Ricerca pianificata per l'ottimizzazione dei processi di SCHEDULING DOGANALE e per la realizzazione di un prototipo dimostratore.

AGE.S.P

AGENZIA DI SOCIAL PROCUREMENT

L'**AGE.S.P.** è una **startup innovativa** che svolge attività di ricerca industriale e di sviluppo sperimentale nel settore della qualità, sicurezza, della logistica e dell'ingegneria in genere, incluso lo sfruttamento di brevetti realizzati e di know-how acquisito.

È una società che opera attraverso professionisti laureati che hanno svolto e/o svolgono tuttora:

- attività di ricerca e di collaborazione presso le università calabresi;
- attività di collaborazione in ricerca industriale e sviluppo sperimentale nel settore specifico della Logistica portuale.

Collabora con il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Elettronica e Gestionale dell'Università della Calabria, con start-up innovative afferenti al Polo della Logistica, Trasporti e Trasformazione della Regione Calabria e con ingegneri dell'Università Magna Graecia di Catanzaro specializzati nell'ingegneria informatica e biomedica.

OBIETTIVO DELLA RICERCA

L'obiettivo principale del progetto di ricerca e sviluppo consiste nell'individuazione di algoritmi e modelli che consentono un risparmio di tempo e costi nella gestione delle pratiche doganali tra il 3% e il 5%.

Successivamente, si è arrivati alla realizzazione di un dimostratore composto da una serie di algoritmi di ottimizzazione dei processi di SCHEDULING DOGANALE.

FASI

Il progetto è suddiviso in due fasi:

1. Elaborazione di algoritmi;
2. Sviluppo prototipo dimostratore e validazione del semiprodotto.

Per raggiungere gli obiettivi di progetto, in prima analisi, sono stati mappati i processi logistici in area portuale, i processi doganali e di rilascio merci, focalizzando l'attenzione, in particolare, sull'individuazione di criticità.

Sono stati definiti nuovi algoritmi e modelli di ottimizzazione relativi alla capacità di risolvere problematiche e conflittualità presenti nella logistica in area portuale per ridurre i tempi di consegna e i costi complessivi di distribuzione.

DESCRIZIONE DEL PROBLEMA

Nell'ambito delle azioni relative al processo di sdoganamento effettuate all'interno di un porto, il problema analizzato è quello di determinare l'ordine in cui effettuare, all'interno dell'area portuale, le ispezioni e le varie operazioni per lo sdoganamento di un certo numero di container in Importazione/Esportazione.

PROBLEMI DI SCHEDULING

Il problema di SCHEDULING è definito come la modalità di assegnamento di una risorsa (macchina, centro di lavorazione, persona) ad eseguire un'attività o una serie di attività.

Solitamente nei problemi di scheduling, risorse e attività vengono indicate con i termini **macchina** e **task**.

Il termine **job** si riferisce in genere ad insiemi di task tecnologicamente legati tra loro (ad esempio, i tre task necessari a produrre uno stesso sacchetto di carta formano un job).

Per quanto riguarda le caratteristiche del sistema, generalmente i problemi di scheduling vengono distinti a seconda dei possibili sistemi relativi all'ambiente-macchina. Il caso più semplice è il sistema a macchina singola; in questo caso i job richiedono tutti la stessa risorsa per essere eseguiti. Nel caso di sistema a macchine identiche in parallelo, ci sono m macchine identiche poste in parallelo e ogni attività può essere effettuata da una qualsiasi delle m macchine.

In alternativa, se un'attività j potesse essere eseguita solo da un ristretto numero di macchine, allora tale insieme di macchine è specificato come M_j.

OTTIMIZZAZIONE DI UN PROBLEMA DI SCHEDULING

Gli obiettivi classici di un problema di scheduling possono essere:

- La minimizzazione del numero dei job in ritardo;
- La minimizzazione del massimo tempo di completamento o makespan scheduling, definito come max {C1 , C2 ,..., Cn };
- La minimizzazione della somma totale dei tempi di completamento, $\sum_j C_j$.

PROBLEMA DI SCHEDULING

Il problema affrontato può essere visto come il problema di determinare lo SCHEDULING di ***n*** job indipendenti tra di loro su ***m*** macchine indipendenti che lavorano in parallelo, con l'obiettivo di minimizzare la somma pesata delle ***tardiness*** (obiettivo noto in letteratura come **total weighted tardiness**). Nel nostro caso i job rappresentano i container da ispezionare, mentre le macchine sono le squadre addette alle ispezioni.

Supponiamo che ci siano ***n*** job indipendenti disponibili in tempi diversi ad essere processati su ***m*** macchine indipendenti. Ogni macchina si rende disponibile in maniera continuativa e può processare un solo job alla volta. Ognuno degli ***n*** job può essere processato da una qualsiasi delle ***m*** macchine.

Per ogni job ***j*** sono dati inoltre:

- un tempo di rilascio r_j;
- un tempo di consegna d_j;
- un peso w_j;
- un tempo di processamento P_j.

