

이중화 모델에 대한 네트워크 운영체제 플랫폼의 성능분석 기법 연구

김동현* · 심재찬** · 류호용** · 이유태***

*부산대학교 · **전자통신연구원 · ***동의대학교

Performance Analysis of Network Operating System Platform about Redundancy Model

Dong-Hyun Kim* · Jae-Chan Shim** · Ho-Yong Ryu** · Yu-Tae Lee***

*Pusan National University · **Electronics and Telecommunication Research Institute · ***Donggeui
University

E-mail : dhkim1106@pusan.ac.kr

요 약

시스템 및 네트워크를 이용한 안정적인 서비스의 기본은 이중화에 있다. 시스템 및 네트워크 이중화를 위한 다양한 이중화 방법들이 있고 어떤 이중화 방법을 사용할건가에 대한 성능 지표가 있어야 한다. 따라서 여러 가지 이중화 모델에 대한 성능을 보다 효율적인 방법으로 분석하는 도구와 방법에 대한 연구가 필요하게 되었다. 네트워크 성능분석 모델을 이용한 시스템 및 네트워크의 성능과 안정성을 분석하는 도구에는 수학적 분석 방법과 시뮬레이션을 통한 분석 방법이 있다. 수학적 분석 방법은 흔히 사용하는 방법이지만 복잡도가 높은 시스템에 대한 분석방법으로 적합하지 않고 시뮬레이션을 이용한 방법은 시뮬레이션 자체를 이해하는데 오랜 시간이 걸리는 문제가 있다. 그래서 본 논문에서는 이러한 문제를 극복하기 위해 기존 방법에 비해 비교적 간단한 방법으로 네트워크의 성능을 분석하는 기법을 제안하고 간단한 모델을 이용하여 효율성을 증명하겠다.

ABSTRACT

The basic of a reliable service using a system and network is duplex configuration. There are a various duplex configuration for a system and network and we must have a performance indicator about how to use some redundancy. Then, we need analysis tool and method which analyze efficiently the performance about various duplex models. The tool that analyzing the performance and stability of the system and the network are a mathematical analysis method and simulation method. The mathematical analysis is a commonly used method, but high complexity system is not suitable for analysis methods and the simulation method has the problems which take a long time to understand in itself. Then, to overcome this problems, we propose the more simple method than used method for network analysis and we prove the efficiency by using the simple redundancy models.

키워드

Redundancy model, Availability, Performance evaluation, MTBF, MTTR

1. 서 론

네트워크 시스템을 개발할 때 고려할 품질 요

소는 크게 시스템의 처리 효율을 나타내는 성능
과 시스템의 신뢰도를 높이기 위한 안정성으로

* “본 연구는 미래창조과학부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [10043380, Non-Stop Active Routing을 지원하는 고가용성 네트워크 운영체제 기술 개발]”
o 교신저자

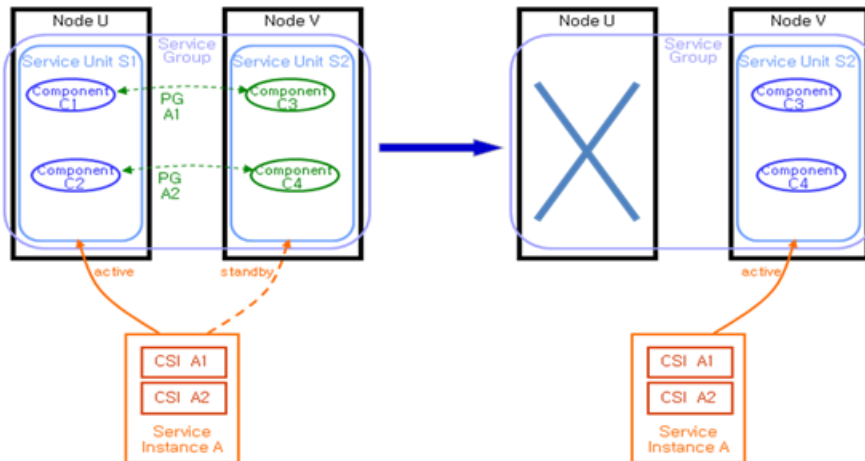


그림 1. 2N 이중화 모델

나누어진다. 신뢰성, 가용성, 보수성 등이 시스템의 안전성을 나타내는 품질 요소에 해당하고, QoS(Quality of Service), throughput, response time, loss probability, delay 등은 시스템의 성능을 나타내는 품질 요소에 해당한다.

