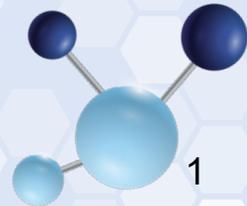




Estudio de redes neuronales basadas en grafos aplicado a recomendación del siguiente punto de interés

Autor: Miguel Carreras Lahoz

Tutor: Alejandro Bellogín Kouki





Índice

- Introducción
- Estado del arte
- Implementación
- Experimentos y resultados
- Conclusiones y trabajo futuro



Índice

- **Introducción**
- Estado del arte
- Implementación
- Experimentos y resultados
- Conclusiones y trabajo futuro

Introducción

Motivación

- Sobrecarga de información
- Información geográfica
- Retos





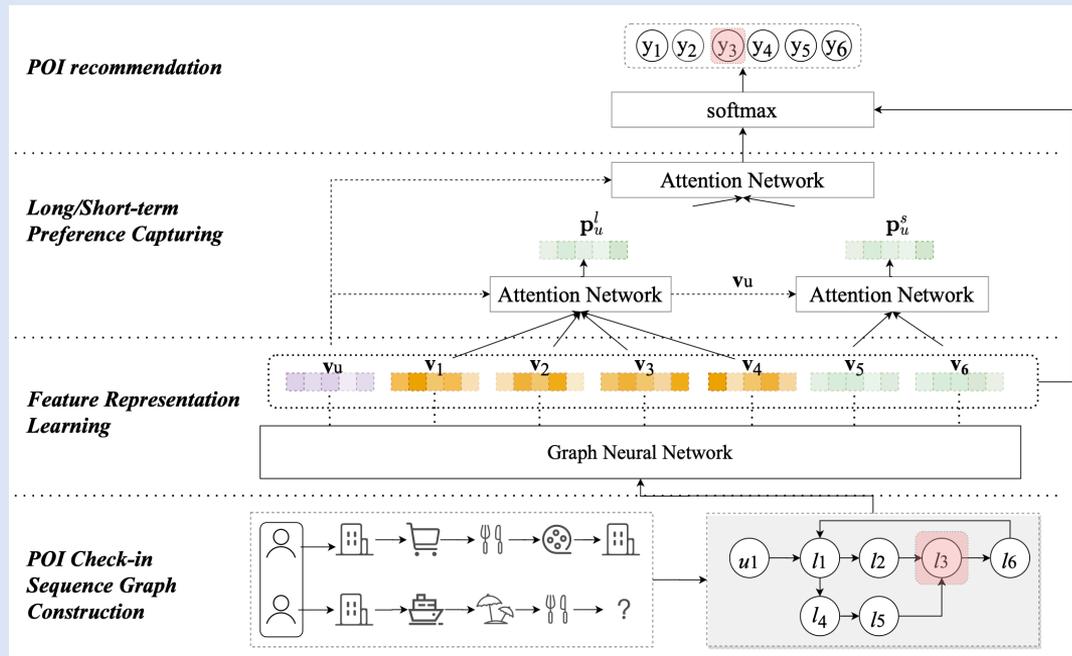
Introducción

Objetivos

- Realizar un estudio innovador sobre el estado del arte.
- Proponer mejoras para un modelo existente.
- Analizar individualmente las distintas partes del modelo.
- Evaluar los resultados y abordar los desafíos y deficiencias en la discusión.

Introducción

Modelo estudiado





Índice

- Introducción
- **Estado del arte**
- Implementación
- Experimentos y resultados
- Conclusiones y trabajo futuro

Estado del arte

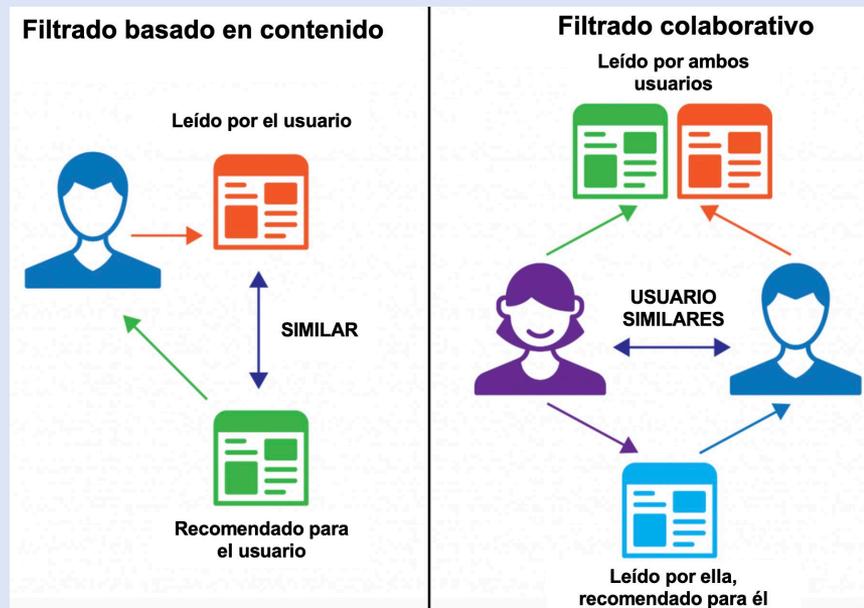
Sistema de recomendación

				
John 	5	1	3	5
Tom 	?	?	?	2
Alice 	4	?	3	?

