ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

ĐỒ ÁN MÔN HỌC
MẠNG XÃ HỘI

PHÂN TÍCH DỮ LIỆU CHUỖI CUNG ỨNG CHO CÁC LOẠI SẢN PHẨM THÔNG QUA CÁC THƯỚC ĐO VỀ TRỌNG TÂM VÀ KẾT QUẢ PHÂN CỤM

SINH VIÊN THỰC HIỆN
ĐẶNG HOÀNG QUÂN – 18520339

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN
NGUYỄN THỊ KIM PHỤNG

TP. HỒ CHÍ MINH – 11/2021

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH ẢNH

I. GIỚI THIỆU

Ngày nay, nhiều công ty phải đối mặt với một thách thức dường như đầy mâu thuẫn: làm thế nào để giảm chi phí vận hành đồng thời tăng mức độ dịch vụ khách hàng. Thiết kế mạng lưới chuỗi cung ứng phù hợp cung cấp giải pháp cho cả hai vấn đề trên. Mặc dù có nhiều yếu tố cần xem xét khi thiết kế mạng lưới chuỗi cung ứng, nhưng quá trình này không quá phức tạp với các đối tác phù hợp.

Môn học mạng xã hội sẽ giúp phân tích và xem xét chuỗi cung ứng của công ty bằng cách sử dụng các thước đo về trọng tâm và phân cụm liên quan đến các khía cạnh nổi bật (dựa trên đường đi ngắn nhất, phổ, khoảng cách, ...) để từ đó đưa ra các chiến lược vận hành phù hợp nhất.

II. XÁC ĐỊNH BÀI TOÁN

- Input: Tập dữ liệu ban đầu trên nguồn dữ liệu Kaggle được qua tiền xử lý dữ liệu.
- Output: Đưa ra độ đo, cộng đồng phục vụ cho việc phân tích mạng xã hội **DataCo SMART SUPPLY CHAIN FOR BIG DATA ANALYSIS.**

III. DỮ LIỆU

1. Giới thiệu nguồn dữ liệu
   - Link dataset: https://www.kaggle.com/shashwatwork/dataco-smart-supply-chain-for-big-data-analysis.
   - Dữ liệu **DataCo SMART SUPPLY CHAIN FOR BIG DATA ANALYSIS** được cung cấp trên nền tảng Kaggle chứa dữ liệu của chuỗi cung ứng được sử dụng bởi công ty DataCo Global.
   - Dataset bao gồm tập hợp các sản phẩm đã bán của công ty, chi tiết tài chính (lãi, lỗ, tổng doanh thu, v.v.), chi tiết giao hàng và chi tiết khách hàng như doanh số, nhân khẩu học và chi tiết giao dịch.
   - Dữ liệu có kích thước 91 MB bao gồm 180519 dòng với 54 thuộc tính:

Thuộc tính	Type	Mô tả	Các giá trị
Type	char	Loại giao dịch thực hiện	• CASH • DEBIT • PAYMENT • TRANSFER
Days for shipping (real)	int	Số ngày giao hàng thực tế	
Days for shipment (scheduled)	int	Số ngày giao hàng theo dự kiến	
Benefit per order	float	Thu nhập cho mỗi đơn hàng được đặt	= Order Profit Per Order
Sales per customer	float	Tổng doanh số theo khách hàng	= Order Item Total
Delivery Status	char	Trạng thái giao hàng của đơn hàng	• Advance shipping • Late delivery • Shipping canceled • Shipping on time
Late_delivery_risk	int	Biến phân loại cho biết gửi muộn hay không	• 1 – Gửi muộn • 0 – Không gửi muộn
Category Id	int	Mã danh mục sản phẩm	= Product Category Id
Category Name	char	Tên danh mục sản phẩm	
Customer City	char	Thành phố nơi khách hàng thực hiện mua hàng	
Customer Country	char	Đất nước nơi khách hàng thực hiện mua hàng	
Customer Email	char	Email của khách hàng	XXXXXXXXX

Customer Fname	char	Tên khách hàng	
Customer Id	int	ID khách hàng	
Customer Lname	char	Họ khách hàng	
Customer Password	char	Mật khẩu khách hàng	XXXXXXXXX
Customer Segment	char	Phân khúc khách hàng	• Consumer • Corporate • Home Office
Customer State	char	Tiểu bang của cửa hàng đã đăng ký giao dịch mua	
Customer Street	char	Đường của cửa hàng đã đăng ký giao dịch mua	
Customer Zipcode	float	Mã bưu điện khách hàng	
Department Id	int	Mã bộ phận của cửa hàng	
Department Name	char	Tên bộ phận của cửa hàng	
Latitude	float	Vĩ độ tương ứng với vị trí của cửa hàng	
Longitude	float	Kinh độ tương ứng với vị trí của cửa hàng	
Market	char	Thị trường của nơi được giao hàng	• Africa • Europe • LATAM • Pacific Asia • USCA

Order City	char	Thành phố của đơn hàng được đặt	
Order Country	char	Quốc gia của đơn hàng được đặt	
Order Customer Id	int	Mã đặt hàng của khách	= Customer Id
order date (DateOrders)	datetime	Ngày đặt hàng	
Order Id	int	Mã đơn hàng	
Order Item Cardprod Id	int	Mã sản phẩm được tạo thông qua đầu đọc RFID	= Product Card Id
Order Item Discount	float	Giá trị chiết khấu của mặt hàng trong đơn hàng	= Sales - Order Item Total
Order Item Discount Rate	float	Phần trăm chiết khấu của mặt hàng trong đơn hàng	
Order Item Id	int	Mã mặt hàng được đặt trong đơn hàng	
Order Item Product Price	float	Giá của sản phẩm khi không giảm giá	= Product Price
Order Item Profit Ratio	float	Tỷ lệ lợi nhuận của mặt hàng trong đơn hàng	
Order Item Quantity	int	Số lượng sản phẩm c mỗi mặt hàng trong đơn hàng	
Sales	float	Doanh số bán hàng	= Order Item Product Price * Order Item Quantity
Order Item Total	float	Tổng số tiền cho mặt hàng trong đơn hàng	= Sales per customer

Order Profit Per Order	float	Lợi nhuận cho mỗi mặt hàng trong đơn hàng	= Benefit per order
Order Region	char	Khu vực nơi đơn đặt hàng được tiến hành giao hay khu vực sẽ cung cấp loại sản phẩm	• Southeast Asia • South Asia • Oceania • Eastern Asia • West Asia • West of USA • US Center • West Africa • Central Africa • North Africa • Western Europe • Northern • Caribbean • South America • East Africa • Southern Europe • East of USA • Canada • Southern Africa • Central Asia • Europe • Central America • Eastern Europe • South of USA
Order State	char	Tiểu bang nơi đơn hàng được tiến hành giao	

Order Status	char	Trạng thái đơn hàng	• CANCELED • CLOSED • COMPLETE • ON_HOLD • PAYMENT_REVIEW • PENDING • PENDING_PAYMENT • PROCESSING • SUSPECTED_FRAUD
Order Zipcode	float	Mã bưu điện đơn hàng	
Product Card Id	int	Mã sản phẩm	= Order Item Cardprod Id
Product Category Id	int	Mã danh mục sản phẩm	= Category Id
Product Description	float	Mô tả sản phẩm	
Product Image	char	Liên kết đến hình ảnh của sản phẩm	
Product Name	char	Tên sản phẩm	
Product Price	float	Giá sản phẩm	= Order Item Product Price
Product Status	int	Trạng thái sản phẩm	• 1 – Không có sẵn • 0 – Có sẵn
shipping date (DateOrders)	datetime	Ngày và thời gian chính xác của lô hàng	
Shipping Mode	char	Chế độ vận chuyển	• First Class • Same Day • Second Class • Standard Class

2. Xử lý và phân tích dữ liệu

2.1. Đọc dữ liệu từ file vào DataFrame

```
import matplotlib.pyplot as plt
plt.style.use('seaborn')
```

```
import pandas as pd
PRIMARY = 'Category Name'
SECONDARY = 'Order Region'

df = pd.read_csv(
    'DataCoSupplyChainDataset.csv',
    usecols = [PRIMARY, SECONDARY],
    encoding = 'unicode_escape'
).apply(lambda col: col.str.strip())
df.head()
```

	Category Name	Order Region
0	Sporting Goods	Southeast Asia
1	Sporting Goods	South Asia
2	Sporting Goods	South Asia
3	Sporting Goods	Oceania
4	Sporting Goods	Oceania

Hình 1. Đọc dữ liệu từ file vào DataFrame

2.2. Làm sạch dữ liệu

- Kiểm tra các giá trị bị khuyết ➔ không phát hiện giá trị nào nên không cần loại bỏ:

```
df.isnull().sum().sort_values(ascending=False)
```

```
Category Name    0
Order Region     0
```

Hình 2. Kiểm tra các giá trị bị khuyết

- Loại bỏ các giá trị trùng lặp ➔ Kết quả cuối cùng nhận được là 1 bộ dữ liệu gồm 691 dòng và 2 cột:

```
df.drop_duplicates(inplace=True)
df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 691 entries, 0 to 162002
Data columns (total 2 columns):
 #   Column         Non-Null Count  Dtype
---  ------         --------------  -----
 0   Category Name  691 non-null    object
 1   Order Region   691 non-null    object
dtypes: object(2)
memory usage: 16.2+ KB
```

Hình 3. Loại bỏ các giá trị trùng lặp

2.3. Chuyển đổi DataFrame thành đồ thị

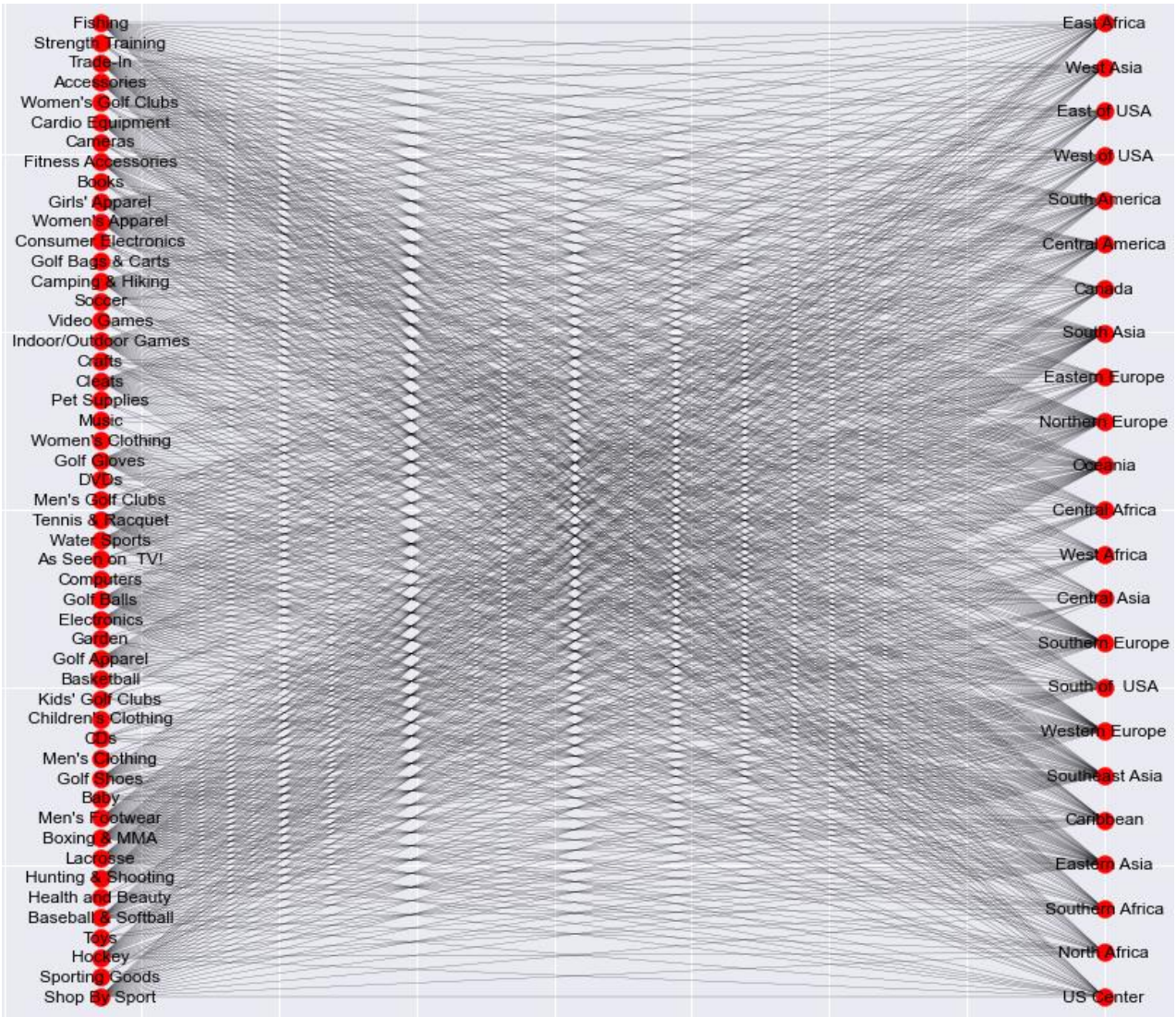
```
primary_col, secondary_col = df[PRIMARY], df[SECONDARY]
print(f'Number of {PRIMARY}:', primary_col.nunique())
print(f'Number of {SECONDARY}:', secondary_col.nunique())
print('Number of edges:', len(df))
```

```
Number of Category Name: 50
Number of Order Region: 23
Number of edges: 691
```

