

# 입지선정 범위 예측을 위한 신경망 기반의 엣지 가중치 예측

고정륜<sup>1</sup> · 전현주<sup>1</sup> · 전승훈<sup>1</sup> · 윤정섭<sup>1</sup> · 정재은<sup>1\*</sup> · 김봉길<sup>2</sup>

<sup>1</sup>중앙대학교 · <sup>2</sup>메타소프트

## Edge Weight Prediction Using Neural Networks for Predicting Geographical Scope of Enterprises

JeongRyun Ko<sup>1</sup> · Hyeon-Ju Jeon<sup>1</sup> · Joshua. Jeon<sup>1</sup> · Jeong-seop Yoon<sup>1</sup> · Jason J. Jung<sup>1\*</sup> ·

Bonggil Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chung Ang University · <sup>2</sup>MetaSoft

E-mail : {kojeongrrr, joshuajeon97, quooobt}@gmail.com / {hyeonju, j3jung\*}@cau.ac.kr /

bgkim@meta-soft.co.kr

### 요 약

본 논문은 노드와 엣지로 이루어진 그래프 구성을 통해 신경망을 활용하여 엣지 가중치 예측 방안을 제안하고자 한다. 사회 구성요소 중 하나인 브랜드들의 중요도 높은 전략 중 출점전략에 대해 초점을 맞추어보았다. 본 논문에서는 1) 브랜드 지점들을 노드로 구성하고, 지점 간 관계를 엣지로 구성한다. 그리고 지점 간 실제 도보 및 주행 가능 거릿값을 엣지 가중치로 표현한 그래프를 구성한다. 그리고 2) 엣지를 수치화하여 신경망을 학습해 엣지의 가중치인 지점 간 거릿값을 예측하는 방안을 제안한다. 제안한 방식을 활용함으로써 예측되는 특정 브랜드의 출점 범위를 성공적인 브랜드의 출점전략 분석할 시에 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

### ABSTRACT

This paper is a proposal for edge weight prediction using neural networks to graph configurations of nodes and edges. Brand is one of the components of society, and one of the brand's most important strategies is geographical location strategy. This paper is focus on that strategy. In This paper propose two things: 1) Graph Configuration, node consists of brand store, edge consists of store-to-store relationships and edge weight consists of actual walk and drive distance values. 2) numbering edges and training neural networks to predict next store distance values. It is expected to be useful in analyzing successful brand geographical location strategies.

### 키워드

edge weight prediction, neural networks, geographical scope prediction, graph configuration

### 1. 서 론

사회는 사람들로 구성되어 있고, 사람들 사이에서 상업이 활발하게 진행되고 있다. 상업이라는 큰 틀 안에는 다양한 산업에서 활동하고 있는 브랜드들이 있다. 브랜드에 대한 가치가 높을수록 상업에 미치는 영향력도 크기에 무시할 수 없는 부분이다.

각각의 브랜드는 자신들의 전략을 내세워서 브랜드 가치를 상승시키려 한다. 다양한 전략이 존재하고, 이러한 전략 중 출점전략은 빠질 수 없는 중요한 전략 중 하나이다. 출점전략에 관련된 다양한 연구들이 존재하나[1,2], 통계적인 결과만 나와 있다. 그리고 입지선정 예측에 관한 연구는 쉽게 찾아볼 수 없다. 그러므로 본 논문에서는 입지선정 범위 예측 방안에 대해서 제안하고자 한다.

\* corresponding author

지점들은 사회 안에서 동일 브랜드라는 관계를 맺으며 퍼져있기에, 지점들의 개업 일자와 지점 위치 정보가 주어졌을 때 이러한 지점 간의 관계를 효과적으로 표현할 수 있는 장점을 가진 그래프로 구성해본다. 그리고 사람들에게 많이 알려져 있고, 브랜드 가치가 높은 스타벅스나 맥도날드 같은 기업의 다음 개업 범위를 예측해봄으로써 성공적인 출점전략을 분석할 시에 활용할 수 있다고 예상하므로 구성된 그래프로 신경망을 활용하여서 다음 지점 개업 범위를 예측하는 방법을 제안하고자 한다.

## II. 입지선정 범위 예측

### 2.1 그래프 구성

그래프는 노드(node) 그리고 노드 사이를 연결해주는 엣지(edge)로 구성되어 있다. 브랜드 지점들을 그래프로 나타낼 때 각 지점은 노드로 나타내고, 지점 간 관계는 엣지로 나타낸다.

해당 방식으로 구현되는 그래프를 실제 데이터를 사용하여 예시로 시각화하면 그림 1과 같다.

