

Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "TULLIO LEVI-CIVITA"

CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA



Realizzazione a microservizi di una
applicazione di process mining per il
filtraggio degli eventi

Tesi di laurea triennale

Relatore

Prof. Tullio Vardanega

Laureando

Fontolan Carlo

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

Sommario

Il presente documento descrive il lavoro svolto durante il periodo di stage, dalla durata di circa trecentoquaranta ore, del laureando Carlo Fontolan presso l'azienda *Siav S.p.A.* Lo studente vuole descrivere con riflessioni critiche e oggettive quanto appreso e maturato dal punto di vista professionale e delle competenze in tutto l'arco di durata dello stage. In primo luogo era richiesto lo sviluppo di una libreria di filtraggio in abito process mining, che verrà poi inserita all'interno di una architettura a microservizi. In secondo luogo, è stata richiesta la riscrittura di alcune sezioni di un loro vecchio prodotto, in cui la libreria sopradescritta farà da protagonista, per quanto riguarda la sezione di filtraggio. Le caratteristiche richieste dall'azienda proponente erano che il prodotto fosse idoneo a girare su *cloud* e che fosse costituito da un'architettura a microservizi e sviluppato con *framework* all'avanguardia. Siccome in corso d'opera sono sorte alcune criticità in merito allo sviluppo della libreria, in accordo con il tutor aziendale, abbiamo deciso di rinegoziare alcuni requisiti andando ad eliminare la sezione riguardante il *back-end*, facendo spazio ad uno *stub* in modo da poter osservare il comportamento dell'interfaccia, soddisfacendo così gli obiettivi sia a livello aziendale che personale.

Organizzazione del testo

Qui di seguito sono elencate le principali tematiche che andrò ad affrontare all'interno della relazione finale suddivise in quattro capitoli:

Il primo capitolo illustra il contesto organizzativo e produttivo dell'azienda in cui ho effettuato lo stage.

Il secondo capitolo va ad illustrare le tematiche che *Siav* ha inteso affrontare tramite l'attività che mi è stata proposta, in relazione alla strategia aziendale.

Il terzo capitolo andrà a spiegare le principali attività svolte durante tutto l'arco dello stage.

Il quarto capitolo andrà ad effettuare una valutazione complessiva sull'attività svolta mettendola in relazione con l'ambiente universitario.

Convenzioni tipografiche

- * I termini in lingua diversa dall'italiano sono stati posti in corsivo per segnalarne il proprio uso intenzionale.
- * I termini che possono presentare un significato non banale saranno riportati alla fine del documento nella sezione del glossario.
- * Ogni immagine o tabella presente all'interno di tale relazione che non sarà stata prodotta direttamente dal sottoscritto, verrà integrata con la propria fonte.
- * I titoli o le intestazioni dei paragrafi iniziano con la lettera maiuscola.
- * Per poter garantire una corretta paginazione, le pagine di intestazione dei capitoli avranno numero di pagina dispari.

Ringraziamenti

Innanzitutto, vorrei esprimere la mia gratitudine al Prof. Tullio Vardanega, relatore della mia tesi, per l'aiuto, la pazienza ed il sostegno fornitomi durante la stesura del lavoro.

Desidero ringraziare i miei genitori per il loro sostegno e per essermi stati vicini in ogni momento durante gli anni di studio non facendomi mai mancare il loro supporto.

Ringrazio i miei parenti più stretti che mi hanno sempre stimolato a dare il meglio di me.

Desidero ringraziare infine i miei amici, ed i colleghi per tutti questi anni passati insieme e per tutte le esperienze vissute.

Padova, Dicembre 2019

Fontolan Carlo

Indice

1	Il contesto aziendale	1
1.1	L'azienda	1
1.2	Clientela rivolta a Siav	2
1.3	Processi aziendali	2
1.3.1	Metodologie di sviluppo	2
1.3.2	Strumenti di supporto	3
1.3.3	Ambienti di sviluppo	4
1.4	Tecnologie utilizzate	4
1.4.1	<i>Front-end</i>	4
1.4.2	<i>Back-end</i>	4
1.5	Propensione all'innovazione	5
2	Lo stage nella strategia aziendale	7
2.1	Vantaggi aziendali	7
2.2	Introduzione al <i>Process mining</i>	7
2.3	Introduzione al progetto	8
2.3.1	Progettazione libreria in relazione all'architettura finale	9
2.3.2	Progettazione interfaccia <i>front-end</i>	9
2.4	Pianificazione del progetto	10
2.5	Aspettative aziendali	11
2.5.1	Vincoli	12
2.6	Aspettative personali	14
3	Resoconto dello stage	15
3.1	Studio preliminare	15
3.1.1	<i>Process mining</i>	15
3.1.2	Angular e <i>typescript</i>	15
3.2	Analisi dei requisiti	16
3.2.1	Libreria	16
3.2.2	<i>Front-end</i>	18
3.2.3	<i>Stub</i>	18
3.3	Progettazione	19
3.3.1	Libreria	19
3.3.2	<i>Front-end</i>	19
3.3.3	<i>Stub</i>	20
3.4	Codifica	21
3.4.1	Libreria	21
3.4.2	<i>Front-end</i>	22

3.4.3	Stub	22
3.5	Verifica e validazione	22
3.6	Risultati raggiunti	23
3.7	Visione d'insieme	23
4	Valutazione retrospettiva	25
4.1	Soddisfacimento obiettivi	25
4.2	Conoscenze acquisite	25
4.2.1	Dominio del <i>process mining</i>	25
4.2.2	Angular	26
4.2.3	<i>Websocket</i>	26
4.2.4	Ambiente lavorativo	26
4.3	Relazione tra lavoro e università	26
	Bibliografia	29

Elenco delle figure

1.1	I prodotti offerti da Siav (https://tinyurl.com/sm45xtu)	1
1.2	Ciclo di vita della metodologia Agile (https://tinyurl.com/tkqyaww)	3
1.3	Diagramm illustrativo sul funzionamento di RabbitMQ (https://www.ionos.it/digitalguide/siti-web/programmazione-del-sito-web/rabbitmq/)	5
2.1	Come viene rappresentato graficamente un log degli eventi http://mlwiki.org/index.php/Process_Mining	8
2.2	Illustazione della differenza tra chiamate sincrone ed asincrone	10
2.3	Illustazione semplificata di un'architettura server cloud (https://www.volico.com/services/cloud-hosting/)	11
2.4	Diagramma di gantt relativo alle attività di stage	13
2.5	Illustrazione semplificata di <i>Daily Meeting</i> (https://tinyurl.com/ub822u3)	13
3.1	Ciclo di vita della gestione dei processi https://lanalabs.com/en/what-is-process-mining-bpm/	16
3.2	Package manager di ProM 6.x http://www.promtools.org/doku.php?id=gettingstarted:installation	17
3.3	Diagramma dei package dello standard OpenXes (http://www.xes-standard.org/openxes/start)	18
3.4	Ciclo di vita di una connessione tramite websocket https://radu-matei.com/blog/aspnet-core-websockets-middleware/	19
3.5	Mockup ottenuto per l'interfaccia riguardante il filtraggio per performance	20
3.6	Differenza tra una chiamata websocket ed una http https://www.wikitechy.com/tutorials/socket/differences-between-websockets-and-ajax	21
3.7	Struttura della richiesta di filtraggio inviata al server tramite canale websocket	22

Elenco delle tabelle

2.1	Obiettivi obbligatori dello stage	11
2.2	Obiettivi desiderabili dello stage	11

Capitolo 1

Il contesto aziendale

1.1 L'azienda

Siav è una delle più importanti realtà italiane di sviluppo software e di servizi informatici specializzata nella dematerializzazione e nella gestione documentale e nei processi digitali. Dal 1989 l'azienda sviluppa soluzioni che organizzano in modo efficace i contenuti, le informazioni e i processi per aiutare diverse realtà nel loro miglioramento a livello gestionale. Presenta diverse filiali nel territorio italiano che cooperano tra loro per un fine comune. *Siav* inoltre punta molto sulla collaborazione tra aziende, in campo nazionale sia a livello pubblico che privato, ma anche a livello internazionale. Una fra tutti Microsoft. I loro servizi puntano in primo luogo, ad una miglior gestione, controllo ed automazione di tutti i principali processi aziendali; in secondo luogo, ad offrire diverse soluzioni concrete anche a singoli privati che necessitano di sistemi di gestione ed integrazione per la loro piccola realtà. Siav si colloca all'interno del mercato come una



Figura 1.1: I prodotti offerti da Siav (<https://tinyurl.com/sm45xtu>)

tra la più importanti realtà italiane a livello di *Enterprise Content Management* offrendo servizi per poter migliorare processi e gestioni aziendali spaziando da un gestore di caselle PEC, ad un applicativo di process mining denominato *Bipod*, fino ad arrivare al loro prodotto di punta: Archiflow/Sillogè: un software in continuo sviluppo, mantenuto e aggiornato da piccoli team che lavorano in sinergia per raggiungere un obiettivo comune. Archiflow/Sillogè offre una soluzione alla gestione di una cospicua mole di documenti, categorizzandoli in varie sezioni permettendone un facile reperimento.