Estado del arte

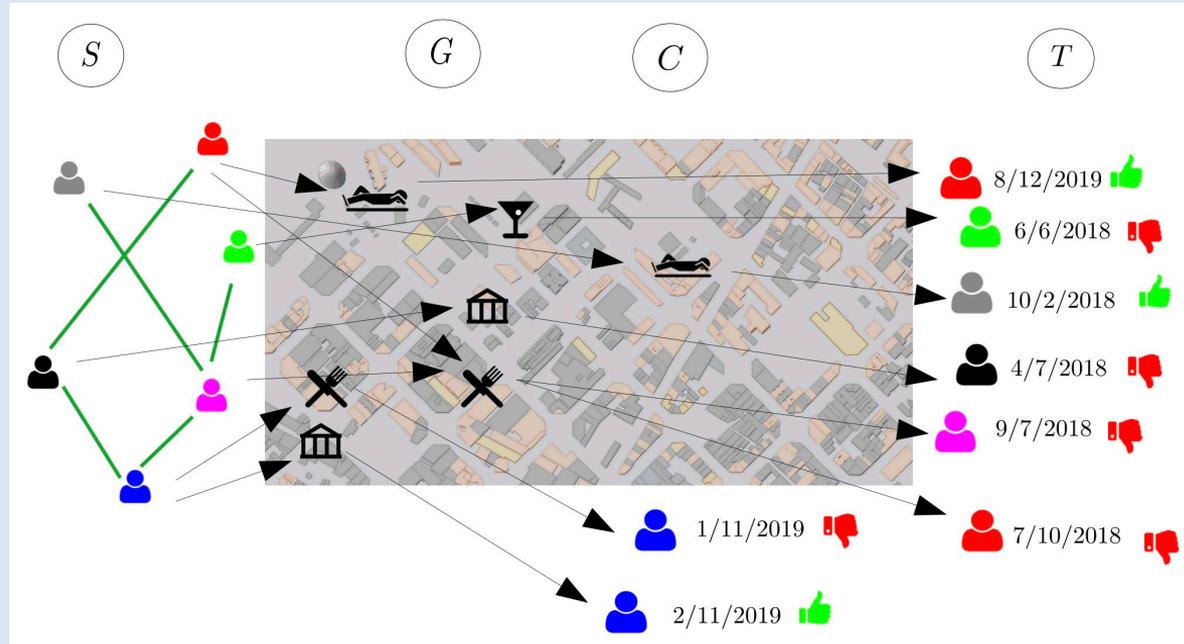
Sistema de recomendación: estrategias

- Filtrado basado en contenido
- Filtrado colaborativo:
 - Basado en memoria
 - Basado en modelos
- Otras alternativas:
 - Híbridos
 - Sensibles al contexto
 - Dominios cruzados



Estado del arte

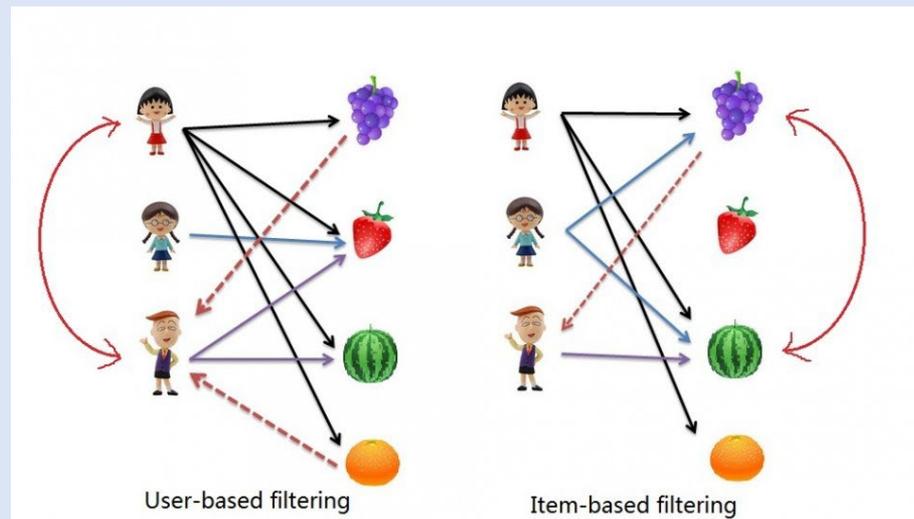
Recomendación del siguiente punto de interés



Estado del arte

Recomendación del siguiente punto de interés: modelos

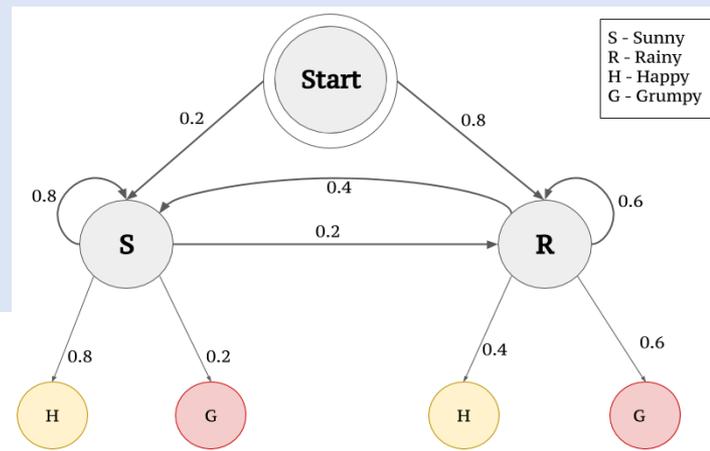
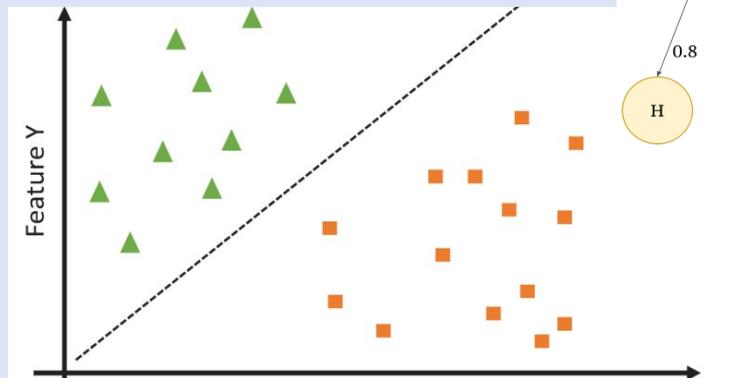
- Métodos tradicionales



