



## EDIOTRIALE

### I prelievi di magazzino

In questo secondo numero della newsletter affrontiamo l'argomento dell'attività di prelievo che rappresenta solitamente l'attività di magazzino in cui vengono destinate più risorse e costituisce un elemento importante per il livello di servizio al cliente. Con l'attività di prelievo la merce viene spostata dal magazzino per essere immessa in un processo di generazione del valore pertanto obiettivo di questa attività è quella di prelevare la merce giusta, nella quantità giusta e per la destinazione giusta al minore costo possibile. Il prelievo frazionato di unità di carico di livello inferiore da unità di carico di livello superiore (es. prelievo di colli da pallet, di pezzi da scatole). Rappresenta uno dei costi maggiori dell'attività di magazzinaggio. Può essere svolto da operatori di magazzino che si recano tramite carrelli commissionatori alle postazioni di prelievo o dalla movimentazione dei materiali tramite sistemi automatici alle postazioni fisse degli operatori di magazzino. Anche in questa attività l'utilizzo di modelli matematici, in particolar modo di algoritmi di ottimizzazione possono essere di grande aiuto nel ridurre i costi, anche nel caso di un piccolo magazzino con un volume non elevato di prelievi possono esserci dei vantaggi dall'utilizzo di modelli matematici. Anche se abbiamo parlato di modelli matematici non c'è da spaventarsi in quanto per realtà poco complesse si tratta di attività facilmente implementabili soprattutto grazie all'utilizzo del supporto infor-

## Ottimizzare i prelievi di magazzino

Per migliorare le performance di prelievo in magazzino è possibile agire attraverso tre leve:

- Ottimizzare lo stoccaggio della merce in magazzino
- Ottimizzare le liste di prelievo
- Ottimizzare il percorso di prelievo

Tali leve sono tra di loro collegate in quanto non ha senso ottimizzare il percorso di prelievo quando le merci sono staccate in maniera non ottimale, ed un percorso di prelievo ottimizzato influenza la struttura della lista di prelievo.

La ricerca operativa ha individuato diverse soluzioni a questa classe di problemi il principale dei quali può essere individuato nel problema del cammino minimo di due vertici di un grafo. Dal punto di vista applicativo possiamo considerare come vertici del grafo il punto di ingresso e di uscita dell'operatore dal magazzino, mentre consideriamo i vari punti del grafo come i punti in cui è ubicata la merce che l'operatore deve prelevare. Per la risoluzione di tale problema sono stati elaborati diversi algoritmi in base alle varianti del problema alcuni dei quali sono:

- Algoritmo di Dijkstra – risolve problemi con una sola sorgente se tutti i pesi degli archi sono maggiori o uguali a zero. Senza richiedere un elevato tempo d'esecuzione, questo algoritmo può infatti calcolare la strada più breve da un determinato nodo di partenza "p" e tutti gli altri nodi del grafo.
- Algoritmo di Bellman-Ford – risolve problemi con una sola sorgente, anche se i pesi degli archi sono negativi
- Algoritmo di ricerca A\* – risolve problemi con una sola sorgente usando l'euristica per tentare di velocizzare la ricerca.

L'applicazione di tali algoritmi porta benefici nel caso vengano effettuati moltissimi prelievi al giorno pertanto nel caso non vi siano un elevato numero di prelievo la soluzione ottimale è la gestione ottimizzata delle ubicazioni di magazzino per la risoluzione della quale non sono necessari sofisticati algoritmi.

## Il dimensionamento dei mezzi di movimentazione

Una volta definiti i sistemi di stoccaggio ed il loro layout, scelti i mezzi di movimentazione è necessario definire quanti mezzi di movimentazione utilizzare nel processo logistico. Tale dimensionamento può essere definito semplicemente come la divisione tra il carico di lavoro e la potenzialità del mezzo di movimentazione. Andiamo però ad indagare cosa si nasconde dietro questa semplice frazione, per prima cosa entrambi i termini devono essere espressi nella stessa unità di misura ovvero UDC/ore, scendendo più nel dettaglio possiamo calcolare il carico di lavoro come somma tra UDC in ingresso e UDC in uscita. Possiamo reperire questo dato dai DDT di entrata ed uscita della merce, questo però è un dato storico, per la nostra analisi è necessario effettuare una previsione in quanto dobbiamo decidere quanti mezzi utilizzare non sulla base di quello che è avvenuto in passato ma sulla base di quello che si presuma avvenga in futuro. Per risolvere questo problema abbiamo due possibilità:

1. Previsione sulla base della serie storica di UDC movimentate
2. Individuazione di una variabile collegata con le UDC movimentate

Nel primo caso possiamo utilizzare le varie tecniche di previsione quali media mobile, smorzamento esponenziale ecc. Nel secondo caso dobbiamo effettuare una analisi di correlazione tra le UDC movimentate ed una serie di variabili che potrebbero essere Numero di DDT, Numero di Ordini, Articoli per ordine, Articoli per DDT ecc. Una variabile che sicuramente è strettamente collegata con le UDC movimentate è il volume dell'articolo (dato che però non sempre è disponibile a sistema), in questo caso basta dividere il volume dell'UDC per il volume dell'articolo per sapere quanti articoli approssimativamente ci sono su una UDC e moltiplicare questo valore per la QT ordinata

dell'articolo ai fornitori e dai clienti per conoscere la movimentazione di UDC in ingresso ed uscita.

Analizziamo adesso il secondo elemento della nostra divisione, la potenzialità del mezzo di movimentazione viene definita come la quantità trasportata nel ciclo di lavoro del mezzo data dalla somma delle seguenti operazioni: carico, trasferimento, scarico, attesa (eventuali interferenze, code). Per calcolare il tempo di tali operazioni è necessario consultare la scheda tecnica del sistema di movimentazione, per il carico e lo scarico basta prendere il valore della velocità di sollevamento e discesa, mentre per il trasferimento bisogna moltiplicare la velocità di marcia per il percorso medio, infine per l'attesa utilizzeremo una variabile casuale normale. Più complicato rimane da calcolare il percorso medio, una soluzione potrebbe essere quella di dividere i metri percorsi per il numero di prelievi in un arco temporale.

## Come ubicare le merci in magazzino

La corretta definizione di una sistema di stoccaggio delle merci nel magazzino è uno degli elementi che consente l'ottimizzazione dei prelievi, infatti gli obiettivi di un sistema di ubicazione sono:

- Ridurre i tempi per la collocazione ed il prelievo
- Ridurre gli spazi inutilizzati
- Permettere l'accesso a tutti gli articoli
- Permettere una naturale rotazione degli articoli.

Possiamo individuare due tipi di ubicazioni: statica ed una dinamica. Nel caso dell'ubicazione statica le merci sono stoccate secondo la regola un posto per ogni cosa, mentre nel caso dell'ubicazione dinamica ogni articolo può essere ubicato, volta per volta dove si trova spazio disponibile ad accoglierlo. Entrambi i sistemi presentano dei vantaggi e svantaggi infatti l'ubicazione statica richiede uno spazio maggiore ma consente di ridurre i tempi di prelievo e stoccaggio, viceversa l'ubicazione dinamica richiede minore spazio ma aumenta i tempi di prelievo e stoccaggio. In questo post viene suggerita una soluzione intermedia che possiamo definire come ubicazione dinamica a fasce, ovvero per ogni articolo viene definita un'area preferenziale dove collocare l'articolo in base alle sue caratteristiche per consentire una maggiore velocità di prelievo e stoccaggio. Per utilizzare tale sistema è necessario effettuare le seguenti operazioni:

Suddividere gli articoli in tre classi di movimentazione (alta, media e bassa)

Suddividere le ubicazione in tre classi di accessibilità (alta, media, e bassa)

Assegnazione ad ogni articolo di una fascia di magazzino.

Per realizzare la prima operazione è necessario reperire per ogni articolo le seguenti informazioni: CODICE, N PRELIEVI, QT PRELEVATA. Per ognuna delle due variabili effettuiamo una analisi ABC e costruiamo una matrice N prelievi e QT prelevata e suddividiamo gli articoli in tre classi: A(AA,BA,AB); B(CA,BB,AC); C(CB,BC,CC).