1.2 Clientela rivolta a Siav

La maggior parte dei clienti che si affidano a *Siav* sono aziende che presentano il bisogno di automatizzarsi e migliorare i propri processi interni andando così ad incrementare la propria efficienza sotto l'aspetto lavorativo. Tali aziende sono di vario genere con diverse necessità: dal semplice ristorante per la gestione delle fatture elettroniche, ad una nota catena di supermercati per la gestione di cassetti fiscali, fino ad aziende metalmeccaniche per garantire una maggiore efficienza di propri processi interni. Per ogni settore, l'azienda è in continua ricerca di nuove opportunità e soluzioni che possano portare a miglioramenti aziendali, cercando di spaziare verso più ambienti lavorativi, allargando sempre più il proprio campo applicativo per portare verso di sé una clientela più varia. Questo ha portato l'azienda a dover standardizzare i propri prodotti in modo da poter coinvolgere una maggior porzione di clientela, per ogni settore. Siav è catalogata come *Software house* e presenta un ampio catalogo di prodotti atti a soddisfare le principali necessità organizzative e gestionali di un'azienda, sta poi al potenziale cliente valutarne l'acquisto in base alle proprie necessità.

1.3 Processi aziendali

In questa sezione sono descritti i principali processi e strumenti che ho visto utilizzare all'interno dell'azienda durante il mio periodo di permanenza, dividendoli in metodologie e strumenti.

1.3.1 Metodologie di sviluppo

L'azienda normalmente si ritrova a dover far fronte ad alcune problematiche derivate da bug, criticità o variazioni importanti di requisiti che possono essere riscontrate durante i vari processi aziendali ed incidere in modo significativo sull'andamento del processo di sviluppo. Per cercare di venire incontro a ciò l'azienda ha adottato una metodologia di tipo *Agile*, cercando di mantenere un atteggiamento flessibile rispetto ai processi e agli obiettivi fissati. Risulta quindi fondamentale l'organizzazione di incontri durante vari momenti della giornata o settimana in modo da confrontarsi sull'andamento delle attività e lo stato di avanzamento del prodotto. È consuetudine dei team di lavoro un confronto giornaliero tramite *daily meeting*, per discutere su quanto fatto durante la giornata precedente indicando le eventuali criticità riscontrate, pianificando così gli obiettivi per la giornata odierna. Ad inizio settimana invece viene organizzato un *weekly meeting* per constatare gli stati di avanzamento rispetto alla settimana precedente, per poi fissare gli obiettivi per la settimana successiva. Gli obiettivi, le attività preposte e le scadenze prefissate a livello complessivo di team vengono solitamente appese in una lavagna posta in luogo ben visibile all'interno del reparto di sviluppo, per ordine di priorità; in questo modo è quindi possibile tener sott'occhio le principali attività

programmate. Il rapporto con il cliente è di vitale importanza per *Siav*, essa infatti offre un ottimo servizio di assistenza clienti tramite il quale è possibile effettuare segnalazioni di *bug* o assistenza sui proprio prodotti.

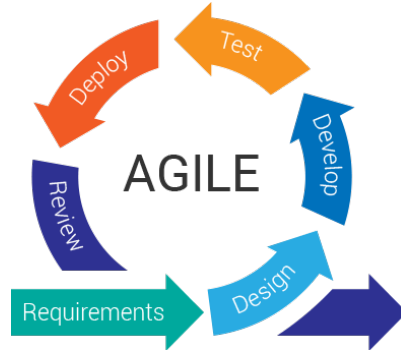


Figura 1.2: Ciclo di vita della metodologia Agile (<https://tinyurl.com/tkqyaww>)

1.3.2 Strumenti di supporto

L'azienda mette a disposizione diversi strumenti di supporto, allo scopo di gestire e tenere traccia nel migliore dei modi tutte le attività di progetto. Facendo fede alla metodologia *Agile*¹, la maggior parte degli strumenti servono a gestire tutti gli aspetti che riguardano il codice. Viene utilizzato *TFS*², uno strumento di *Microsoft* per la gestione delle principali attività di progetto che offre un set di strumenti per la collaborazione. Tra le principali funzionalità offerte sono presenti: gestione del repository tramite tecnologie Git o *TFVC*³, gestione dei requisiti e strumenti di *build* automatizzati. Tale strumento aderisce in maniera completa alle tecniche *agile*, andando quindi ad integrarsi in modo solido all'interno della realtà lavorativa. Per quanto riguarda il tracciamento delle attività viene utilizzato *Evernote*⁴: un software che permette la scrittura e la condivisione di note all'interno di un gruppo di utenti. Così facendo ogni membro del team di sviluppo ha sotto controllo ogni attività svolta dagli altri membri. Un ulteriore strumento utilizzato per il tracciamento delle attività è *Google Docs*. Tramite quest'ultimo è possibile assegnare attività a tutti i membri che possiedono i privilegi per accedere al documento in questione. Solitamente i task assegnati presentano una struttura semplice: la data di creazione, la possibilità o meno di menzionare direttamente l'interessato a cui risulta assegnato il task ed un casella di risposta per poter descrivere la sua effettiva terminazione, oppure un messaggio di testo di altro genere, che solitamente indica le problematiche per cui il task non è stato possibile risolverlo. *Google Docs*⁵ non è l'unico strumento di *ticketing* che utilizza l'azienda ma è stato quello che ho potuto visionare durante il periodo di stage. Per poter garantire una cooperazione efficiente tra tutto il personale viene spesso utilizzato *TeamViewer*: un software per il controllo e la gestione di altre macchine da remoto, in questo modo è possibile raggiungere un buon grado di cooperazione tra il personale dell'azienda, pur trovandosi in filiali diverse. Tale metodologia viene spesso

¹ Agile: https://it.wikipedia.org/wiki/Metodologia_agile.

² TFS: https://en.wikipedia.org/wiki/Azure_DevOps_Server.

³ TFVC: <https://docs.microsoft.com/it-it/visualstudio/mac/tf-version-control?view=vsmac-2019>.

⁴ Evernote: <https://evernote.com/>.

⁵ Google Docs: <https://docs.google.com/>.

utilizzata anche all'interno dell'area di *testing* per fornire assistenza immediata ai clienti.

1.3.3 Ambienti di sviluppo

Per poter mantenere una buona qualità dei processi di sviluppo all'interno dell'azienda è di fondamentale importanza la suddivisione dei reparti. Ogni reparto ha la sua mansione specifica per ogni singolo prodotto offerto da *Siav*. Oltre a questo tipo di suddivisione, è presente anche una distinzione per ruolo all'interno di ogni specifico prodotto, andando a distinguere le aree sviluppo *front-end* e quella *back-end* da quelle di *testing*, con il supporto costante dei sistemisti che permettono il corretto svolgimento di ogni singolo processo.

1.4 Tecnologie utilizzate

Le tecnologie utilizzate dell'azienda per la realizzazione dei propri prodotti sono fondate principalmente sulla possibilità di un utilizzo tramite *Cloud*, dedicandosi principalmente sullo sviluppo di *Webapp*; dovendo fornire servizi di tipo gestionali e organizzativi l'azienda si trova spesso a dover far fronte alla gestione dei cosiddetti *BigData*: fattore cruciale per *Siav* che interessa la maggior parte dei propri prodotti. Per far fronte a tali problemi l'azienda utilizza tecnologie innovative e all'avanguardia. Quest'ultime possono essere raggruppate in due macrocategorie: *Front-end* e *Back-end*.

1.4.1 *Front-end*

Da quel che ho potuto constatare durante l'attività di stage, per quanto riguarda lo sviluppo web lato *client* viene utilizzata prevalentemente la piattaforma *Angular*⁶. Quest'ultima è ideale per lo sviluppo di *webapp* multiplatforma, offrendo diverse funzionalità allo sviluppatore, potendosi adattare a svariate tipologie di architetture. Tramite il consistente numero di componenti prefabbricati presenti in rete e una vasta gamma di funzionalità e servizi disponibili, è possibile sviluppare un'interfaccia *front-end* solida e di qualità, soddisfacendo nel miglior modo possibile le aspettative del cliente. Un'altro aspetto fondamentale di tale *framework* è la possibilità di essere utilizzato su più dispositivi, non restringendo quindi il campo applicativo di *Siav* al solo *Desktop* o *Laptop* ma spaziando verso tutti principali dispositivi presenti sul mercato.

1.4.2 *Back-end*

Per quanto riguarda lato back-end vengono utilizzate molteplici tecnologie in base alle necessità che prevede il software di sviluppo; *RabbitMQ*⁷: questa tecnologia è stata pensata principalmente per un'architettura a microservizi e viene utilizzata in più prodotti all'interno dell'azienda. *RabbitMQ* viene definito come un *broker* di messaggistica: ossia un sistema che monitora la trasmissioni di messaggi tra servizi attraverso una coda in cui vengono memorizzate i messaggi prima di essere inviati. Un'altro sistema utilizzato, restando in ambito di microservizi è *Kubernetes*⁸: un sistema per la gestione di *container* che viene utilizzato dall'azienda per effettuare la duplicazione di contenitori in modo da far fronte ad una cospicua mole di operazioni e

⁶Angular: <https://angular.io/>.

⁷RabbitMQ: <https://www.rabbitmq.com/>.