Estado del arte

Recomendación del siguiente punto de interés: modelos

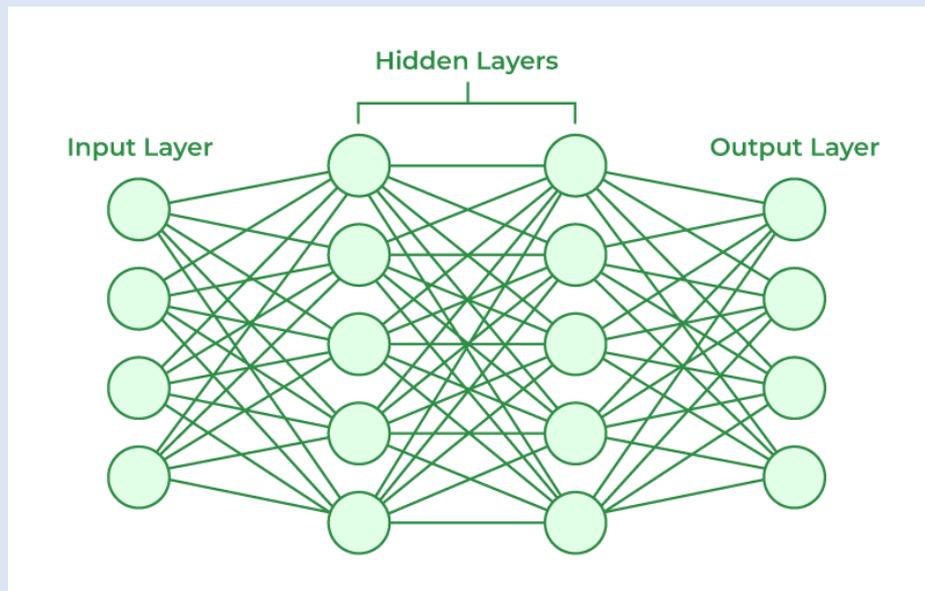
- Métodos tradicionales
- **Factorización**
- **Probabilísticos**



Estado del arte

Recomendación del siguiente punto de interés: modelos

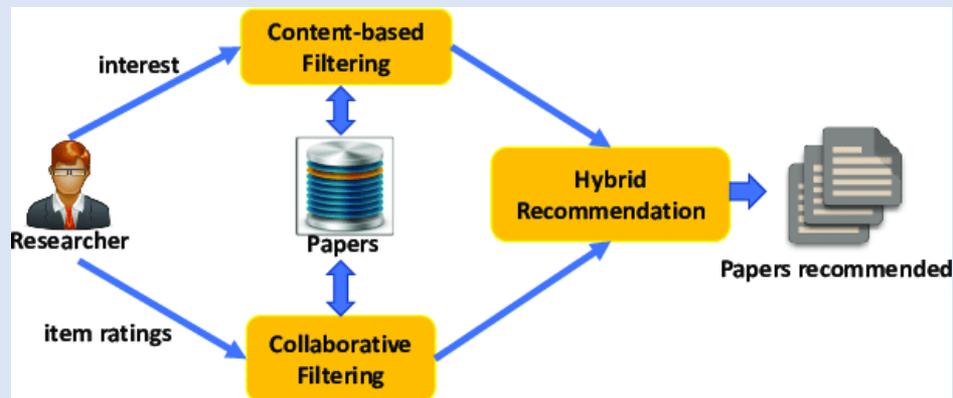
- Métodos tradicionales
- Factorización
- Probabilísticos
- **Aprendizaje profundo**



Estado del arte

Recomendación del siguiente punto de interés: modelos

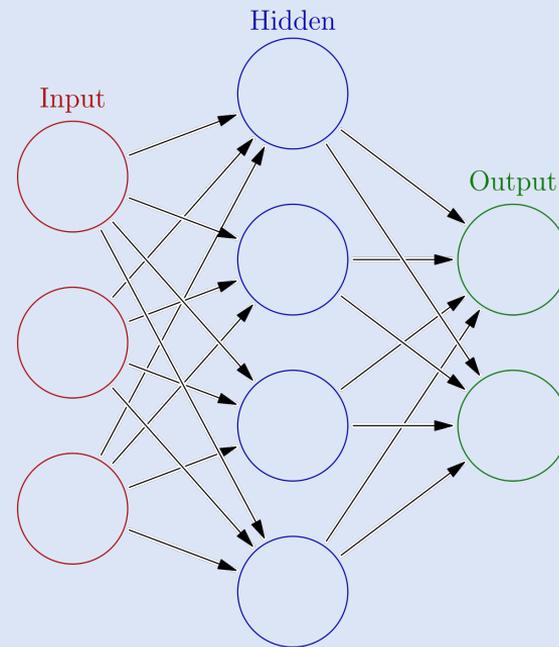
- Métodos tradicionales
- Factorización
- Probabilísticos
- Aprendizaje profundo
- Híbridos
- Modelos de atención



Estado del arte

Redes neuronales: conceptos básicos

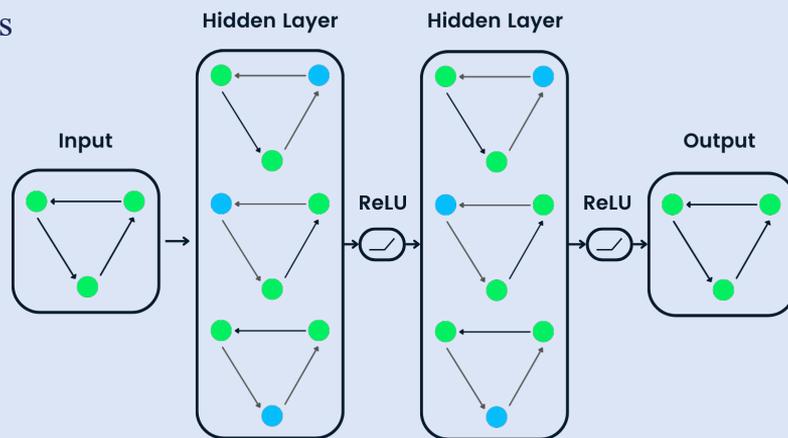
- Arquitectura basada en capas de neuronas
- Proceso de entrenamiento: ajuste de pesos
- Función de activación
- Aplicaciones prácticas