Per suddividere le ubicazione in tre classi bisogna calcolare per ogni ubicazione l'indice di accessibilità orizzontale e verticale, con il primo intendiamo la distanza dell'ubicazione dai punti d'ingresso ed uscita del magazzino, mentre per accessibilità verticale intendiamo la distanza dell'ubicazione rispetto al suolo (consideriamo ad esempio una scaffalatura a 6 ripiani, possiamo definire come più accessibili verticalmente i ripiani intermedi, mentre meno accessibili i ripiani a piano terra o quelli più alti). A questo punto procediamo all'analisi ABC delle due distanze e costruiamo la matrice ABC per individuare le tre classi.

Come punto finale associamo ad ogni codice la classe di movimentazione con la relativa classe di accessibilità di ubicazione, in questo caso il sistema gestionale suggerirà di ubicare gli articoli di classe A di movimentazione nelle ubicazioni libere della fascia A.

## Analisi liste di prelievo magazzini automatici

Nel caso di una gestione automatizzata dei prelievi con un magazzino automatico abbiamo a disposizione dei dati da poter utilizzare per l'analisi della nostra attività. La prima operazione è individuare la tipologia di database che il software che gestisce il magazzino utilizza, a questo punto se il database non è un formato proprietario è possibile creare il collegamento ODBC alle tabelle per estrarre i dati in Access. Le tabelle che ci interessano sono quelle con la testata ed il dettaglio delle liste di prelievo, individuate le tabelle estraiamo i dati in una tabella con le seguenti informazioni:

LISTA, ARTICOLO, DATA INIZIO, DATA FINE, DURATA

A questo punto raggruppiamo per lista in questo modo:

```
SELECT LISTE.LISTA, LISTE.[DATA INIZIO] AS DATA, Count(LISTE.ARTICOLO) AS
[NUM RIGHE], LISTE.DURATA
FROM LISTE
```

```
GROUP BY LISTE.LISTA, LISTE.[DATA INIZIO], LISTE.DURATA;
```

Questa tabella rappresenta la base di partenza per le successive analisi, utilizzando la metodologia DFM possiamo individuare questo schema:

FATTO: Prelievo

ATTRIBUTI: Lista, Data creazione, Tipo lista

MISURE: N righe, Durata

Una prima problematica si presenta per le liste con mancanti ovvero quelle liste che presentano uno o più codici mancanti e che pertanto risultano essere state chiuse diversi giorni dopo il primo prelievo, in questo caso bisogna isolarle ed analizzarle diversamente.



## Ottimizzare le liste di prelievo per un magazzino automatico

Il modo ottimale per il prelievo da un magazzino automatico è l'utilizzo di liste di prelievo (solitamente il magazzino prevede anche il prelievo immediato, ovvero l'operatore digita il codice da prelevare ed il magazzino estrae il vassoio in cui è ubicato il materiale e lo posiziona sulla baia per il prelievo da parte dell'operatore) in quanto il magazzino automatico una volta messa in esecuzione la lista presenta in sequenza i vassoi con gli articoli presenti nella lista con la QT che l'operatore deve prelevare. Le liste di prelievo solitamente sono inviate dal sistema gestionale al magazzino automatico in base alle scelte degli impiegati dell'ufficio logistica che richiedono prelievi per evadere ordini clienti o predisporre il rifornimento dei reparti interni ed esterni di produzione. Supponiamo che durante la giornata vengano inviate N liste di prelievo al magazzino, si presentano due possibilità per la gestione delle liste, lasciare libertà all'operatore sulla sequenza delle liste da mettere in esecuzione oppure guidare l'operatore attraverso un ordinamento delle liste da mettere in esecuzione. Per poter effettuare tale operazione è necessario poter accedere al database del gestionale del magazzino automatico per reperire le informazioni sulle liste e poter scrivere in un campo la priorità di esecuzione della lista (solitamente i gestionali prevedono un campo priorità, in caso contrario prevedono comunque dei campi personalizzabili in cui inserire questo valore), a questo punto l'operatore si troverà a video l'elenco delle liste ordinate per priorità da mettere in esecuzione. Quali informazioni sono necessarie per poter effettuare tale attività e quando effettuare questa attività?

Per ogni lista è opportuno individuare le seguenti informazioni:

Numero lista, Data creazione, Data richiesta, Percentuale evadibilità, Tempo stimato di esecuzione, Destinazione, tipologia articoli.