⁸Kubernetes: <https://kubernetes.io/>.

richieste da parte di utenti. Per poter sfruttare al massimo l'ambiente *Cloud*, su cui *Siav* investe molte risorse, viene utilizzato *Apache Kafka*⁹: tale sistema è in grado di gestire un gran numero di operazioni in tempo reali provenienti da diversi *Client*, sia per quanto riguarda la fase di lettura che scrittura. L'azienda quindi cura molto le tecnologie che utilizza all'interno dei propri prodotti cercando di trarne il massimo vantaggio da ognuna di esse.

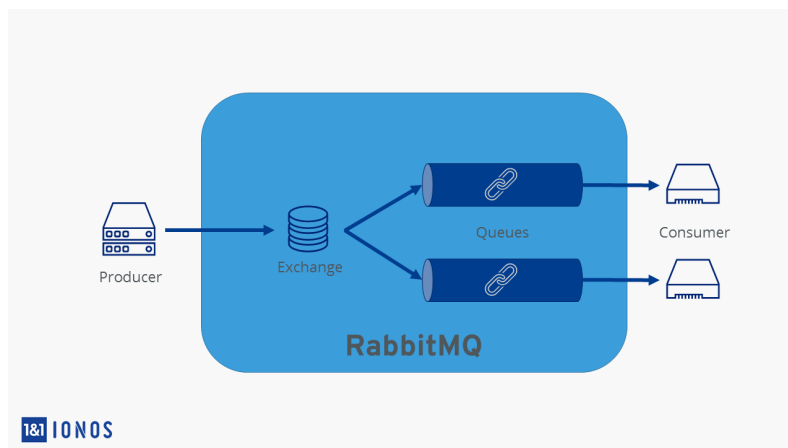


Figura 1.3: Diagramma illustrativo sul funzionamento di RabbitMQ (<https://www.ionos.it/digitalguide/siti-web/programmazione-del-sito-web/rabbitmq/>)

1.5 Propensione all'innovazione

Siav è un'azienda che fa dell'innovazione un suo punto cardine. I prodotti che offre sono costantemente aggiornati, cercando di adattarsi alle necessità del cliente. Per poter far ciò l'azienda ha messo a disposizione un servizio di *helpdesk* in modo da fornire assistenza in merito ai propri prodotti per i propri clienti. L'azienda inoltre è alla continua ricerca di nuove tecnologie per poterle integrare all'interno dei propri applicativi; è presente all'interno dell'organico un team di ricerca e sviluppo che analizza le varie piattaforme e tecnologie presenti sul mercato. Spesso e volentieri tali attività vengono contestualizzate all'interno di proposte di stage, in modo da poter osservare nel concreto se gli studi e le ricerche fatte in precedenza possano portare a benefici per i prodotti dell'azienda, facendo anche un'attenta analisi dei costi. *Siav* offre inoltre la possibilità ad altre aziende di partecipare ad eventi esplicativi per illustrare le proprie strategie future. Uno su tutti è il *tech meeting*: un evento dedicato al confronto sulle principali novità legate alle tematiche *Cloud*, *DevOps*, *Automation*, *OpenSource* ed alla condivisione dei progetti di successo realizzati grazie alle soluzioni adottate da *Siav*. Questo *format* innovativo, ha visto quest'anno la partecipazione di *Google*, portando la loro competenza e la loro visione sui temi tecnologici più innovativi. Durante questi incontri viene dedicato un approfondimento particolare per quanto riguarda le attività di ricerca e sviluppo, presentando tutte le attività ed i progetti su cui l'azienda sta investendo le proprie risorse. Tutti questi fattori fanno intendere la propensione di *Siav* verso l'innovazione e la crescita, cercando di rendere partecipe anche altre realtà aziendali.

⁹Apache Kafka: <https://kafka.apache.org/>.

Capitolo 2

Lo stage nella strategia aziendale

2.1 Vantaggi aziendali

Siav da molti anni è propensa a svolgere diverse attività di stage in collaborazione con l'Università di Padova. È in continua ricerca di nuove figure da poter inserire all'interno del loro organigramma, soprattutto per quanto riguarda studenti o neo laureati. Essendo un'azienda in forte crescita ed espansione, necessita costantemente di nuovo personale, ma soprattutto, di nuove idee e tecnologie da poter poi attuare all'interno dei propri prodotti. La maggior parte degli stage vengono avviati dal settore di Ricerca e Sviluppo proprio per soddisfare questa necessità; solitamente le attività di stage proposte comprendono un periodo di formazione iniziale per poter prendere dimestichezza con le nuove tecnologie che si andranno ad attuare, per poi metterle in pratica con il supporto costante del team. Questa sezione presente all'interno di *Siav* garantisce una costante dedizione alla ricerca, non soffermandosi a ciò che è già presente all'interno dell'azienda, ma cercando di spaziare tra più tematiche in contemporanea, procedendo all'attivazione di più stage in ambiti diversi, spaziando quindi la ricerca su più fronti. L'azienda, inoltre, avendo stipulato un cospicuo numero di *partnership* si ritrova spesso e volentieri far partecipare i propri dipendenti a diversi *meeting* o seminari per quanto riguarda lo studio e approfondimento di nuove tecnologie emergenti o di tendenza. Tali aspetti vengono poi valutati dal team tramite un studio di fattibilità per poter verificare se le tematiche affrontate possono portare qualcosa di redditizio all'interno del contesto aziendale. Quest'ultime portano *Siav* ad essere una delle realtà italiane più attive e propense alla ricerca e allo sviluppo.

2.2 Introduzione al *Process mining*

Il process mining è una tecnica di gestione dei processi attraverso il quale è possibile portare ad un miglioramento dei processi aziendali. Essi vengono analizzati attraverso particolari strutture chiamate log degli eventi. All'interno di tale struttura è presente una sequenza di eventi, che forma delle tracce. Una traccia può essere vista come un processo aziendale; un esempio utilizzato più volte è stato la produzione di un ingranaggio, individuando tutte le varie attività che si susseguono, partendo dal materiale grezzo fino ad arrivare al prodotto completo. Tramite l'analisi di tali processi

è possibile studiare le varie procedure che intercorrono all'interno della realtà aziendale, cercando di osservare le dinamiche collegate ad ogni processo, per poi migliorarle ed ottimizzarle tramite un'analisi ben fatta e tramite l'utilizzo di vari *tool* presenti sul mercato. A questo merito *Siav* ha deciso di fornire ai propri clienti un servizio che sfruttasse questi principi.

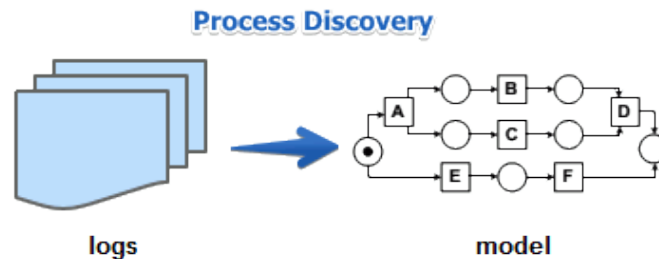


Figura 2.1: Come viene rappresentato graficamente un log degli eventi http://mlwiki.org/index.php/Process_Mining

2.3 Introduzione al progetto

Siav attraverso i numerosi progetti di stage mira ad esplorare nuove tematiche e nuove opportunità tecnologiche che possano portare ad un miglioramento dei propri prodotti. L'attività che mi è stata proposta mirava proprio al miglioramento di un loro applicativo. Visto in scala più ampia, il progetto finale risulterà una rivisitazione di *Bipod*¹, un applicativo in ambito process mining, utilizzato come gestore di processi aziendali. Tale software, risulta funzionante in ogni sua parte, anche se la sua struttura risulta poco estendibile. Per questo motivo mi è stato proposto di sviluppare una parte di esso che si andrà poi ad integrare con il nuovo applicativo, andando a rimpiazzare l'attuale esistente. Nello specifico le principali richieste a cui ho fatto fronte sono state le seguenti:

- * Sviluppo di una libreria di process mining per filtraggio su log degli eventi.
- * Sviluppo di un'interfaccia *fronted* tenendo come punto di riferimento il vecchio applicativo.
- * Scrittura di Stub per verificare il corrento comportamento dell'interfaccia di filtraggio.

La funzionalità che mi sono state proposte sono tra le più cruciali per quanto riguarda il prodotto finale, essendo la gestione dei filtri un'aspetto fondamentale nell'analisi dei processi. Per questo motivo è stato necessario investire una caspica parte di tempo a disposizione per l'attività di formazione. Tramite questo stage è stato possibile per *Siav* migliorare uno dei propri prodotti che aveva perso la sua mantenibilità, essendo stato sviluppato da un piccolo team che ora non era più presente in azienda. Oltretutto la documentazione è risultata scarsa e di difficile comprensione; è stato quindi deciso

¹Bipod: <https://www.siav.com/it/soluzioni-software/bipod-applicativo-process-mining/>.

di riscrivere l'applicativo da zero, cercando di mantenere le principali funzionalità, analizzando qualche aspetto critico che presentava la vecchia architettura e cercando un'alternativa solida basandosi su nuove tecniche e tecnologie che all'epoca non erano state prese in considerazione. Durante la prima parte dello stage l'obiettivo è quello di analizzare le funzionalità e interfaccia legate al filtraggio dei log presente nell'applicativo in modo da poter individuare tutte le possibili funzionalità disponibili all'utente. Dopo una revisione completa ed approfondita dell'applicativo ne è emerso che dal punto di vista delle funzionalità il software non aveva nulla da invidiare rispetto ai più comuni *tool* di *process mining*, presentando tutte le principali funzionalità per la modellazione di log. Dal punto di vista della sua efficienza però, le cose andavano diversamente: tutto il sistema era gestito tramite chiamate sincrone; ciò comportava la presenza di lunghi tempi di attesa per ogni operazione che l'utente intendeva effettuare. Solamente per effettuare un'operazione di filtraggio in un log della dimensione di qualche *Megabyte* era necessario un tempo di attesa che andava da 1 a 5 secondi. Il che può essere accettabile, se non fosse che in ambito *process mining*, per poter gestire di un cospicuo numero di processi, vengono analizzati log che possono essere di gran lunga più corposi e impegnativi da analizzare per il sistema. Da ciò ne è scaturita l'idea di una restaurazione dell'applicativo.

