

DESENVOLVIMENTO DE UMA BIBLIOTECA COMPUTACIONAL PARA SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO DE LOJAS DE COMÉRCIO ONLINE



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Antônio Viggiano
agfviggiano@gmail.com

Fernando Fochi
fernando.fochi@gmail.com

Prof. Dr. Fábio Gagliardi Cozman

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Estado da Arte
- 4 Requisitos
- 5 Metodologia
- 6 Síntese de Soluções
- 7 Avaliação de Desempenho
- 8 Resultados

Introdução

Importância econômica

Annual B2C e-commerce sales in the United States from 2002 to 2013 (in billion U.S. dollars)

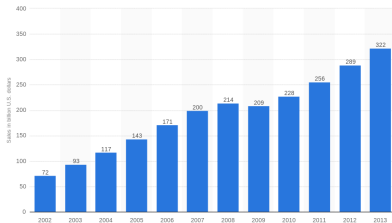
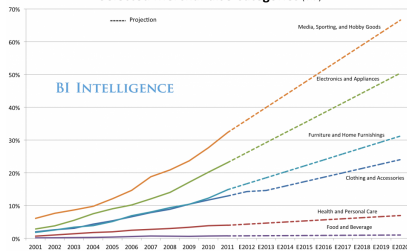


Figura 1: Vendas de varejo atribuídas a lojas online nos EUA (STATISTA, 2014)

Percent Of Retail Sales Attributable To Online In Selected Merchandise Categories (U.S.)



Source: U.S. Census, Internet Retailer, BI Intelligence Estimates

Figura 2: Percentual de vendas de varejo atribuídas a lojas online nos EUA por categoria (SMITH, 2014)

Introdução

Aplicação



Relações de amizade



Músicas



Livros **35 %**
(MARSHALL, 2006)



Notícias **38 %**
(DAS et al., 2007)



Filmes **75 %**
(AMATRIAIN, 2012)

Objetivos

- **Biblioteca computacional para sistemas de recomendação**
 - Abrangente e adaptável
 - Leitura de dados e cálculo de sugestões
- **Análise de desempenho**
 - Validação cruzada
 - Precisão e Abrangência



movielens
helping you find the *right* movies

Sistemas de recomendação

“São ferramentas e técnicas de software destinadas a prover sugestões de itens para usuários” (RICCI; SHAPIRA, 2011)



Estado da Arte

Problema

\mathcal{U} Conjunto dos usuários u

\mathcal{I} Conjunto dos itens i

r_{ui} Histórico avaliações

ℓ Função de utilidade

• $\ell : \mathcal{U} \times \mathcal{I} \rightarrow \mathcal{R}$ p.ex. $\{-1, 0, +1\}$ ou $[1, 5]$

Objetivo

Determinar o item \tilde{i}_u que maximize a utilidade ℓ_{ui} do usuário u :

$$\forall u \in \mathcal{U}, \tilde{i}_u = \arg \max_{i \in \mathcal{I}} \ell_{ui}$$

Problema

ℓ desconhecida

Estado da Arte

Soluções

Estratégias de recomendação

- Colaborativas
- Conteúdo
- Híbridas

Utilização comercial (CHIANG, 2012)

- Netflix** Filtragem colaborativa
- Amazon** Filtragem baseada em conteúdo
- Pandora** Experts + votos positivos/negativos
- YouTube** Contagem de visitas mútuas

Estado da Arte

Soluções

Filtragem colaborativa (CF)

- Usuário-usuário
- Item-item

Filtragem de conteúdo (CB)

Métodos híbridos (H)

- CF + CB

Tabela 1: Avaliações r_{ui}

	i_1	i_2	i_3	i_4
u_1	-	4	3	-
u_2	-	4	3	5
u_3	2	5	-	1

Tabela 2: Atributos a_{if}

	f_1	f_2	f_3	f_4
i_1	1	50	0.8	P
i_2	0	75	0.3	M
i_3	1	30	0.4	G

Requisitos

Requisitos funcionais

- 20% Precisão
- 20% Abrangência

Requisitos não funcionais

- Escalabilidade
- Sistema genérico
 - Padronização dos dados de entrada/saída
- Código aberto