La percentuale di evadibilità è calcolata come media delle percentuali di evadibilità delle singole righe, la percentuale per ogni riga è data dal rapporto della QT richiesta con la QT evadibile (ovvero se la giacenza è maggiore delle QT richieste la QT evadibile è uguale alla QT richiesta altrimenti la QT evadibile è uguale alla giacenza). Bisogna fare attenzione agli articoli presenti in più liste in questa situazione è possibile avere dei casi in cui la giacenza consente di soddisfare tutte le richieste oppure no, in questo secondo caso bisogna distribuire la giacenza per le varie liste, uniformante o secondo un criterio (ad esempio data richiesta più vecchia o numero di liste evadibili: esempio abbiamo una giacenza da 50 e tre liste con le seguenti richieste A 10, B 30, C 50 se attribuiamo la giacenza alla lista C evadiamo una sola lista mentre se attribuiamo la giacenza alla lista A e B evadiamo completamente 2 liste ed una parzialmente).

Il tempo stimato di esecuzione è dato dal numero di vassoi da prelevare per il tempo medio di un ciclo di prelievo formato dalle seguenti fasi: prelievo vassoio, posizionamento vassoio in baia, prelievo del codice da parte dell'operatore, sistemazione del vassoio nella cella. I tempi di prelievo vassoio, posizionamento in baia e posizionamento in cella sono solitamente indicati dal costruttore della macchina, mentre per quanto riguarda il tempo di prelievo da parte dell'operatore dipende dalla tipologia di articolo, dalla quantità da prelevare e dalle operazioni che deve compiere (posizione in cui mettere il materiale ubicato, eventuale sconfezionamento e riconfezionamento, etichettatura, pesatura, ecc). Per quanto riguarda il numero di vassoi da prelevare è opportuno considerarli in base all'evadibilità della lista ovvero se un codice ubicato nel vassoio 10 è presente in lista ma ha giacenza uguale a zero tale vassoio non va considerato. Per ottenere il numero di vassoi bisogna partire da una tabella con queste informazioni ed utilizzare due query di questo tipo:

RIGHE LISTA: LISTA, ARTICOLO, VASSOIO, GIACENZA

Query VASSOI LISTA:

```
SELECT LISTE.LISTA, LISTE.VASSOIO
FROM LISTE
WHERE (((LISTE.GIACENZA)>0))
GROUP BY LISTE.LISTA, LISTE.VASSOIO;
Query NUMERO VASSOI
SELECT [VASSOI LISTA].LISTA, Count
([VASSOI LISTA].VASSOIO) AS [N VASSOI]
FROM [VASSOI LISTA]
GROUP BY [VASSOI LISTA].LISTA;
```

### NEL PROSSIMO MESE

- lean production
- Sicurezza in magazzino: La movimentazione manuale
- I regimi doganali
- Logistica con navision
- Algoritmo scheduling multijob
- PERT
- Chek up logistico
- i sistemi flessibili di fabbricazione
- I terminali in radio frequenza
- Il trasporto di merci pericolose
- La pianificazione della produzione
- Anagrafica materiale per il magazzino
- La gestione del carico e scarico merci
- Logica fuzzy
- La fatturazione elettronica
- Reti di petri

La destinazione è intesa in base alla tipologia di lista, nel caso di liste di prelievo per la vendita la destinazione sarà data dal cliente, mentre per le liste di prelievo per la produzione la destinazione sarà data dal reparto di produzione o dal subfornitore nel caso di conto lavoro.

La tipologia di articoli è un raggruppamento degli articoli di tipo merceologico utile per individuare eventuali similarità tra le liste, in caso questo raggruppamento abbia poco senso per gli articoli considerati per individuare eventuali similarità tra liste si utilizzerà il contenuto stesso della lista.

A questo punto una volta individuate tutte le informazioni per ogni lista è possibile utilizzare un algoritmo di scheduling per trovare l'ordinamento ottimale delle liste. Per quanto riguarda la periodicità di esecuzione di tale schedulazione dipende dal tempo di esecuzione delle liste richieste, ad esempio se vengono richieste mediamente 10 liste al giorno e tutte e 10 vengono evase nello stesso giorno è opportuno effettuare la schedulazione ogni giorno, nel caso le liste richieste in un giorno vengono evase in due giorni, la schedulazione va fatta con questa cadenza. È importante ricordare che la schedulazione deve tenere conto solo delle liste richieste e non in esecuzione più le liste parzialmente evase.