Hình 4. Chuyển đổi DataFrame thành đồ thị

2.2.1. Đồ thị 2 phía

- Node: danh mục các loại sản phẩm (Category Name) và khu vực nơi mà đơn đặt hàng được tiến hành giao hay có thể nói cách khác là khu vực sẽ cung cấp loại sản phẩm (Order Region).
- Edge: mối quan hệ hình thành khi 1 loại sản phẩm được cung cấp từ 1 khu vực.



Hình 5. Đồ thị 2 phía

⇨ Nhìn vào đồ thị có thể thấy cùng 1 loại sản phẩm có thể được cung cấp từ nhiều khu vực và 1 khu vực cũng có thể cung cấp nhiều loại sản phẩm.

- Code hiển thị đồ thị 2 phía:

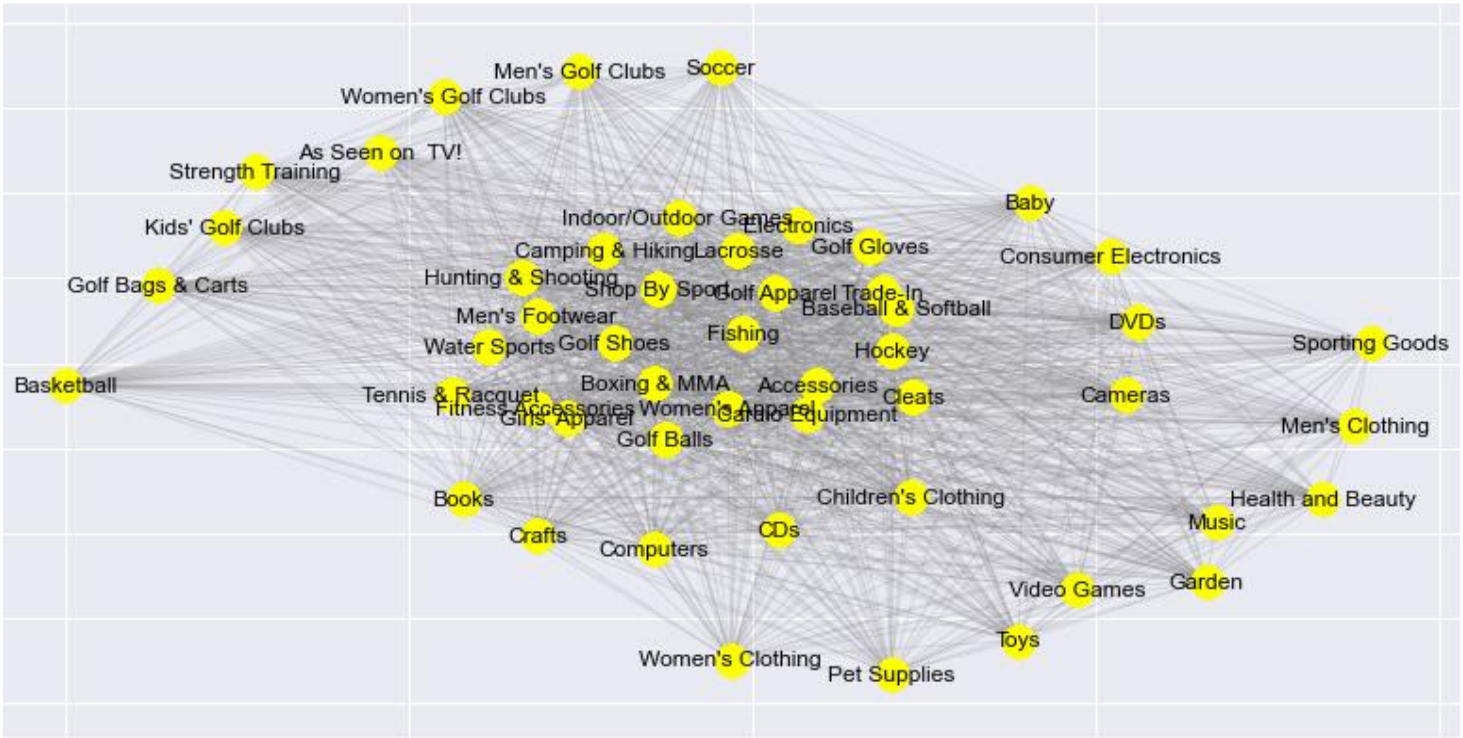
```
import networkx as nx
from networkx.algorithms import bipartite

B = nx.Graph()
for index, row in df.iterrows():
    B.add_edge(row[PRIMARY], row[SECONDARY], weight=1)

B.add_nodes_from(primary_col, bipartite=0)
B.add_nodes_from(secondary_col, bipartite=1)
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
plt.figure(figsize=(15, 15))
pos = nx.drawing.layout.bipartite_layout(B, primary_col)
nx.draw_networkx(B, pos=pos, node_size=150, width=0.2, node_color='red')
```

Hình 6. Code hiển thị đồ thị 2 phía

2.2.2. Đồ thị 1 phía

- Node: danh mục các loại sản phẩm (Category Name).
- Edge: 2 loại sản phẩm cùng được cung cấp từ 1 khu vực sẽ được nối với nhau tạo thành cạnh, ý nghĩa nói lên với cùng 1 khu vực có thể cung cấp nhiều loại sản phẩm.
- Weight: trọng số là số khu vực giống nhau đã cung cấp 2 loại sản phẩm.



Hình 7. Đồ thị 1 phía

- Code hiển thị đồ thị 1 phía:

```
G = bipartite.weighted_projected_graph(B, primary_col)
node_labels = dict(zip(primary_col, primary_col))
nx.to_pandas_edgelist(G).to_csv('Edges table.csv', index=False)
```

```
plt.figure(figsize=(15, 7))
pos = nx.spring_layout(G)

nx.draw_networkx_nodes(G, pos, nodelist=primary_col, node_color='yellow')
nx.draw_networkx_edges(G, pos, edge_color='grey', alpha=0.2)
nx.draw_networkx_labels(G, pos, labels=node_labels)
plt.show()
```

Hình 8. Code hiển thị đồ thị 1 phía

2.2.3. Cliques

- Clique được định nghĩa là 1 đồ thị con hoàn chỉnh **cực đại** của 1 đồ thị trong đó mỗi node được kết nối với tất cả các node khác. Từ **cực đại** có nghĩa là nếu ta thêm một node khác vào Clique, nó sẽ không còn là 1 Clique.
- Code hiển thị Cliques:

```
cliques = list(nx.find_cliques(G))
print('Number of cliques:', len(cliques))
for index, clique in enumerate(cliques):
    print(f'\nClique {index}:', clique)
```

```
Number of cliques: 2

Clique 0: ['Golf Shoes', 'Electronics', 'CDs', 'Lacrosse', "Women's Apparel", 'Fishing', 'Baseball & Softball', 'Water Sports',
'Baby', 'Boxing & MMA', 'Indoor/Outdoor Games', 'DVDs', 'Cleats', "Men's Footwear", 'Books', 'Tennis & Racquet', 'Fitness Acces
sories', 'Hunting & Shooting', 'Trade-In', 'Golf Balls', 'Crafts', 'Shop By Sport', 'Hockey', 'Computers', 'Cameras', 'Golf Glo
ves', 'Golf Apparel', 'Accessories', "Girls' Apparel", "Children's Clothing", 'Consumer Electronics', 'Camping & Hiking', 'Card
io Equipment', "Men's Golf Clubs", 'Basketball', 'As Seen on  TV!', 'Golf Bags & Carts', "Women's Golf Clubs", "Kids' Golf Club
s", 'Soccer', 'Strength Training']

Clique 1: ['Golf Shoes', 'Electronics', 'CDs', 'Lacrosse', "Women's Apparel", 'Fishing', 'Baseball & Softball', 'Water Sports',
'Baby', 'Boxing & MMA', 'Indoor/Outdoor Games', 'DVDs', 'Cleats', "Men's Footwear", 'Books', 'Tennis & Racquet', 'Fitness Acces
sories', 'Hunting & Shooting', 'Trade-In', 'Golf Balls', 'Crafts', 'Shop By Sport', 'Hockey', 'Computers', 'Cameras', 'Golf Glo
ves', 'Golf Apparel', 'Accessories', "Girls' Apparel", "Children's Clothing", 'Consumer Electronics', 'Camping & Hiking', 'Card
io Equipment', 'Toys', 'Video Games', 'Music', 'Health and Beauty', 'Garden', 'Pet Supplies', 'Sporting Goods', "Women's Clothi
ng", "Men's Clothing"]
```

Hình 9. Code hiển thị Cliques

⇨ Dễ thấy 2 Clique rút ra được chỉ khác nhau ở các node ngoài rìa (màu đỏ) có thể nhìn thấy rõ ràng ở đồ thị 1 phía.

IV. XẾP HẠNG CÁC LOẠI SẢN PHẨM

1. Định nghĩa các hàm hiển thị kết quả độ đo

- Hàm in kết quả độ đo đã sắp xếp giảm dần:

```
def print_centrality(centrality, name):
    result = pd.DataFrame(centrality.items(), columns=['Category Name', name])
    result.sort_values(name, ascending=False, inplace=True)
    print(result.to_records(index=False).tolist())
    return result
```

Hình 10. Hàm in kết quả độ đo

- Hàm trực quan hóa kết quả độ đo:

```python
def plot_centrality(centrality):
    plt.figure(figsize=(15, 7))
    node_color = [centrality[i] for i in centrality.keys()]

    cmap = plt.cm.ScalarMappable(
        cmap = 'Wistia',
        norm = plt.Normalize(vmin=min(node_color), vmax=max(node_color))
    )
    cmap.set_array([])
    plt.colorbar(cmap)

    pos = nx.spring_layout(G)
    nx.draw_networkx_nodes(G, pos, node_color=node_color, cmap='Wistia')
    nx.draw_networkx_edges(G, pos, edge_color='grey', alpha=0.2)
    nx.draw_networkx_labels(G, pos)
    plt.show()
```