Requisitos

Diagrama de Casos de Uso

Três principais grupos

- Avaliar Performance
- Configurar Banco de Dados
- Recomendar

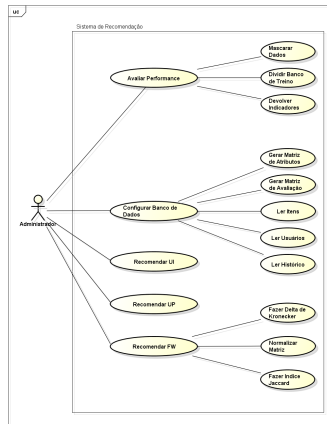


Figura 3: Diagrama de Casos de Uso de Uso

Requisitos

Diagrama de Casos de Uso - Avaliar Performance

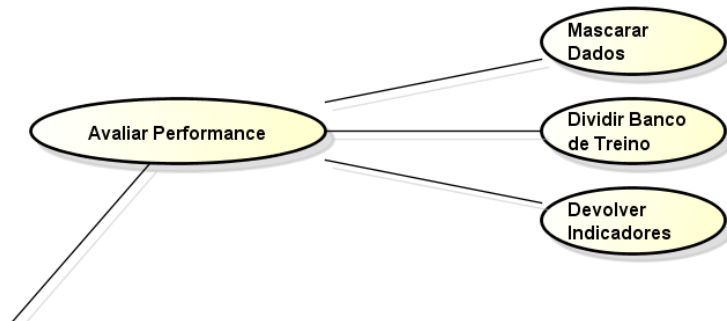


Figura 4: Caso de Uso - Avaliar Performance

Requisitos

Diagrama de Casos de Uso - Configurar Banco de Dados

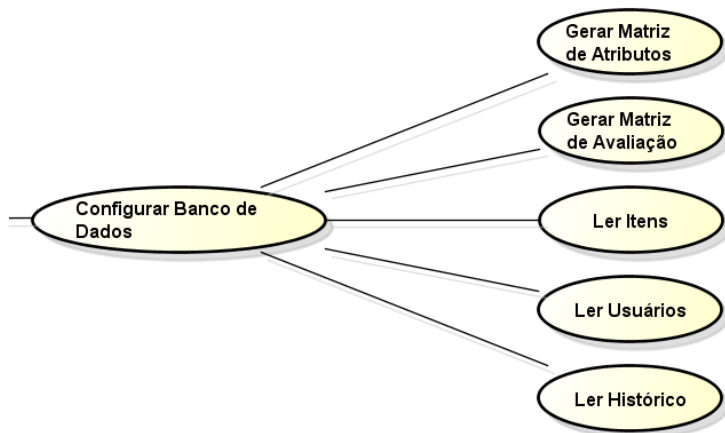


Figura 5: Caso de Uso - Avaliar Performance

Requisitos

Diagrama de Casos de Uso - Recomendar

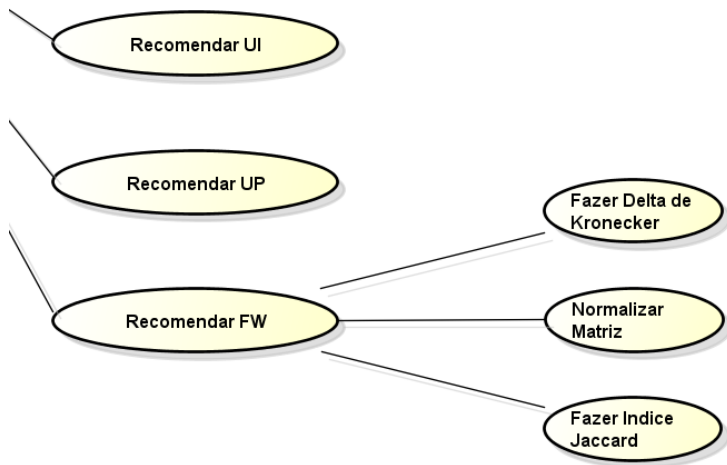


Figura 6: Caso de Uso - Recomendar

Metodologia

Estruturação do banco de dados

100k 100 000 avaliações de 943 usuários
para 1682 filmes

IMDB 28 819 filmes

IMDB-100k 943 usuários, 1682 filmes e 25 atributos

Metodologia

Validação cruzada

Ambiente de testes

- Máquina r3.large
- 2 vCPU
- 15 GB de memória RAM
- Amazon Linux AMI release 2014.09 x86_64
- Custo total R\$ 5,70

Avaliação

- $T = 75\%$ base de treinamento
- $H = 75\%$ dados “escondidos”

Tabela 3: Avaliações r_{ui}

	i_1	i_2	i_3	i_4
u_1	-	4	3	5
u_2	2	5	-	1
u_3	3	-	-	2
u_4	(5)	(2)	(3)	4

Síntese de Soluções

Ponderação de Atributos (FW)

$$s_{ij} = \sum_f w_f (1 - d_{fij})$$

Perfil de Usuários (UP)

$$s_{uv} = \frac{\sum_{f \in \mathcal{F}_{uv}} w_{uf} w_{vf}}{\sqrt{\sum_{f \in \mathcal{F}_{uv}} w_{uf}^2} \sqrt{\sum_{f \in \mathcal{F}_{uv}} w_{vf}^2}}$$

