



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO**

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE DI INGEGNERIA INFORMATICA
Dipartimento di Ingegneria Gestionale, dell'Informazione e della
Produzione



ServeEasy

Progetto del corso di
Progettazione, Algoritmi e Computabilità

Prof.ssa
Patrizia Scandurra

Candidati:

Giorgio Chirico
1068142

Isaac Maffeis
1041473

Guyphard Ndombasi
1092015

Salvatore Salamone
1096149

Anno accademico 2023-2024

Indice

Elenco delle figure	3
1 Iterazione 0	5
1.1 Introduzione	5
1.2 Requisiti funzionali	6
1.2.1 Use case stories: Amministratore	6
1.2.2 Use case stories: Cliente	7
1.2.3 Use case stories: Cuoco	7
1.2.4 Use case stories: Cassiere	8
1.2.5 Priorità dei casi d'uso	8
1.2.6 Use case diagram	9
1.3 Requisiti non funzionali	11
1.3.1 Performance	11
1.3.2 Integrabilità	11
1.3.3 Modificabilità	11
1.3.4 Testabilità	11
1.3.5 Sicurezza	11
1.4 Topologia	12
1.5 Toolchain	13
1.5.1 Modellazione	13
1.5.2 Stack applicativo	13
1.5.3 Deployment	13
1.5.4 Gestore repository	13
1.5.5 Continuous Integration	13
1.5.6 Analisi statica	13
1.5.7 Analisi dinamica	14
1.5.8 Documentazione e organizzazione del team	14
1.5.9 Modello di sviluppo	14
2 Iterazione 1	15
2.1 Component Diagram	15
2.2 Algoritmo	22
2.2.1 Briefing	22
2.2.2 Organizzazione	22
2.2.3 Struttura dati	23

2.2.4	Funzione di priorità	26
2.2.5	Diagramma di flusso	29

Elenco delle figure

1.1	Diagramma dei casi d'uso	10
1.2	Topologia del sistema	12
2.1	Component diagram - ServeEasy	15
2.2	Component diagram - System	15
2.3	Component diagram - Gestione Comanda	16
2.4	Component diagram - Gestione Comanda - Infrastruttura	16
2.5	Component diagram - Gestione Comanda - Domain	17
2.6	Component diagram - Gestione Comanda - Interface	17
2.7	Component diagram - Gestione Cucina	18
2.8	Component diagram - Gestione Cucina - Infrastruttura	18
2.9	Component diagram - Gestione Cucina - Domain	19
2.10	Component diagram - Gestione Cucina - Interface	19
2.11	Component diagram - Gestione Cliente	20
2.12	Component diagram - Gestione Cliente - Infrastruttura	20
2.13	Component diagram - Gestione Cliente - Domain	21
2.14	Component diagram - Gestione Cliente - Interface	21
2.15	Strutture dati dell'algoritmo	24
2.16	Diagramma di flusso	30

Iterazione 0

1.1 Introduzione

Il sistema che si intende realizzare per il caso di studio è un software gestionale per ottimizzare la gestione delle comande di un ristorante, migliorando l'esperienza dei clienti, la produttività della cucina e l'efficacia della cassa. Il sistema si baserà sull'utilizzo di tablet, che permettono ai commensali di ordinare i piatti desiderati, inserendo eventuali note, visualizzando lo stato degli ordini e richiedere il conto in modo semplice e veloce. La cucina riceve le comande tramite una dashboard dedicata, che le ordina secondo un algoritmo di priorità basato su diversi parametri, come il tempo trascorso dall'ordinazione, la volontà del cliente, la durata di preparazione del piatto e altri fattori. La cucina può anche notificare il completamento di un ordine, che verrà visualizzato sul tablet del tavolo corrispondente. L'operatore di cassa sarà in grado di visualizzare il sommario degli ordini e stampare a schermo una ricevuta al cliente. L'amministratore del ristorante può personalizzare la configurazione delle sale e dei menu, registrare i tavoli e gli account, e visualizzare delle statistiche sulle ordinazioni effettuate. Il sistema offre anche delle funzionalità opzionali, come la possibilità di far arrivare i piatti tutti insieme al tavolo, di allegare note agli ordini in preparazione, chiedere il conto al tavolo. Il sistema si propone quindi di rendere più agile e soddisfacente il servizio di ristorazione, sfruttando le potenzialità della tecnologia e gli alti rendimenti di un algoritmo apposito.

1.2 Requisiti funzionali

I requisiti funzionali sono stati esplicitati mediante le *use case stories*, considerando come attori coinvolti nel sistema:

- Amministratore;
- Cliente;
- Cuoco;
- Cassiere.

1.2.1 Use case stories: Amministratore

L'amministratore è un responsabile di sala, col compito di configurare il software nelle fasi di setup dell'attività.

CONFIGURAZIONE DISPOSITIVI SALA

- Come amministratore, voglio poter registrare i dispositivi destinati ai tavoli dei clienti per consentire ai commensali di accedere al sistema;
- Come amministratore, voglio poter registrare i dispositivi destinati alla cucina per permettere alla cucina di gestire gli ordini;
- Come amministratore, voglio poter registrare un dispositivo destinato al cassiere affinché sia possibile elencare al cliente la comanda che ha ordinato.

LOGIN/LOGOUT

- Come amministratore, voglio poter effettuare il log-in/log-out dal sistema.

CONFIGURAZIONE MENÙ

- Come amministratore, voglio poter effettuare una gestione del menù per visualizzare/modificare/aggiungere/eliminare portate;
- Come amministratore, voglio poter aggiungere/rimuovere/modificare gli ingredienti assegnati ad una portata per dettagliare la composizione.

1.2.2 Use case stories: Cliente

Il cliente può essere di due tipi: il cliente al tavolo, che usufruisce del dispositivo posto a disposizione dal ristorante, e il cliente da asporto, che comunica la sua ordinazione al ristorante tramite un portale sulla rete.

AUTENTICAZIONE

- Come cliente, voglio che il sistema riconosca i miei ordini così che possa elaborare le informazioni relative alla mia comanda;

VISUALIZZARE MENÙ

- Come cliente, voglio poter visualizzare il menù per decidere quale pietanza ordinare.

EFFETTUARE UN'ORDINAZIONE

- Come cliente, voglio effettuare un'ordinazione per ottenere una o più pietanze;
- Come cliente, voglio effettuare un'ordinazione personalizzando la pietanza desiderata per, ad esempio, togliere ingredienti non desiderati.

VISUALIZZARE STATO ORDINI

- Come cliente, voglio poter visualizzare lo stato di preparazione dei miei ordini per poter avere un feedback dalla cucina.

ANNULLARE UN ORDINE

- Come cliente, voglio annullare l'ordinazione di un piatto.

MODIFICARE UN ORDINE

- Come cliente al tavolo, voglio poter modificare un ordine già mandato verso la cucina per, ad esempio, precisare ingredienti da togliere, qualora l'ordine non fosse già in preparazione;
- Come cliente al tavolo, voglio poter modificare un ordine già mandato verso la cucina per, ad esempio, esigere il piatto prima (ad es., se il cliente ritiene di star aspettando troppo) o posticipare la sua preparazione.

1.2.3 Use case stories: Cuoco

Il terzo attore coinvolto è il cuoco che prepara le ordinazioni col supporto del sistema.

GESTIONE PREPARAZIONE ORDINI

- come cuoco, voglio poter gestire gli ordini effettuati dai clienti per poter eventualmente gestire la priorità di essi;
- come cuoco, voglio poter modificare lo stato di un piatto per avvertire il sistema di un'avvenuta preparazione.

VISUALIZZAZIONE LISTA ORDINI

- Come cuoco, voglio poter verificare lo stato degli ordini richiesti.

1.2.4 Use case stories: Cassiere

Il cassiere legge la comanda del cliente al fine di elencare le pietanze da lui ordinate, dettagliare informazioni annesse e calcolarne il conto.

