

Supporto automatico all'analisi di processi di business: uno studio comparato tra NLP e LLM

Michele Missikoff^{1,*†}, Antonio De Nicola^{2,†}, Anna Formica^{1,†}, Ida Mele^{1,†} e Francesco Taglino^{1,†}

¹Istituto di Analisi dei Sistemi ed informatica "Antonio Ruberti", Consiglio Nazionale delle Ricerche, via dei Taurini 19, Roma, I-00185, Italia

²ENEA Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile, Casaccia Research Centre, Via Anguillarese 301, I-00123, Roma, Italia

Abstract

Il presente lavoro confronta due approcci a supporto dell'analisi dei processi aziendali (Business Process Analysis, BPA) orientati alla costruzione (semi)automatica di una Business Process Knowledge Base (BPKB). Il lavoro si basa sulla metodologia BPA Canvas, per la quale la costruzione del BPKB inizia con le interviste agli stakeholder che rappresentano la fase preliminare dell'analisi di business. L'obiettivo è l'estrazione dal testo delle interviste degli elementi chiave per costruire il nucleo della BPKB. A tal fine sono sperimentati due approcci, uno basato sul processamento del linguaggio naturale (Natural Language Processing, NLP) e l'altro su modelli linguistici di grandi dimensioni (Large Language Model, LLM). Per confrontare l'approccio, viene adottato un esempio utile per evidenziarne i pro e contro, confrontando i loro output con un benchmark rappresentato dai risultati prodotti manualmente da un gruppo di esperti. Nel complesso, l'esperimento mostra che l'approccio basato su LLM offre prestazioni migliori, soprattutto quando l'utente fornisce una richiesta più elaborata comprendente indicazioni relative al contesto ed esempi (prompt engineering).

Keywords

Business Process Analysis, Canvas, Business Process Knowledge Base, LLM, NLP, Prompt Engineering.

1. Introduzione

L'analisi dei processi aziendali (BPA) [1] è considerata un'attività strategica per un'impresa e viene utilizzata ad esempio per i cambiamenti organizzativi, la reingegnerizzazione dei processi di business aziendali (BP) e lo sviluppo di sistemi informativi. Per quanto riguarda i progetti software, la BPA si colloca nella fase preliminare e rappresenta una parte fondamentale dell'attività di Requirement Engineering.

Il recente avvento di una nuova tipologia di sistemi di intelligenza artificiale (AI), denominati Large Language Model (LLM), sta cambiando il panorama dell'economia e il ruolo dell'automazione con un impatto significativo sul lavoro umano. Negli ultimi decenni, i computer hanno continuamente messo alla prova il lavoro umano, soprattutto per quanto riguarda i compiti ripetitivi e/o le attività di calcolo. Con l'avvento degli LLM, l'automazione basata sui computer si sta espandendo senza precedenti, influenzando anche i lavori che richiedono competenze ed istruzione di alto livello, come gli analisti aziendali [2].

L'articolo illustra brevemente il BPA Canvas e la relativa metodologia, proposta originariamente in [3], che mira a supportare le attività di analisi dei processi aziendali. La metodologia supporta la costruzione di una Business Process Knowledge Base (BPKB), organizzata secondo una struttura intuitiva (il Canvas) che guida gli analisti aziendali nella raccolta e nell'organizzazione della conoscenza di un BP [4].

Per quanto riguarda i metodi di modellazione di BP disponibili in letteratura, il BPA Canvas non ha l'obiettivo di disegnare diagrammi di processo (il flusso di lavoro con la sequenza dei compiti), ma piuttosto di supportare la raccolta della conoscenza necessaria per costruire un primo modello statico di un BP, cioè una BPKB che contiene le rappresentazioni di attori, oggetti e attività (compiti) del processo di business. L'idea è che una base di conoscenza rigorosa e dettagliata sul BP rappresenti un supporto fondamentale per la successiva fase di progettazione, migliorando la qualità dei diagrammi di flusso del processo e, quindi, la qualità del sistema informativo prodotto.

Vista la complessità intrinseca dell'analisi di un BP, abbiamo studiato la possibilità di sviluppare uno strumento

¹Ital-IA 2024: 4th National Conference on Artificial Intelligence, organized by CINI, May 29-30, 2024, Naples, Italy

* Corresponding author.

† These authors contributed equally.