2.3.1 Progettazione libreria in relazione all'architettura finale

In seguito all'attività di analisi del vecchio applicativo, un obiettivo dello stage risiede nella progettazione di una libreria di filtraggio in grado di poter effettuare le principali operazioni di pulizia su log degli eventi. Tale libreria dovrà soddisfare alcuni requisiti fondamentali:

- * dovrà essere mantenibile nel tempo, facendo uso quindi di opportuni principi cardine della Programmazione ad Oggetti e dovrà essere documentata in modo preciso, facendo sì che chiunque la analizzi in futuro per poter effettuare alcune modifiche possa apprendere in modo chiaro e trasparente ogni sua parte e la sua struttura.
- * dovrà essere affidabile e testata in ogni sua parte tramite *Unit Test* in modo da garantire una base solida di partenza per poi contestualizzarla all'interno di un'architettura a microservizi.

2.3.2 Progettazione interfaccia *front-end*

Successivamente all'implementazione della libreria sarà necessario progettare l'interfaccia *front-end*; per quest'ultima sarà necessario avvalersi del loro vecchio applicativo *Bipod*, per poi confrontarlo con la libreria sviluppata discutendo con il tutor eventuali modifiche in caso di discrepanze. Tale interfaccia sarà rivista in modo più preciso ed approfondito una volta terminata la libreria, avendo quindi una visuale più ampia delle funzionalità offerte. Inoltre dovrà essere sviluppata con un framework ed un linguaggio più attuale rispetto al vecchio software; inoltre è stata richiesta un'interfaccia più intuitiva e semplificata che sia in grado di adattarsi a più dispositivi.

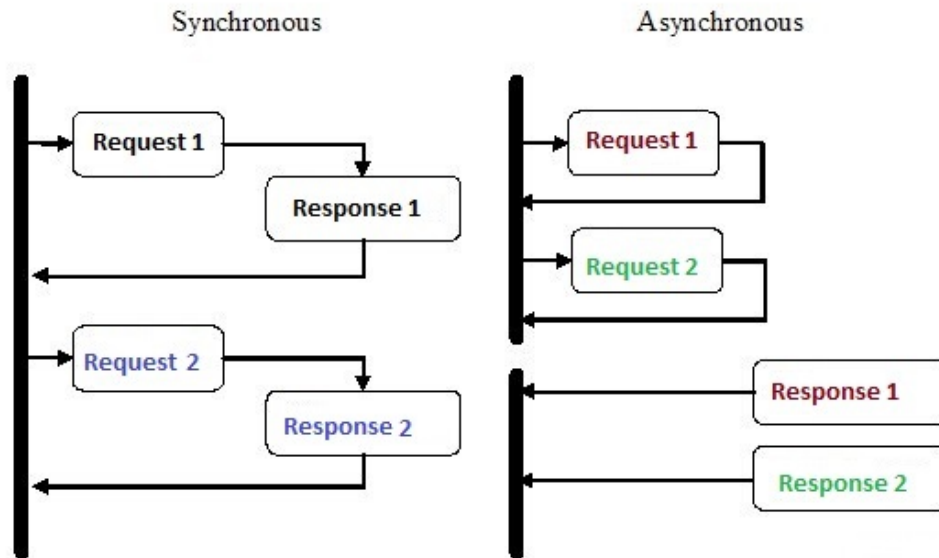


Figura 2.2: Illustrazione della differenza tra chiamate sincrone ed asincrone

2.4 Pianificazione del progetto

Durante la stesura del piano di lavoro ho discusso con il tutor tutte le principali attività che avrei dovuto svolgere nell'arco dei due mesi preposti. Tali attività, anche se in forma generica, sono state inserite nel diagramma di Gantt presente nella sezione più in basso. (Figura 2.4). Per poter entrare in maniera concreta all'interno dei processi aziendali, tramite il supporto del tutor e del team nel quale sono stato inserito, ho cercato di apprendere nella miglior maniera possibile i principi cardine dell'*Agile programming*. Non avendo mai avuto l'occasione prima d'ora di avvicinarmi a tale metodologia è stato impegnativo, ma appagante, entrare nei suoi meccanismi pratici e nelle sue dinamiche. Tuttavia sono riuscito, almeno in parte, a comprendere alcune importanti metodologie che sono state applicate durante tutto il periodo di stage. Le attività sono state tracciate tramite semplici note, condivise all'interno del team, in cui è descritta una breve cronologia di tutte le attività svolte giorno per giorno, indicando eventuali problematiche riscontrate e come sono state affrontate. La stessa metodologia è stata utilizzata per descrivere le tematiche trattate durante gli incontri di formazione e per descrivere le scelte fatte per far fronte alle diverse problematiche emerse. Per poter verificare la corretta pianificazione era prassi organizzare *Daily meeting* tra tutti i membri del team e gli stagisti presenti, in modo da potersi confrontare sullo stato di avanzamento del prodotto, discutendo di eventuali criticità riscontrate e pianificando le attività per la giornata. In questo modo era possibile avere una panoramica generale sul prodotto in maniera completa ed un'opinione sul proprio operato da parte degli altri membri, capendo così se la strada intrapresa fosse quella più corretta.

2.5 Aspettative aziendali

Al termine delle 340 ore l'azienda si aspetta di avere un libreria di filtraggio solida ed estendibile, in grado di eseguire le principali funzionalità di filtraggio all'interno di un log degli eventi, un'interfaccia *front-end* semplice ed intuitiva in grado di utilizzare tutte le funzionalità incluse all'interno della libreria e uno *Stub* per osservare il comportamento di un'interfaccia, in relazione dell'architettura finale. Il tutto deve essere pensato per un'erogazione in modalità *cloud*, pertanto le scelte architetturali dovranno tener conto di questo prerequisito. Tali attività mi hanno portato a definire i principali requisiti



Figura 2.3: Illustrazione semplificata di un'architettura server cloud (<https://www.volico.com/services/cloud-hosting/>)

con il tutor aziendale, che sono poi stati inseriti all'interno del piano di lavoro. In seguito a ciò il tutor ha individuato gli obiettivi per il progetto suddividendoli in due categorie: obbligatori e desiderabili.

Tabella 2.1: Obiettivi obbligatori dello stage

Obiettivi obbligatori
Inquadramento del problema: stesura di un documento di specifica del problema affrontato;
Analisi dei requisiti e specifiche tecniche di progettazione: stesura dei relativi documenti;
Implementazione del front-end web e dei servizi di back-end necessari a gestire le funzionalità di filtraggio degli eventi
Collaudo del sistema: il progetto deve prevedere una fase di test del software implementato, con documentazione dei risultati ottenuti

Tabella 2.2: Obiettivi desiderabili dello stage

Obiettivi desiderabili
point-and-click sul processo per inserimento di filtri sulle successioni di eventi
implementazione test front-end

2.5.1 Vincoli

I vincoli che mi sono stati posti durante la stesura del piano di lavoro possono essere raggruppati in 3 categorie:

Vincoli temporali

Rappresentano i vincoli dal punto di vista del tempo. Lo svolgimento dello stage ha avuto una durata di 340 ore. Tali ore sono state distribuite in modo uniforme durante l'arco di 9 settimane. Inizialmente sono state concordate 8 settimane, ma in seguito ad alcune criticità riscontrate in fase di sviluppo, con la conseguente negoziazione dei requisiti, sono state portate a 9; includendo quindi una settimana aggiuntiva per terminare tutte le attività concordate. Nel periodo antecedente all'inizio dello stage l'azienda ha redatto una scansione temporale delle attività su base settimanale suddivisa nel seguente modo:

- * **Settimana 1:** Studio introduttivo del Process Mining con le relative tecnologie. Studio dell'architettura di storage messa a disposizione e del framework ProM²
- * **Settimana 2:** Studio di fattibilità per la realizzazione dei moduli necessari a erogare le funzionalità di filtraggio
- * **Settimana 3-4-5:** Progettazione dei moduli di discovery del processo, visualizzazione log e filtraggio
- * **Settimana 6-7:** Implementazione del software e *deploy* su Docker³
- * **Settimana 8:** Test e sperimentazione del software

Durante tutto il periodo sopraindicato mi è stata richiesta anche una documentazione sul lavoro sintetica ma precisa, includendo una breve cronologia delle attività svolte, indicando le eventuali criticità riscontrate e specificando in che modo sono state affrontate e risolte.