Perfil Usuário-Item (UI)

$$\omega_{ui} = \sum_f w_{uf} a_{if}$$

Avaliação de Desempenho

- Distância entre recomendações
 - $EMA = |\hat{i} - i|$
- Desempenho mediante a mudança nas variáveis
 - Quantidade de atributos utilizados
- Tempo de execução
 - Em função do algoritmo
 - Em função do tamanho do banco de dados

Tabela 4: Avaliação de sistemas de predição

Medida	Fórmula	Significado
Precisão	$\frac{VP}{VP+FP}$	% Predições corretas de casos positivos
Acurácia	$\frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN}$	% Predições corretas

Resultados

Primeiros testes

Pesos unitários

$$s_{ij} = \sum_f (1 - d_{fij})$$

13 s Tempo de inicialização para $|\mathcal{R}| = 100$ mil

8 min Cálculo de s_{ij} para $|\mathcal{I}| = 1000$

100% CPU
2.80GHz \times 4

420 MB Memória

60 dias Para $|\mathcal{I}| = 100$ mil

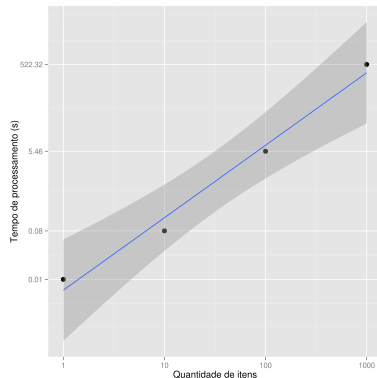


Figura 7: Tempo de processamento em função do número de itens em $\mathcal{O}(n^2)$

Resultados

Aquisição de dados

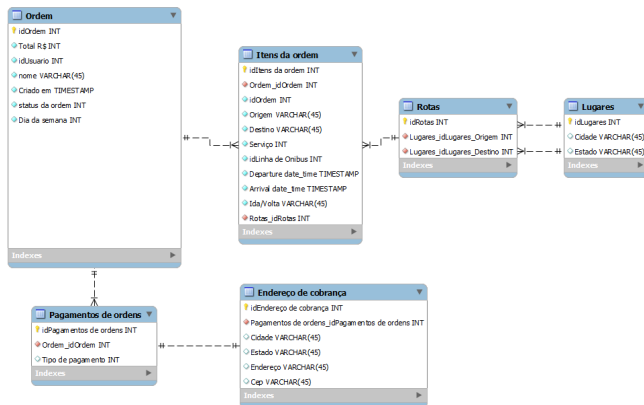


Figura 8: Banco de dados de um e-commerce de passagens de ônibus

Bibliografia I

- ▶AMATRIAIN, X. *Netflix Recommendations: Beyond the 5 stars*. 2012. Disponível em: <<http://techblog.netflix.com/2012/04/netflix-recommendations-beyond-5-stars.html>>.
- ▶CHIANG, M. *Networked Life: 20 Questions and Answers*. Cambridge University Press, 2012. (BusinessPro collection). ISBN 9781107024946. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=N5DJJXoLPDQC>>.
- ▶DAS, A. S. et al. Google news personalization: scalable online collaborative filtering. In: ACM. *Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web*. [S.l.], 2007. p. 271–280.

Bibliografia II

- ▶ MARSHALL, M. *Aggregate Knowledge raises \$5M from Kleiner, on a roll*. 2006. Disponível em: <<http://venturebeat.com/2006/12/10/aggregate-knowledge-raises-5m-from-kleiner-on-a-roll/>>.
- ▶ RICCI, L. R. F.; SHAPIRA, B. Introduction to recommender systems handbook. In: *Recommender Systems Handbook*. [S.l.]: Springer, 2011. p. 1–35.
- ▶ SMITH, C. *E-COMMERCE AND THE FUTURE OF RETAIL: 2014 [SLIDE DECK]*. 2014. Disponível em: <http://www.businessinsider.com/the-future-of-retail-2014-slide-deck-sai-2014-3?nr_email_referer=1&utm_source=Triggermail&utm_medium=email&utm_content=emailshare>.

Bibliografia III

- ▶ STATISTA. *Annual B2C e-commerce sales in the United States 2002-2013*. 2014. Disponível em: <<http://www.statista.com/statistics/271449/annual-b2c-e-commerce-sales-in-the-united-states/>>.