.[1] 이때 용도에 맞게 구축하기 위해서는 최소한의 물리적 네트워크자원이 지원되어야 한다는 것이다. PIP에 의해 제공된 자원을 이용할 때 물리적 연결이 존재하지 않거나 용량이 부족할 때는 원하는 성능을 제공하지 못할 수도 있다.

본 논문에서는 용도에 따른 가상네트워크의 통신수요를 정확하게 사전조사 할 수 있다는 가정하에 기존 PIP만을 이용하여 가상네트워크의 서바이벌특성을 구현하는 것과 물리적 연결(링크추가)의 추가적인 자원 활용을 이용하여 구현하는 것 모두를 포함하여 그 효율성을 비교분석하였다. 여기서 효율성은 서바이벌특성의 적용범위와 비용에 대한 것이 된다.

서바이벌특성의 적용범위란 모든 노드사이에서부터 일부노드사이에 적용범위 그리고 해당트래픽 용량에 관련된다.

단순하게 PIP가 자원을 제공하여 만들어지는 가

상네트워크 이용비용과 서바이벌특성의 정도를 고려하고 물리적으로 서바이벌특성을 만족하는 네트워크의 이용과 서바이벌특성에 따른 물리적 자원의 추가 지원 비용 등을 비교하여 가상네트워크 이용자가 최적의 서바이벌 특성을 갖는 네트워크를 사용할 수 있도록 한다.

2. 가상화된 네트워크에서의 서바이벌 특성

2.1 네트워크의 가상화

네트워크 가상화 및 네트워킹을 정의한 소프트웨어는 미래 인터넷과 새로운 네트워크 [2~3,7]의 핵심 가능성으로 제안된다. 이들 응용 프로그램은 가상 머신 (VM)을 실행할 수 있는 데이터 센터(DC) 네트워크와 전송네트워크[4]에 대한 모바일 네트워크로 변화한다.[5,10] 이를 소프트웨어로 정의된 네트워크라고도 한다(SDN: Software Defined Network) SDN 대한 새로운 정의와 연구도 많이 진행되고 ONF(Open Networking Foundation)에서 표준화작업도 진행되고 있다.

네트워크 가상화는 가상 사설망(Virtual Private Networks: VPN) 및 오버레이 네트워크와 같은 현재의 가상화 기술과는 다르게 가상 네트워크(Virtual Networks: VNets)라는 격리 된 네트워크들로 분리하여 작업할 수 있게 된다.

다른 VNets의 분리가 좋은 물리적 네트워크 자원의 이용 및 다중 생성의 네트워크 사용에 향상된 탄력성 및 에너지 효율을 허용한다. 따라서, 네트워크 가상화 연구 및 산업 모두에서 중요한 항목으로 간주된다. 일반적인 효율성에 더하여 네트워크의 서바이벌특성을 고려하면 좀더 심도있는 연구가 필요하다.

가상 네트워크 환경에서 서로 다른 작업을 실현

하여 새로운 비즈니스 역할[5]이 등장 할 것으로 예상된다. <그림 1>[6]은 가상네트워크의 환경을 나타내고 있다. <그림 1>의 아래 부분이 물리적인 여러 네트워크를 결합하여 그림윗부분의 여러개의 가상 네트워크를 구성할 수 있음을 나타낸다. 물리적 네트워크는 물리적 인프라 제공자 (Physical Infrastructure Provider :PIP) 들로 분리하여 표현할 수 있다. 가상네트워크 또한 물리적 네트워크를 소유하고 있는 가상 네트워크 통신 (Virtual Network Operator :VNO)으로 생각할 수 있다.[7,9]

PIP는 가상화 될 수 있는 물리적 인프라의 소유자로 고정 또는 이동 네트워크 (레이어 1, 2 또는 3), IT 리소스 또는 이들의 다양한 조합이다.

PIP는 는 물리적 및 가상의 모든 리소스를 모니터링 및 가상 자원의 사용량과 물리적 위치에 대한 정보를 갖고 있다.

