

K-means 군집화 및 Harmony Search 알고리즘을 이용한 분산 SDN의 부하 분산 기법

김세준⁰, 유승언^{*}, 이병준^{*}, 김경태^{**}, 윤희용^{*}

⁰성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과

^{**}성균관대학교 소프트웨어대학 소프트웨어학과

e-mail: {ksj105⁰, seyoo90^{*}, byungjun^{*}}@skku.edu, kyungtaekim76@gmail.com^{**}, youn7147@skku.edu^{*}

A Load Balancing Scheme for Distributed SDN Based on Harmony Search with K-means Clustering

Se-Jun Kim⁰, Seung-Eon Yoo^{*}, Byung-Jun Lee^{*}, Kyung-Tae Kim^{**}, Hee-Yong Youn^{*}

⁰Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

^{**}Dept. of Software, Sungkyunkwan University

● 요약 ●

본 논문에서는 다중 컨트롤러가 존재하는 분산 SDN 환경에서 과도한 제어 메시지로 인한 과부하된 컨트롤러의 부하를 줄이기 위하여 이주할 스위치를 K-means 군집화와 Harmony Search(HS)를 기반으로 선정 하는 기법을 제안하였다. 기존에 HS를 이용하여 이주할 스위치를 선택하는 기법이 제시되었으나, 시간 소모에 비하여 정확도가 부족한 단점이 있다. 또한 Harmony Memory(HM) 구축을 위해 메모리 소모 또한 크다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 유클리드 거리를 기반으로 하는 K-means 군집화를 이용하여 이주할 스위치를 골라내어 HM의 크기를 줄이고 이주 효율을 향상 시킨다.

키워드: 기계학습(Machine learning), SDN(Software Defined Network), 스위치 이주(Switch migration)

I. Introduction

최근 동적 트래픽 패턴, 다양한 다바이스 활용, 방대한 데이터 처리로 인한 네트워크 구조 복잡화가 더욱 심화되고 있다. SDN은 이러한 문제를 해결하기 위한 해결책으로 제안되어 왔다. SDN 환경에서 네트워크 상태는 제어 메시지를 컨트롤러와 주고 받으며 이루어진다. 이 과정에서 컨트롤러가 제어 메시지를 과도하게 처리하면, 이로 인하여 네트워크 성능이 심하게 저하될 수 있다.

이러한 경우 컨트롤러에 연결되어 있는 스위치를 다른 컨트롤러로 재연결하여 부하를 분산하는 방법이 제시되어 왔다. 그러나 적절한 스위치를 가까운 컨트롤러로 연결하지 못 하면 해당 연결로 인하여 네트워크 병목 현상을 일으킬 수 있다. 적합한 이주를 선택하기 위하여 기존에 Metaheuristic 기법인 HS를 이용하는 방법이 제시되었으나 [1], HS 기법은 HM을 구축하는데 메모리 소모가 크고, 반복 과정에서 발생하는 시간 소모 또한 크기 때문에 효율성이 떨어진다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 K-means 군집화를 이용하여 군집에서 제외되는 스위치를 대상으로만 이주를 고려하여 HM 크기를 줄이고 이주 정확도를 향상시키는 기법을 제안한다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 Load Balancing with Harmony Search

HS를 이용한 스위치 이주 기법에서 HS의 목적은 유클리드 거리를 기반으로 하는 스위치와 컨트롤러 사이의 거리를 최적과 가깝게 줄이는 것에 있다. HS의 목적 함수는 아래와 같다.

$$Average(Latency) = \frac{1}{N} \sum_{s_i \in S} \sum_{c_j \in C} D(s_i, c_j)$$

$$D(s_i, c_j) = \sqrt{(s_{ix} - c_{jx})^2 + (s_{iy} - c_{jy})^2}$$

목적 함수를 최소화하기 위하여, 먼저 과부하된 컨트롤러의 스위치에 대한 무작위 이주를 구성하여 이에 대한 목적 함수의 결과와 함께 HM을 구성한다. Harmony Memory Considering Rate(HMCR)은 이 HM 내에서 최적해를 찾을지 여부를 결정하는 확률값을 나타낸다. HMCR을 통하여 HM 내부에서 최적해를 찾게 되면, 다음으로는 Pitch Adjusting Rate(PAR)에 의하여 검색 벡터의 원소, 즉 각 이주를 조금씩 변경하여 최적해를 찾는다. 이러한 과정을 반복하여 이주에 따르는 네트워크 상태 저하를 최소화한다.

III. The Proposed Scheme

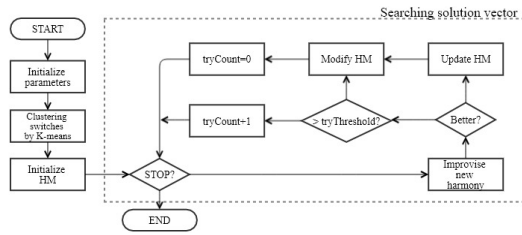


Fig. 1. 제안하는 이주 기법의 구조

본 논문에서 제안하는 기법은 기존의 HS를 이용한 이주 기법에서 두 가지를 추가하는 것으로 시작한다. tryCount는 HS의 반복 과정에서 이전 벡터 검색보다 더 나은 결과가 도출되지 못하면 1씩 증가하게 된다. HS의 반복 도중 만약 tryCount가 tryThreshold를 넘어서게 되면 새로운 HM을 무작위로 구성하게 된다. HS는 기본적으로 초기에 HM이 적절히 구성되지 못 하면 최적해를 찾는데 한계가 발생하는 문제점이 있다. tryThreshold는 이를 방지하기 위한 것으로, HM이 적절하지 않으면 다시 구성함으로써 최적해를 발견할 확률을 증가시킨다.



Fig. 2. K-means 군집화를 통한 스위치 선택

이에 더하여, 본 논문에서는 K-means 군집화를 통한 검색 공간 감소 및 정확도 향상을 목표로 한다. 목적 함수가 거리를 기반으로 하기 때문에, 거리를 기반으로 하는 K-means 군집화를 통하여 떨어져 있는 스위치를 선택할 수 있다. 선택된 스위치는 기존의 컨트롤러와 멀기 때문에 이주했을 때 정확도가 증가할 확률이 증가하고, 목적 스위치가 적기 때문에 HM 크기도 줄어들게 된다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 HS를 이용한 스위치 이주 기법의 정확도를 향상시키고 실행 시간을 줄이기 위한 방법으로 Threshold 및 K-means 군집화를 이용하는 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 시간적 오버헤드를 줄이고 이주 정확도를 증가시킬 것으로 기대된다. 향후 연구로는 제안한 기법은 SDN 환경에서 구현하여 성능 평가를 진행한다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보

통신·방송연구 개발 사업(No. 2016 -0-00133, 초연결 IoT 노드의 군집 지능화를 통한 Edge Computing 핵심 기술 연구), SW중심 대학지원사업(2015-0-00914), 한국연구재단 기초연구사업 (No.2016R1A6A3A11931385, 실시간 공공안전 서비스를 위한 소프트웨어 정의 무선 센서 네트워크 핵심기술 연구, 2017R1A2B2009095, 실시간 스트림 데이터 처리 및 Multi-connectivity를 지원하는 SDN 기반 WSN 핵심 기술 연구), BK21PLUS 사업의 일환으로 수행되었음.

REFERENCES

[1] A. Day et al., "Implementation of Improved Harmony Search Based Clustering Algorithm in Wireless Sensor Networks," ICAICT 2016, 2016.