



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PRO 5807 LOGÍSTICA INDUSTRIAL E CADEIA DE SUPRIMENTOS

Aplicação da IA em Logística e Cadeias de Suprimentos

Fernanda Karoline Silva

Rafael Motta Rapp

Lais Milene Gomes Dionizio

Fernando Spinola Quintal

nº USP 7564169

nº USP 7687163

nº USP 6769836

nº USP 4239229

Extracting supply chain maps from news articles using deep neural networks

Pascal Wichmann, Alexandra Brintrup, Simon
Baker, Philip Woodall &
Duncan McFarlane

Introdução

- Cadeia de Suprimentos (CS) Globais são complexas e possuem vários níveis
- Comércio Internacional em constante expansão:
 - Aumento do alcance geográfico e da eficiência da logística internacional
 - Rede de vários níveis de compradores-vendedores
- Visibilidade da cadeia e de todos seus níveis é um desafio e proporciona:
 - Áreas de melhoria
 - Eficiência de embarques e custos para melhoria da competitividade
 - Gestão de riscos e de prevenção disrupção da cadeia
 - Prevenção à violação de normas internacionais
- Disponibilidade de informações sobre a rede completa
 - Empresas fabricantes (OEM) não compartilham informações sobre sua base de fornecedores
 - Fornecedores temem ser eliminados da cadeia caso atuem como intermediários

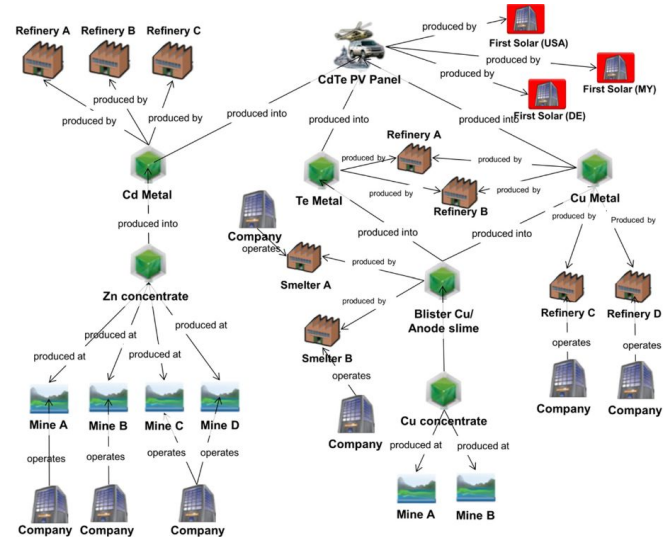
Objetivo - Mapeamento da Cadeia de Suprimentos

Utilizar dados disponíveis na internet/redes sociais, e montar o mapa dos fornecedores de todos os níveis utilizando Machine Learning (ML).

- ML: automatizar a extração de dados não estruturados (texto em linguagem natural) como relatórios, notícias e blogs.
- Após extração, usar um aprendizado para classificar as informações extraídas.

Mapeamento da CS:

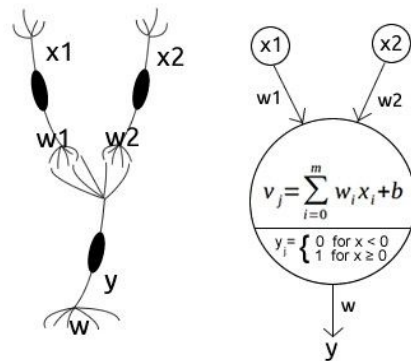
- montar a relação de comprador-fornecedor (nós da rede)
- Identificar as relações diretas e segundo ou mais níveis (Estrutura Vertical) e seu fluxo (arcos da rede)