VISUALIZZARE COMANDA

- Come cassiere, voglio visualizzare la comanda delle ordinazioni relativa a un determinato cliente per generare il conto.

GENERAZIONE CONTO

- Come cassiere, voglio poter generare il conto per un determinato cliente, per concludere la sua sessione nel sistema.

1.2.5 Priorità dei casi d'uso

Per ottimizzare il processo di sviluppo, si è deciso di categorizzare le specifiche funzionali in tabelle con tre livelli di priorità: elevata, media e bassa. Nello specifico il primo livello è assegnato alla Tabella 1.1 a cui sono attribuiti i casi d'uso essenziali per il funzionamento dell'applicazione, i casi d'uso relativi alle funzionalità aggiuntive non critiche sono stati attribuiti alla Tabella 1.2 a priorità media, mentre il livello a bassa priorità che accoglie requisiti funzionali opzionali previsti per versioni successive alla Tabella 1.3 .

PRIORITÀ ELEVATA

Codice	Titolo
UC1	Gestione comanda
UC2	Effettuare un'ordinazione
UC3	Visualizzare menù
UC4	Autenticazione
UC5	Visualizzare lista ordini
UC6	Gestione preparazione ordini

Tabella 1.1: Casi d'uso ad elevata priorità**PRIORITÀ MEDIA**

Codice	Titolo
UC7	Configurazione dispositivi sala
UC8	Gestione dispositivi
UC9	Login amministratore
UC10	Logout amministratore
UC11	Configurazione menù
UC12	Gestione dati menù

Tabella 1.2: Casi d'uso a media priorità**PRIORITÀ BASSA**

Codice	Titolo
UC13	Modifica un ordine
UC14	Annullare un ordine
UC15	Visualizza stato delle ordinazioni
UC16	Generazione conto
UC17	Visualizzare comanda

Tabella 1.3: Casi d'uso a bassa priorità**1.2.6 Use case diagram**

Dalla descrizione delle *use case stories*, è stato creato il diagramma UML dei casi d'uso in Figura 1.1, il quale è composto da 4 attori (Amministratore, Cuoco, Cassiere e Cliente che tramite ereditarietà viene ridefinito in Cliente al tavolo oppure Cliente che effettua

ordinazioni d'asporto) e 6 viste (vista amministratore, vista cucina, vista cassiere, vista cliente, vista cliente al tavolo e sistema).

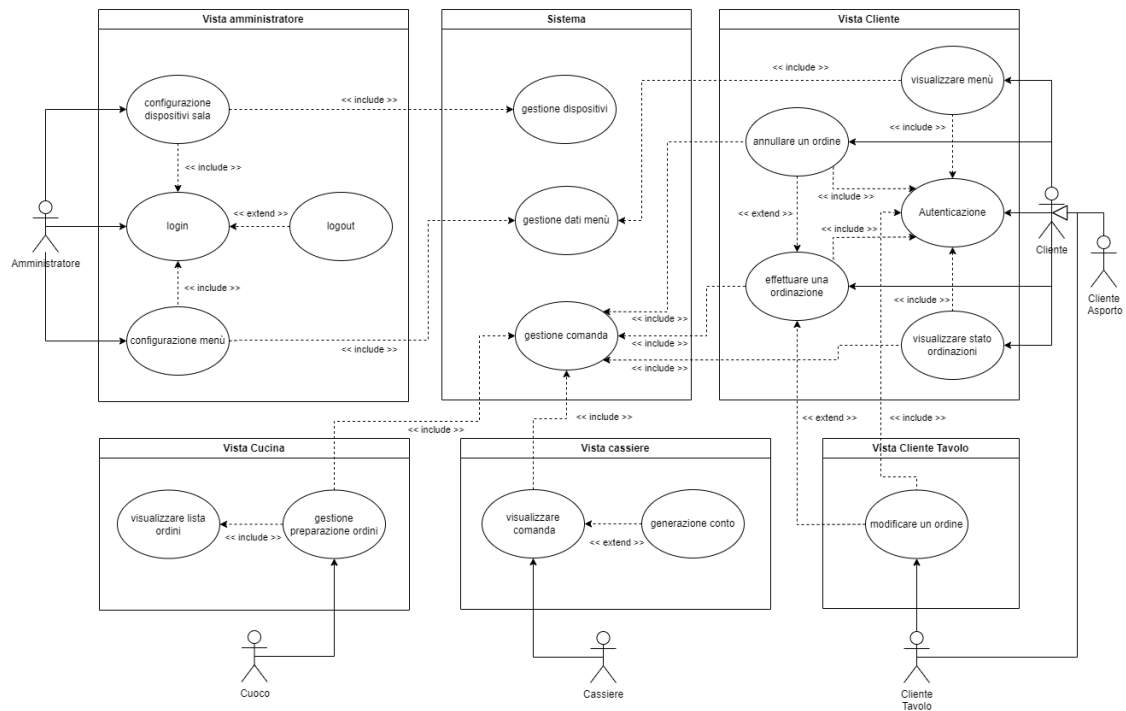


Figura 1.1: Diagramma dei casi d'uso

1.3 Requisiti non funzionali

Il progetto verrà sviluppato tenendo considerazione delle performance, integrabilità, modificabilità, testabilità e sicurezza dei componenti.

1.3.1 Performance

L'algoritmo di priorità impiegato dalla cucina per la selezione degli ordini deve fornire risultati in un tempo utile. Allo stesso tempo, gli utenti dell'applicativo web devono poter accedere e aggiornare le informazioni in un tempo accettabile.

1.3.2 Integrabilità

Ogni componente di sistema deve collaborare con gli altri componenti in modo da garantire le funzionalità previste dal sistema. Questa caratteristica è essenziale per garantire il corretto funzionamento e la coerenza dell'intero sistema.

1.3.3 Modificabilità

Il software deve facilitare l'aggiunta di nuovi componenti e funzionalità.

1.3.4 Testabilità

Ogni componente deve poter permettere la progettazione, implementazione ed esecuzione di test efficaci, in modo da garantire una massima copertura di requisiti e funzionalità.

1.3.5 Sicurezza

Il sistema deve integrare meccanismi di autenticazione ed autorizzazione degli attori, in modo da garantire la gestione delle identità, oltre alla protezione dei dati e delle API da accessi non autorizzati. Risulta dunque necessaria una distinzione dei ruoli con cui gli attori accedono al sistema.

1.4 Topologia

Per il progetto è stata adottata una topologia three-tier al fine di separare in tre livelli distinti la presentazione dei dati, la gestione dell'applicativo e la mappatura dei dati sui dispositivi di archiviazione. Come si può vedere dalla Figura 1.2 il servizio è esposto tramite un web server, al quale i dispositivi clienti accedono, tramite richiesta HTTP/REST, per mezzo di una API unificata, con funzionalità di gateway. Il web-server usufruirà di database relazionali per lo storage (Data Layer), mentre sarà supportato da un database in-memory H2 (Application Layer) per avvantaggiarsi di una ridondanza dati, allo scopo di aumentare le performance lato client.