## Sistemi WMS

Un sistema di gestione del magazzino, o WMS, è una parte fondamentale della supply chain e si propone principalmente di controllare il movimento e lo stoccaggio dei materiali all'interno di un magazzino ed di elaborare le transazioni associate, compresa la spedizione, la ricezione, lo stoccaggio ed il picking. I sistemi di gestione del magazzino utilizzano spesso la tecnologia Auto ID Data Capture (AIDC), come lettori di codici a barre, di mobile computer, reti LAN wireless e Radio Frequency Identification (RFID) per controllare efficacemente il flusso di prodotti. Una volta che i dati sono stati raccolti, vi è una sincronizzazione con trasmissione wireless in tempo reale ad un database centrale. Il database può quindi fornire utili rapporti sullo stato delle merci in magazzino. L'obiettivo di un sistema di gestione del magazzino è quello di fornire un insieme di procedure informatizzate per gestire il ricevimento del materiale e la sua spedizione in una struttura di deposito, il modello gestisce la rappresentazione logica degli impianti di stoccaggio fisico (per esempio scaffalature, ecc), le scorte nella struttura e consente un collegamento senza soluzione di continuità per l'elaborazione e la gestione logistica, al fine di raccogliere, imballare e spedire prodotti. I sistemi di gestione del magazzino possono essere sistemi autonomi, o moduli di un ERP. Nella sua forma più semplice, il WMS può tenere traccia dei dati prodotti durante il processo di produzione e di agire come interprete e buffer dei messaggi tra i sistemi di ERP e WMS. Un sistema WMS si rivela utile soprattutto alle medie imprese che magari gestiscono più di un magazzino, nel caso di una piccola impresa si rivela più che adatto il sistema gestionale, magari con qualche personalizzazione nel caso vi siano esigenze particolari per la gestione del magazzino, anche in questo caso le piccole imprese possono avvantaggiarsi dall'utilizzo di tecnologia AIDC. Informaticamente un sistema WMS ha una architettura su tre livelli, un livello server dove sono contenuti i dati, un livello desktop dove gira l'applicazione ed in fine il livello mobile dove gira l'applicazione per i terminali in radiofrequenza per l'identificazione dei codici, in questo ultimo caso le tecnologie a disposizione per realizzare l'identificazione può essere il codice a barre o l'RFID.

I sistemi di gestione del magazzino (WMS) sono sw estremamente specializzati che ricoprono tutte le fasi operative svolte nei magazzini (di fabbrica o di distribuzione) e nei centri di stoccaggio e smistamento delle merci. Gestione di curve ABC dinamiche, gestione del picking, ottimizzazione dei percorsi, preparazione carichi. Le loro funzionalità, unite alle tecnologie di identificazione automatica e di trasmissione dati in radiofrequenza, consentono di tracciare il flusso delle merci dalla presa in carico in ingresso al magazzino, alla gestione delle aree di stoccaggio e degli inventari, al processo di allestimento degli ordini, fino ad integrarsi con i sistemi di TMS (Transportation Management Systems), eventualmente utilizzati dai vettori, per il consolidamento dei materiali da spedire. Oggi comprendono anche funzionalità di e-commerce, quindi sono scritti pacchetti di WMS nativi sotto internet in linguaggio Java. I principali vantaggi derivanti dall'utilizzo di sistemi WMS sono:

- Affidabilità delle giacenze di Magazzino
- Massimo sfruttamento dello spazio fisico del magazzino
- Rintracciabilità puntuale della merce
- Gestione di lotti e matricole secondo le esigenze aziendali e normative
- Eliminazione degli errori di prelievo e di spedizione
- Riduzione dei tempi delle movimentazioni di versamento e di prelievo

Per quanto riguarda i costi bisogna considerare, i costi relativi all'adeguamento dell'hardware esistente come il potenziamento del server, l'acquisto di nuovo hardware come gli accesspoint ed i terminali in radiofrequenza, l'acquisto delle licenze software e le eventuali personalizzazioni, infine i costi relativi alla formazione del personale.