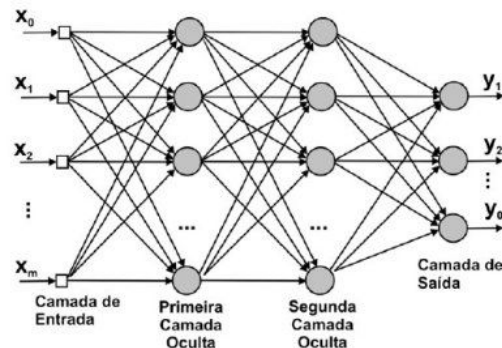
Mapa da CS do segmento de fornecimento CdTe para fabricação de plataformas de células solares [1]

Machine Learning - Deep Learning

- **Redes Neurais (NN):** Uma abstração da rede neural biológica (Neurônios interconectados). Entrada + Camadas Intermediárias + Saída
- **Deep Learning:** Modelo de ML com múltiplas camadas intermediárias (Hidden Layers)
- **Recurrent Neural Networks:** NN x RNN
- **NLP:** Extração e manipulação de texto ou voz de linguagem natural
 - 1. Reconhecimento de entidades (NER) em menções de texto
 - 2. Determinação da Relação (RE) classificando as relações entre as entidades.
- **Models used:** BiLSTM. Multi-layer perceptron (MLP) and linear Support Vector Machine (SVM)



Relação entre uma rede neural biológica e artificial [2]



Esquemático de uma NN com múltiplas camadas [3]

O problema

- Localização no texto de pares de organizações
Named Entity Recognition (NER)
- A cada par é atribuído uma relação de comprador-fornecedor

Documents



Extraction of individual
buyer-supplier relations

Entity A	Entity B	Relation
FACC	Rolls-Royce	A_supplies_B
Toyota	Aisin Seiki Co.	B_supplies_A
Toyota	Aisin Seiki	B_supplies_A
Denso	Toyota Motor Corp	A_supplies_B
Ford	Baidu	partnership

Metodologia

Criação do corpo

- Padrões de ouro (Golden Standard): “verdade básica” para a classificação e treinamento
- Adequação para automatização

Classificação da relação supervisionado

- Análise no recall, precisão and escore F1 score.