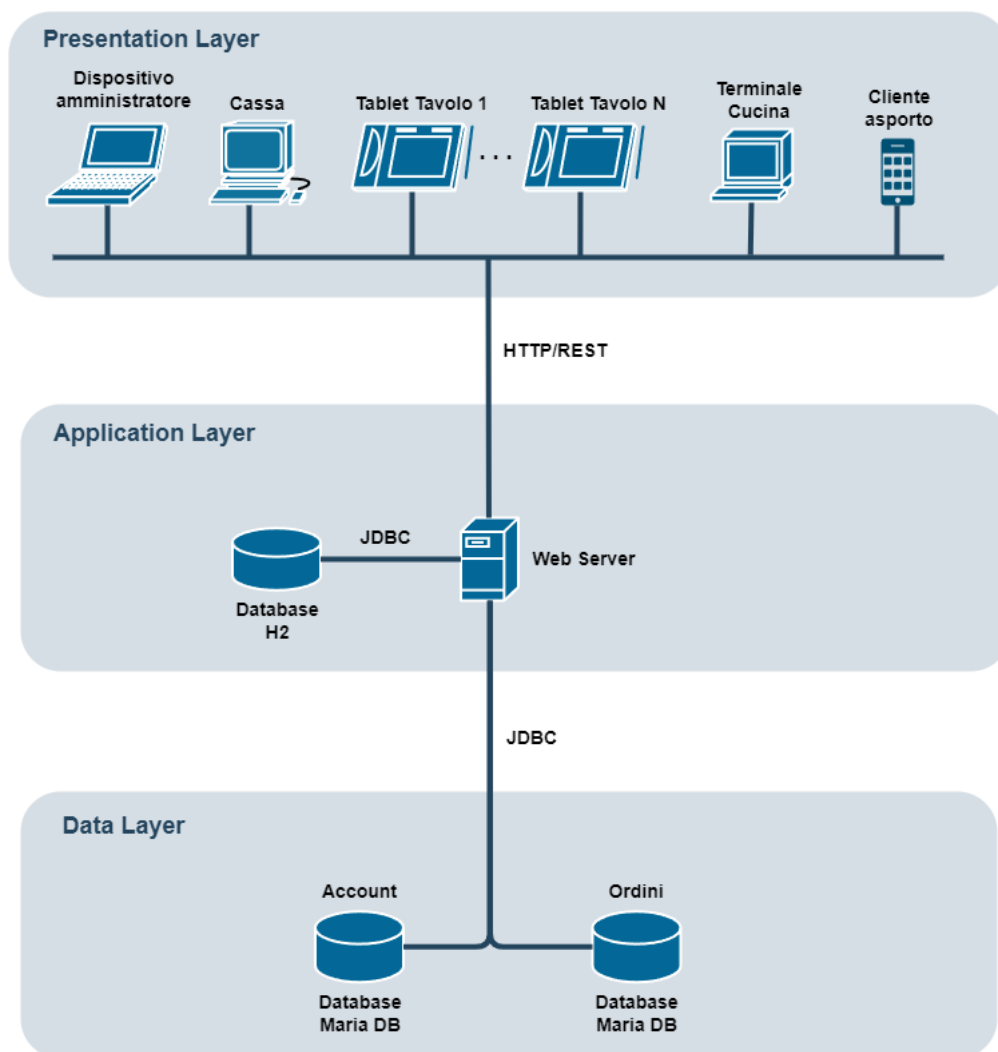


Figura 1.2: Topologia del sistema

1.5 Toolchain

Di seguito è presentata la toolchain utilizzata per lo sviluppo del progetto software

1.5.1 Modellazione

- draw.io: casi d'uso e topologia;

1.5.2 Stack applicativo

- Angular.js: front-end;
- Java Spring Boot 3.x.x: back-end;
- MariaDB: database per l'archiviazione;
- H2: database in-memory per rendere più efficiente l'estrazione dei dati;

1.5.3 Deployment

- Docker: piattaforma per container virtuali;
- Docker Compose: gestione app multi-container;

1.5.4 Gestore repository

- Git: Controllo versione per codice sorgente;
- GitHub: Piattaforma hosting e collaborativa per progetti Git;

1.5.5 Continuous Integration

- Maven: gestore di progetti e dipendenze Java;
- GitHub Action: piattaforma di automazione per repository GitHub;
- Jenkins: strumento di automazione per sviluppatori;

1.5.6 Analisi statica

- CodeMR su JetBrains: visualizzazione di alto livello di metriche qualitative del codice;

1.5.7 Analisi dinamica

- Postman: strumento per testare API e servizi;
- Garfana: analisi delle performance della rete di microservizi;
- JUNIT: framework per test unitari Java;

1.5.8 Documentazione e organizzazione del team

- Google Drive: servizio cloud per archiviazione;
- Documenti condivisi di Google: per elaborare la documentazione in modo condiviso;
- L^AT_EX: generazione documentazione;
- Microsoft Teams: per organizzazione e meeting;

1.5.9 Modello di sviluppo

Il modello adottato segue la filosofia AGILE, con enfasi sui seguenti aspetti-chiave:

- pair programming, per favorire creatività e controllo del lavoro prodotto;
- orientamento al risultato, con enfasi maggiore sulla generazione di codice funzionante e componenti completi prima della relativa documentazione;
- rapidità di risposta ai cambiamenti;
- collaborazione attiva col cliente, al fine di incontrare le sue necessità, garantire trasparenza e fornire feedback tempestivo sul lavoro di progetto;
- Proattività nell'identificazione e mitigazione dei rischi.

Iterazione 1

Nella Iterazione 1 si sono presi in considerazione i casi d'uso a più alta priorità focalizzandosi principalmente sullo sviluppo dell'architettura software e algoritmo.

