



## EDIOTRIALE

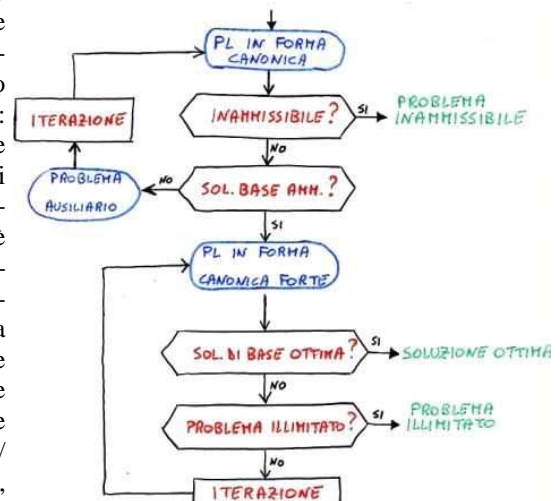
Con questo numero inizia un nuovo anno per infologis e come preannunciato nello scorso numero durante quest'anno ci saranno diverse novità, ad alcune avevo già accennato per altre non avevo detto nulla. In sintesi gli obiettivi per il nuovo anno di infologis sono lo spostamento su un altro server con un nuovo dominio, il rilascio della versione numero uno di GESCO, la realizzazione di un Ebook dedicato alla gestione degli inventari, la realizzazione di un video corso dedicato ad Excel ed alle sue applicazioni in campo logistico, l'inserimento di nuovi programmi nell'area strumenti ed il potenziamento degli articoli relativi a SAP e Dynamics. Come vedete sono un bel po' di obiettivi ma come in tutte le attività quando si ha chiaro la meta e si è tracciato il percorso si è già fatto un bel passo in avanti. Spesse volte mi capita di vedere attività e processi mal predisposti, senza il minimo progetto dietro, senza che siano stati definiti chiaramente gli obiettivi, si inizia a camminare nella speranza di giungere prima o poi da qualche parte. Definire degli obiettivi, pianificare non garantiscono il raggiungimento del successo ma ne aumentano notevolmente le probabilità di riuscita, magari queste cose possono sembrare scontate eppure molti continuano a navigare a vista, anche nella situazione nella quale ci troviamo ad operare oggi, un ambiente turbolento e con scarsa visibilità. Quante volte vedo aziende che fanno un inventario solo perché è necessario farlo ed hanno fretta di chiuderlo, o aziende che fanno spedizioni senza criterio, oppure ubicano la merce in magazzino senza criterio, per accorgersi soltanto dopo che non riescono a trovare un determinato articolo e che i costi di trasporto sono notevolmente aumentati. E bene per rispondere a questa situazione abbiamo a disposizione sia la strumentazione teorica che pratica, la ricerca operativa

## Programmazione lineare

Si definiscono come problemi di programmazione lineare tutti quei problemi di ottimizzazione in cui la funzione obiettivo è lineare ed i vincoli sono tutti espressi da disequazioni lineari, ovvero è quella classe di problemi che sono definiti con funzioni polinomiali di primo grado di cui bisogna ricercare il minimo od il massimo tenendo conto dei vincoli imposti. Per la risoluzione di tale classe di problemi è stato elaborato l'algoritmo del simplesso che permette di trovare la miglior soluzione ammissibile, qualora questa esista, che risolve il problema studiato. Diversi problemi che si presentano nella gestione logistica possono essere ricondotti alla classe di problemi di programmazione lineare come ad esempio come il bilanciamento dei depositi, l'ottimizzazione dell'assortimento, la gestione dei trasporti, lo scheduling della produzione ed altri. L'algoritmo del simplesso viene implementato all'interno del Risolitore di Excel, mentre esistono diverse librerie nei vari linguaggi di programmazione che consentono l'utilizzo dell'algoritmo nella risoluzione dei problemi di ottimizzazione.