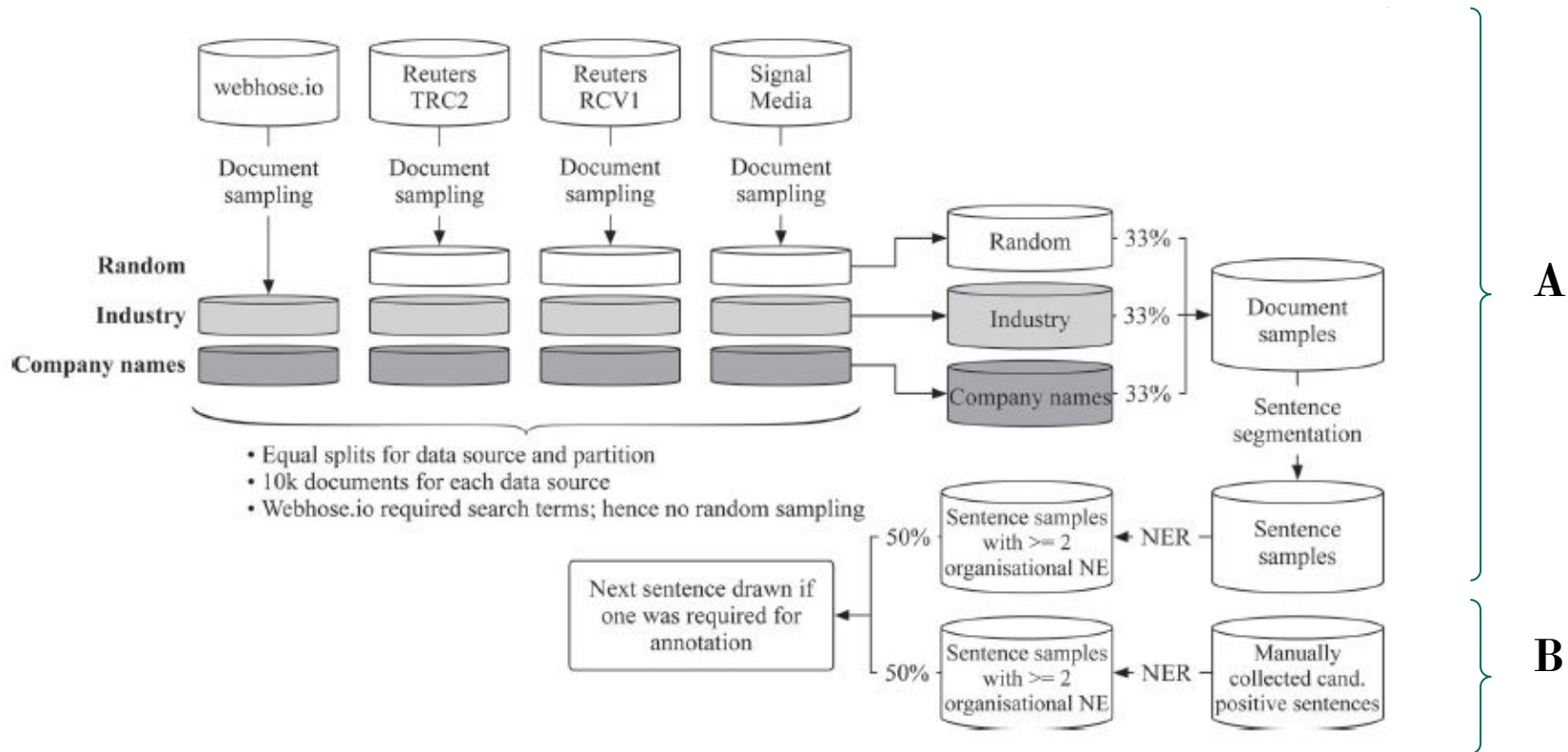
Metodologia: Criação do corpo

→ Coleta das sentenças

- ◆ Abordagem A- Amostragem de documentos em três partições: Utilizados quatro conjuntos de dados não enviesados, a cada conjunto foi coletado 10 mil documentos, separados em três partições. A única restrição será as palavras chaves.
- ◆ Abordagem B - Coleta manual de sentenças candidatas: Estratégias para mitigar o viés na coleta das sentenças positivas (falsa positivas, sentenças negativas). Realizada análise em sites de notícia que divulgam contratos e parcerias entre empresas.

→ Marcação (Classes)

- ◆ (a) e (b): Classes que expressam relação direção direta: A fornece para B / B fornece para A
Fluxo de produtos, serviços ou informações / Exemplos: ‘purchasing from’ ou ‘using parts from’
- ◆ (c): Classes que expressam relação com direcionalidade incerta, implícita ou ambígua
Exemplos: Collaborations, joint ventures
- ◆ (d): Classes em que uma organização possui outra ou faz parte de outra organização
- ◆ (e): Relações rejeitadas devido a erros (f): Nenhuma das anteriores