PIP는 VNOs에 대해 가상 자원을 지원한다. 그리고 VNOs의 요청에 VNet을 확립한다.

<그림 1>을 단순하게 표현하면 <그림 2>와 같이 이해할 수 있다.

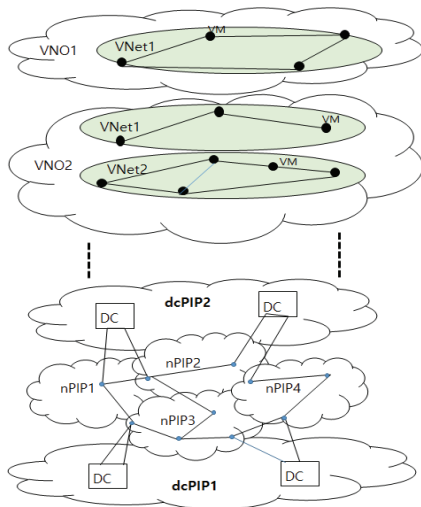


그림1 가상네트워크 환경
Figure 1 Virtual network environment

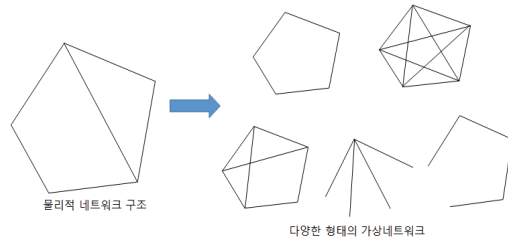


그림 2 물리적 네트워크를 이용한 가상네트워크
Figure 2 Virtual networks using physical networks

<그림 2>에서 하나의 물리적 네트워크를 (PIP 제공가능) 이용자의 수요에 따라 다양한 형태의 네트워크(가상)로 활용가능함을 나타내고 있다.[9,11-14]

이런 환경에서 PIP의 근본요소가 되는 기본 네트워크들의 서바이벌 특성은 가상네트워크상에서도 그대로 나타내게 된다. 가상네트워크의 수가 많을수록 그 영향력은 더 커진다.

PIP의 기본요소인 링크 수에 따른 서바이벌특성의 변화가 생기며 링크수와 밀접한 연관성을 갖게 된다.

2.2 서바이벌특성

본 논문에서 서바이벌 특성은 각 노드사이의 경로 수와 밀접한 관계를 갖게 된다.

물리적 네트워크와 가상네트워크의 서바이벌특성 사이에 특정한 관계가 형성된다. 물리적 링크의 가상네트워크 참여정도가 그 관계의 핵심이 된다. 서바이벌특성과 비용문제에 관해 분석되었고[15], 단순한 물리적 네트워크에서의 링크 수에 따른 비용 및 서바이벌특성과의 관계가 연구 되었다[16]. 이를 이용하여 가상네트워크상에서의 서바이벌특성을 물리적인 링크 수에 따라 분석하였다. 즉 링크수와 가상회선 수에 따른 서바이벌특성을 도출

하였다 가상네트워크의 수는 <그림 1>에서 VNet (가상네트워크) 수(또는 <그림2>의 가상네트워크)가 되고 링크수는 dcPIP의 자원을 대표한다고 볼 수 있다.

2.3 가상네트워크에서의 서바이벌특성 분석

물리적인 네트워크는 노드가 6개인 것으로 모델링하였다. 최소한의 서바이벌특성을 갖는 링크 6개를 갖는 모델에서 시작하여 풀메쉬(Full mesh type)형태인 링크 15개인 모델까지 10개의 네트워크를 분석하였다<그림 3>.

단순하게 물리적 링크에 따른 비용과 서바이벌특성과의 관계는 이미 연구 되었다[15,16]. 이를 토대로 가상네트워크를 수용할 때의 서바이벌 특성을 분석한다.