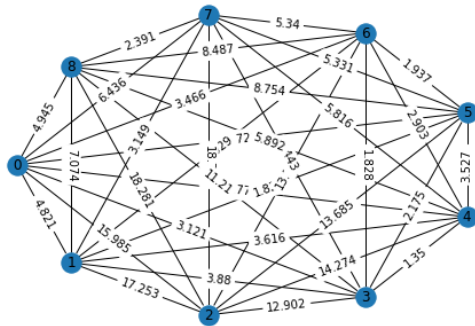


그림 1. 스타벅스 세종지역 예시

그림 1에서는 브랜드 가치가 높은 기업 중 하나인 스타벅스에서 가시성 높게 지점 수가 적은 세종지역을 예시로 시각화하였다. 세종지역 스타벅스는 2021년 1월 기준 총 9개 지점이 존재한다. 9개 지점은 노드가 되고 파란 원으로 나타내었다. 노드 안 숫자는 지점 개업 순을 나타낸다. 노드와 노드가 연결된 선은 엣지이고, 엣지에 있는 숫자는 엣지 가중치로 지점 사이 거릿값이다. 거릿값은 단순히 두 지점 사이 직선거리값을 사용하기보다 실제 도로 및 주행 가능 거릿값을 사용한다. 지점은 고객유입이 매우 중요한 요건 중 하나이기에 개업 범위 예측 시 고객유입 조건이 영향 미칠 수 있도록 사람이 실제 다닐 수 있는 거릿값을 사용한다.

그래프는 완전그래프이기에 인접 행렬로 표현될 수 있다. 지점이  $n$ 개이면  $n \times n$ 배열 형태로 인접

행렬이 구성된다. 인접 행렬을 표현한다면 그림 2와 같다.

노드	i	j	k
i	0	$A(i, j)$	$A(i, k)$
j	$A(j, i)$	0	$A(j, k)$
k	$A(k, i)$	$A(k, j)$	0

그림 2. 인접 행렬 예시

그림 2에서 표현한 인접 행렬을 행렬이라 가정하겠다.  $i, j, k$ 는 노드이며  $0 \leq i, j, k < n$ , ( $n$  = 총 노드 수)를 만족한다.  $A(i, j)$ 는 노드  $i$ 와  $j$ 사이의 거릿값을 나타낸다.  $A(i, i)$ 처럼 같은 노드로 이루어진 주 대각선인  $n$ 개의 칸은 같은 노드 사이의 거릿값이기에 값이 0이다. 그 외 칸은, 완전그래프는  $A(i, j) = A(j, i)$ 이기에 상삼각행렬 (upper triangular matrix)과 하삼각행렬(lower triangular matrix) 값이 대칭적으로 같은 거릿값으로 채워진다.

### 2.2 엣지 가중치 예측 방법

#### 2.2.1 예측 범위 정의

개업 일자는 시계열적 특성을 가졌다. 그러므로 그래프를 시간 흐름에 따라 동적으로 표현할 수 있다.

노드가 하나만 있으면  $G_0$ , 2개가 있으면  $G_1$ 으로 나타내고, 나타낸 그래프들을  $G$ 집합으로 표현하면 식 1과 같다.

$$G = \{G_0, G_1, G_2 \dots\} \quad (1)$$

$n$ 을  $0 < n < N$ , ( $N$  = 총 노드 수)으로 정의하면,  $G_{n-1}$ 다음 그래프는  $G_n$ 이다.  $G_{n-1}$ 은  $n \times n$ 행렬이고, 다음 그래프인  $G_n$ 은  $(n+1) \times (n+1)$ 로 확장될 때, 추가로  $n$ 개의 거릿값만 알면 된다. 필요한  $n$ 개의 거릿값을 집합  $W_n$ 으로 나타내면 식 2와 같다.

$$W_n = \{w(k, n) | 0 \leq k < n\} \quad (2)$$

$w(k, n)$ 는 노드  $k$ 와  $n$ 사이 엣지의 가중치(거릿값)를 나타낸다.

#### 2.2.2 예측 방법

엣지 가중치 예측에 관한 연구로 Yuchen Hou et al. [3]이 제시한 딥러닝을 활용하여 엣지의 가중치를 예측할 수 있는 신경망 모델 R이 있다. 모

델 R은 엣지와 연관된 노드들을 각각 노드 임베딩 하여 학습을 시키므로 최종적으로 엣지 가중치를 예측한다.

엣지 가중치를 예측할 시에 모델 R같은 경우 엣지를 구성하는 2가지 노드로 엣지 가중치를 예측하였다. 해당 논문에서는 엣지로 엣지 가중치를 예측하는 방식을 제안하고자 한다.

예측은 신경망 모델을 활용한다. input되는 값은 엣지이고, target은 input된 엣지의 가중치이다.