Hình 11. Hàm trực quan hóa kết quả độ đo

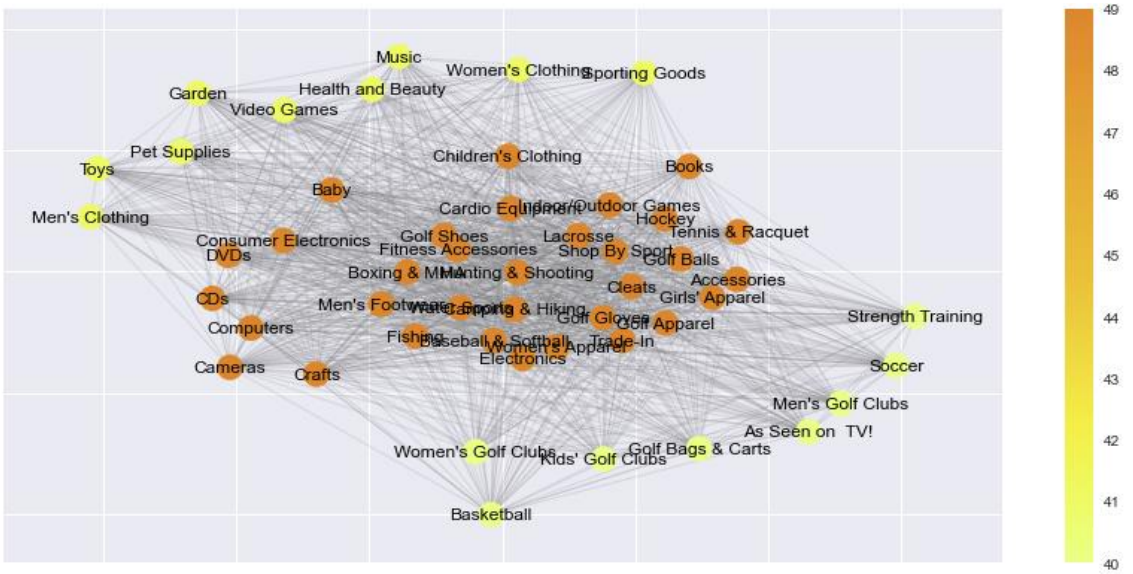
2. Degree Centrality

2.1. Code chạy độ đo

```python
degree = dict(nx.degree(G))
plot_centrality(degree)
print_centrality(degree, 'Degree Centrality').head()
```

Hình 12. Code chạy Degree Centrality

2.2. Kết quả độ đo




```
[('Indoor/Outdoor Games', 49), ('Golf Balls', 49), ('Golf Shoes', 49), ('Crafts', 49), ('Golf Gloves', 49), ('Tennis & Racque
t', 49), ('Fitness Accessories', 49), ('Cleats', 49), ("Children's Clothing", 49), ('Golf Apparel', 49), ('Lacrosse', 49), ('Ba
by', 49), ('Fishing', 49), ('Books', 49), ('DVDs', 49), ('CDs', 49), ('Accessories', 49), ("Girls' Apparel", 49), ('Hockey', 4
9), ('Shop By Sport', 49), ('Computers', 49), ('Cameras', 49), ('Consumer Electronics', 49), ('Camping & Hiking', 49), ("Men's
Footwear", 49), ('Baseball & Softball', 49), ('Hunting & Shooting', 49), ('Water Sports', 49), ('Trade-In', 49), ('Cardio Equip
ment', 49), ('Boxing & MMA', 49), ('Electronics', 49), ("Women's Apparel", 49), ('Music', 41), ('Health and Beauty', 41), ('Toy
s', 41), ('Video Games', 41), ('Sporting Goods', 41), ('Pet Supplies', 41), ('Garden', 41), ("Men's Clothing", 41), ("Women's C
lothing", 41), ('Strength Training', 40), ('Golf Bags & Carts', 40), ('Soccer', 40), ("Women's Golf Clubs", 40), ("Men's Golf C
lubs", 40), ('Basketball', 40), ("Kids' Golf Clubs", 40), ('As Seen on  TV!', 40)]
```

Hình 13. Kết quả Degree Centrality

2.3. Nhận xét

- Degree của 1 node thể hiện số lượng node mà 1 node nhất định kết nối. Loại sản phẩm có Degree càng cao thì càng có nhiều liên kết, nghĩa là các khu vực mà cung cấp loại sản phẩm này cũng sẽ cung cấp các loại sản phẩm khác.
- Những loại sản phẩm có Degree Centrality cao thể hiện các loại sản phẩm này được cung cấp bởi nhiều khu vực khác nhau, vì vậy nó mới kết nối với nhiều loại sản phẩm khác nhau.
- Như trong hình 13, ta có thể thấy các node ở phía ngoài rìa đồ thị sẽ có Degree Centrality thấp hơn. Bên cạnh đó, kết quả độ đo thực hiện trên Python và Gephi không có sự khác biệt.

Id	Degree
Accessories	49
Baby	49
Baseball & Softball	49
Books	49
Boxing & MMA	49
Cameras	49
Camping & Hiking	49
Cardio Equipment	49
CDs	49
Children's Clothing	49
Cleats	49
Computers	49
Consumer Electronics	49
Crafts	49
DVDs	49
Electronics	49
Fishing	49
Fitness Accessories	49
Girls' Apparel	49
Golf Apparel	49
Golf Balls	49
Golf Gloves	49
Golf Shoes	49
Hockey	49
Hunting & Shooting	49
Indoor/Outdoor Games	49
Lacrosse	49
Men's Footwear	49
Shop By Sport	49
Tennis & Racquet	49
Trade-In	49
Water Sports	49
Women's Apparel	49
Garden	41
Health and Beauty	41
Men's Clothing	41
Music	41
Pet Supplies	41
Sporting Goods	41
Toys	41
Video Games	41
Women's Clothing	41
As Seen on TV!	40
Basketball	40
Golf Bags & Carts	40
Kids' Golf Clubs	40
Men's Golf Clubs	40
Soccer	40
Strength Training	40
Women's Golf Clubs	40

Hình 14. Kết quả Degree Centrality trên Gephi

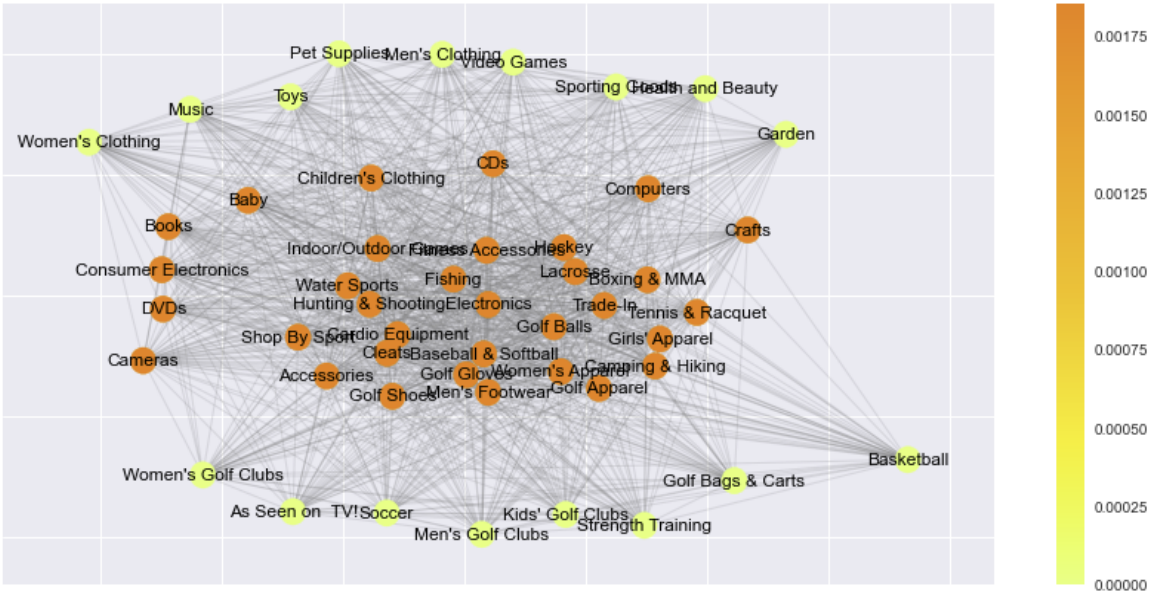
3. Betweenness Centrality

3.1. Code chạy độ đo

```
betweenness = nx.betweenness_centrality(G)
plot_centrality(betweenness)
print_centrality(betweenness, 'Betweenness Centrality').head()
```

Hình 15. Code chạy Betweenness Centrality

3.2. Kết quả độ đo




```
[('Indoor/Outdoor Games', 0.0018552875695732828), ("Girls' Apparel", 0.0018552875695732828), ('Golf Apparel', 0.0018552875695732828), ('Tennis & Racquet', 0.0018552875695732828), ('Fitness Accessories', 0.0018552875695732828), ('Cleats', 0.0018552875695732828), ('Golf Balls', 0.0018552875695732828), ('Golf Shoes', 0.0018552875695732828), ("Children's Clothing", 0.0018552875695732828), ('Lacrosse', 0.0018552875695732828), ('Baby', 0.0018552875695732828), ('Fishing', 0.0018552875695732828), ('Books', 0.0018552875695732828), ('DVDs', 0.0018552875695732828), ('CDs', 0.0018552875695732828), ('Hockey', 0.0018552875695732828), ('Golf Gloves', 0.0018552875695732828), ('Crafts', 0.0018552875695732828), ('Accessories', 0.0018552875695732828), ('Hunting & Shooting', 0.0018552875695732828), ('Electronics', 0.0018552875695732828), ('Shop By Sport', 0.0018552875695732828), ("Women's Apparel", 0.0018552875695732828), ('Computers', 0.0018552875695732828), ('Cameras', 0.0018552875695732828), ('Consumer Electronics', 0.0018552875695732828), ('Camping & Hiking', 0.0018552875695732828), ("Men's Footwear", 0.0018552875695732828), ('Baseball & Softball', 0.0018552875695732828), ('Water Sports', 0.0018552875695732828), ('Trade-In', 0.0018552875695732828), ('Cardio Equipment', 0.0018552875695732828), ('Boxing & MMA', 0.0018552875695732828), ('Golf Bags & Carts', 0.0), ('Music', 0.0), ("Women's Golf Clubs", 0.0), ('Toys', 0.0), ("Men's Golf Clubs", 0.0), ('Video Games', 0.0), ('Sporting Goods', 0.0), ('Health and Beauty', 0.0), ('Pet Supplies', 0.0), ('Garden', 0.0), ('Strength Training', 0.0), ("Men's Clothing", 0.0), ("Women's Clothing", 0.0), ('Soccer', 0.0), ('Basketball', 0.0), ("Kids' Golf Clubs", 0.0), ('As Seen on  TV!', 0.0)]
```

Hình 16. Kết quả Betweenness Centrality

3.3. Nhận xét

- Betweenness Centrality là thước đo độ "ở giữa" trong đồ thị dựa trên ý tưởng về đường đi ngắn nhất. Betweenness Centrality của 1 node là 1 phần nhỏ của các đường đi ngắn nhất đi qua node đó.
- Các node có độ "ở giữa" cao hoạt động như 1 cầu nối giữa các phần biệt lập khác nhau của mạng. Các loại sản phẩm có Betweenness Centrality cao thể hiện nó có liên kết với

nhiều loại sản phẩm khác, vì vậy các loại sản phẩm này được các khu vực cung cấp nhiều hơn các loại sản phẩm khác.

- Như trong hình 16, ta có thể thấy các node màu cam có Betweenness Centrality cao nhất, nghĩa là nó quan trọng trong việc kết nối giữa các node, các node muốn kết nối với nhau phải thông qua node đó. Bên cạnh đó, kết quả độ đo thực hiện trên Python và Gephi không có sự khác biệt.