Tale pianificazione è stata rinegoziata a partire dalla sesta settimana; in quanto l'architettura finale non era stata ancora ideata in modo specifico. Questo ha portato, in accordo con il tutor ad una rinegoziazione dei requisiti e quindi della attività programmate; sostituendo l'attività di *deploy* su *docker* con l'implementazione di alcuni stub in modo da poter verificare il comportamento dell'interfaccia front-end.

Vincoli metodologici

Lo stage è stato svolto presso la sede di Rubano(PD) in comune accordo con il tutor. Ciò è stato deciso con lo scopo di poter confrontarsi ed interagire in maniera sistematica ogni qualvolta ce ne fosse stato bisogno; non soltanto tramite un rapporto stagista e tutor, ma confrontandosi con altri figure presenti all'interno dell'azienda in modo da poter consolidare nuovi rapporti di tipo professionale, in modo da avere supporto aggiuntivo in caso ce ne fosse stata necessità. Oltre a ciò è stato richiesto un continuo confronto sulle attività effettuate e quelle in programma tramite alcune note di testo condivise tra il tutor ed il team di Ricerca e Sviluppo. Tali note sono poi oggetto di discussione tramite *Daily meeting*: in cui vi è un momento di confronto tra i membri del team per discutere in merito alle attività svolte e quelle in programma per la giornata.

²ProM: www.promtools.org.

³Docker: <https://www.docker.com>.

#	Attività	Settimane							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Studio introduttivo PM								
2	Studio librerie								
3	Studio di fattibilità								
4	Analisi dei requisiti								
5	Progettazione web service e GUI								
7	Implementazione del <i>software</i>								
8	Test e sperimentazione del <i>software</i>								
9	Documentazione								

Figura 2.4: Diagramma di gantt relativo alle attività di stage

Mi è stata messa a disposizione una postazione di lavoro con personal computer, connessione ad Internet ed alla rete locale con accesso al server di sviluppo, in modo da poter effettuare *deploy* di eventuali macchine virtuali necessarie allo sviluppo. Sono stati forniti una serie dati di esempio per testare quanto sviluppato, oltre a tutte le librerie necessarie allo sviluppo stesso dell'applicativo.

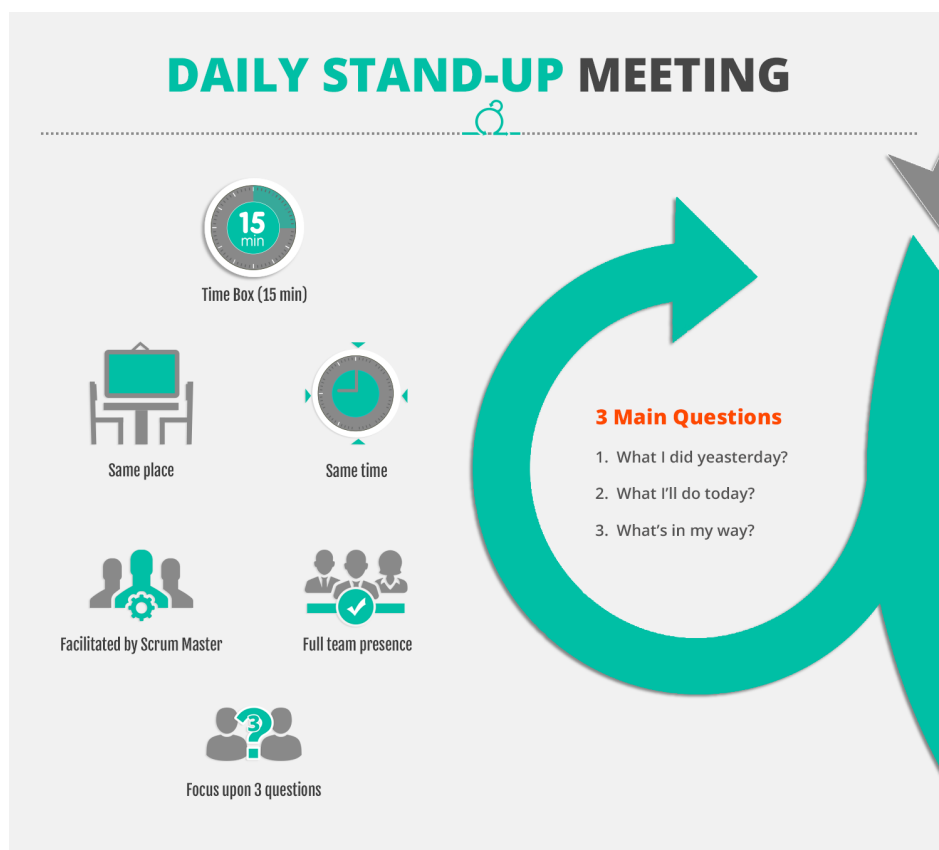


Figura 2.5: Illustrazione semplificata di *Daily Meeting* (<https://tinyurl.com/ub822u3>)

Vincoli tecnologici

Come sopra descritto l'obiettivo fondamentale per l'azienda è che l'applicativo finale fosse in grado di girare su server *Cloud*. Questo ha influito in modo significativo sui vincoli tecnologici che sono stati imposti. Innanzitutto tramite lo sviluppo di una libreria che fosse scritta in modo semplice e leggibile, per far sì che chi dovrà inserirla nell'ambiente a microservizi abbia un'idea precisa delle sue caratteristiche ed il suo funzionamento; in secondo luogo tramite la gestione dell'asincronia all'interno dell'interfaccia *front-end*, andando a gestire i messaggi in arrivo dal server, categorizzandoli e adattando il comportamento dell'interfaccia a seconda della caratterizzazione del messaggio in arrivo.

2.6 Aspettative personali

Tutte le mie passate esperienze sono riconducibili esclusivamente all'ambito accademico; l'esperienza che più mi ha avvicinato all'ambito lavorativo è stato il progetto di Ingegneria del Software; tramite il quale ho potuto constatare alcune dinamiche presenti all'interno di un contesto professionale. Per poter avvicinarmi al mondo lavorativo ho partecipato all'evento organizzato dall'Università di Padova *Stage-IT*⁴; tramite il quale ho potuto affrontare diversi incontri con realtà aziendali ben formate e strutturate. Durante la fiera ho potuto valutare diverse attività di stage tenendo in considerazione le tematiche trattate e quanto ciò potessero incidere nel mio grado di formazione. La maggior parte di esse però, non sono risultate, a mio parere, stimolanti per la mia maturità a livello professionale. Le aspettative che mi sono preposto prima dell'evento di *Stage-IT* sono state le seguenti:

- * Introduzione a nuove metodologie di lavoro.
- * Visione e apprendimento di nuove tecnologie.
- * Lavoro in modo autonomo sotto la supervisione che tutor che mi presti supporto.
- * Visione del contesto lavorativo in maniera più ampia, non legata strettamente all'attività di stage.

Successivamente a *Stage-IT* sono stato contattato da altre aziende operanti nel settore dell'informatica, ognuna delle quali mi ha proposto varie attività affrontando diversi argomenti e tecnologie. Una su tutte che mi ha colpito è stata proprio *Siav* che, attraverso le loro proposte e la loro costante dedizione in merito alla ricerca di nuove tematiche e tecnologie mi ha convinto a svolgere l'attività di stage presso la loro azienda, collocandomi proprio all'interno del team di Ricerca e Sviluppo. Ciò ha comportato un aumento delle mie aspettative di fronte a questa attività:

- * Valutare quanto possano essermi state utili le nozioni apprese durante il percorso universitario.
- * Apprendimento dei principi cardine del process mining.
- * Apprendimento sul funzionamento di un'architettura a microservizi.
- * Instaurazione di discussioni con il personale dell'azienda in modo da potersi confrontare ed avere diversi punti di vista rispetto ad alcune tematiche.

⁴Stage-IT: <http://informatica.math.unipd.it/laurea/stageit.html>.

Capitolo 3

Resoconto dello stage

3.1 Studio preliminare

In questa sezione sono descritte le principali attività svolte durante il periodo di formazione preliminare. Tale periodo è stato di fondamentale importanza per permettermi un buon grado di autonomia durante lo svolgimento di tutta l'attività di stage.

3.1.1 *Process mining*

Prima essermi inoltrato all'interno del problema, è stato necessario un periodo di formazione che ha ricoperto la durata di due settimane, durante il quale ho appreso i principi cardine del *process mining*, cercando di capire le sue dinamiche e la sua utilità all'interno di un contesto aziendale ben formato, per poter poi metterle in pratica durante la realizzazione del progetto. Tale periodo è stato caratterizzato dalla visione di videolezioni online, per spiegare l'argomento in generale, e da incontri programmati con il tutor in cui verificava il mio effettivo apprendimento. Inizialmente ho trovato qualche difficoltà durante lo studio di tali nozioni, essendo stato per me un argomento completamente nuovo; ma dopo aver compreso le sue meccaniche sono riuscito ad applicare in maniera completa i suoi principi durante tutto l'arco dello stage.