2.1 Component Diagram

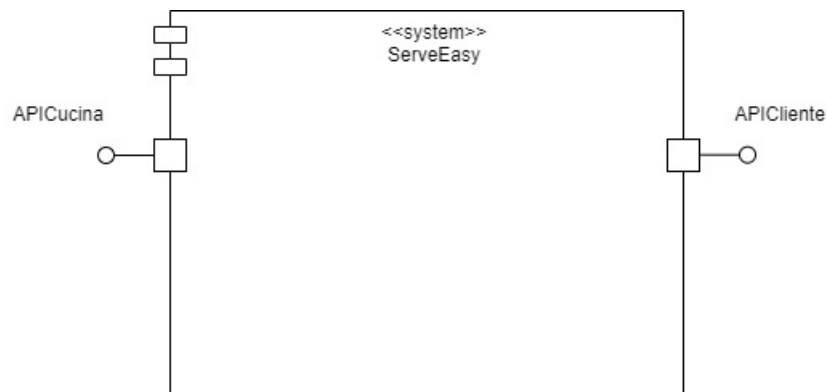


Figura 2.1: Component diagram - ServeEasy

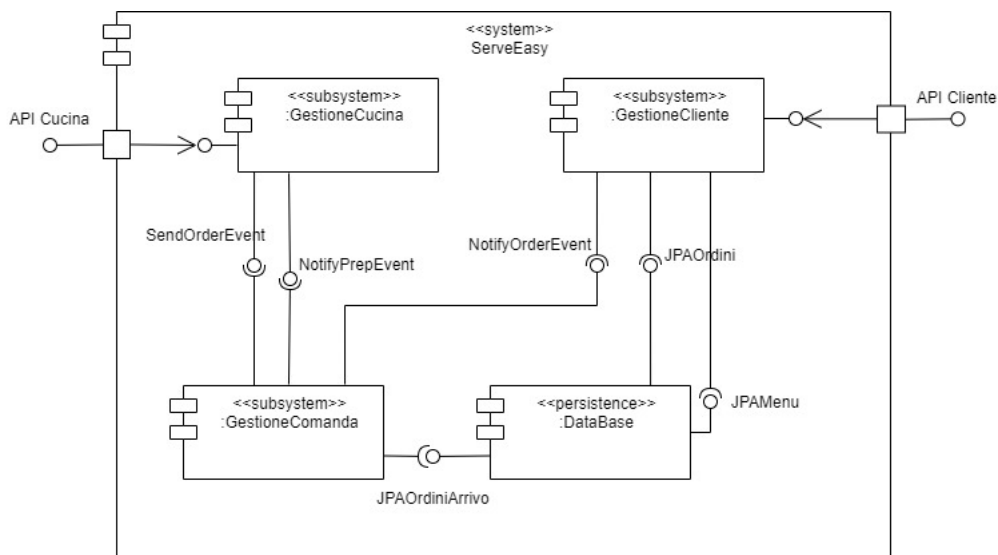


Figura 2.2: Component diagram - System

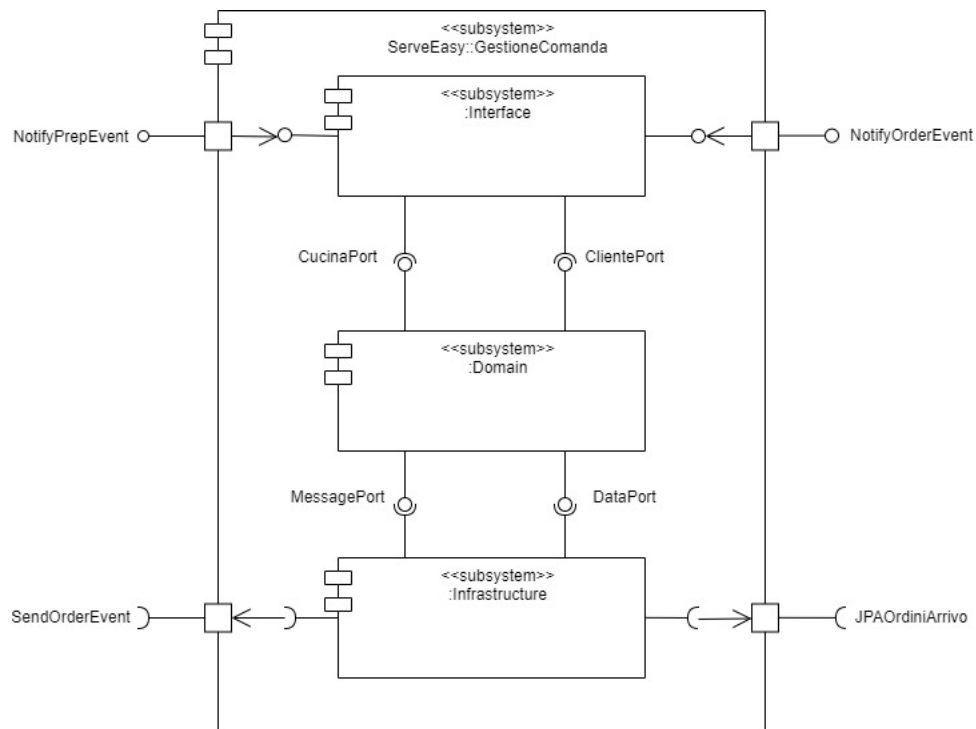


Figura 2.3: Component diagram - Gestione Comanda

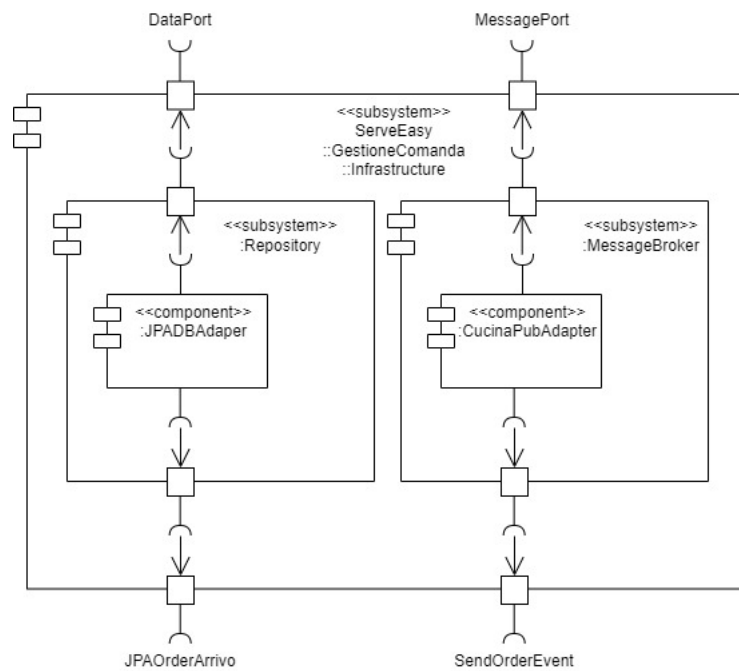


Figura 2.4: Component diagram - Gestione Comanda - Infrastruttura

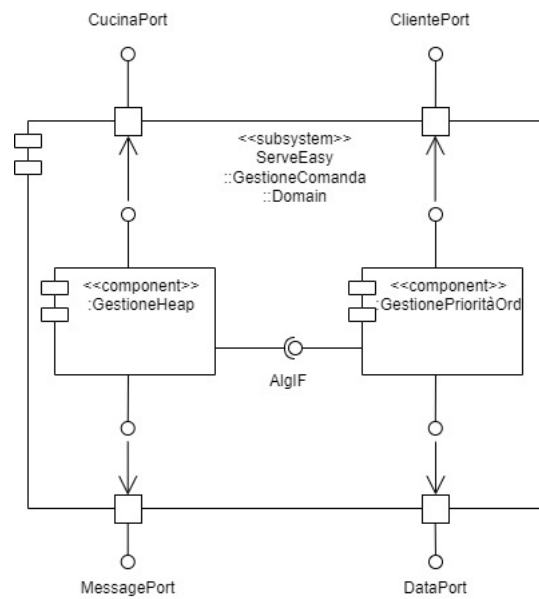


Figura 2.5: Component diagram - Gestione Comanda - Domain

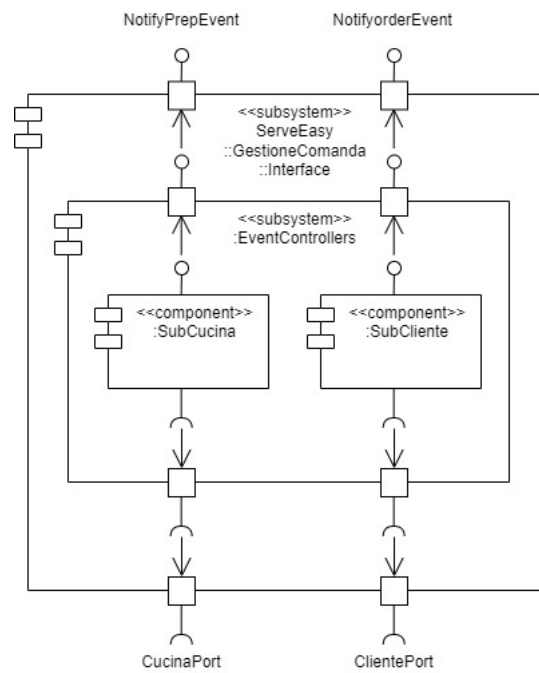


Figura 2.6: Component diagram - Gestione Comanda - Interface

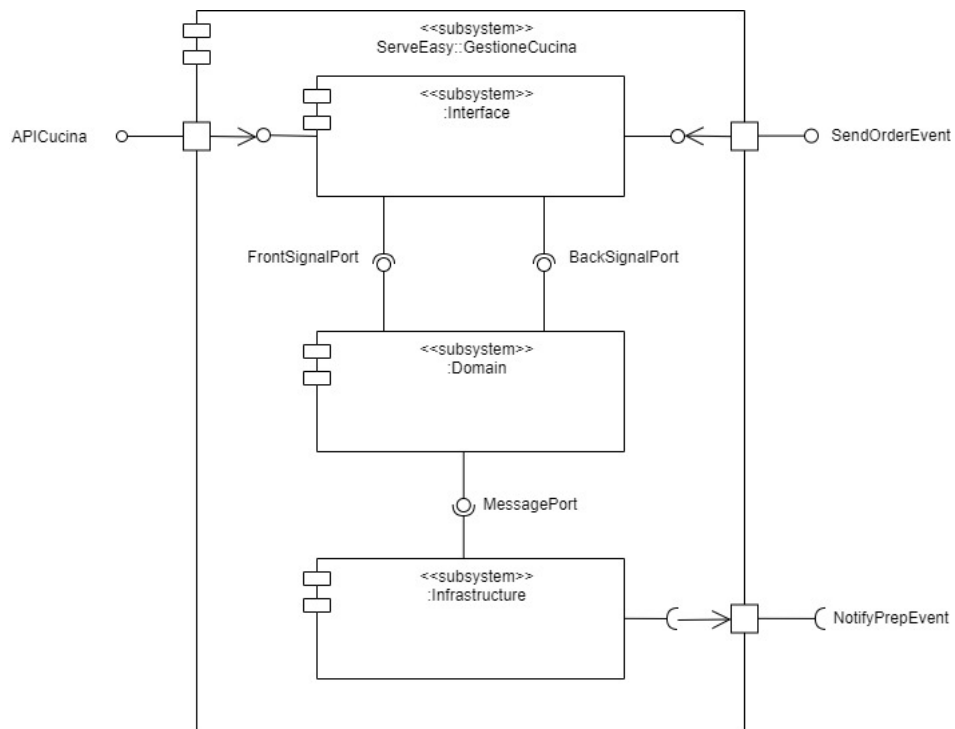


Figura 2.7: Component diagram - Gestione Cucina

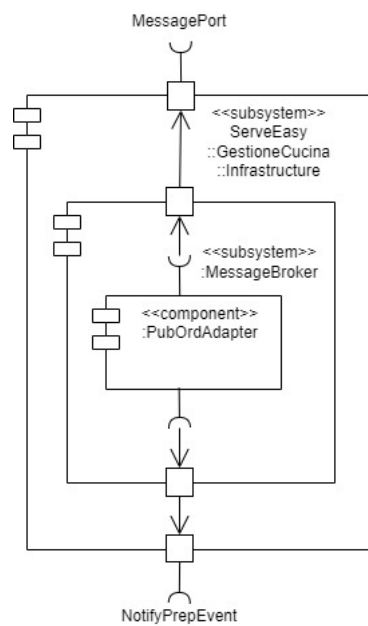


Figura 2.8: Component diagram - Gestione Cucina - Infrastructure

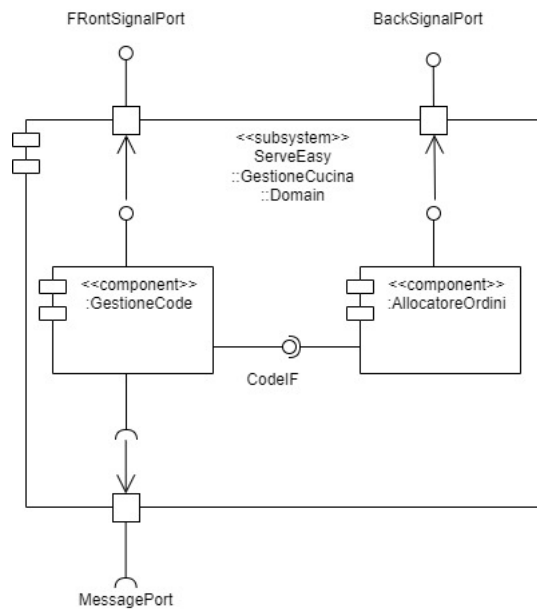


Figura 2.9: Component diagram - Gestione Cucina - Domain

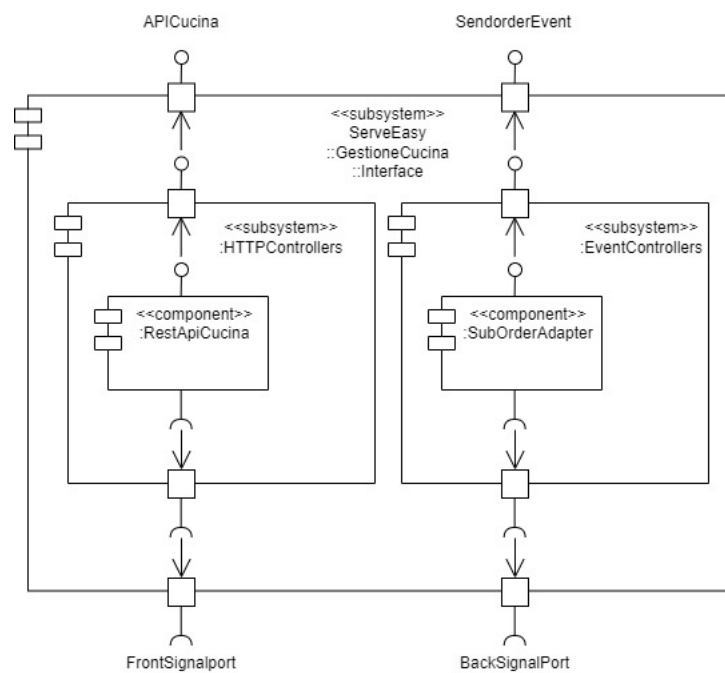


Figura 2.10: Component diagram - Gestione Cucina - Interface

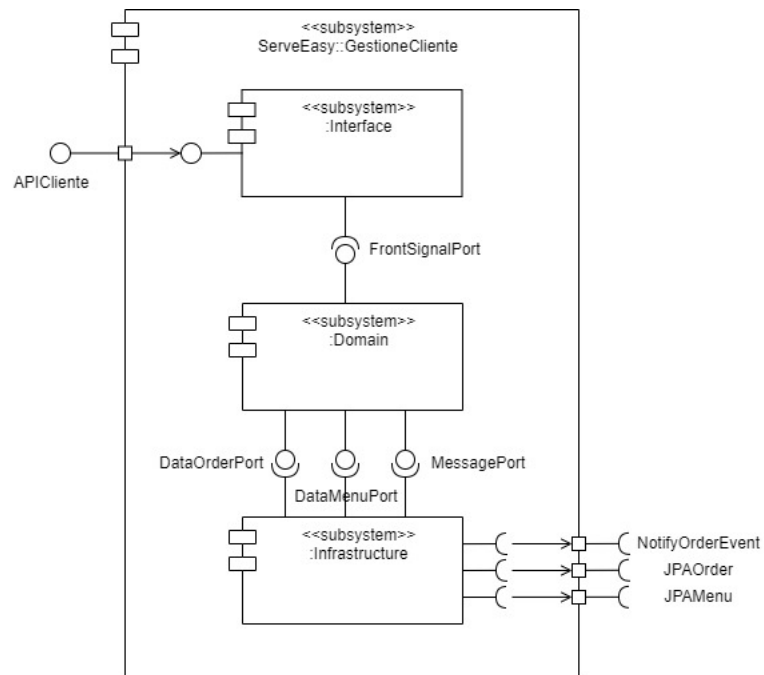


Figura 2.11: Component diagram - Gestione Cliente

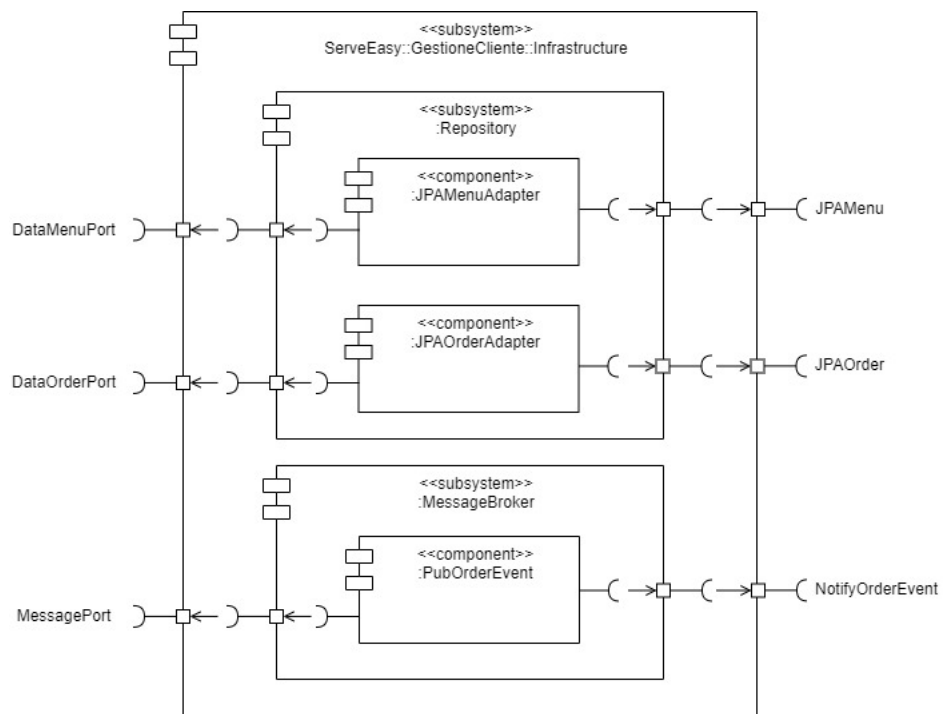


Figura 2.12: Component diagram - Gestione Cliente - Infrastructure

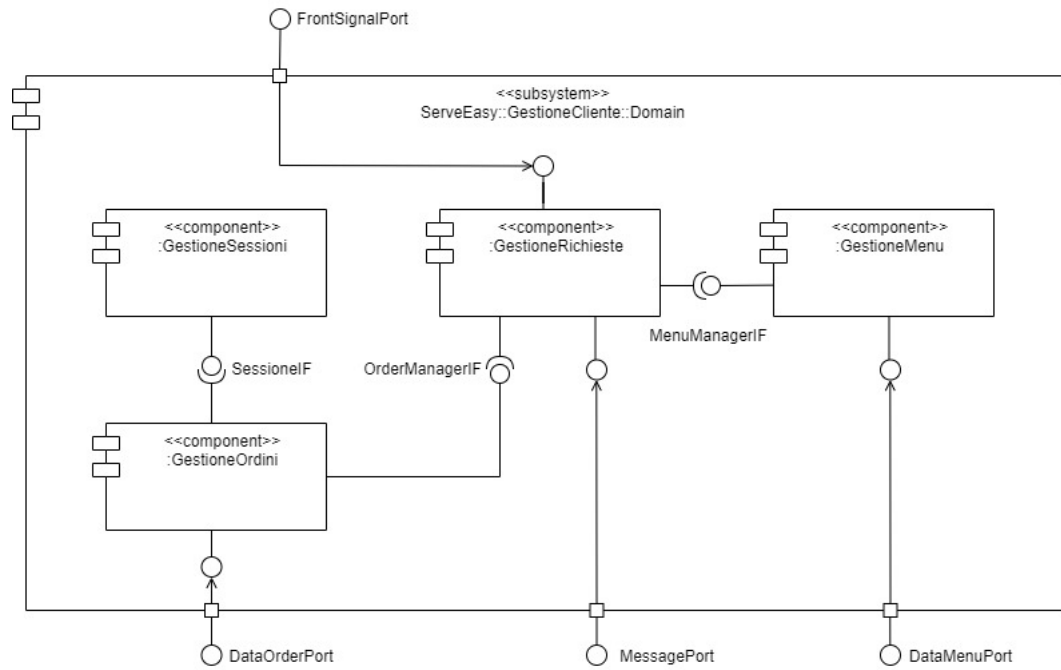


Figura 2.13: Component diagram - Gestione Cliente - Domain

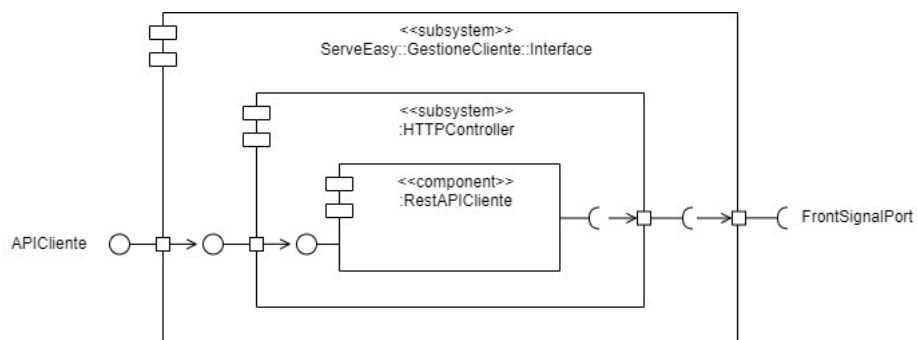


Figura 2.14: Component diagram - Gestione Cliente - Interface