Id	Betweenness Centrality
Accessories	0.001855
Baby	0.001855
Baseball & Softball	0.001855
Books	0.001855
Boxing & MMA	0.001855
Cameras	0.001855
Camping & Hiking	0.001855
Cardio Equipment	0.001855
CDs	0.001855
Children's Clothing	0.001855
Cleats	0.001855
Computers	0.001855
Consumer Electronics	0.001855
Crafts	0.001855
DVDs	0.001855
Electronics	0.001855
Fishing	0.001855
Fitness Accessories	0.001855
Girls' Apparel	0.001855
Golf Apparel	0.001855
Golf Balls	0.001855
Golf Gloves	0.001855
Golf Shoes	0.001855
Hockey	0.001855
Hunting & Shooting	0.001855
Indoor/Outdoor Games	0.001855
Lacrosse	0.001855
Men's Footwear	0.001855
Shop By Sport	0.001855
Tennis & Racquet	0.001855
Trade-In	0.001855
Water Sports	0.001855
Women's Apparel	0.001855
Garden	0.0
Health and Beauty	0.0
Men's Clothing	0.0
Music	0.0
Pet Supplies	0.0
Sporting Goods	0.0
Toys	0.0
Video Games	0.0
Women's Clothing	0.0
As Seen on TV!	0.0
Basketball	0.0
Golf Bags & Carts	0.0
Kids' Golf Clubs	0.0
Men's Golf Clubs	0.0
Soccer	0.0
Strength Training	0.0
Women's Golf Clubs	0.0

Hình 17. Kết quả Betweenness Centrality trên Gephi

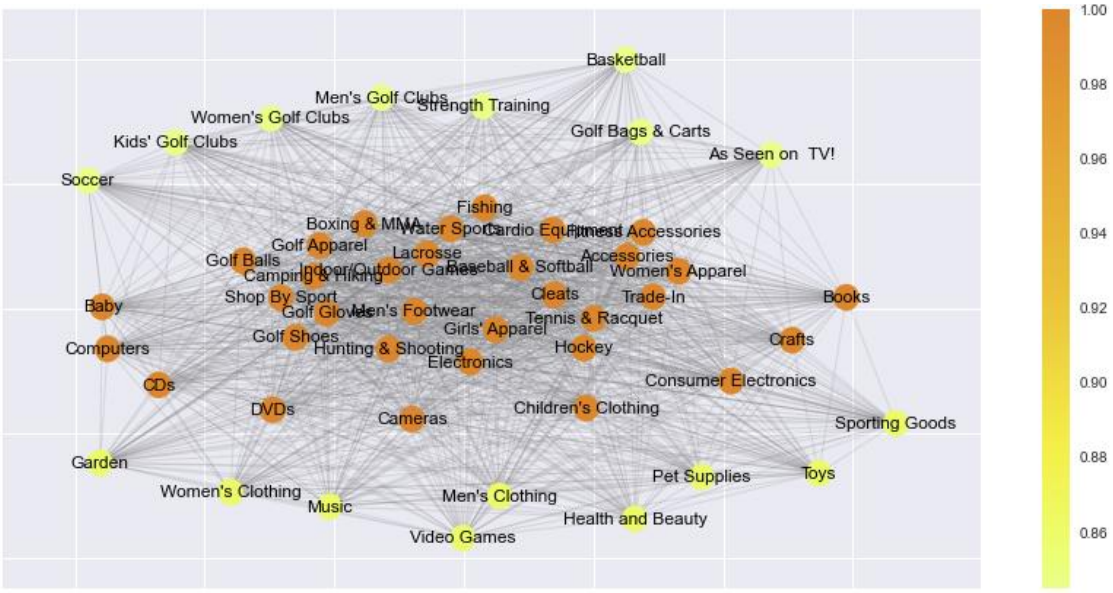
4. Closeness Centrality

4.1. Code chạy độ đo

```
closeness = nx.closeness_centrality(G)
plot_centrality(closeness)
print_centrality(closeness, 'Closeness Centrality').head()
```

Hình 18. Code chạy Closeness Centrality

4.2. Kết quả độ đo




```
[('Indoor/Outdoor Games', 1.0), ('Golf Balls', 1.0), ('Golf Shoes', 1.0), ('Crafts', 1.0), ('Golf Gloves', 1.0), ('Tennis & Rac
quet', 1.0), ('Fitness Accessories', 1.0), ('Cleats', 1.0), ("Children's Clothing", 1.0), ('Golf Apparel', 1.0), ('Lacrosse',
1.0), ('Baby', 1.0), ('Fishing', 1.0), ('Books', 1.0), ('DVDs', 1.0), ('CDs', 1.0), ('Accessories', 1.0), ("Girls' Apparel", 1.
0), ('Hockey', 1.0), ('Shop By Sport', 1.0), ('Computers', 1.0), ('Cameras', 1.0), ('Consumer Electronics', 1.0), ('Camping & H
iking', 1.0), ("Men's Footwear", 1.0), ('Baseball & Softball', 1.0), ('Hunting & Shooting', 1.0), ('Water Sports', 1.0), ('Trad
e-In', 1.0), ('Cardio Equipment', 1.0), ('Boxing & MMA', 1.0), ('Electronics', 1.0), ("Women's Apparel", 1.0), ('Music', 0.8596
491228070176), ('Health and Beauty', 0.8596491228070176), ('Toys', 0.8596491228070176), ('Video Games', 0.8596491228070176),
('Sporting Goods', 0.8596491228070176), ('Pet Supplies', 0.8596491228070176), ('Garden', 0.8596491228070176), ("Men's Clothin
g", 0.8596491228070176), ("Women's Clothing", 0.8596491228070176), ('Strength Training', 0.8448275862068966), ('Golf Bags & Car
ts', 0.8448275862068966), ('Soccer', 0.8448275862068966), ("Women's Golf Clubs", 0.8448275862068966), ("Men's Golf Clubs", 0.84
48275862068966), ('Basketball', 0.8448275862068966), ("Kids' Golf Clubs", 0.8448275862068966), ('As Seen on  TV!', 0.8448275862
068966)]
```

Hình 19. Kết quả Closeness Centrality

4.3. Nhận xét

- Closeness Centrality là 1 cách phát hiện các node có thể phân phối luồng đi 1 cách hiệu quả qua mạng, node quan trọng là node ở gần với các node khác.
- Kết quả của Closeness Centrality thể hiển top "độ gần" của các node đến tất cả các node trong mạng, đồng nghĩa với việc top các loại sản phẩm sẽ cần được cung cấp nhiều nhất. Bên cạnh đó, kết quả độ đo thực hiện trên Python và Gephi không có sự khác biệt.

Id	Closeness Centrality
Cleats	1.0
Children's Clothing	1.0
Fitness Accessories	1.0
Hockey	1.0
Tennis & Racquet	1.0
Consumer Electronics	1.0
Golf Apparel	1.0
Hunting & Shooting	1.0
Golf Balls	1.0
Books	1.0
Water Sports	1.0
CDs	1.0
Golf Shoes	1.0
Indoor/Outdoor Games	1.0
DVDs	1.0
Trade-In	1.0
Baby	1.0
Men's Footwear	1.0
Accessories	1.0
Cameras	1.0
Girls' Apparel	1.0
Computers	1.0
Women's Apparel	1.0
Lacrosse	1.0
Boxing & MMA	1.0
Baseball & Softball	1.0
Camping & Hiking	1.0
Cardio Equipment	1.0
Shop By Sport	1.0
Golf Gloves	1.0
Crafts	1.0
Electronics	1.0
Fishing	1.0
Sporting Goods	0.859649
Women's Clothing	0.859649
Video Games	0.859649
Toys	0.859649
Music	0.859649
Men's Clothing	0.859649
Health and Beauty	0.859649
Garden	0.859649
Pet Supplies	0.859649
As Seen on TV!	0.844828
Basketball	0.844828
Men's Golf Clubs	0.844828
Golf Bags & Carts	0.844828
Soccer	0.844828
Strength Training	0.844828
Women's Golf Clubs	0.844828
Kids' Golf Clubs	0.844828

Hình 20. Kết quả Closeness Centrality trên Gephi

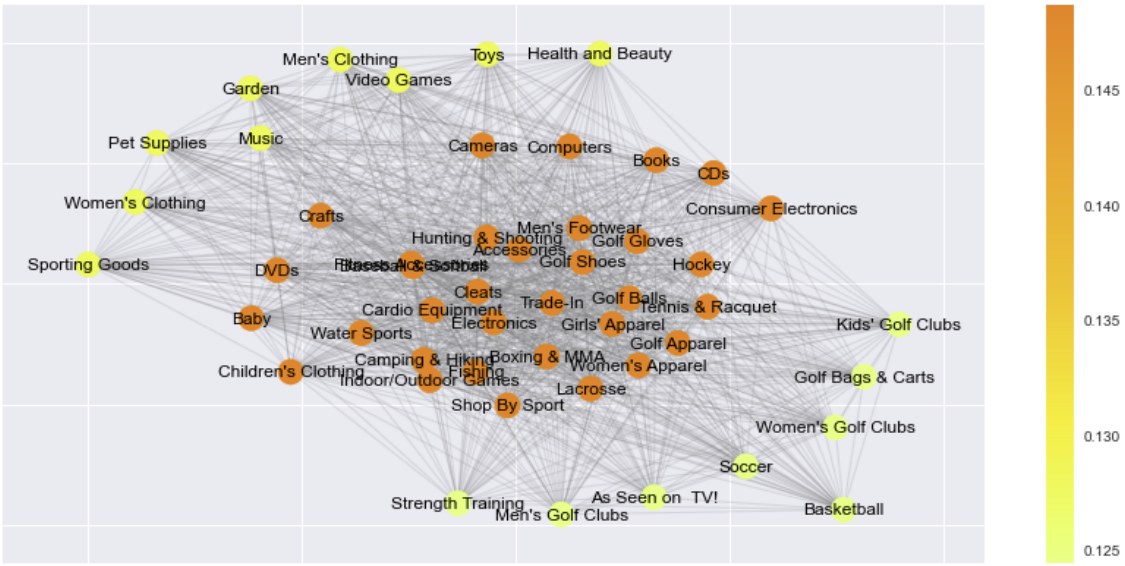
5. Eigenvector Centrality

5.1. Code chạy độ đo

```
eigenvector = nx.eigenvector_centrality(G)
plot_centrality(eigenvector)
print_centrality(eigenvector, 'Eigenvector Centrality').head()
```

Hình 21. Code chạy Eigenvector Centrality

5.2. Kết quả độ đo




```
[('Indoor/Outdoor Games', 0.14867064721396608), ("Children's Clothing", 0.14867064721396608), ('Crafts', 0.14867064721396608),
('Golf Gloves', 0.14867064721396608), ('Tennis & Racquet', 0.14867064721396608), ('Fitness Accessories', 0.14867064721396608),
('Cleats', 0.14867064721396608), ('Golf Balls', 0.14867064721396608), ('Lacrosse', 0.14867064721396608), ("Girls' Apparel", 0.1
4867064721396608), ('Baby', 0.14867064721396608), ('Fishing', 0.14867064721396608), ('Books', 0.14867064721396608), ('DVDs', 0.
14867064721396608), ('CDs', 0.14867064721396608), ('Hockey', 0.14867064721396608), ('Golf Shoes', 0.14867064721396608), ('Acces
sories', 0.14867064721396608), ('Golf Apparel', 0.14867064721396608), ('Water Sports', 0.14867064721396608), ('Shop By Sport',
0.14867064721396608), ("Women's Apparel", 0.14867064721396608), ('Electronics', 0.14867064721396608), ('Boxing & MMA', 0.148670
64721396608), ('Cardio Equipment', 0.14867064721396608), ('Trade-In', 0.14867064721396608), ('Hunting & Shooting', 0.1486706472
1396608), ('Baseball & Softball', 0.14867064721396608), ("Men's Footwear", 0.14867064721396608), ('Camping & Hiking', 0.1486706
4721396608), ('Consumer Electronics', 0.14867064721396608), ('Cameras', 0.14867064721396608), ('Computers', 0.1486706472139660
8), ('Video Games', 0.12767929833125463), ('Music', 0.12767929833125463), ('Garden', 0.12767929833125463), ('Toys', 0.127679298
33125463), ('Pet Supplies', 0.12767929833125463), ('Health and Beauty', 0.12767929833125463), ('Sporting Goods', 0.127679298331
2546), ("Men's Clothing", 0.1276792983312546), ("Women's Clothing", 0.1276792983312546), ('Strength Training', 0.12444087284685
672), ('Golf Bags & Carts', 0.12444087284685672), ('Soccer', 0.12444087284685672), ("Women's Golf Clubs", 0.12444087284685672),
("Men's Golf Clubs", 0.12444087284685672), ('Basketball', 0.12444087284685672), ("Kids' Golf Clubs", 0.12444087284685672), ('As
Seen on  TV!', 0.12444087284685672)]
```

Hình 22. Kết quả Eigenvector Centrality

5.3. Nhận xét

- Eigenvector Centrality đo lường tầm quan trọng của 1 node trong mạng đồng thời xem xét tầm quan trọng của các node lân cận. Các kết nối đến các node trung tâm của Eigenvector có điểm số cao đóng góp nhiều hơn vào điểm số chung so với các kết nối ngang bằng với các nút có điểm số thấp. Nói cách khác, 1 node có nhiều kết nối có thể có điểm Eigenvector thấp nếu tất cả các kết nối của nó đều có các node có điểm thấp.
- Loại sản phẩm có điểm Eigenvector cao khi nó được kết nối với nhiều node có điểm cao khác, đồng nghĩa với việc các loại sản phẩm có điểm Eigenvector càng cao sẽ càng được cung cấp bởi nhiều khu vực, vì các loại sản phẩm kết nối với loại sản phẩm đó cũng được cung cấp bởi nhiều khu vực.
- Như trong hình 22, ta có thể thấy các node màu cam có ảnh hưởng nhất mạng. Bên cạnh đó, kết quả độ đo thực hiện trên Python cũng có sự khác biệt so với Gephi.