Estado del arte

Redes neuronales de grafos

- Representación de datos estructurados
- Capas de grafos
- Modelado de relaciones complejas
- Proceso de envío de mensajes



Estado del arte

Redes neuronales de grafos

- Representación de datos estructurados
- Capas de grafos
- Modelado de relaciones complejas
- Proceso de envío de mensajes



Estado del arte

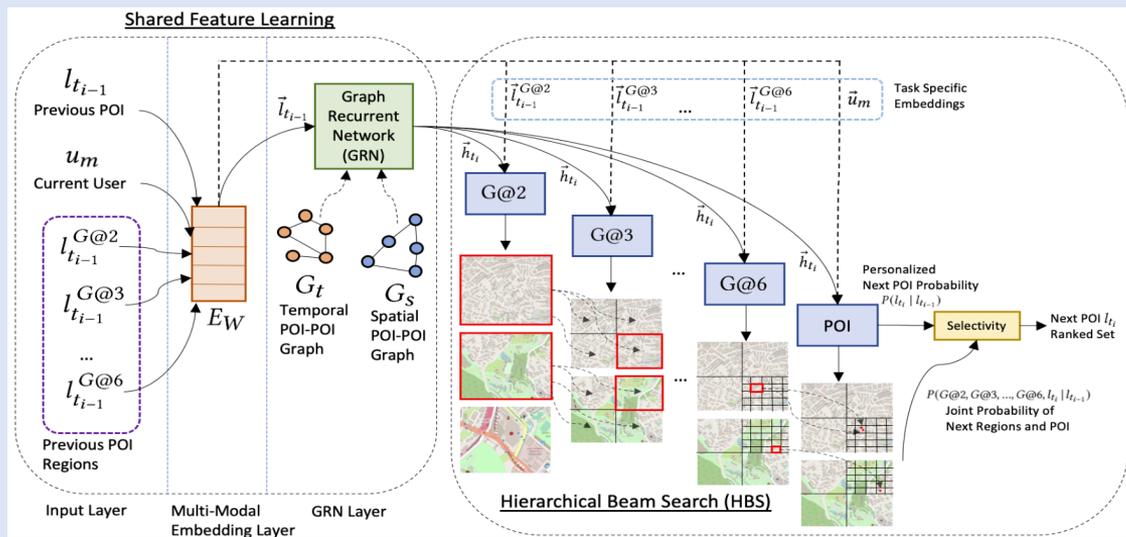
Revisión del estado del arte

Cita	Año	Acronimo	Modelo	Dataset	Código (siempre en Git-Hub)
[15]	2016	ST-RNN	RNN	Gowalla	yongqyu/STRNN
[56]	2017	DCPR	RNN, CNN, MF	Foursquare, Yelp, TIST	fengjiaowang7/DCPR
[57]	2017	VPOI	CNN	ImageNet	NO
[58]	2017	PACE	NN	Gowalla, Yelp	yangji9181/PACE2017
[59]	2017	DRCF	RNN y MLP	Foursquare, Brightkite, Yelp	qnfkwkd/DRCF
[60]	2018	RECNENET	DNN	Gowalla, Foursquare	Mrdongsonny/POI-recommendation
[61]	2018	SAE-NAD	AE	Gowalla, Foursquare, Yelp	allenjack/SAE-NAD
[18]	2018	CARA	RNN	Foursquare, Brightkite and Yelp	feay1234/CARA
[62]	2018	TMCA	LSTM, AE	Gowalla, Yelp	zhenqi/TMCA
[63]	2019	TCENR	RNN + CNN	Yelp	omer-tal/TCENR
[45]	2019	APOIR	GRU, GAN, MF	Gowalla, Foursquare, Yelp	APOIR2018/APOIR
[64]	2020	GeoSAN	Attention AE	Gowalla, Foursquare, Brightkite	libertyeagle/GeoSAN
[20]	2020	LSTPM	RNN	Gowalla, Foursquare	NLPWM-WHU/LSTPM
[14]	2021	ASGNN	Attention GNN	Gowalla, Foursquare	HduDBSI/ASGNN
[49]	2021	STAN	AN (Attention Network)	Gowalla	yingtaoluo/STAN
[65]	2021	DAN-SNR	Deep AN	Gowalla, Brightkite	drhuangliwei/DAN-SNR
[21]	2021	GEAPR	Graph AN, MF	Yelp	zyli93/GEAPR
[66]	2021	LightMove	AN	Foursquare, Taxi dataset	Jinsung-Jeon/LightMove
[67]	2021	ATST-LSTM	Attention LSTM	Gowalla, Brightkite	drhuangliwei/ATST-LSTM
[68]	2022	VGMF	CNN, MF	No especifica	socialsnail/VGMF
[22]	2022	PPR	Graph LSTM	Gowalla, Foursquare, Brightkite	dsj96/PPR-master
[44]	2022	SelfTrip	GRU	Flickr	NO
[16]	2022	HMT-GRN	Graph RRRN	Gowalla, Foursquare	poi-rec/HMT-GRN
[17]	2022	GETNext	Attention GNN	Gowalla, Foursquare	songyangme/GETNext
[69]	2022	NSSR	AN	Foursquare	conquerSelf/NSSR
[23]	2023	DisenPOI	GNN	Foursquare, Meituan	Yifang-Qin/DisenPOI
[19]	2023	DeepAltTrip	GNN, LSTM	Flickr	smrashid20/DeepAltTrip