@michele.missikoff@iasi.cnr.it (Michele Missikoff); antonio.denicola@enea.it (Antonio De Nicola); anna.formica@iasi.cnr.it (Anna Formica); ida.mele@iasi.cnr.it (Ida Mele); francesco.taglino@iasi.cnr.it (Francesco Taglino)

© 0000-0002-7972-5201 (Michele Missikoff); 0000-0002-1045-0510 (Antonio De Nicola); 0000-0002-7992-6898 (Anna Formica); 0000-0002-3730-6383 (Ida Mele); 0000-0001-8364-4407 (Francesco Taglino)



© 2023 Copyright for this paper by its authors. Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

software a supporto dell'analista. In questo lavoro, ci concentriamo sulle prime fasi della metodologia, in cui l'analista crea una prima descrizione narrativa del BP, seguita dall'attività di estrazione della conoscenza chiave dal testo, in particolare: oggetti, attori e compiti e le loro relazioni.

Per raggiungere il nostro obiettivo, abbiamo esplorato due diverse tecnologie, una basata su Natural Language Processing (NLP) e una su Large Language Model (LLM).

2. Business Process Analysis Canvas

In questa sezione, presentiamo brevemente la struttura e l'organizzazione dei contenuti del BPA Canvas, sintetizzata dalla Figura 1.

Signature. Key information on the BP	G I O S S A R Y	Statement. A synthetic textual description of the BP
User Stories. Textual description of some BP instances		Tasks. A set of triples representing: <actor, process, object>
Kinds. Semantic categories of domain terminology: Actor, Process, Object		UML Class Diagrams. A diagrammatic representation of BP concepts and their relationships
Ontology		

Figura 1: La struttura del BPA Canvas

Il BPA Canvas è organizzato in otto sezioni che contengono diversi tipi di artefatti di conoscenza (knowledge artifacts, KA). Tali KA possono assumere varie forme, con diversi livelli di dettaglio e formalizzazione. In particolare, abbiamo testo semplice, cioè una forma narrativa di rappresentazione della conoscenza; testo strutturato, ad esempio elenchi puntati che raccolgono e organizzano brevi asserzioni; tabelle, che tipicamente forniscono una visualizzazione sistematica; diagrammi, in cui la conoscenza è rappresentata graficamente secondo un determinato standard; rappresentazione formale del dominio aziendale utilizzando un'ontologia.

Le otto sezioni del BPA Canvas sono le seguenti:

Signature. Fornisce un profilo sintetico del BP sotto forma di elenco di informazioni, quali: nome del processo, attori chiave, oggetti chiave, obiettivo.

Statement. È una descrizione preliminare del BP e del suo scenario di business, descritta in termini generali (cioè a livello intenzionale).

User Stories. Rappresenta una o più descrizioni in testo semplice di esempi di esecuzione del BP (cioè, a livello estensionale). In sostanza, questa sezione contiene una o più istanze dello Statement.

Tasks. Identifica un insieme di triple che rappresentano il primo resoconto operativo della BP, astruendo l'effettiva sequenza delle azioni.

Kinds. Fornisce un tagging semantico dei termini (nomi di concetti) utilizzati nella costruzione dei KA, secondo le seguenti categorie: Attore, Processo e Oggetto.

UML Class Diagrams. Contiene un insieme di diagrammi che rappresentano le relazioni tra i concetti e che forniscono una visione statica del BP. Tali diagrammi vengono costruiti utilizzando le sezioni Kinds e Tasks menzionate in precedenza.

Glossary. Rappresenta un insieme di termini, con le relative descrizioni, che caratterizzano il dominio del BP.

Ontology. Una rappresentazione comprensiva della conoscenza raccolta nelle sezioni precedenti, codificata in termini formali utilizzando un linguaggio ontologico (ad esempio, OWL).

3. I due approcci: NLP and LLM

Al fine di identificare un approccio efficace per sviluppare un supporto automatico all'analista di BP, abbiamo eseguito diversi esperimenti con due strumenti basati su metodi molto diversi: *SpaCy*², basato su un approccio NLP consolidato, e *Gemini*³, basato sull'approccio emergente degli LLM.

Nell'esperimento, per valutare i due metodi, abbiamo confrontato i risultati con un set di triple definito da esperti umani (giudizio umano). Nella valutazione, oltre alla qualità dell'output generato dai due strumenti, abbiamo considerato anche lo sforzo umano necessario per configurare ciascuna piattaforma prima di utilizzarla, principalmente di programmazione nel caso di *SpaCy*, e di *prompt engineering* [4] nel caso di *Gemini*. La valutazione presentata in questo articolo è motivata dal fatto che, per quanto ci è dato di sapere, in letteratura manca un confronto tra approcci basati su NLP e LLM per supportare la costruzione di una BPKB.