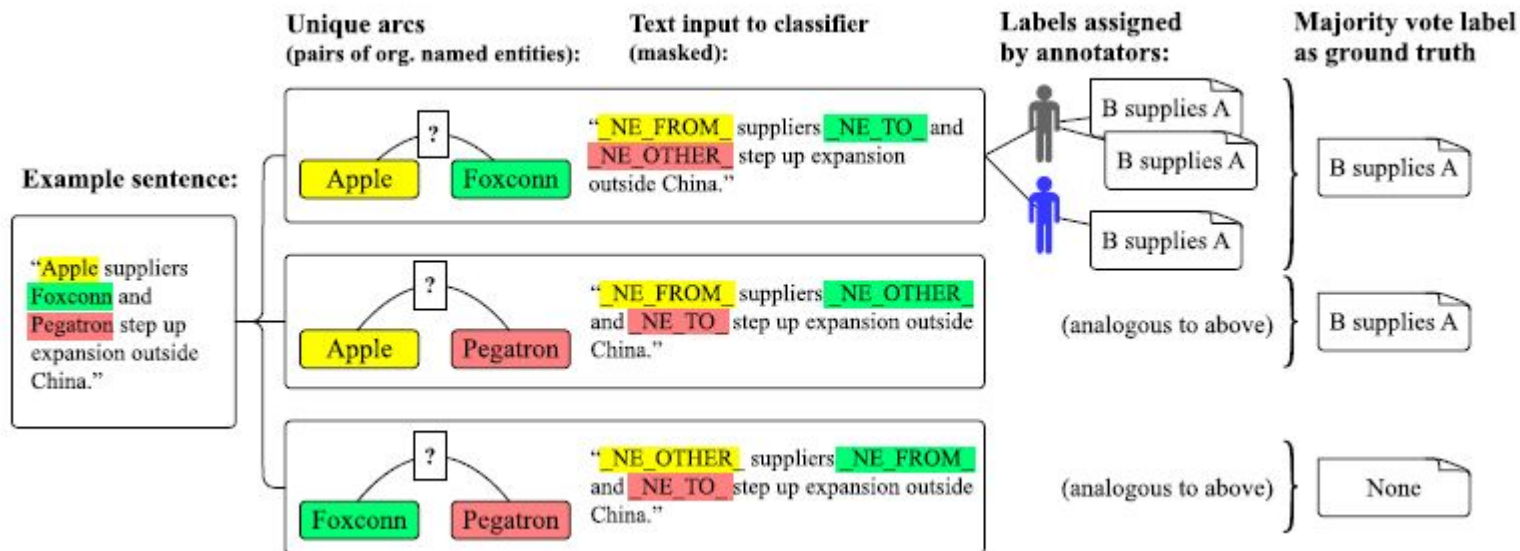
2ª partição: 50% referentes à indústria aeroespacial e 50% a indústria automobilística

Palavras-chaves: Indústria Aeroespacial ('aerospace', 'aircraft' ou 'planemaker')

3ª partição: 100 marcas da indústria aeroespacial e 100 marcas da indústria automotiva

Metodologia: Criação do corpo

→ Marcação (Máscara)



Metodologia: Criação do corpo

→ Marcação (Rotulação)

Your progress in this annotation session: 90.0% (90 out of 100; 10 remaining)



Sentence text:

AJW Group has secured a new power-by-the-hour (PBH) contract with Cambodia Airways Co. Ltd.

Your annotations:

(1) Flag errors:

- Is there an error in how the sentence has been split? You should be presented with a complete single sentence.
- Is there an error in how organisational entities were detected? (too many, too few, incorrectly split?)

(2a) If you CANNOT work with this sentence at all:

Remember:

- Only click this button if you cannot provide a confident answer for this sentence. This should be the exception.
- Do not use this option just to indicate that there is no relation.

Reject and skip sentence

(2b) If you CAN work with this sentence (be there a relation or not):

Remember:

- To facilitate your annotation work, the default setting is that there is NO buyer-supplier relation.
- Do not forget to change the default setting if there is a relation between two company mentions.
- No guesswork. Only consider what is stated in the sentence above. Do not use any background knowledge you might have about any of the companies.
- If there is a buyer-supplier relation but it is not clearly stated, then choose the class "ambiguous / implied / ...".
- Only choose the class "is supplied by (buys from / uses material, parts or services from)" if it is correctly detected as a company.

Is there a buyer-supplier relation?

AJW Group

- Implied / Ambiguous / Uncertain / Partnership / Direction unknown
- Ownership / part-of
- None (none of the other relations)
- Reject (error or cannot make statement)

Is there a relation between the two organisations?

Cambodia Airways Co. Ltd.