Id	Eigenvector Centrality
Hockey	1.0
Golf Apparel	1.0
Books	1.0
Water Sports	1.0
Golf Shoes	1.0
Indoor/Outdoor Games	1.0
Golf Gloves	1.0
Fishing	1.0
Cleats	1.0
Children's Clothing	1.0
Fitness Accessories	1.0
Tennis & Racquet	1.0
Hunting & Shooting	1.0
Golf Balls	1.0
CDs	1.0
DVDs	1.0
Trade-In	1.0
Baby	1.0
Accessories	1.0
Girls' Apparel	1.0
Computers	1.0
Women's Apparel	1.0
Lacrosse	1.0
Boxing & MMA	1.0
Cardio Equipment	1.0
Shop By Sport	1.0
Crafts	1.0
Electronics	1.0
Consumer Electronics	1.0
Men's Footwear	1.0
Cameras	1.0
Baseball & Softball	1.0
Camping & Hiking	1.0
Sporting Goods	0.858678
Women's Clothing	0.858678
Video Games	0.858678
Toys	0.858678
Music	0.858678
Men's Clothing	0.858678
Health and Beauty	0.858678
Garden	0.858678
Pet Supplies	0.858678
As Seen on TV!	0.836945
Basketball	0.836945
Men's Golf Clubs	0.836945
Golf Bags & Carts	0.836945
Soccer	0.836945
Strength Training	0.836945
Women's Golf Clubs	0.836945
Kids' Golf Clubs	0.836945

Hình 23. Kết quả Eigenvector Centrality trên Gephi

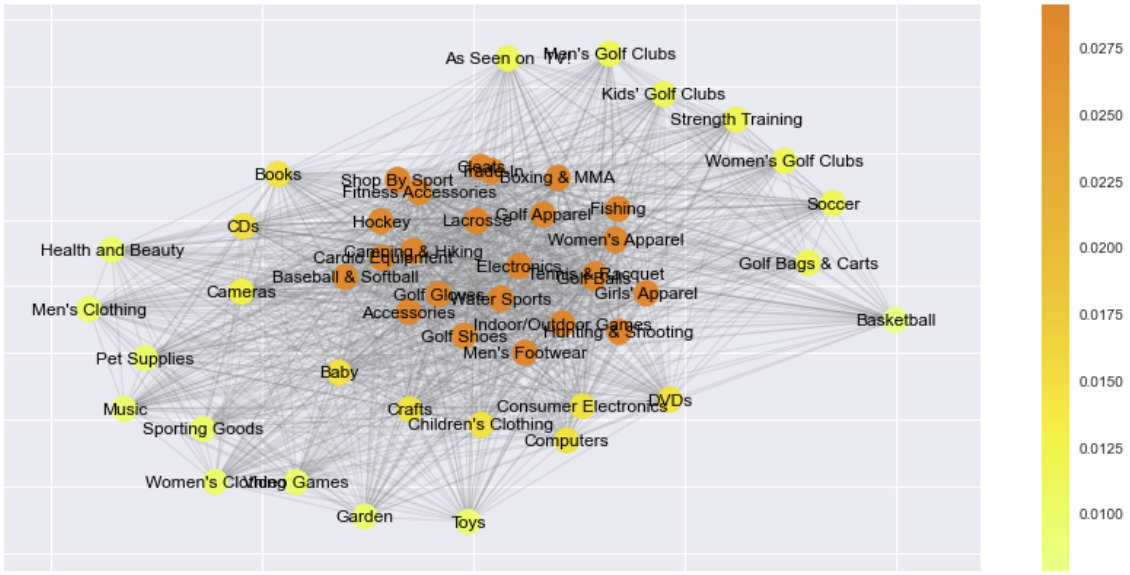
6. PageRank

6.1. Code chạy độ đo

```
pagerank = nx.pagerank(G)
plot_centrality(pagerank)
print_centrality(pagerank, 'PageRank').head()
```

Hình 24. Code chạy PageRank

6.2. Kết quả độ đo




```
[('Indoor/Outdoor Games', 0.02910004330793566), ("Men's Footwear", 0.02910004330793566), ('Fishing', 0.02910004330793566), ('La
crosse', 0.02910004330793566), ('Golf Balls', 0.02910004330793566), ('Cleats', 0.02910004330793566), ('Tennis & Racquet', 0.029
10004330793566), ('Golf Apparel', 0.02910004330793566), ('Accessories', 0.02910004330793566), ('Camping & Hiking', 0.0291000433
0793566), ("Girls' Apparel", 0.02910004330793566), ('Cardio Equipment', 0.02910004330793566), ('Water Sports', 0.02910004330793
566), ('Shop By Sport', 0.02910004330793566), ("Women's Apparel", 0.02910004330793566), ('Electronics', 0.02910004330793566),
('Boxing & MMA', 0.02910004330793566), ('Hunting & Shooting', 0.02910004330793566), ('Trade-In', 0.02910004330793566), ('Golf G
loves', 0.02910004330793566), ('Hockey', 0.028393028110741375), ('Golf Shoes', 0.028393028110741375), ('Fitness Accessories',
0.028393028110741375), ('Baseball & Softball', 0.028393028110741375), ('Crafts', 0.01460032971973412), ('Computers', 0.01460032
971973412), ("Children's Clothing", 0.01460032971973412), ('Baby', 0.01460032971973412), ('Consumer Electronics', 0.01460032971
973412), ('Books', 0.01460032971973412), ('DVDs', 0.01460032971973412), ('CDs', 0.01460032971973412), ('Cameras', 0.01293948539
0217484), ("Women's Golf Clubs", 0.01134315515704318), ("Men's Golf Clubs", 0.01134315515704318), ('Golf Bags & Carts', 0.01134
315515704318), ('As Seen on  TV!', 0.01134315515704318), ('Strength Training', 0.01134315515704318), ('Soccer', 0.0113431551570
4318), ("Kids' Golf Clubs", 0.01134315515704318), ('Pet Supplies', 0.009718050588254678), ('Health and Beauty', 0.0097180505882
54678), ('Music', 0.009718050588254678), ('Video Games', 0.009718050588254678), ('Garden', 0.009718050588254678), ("Men's Cloth
ing", 0.009718050588254678), ("Women's Clothing", 0.009718050588254678), ('Toys', 0.009718050588254678), ('Sporting Goods', 0.0
09718050588254678), ('Basketball', 0.007820356856636094)]
```


Hình 25. Kết quả PageRank

6.3. Nhận xét

- PageRank của Google là 1 biến thể phổ biến của Eigenvector Centrality được chuẩn hóa kết hợp với các bước nhảy ngẫu nhiên. Do đó, không có gì ngạc nhiên khi Pagerank mang lại kết quả tương đương hoặc có thể tốt hơn cả Eigenvector.
- Loại sản phẩm có PageRank càng cao càng được cung cấp bởi nhiều khu vực vì các loại sản phẩm kết nối với loại sản phẩm có PageRank cao cũng được cung cấp bởi nhiều khu vực khác nhau.
- Như trong hình 25, ta có thể thấy PageRank đã có sự phân hóa rõ rệt hơn các loại sản phẩm quan trọng trong mạng so với các độ đo trước. Bên cạnh đó, kết quả độ đo thực hiện trên Python và Gephi không có sự khác biệt.

Id	PageRank
Cleats	0.029094
Tennis & Racquet	0.029094
Hunting & Shooting	0.029094
Golf Balls	0.029094
Water Sports	0.029094
Indoor/Outdoor Games	0.029094
Trade-In	0.029094
Men's Footwear	0.029094
Accessories	0.029094
Girls' Apparel	0.029094
Women's Apparel	0.029094
Lacrosse	0.029094
Boxing & MMA	0.029094
Cardio Equipment	0.029094
Shop By Sport	0.029094
Golf Gloves	0.029094
Electronics	0.029094
Fishing	0.029094
Golf Apparel	0.029094
Camping & Hiking	0.029094
Hockey	0.028388
Golf Shoes	0.028388
Baseball & Softball	0.028388
Fitness Accessories	0.028388
Children's Clothing	0.01461
Consumer Electronics	0.01461
Books	0.01461
CDs	0.01461
DVDs	0.01461
Baby	0.01461
Computers	0.01461
Crafts	0.01461
Cameras	0.012947
As Seen on TV!	0.011339
Men's Golf Clubs	0.011339
Golf Bags & Carts	0.011339
Soccer	0.011339
Strength Training	0.011339
Women's Golf Clubs	0.011339
Kids' Golf Clubs	0.011339
Sporting Goods	0.009728
Women's Clothing	0.009728
Video Games	0.009728
Toys	0.009728
Music	0.009728
Men's Clothing	0.009728
Health and Beauty	0.009728
Garden	0.009728
Pet Supplies	0.009728
Basketball	0.00782

Hình 26. Kết quả PageRank trên Gephi

V. THUẬT TOÁN PHÁT HIỆN CỘNG ĐỒNG

1. Định nghĩa các hàm hiển thị kết quả phân cụm

- Hàm lấy đặc điểm chung của các node trong 1 cụm:

```
df_groupby_secondary = df.groupby([SECONDARY])[PRIMARY].apply(lambda x: sorted(set(x)))
df_groupby_secondary = df_groupby_secondary.reset_index()
# print(df_groupby_secondary.iloc[14][1])
df_groupby_secondary.head()
```

	Order Region	Category Name
0	Canada	[Accessories, Baseball & Softball, Boxing & MM...
1	Caribbean	[Accessories, As Seen on TV!, Baseball & Soft...
2	Central Africa	[Accessories, Baseball & Softball, Boxing & MM...
3	Central America	[Accessories, As Seen on TV!, Baseball & Soft...
4	Central Asia	[Accessories, Boxing & MMA, Camping & Hiking, ...

```
def get_cluster_common_values(cluster):
    commons = []
    for index, row in df_groupby_secondary.iterrows():
        if set(cluster).issubset(row[PRIMARY]):
            commons.append(row[SECONDARY])
    return commons
```

Hình 27. Hàm lấy đặc điểm chung của 1 cụm

- Hàm in ra các cộng đồng đã phát hiện được cùng điểm chung của các node trong chúng:

```
def print_communities(node_groups):
    print('Number of communities:', len(node_groups))
    for index, cluster in enumerate(node_groups):
        cluster = sorted(cluster)
        common_values = sorted(get_cluster_common_values(cluster))

        print(f'\nCluster {index}:')
        print(f"- {len(cluster)} Nodes: {', '.join(cluster)}")
        print(f"- {len(common_values)} Common values: {', '.join(common_values)}")
```

Hình 28. Hàm in ra các cộng đồng cùng điểm chung của các node trong chúng

- Hàm trực quan hóa các cộng đồng:

```
import matplotlib.cm as cm
def plot_communities(nodes, labels):
    cmap = cm.get_cmap('autumn', max(labels) + 1)
    pos = nx.spring_layout(G)

    plt.figure(figsize=(15, 7))
    nx.draw_networkx_nodes(G, pos, nodes, cmap=cmap, node_color=labels)
    nx.draw_networkx_edges(G, pos, edge_color='grey', alpha=0.2)
    nx.draw_networkx_labels(G, pos)
    plt.show()
```