Estado del arte

Selección de artículos

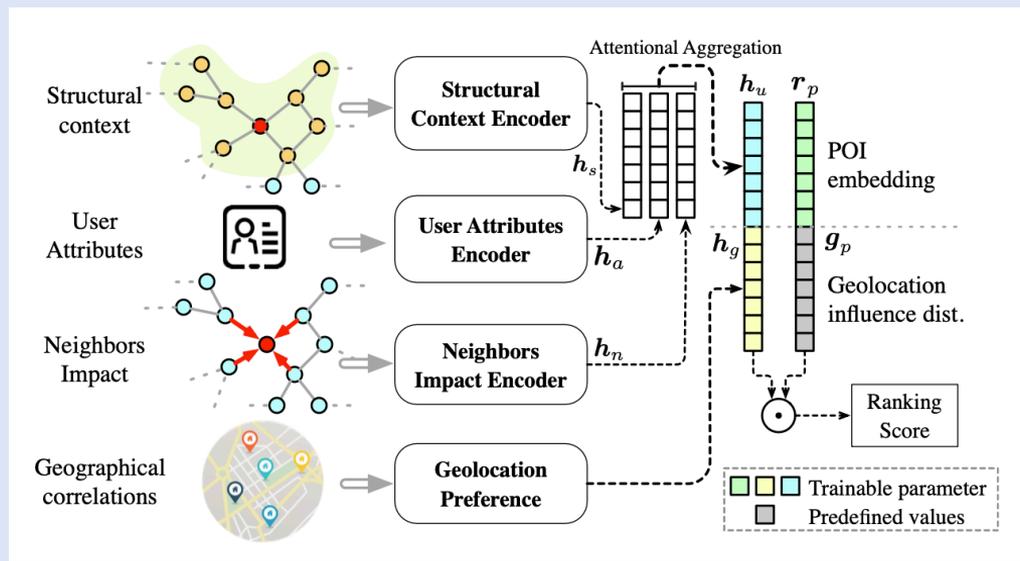
- HMT-GRN



Estado del arte

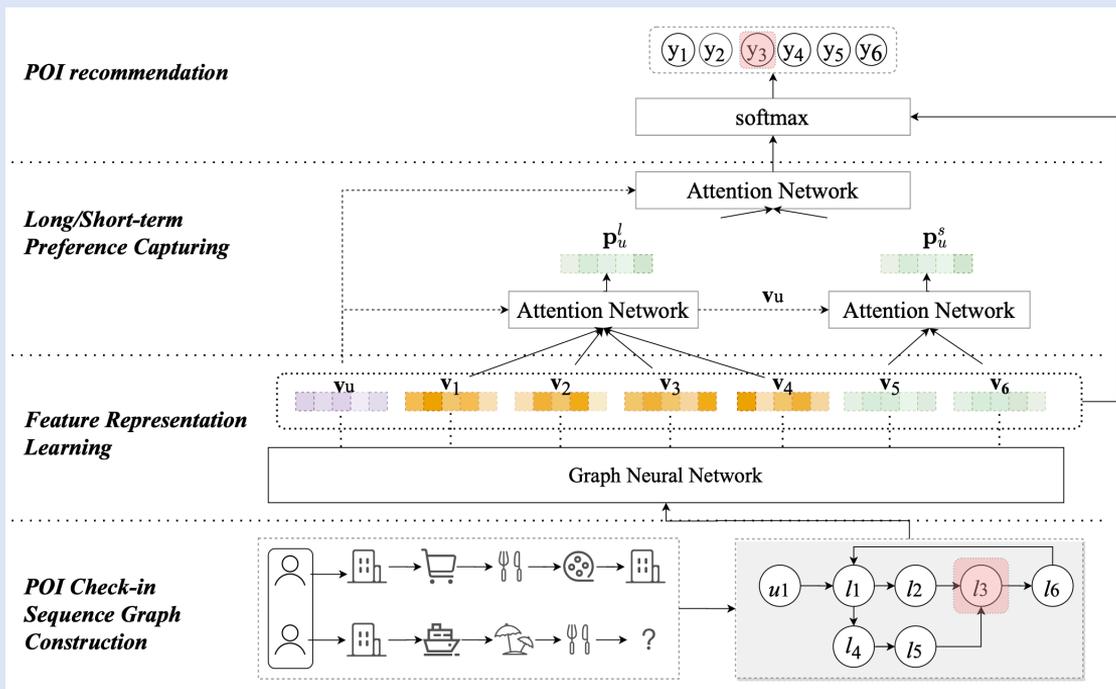
Selección de artículos

- GEAPR



Estado del arte

Selección de artículos



- ASGNN



Estado del arte

Métricas

- Recall

$$R@k = \frac{1}{|U|} \sum_{u \in U} \frac{Rel_u@k}{Rel_u}$$

- Rango recíproco medio (MRR)