## Il metodo del simplesso

Il metodo del simplesso è una procedura algebrica utilizzata per la risoluzione di problemi di programmazione lineare, è stato il primo algoritmo pratico per la risoluzione di problemi di PL ed è tuttora il più usato e uno dei più efficienti in pratica. Il Metodo del Simpleso si applica a problemi di Programmazione Lineare "in forma standard", ovvero a problemi che presentano una particolare struttura adatta ad essere sfruttata da un punto di vista algoritmico. Il metodo del simplesso si basa su un processo iterativo di calcolo del valore della funzione obiettivo nei vertici della soluzione ammissibile, fino a quando si trova il valore ottimale (o si verifica che tale valore non esiste). È importante notare come esso non prende in considerazione tutte le soluzioni ammissibili di base, che, anche se in numero finito, possono essere numerose, ma si limita a considerarne alcune e si arresta quando trova quella ottimale. Quando il valore ottimale esiste ed è finito, il procedimento consiste nello spostarsi ripetutamente da un vertice all'altro adiacente al primo, in modo da ottenere un valore di Z (funzione obiettivo) maggiore di quello ottenuto in un precedente vertice. La ricerca termina non appena si trova che in nessun vertice adiacente la funzione obiettivo assume un valore maggiore: in questo caso si è raggiunta la soluzione ottimale. La soluzione così trovata è ottimale per le proprietà dell'insieme delle soluzioni ammissibili e per la linearità della funzione obiettivo. In genere questo tipo di procedimento consente di determinare il valore ottimale della funzione obiettivo in un numero limitato di passi, in quanto il vertice successivo è sempre scelto in modo che accresca il valore della funzione obiettivo: così facendo è impossibile ritornare su un vertice già esaminato. Tanto più che, tra tutti i vertici, si determina sempre quello che incrementa maggiormente la funzione obiettivo. Il problema è dunque quello di tradurre un procedimento prettamente geometrico in un procedimento analitico. L'implementazione informatica dell'algoritmo passa attraverso la sua risoluzione in forma matriciale, è possibile reperire in rete diverse librerie alcune delle quali open source che implementano l'algoritmo come <http://www.gnu.org/software/glpk/>, [www.coin-or.org](http://www.coin-or.org),



# Il problema del trasporto

ha fatto notevoli passi da quando è nata durante la seconda guerra mondiale. Come potete intuire il primo numero di quest'anno della newsletter è dedicato alla ricerca operativa, argomento che non dovrebbe essere relegato solo all'ambito accademico ma che dovrebbe costituire l'asse portante di chi si occupa di logistica, anche in una piccola e media impresa. La ricerca operativa nasce in un contesto in cui c'era bisogno di risolvere problemi dannatamente pratici, c'era da vincere una guerra, c'era da salvare vite umane. Non siamo certamente nella stessa situazione di sessanta anni fa, non abbiamo truppe e mezzi da gestire o territori da conquistare, ma ieri come oggi dobbiamo risolvere problemi pratici, dobbiamo decidere che percorso far fare ai nostri automezzi, dobbiamo decidere quante scorte detenere, dobbiamo decidere come ubicare la merce in magazzino, dobbiamo decidere in che ordine prelevare la merce, dobbiamo decidere dove ubicare un magazzino, insomma dobbiamo decidere, e sinceramente è preferibile utilizzare degli strumenti affidabili piuttosto che tirare in aria una monetina e vedere se esce testa o croce. Credo che sia scontato dirlo, ma forse è bene ripetercelo, ai tempi degli antichi romani si spostavano le merci con dei carri trainati da cavalli o con delle imbarcazioni a remi, e si prendevano decisioni scrutando le viscere degli animali, ora spostiamo le merci con aerei o con gigantesche navi container ed utilizziamo la ricerca operativa per prendere delle decisioni.

Il problema del trasporto è un classico problema di ricerca operativa che possiamo definire in questo modo: si suppone di avere un numero  $M$  depositi in cui viene immagazzinato un prodotto e  $N$  negozi che richiedono tale prodotto. Il problema del trasporto consiste nel determinare quale quantità di prodotto inviare da ciascun deposito verso ciascun negozio in modo tale da minimizzare il costo complessivo di trasporto, rispettando i vincoli sulle quantità di prodotto presenti in ciascun deposito e quelli di richieste di ciascun negozio. Tale problema si presenta nella realtà della gestione logistica ogni qualvolta si debba trasferire della merce da uno o più sorgenti verso una o più destinazioni. Il problema nella sua formulazione lineare viene risolto tramite il metodo del simplesso. È possibile formulare delle varianti al problema originario come:

- La QT totale disponibile nei punti sorgente è differente dalla QT totale richiesta nei punti di destinazione
- Ogni collegamento tra sorgente e destinazione ha una capacità massima
- Non tutte le sorgenti sono connesse con le destinazioni
- Sono presenti dei punti intermedi tra i punti sorgente e le destinazioni
- La funzione dei costi non è lineare
- Alcune sorgenti o destinazioni hanno priorità rispetto alle altre

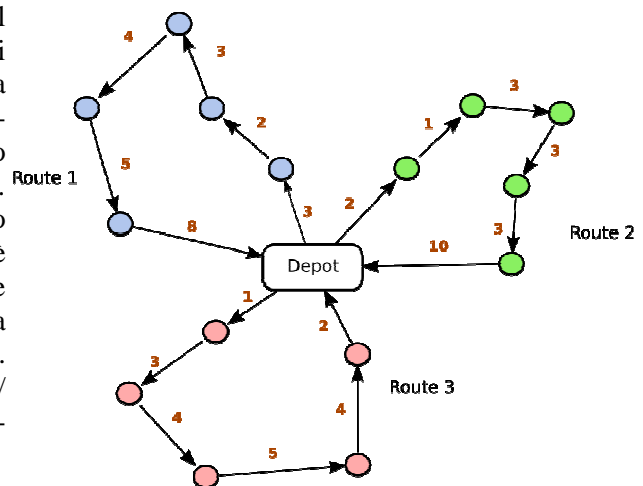
All'interno di una supply chain in cui vi sono più punti sorgente e più punti destinazione la risoluzione del problema del trasporto è di grande aiuto nel caso si gestiscano più depositi in conto lavoro per i quali è necessario che vi sia il materiale giusto per poter effettuare le lavorazioni, pertanto nel caso in cui si spostino delle commesse da un deposito ad un altro e vi sia una forte variabilità della domanda è frequente il caso che si verifichi che alcuni depositi hanno eccesso di materiale mentre altri ne sono sprovvisti. La risoluzione del problema del trasporto è utile anche nel caso di assegnamento di attività a delle risorse in questo caso le attività possono essere considerate come i punti destinazione e le risorse come punti sorgente.



## Vehicle Routing

trasporti. Il problema può essere definito in questi termini: La distribuzione di merce riguarda il servizio di un insieme di clienti attuato mediante una flotta di veicoli, localizzati in uno o più depositi e affidati ad autisti, che si muovono su di una rete stradale. La soluzione di un VRP consiste nella determinazione di un insieme di circuiti (route), ognuno percorso da un singolo veicolo che parte e arriva ad un deposito (non necessariamente lo stesso), tali da soddisfare i requisiti di clientela e distributore e, contemporaneamente, da minimizzare il costo globale del trasporto. Esistono diverse categorie di VRP, il più comune è il CVRP cioè che caratterizza questa tipologia di problemi è il fatto che il servizio è di semplice consegna senza raccolta. Inoltre le richieste dei clienti sono note a priori e deterministiche e devono essere soddisfatte da un solo veicolo; tutti i veicoli sono identici e basati su di un singolo deposito centrale. Nel DVRP invece i vincoli di capacità riguardanti ognuno dei tragitti sono sostituiti da vincoli di lunghezza o di tempo massimo. VRPTW è un'altra estensione del CVRP in cui ad ogni cliente è associato un intervallo di tempo detto time window. Nella VRPPD ogni cliente è associato a due quantità non negative rappresentanti la richiesta di merce e la quantità della stessa da ritirare rispettivamente. La risoluzione di questa classe di problemi può avvenire tramite algoritmi euristici o meta euristici. In questo link [http://osiris.tuwien.ac.at/~wgarn/VehicleRouting/vehicle\\_routing.html](http://osiris.tuwien.ac.at/~wgarn/VehicleRouting/vehicle_routing.html) è possibile trovare delle risorse libere per la risoluzione di VRP.