Submit your annotation and see next sentence (= press return)

Metodologia: Classificação da relação

→ **Classes**

- ◆ Treinamento e teste do classificador

→ **Análise de performance**

- ◆ Classificador aleatório e um estratificado (obedece as proporções de classes de Golden Standard)

→ **Detalhes dos algoritmos usados**

- ◆ Rede Neural Profunda com **BiLSTM + Multi-Layer Perceptron (MLP)**
Esperam 380 features como entrada (380 palavras na sentença)
A última camada tem como resposta uma das cinco classes (análise probabilística)
Cada rede é treinada e testada várias vezes e os resultados são calculados sobre todas as execuções
- ◆ Classificador linear **Support Vector Machine (SVM)**

Resultados e discussão

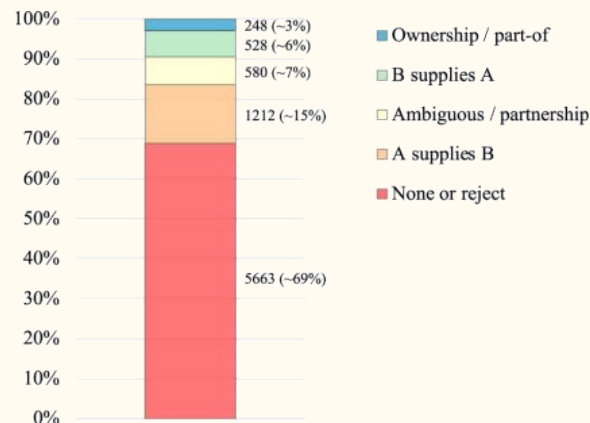
→ Corpus linguístico

- ◆ 3.887 frases únicas foram analisadas
- ◆ 8.231 arcos únicos rotulados
- ◆ 14.632 atribuições de classe aos arcos (cada arco pode ter mais de uma classe)

→ 70% das atribuições foram nulas

→ Alta concordância de atribuição (boa qualidade)

- ◆ “Inter-annotator” apresentou $\kappa = 0.90$
- ◆ “Intra-annotator” apresentou $\kappa = 0.86$



Resultados e discussão (cont.)

➔ Métodos de classificação foram testados, com destaque, por maior efetividade:

- ◆ MLP (multilayer perceptron)
- ◆ BiLSTM (bidirectional long short-term memory)

Table 1. Classification results.

Method	Configuration	F_1 score (micro-averaged)
Random dummy classifier	Fully random dummy baseline classifier (uniform assignment of class labels)	0.20
Stratified dummy classifier	Stratified dummy baseline classifier (random voting respecting the training set's class distribution)	0.38
SVM	Bag-of-words converted into one-hot-vector (word order and position of organisational named entities are not considered)	0.68
MLP	GloVe embeddings; input sequence length of 380; batch size of 32	0.71
BiLSTM	GloVe embeddings; input sequence length of 380; batch size of 32	0.72

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

T = Verdadeiro
F = Falso

P = Positivo
N = Negativo

Table 3. Classification results per class (averaged over 10 runs) – MLP.

	Accuracy	Precision	Recall	F_1 score
Class 0: None or reject	0.78	0.82	0.87	0.85
Class 1: B supplies A	0.91	0.30	0.22	0.26
Class 2: A supplies B	0.84	0.44	0.44	0.44
Class 3: ambiguous/undirected	0.92	0.34	0.36	0.35
Class 4: ownership/part-of	0.97	0.69	0.18	0.28
Micro-averaged				0.71

Table 4. Classification results per class (averaged over 10 runs) – BiLSTM.

	Accuracy	Precision	Recall	F_1 score
Class 0: None or reject	0.78	0.85	0.85	0.85
Class 1: B supplies A	0.92	0.33	0.21	0.25
Class 2: A supplies B	0.83	0.42	0.63	0.51
Class 3: ambiguous/undirected	0.93	0.42	0.24	0.31
Class 4: ownership/part-of	0.97	0.58	0.22	0.31
Micro-averaged				0.72