Hình 29. Hàm trực quan hóa các cộng đồng

2. Thuật toán Louvain

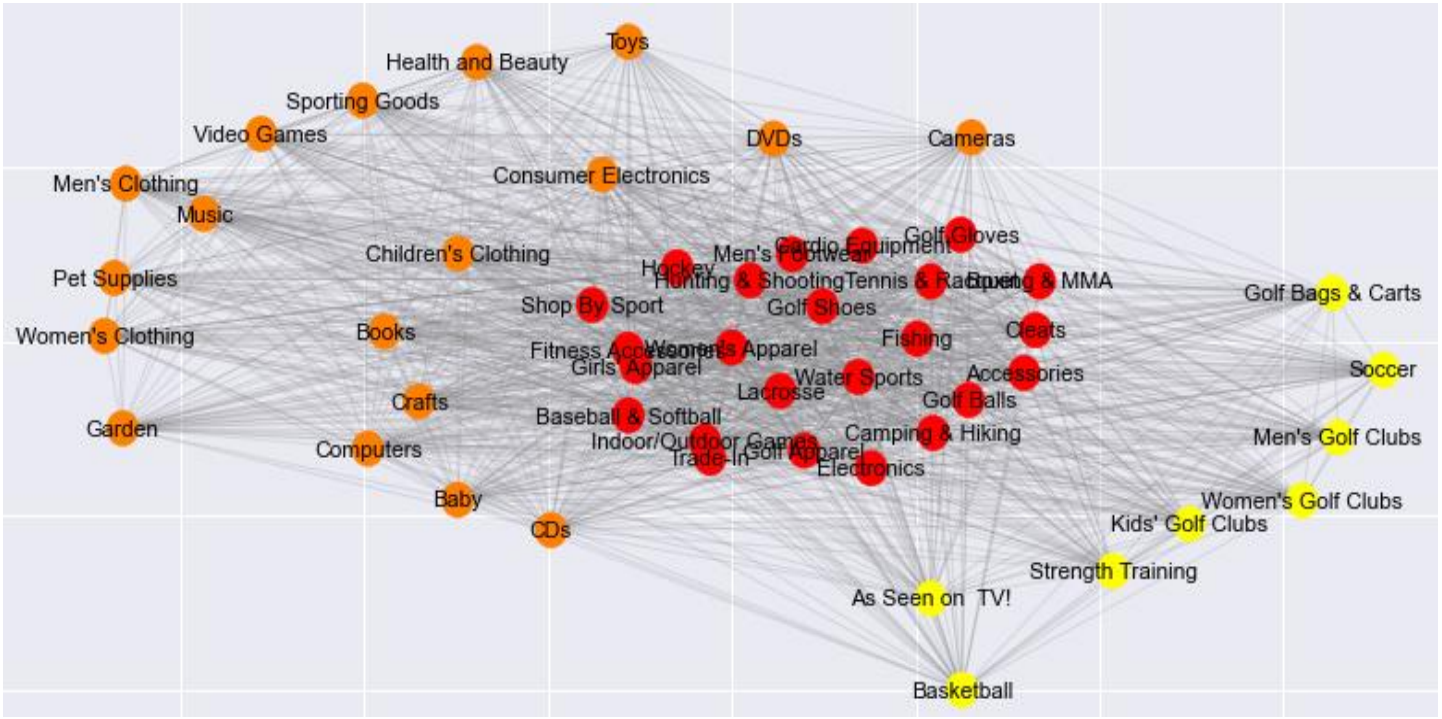
2.1. Code chạy thuật toán

```
import community.community_louvain as community_louvain
partition = community_louvain.best_partition(G)
louvain_node_groups = [[] for _ in set(partition.values())]

for node, cluster in sorted(partition.items()):
    louvain_node_groups[cluster].append(node)
```

```
print_communities(louvain_node_groups)
plot_communities(partition.keys(), list(partition.values()))
```

Hình 30. Code chạy thuật toán Louvain

2.2. Đồ thị phân cụm



Hình 31. Đồ thị phân cụm sử dụng Louvain

⇨ Dễ thấy thuật toán rút ra được 3 cụm

2.3. Ý nghĩa các cụm

```
Number of communities: 3

Cluster 0:
- 24 Nodes: Accessories, Baseball & Softball, Boxing & MMA, Camping & Hiking, Cardio Equipment, Cleats, Electronics, Fishing, F
itness Accessories, Girls' Apparel, Golf Apparel, Golf Balls, Golf Gloves, Golf Shoes, Hockey, Hunting & Shooting, Indoor/Outdo
or Games, Lacrosse, Men's Footwear, Shop By Sport, Tennis & Racquet, Trade-In, Water Sports, Women's Apparel
- 22 Common values: Canada, Caribbean, Central Africa, Central America, East Africa, East of USA, Eastern Asia, Eastern Europe,
North Africa, Northern Europe, Oceania, South America, South Asia, South of  USA, Southeast Asia, Southern Africa, Southern Eur
ope, US Center, West Africa, West Asia, West of USA, Western Europe

Cluster 1:
- 18 Nodes: Baby, Books, CDs, Cameras, Children's Clothing, Computers, Consumer Electronics, Crafts, DVDs, Garden, Health and B
eauty, Men's Clothing, Music, Pet Supplies, Sporting Goods, Toys, Video Games, Women's Clothing
- 3 Common values: Oceania, South Asia, Southeast Asia

Cluster 2:
- 8 Nodes: As Seen on  TV!, Basketball, Golf Bags & Carts, Kids' Golf Clubs, Men's Golf Clubs, Soccer, Strength Training, Wome
n's Golf Clubs
- 3 Common values: Northern Europe, Southern Europe, Western Europe
```

Hình 32. Kết quả phân cụm sử dụng Louvain

❖ Cụm thứ 0:

- Gồm **24 Node**: Accessories, Baseball & Softball, Boxing & MMA, Camping & Hiking, Cardio Equipment, Cleats, Electronics, Fishing, Fitness Accessories, Girls' Apparel, Golf Apparel, Golf Balls, Golf Gloves, Golf Shoes, Hockey, Hunting &

Shooting, Indoor/Outdoor Games, Lacrosse, Men's Footwear, Shop By Sport, Tennis & Racquet, Trade-In, Water Sports, Women's Apparel.

- Ý nghĩa: những loại sản phẩm được cung cấp ở cả **22 khu vực** gồm Canada, Caribbean, Central Africa, Central America, East Africa, East of USA, Eastern Asia, Eastern Europe, North Africa, Northern Europe, Oceania, South America, South Asia, South of USA, Southeast Asia, Southern Africa, Southern Europe, US Center, West Africa, West Asia, West of USA, Western Europe.

❖ Cụm thứ 1:

- Gồm **18 Node**: Baby, Books, CDs, Cameras, Children's Clothing, Computers, Consumer Electronics, Crafts, DVDs, Garden, Health and Beauty, Men's Clothing, Music, Pet Supplies, Sporting Goods, Toys, Video Games, Women's Clothing.
- Ý nghĩa: những loại sản phẩm được cung cấp ở cả **3 khu vực** gồm Oceania, South Asia, Southeast Asia.

❖ Cụm thứ 2:

- Gồm **8 Node**: As Seen on TV!, Basketball, Golf Bags & Carts, Kids' Golf Clubs, Men's Golf Clubs, Soccer, Strength Training, Women's Golf Clubs.
- Ý nghĩa: những loại sản phẩm được cung cấp ở cả **3 khu vực** gồm Northern Europe, Southern Europe, Western Europe.

2.4. Nhận xét

- Nếu nhìn bằng mắt thường ta cũng dễ dàng nhận ra đồ thị có thể có 3 cụm. Louvain đã phát hiện được 3 cụm đó khá rõ rệt với nhau. Như vậy chứng tỏ thuật toán Louvain đã phân cụm khá tốt.

3. Thuật toán K-Means

3.1. Code chạy thuật toán

3.1.1. Chuyển đổi đồ thị thành ma trận kề

```
from sklearn.cluster import KMeans
from scipy.spatial.distance import cdist
adj_matrix = nx.to_numpy_array(G)
```

Hình 33. Chuyển đổi đồ thị thành ma trận kề làm đầu vào cho K-Means

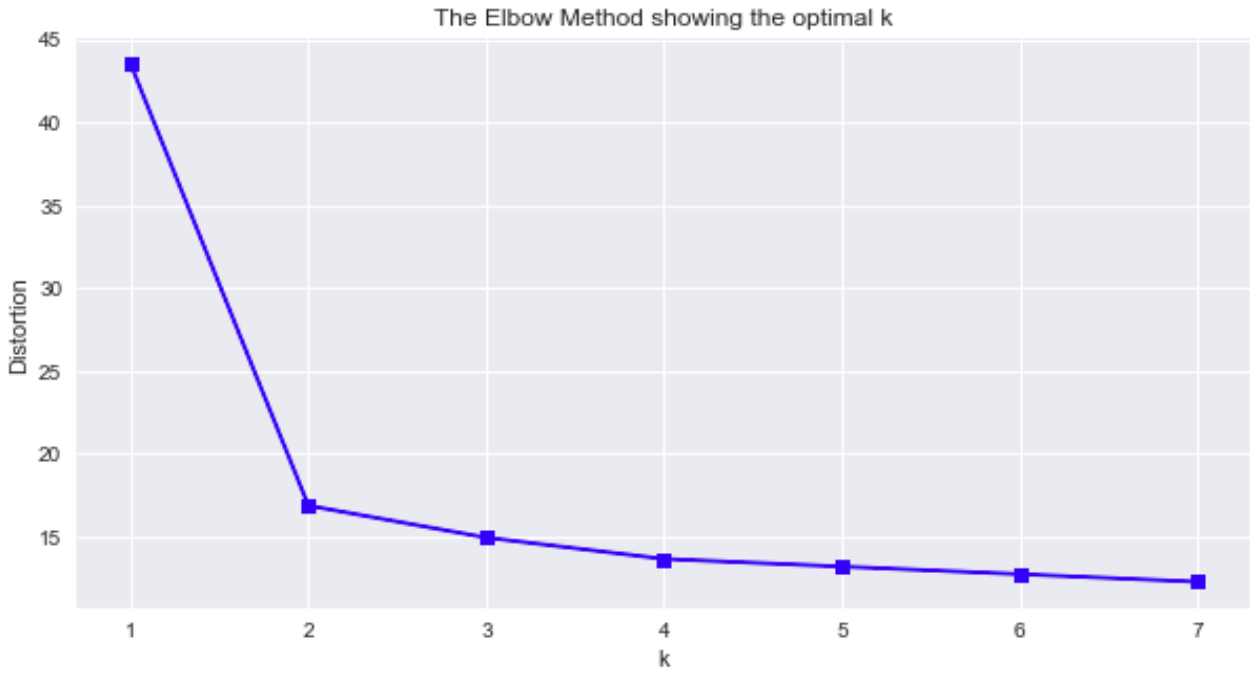
3.1.2. Chọn ra số cụm bằng Elbow Method

```
import numpy as np
distortions = []
K = range(1, 8)

for k in K:
    kmean_model = KMeans(n_clusters=k)
    kmean_model.fit(adj_matrix)
    dist = sum(np.min(cdist(adj_matrix, kmean_model.cluster_centers_, 'euclidean'), axis=1))
    distortions.append(dist / adj_matrix.shape[0])
```

Hình 34. Code triển khai Elbow Method cho thuật toán K-Means

- Tính khoảng cách từng phần tử trong ma trận kề (50 x 50) với các tâm cụm (k x 50).
- Ma trận (50 x k) tương ứng với 50 loại sản phẩm, với hàng là các khoảng cách giữa mỗi phần tử trong ma trận kề với các tâm cụm.
- Lấy tổng các khoảng cách của mỗi phần tử trong ma trận kề với tâm cụm mà tại đó có khoảng cách giữa 2 bên là nhỏ nhất / số lượng phần tử trong ma trận kề.
- Cuối cùng, tính tổng biến thiên khoảng cách nhỏ nhất của trong cụm.

```
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(K, distortions, 'bs-')
plt.xlabel('k')
plt.ylabel('Distortion')
plt.title('The Elbow Method showing the optimal k')
plt.show()
```