Il problema del Vehicle Routing è una generalizzazione del problema del commesso viaggiatore pertanto rappresenta una classe di problemi che modellano la realtà della logistica dei



## Problema dello zaino

Il problema dello zaino è il classico problema di ricerca operativo così formulato: Abbiamo uno zaino nel quale possiamo inserire degli oggetti che hanno un peso ed un valore, obiettivo del problema è massimizzare il valore dello zaino senza superare la sua capacità. Così come definito abbiamo il problema dello zaino detto 0/1 è possibile definire altre due varianti ovvero quella in cui ci sono più copie dello stesso oggetto e quella in cui ci sono più zaini (bin packing). Il problema viene risolto tramite un algoritmo euristico (ovvero una ricerca di una soluzione ottimale) di tipo greedy. Esempi di problemi dello zaino sono il riempimento di più vettori o il riempimento di un magazzino assimilabile al problema del taglio. È possibile reperire delle librerie per implementare informaticamente la soluzione del problema.

## Scheduling

Con il termine inglese scheduling si intende l'operazione di allocazione delle risorse nel tempo con l'obiettivo di realizzare una determinata attività. L'elemento fondamentale della schedulazione è il job del quale vengono definiti la durata, la risorsa che deve essere utilizzata ed il legame con gli altri job, la data di arrivo e la data di consegna. Obiettivo della schedulazione è distribuire i vari job alle varie risorse in un determinato ordine temporale in modo tale da:

- minimizzare le scorte
- massimizzare l'utilizzo delle risorse
- massimizzare il livello di servizio al cliente

Per la risoluzione di questo problema sono stati elaborati diversi algoritmi che riescono ad ottimizzare alcuni parametri del problema, inoltre è possibile definire una schedulazione statica o dinamica a seconda che si conosca o meno in un determinato periodo il numero di job da eseguire, nel caso non si conosca è necessario definire un flusso di arrivo dei lavori attraverso una variabile casuale. Inoltre è possibile definire il problema considerando una o più risorse a cui assegnare i job che lavorino in parallelo ed in modo uniforme.

Quale utilità può avere lo scheduling per una pmi ? e quanto costa ?

Consideriamo una vetreria che possiede una macchina per il taglio e che ogni settimana debba definire il proprio programma di lavoro. Il venerdì pomeriggio della settimana precedente vengono raccolti tutti gli ordini di lavorazione che scadono nella settimana successiva, con le loro date di arrivo e la loro durata utilizzando l'algoritmo Earliest Due Date riusciamo a minimizzare il ritardo massimo di consegna, mentre utilizzando l'algoritmo Shortest Process Time riusciamo a minimizzare il tempo medio di permanenza nel sistema degli ordini di lavoro. Quali sono i costi di questi vantaggi ? per prima cosa è necessario conoscere i tempi di lavorazione di ogni ordine, poi per gli algoritmi più semplici ci si può tranquillamente arrangiare con un foglio di calcolo, diversamente quando abbiamo più parametri è necessario reperire qualche algoritmo già fatto in giro per la rete o rivolgersi ad una software house.

### NEL PROSSIMO MESE

- Indicatori per la logistica
- Sicurezza in magazzino: Utilizzo del muletto
- Franchising e logistica
- Il progetto di un magazzino
- La progettazione degli imballaggi
- La distinta base nelle imprese di servizi
- Procedura valutazione fornitore esistente
- Creazione e gestione fornitori SAP
- La progettazione del prodotto e la logistica
- La creazione di una rete di distribuzione
- Controllo di gestione e logistica
- Utilizzare il risolutore di Excel
- La logistica sanitaria
- La saturazione dei mezzi di trasporto
- Il trattamento dei dati

## Algoritmi genetici

Lo studio della natura può venire in aiuto nella risoluzione di problemi logistici, infatti questo metodo di ricerca e ottimizzazione si ispira ai principi darwiniani che regolano l'evoluzione delle specie viventi. L'algoritmo partendo da una insieme di possibili soluzioni (individui), detta popolazione iniziale, esegue n iterazioni incrociando gli individui e selezionando quelli migliori che costituiranno la generazione successiva. La successione di iterazioni evolve verso una soluzione del problema, tale evoluzione è ottenuta tramite una ricombinazione del materiale genetico degli individui e attraverso una mutazione casuale nella popolazione. Gli individui vengono selezionati in base ad una funzione fitness impostata in base al problema da risolvere.

Le possibili soluzioni del problema vengono codificate attraverso una struttura (una stringa) detta gene. L'algoritmo procede attraverso queste operazioni:

1 generazione di un numero di geni in maniera casuale

2 creazione di una sequenza di nuove generazioni

A per ogni individuo si calcola la funzione fitness

B si ordinano gli individui sulla base dei valori della funzione

C si scelgono gli individui più promettenti come genitori

D si genera una popolazione dall'incrocio dei genitori selezionati

E si effettuano delle mutazioni in maniera casuale

3 l'algoritmo si interrompe quando viene verificato uno dei criteri d'arresto.