$$MRR@k = \frac{1}{k} \sum \frac{1}{Rango(k)}$$

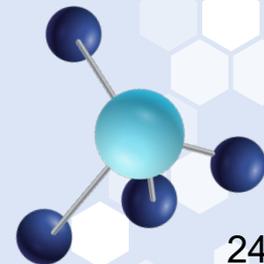
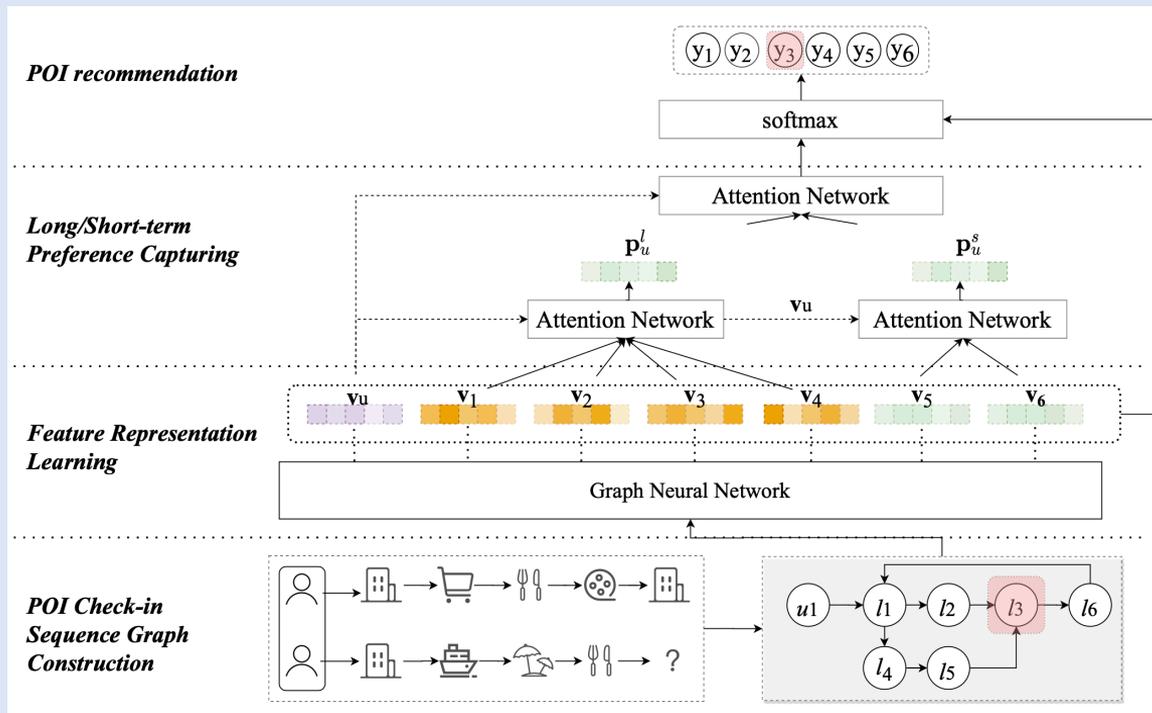


Índice

- Introducción
- Estado del arte
- **Implementación**
- Experimentos y resultados
- Conclusiones y trabajo futuro

Implementación

Modelo ASGNN

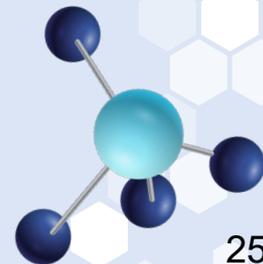


Implementación

Variaciones

Nº	Componente	Modelo básico	Variante
V1	Red neuronal de grafos (GGNN)	Celda GRU	Celda RNN básica
V2	Función de activación	F. Softmax	F. Sigmoid
V3			F. Tanh
V4			F. ReLU
V5	Optimizador	ADAM	Descenso por gradiente
V6			RMSProp
V7			Momentum
V8			Adagrad
V9			Adadelta
V10	Capa Dropout	No incluida	Dropout (ratio de 0.3)
V11	Regularizador	L2	L1
V12			L1 + L2
V13			Sin nada
V14	Mecanismo de atención	Dos niveles	Red Neuronal de Atención
V15			Atención Multinodal (2 nodos)

Tabla 3.2: Resumen de las principales componentes del modelo base, junto con las variantes seleccionadas.



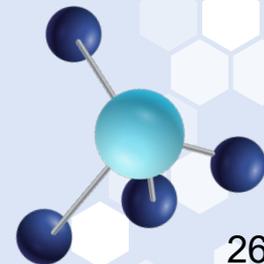


Implementación

Modificaciones

Hiperparámetros	Valor actual
Tamaño oculto y tamaño de salida	80
Tamaño del batch	100
Tasa de aprendizaje y tasa de aprendizaje en decaimiento	0.002 y 0.1
Regularizador L2	1e-5
Pasos de propagación	1
Atención/No atención	True
Ratio de abandono	-
Número de cabezas (Atención Multinodal)	-
Tasa de decaimiento	3
Parámetros iniciales	0.11

Tabla 3.3: Resumen de los hiperparámetros inicial del modelo.



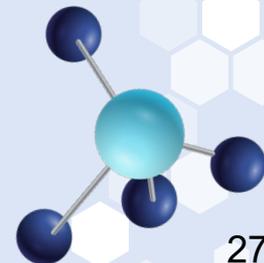


Implementación

Modificaciones

Nº	Hiperparámetros	Rango de variación
H1	Tamaño oculto y tamaño de salida	[64, 128, 256, 512]
H2	Tamaño del batch	[32, 64, 128, 256]
H3	Tasa de aprendizaje y tasa de aprendizaje en decaimiento	[0.001, 0.01, 0.1]
H4	Regularizador L2	[1e-5, 1e-4, 1e-3]
H5	Pasos de propagación	[1, 2, 3]
H6	Atención/No atención	[True,False]
H7	Ratio de abandono	[0.2, 0.5]
H8	Número de cabezas (Atención Multinodal)	[1, 2, 4]
H9	Tasa de decaimiento	[1,2,5]
H10	Parámetros iniciales	[0.1, 0.01, 0.001]

Tabla 3.4: Resumen de las modificaciones que se van a realizar en los hiperparámetros del modelo base.



Implementación

Justificación de las épocas de entrenamiento

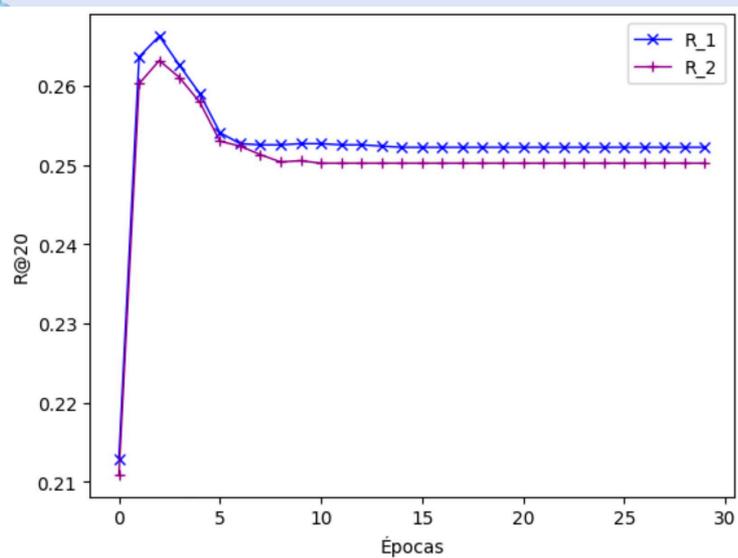


Figura 3.4: Representación gráfica de la métrica Recall para 30 épocas.