2.2 Algoritmo

2.2.1 Briefing

Nell'ambito di questa applicazione si considera che ogni piatto sia composto da un ingrediente principale e da più ingredienti secondari. Ogni piatto ordinato viene chiamato ordine, quindi un ordine comprende un singolo piatto, mentre la comanda contiene tutti gli ordini di un singolo cliente. Nel corso di un brainstorming, si è maturata l'idea di organizzare la cucina in postazioni, ognuna focalizzata su un ingrediente principale: ogni postazione si occuperà quindi di preparare e completare piatti accomunati dallo stesso ingrediente principale.

2.2.2 Organizzazione

Di seguito viene illustrata l'organizzazione delle entità coinvolte nella gestione dell'algoritmo:

Ordine

Ogni ordine contiene un singolo piatto del menù, viene classificato per ingrediente principale univoco (es. riso, pasta, pesce, . . .), ogni ordine presenta poi più parametri, questi contribuiscono a calcolare la priorità ad esso associata. Parametri ordine:

- Ingrediente principale;
- Tempo di preparazione;
- Numero ordine effettuato (primo, secondo, . . .);
- Urgenza del cliente;
- Tempo in attesa.

Cucina

La cucina viene organizzata in postazioni di lavoro, ossia delle aree dedicate organizzate per svolgere specifiche attività culinarie adibite alla preparazione di piatti che hanno in comune il medesimo ingrediente principale, nello specifico:

- ogni postazione di lavoro è adibita al massimo a 1 ingrediente principale;