3.1.2 *Angular e typescript*

In concomitanza con il periodo di formazione sopracitato sono stati svolti alcuni studi in merito al noto *framework*, in modo da avere una buona base di partenza per poter procedere in autonomia allo sviluppo dell'interfaccia. Inizialmente, sotto consiglio del tutor, ho guardato la documentazione presente all'interno del sito di Angular, in modo da poter avere una panoramica generale. Successivamente sono stato affiancato per un breve periodo da diverse figure all'interno dell'azienda, sviluppando alcune interfacce basilari che poi mi sarebbero state utili al fine del prodotto finale, in modo da rendere più metodica ed immediata l'assimilazione delle principali strutture presenti in Angular.

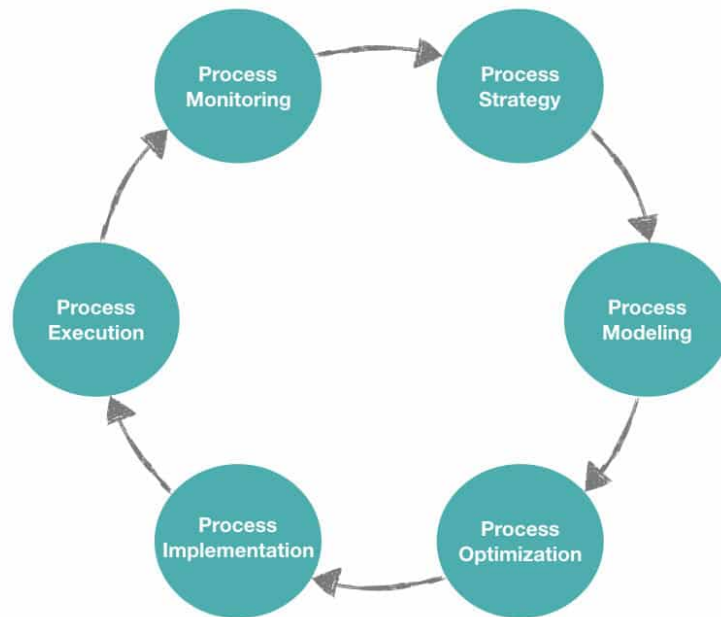


Figura 3.1: Ciclo di vita della gestione dei processi <https://lanalabs.com/en/what-is-process-mining-bpm/>

3.2 Analisi dei requisiti

Per poter tracciare i requisiti specifici necessari al compimento degli obiettivi, tramite consiglio del tutor, mi sono servito dei principali *tool di process mining* presenti sul mercato, assieme al software interno all'azienda: *Bipod*. In questo modo è stato possibile delineare una categorizzazione dei moduli di filtraggio richiesti, cercando di capire in che modo operassero nel concreto all'interno del log. Allo stesso modo sono stati tracciati ed analizzati i requisiti relativi all'interfaccia *front-end*, confrontando le interfacce del loro applicativo con altri tool presenti in rete come *ProM* e *Disco*¹. Per quanto riguarda lo *stub* implementato è stato necessario uno studio preliminare dell'architettura finale, cercando di simularne il comportamento a seguito di richieste di filtraggi.

3.2.1 Libreria

Il *tool* che mi ha permesso una maggior comprensione delle meccaniche di filtraggio, dandomi un buono spunto per l'implementazione della libreria è stato senz'altro *ProM*; data la sua struttura modulare, a cui è possibile aggiungere estensioni di vario tipo, mi è stato possibile analizzarlo a fondo tramite lo studio del proprio repository. Mentre tramite gli altri *tool* sono stato in grado di capire le dinamiche di filtraggio, tramite il repository di *ProM* ho trovato alcuni esempi di implementazioni, anche se mal documentati e poco comprensibili; quest'ultimi sono però stati fondamentali per comprendere gli standard a cui far affidamento. Nel caso della libreria, lo standard adottato è stato *OpenXES*. Quest'ultimo rappresenta la struttura del log in formato

¹Disco: <https://fluxicon.com/disco/>.

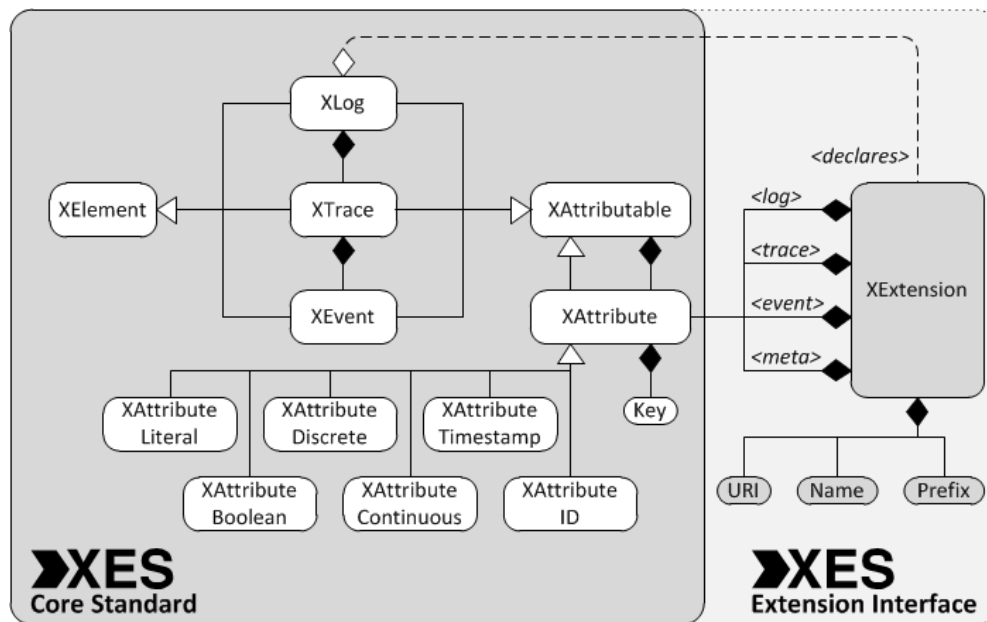


Figura 3.3: Diagramma dei package dello standard OpenXes (<http://www.xes-standard.org/openxes/start>)

3.2.2 Front-end

Per quanto riguarda i requisiti lato *front-end* mi sono basato innanzitutto sullo studio dell'attuale *tool* presente in azienda, cercando di inquadrare in modo chiaro tutte le interfacce atte allo svolgimento di operazioni di filtraggio. Dopo aver effettuato questa analisi, ho discusso a fondo con il tutor in merito ad una specifica interfaccia: quella riguardante il filtraggio sulle performance. Il vecchio applicativo presentava un'interfaccia poco intuitiva in cui non era ben chiaro nè la sua utilità, nè le sue funzionalità. È stato quindi deciso di riscrivere l'interfaccia cercando di semplificare la visualizzazione attuale, rendendo più piacevole ed intuitiva l'esperienza utente. Inoltre è stato fortemente richiesto dal tutor che l'interfaccia risultasse scalabile ed adattabile in modo da poter estendere il suo utilizzo a qualsiasi tipo di *device*. Il risultato finale sarebbe quindi stata un'interfaccia solida ed intuitiva introducendo il supporto per le comunicazioni tramite *Websocket* e la gestione dei messaggi in arrivo dal server. Sono state quindi fissate le interfacce per ogni tipologia di filtraggio presente all'interno della libreria.

3.2.3 Stub

Dopo la fase di negoziazione dei requisiti con il tutor aziendale, è stato deciso in comune accordo che la parte riguardante l'architettura del *back-end* venisse accantonata, dato il tempo limitato a mia disposizione e la sua rilevante complessità. Questo per far spazio ad uno *Stub* che andasse a simulare il comportamento dell'architettura finale a fronte di una richiesta di filtraggio per valori temporali. Tale *Stub* avrebbe dovuto comunicare con il *Client* tramite un canale *Websocket*, andando a gestire tutte le tipologie di messaggi ritornati dal server.

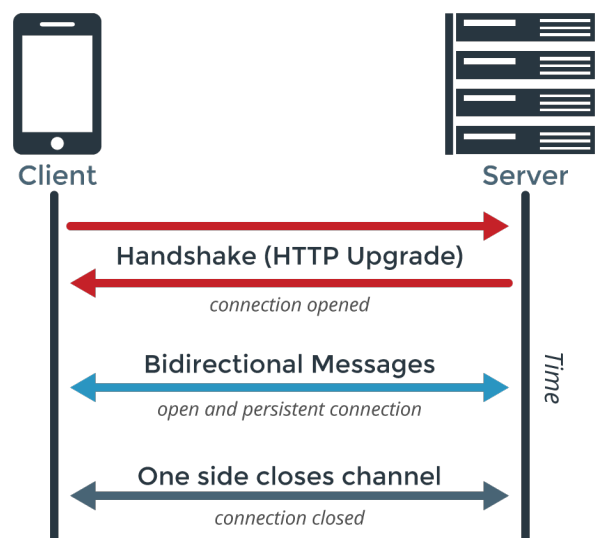


Figura 3.4: Ciclo di vita di una connessione tramite websocket <https://radu-matei.com/blog/aspnet-core-websockets-middleware/>

3.3 Progettazione

3.3.1 Libreria

Dopo aver delineato i principali requisiti da dover soddisfare sono passato alla fase di progettazione, cercando di strutturare la libreria in modo semplice, ma allo stesso tempo efficace, andando a documentare ogni singola funzionalità tramite *Javadoc*³, in modo da rendere mantenibile l'intera libreria e soprattutto renderla comprensibile ai futuri utilizzatori. È stato deciso di dividerla in più classi, ognuna di esse riguardante una tipologia di filtraggio, in modo da rendere la sua lettura più semplice ed immediata. Tutti i metodi presenti all'interno della libreria operano su tipi di dato in formato standard derivati da *OpenXES*, questo è stato un requisito fortemente richiesto dal tutor interno. Oltre alle operazioni di filtraggio sono stati inclusi altri metodi per poter effettuare degli studi preliminari sul log preso in esame, andando a catalogarlo sotto determinati aspetti che, al fine di tutto l'applicativo, risultano di fondamentale importanza. Le principali classi che comporranno la libreria di filtraggio saranno dunque sei, ossia quelle che sono state delineate tramite analisi dei requisiti. In aggiunta saranno presenti altre due classi che andranno a delineare i metodi di categorizzazione generale del log sulla base del *lifecycle* e delle varianti. All'interno di ogni classe dovranno essere presenti dei metodi pubblici a cui l'utente avrà accesso diretto ed una parte di metodi privati che saranno invocati da quelli appena descritti ed andranno ad effettuare operazioni elementari sul log in modo da poter aderire al principio *open-closed*.