먼저 엣지를 신경망에 input할 수 있는 형태로 변경해준다. 해당 논문에서 사용하는 그래프는 완전그래프이기에 알아야 하는 엣지가 분명하다. 그리고 알고 있는 엣지도 분명하기에, 완전그래프에 대한 엣지를 수치화(numbering)할 수 있다. 수치화하는 기준은 생성 시간 흐름을 따른다. 식 3을 통하여서 엣지를 수치화한다.

$$en(x,y) = \frac{(y-1)y}{2} + x \quad (\text{단, } x < y) \quad (3)$$

$en(x,y)$ 는 엣지를 이루는 노드  $x$ 와  $y$ 의 숫자로 엣지의 번호를 구하는 함수이다. 함수를 활용하여 그림 3과 같이 수치화할 수 있다.

$G_1$	$G_2$	$G_3$	...	$G_n$
0-1 → 0	0-2 → 1	0-3 → 3		0-n → $en(0, n)$
	1-2 → 2	1-3 → 4		1-n → $en(1, n)$
		2-3 → 5		...
				(n-1)-n → $en(n-1, n)$

그림 3. 엣지를 숫자로 표현

그림 3에서는 시간 흐름에 따라 새로 생성되는 엣지들을 표시하고, 해당 엣지들을 함수를 활용하여 숫자로 변환한 모습을 나타낸다.

수치화한 엣지와 엣지 가중치를 쌍으로 학습 데이터를 구성한다. 엣지 가중치는 수치화된 엣지를 이루는 노드  $x$ 와  $y$ 의 숫자를 알아내야 알 수 있다. 노드  $y$ 는 식 4를, 노드  $x$ 는 식 5를 통해서 알아낼 수 있다.

$$y_{en} \leq \frac{(y-1)y}{2} + (y-1) \quad (4)$$

$y_{en}$ 은 수치화된 엣지이다.  $y$ 에 1부터 1씩 증가하는 값을 대입하여 해당 수식을 만족하는 노드  $y$ 를 찾는다.

$$x = (y-1) - \{en(y-1, y) - y_{en}\} \quad (5)$$

식 5는 알고 있는  $y_{en}$ 과  $y$ 를 활용하여 노드  $x$ 를 찾는다.

이로써 알아낸 2가지 노드로 해당 엣지의 가중치 값을 찾아 학습 데이터를 구성하여 신경망을 학습한다. 그리고 다음 생성 노드와 관련된 엣지

가중치인 집합  $W_n$ 을 예측한다.

신경망의 output layer는 linear layer로 구성하여서 엣지의 가중치를 스칼라로 예측한다. 그리고 오차 함수는 회귀문제에서 활용하는 평균 제곱 오차(MSE)를 사용하고, 오차 함수를 최소화하기 위한 최적화 알고리즘은 경사 하강법(Gradient Descent)을 사용하여서 신경망을 학습시킨다.

이로써 학습된 신경망으로 다음 노드(개업 지점)에 대한 가중치 값들인 집합  $W_n$ 를 예측함으로써 개업 범위를 예측해볼 수 있다.

### III. 결 론

나날이 갈수록 상업은 더욱 활성화되고 있다. 그리고 이러한 상업은 상업의 중심인 브랜드 기업들로 발전해 나아가고 있다. 브랜드는 다양한 전략을 고안해낸다. 그중 출점전략은 주요한 전략 중 하나이다. 그러므로 출점전략에 관한 연구의 필요도가 증가하고, 이와 관련된 연구가 진행되고 있다.

해당 논문에서는 출점된 지점들에 대한 정보를 기준으로 완전그래프를 구성하여 엣지를 임베딩해 신경망을 학습함으로써 엣지 가중치를 예측하는 방안을 제시했다. 브랜드 가치가 높은 기업들의 출점 지점들을 활용해 제시한 방안으로 개업 범위를 예측해봄으로써 성공적인 출점전략 방안을 분석하는 것에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

### Acknowledgement

본 연구는과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 2021년도 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음(20170001000051001).

### References

- [1] Sun Jong Ok, Yoo Oh Kim. "The Study on the Discount Store of Open Strategic in Mokpo", Journal of Distribution and Management Research, Vol. 3, No. 1, 1-25, 2000
- [2] Yong Woo Kim, Sang youb Lee. "A Study on the Factors Affecting Location Decision for the Flagship Stores of Global Retail Brand", Korea Real Estate Review, Vol. 31 No. 1, 37-49, 2021
- [3] Hou Yuchen, Holder Lawrence B. "On graph mining with deep learning: introducing model r for link weight prediction", Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research, Vol. 9, No. 1, 21-40, 2019