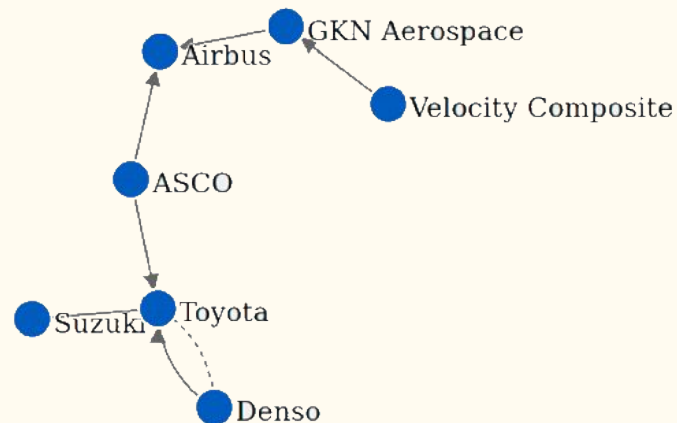
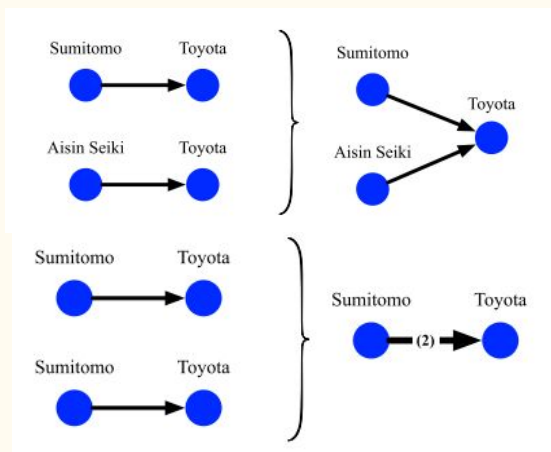
Visualizando relações em um mapa de supply chain

→ Agregação de registros

- ◆ Consolidação de elementos idênticos
- ◆ Consolidação de pares repetidos

→ Bibliotecas e plataformas de geração e representação de grafos

- ◆ D3.js
- ◆ Cytoscape



Conclusão

- Proposta: automatizar a extração de mapas da cadeia de suprimentos de artigos de notícias, usando o processamento de linguagem natural e a tecnologia de aprendizado de máquina.
- Alicerce fundamental → extração de relações individuais entre compradores e fornecedores entre duas organizações.
- Contribuições do artigo:
 - 1- Metodologia para avaliar a base criada com a extração dos textos utilizados a fim de determinar as relações comprador-fornecedor. Obteve-se um bom valor para o teste de Cohen (0,90) indicando boa qualidade nas relações encontradas.
 - 2- Converter os textos em vetores numéricos correspondentes aos nomes das entidades.
 - 3- Bom desempenho da automação usada para classificação das relações comprador-fornecedor (F1 de $> 0,7$)

Conclusão e Pesquisas futuras

- O classificador pode ser aprimorado ainda mais adicionando mais exemplos de treinamento, seguindo o mesmo procedimento descrito.
- Modelos baseados em desenvolvimentos de PNL (recentes), como os transformadores que usam o mecanismo de atenção, podem ser opções alternativas.
- Em trabalhos futuros, a intenção é aplicar o classificador treinado a um grande conjunto de dados não rotulado para poder responder a perguntas em relação à disponibilidade e densidade de informações, especialmente para indústrias.
- No geral, a abordagem proposta pode ajudar a reduzir os riscos associados à visibilidade limitada das redes de suprimentos multicamadas, complementando os esforços existentes de mapeamento da cadeia de suprimentos.

Aplicação no Brasil

- A extração de informações também pode ser estendida para abranger bens e serviços fornecidos, bem como o produto final desses bens e serviços.
- O conhecimento capturado por esta metodologia poderia potencialmente ser aproveitado para a extração de relações comprador-fornecedor ou mesmo previsão de potenciais fornecedores.

Referências

- [1] P. Nuss et al., Mapping supply chain risk by network analysis of product platforms, Sustainable Materials and Technologies 10 (2016) 14–22
- [2] <https://medium.com/brasil-ai/entendendo-o-funcionamento-de-uma-rede-neural-artificial-4463fcf44dd0>
- [3] <https://matheusfacure.github.io/2017/03/05/ann-intro/>
- [4] <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course/classification/accuracy>
- [5] <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course/classification/precision-and-recall>