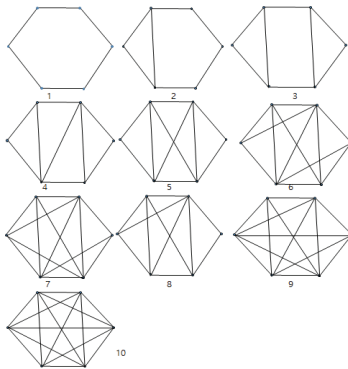
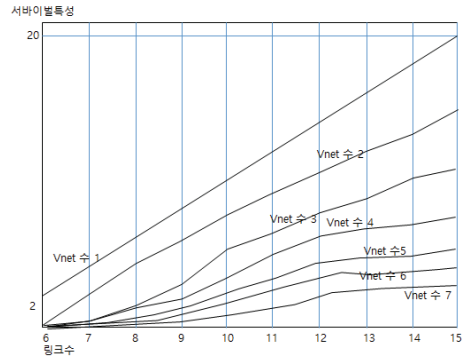


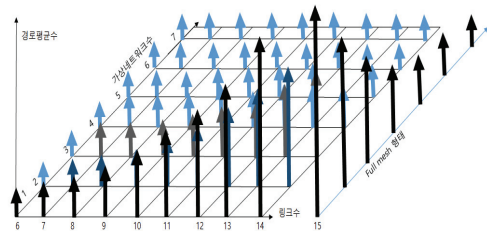
그림 3 물리적 네트워크 모델
Figure 3 Physical network model

서바이벌특성은 모든 노드쌍에 대해서 독립적인 경로의 평균수로 정의하였다. 다만 완전히 독립적인경우는 100% 일부 독립적인부분을 백분위로 계산하여 결과를 도출 하였다. 예를 들어 링크 5개로 이루어진 경로가 하나의 중복링크를 갖는 경우는

80%의 비율을 적용하였다. 50% 이하는 이중경로라 할 수 없어 제외하였다,



a) Vnet 수 증가에 따른 서바이벌특성의 감소



b) 3차원 분석

그림 4 서바이벌특성 분석결과
Figure 4 The analysis of Survivability

<그림 4>에서 결과를 살펴보면 링크수가 많고 가상네트워크이용이 적을수록 서바이벌특성은 높아지는 것을 알 수 있다. 이것은 매우 상식적인 결과로 받아들여 질 수 있는 결과이다. 다만 가상네트워크 수가 증가하면서 서바이벌특성은 링크 수에 크게 영향을 받지 않을 정도로 떨어지는 것을 알 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 네트워크의 물리적 구조에 따른 가상네트워크에서의 서바이벌 특성을 분석하였다. 하나의 물리적 네트워크에서 여러

개의 가상네트워크를 이용할 수 있는 환경에서 가상네트워크의 수가 증가함에 따라 네트워크의 서바이벌 특성을 계산하고 비교분석하였다. 가장 기본은 물리적 네트워크의 링크 수가 많을수록 성능이 좋다는 기본적인 특성과 가상네트워크를 많이 이용할수록 서바이벌 특성이 떨어지는 것을 확인 하였다. 다만 실제 필요한 네트워크의 환경에서 물리적 네트워크의 구조에 따라 가상네트워크의 최대 이용수를 정하고 이에 따른 개별적 분석을 통하여 서바이벌 특성을 도출하여 원하는 품질에 맞출 수 있도록 해야 한다.