신뢰성은 얼마나 장애를 일으키지 않는가를 나타내는 지표이고, 가용성은 장애로 인한 영향을 얼마나 억제하는가를 나타내는 요소이며, 보수성은 장애를 얼마나 신속하게 복구하는가를 나타내는 요소이다. 이 세가지 기능을 RAS기능이라고 하기도 하는데, 하드웨어와 소프트웨어 장애 대책이라든가 고신뢰화 대책 기능을 말한다. 컴퓨터 시스템에는 가용성과 보수성 등을 향상시키기 위한 각종 기능이 내장되어 있다. 예를 들어, 장애에 대한 내구력을 강화하기 위한 프로세서의 이중화 기능, 장애를 조기에 검출하기 위한 프로세서 진단 기능, 장애의 원인 규명을 용이하게 하기 위한 보수 정보의 로깅 기능 등이 있을 수 있다.

네트워크 및 시스템의 성능 및 안전성을 분석하는 도구에는 수학적 분석 방법과 시뮬레이션을 통한 분석 방법이 있다. 수학적 분석 방법에는 응용확률론의 한 분야인 대기 행렬 이론을 이용하는 방법이 흔히 사용되고 있다. 대기 행렬 이론은 먼저 네트워크 시스템을 대기 행렬 모형으로 모델링하고, 모델링한 대기 행렬 모형을 다양한 확률 과정을 이용하여 수학적으로 엄밀하게 분석하는 이론이다. 네트워크 시스템이 복잡해짐에 따라 대기 행렬 모형으로 복잡한 네트워크 시스템을 모델링하는데 어려움이 있으며, 일단 모델링을 했다 하더라도 수학적으로 분석하기가 어려운 경우가 많다. 복잡해지는 네트워크 모델을 손쉽게 분석하기 위하여 여러 가지 성능분석 모델에 대한 연구가 필요하고 이러한 연구를 기반으로 이중화 모델에 대한 성능을 분석하고자 한다. 본 논문에서는 이러한 도구로 SPNP(Stochastic Petri Net Package)를 이용할 것이다.

II. 분석 모델 및 이중화 모델

1. 분석 모델

본문에서는 시스템이나 프로토콜을 모델링하는 방법과 이중화 모델에 대하여 설명하겠다.

시스템이나 프로토콜을 모델링하는데 사용되는 도구로서 페트리 넷(Petri Net)이 있다. 페트리 넷은 장소, 전이, 토큰 등으로 구성되는데, 장소는 원으로, 전이는 막대로, 토큰은 점이나 숫자로 나타낸다. 토큰은 한 장소로부터 전이를 거쳐서 다른 장소로 움직이며, 이때 전이의 통과를 발사(Fire)라고 한다. 전이의 각 입력 장소에 적어도 하나의 토큰이 있으며 그 전이는 활성화되었다고 한다. 여기서 다음에 발사될 전이의 선택은 확정적이지 않다.

추계적 페트리 넷(Stochastic Petri Net : SPN)은 페트리 넷을 확장한 모델로 각 전이에 발사 시간을 할당한다. 시간의 지체 없이 바로 발사되는 전이를 즉시 전이(immediate transition)라고 하고, 0이 아닌 발사 시간을 가지는 전이를 시간 전이(timed transition)라고 한다. 확장된 추계적 페트리 넷(Generalized SPN, GSPN)은 최소한 하나의 즉시 전이가 발사 가능한 무형(vanishing) 마킹과 시간 천이들의 마킹인 유형(tangible) 마킹으로 구성된다. 여기서 마킹이란 페트리 넷의 상태를 나타내는 것으로 토큰들이 할당된 장소나 개수가 같지 않으면 서로 다른 마킹에 해당된다.

확장된 추계적 페트리 넷에 모델링 기능을 강화하여 복잡한 시스템을 간결한 모형으로 모델링할 수 있게 해 주는 모델이 SRN이다. 이 SRN에서 각 마킹에는 하나의 보상률(reward rate)을 할당할 수 있다. 시간 천이의 발사율, 다수의 입출력 아크, 그리고 각 마킹에 대한 보상률과 같은 파라미터는 SRN에서 장소에 있는 토큰 수에 대한 함수로 나타난다. SRN에서 모든 출력 값은 보

상를 함수의 기댓값으로 표현된다. 시스템의 성능 지표 값을 얻기 위해서는 SRN 모델에 적당한 보상 값을 할당하여 구할 수 있다.

이 SRN 모형은 모형에 따라 수학적으로 분석이 가능하면 수학적으로 엄밀하게 분석할 수도 있고, 수치적으로 분석할 수도 있으며, 시뮬레이션을 통한 분석도 가능하게 해 준다. SRN 모형의 장점은 시스템의 동작 원리만 알면 분석을 위한 모델링 작업이 어렵지 않다는 데 있다

2. 이중화 기술

이중화 기술이란 복수의 시스템을 이용해 서비스를 구성하여, 장애 발생 시에도 가용성을 극대화시키는 것으로 모든 가용성 기술을 통칭한다. 다양한 이중화 방식이 제안되어 있지만 본 논문에서는 기본적인 2N 이중화 모델에 대하여 설명하고 성능을 분석하겠다.