Indicando con C_j il tempo di completamento del job_j, l'obiettivo è quello di minimizzare la somma pesata dei ritardi $\sum_j w_j T_j$, dove: $T_j = \max\{C_j - d_j, 0\}$ è la tardiness del job_j

In relazione alla notazione classica dei problemi di scheduling, ci riferiamo a questo problema come

$$Pm|\ rj\ |\ \sum_j w_j T_j$$

SPERIMENTAZIONE DEL MODELLO DI PROGRAMMAZIONE MATEMATICA

Considerato il caso in cui sono dati 6 job, cioè 6 container da ispezionare, indicati come jA, jB, jC, jD, jE e jF, e 2 macchine, cioè 2 squadre per le ispezioni, che chiameremo squadra 1 e squadra 2.

Nelle tabelle successive sono riassunte le caratteristiche associate ai container da processare:

CODICE MERCE *job*	ORA DI ARRIVO MERCE IN PORTO *release date*	ORA RICHIESTA MERCE PER CONSEGNA *due date*	TEMPO DI PROCESSAMENTO *processing time*
jA	3	6	2
jB	5	8	2
jC	2	4	3
jD	5	8	3
jE	4	5	4
jF	2	5	3

Tabella 1. Release date, due date, processing time per ogni job

	jA	*jB*	*jC*	*jD*	*jE*	*jF*
PRIORITÀ *weight*	2	1	4	3	2	4

Tabella 2. Ordine di priorità dei job

La soluzione del problema di SCHEDULING associato a tale istanza, ottenuta risolvendo il problema descritto in precedenza, è riassunta in Tabella 3 nella quale, per ogni container, sono specificati:

- la squadra a cui questo è assegnato per l'ispezione;
- l'ordine di processamento;
- il tempo in cui viene terminata l'ispezione;
- l'eventuale ritardo rispetto alla data di consegna prevista per quel container.

	Squadra Assegnata	Ordine di assegnazione	tempo di completamento	ritardo
jA	2	II	7	1
jB	1	III	10	2
jC	2	I	5	1
jD	1	II	7	0
jE	2	III	11	6
jF	1	I	5	0

Tabella 3. Soluzione restituita dal modello (1)-(8)

L'output prodotto è rappresentato nel seguente grafico:

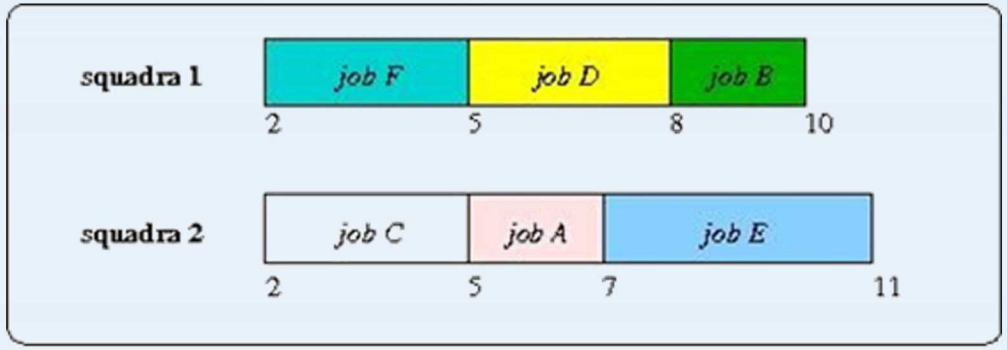

Figura 1. Rappresentazione grafica della soluzione restituita dal modello (1) - (8)

RISULTATI

Son stati ottenuti risultati ben oltre le aspettative più ottimistiche, avendo raggiunto una sensibile riduzione della ***Tardiness*** del 24,5% (da 106 a 80) e decremento della ***Tardiness Pesata*** del 14,5% (da 213 a 182).

È stato progettato e sviluppato un modello innovativo di gestione delle pratiche/operazioni doganali partendo dallo stato dell'arte sia in termini operativi (processi reali dell'operatore) che di tipo informativo (attuale Sistema informatico di interfaccia con il Sistema della Dogana).

CONCLUSIONI

- Sono stati analizzati, mappati e ingegnerizzati tutti i moduli e processi inerenti la logistica doganale. In particolare, si può asserire che in letteratura non esistono rilevanze rispetto allo scheduling doganale, così come affrontato in questo progetto. Nel modello ottenuto sono state valutate macchine che operano in parallelo il cui obiettivo è minimizzare la somma pesata dei ritardi (***Total weighted tardiness***) di un dato insieme di attività indipendenti (o independent job) con tempi di rilascio (o release date), in letteratura si può apprendere di lavori di ricerca condotti nel caso di singola macchina. Sebbene sia stata riconosciuta l'importanza pratica del problema di minimizzare la somma pesata dei ritardi su macchine parallele indipendenti, il problema fino alla stesura di questo progetto non aveva ancora ricevuto un'appropriata trattazione in letteratura.
- Attraverso questo progetto di ricerca, è stata tracciata la possibile direzione da seguire in termini di sviluppo, qualora la Spediterraneo nel breve/medio periodo volesse investire in tal senso.