Di seguito vengono brevemente presentate le caratteristiche principali dei due diversi strumenti che abbiamo adottato.

3.1. L'approccio NLP

Nell'approccio NLP per l'analisi del testo [5], al fine di estrarre la conoscenza di processo, è stato selezionato *SpaCy*, una libreria open-source progettata per costruire applicazioni NLP avanzate in Python [6]. *SpaCy* fornisce diverse funzionalità per l'elaborazione di testi in linguaggio naturale, supporta diverse lingue e si è dimostrato molto efficiente quando si lavora su insiemi di dati di grandi dimensioni. Per tutti questi motivi, *SpaCy* è largamente utilizzato per lo sviluppo di sistemi di estrazione di informazioni e di comprensione del linguaggio naturale, nonché per la pre-elaborazione del testo in applicazioni di deep learning. Le sue principali funzionalità sono la tokenizzazione, la lemmatizzazione, il Part-of-Speech (PoS) tagging e il parsing delle dipendenze.

²<https://spacy.io>

³<https://gemini.google.com/>

Le funzionalità di SpaCy richiedono il caricamento di una pipeline addestrata, ad esempio per prevedere le annotazioni linguistiche utili per distinguere un verbo da un nome. Una pipeline addestrata può essere costituita da più componenti che utilizzano modelli statistici addestrati su dati etichettati. Lo strumento offre pipeline addestrate per diverse lingue (ad esempio, inglese, tedesco).

3.2. L'approccio LLM

Un LLM è un modello di AI basato su reti neurali di grandi dimensioni, addestrate con tecniche di apprendimento automatico, capace di elaborare e comprendere testi in linguaggio naturale.

Gli LLM generano testo in linguaggio naturale una parola alla volta in modo probabilistico, prendendo come input la richiesta dell'utente (prompt) e includendo l'interazione testuale effettuata fino a quel momento. Nonostante la previsione stocastica delle sequenze di testo, l'output finale è sintatticamente corretto e semanticamente significativo grazie all'addestramento su ampie raccolte di documenti testuali da cui il modello può apprendere come le parole siano sintatticamente e semanticamente connesse. Gli LLM sono in grado di fare inferenza e cioè hanno capacità di generare previsioni o risposte in base al contesto, all'input e alla comprensione del linguaggio. Tra i campi di applicazione possiamo citare la gestione dei processi di business [7].

Recentemente, i chatbot basati su LLM sono diventati molto popolari, un pioniere in questo senso è stato *ChatGPT*⁴ (di OpenAI) addestrato su grandi raccolte di documenti dal Web e rilasciato alla fine del 2022. È stato poi seguito da altri chatbot, come *Llama*⁵ di Facebook e *Gemini* di Google. Tutti mostrano un'impressionante capacità di interagire con gli esseri umani utilizzando frasi in linguaggio naturale. Sfortunatamente ci sono casi in cui le risposte non sono precise o soggette alle cosiddette "allucinazioni", un comportamento che può essere pericoloso se usato per scopi medici. Inoltre, l'uso improprio di chatbots ha sollevato varie questioni etiche, come ad esempio nel caso di studenti che copiano durante verifiche ed esami.

Per migliorare la qualità dell'output e ottenere i risultati desiderati, gli utenti possono ottimizzare il prompt, adottando una tecnica di prompt engineering [8]. Ad esempio, possono arricchirlo definendo un contesto, introducendo vincoli o semplicemente decidendo il formato o il livello di competenza in cui deve essere restituito l'output. Questa attività è chiamata prompt engineering, una disciplina emergente che si prevede diventerà un'abilità rilevante per i professionisti nella creazione di LLM personalizzati.

4. Business Process Analysis: Esperimento

Come anticipato, la metodologia BPA Canvas mira a guidare l'analista aziendale nella costruzione incrementale della BPKB. La metodologia viene qui presentata utilizzando un semplice esempio di un processo di tipo

commerciale, in particolare, una pizzeria con consegna a domicilio. Nell'esempio, illustriamo solo i primi KA che ci permettono di concentrarci sul nucleo della BPKB. In particolare, presentiamo la *Signature*, lo *Statement* e i *Task*, dove il testo dello *Statement* viene analizzato per estrarre le triple <attore, processo, oggetto> che formano i *Task*. Questa operazione implica anche l'identificazione della natura dei concetti, cioè il *Kind*, che corrisponde alla loro posizione nella tripla: attore prima posizione, processo seconda posizione e oggetto terza posizione.

BP Signature. È un profilo sintetico (elenco) del BP. Un esempio è riportato di seguito.