- ogni postazione di lavoro può avere più cuochi (la presenza di più cuochi aumenta la velocità di preparazione della postazione), i cuochi possono spostarsi tra le postazioni;

- una postazione può essere vuota, esiste un massimo numero di cuochi per postazione; ogni postazione ha una coda di ordini da preparare:
 - soglia minima di ordini in coda per poter attivare la postazione;
 - soglia massima di ordini in coda (oltre la quale si può richiedere un cuoco aggiuntivo oppure di rallentare aggiornando il parametro);
 - tempo massimo in cui gli ordini possono stare in coda di preparazione.
- In preparazione possono stare un numero di ordini pari al numero di cuochi;
- la somma degli ordini in coda di preparazione è sempre minore della lunghezza della coda di preparazione più piccola.

Postazione

Con postazione si intende uno spazio di lavoro attrezzato con gli strumenti necessari per lavorare con un particolare tipo di ingrediente principale. Una singola postazione presenta una struttura dati per gestire gli ordini in coda di preparazione, ogni postazione presenta un numero massimo di cuochi che possono lavorare contemporaneamente e può essere attivata solo con un numero minimo di ordini in coda (può essere vuota senza cuochi).

- 1 ingrediente principale;
- N cuochi ($N < M$ max cuochi per postazione);
- 1 struttura dati (coda);
- stato (vuota, regolare, intasata).