3.3.2 Front-end

Per poter eseguire una fase di Progettazione trasparente rispetto ai requisiti analizzati mi sono avvalso di alcuni *mockup* tramite i quali, sotto la supervisione del tutor, mi hanno permesso di tracciare tutte le interfacce di filtraggio, andando a rispettare tutti

³Javadoc: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/tools/windows/javadoc.html>.

i requisiti preposti. Tali modelli sono stati ideati allo stesso modo con cui è stata progettata la libreria: utilizzando un *layout* a schede, dove, per ognuna di esse, è presente una tipologia di filtraggio. Un requisito che è stato fortemente richiesto da parte del tutor è stata la scalabilità dei componenti, andando ad inserire misure in percentuale ad ogni aspetto dell'interfaccia; Come per la fase di analisi dei requisiti anche in questo caso il filtraggio sulle performance ha richiesto una particolare attenzione: nel vecchio applicativo tale interfaccia era mal strutturata e non era ben chiaro all'utente che tipo di filtraggio stesse utilizzando. Ciò era dovuto ad un aspetto che prima d'ora non era stato preso in considerazione: il *lifecycle* delle attività. Questo aspetto ha portato ad una lunga discussione con il tutor ed i membri del team in merito alle scelte da adottare. Ne è emerso che sarebbe stato necessario una differente interfaccia utente in base alla tipologie di *lifecycle* presente all'interno del log. Tali metodi sono stati opportunamente implementati all'interno della libreria.

Per quanto riguarda la futura interazione con i servizi *back-end* è stato necessario avvalersi di *RxJS*⁴; una libreria sviluppata per *javascript* che presenta tutte le principali funzionalità per la gestione dei messaggi tramite canali *websocket*. Questa libreria è in grado di reperire i messaggi in arrivo tramite un gestore di *callback* che differenzia i vari messaggi e fa reagire l'interfaccia in modo diverso a seconda della tipologia in arrivo. I messaggi vengono trasmessi all'interno del canale sottoforma di file *JSON*.

The mockup shows a 'PerformanceFilter' window with three distinct filter sections, each with a title, a range selector (two numeric input fields with arrows, labeled 'min' and 'max'), a horizontal slider, and an 'Apply' button.

- Top Section:** 'Selezione filtraggio per durata di ogni traccia'. Range selector shows '0' and '0'. Slider is at the left end.
- Middle Section:** 'Filtro per durata della attività'. Includes a dropdown menu labeled 'Activity'. Range selector shows '0' and '0'. Slider is at the left end.
- Bottom Section:** 'Filtro per latenza tra due attività'. Includes two dropdown menus labeled 'Activity1' and 'Activity2'. Range selector shows '0' and '0'. Slider is at the left end.

At the bottom of the window, there is a label 'Azione sulle tracce filtrate:' followed by two checkboxes: 'mantieni' (checked) and 'escludi' (unchecked).

Figura 3.5: Mockup ottenuto per l'interfaccia riguardante il filtraggio per performance

3.3.3 Stub

Prima di poter passare alla realizzazione dello Stub è stato necessario dare una particolare attenzione all'architettura finale del *back-end*. Purtroppo, date le strette tempistiche da rispettare e le varie criticità riscontrate durante le fasi precedenti è stato possibile comprenderla solamente a livello teorico. Tale architettura si basava

⁴RxJS: <https://rxjs-dev.firebaseio.com/>.

quindi su un sistema a microservizi all'interno del quale erano presenti degli *worker* che reagivano a determinate richieste lato *client*. Nel momento in cui veniva presa in carico l'operazione, il *worker* ritornava messaggi di progresso, indicando lo stato di avanzamento dell'operazione, che andavano quindi ad aggiornare l'interfaccia. Al momento della terminazione, il servizio inviava il relativo messaggio, che andava a notificare l'utente sull'effettivo completamento dell'operazione.

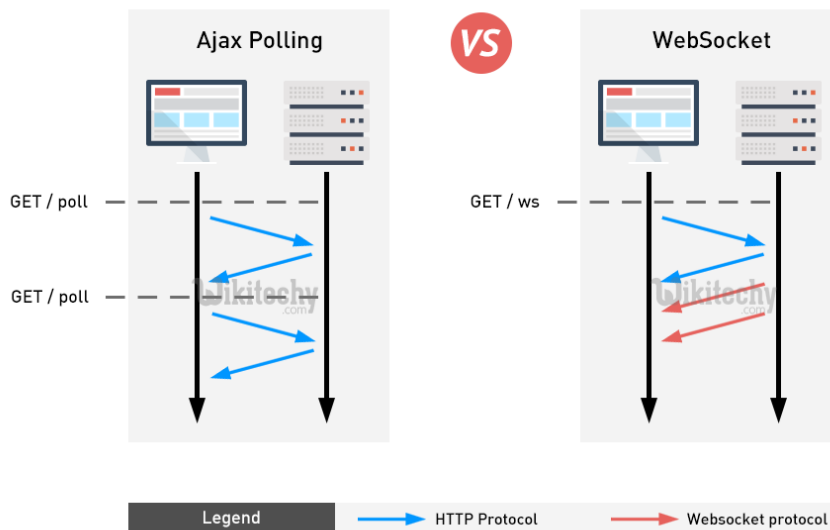


Figura 3.6: Differenza tra una chiamata websocket ed una http <https://www.wikitechy.com/tutorials/socket/differences-between-websockets-and-ajax>

3.4 Codifica

Avendo svolto una buona analisi dei requisiti seguiti da una solida progettazione, la fase di codifica non ha portato a grosse criticità. Tale processo ha influito però su alcuni aspetti che non erano stati presi in considerazione prima d'ora.

3.4.1 Libreria

Per la codifica della libreria ho seguito in modo meticoloso i punti cardine fissati durante le fasi precedenti. Le principali criticità riscontrate riguardavano l'efficienza dei metodi. Un log degli eventi può rappresentare una struttura molto grande e complessa, a tal proposito non era ben chiaro se il log filtrato, ritornato dai vari metodi, dovesse essere una copia, creando di conseguenza una cospicua occupazione di memoria. Per far fronte a ciò è stato deciso di delegare tale scelta all'architettura del *back-end*; andando a scegliere in base alla dimensione del log preso in esame quale fosse la scelta più performante. Il risultato ottenuto dopo tale processo è stata una libreria contenente sette classi, categorizzate in base alla loro utilità. Sono stati implementati nel complessivo 22 metodi pubblici e 9 privati, ognuno di essi documentato secondo lo standard *Javadoc*.

3.4.2 *Front-end*

Per poter rendere l'interfaccia limpida e trasparente all'utente è stato necessario ricercare all'interno di varie librerie presenti sul web i componenti *Angular* che si adattassero in maniera migliore rispetto alle aspettative. Ciò ha comportato ad un ingente investimento in termini di risorse, dovendo far fronte ad eventuali problematiche riscontrate dal funzionamento specifico di tali componenti. Questo ha portato ad una continua ricerca di componenti performanti, sia dal punto di vista grafico, in termini di scalabilità, sia dal punto di vista della gestione delle risorse. Per quanto riguarda l'integrazione con le connessioni tramite *websocket* è stato scelto di utilizzare una caratterizzazione univoca della richieste da inviare tramite questo canale: la struttura del messaggio ideata è stata implementata nella forma seguente:

```
{
  "operation": "stringa rappresentante il tipo di operazione",
  "id_log": "stringa che contiene l'id univoco del log",
  "id_job": "long che viene assegnato dal broker",
  "user": "stringa del nome utente che si è loggato",
  "options": [
    "lista di qualsiasi tipo di oggetto (tipicamente
      stringhe e numeri) rappresentano i valori di filtraggio"
  ]
}
```

Figura 3.7: Struttura della richiesta di filtraggio inviata al server tramite canale websocket

3.4.3 *Stub*

Lo stub non ha richiesto particolari criticità durante la sua fase di codifica, esso infatti è risultato un semplice file *python* contenente i metodi di risposta da dover ritornare al *front-end* a fronte di richieste di filtraggio. Tali messaggi dovevano poi essere interpretati dal *client* per poi reagire di conseguenza. Per la struttura dei messaggi in uscita è stato scelto un formato univoco per qualsiasi tipologia in modo da uniformarne la ricezione anche lato *front-end*.