Hình 35. Chọn ra số cụm k cho thuật toán K-Means bằng Elbow Method

3.1.3. Huấn luyện với số cụm đã chọn

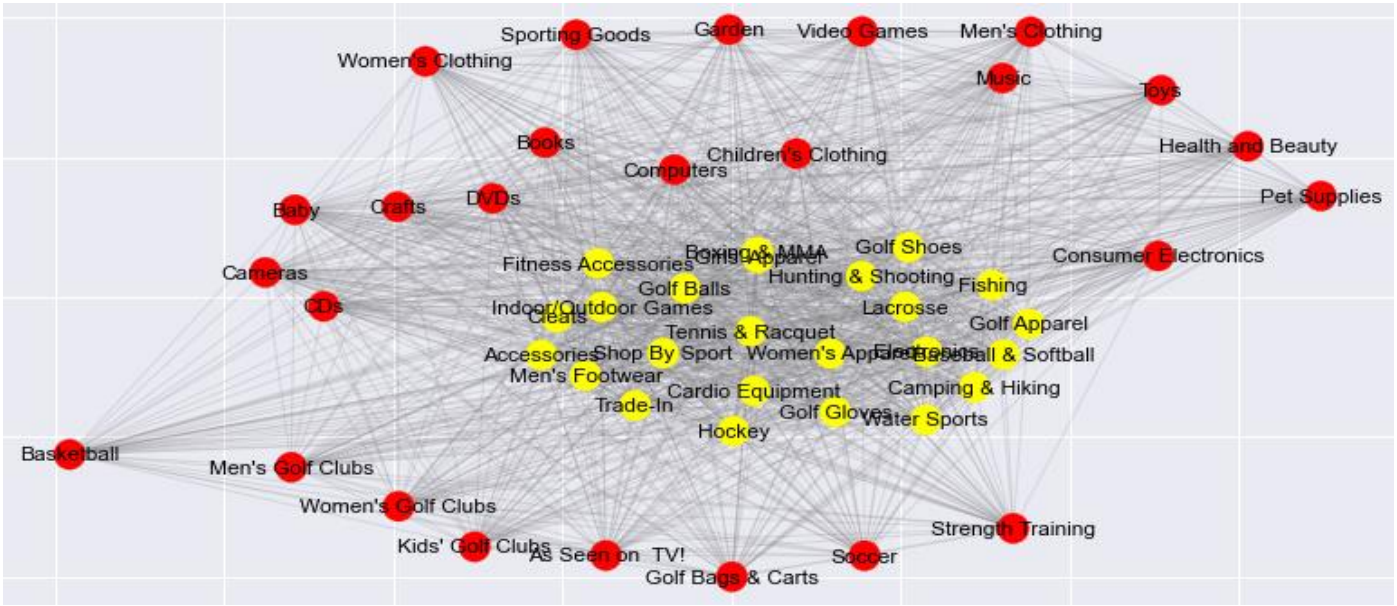
- Chọn số cụm k là 2 để huấn luyện cũng như sẽ là số lượng centroid sẽ tạo ra.
- Tiến hành huấn luyện và hiển thị kết quả phân cụm với đầu vào là ma trận kề đã có.

```
kmeans = KMeans(n_clusters=2)
kmeans.fit(adj_matrix)

kmeans_node_groups = [[] for _ in range(kmeans.n_clusters)]
for node, cluster in zip(G.nodes(), kmeans.labels_):
    kmeans_node_groups[cluster].append(node)
```

```
print_communities(kmeans_node_groups)
plot_communities(G.nodes(), kmeans.labels_)
```

Hình 36. Chạy K-Means với đầu vào là ma trận kề cùng số cụm k đã chọn

3.2. Đồ thị phân cụm



Hình 37. Đồ thị phân cụm sử dụng K-Means

3.3. Ý nghĩa các cụm

```
Number of communities: 2

Cluster 0:
- 26 Nodes: As Seen on  TV!, Baby, Basketball, Books, CDs, Cameras, Children's Clothing, Computers, Consumer Electronics, Craft
s, DVDs, Garden, Golf Bags & Carts, Health and Beauty, Kids' Golf Clubs, Men's Clothing, Men's Golf Clubs, Music, Pet Supplies,
Soccer, Sporting Goods, Strength Training, Toys, Video Games, Women's Clothing, Women's Golf Clubs
- 0 Common values:

Cluster 1:
- 24 Nodes: Accessories, Baseball & Softball, Boxing & MMA, Camping & Hiking, Cardio Equipment, Cleats, Electronics, Fishing, F
itness Accessories, Girls' Apparel, Golf Apparel, Golf Balls, Golf Gloves, Golf Shoes, Hockey, Hunting & Shooting, Indoor/Outdo
or Games, Lacrosse, Men's Footwear, Shop By Sport, Tennis & Racquet, Trade-In, Water Sports, Women's Apparel
- 22 Common values: Canada, Caribbean, Central Africa, Central America, East Africa, East of USA, Eastern Asia, Eastern Europe,
North Africa, Northern Europe, Oceania, South America, South Asia, South of  USA, Southeast Asia, Southern Africa, Southern Eur
ope, US Center, West Africa, West Asia, West of USA, Western Europe
```

Hình 38. Kết quả phân cụm sử dụng K-Means

❖ Cụm thứ 0:

- Gồm **26 Node**: As Seen on TV!, Baby, Basketball, Books, CDs, Cameras, Children's Clothing, Computers, Consumer Electronics, Crafts, DVDs, Garden, Golf Bags & Carts, Health and Beauty, Kids' Golf Clubs, Men's Clothing, Men's Golf Clubs, Music, Pet Supplies, Soccer, Sporting Goods, Strength Training, Toys, Video Games, Women's Clothing, Women's Golf Clubs.
- Ý nghĩa: các node trong cụm này **không** có điểm chung gì đồng thời với tất cả các node khác. Đây có thể đơn giản chỉ là phần còn lại sau khi phát hiện được cụm 1.

❖ Cụm thứ 1:

- Gồm **24 Node**: Accessories, Baseball & Softball, Boxing & MMA, Camping & Hiking, Cardio Equipment, Cleats, Electronics, Fishing, Fitness Accessories, Girls' Apparel, Golf Apparel, Golf Balls, Golf Gloves, Golf Shoes, Hockey, Hunting & Shooting, Indoor/Outdoor Games, Lacrosse, Men's Footwear, Shop By Sport, Tennis & Racquet, Trade-In, Water Sports, Women's Apparel.
- Ý nghĩa: những loại sản phẩm được cung cấp ở cả **22 khu vực** gồm Canada, Caribbean, Central Africa, Central America, East Africa, East of USA, Eastern Asia, Eastern Europe, North Africa, Northern Europe, Oceania, South America, South Asia, South of USA, Southeast Asia, Southern Africa, Southern Europe, US Center, West Africa, West Asia, West of USA, Western Europe.

3.4. Nhận xét

- Từ kết quả có thể thấy K-Means chỉ phân biệt được các node có phân bố dạng chụm lại với nhau tạo thành 1 cụm (màu vàng) nhưng không phân biệt được hay tìm được các đặc điểm chung của các node có phân bố dạng đường vòng (màu đỏ).
- Nguyên nhân có thể do khi sử dụng thuật toán K-Means thì mỗi điểm dữ liệu được gán 1 cách dứt khoát thuộc 1 trung tâm cụm. Ngoài ra, K-Means không tính đến covariance (hiệp phương sai) để thể hiện tính liên quan của dữ liệu.
- Nếu ta có 2 điểm cách đều nhau từ trung tâm cụm nhưng 1 điểm theo xu hướng này và điểm kia thì không, K-Means sẽ coi chúng là như nhau, vì K-Means sử dụng khoảng cách Euclide.

4. Gaussian Mixture Model

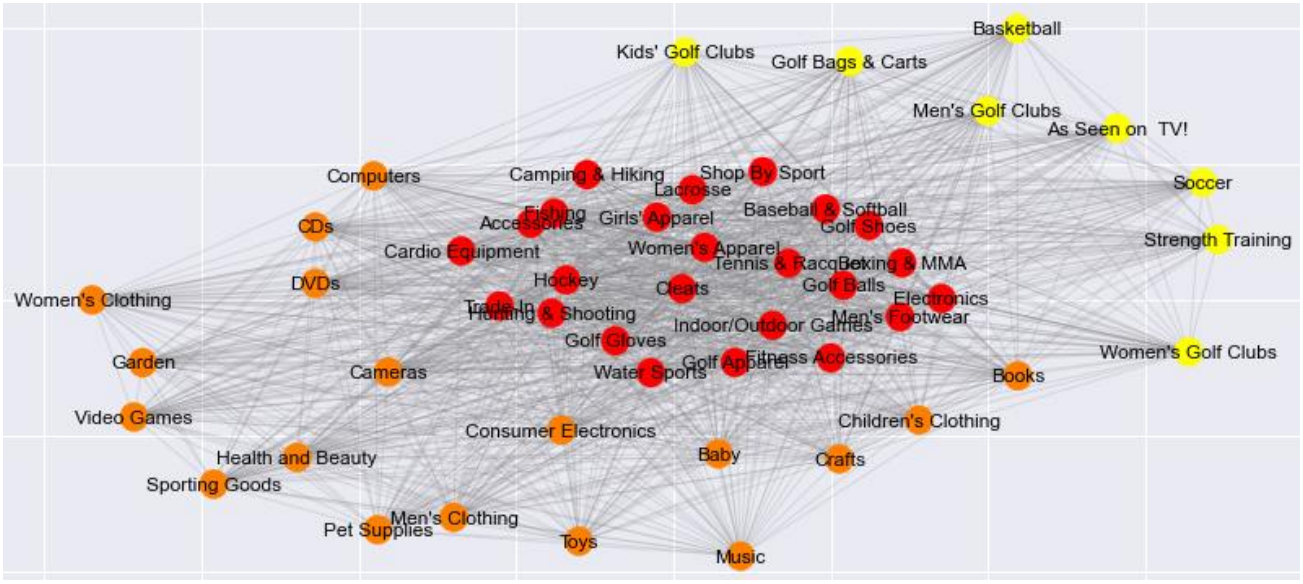
4.1. Code chạy thuật toán

```
from sklearn.mixture import GaussianMixture
n_clusters = 3
gmm = GaussianMixture(n_components=n_clusters)
gmm.fit(adj_matrix)

labels = gmm.predict(adj_matrix)
gmm_node_groups = [[] for _ in range(n_clusters)]
for node, cluster in zip(G.nodes(), labels):
    gmm_node_groups[cluster].append(node)
```

```
print_communities(gmm_node_groups)
plot_communities(G.nodes(), labels)
```

Hình 39. Code chạy mô hình Gaussian Mixture

4.2. Đồ thị phân cụm



Hình 40. Đồ thị phân cụm sử dụng GMM

4.3. Ý nghĩa các cụm

```
Number of communities: 3

Cluster 0:
- 24 Nodes: Accessories, Baseball & Softball, Boxing & MMA, Camping & Hiking, Cardio Equipment, Cleats, Electronics, Fishing, F
itness Accessories, Girls' Apparel, Golf Apparel, Golf Balls, Golf Gloves, Golf Shoes, Hockey, Hunting & Shooting, Indoor/Outdo
or Games, Lacrosse, Men's Footwear, Shop By Sport, Tennis & Racquet, Trade-In, Water Sports, Women's Apparel
- 22 Common values: Canada, Caribbean, Central Africa, Central America, East Africa, East of USA, Eastern Asia, Eastern Europe,
North Africa, Northern Europe, Oceania, South America, South Asia, South of  USA, Southeast Asia, Southern Africa, Southern Eur
ope, US Center, West Africa, West Asia, West of USA, Western Europe

Cluster 1:
- 18 Nodes: Baby, Books, CDs, Cameras, Children's Clothing, Computers, Consumer Electronics, Crafts, DVDs, Garden, Health and B
eauty, Men's Clothing, Music, Pet Supplies, Sporting Goods, Toys, Video Games, Women's Clothing
- 3 Common values: Oceania, South Asia, Southeast Asia

Cluster 2:
- 8 Nodes: As Seen on  TV!, Basketball, Golf Bags & Carts, Kids' Golf Clubs, Men's Golf Clubs, Soccer, Strength Training, Wome
n's Golf Clubs
- 3 Common values: Northern Europe, Southern Europe, Western Europe
```

Hình 41. Kết quả phân cụm sử dụng GMM

❖ Cụm thứ 0:

- Gồm **24 Node**: Accessories, Baseball & Softball, Boxing & MMA, Camping & Hiking, Cardio Equipment, Cleats, Electronics, Fishing, Fitness Accessories, Girls' Apparel, Golf Apparel, Golf Balls, Golf Gloves, Golf Shoes, Hockey, Hunting & Shooting, Indoor/Outdoor Games, Lacrosse, Men's Footwear, Shop By Sport, Tennis & Racquet, Trade-In, Water Sports, Women's Apparel.
- Ý nghĩa: những loại sản phẩm được cung cấp ở cả **22 khu vực** gồm Canada, Caribbean, Central Africa, Central America, East Africa, East of USA, Eastern Asia, Eastern Europe, North Africa, Northern Europe, Oceania, South America, South Asia, South of USA, Southeast Asia, Southern Africa, Southern Europe, US Center, West Africa, West Asia, West of USA, Western Europe.