2.2.3 Struttura dati

Per quanto riguarda il flusso di un ordine all'interno del sistema si considera che immediatamente dopo l'ordinazione da parte del cliente viene assegnata una priorità per tale ordine, gli ordini vengono così raccolti nella struttura dati principale con l'etichetta della priorità. Successivamente, se la cucina lo richiede, l'ordine con la priorità più elevata viene spostato nella coda di preparazione della rispettiva postazione di lavoro.

Si rendono quindi necessarie due tipi di strutture dati:

- Struttura dati principale: Indexed priority queue;
- Struttura dati delle postazioni: Coda (queue).

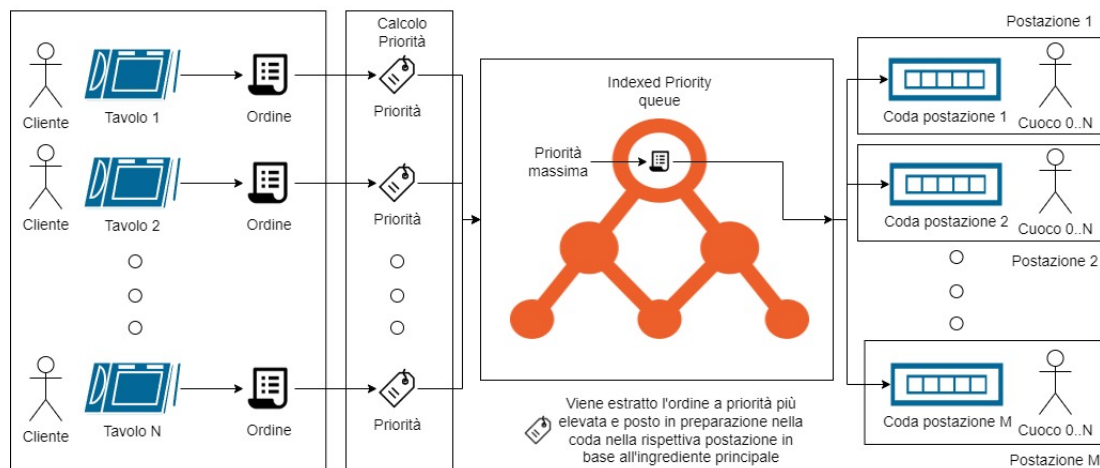


Figura 2.15: Strutture dati dell'algoritmo

Indexed priority queue

Struttura dati che estende il concetto di coda con priorità aggiungendo la possibilità di accedere in tempo costante agli elementi presenti in coda per compiere operazioni quali la modifica dei parametri, l'aggiornamento della priorità o la rimozione dell'ordine (che altrimenti presenterebbe costo lineare). Viene implementata per mezzo di una combinazione di una coda con priorità (max heap) e un dizionario (hashtable) che tiene traccia della posizione di ogni elemento all'interno della coda.

Analisi complessità: La complessità temporale è correlata a quella di un heap binario, potenziato dall'accesso diretto agli elementi tramite dizionario, di conseguenza:

- creazione: $O(n)$;
- inserimento e rimozione: $O(\log n)$;
- modifica priorità: $O(\log n)$;
- accedere a un elemento: $O(1)$.

Requisiti funzionali:

- Gestione degli ordini con priorità: funzionalità chiave della struttura dati, gli ordini ricevono una priorità prima di entrare nella coda a priorità indicizzata;
- Fornire l'ordine con priorità più elevata: la struttura dati deve essere in grado di fornire alla cucina l'ordine con la priorità più alta quando richiesto;

- Accesso, modifica e rimozione degli ordini: la coda a priorità deve poter fornire la possibilità di implementare la funzionalità che consente ai clienti di accedere, modificare o rimuovere il proprio ordine (nelle prossime iterazioni);
- Flessibilità nella modifica delle priorità: la struttura deve garantire una certa flessibilità alla modifica delle priorità degli ordini, poiché le priorità possono cambiare per conto dei clienti, della cucina e a intervalli regolari di tempo.

Requisiti non funzionali:

- Tempo di risposta rapido: l'ordine con priorità più elevata deve essere fornito in tempo rapido alla cucina senza ritardi;
- Tempo di accesso, modifica e rimozione ragionevole: il cliente deve poter effettuare operazioni senza complicazioni in tempi ragionevoli, mantenendo un'esperienza di utilizzo piacevole;
- Scalabilità: La struttura dati deve essere in grado di gestire un grande volume di ordini, adattandosi alle variazioni nella domanda senza compromettere le prestazioni;
- Flessibilità alle modifiche: requisito non funzionale relativo alla flessibilità e alla manutenibilità del sistema.

Coda (queue)

Struttura dati lineare che segue il principio "First In, First Out" (FIFO), ossia il principio per il quale il primo elemento che entra nella coda è poi il primo che esce.

Analisi complessità:

- inserimento in coda: $O(1)$;
- rimozione della testa: $O(1)$;
- verifica stato: $O(1)$ se vuota, $O(n)$ altrimenti.

Requisiti funzionali:

- Funzionamento FIFO: La coda deve garantire il corretto funzionamento FIFO (First In, First Out), indipendentemente dalle priorità degli ordini;

- Soglia di attivazione: Il sistema deve permettere di configurare una soglia di valore minimo di attivazione per la coda, al di sotto della quale la postazione non viene attivata;
- Soglia critica di intasamento: Il sistema deve permettere di configurare una soglia di valore critico, oltre la quale la postazione diventa intasata e richiede operazioni per ridurre il carico.

Requisiti non funzionali:

- Lunghezza finita della coda: Il sistema deve gestire una coda con una lunghezza finita, limitata dalla capacità della postazione di lavoro;
- Tempo massimo di attesa in coda: Il sistema deve garantire che gli ordini non rimangano in coda di preparazione per troppo tempo prima di essere elaborati;
- Attivazione anticipata della postazione: In casi di eccessivo ritardo nella preparazione degli ordini, il sistema può attivare una postazione di lavoro anche se è al di sotto della soglia minima di attivazione.

2.2.4 Funzione di priorità

La funzione di priorità è una funzione matematica che assegna un valore numerico decimale di priorità nell'intervallo tra 0 e 1 basandosi sui parametri specifici di ogni ordine. Il primo passo consiste nel processo di normalizzazione dei parametri, il quale permette di standardizzare i valori in modo che siano compresi tra 0 e 1. in maniera tale da mettere i diversi parametri su una scala comune e uniforme

Parametri

x1 ingrediente principale: Indica il valore di priorità che presenta l'ingrediente predominante dell'ordine, questo valore è influenzato direttamente dallo stato della postazione di lavoro associata in cucina.

- condizione iniziale ogni ingrediente ha valore 0.5
- se la cucina è satura ridurre il valore (min 0)
- se la cucina è scarica aumentare il valore (max 1)

x2 tempo di preparazione: Rappresenta la durata stimata necessaria per preparare un determinato ordine.

- normalizzazione:

$$tp_{\text{norm}} = \frac{tp - tp_{\text{min}}}{tp_{\text{max}} - tp_{\text{min}}}$$

con tp: tempo di preparazione,

tp_{max} : tempo di preparazione massimo,

tp_{min} : tempo di preparazione minimo;

- considerare $x2 = tp_{\text{norm}}$ per prioritizzare ordini più lunghi,
oppure $x2 = 1 - tp_{\text{norm}}$ per prioritizzare ordini più brevi.

x3 urgenza del cliente: Consente ai clienti di specificare la tempestività con cui desiderano ricevere il proprio ordine, in particolare i clienti possono chiedere espressamente di avere urgenza, al contrario possono specificare di non avere fretta o non dire nulla e tenere un valore di urgenza di default

- 1 se il cliente ha espresso urgenza;
- 0 se ha espresso di ritardare o fare con calma;
- valore neutro standard 0.5.

x4 numero ordine effettuato: Specifica il numero dell'ordine del cliente in ordine temporale, in particolare indica la posizione relativa di un ordine all'interno della sequenza di ordini effettuati.