3.5 Verifica e validazione

Sia la fase di verifica che quella di validazione è stata svolta in collaborazione con il tutor. Un fase di verifica veniva svolta, tipicamente, alla fine della settimana lavorativa, in cui venivano confrontate le attività preposte ad inizio settimana e confrontate con quelle realmente fatte, osservandone attentamente i punti fondamentale per verificare la presenza di errori o malfunzionamenti del sistema.

La fase di validazione è stata svolta durante l'ultima settimana di stage; in questa fase è stata confrontata la lista di tutte le varie attività svolte con i relativi obiettivi e requisiti concordati all'interno del piano di lavoro e rinegoziati durante il periodo successivo. Ciò ha portato alla conferma dell'effettiva terminazione delle attività in modo soddisfacente.

3.6 Risultati raggiunti

La libreria è risultata ben formata in ogni sua parte, è stato fatto un buon lavoro di copertura del codice attraverso *unit test* mediante il quale sono stati testati 27 metodi dei 31 complessivi tra pubblici e privati; questo ha permesso di raggiungere una coprtura del 87%. Ciò ha portato ad un buon grado di soddisfacimento sia da parte del tutor, sia a livello personale.

Lato *front-end* sono state effettuate alcune prove strutturali dovute al ridimensionamento dell'interfaccia. In questo modo è stato possibile constatare che l'interfaccia fosse solida e ben formata. Purtroppo, a causa di alcune limitazioni dovute all'architettura del *back-end* illustrati nei capitoli precedenti, non è stato possibile testare il suo effettivo funzionamento in ogni sua parte; pertanto mi sono concentrato esclusivamente in un'unica interfaccia di filtraggio, gestendo in maniera soddisfacente ogni suo comportamento a fronte di eventi che venivano ritornati dallo stub.

3.7 Visione d'insieme

Nel complesso tutti i processi svolti hanno avuto uno scopo ben preciso per la realizzazione del prodotto finale. La libreria ha raggiunto un buon grado di affidabilità e mantenibilità in cui sarà possibile includere eventuali funzionalità aggiuntive in maniera diretta. Il *front-end* è risultato molto solido a livello grafico, mantenendo la stessa struttura anche a fronte di ridimensionamenti consistenti. L'integrazione delle chiamate *websocket* e del relativo *stub* hanno mantenuto comunque l'interfaccia solida senza comportare alcun tipo di malfunzionamento. Ciò ha portato ad un significativo passo in avanti guardando nell'ottica dell'applicativo finale che dovrà rilasciare *Siav*.

Capitolo 4

Valutazione retrospettiva

4.1 Soddisfacimento obiettivi

Gli obiettivi concordati con il tutor in seguito alla negoziazione dei requisiti sono stati portati a termine in maniera completa, ciò ho permesso di arrivare ad un buon grado di soddisfacimento sia personale, sia da parte del tutor.

Purtroppo alcune aspettative che mi ero prefissato all'inizio dello stage non state rispecchiate a pieno. Questo è stato causato da alcune problematiche che sono sorte in corso d'opera, causando un rallentamento della attività pianificate e la conseguente rinegoziazione dei requisiti. Ciò nonostante mi ha permesso di arrivare alla fine delle attività con un notevole aumento del mio bagaglio conoscitivo, dovuto anche ad una maggior consapevolezza di saper produrre prodotti di qualità anche di fronte a problematiche che spesso accadono all'interno di analoghi contesti lavorativi. Dal punto di vista degli obiettivi aziendali, le attività svolte hanno portato ad uno stato di avanzamento sostanziale del prodotto finale, includendo tutti i principali aspetti che riguardano la pulizia del log degli eventi, andando quindi a soddisfare tutti gli obiettivi obbligatori che sono stati concordati con il tutor, indicati all'interno del piano di lavoro. Per quanto riguarda gli obiettivi desiderabili non sono riuscito a soddisfarli in maniera completa; questo perché ho dovuto affrontare numerose discussioni in merito ad aspetti riguardanti la progettazione della libreria. Ciò ha comportato un cospicuo investimento di risorse che non erano state preventivate inizialmente, andando quindi a dover trascurare alcuni aspetti marginali al fine del soddisfacimento degli obiettivi.

4.2 Conoscenze acquisite

4.2.1 Dominio del *process mining*

Prima dello stage, il dominio del *process mining* era un argomento completamente sconosciuto, ma grazie a questi due mesi trascorsi in *Siav* ho potuto comprendere le sue principali meccaniche, applicate nel concreto ad un contesto aziendale ben organizzato. Inizialmente, dopo il periodo di formazione, il concetto era molto generico e non di facile comprensione, ma tramite esempi pratici applicati al contesto aziendale ho avuto un notevole incremento delle mie conoscenze sia dal punto di vista teorico che applicativo.

4.2.2 Angular

Prima di interfacciarmi allo sviluppo di *webapp*, la mia visione di sviluppo web non si era allontanata di molto rispetto a quanto studiato durante il corso di tecnologie web svolto durante il terzo anno. Nel periodo trascorso all'interno dell'azienda ho avuto l'occasione di apprendere le principali dinamiche di sviluppo di una *webapp*, non soffermandomi quindi solo al concetto di *html* e *css*, ma integrando tali concetti con un livello di astrazione di più alto livello.

4.2.3 Websocket

Tale concetto era completamente sconosciuto prima dello stage, è stato possibile però interfacciarmi ad esso, anche se parzialmente, cercando di capirne il campo applicativo e gli eventuali vantaggi che può portare una scelta di tale protocollo di trasmissione dati. Ciò è stato possibile tramite lo sviluppo di uno *stub* che mi ha fatto intendere in maniera generica come tale protocollo vada ad interfacciarsi con le varie tipologie di richieste.

4.2.4 Ambiente lavorativo

Nel tempo trascorso presso *Siav* ho potuto osservare e partecipare ad alcune dinamiche presenti all'interno del loro contesto aziendale. Tali principi e meccanismi erano sconosciuti per me fin ad'ora, essendo sempre stato all'interno di una realtà universitaria che differiva in maniera consistente rispetto alla realtà in cui sono stato inserito. Così facendo ho potuto constatare, anche se in forma ancora molto generica, cosa comporti essere all'interno di una realtà lavorativa ben organizzata e strutturata come quella in cui sono stato inserito, includendo tutte le difficoltà, le aspettative, i processi e le tempistiche che la compongono.

4.3 Relazione tra lavoro e università

Una buona parte delle tematiche che sono affrontate all'interno della realtà aziendale da me osservate non vengono trattate all'interno del corso di studi che ho intrapreso. Ciò nonostante non ha influito sulla comprensione delle principali metodologie trattate: mi ha portato ad un miglioramento sostanziale del mio grado di formazione, consentendomi un inserimento più concreto all'interno del contesto lavorativo. Il percorso di studi da me affrontato è stato di notevole aiuto per poter apprendere alcuni aspetti in maniera sistematica e trasparente. Un esempio riguarda i principali strumenti utilizzati, alcuni erano già stati usati in maniera concreta durante la mia carriera universitaria, specialmente durante il corso di ingegneria del software; altri sono stati utilizzati per la prima volta proprio in questa esperienza. Ciò comunque non ha causato particolari complicazioni, dovute all'esperienza maturata in merito allo svolgimento di vari progetti durante il corso degli studi. Un'ulteriore tematica che ho trovato di grande aiuto durante lo svolgimento dello stage sono stati i principi della programmazione ad oggetti (OOP), tramite i quali ho potuto sviluppare una libreria solida che aderisse ai suoi principali fondamenti. Ho trovato invece una maggior difficoltà nel comprendere alcune dinamiche specifiche all'interno di un ambito lavorativo di questo genere, ciò è dovuto alla mia totale inesperienza a tal merito. Nel complesso sono soddisfatto di quanto appreso durante questa esperienza formativa, avendo aumentato in maniera cospicua il mio bagaglio di conoscenze, integrandolo con quanto già in mio possesso.

Bibliografia

Siti web consultati

Metodologia Agile: https://it.wikipedia.org/wiki/Metodologia_agile

Angular: <https://angular.io/>

Framework Angular material: <https://material.angular.io>

Bipod: <https://www.siav.com/it/soluzioni-software/bipod-applicativo-process-mining/>

Disco software: <https://fluxicon.com/disco/>

Docker: <https://www.docker.com>

Javadoc: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/tools/windows/javadoc.html>

Standard OpenXES: <http://www.xes-standard.org/openxes/start>

ProM: www.promtools.org

RabbitMQ: <https://www.rabbitmq.com/>

Libreria RxJS: <https://rxjs-dev.firebaseapp.com/>

Siav Spa: <https://www.siav.com>

Stage-IT: <http://informatica.math.unipd.it/laurea/stageit.html>

Team Foundation Server: https://en.wikipedia.org/wiki/Azure_DevOps_Server

Team Foundation Version Control: <https://docs.microsoft.com/it-it/visualstudio/mac/tf-version-control?view=vsmac-2019>