BP Name	HomeDeliveryPizza
Trigger	OrderArrived
Actors	Customer, Cook, DeliveryBoy
Objects	Order, Dough, Pizza, Delivery
Input	PurchaseOrder
Objective	"Cook and deliver pizzas to customers"
Output	PizzaDelivered, CustomerHappy

Tabella 1: La BP Signature per un processo di consegna a domicilio della pizza relativo al negozio *PizzaPazza*

BP Statement. Questo testo è la sintesi di un'intervista al proprietario di una pizzeria, che descrive il modo in cui l'ordine di un cliente viene gestito dal negozio. Un esempio è riportato di seguito.

My business, PizzaPazza, is a home delivery pizza shop. The customer fills in the order and then submits it to the shop, with the payment, by using our web-site. Making good pizzas requires good quality dough, produced in-house, and careful baking of the pizza. To make clients happy, we need to quickly fulfill the order and the delivery-boy needs to know the streets and how to speedily reach the customer's address.

A partire dallo *Statement* di cui sopra, viene eseguita un'analisi linguistica volta a estrarre le triple rappresentanti i *Task*. Si noti che i *Task* sono raccolti in un insieme, senza considerare la loro effettiva sequenzialità. Il disegno del diagramma di un BP è invece un'attività che viene rimandata alla fase successiva di progettazione del BP, non affrontata in questo lavoro. Questa scelta è motivata dall'approccio progressivo della metodologia di analisi che si concentra sugli aspetti statici (strutturali) del processo applicativo, dove i *Task* non vengono trattati nella loro dimensione procedurale (cioè sequenziati).

Come anticipato, per costruire la sezione *Tasks* della BPKB abbiamo sperimentato due metodi, uno basato su strumenti NLP, utilizzando SpaCy e AllenNLP, quest'ultimo usato per la coreferenziazione (cioè per trovare tutte le espressioni che si riferiscono alla stessa entità in un testo), e l'altro basato su LLM, in particolare Gemini. Per quanto riguarda l'uso di Gemini, abbiamo adottato due approcci diversi per l'inserimento dei prompt. Il prompt semplice,

⁴<https://chat.openai.com/>

⁵<https://ai.meta.com/llama/>

denominato Zero-Shot prompt (ZS), che consiste in una richiesta basilare senza ulteriori suggerimenti per guidare il modello. Il secondo approccio, denominato Few-Shot prompt (FS), consiste nel fornire al modello alcune informazioni aggiuntive come contesto ed esempi. I due approcci sono indicati come Gemini-ZS e Gemini-FS, rispettivamente.

Entrambi i metodi, NLP e LLM, hanno prodotto un insieme di triple che rappresentano i Task del BP. Si è quindi proceduto alla valutazione comparata dei risultati, utilizzando il giudizio umano. I risultati sperimentali mostrano che lo strumento NLP ha prodotto alcune triple non rilevanti per il nucleo della BPKB (ad esempio, <customer, to use, web-site>) ed omesso triple rilevanti (ad esempio, <shop, to receive, order>, <shop, to produce, dough>). Rispetto al NLP, l'approccio basato su LLM con un prompt semplice (Gemini-ZS) produce più triple, ma anche in questo caso alcune di esse non sono rilevanti per il processo aziendale (ad esempio, <customer, to connect, web-site>). Per evitare queste triple non rilevanti rispetto al BP, abbiamo usato un prompt più raffinato (Gemini-FS) che si è rivelato più efficace. Per motivi di spazio mostriamo in Tabella 2 solo un estratto delle triple risultanti da NLP (SpaCy) e LLM con il prompt engineering (Gemini-FS), confrontandole con il giudizio umano.

SpaCy	Gemini-FS	Giudizio Umano
<customer, to fill in, order>	<customer, to fill in, order>	<customer, to fill in, order>
<customer, to submit, order>	<customer, to submit, order>	<customer, to submit, order>
<customer, to use, web-site>	-	-
-	<shop, to receive, order>	<shop, to receive, order>
<shop, to fulfill, order>	-	-
-	<shop, to produce, dough>	<shop, to produce, dough>
-	<shop, to bake, pizza>	-
...

Tabella 2: Task ottenuti mediante SpaCy e Gemini-FS confrontati con il giudizio umano (un estratto)

Come si può notare in Tabella 2, abbiamo un falso positivo in corrispondenza ad una cella del giudizio umano vuota, un falso negativo quando una cella del giudizio umano piena corrisponde a una cella vuota dell'approccio NLP o LLM. La valutazione finale dei vari approcci, confrontati con il giudizio umano, ha riportato i valori per Precision, Recall e F1-score mostrati in Tabella 3.