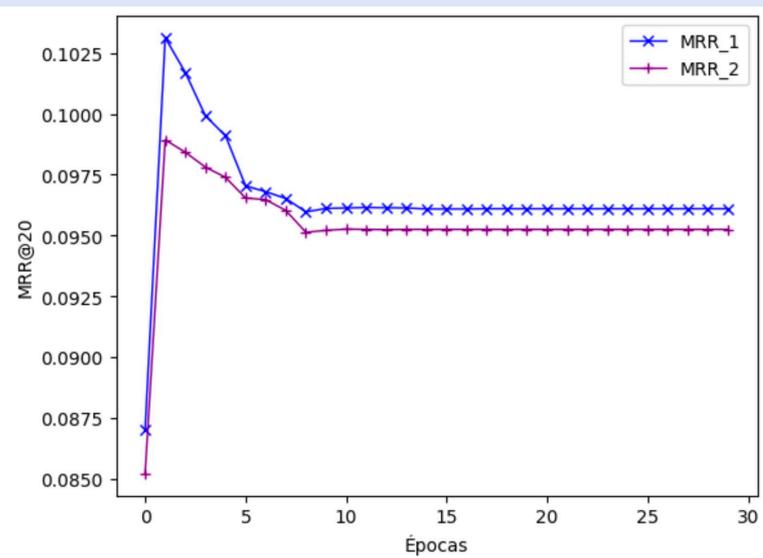


Figura 3.3: Representación gráfica de la métrica MRR para 30 épocas.



Índice

- Introducción
- Estado del arte
- Implementación
- **Experimentos y resultados**
- Conclusiones y trabajo futuro

Experimentos

Dataset: Foursquare

- Fundada en 2003, se ha convertido en una de las redes sociales basadas en ubicación (LBSN) más destacadas.
- Aparte de información básica sobre los POI, incluye datos contextuales, reseñas, historial de visitas,...
- Nuestro conjunto de datos:
 - 128.147 registros
 - 1.809 usuarios
 - 5.514 POI



FOURSQUARE

Experimentos

Resultados de las variantes

Nº	Componente	Modelo básico	Variante
V1	Red neuronal de grafos (GGNN)	Celda GRU	Celda RNN básica
V2	Función de activación	F. Softmax	F. Sigmoid
V3			F. Tanh
V4			F. ReLU
V5	Optimizador	ADAM	Descenso por gradiente
V6			RMSProp
V7			Momentum
V8			Adagrad
V9			Adadelata
V10	Capa Dropout	No incluida	Dropout (ratio de 0.3)
V11	Regularizador	L2	L1
V12			L1 + L2
V13			Sin nada
V14	Mecanismo de atención	Dos niveles	Red Neuronal de Atención
V15			Atención Multinodal (2 nodos)

Tabla 3.2: Resumen de las principales componentes del modelo base, junto con las variantes seleccionadas.

Variante	Recall@			MRR@			T. (min)
	5	10	20	5	10	20	
Original	0,1505	0,1999	0,2496	0,0838	0,0904	0,0938	118
V1	0,1213	0,1536	0,1894	0,0801	0,0844	0,0869	119
V2	0,1521	0,1988	0,2447	0,0853	0,0915	0,0947	126
V3	0,1446	0,1934	0,2442	0,0827	0,0893	0,0928	87
V4	0,1456	0,1988	0,2437	0,0838	0,0909	0,0940	88
V5	0,0429	0,0441	0,0451	0,0364	0,0365	0,0366	147
V6	0,1085	0,1411	0,1680	0,0633	0,0677	0,0696	149
V7	0,0517	0,0543	0,0576	0,0416	0,0420	0,0422	88
V8	0,0441	0,0449	0,0462	0,0380	0,0381	0,0382	94
V9	0,0432	0,0445	0,0454	0,0356	0,0358	0,0359	87
V10	0,0374	0,0395	0,0420	0,0328	0,0331	0,0333	93
V11	0,0292	0,0321	0,0335	0,0270	0,0274	0,0275	122
V12	0,0002	0,0003	0,0009	0,0000	0,0001	0,0001	119
V13	0,1488	0,1940	0,2391	0,0847	0,0908	0,0939	118
V14	0,1524	0,2007	0,2512	0,0859	0,0923	0,0959	121
V15	0,1514	0,1988	0,2454	0,0847	0,0910	0,0943	118

Tabla 4.1: Comparación del rendimiento de cada una de las variantes en Recall y MRR para 10 épocas. Resaltamos en negrita las variantes cuyos resultados mejoran al original. Además, añadimos las medidas de tiempo de una ejecución.

Experimentos

Nuevas variantes

Componente	Modelo original	Versión 16	Versión 17	Versión 18
Red neuronal de grafos (GGNN)	Celda GRU	Celda RNN básica	Celda GRU	Celda GRU
Función de activación	F. Softmax	F. Sigmoid	F. Sigmoid	F. Softmax
Optimizador	ADAM	RMSProp	ADAM	ADAM
Dropout	No Aplica	1 capa (0.3)	No Aplica	1 capa (0.3)
Regularizador	L2	Sin L2	L2	L2
Mecanismos de atención	2 niveles	ANN	ANN	Multinodal

Tabla 4.2: Resumen de las componentes de las nuevas versiones propuestas.

Experimentos

Nuevas variantes: resultados

Variante	Recall@			MRR@		
	5	10	20	5	10	20
Original	0,1505	0,1999	0,2496	0,0838	0,0904	0,0938
V16	0,0565	0,0738	0,0912	0,0340	0,0364	0,0376
V17	0,1480	0,1982	0,2484	0,0830	0,0898	0,0933
V18	0,1380	0,1851	0,2312	0,0799	0,0862	0,0894

Tabla 4.3: Comparación del rendimiento de las tres versiones propuestas en Recall y MRR para 10 épocas.