2N 이중화 모델에서 SG(Service Group)에는 모든 SI(Service Instance)에 대하여 active한 하나의 SU(Service Uint)과 모든 SI에 대하여 Standby인 하나의 SU가 존재한다. 각 SI에는 많아야 하나의 Active SU와 Standby SU가 할당된다.

III. 2N 이중화 모델의 성능분석

2N 이중화 구조로 동작하는 시스템의 성능을 분석하고자 한다. 예를 들어, 두 개의 SU로 이루어진 한 개의 SG를 가지는 시스템을 고려한다. 두 개의 SU를 각각 SU1과 SU2라 하자. 정상상태에서 두 SU 중 하나는 Active상태에 있게 되고, 다른 하나는 Standby상태에 있게 된다.

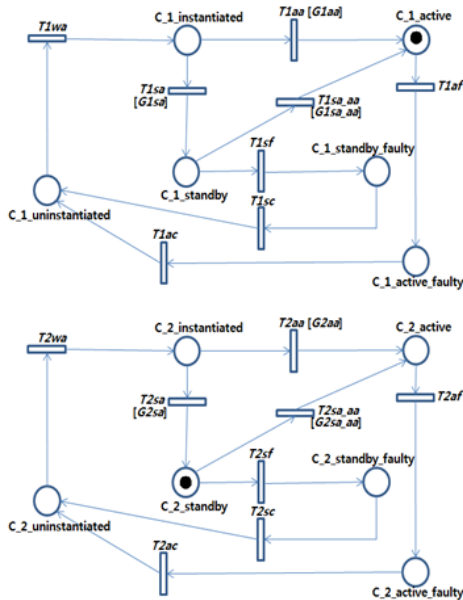


그림 2. 2N 이중화 모델의 SRN모델

그림2는 이러한 이중화 시스템에 대한 SRN 모델이다. 그림은 기존 SRN모델의 요소들을 참고하여 그려졌다. 각 SU는 Active, Standby, Active_faulty, Standby_faulty, Uninstantiated, Instantiated 중 하나의 상태에 있게 되고, 이 상태를 각각 하나의 장소로 표시하였다. 전이는 Active상태와 Standby상태에서 결합이 발생하는 것을 나타낸다.

표 1. Guard 조건

Guard	조건
Gisa_aa	다른 SU가 active나 active_faulty에 있지 않다.
Gisa	다른 SU가 active상태에 있다.
Giaa	다른 SU가 active상태에 있지 않다.

각 전이에 대한 Guard조건은 표 1과 같다.

가용도란 이용자의 입장에서 시스템의 연속적인 사용을 표시하는 것으로 임의의 시간에 시스템이 가용한 상태에 있을 확률로 계산할 수 있다.

표 2. 가용도 분석 결과

Standby에서 Active로 전환하는 평균시간	가용도(%)
100ms	99.9997060122
200ms	99.9994745341
300ms	99.9992430574
400ms	99.9990115821
500ms	99.9987801084

가용도를 구하기 위해 본 논문에서는 시스템과 동작과 관련된 다양한 파라미터 값들을 사용하였고 이 파라미터 값 중 일부는 기존 SNR연구에서 제시된 값을 사용하였다.

표2는 Standby에서 Active로 전환하는 평균 시간에 따른 가용도를 나타낸다. 이 전환 시간이 길어짐에 따라 가용도가 낮아지는데, 전환 시간이 400ms이하일 때 99.999%(five nines)의 가용도를 유지할 수 있음을 보여준다.

IV. 결론

본 연구는 이중화 모델에 대한 네트워크 운영체제 플랫폼의 성능분석 연구로 먼저 성능분석 모델에 대하여 설명하였다. 복잡한 네트워크 시스템을 효율적으로 분석하기 위하여 SRN기반으로 이중화 모형을 모델링 하였고, 이것은 SPNP를 이용하여 가용도를 분석하였다. 향후 복잡한 이중화 모델에 대하여 가용도를 분석하고 보다 효율적으로 시스템을 이중화 할 수 있는 모델을 제시하겠다

참고문헌

- [1] A. Kanso, F. Khendek, A. Mishra, and M. Toeroe, "Integrating Legacy Applications for High Availability: a Case Study", 2011 IEEE 13th International Symposium on High-Assurance Systems Engineering, pp. 83-90, 2011.
- [2] G. Ciardo, A. Blakemore, P. F. Chimento, J. K. Muppala, and K. S. Trivedi. Automated generation and analysis of Markov reward models using stochastic reward nets. In Carl Meyer and R. J. Plemmons, editors, *Linear Algebra, Markov Chains, and Queueing Models, IMA Volumes in Mathematics and Applications*, volume 48, Heidelberg, 1992. Springer-Verlag.
- [3] G. Ciardo, J. Muppala, and K. Trivedi. SPNP: stochastic Petri net package. In *Proceedings of the International Workshop on Petri Nets and Performance Models (PNPM'89)*, pages 142-150, Los Alamitos, CA, December 1989. IEEE Computer Society Press.