Tool	Precision	Recall	F1-score
SpaCy	0.62	0.83	0.71
Gemini-ZS	0.65	0.92	0.76
Gemini-FS	0.86	1.00	0.92

Tabella 3: Valutazione degli approcci adottati in termini di Precision, Recall e F1-score

5. Conclusioni

Questo lavoro propone l'uso di tecnologie della conoscenza nell'attività di BPA, seguendo la metodologia BPA Canvas. La metodologia BPA Canvas suggerisce di procedere in modo sistematico, producendo artefatti di conoscenza che popolano progressivamente la BPKB. I primi artefatti di conoscenza sono descrizioni testuali non tecniche della realtà osservata, come Signature, Statement e User Stories (non riportate), seguiti da quelli più strutturati le cui nozioni sono state formalizzate, tra cui i Task che hanno una importanza centrale.

Sebbene il BPA Canvas fornisca una guida importante per l'analista, l'analisi di processi di business rimane un compito impegnativo che richiede una profonda comprensione della realtà aziendale. Il contributo chiave di questo lavoro è quello di proporre un supporto semi-automatico all'analista, in grado di estrarre un insieme di artefatti di conoscenza del nucleo della BPKB a partire dalle descrizioni testuali del processo aziendale.

Per raggiungere il nostro obiettivo abbiamo considerato due diversi strumenti: SpaCy, basato su consolidate tecniche di NLP, e Gemini, basato sulla tecnologia emergente degli LLM. Entrambi sono stati applicati a diversi esempi di processi aziendali, qui sono stati illustrati i risultati relativi all'esempio di una pizzeria con consegna a domicilio. Confrontando i risultati dei due approcci rispetto al giudizio umano, gli esperimenti confermano che Gemini, quando istruito con una richiesta più articolata, cioè Few-Shot prompt, supera sia l'approccio basato su NLP, sia quello di Gemini con un prompt semplice, Zero-Shot prompt.

Nel futuro, si prevede di includere lo sviluppo di un agente intelligente, implementato come un LLM personalizzato, ad esempio basato su GPTs⁶, per agire come assistente personale che affianchi l'analista di BP [9]. Un'altra linea di ricerca riguarda l'applicazione di strumenti automatici per la costruzione delle restanti sezioni di una BPKB, ad esempio UML Class Diagram e Ontology.

Bibliografia

- [1] Vergidis K, Tiwari A., Maieed B. *Business process analysis and optimization: Beyond reengineering*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews. 38(1):69 – 82. 2008
- [2] Vidgof M, Bachhofner S, Mendling J. *Large language models for business process management: Opportunities and challenges*. In: Di Francescomarino C, Burattin A, Janiesch C et al., editors. Business Process Management Forum; Cham. Springer Nature Switzerland, 107–123, 2023.
- [3] De Nicola, A., Formica, A., Mele, I., Missikoff, M., Taglino, F. (2023). A Knowledge-Based Approach to Business Process Analysis: From Informal to Formal. In: Strauss, C., Amagasa, T., Kotsis, G., Tjoa, A.M., Khalil, I.

⁶<https://openai.com/blog/introducing-gpts>

(eds) Database and Expert Systems Applications, Lecture Notes in Computer Science 14146, DEXA 2023.

[4] Naggar R. *The Creativity Canvas: A Business Model for Knowledge and Idea Management*. Technology Innovation Management Review 5(7):50-58. 2015

[5] Sintoris K, Vergidis K. *Extracting business process models using natural language processing (NLP) techniques*. Vol. 1. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 19th IEEE Conference on Business Informatics (CBI) 135-139, 24-27 July 2017.

[6] Honnibal M., Montani I., Van Landeghem S., Boyd A. *spaCy: Industrial-strength Natural Language Processing in Python*. DOI: 10.5281/zenodo.1212303. 2020.

[7] Dumas M, Fournier F, Limonad L, et al. AI-augmented business process management systems: A research manifesto. ACM Trans Manag Inf Syst., 14(1), 2023.

[8] Wahidur RSM, Tashdeed I, Kaur M, et al. *Enhancing zero-shot crypto sentiment with fine-tuned language model and prompt engineering*. IEEE Access 12:10146–10159, 2024.

[9] Chambers AJ, Stringfellow AM, Luo BB, et al. *Automated business process discovery from unstructured natural-language documents*. In: Del R'io Ortega A, Leopold H, Santoro FM, editors. Business Process Management Workshops; Cham. Springer 232-243, 2020.