Experimentos

Resultados de las modificaciones

Nº	Hiperparámetros	Rango de variación
H1	Tamaño oculto y tamaño de salida	[64, 128, 256, 512]
H2	Tamaño del batch	[32, 64, 128, 256]
H3	Tasa de aprendizaje y tasa de aprendizaje en decaimiento	[0.001, 0.01, 0.1]
H4	Regularizador L2	[1e-5, 1e-4, 1e-3]
H5	Pasos de propagación	[1, 2, 3]
H6	Atención/No atención	[True,False]
H7	Ratio de abandono	[0.2, 0.5]
H8	Número de cabezas (Atención Multinodal)	[1, 2, 4]
H9	Tasa de decaimiento	[1,2,5]
H10	Parámetros iniciales	[0.1, 0.01, 0.001]

Tabla 3.4: Resumen de las modificaciones que se van a realizar en los hiperparámetros del modelo base.

Variante	Recall@			MRR@		
	5	10	20	5	10	20
Original	0,1505	0,1999	0,2496	0,0838	0,0904	0,0938
Variación H1: 64	0,1490	0,2001	0,2505	0,0823	0,0892	0,0927
Variación H1: 128	0,1416	0,1923	0,2437	0,0836	0,0905	0,0941
Variación H1: 256	0,1349	0,1781	0,2280	0,0837	0,0895	0,0929
Variación H1: 512	X	X	X	X	X	X
Variación H2: 32	0,1405	0,1866	0,2357	0,0838	0,0900	0,0934
Variación H2: 64	0,1471	0,1996	0,2458	0,0841	0,0911	0,0943
Variación H2: 128	0,1463	0,1994	0,2513	0,0856	0,0927	0,0964
Variación H2: 256	X	X	X	X	X	X
Variación H3: 0.001	0,1514	0,1971	0,2444	0,0848	0,0909	0,0942
Variación H3: 0.01	0,1477	0,1973	0,2459	0,0888	0,0954	0,0987
Variación H3: 0.1	0,0079	0,0091	0,0117	0,0057	0,0059	0,0060
Variación H4: 1e-4	0,1541	0,2035	0,2555	0,0879	0,0945	0,0981
Variación H4: 1e-3	0,1408	0,1879	0,2346	0,0813	0,0875	0,0908
Variación H5: 2	0,0923	0,1111	0,1321	0,0656	0,0681	0,0695
Variación H5: 3	0,1289	0,1701	0,2150	0,0776	0,0831	0,0863
Variación H6: False	X	X	X	X	X	X
Variación H7: 0.2	0,1440	0,1920	0,2385	0,0824	0,0889	0,0922
Variación H7: 0.4	0,1405	0,1808	0,2278	0,0802	0,0856	0,0888
Variación H7: 0.5	0,1309	0,1697	0,2104	0,0767	0,0818	0,0846
Variación H8: 1,2,3	X	X	X	X	X	X
Variación H9: 1	0,1491	0,1951	0,2379	0,0855	0,0916	0,0945
Variación H9: 2	0,1579	0,2115	0,2572	0,0878	0,0950	0,0982
Variación H9: 5	0,1311	0,1670	0,2126	0,0805	0,0854	0,0885
Variación H10: 0.01	0,1551	0,2056	0,2572	0,0875	0,0943	0,0979
Variación H10: 0.001	0,1524	0,2045	0,2536	0,0871	0,0939	0,0974

Tabla 4.4: Comparación del rendimiento de los nuevos valores de hiperparámetros en Recall y MRR para 10 épocas. En negrita las variantes cuyos resultados mejoran al original.

Experimentos

Selección de hiperparámetros: resultados

Variante	Recall@			MRR@		
	5	10	20	5	10	20
Original	0,1505	0,1999	0,2496	0,0838	0,0904	0,0938
Modelo Opt 1	0,1420	0,1874	0,2320	0,0835	0,0896	0,0927
Modelo Opt 2	0,1605	0,2090	0,2575	0,0909	0,0973	0,1007

Tabla 4.5: Comparación del rendimiento para la combinación de hiperparámetros en Recall y MRR para 10 épocas. Resaltamos en negrita las variantes cuyos resultados mejoran al original.

Experimentos

Combinación de experimentos: resultados

Variante	Recall@			MRR@		
	5	10	20	5	10	20
Original	0,1505	0,1999	0,2496	0,0838	0,0904	0,0938
Versión 16	0,0395	0,0562	0,0766	0,0235	0,0257	0,0271
Versión 17	0,1524	0,2042	0,2542	0,0877	0,0947	0,0981
Versión 18	0,1379	0,1829	0,2320	0,0792	0,0853	0,0887

Tabla 4.6: Comparación del rendimiento de la unión de ambos experimentos en Recall y MRR para 10 épocas. Resaltamos en negrita las variantes cuyos resultados mejoran al original.



Índice

- Introducción
- Estado del arte
- Implementación
- Experimentos y resultados
- Conclusiones y trabajo futuro

Conclusiones

- Se han hecho contribuciones a la optimización del modelo ASGNN.
- Se han comprendido y estudiado las diferentes partes de un modelo de aprendizaje profundo reciente.
- Se ha avanzado en el estado del arte de los algoritmos de aprendizaje profundo basados en grafos.
- Se ha demostrado la relevancia y el potencial de las redes neuronales de grafos en recomendaciones de POI.

Trabajo a futuro

- Ampliación de los experimentos con otros conjuntos de datos.
- Validación completa de variantes e hiperparámetros.
- Incorporación de fuentes de datos adicionales.
- Investigación constante en modelos híbridos de recomendación de POI que incluyan redes neuronales de grafos: aprendizaje en línea, bases de datos de referencia,...

¡GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN!