- il primo ordine effettuato ha priorità maggiore, mentre i successivi hanno priorità decrescente;

- normalizzazione:

$$x4 = \frac{\text{noe} - 1}{\text{max}_{\text{noe}} - 1}$$

con noe: numero ordini effettuati,

max_{noe} : massimo numero ordini effettuabili;

- considerare un valore massimo di ordini (es.5 gli ordini dopo il quinto sono comunque consentiti e prenderanno la stessa priorità del 5° ordine).

x5 tempo in attesa: Rappresenta il periodo di tempo trascorso da quando un ordine è stato effettuato fino al momento in cui viene elaborato.

- normalizzazione:

$$x5 = \frac{\text{tempo in attesa}}{\text{tempo max in attesa}}$$

- considerare un valore massimo di tempo in attesa consentito, in prossimità del quale si ha la priorità più elevata.

Pesi

I pesi sono utilizzati per attribuire un grado di importanza relativo a ciascun parametro all'interno della funzione di priorità. Questi pesi indicano quanto ciascun parametro dovrebbe influenzare il calcolo complessivo della priorità di un determinato elemento. Si elencano di seguito i pesi per ciascun parametro definito poc'anzi:

- p1: peso ingrediente principale;
- p2: peso tempo di preparazione;
- p3: peso urgenza cliente;
- p4: peso numero ordine;
- p5: peso tempo in attesa.

Viene quindi fatto un ragionamento sull'importanza da attribuire a ogni parametro tramite l'incidenza assegnata al singolo peso. Si dividono quindi i pesi in tre categorie.

Maggiore incidenza I pesi che devono essere più incidenti sono:

- p1 peso ingrediente principale: per evitare di sovraccaricare una postazione rispetto alle altre o per non avere postazioni vuote;
- p5 peso tempo in attesa: un ordine non può restare in attesa troppo a lungo.

Incidenza media Il peso con incidenza media è:

- p3 peso urgenza del cliente: è meno importante dei vincoli di sovraccarico e attesa, ma deve essere comunque una scelta significativa.

Bassa incidenza I pesi con bassa incidenza sulla priorità sono:

- p2 peso tempo di preparazione: in confronto ad altri parametri con pesi più elevati, questo è considerato meno critico;
- p4 peso numero ordine effettuato: ha un impatto di poco conto sulla priorità dell'ordine.

Valore dei pesi

I valori dei pesi vengono quindi definiti inizialmente:

- $p1 = 0.25$;
- $p2 = 0.15$;
- $p3 = 0.20$;
- $p4 = 0.15$;
- $p5 = 0.25$.

Questi valori possono essere regolati col tempo per aumentare l'efficienza dell'algoritmo, diventa così importante raccogliere dati storici per poterli analizzare e comprendere come i vari parametri influenzano le prestazioni del sistema, oltre a raccogliere feedback dei clienti, sulla base di ciò sarà richiesto un tuning dei pesi più accurato. Per questo motivo è richiesta una certa flessibilità in modo da consentire l'aggiornamento dei pesi dei parametri in modo dinamico.

Funzione matematica

L'equazione proposta rappresenta una somma pesata dei parametri, dove ciascun parametro ($x1, x2, x3, x4, x5$) viene moltiplicato per il suo relativo peso ($p1, p2, p3, p4, p5$). I pesi indicano l'importanza relativa dei parametri nel determinare la priorità complessiva di un elemento. La somma pesata dei parametri produce un valore (y) compreso tra 0 e 1, dove 0 indica un valore meno urgente e 1 indica un valore più urgente.

$$y = p1 * x1 + p2 * x2 + p3 * x3 + p4 * x4 + p5 * x5$$

2.2.5 Diagramma di flusso

Per comprendere meglio il processo dell'algoritmo viene mostrato il diagramma di flusso in Figura 2.16, nel quale viene mostrato il flusso di un ordine dal momento in cui viene effettuato dal cliente a quando viene assegnato alla postazione di lavoro in cucina.

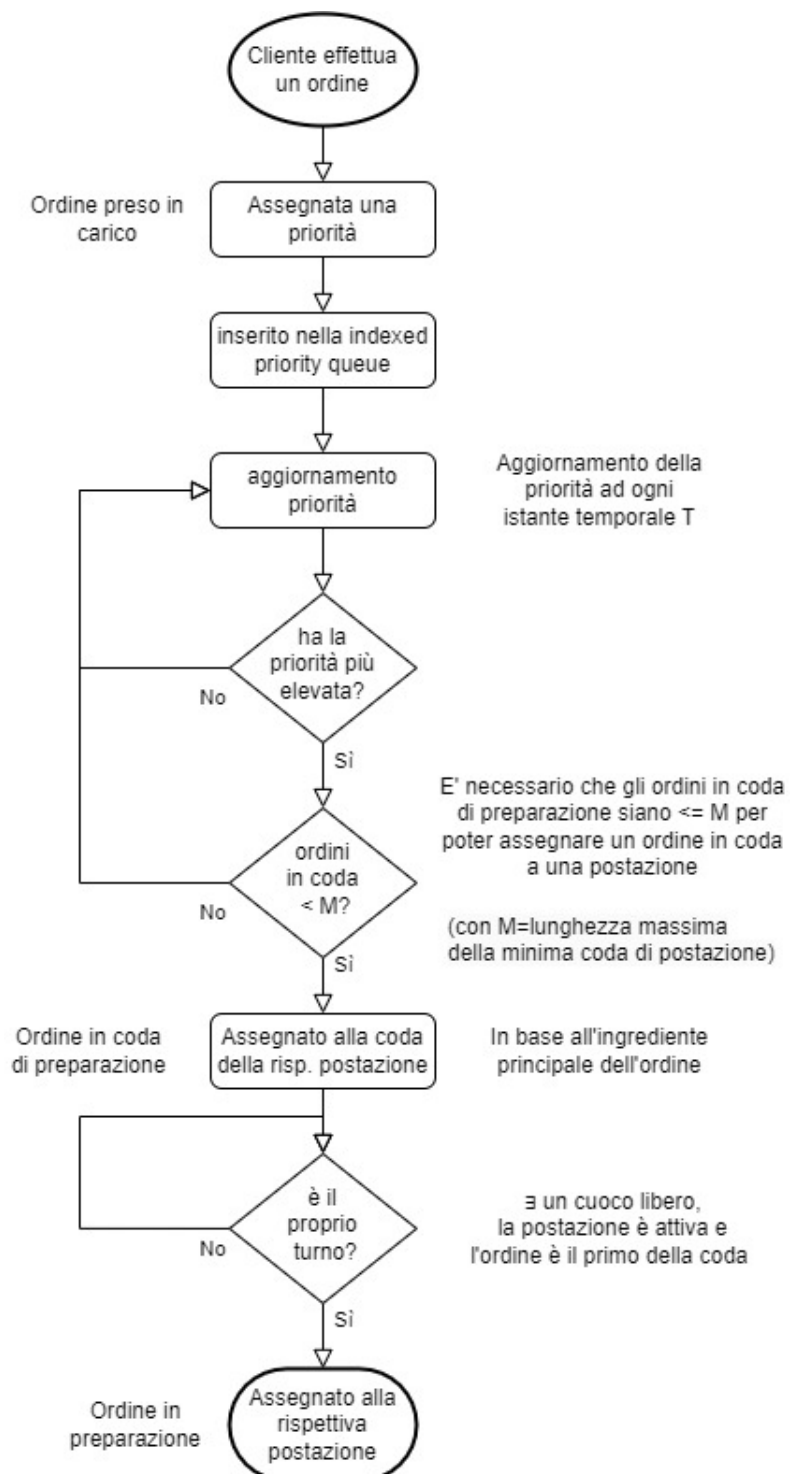


Figura 2.16: Diagramma di flusso