References

- [1] M. K. Chowdhury, and R. Boutaba, *A survey of network virtualization*, Elsevier Computer Networks, Vol. 54, No. 5, 2010.
- [2] K. Tutschku, R. Boutaba, *Network virtualization: Implementation steps towards the future internet*, KiVS, Kassel, Germany, Mar. 2009.
- [3] A. Khan, and K. Hoffmann, *Network virtualization: a hypervisor for the internet?*, IEEE Communications Magazine, Vol. 50, No. 1, pp. 136-143, 2012.
- [4] M. F. Bari, *Data center network virtualization: A Survey*, Communications Surveys & Tutorials, IEEE , Vol. 15, No. 2, pp. 909-928, Second Quarter 2013.
- [5] M. Hoffmann, and M. Stauer, *Network virtualization for future mobile networks: General architecture and applications*, IEEE ICC Workshops AMN 2011, Jun. 2011.
- [6] G. Schaffrath, S. Schmid, and A. Feldmann, *Optimizing long-lived cloud-nets with migrations*, IEEE Fifth International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC) 2012, pp. 99-106, 2012.
- [7] B. Barla, B. Hoffmann, K. Hoffmann, M. Hoffmann, D. A. Schupke, and G. Carle, *Shared protection in virtual networks*, Workshop on Clouds, Networks and Data Centers, IEEE International Conference on Communications (ICC), Budapest, Hungary, pp. 9-13, Jun. 2013.
- [8] C. Gao, C. H. Cankaya, and J. P. Jue, *Survivable inter-domain routing based on topology aggregation with intra-domain disjointness information in multi-domain optical networks*, Journal of Optical Communications and Networking, Vol 6, No. 7, p 619-628, Jul. 2014.
- [9] B. Barla, D. Schupke, M. Hoffmann, G. Carle, *Optimal design of virtual networks for resilient cloud services*, International Conference on Design of Reliable Communication Networks (DRCN), Budapest, Hungary, pp. 4-7, Mar. 2013.
- [10] C. Gao, *Survivable inter-domain routing based on topology aggregation with intra-domain disjointness information in multi-domain optical networks*, Journal of Optical Communications and Networking, Vol. 6, No. 7, pp. 619-628 , Jul. 2014.
- [11] A. Kaufman, and M. Gupta, *Introduction to fuzzy arithmetic theory and application*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1985.
- [12] Q. Zhu, and E. S. Lee, *Comparison and ranking of fuzzy numbers*, in: J. Kacprzyk, and M. Fedrizi (Eds.), *Fuzzy regression analysis*, Omnitech Press, Warsaw and Physica-Verlag, Heidelberg, pp. 21-44, 1992.

- [13] B. Guo, J. Li, Z. Chen, and Y.G. He, *Survivable virtual network design and embedding to survive a facility node failure*, Journal of Lightwave Technology, Vol. 32, No. 3, Feb. 2014.
- [14] J. Zhang, and B. Mukherjee, *A review of fault management in WDM mesh networks: basic concepts and research challenges*, IEEE Network, Mar./Apr. 2004.
- [15] M. K. Song, and J. Y. Choi, *New trends for survivable network*, Journal of Korea Knowledge Information Technology and Society, Vol. 4, No. 3, pp. 9-17, Feb. 2009.
- [16] M. K. Song, *Network cost analysis based on automatic link recovery function*, jkiict, Vol. 8, No. 6, pp. 439-444, 2015-12

을성을 비교분석하였다. 여기서 효율성은 서버이별특성의 적용범위와 비용에 대한 것이 된다.



Myeong-Kyu Song received the bachelor's degree in the Department of Electronics Engineering from the Yonsei University in 1987. He received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Electronic Engineering from Yonsei University in 1989 and 1996, respectively. He has been a professor in the Department of Information and Communication Engineering at Namseoul University since 1996. His current research interests include Network Management, SDN, Network Design. He is a life member of the KKITS.

E-mail address: mksong@nsu.ac.kr

물리적 구조에 따른 가상네트워크의 서버이별특성 분석

송명규

남서울대학교 정보통신공학과

요 약

최근에는 네트워크의 물리적 기술개발보다는 가상네트워크를 이용하는 SDN의 활용에 관심이 집중되고 있는 추세이다. 즉 가상네트워크는 기존의 물리적 자원을 활용하여 소프트웨어적인 네트워크를 구성하게 된다. 이때 용도에 맞게 구축하기 위해서는 최소한의 물리적 네트워크자원이 지원되어야 한다는 것이다. 본 논문에서는 용도에 따른 가상네트워크의 통신수요를 정확하게 사전조사 할 수 있다는 가정 하에 기존 PIP만을 이용하여 가상네트워크의 서버이별특성을 구현하는 것과 물리적 연결(링크추가)의 추가적인 자원 활용을 이용하여 구현하는 것 모두를 포함하여 그 효