❖ Cụm thứ 1:

- Gồm **18 Node**: Baby, Books, CDs, Cameras, Children's Clothing, Computers, Consumer Electronics, Crafts, DVDs, Garden, Health and Beauty, Men's Clothing, Music, Pet Supplies, Sporting Goods, Toys, Video Games, Women's Clothing.
- Ý nghĩa: những loại sản phẩm được cung cấp ở cả **3 khu vực** gồm Oceania, South Asia, Southeast Asia.

❖ Cụm thứ 2:

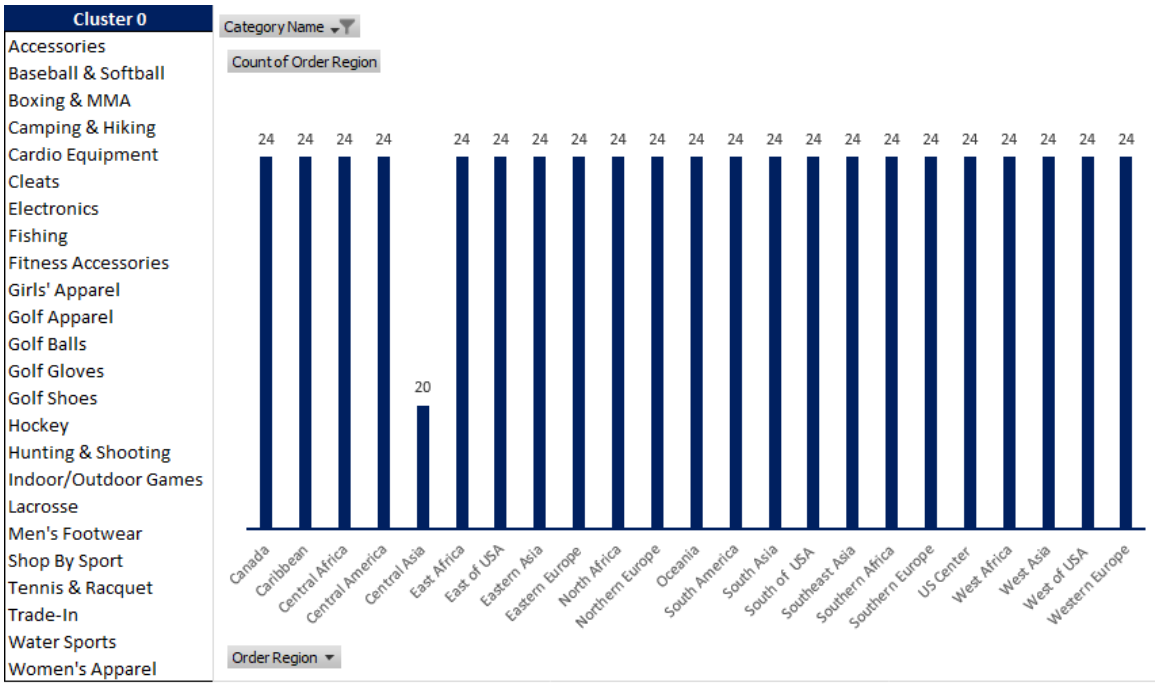
- Gồm **8 Node**: As Seen on TV!, Basketball, Golf Bags & Carts, Kids' Golf Clubs, Men's Golf Clubs, Soccer, Strength Training, Women's Golf Clubs.
- Ý nghĩa: những loại sản phẩm được cung cấp ở cả **3 khu vực** gồm Northern Europe, Southern Europe, Western Europe.

4.4. Nhận xét

- Gaussian Mixture Model là một mô hình xác suất giả định tất cả các điểm dữ liệu được tạo ra từ một hỗn hợp của 1 số hữu hạn của các phân phối Gaussian với các tham số không xác định và là phần mở rộng các ý tưởng đằng sau K-Means.
- Vì vậy Gaussian Mixture Model (GMM) đã khắc phục được các nhược điểm khi sử dụng thuật toán K-Means và đã cho ra kết quả phân cụm tương tự khi sử dụng thuật toán Louvain.

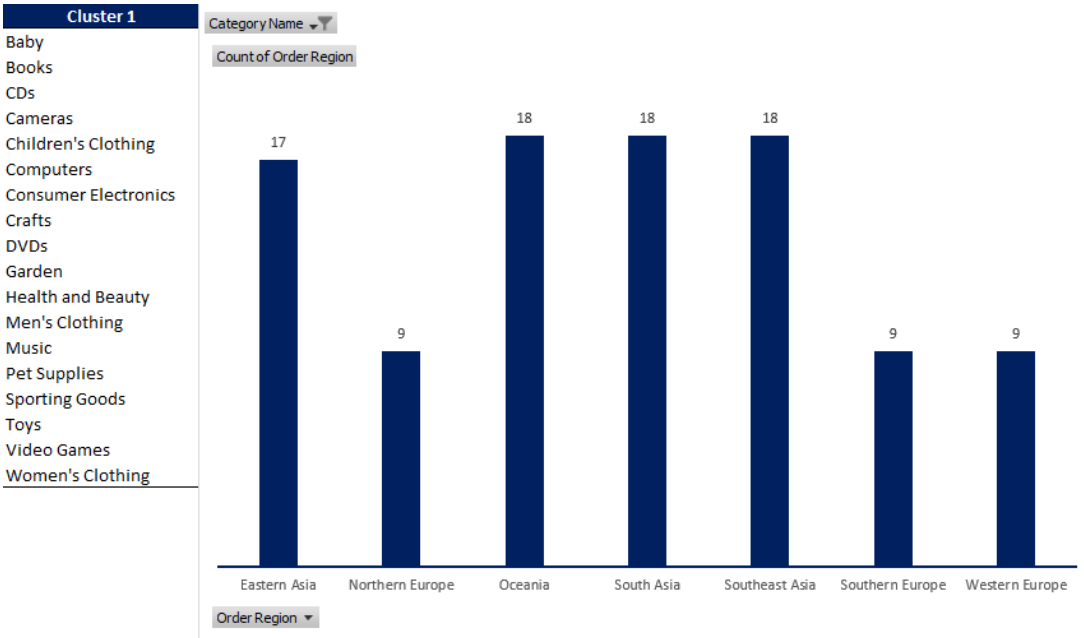
5. Trực quan hóa các điểm chung trong các cụm

- Do K-Means có vẻ không detect cụm tốt với dataset này, còn Louvain thì có kết quả phân cụm tương tự như khi sử dụng GMM nên ở đây ta sẽ trực quan hóa các khu vực đã cung cấp các loại sản phẩm của các cụm được detect khi sử dụng thuật toán Louvain.
- Cụm 0: các loại sản phẩm thường được cung cấp trên toàn cầu.



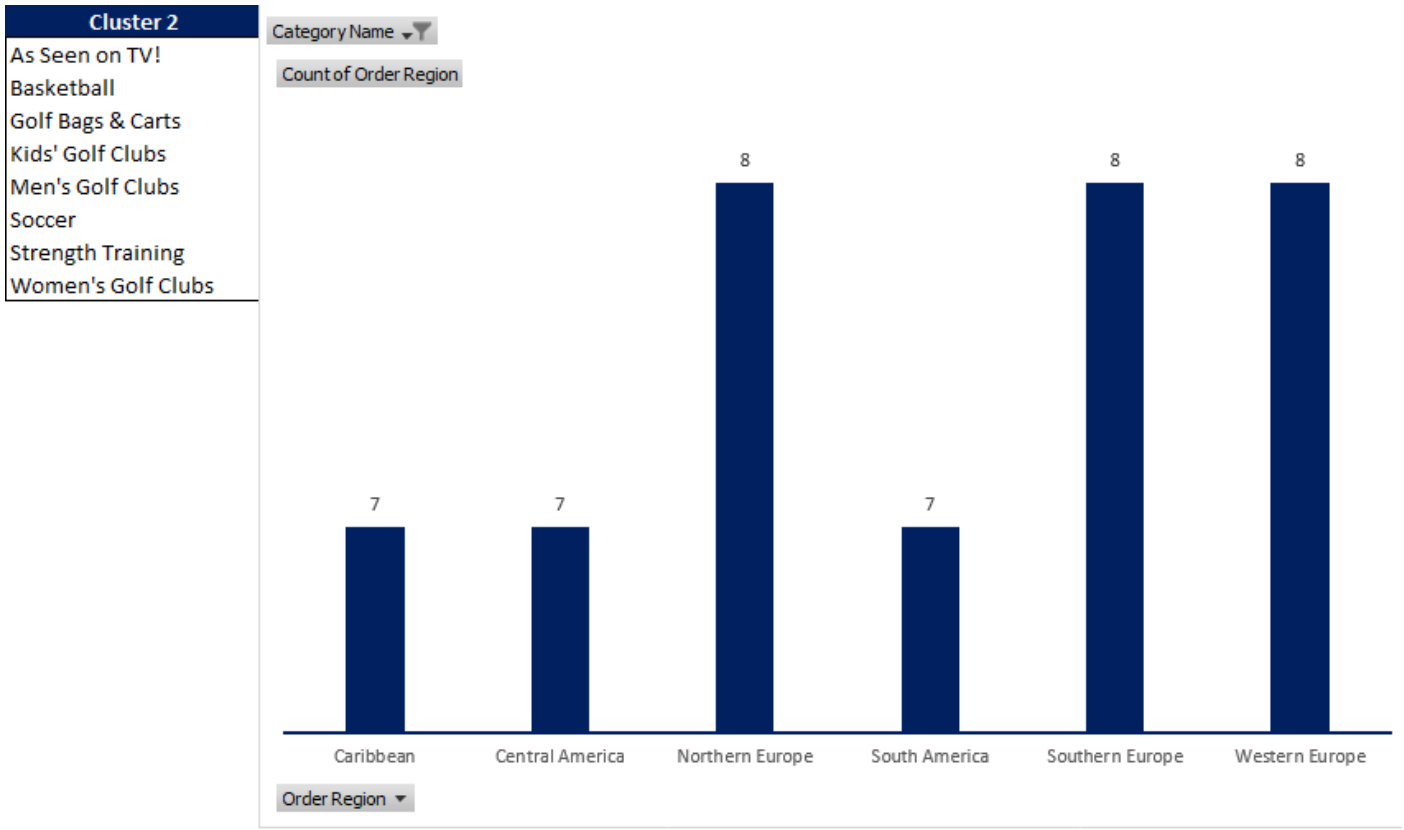
Hình 42. Các khu vực đã cung cấp các sản phẩm của cụm 0 khi dùng Louvain

- Cụm 1: các loại sản phẩm thưởng được cung cấp ở các khu vực Châu Á.



Hình 43. Các khu vực đã cung cấp các sản phẩm của cụm 1 khi dùng Louvain

- Cụm 2: các loại sản phẩm thường được cung cấp ở các khu vực Châu Âu.



Hình 44. Các khu vực đã cung cấp các sản phẩm của cụm 2 khi dùng Louvain

VI. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. https://youtube.com/playlist?list=PLoROMvodv4rPLKxIpqhjhPgdQy7imNkDn
2. https://www.coursera.org/learn/python-social-network-analysis
3. https://github.com/Geometrein/helsinki-city-bikes