Esempi di utilizzo degli algoritmi genetici sono la risoluzione del problema dello zaino (ad esempio per l'ottimizzazione del carico di un vettore o per l'ottimizzazione di un magazzino automatico) o quello del commesso viaggiatore (ad esempio l'organizzazione dei viaggi o i problemi di routing relativi al picking). Gli algoritmi genetici si rivelano utili nella risoluzione di problemi di ottimizzazione non lineare che presentano un "paesaggio" di soluzioni possibili abbastanza articolato, inoltre è possibile interrompere l'algoritmo in qualsiasi momento ottenendo una soluzione comunque ottimale.

Per implementare un algoritmo genetico in Access o Excel è necessario procurarsi una libreria di funzioni che implementi gli algoritmi genetici.

## La risoluzione di problemi di programmazione li-

Negli articoli precedenti abbiamo visto che esistono diverse classi di problemi di natura logistica che possono essere risolti tramite la programmazione lineare ed abbiamo visto come il metodo del simplesso sia il principale metodo risolutivo di questi problemi. Nella pratica però non possiamo utilizzare il risolutore di Excel per impostare e risolvere i nostri problemi in quanto mediamente un problema di programmazione lineare può presentare centinaia di vincoli funzionali. La formulazione di modelli così straordinariamente grandi può essere un compito scoraggiante in quanto per arrivare alla formulazione algebrica è necessario milioni di parametri, pertanto è necessario fare ricorso ad un linguaggio di modellazione. Un linguaggio di modellazione matematico è un software progettato per la formulazione di modelli matematici di grandi dimensioni. Sebbene possano esserci migliaia di vincoli funzionali, questi possono essere suddivisi in poche tipologie ed i vincoli dello stesso tipo si presentano nella stessa forma. Analogamente le variabili decisionali possono essere suddivise in un piccolo numero di categorie. In questo post vedremo tre software di modellazione di problemi di programmazione lineare, di cui uno open source.

**MPL (commerciale):** è un pacchetto software che permette di implementare problemi di programmazione lineare (PL) e programmazione lineare intera (PLI) in modo chiaro, efficiente e conciso. È un linguaggio ad alto livello che permette di descrivere sistemi anche molto complessi. È possibile introdurre commenti e "definizioni linguistiche" che facilitano la comprensione anche ai non programmatori.

I programmi vengono scritti con un semplice editor di testo e sono indipendenti dalla piattaforma sulla quale sono eseguiti (Windows, Unix, Macintosh). Nell'output sono indicate, in modo comprensibile, tutte le operazioni svolte dal risolutore. Si può interfacciare con strumenti di grafica.

**Xpress (commerciale):** L'ambiente di sviluppo Xpress – IVE consente di sviluppare modelli di programmazione lineare e di programmazione matematica usando un linguaggio di modellazione molto sintetico e potente. La documentazione, ricca e dettagliata, consente un approccio graduale alle diverse funzioni del sistema di modellazione, inoltre sono disponibili numerosi esempi che sono di ulteriore aiuto.

Sia per Xpress che per MPL esistono delle versioni per studenti che presentano delle limitazioni ma che comunque consentono di risolvere una buona serie di problemi per le piccole e medie imprese. Completamente gratuito è invece LPSolve.

**LPSolve:** è un software con licenza LGPL (GNU Lesser General Licence) per la risoluzione di problemi di programmazione lineare continua ed intera basato sul metodo del Simplex Revisionato per le variabili continue e sull'algoritmo Branch-and-bound per quelle intere.

Il programma non pone nessun limite nella dimensione del modello, supporta le variabili Intere, continue e Special Order Sets ha la possibilità di leggere file MPS, LP e altri. Consente di effettuare analisi di sensitività ed è utilizzabile con altri linguaggi di programmazione inoltre consente di impostare diverse opzioni per la risoluzione del modello.

Tutti e tre i programmi consentono l'accesso alle loro librerie di funzioni per poterli utilizzare all'interno di diversi linguaggi di programmazione.