LİNDO KULLANMA KLAVUZU

Önsöz:

Doğrusal (linear) problemleri çözmeye yarayan bu programın kullanma kılavuzu, Yöneylem Araştırması konularında eğitim almış, İngilizce bilen kullanıcılara yol göstermek için hazırlanmıştır.

Mehazlar:

1. Lindo Manual (Lindo Systems Inc. 1995)
2. Operation Research Applications and Algorithims (4 th edition Wayne. L. Winston)

1. AMAÇ:

LINDO (LİNEAR,INTERACTIVE,DISCRETE,OPTIMIZER) programının gayesi Doğrusal Programlama problemlerinin çözümünde kullanıcıya süratli bir şekilde sonucu vermek,basit bir şekilde problemi girmek,çözüme dayanarak doğrusal programlama formülasyonunun uygunluğu ve doğruluğu hakkında fikir beyan etmek ve formülasyonda yapılacak küçük düzeltme ve değişikliklerle yeni çözümlere ulaşmaktır ve elde edilen çözümlere dayanarak analiz için sonuçlar çıkarmaktır. Bu program bir sonraki aşama için ne yapılamsı gerektiğini sorarak veya kullanıcıdan bir komut yazmasını bekleyerek işlemlerini yürütür.

2. KAPSAM:

Bu program Doğrusal Programlamayı bilen kişiler tarafından kullanılabilir. Bu dokümanda bu kapsamdaki kişilere yardımcı olmak maksadıyla bir problemin programa nasıl girileceği,kullanılacak komutlar ve işlevleri,ve problem çözümünün nasıl yorumlanacağı açıklanmıştır.

Programda kullanılan temel komutlar şunlardır:

MAX : Bir maximizasyon probleminde veri girişine başlamak için

MIN : Bir minimizasyon probleminde veri girişine başlamak için

END : Problem veri girişini sonlandırıp ana komut menü seviyesine çıkmak için

GO : Problemi çözüp sonuçlarını almak için

LOOK : Problem formülasyonunun bir kısmına veya tümüne ait görüntüyü alabilmek için

ALTER : Problemin herhangi bir elemanında gerekli değişikliği yapabilmek için

EDİT : Problemin formülasyonunu görüp üzerinde gerekli her türlü değişikliği yapabilmek için

Örneğin aşağıda belirtilen veri girişi küçük bir problemin tanımlanması için yeterlidir.

```
1)  MAX    2X+3Y
    ST
2)  4X+3Y < 10
3)  3X+5Y < 12
    END
```

Her satırdan sonra ENTER ↵ tuşuna basılmalıdır. GO komutu problemi çözer. LOOK komutu yazıldığında program programın hangi satırının belirtilmesi gerektiğini sorar. Örneğin 3, 1-4 veya ALL cevapları verilebilir. Bu durumda sırasıyla 3.ncü sıra, 1 ile 4.ncü sıralar arasındaki yazılar veya bütün problem formülasyonunu ekranda görmek mümkündür.

ALTER komutu yazıldığında, LINDO programı bir sıra,bir değişken ve yeni bir katsayı (parametre) değişikliği yapılacağını sorar ve örnek olarak sırasıyla 2, X ve 6 cevapları verilebilir. Eğer böyle bir sıra izlenecek olursa yukarıda belirtilen problemin ikinci sırasındaki X değişkeninin katsayısı 6 olur yani 4X bölümü 6X olarak değişmiş olur. Bu aşamadan sonra tekrar GO komutu yazarak son değişikliğe ait çözümü hemen elde etmek mümkündür. Bir problem çözüldükten sonra, program duyarlılık analizi (sensitivity analysis) yapılıp yapılmayacağını sorar eğer cevap evet (y) ise duyarlılık analizini de yapar.

HELP, CATEGORIES (veya kısaca CAT) ve COMMANDS (veya kısaca COM) komutları kullanıcıya LINDO ile ilgili daha fazla bilgi vermek için oluşturulmuştur.

COM : input, output vb. kullanım kategorilerine göre tasnif edilmiş bütün komutları kısa yazılımlarıyla listeler.

HELP : Komut adından önce yazılan HELP ve ilgili komut, o komuta ait bilgi verir. Örnek "HELP ALTER"(ENTER) bu komuta ait bütün bilgileri verir.

CAT : Sadece komut kategorilerini listeler ve böylece herhangi bir kategorideki komut listesini elde etmek mümkün olur.

Komutlar arasında ! işaretinden sonra ihtiyaca göre yorumlar “comments” belirtilmiştir. Kategorilere göre komutlar ve kullanımlarına ait kısa açıklamalar şu şekilde verilebilir.

3. WINDOWS SEÇENEKLERİ

LINDO wındows tabanlı bir solver olduğu için yeni bir model girilmesi, kaydedilmesi,çözümü, çözümlerin yazdırılması vb. işlemler diğer windows programlarında olduğu gibi pencerenin üst kısmında yer alan “tablolar” kullanılarak yapılır. LINDO‘nun toollbar kısmında FILE, EDIT, SOLVE, REPORTS, WINDOWS ve HELP bölümleri vardır. SOLVE VE REPORTS kısmı hariç diğerleri,herhangi bir WINDOWS programı ile aynıdır

a. SOLVE MENÜSÜ

Solve menüsü içerisinde Solve, Compıle Model , Debug , Pivot , Preemptıve Goal komutları yer alır. Bu menü içerisindeki tüm komutlar çözümle ilgilidir.

b. REPORTS MENÜSÜ

Reports menüsü içerisinde Solutıon, Range, Parametrics, Statistics, Peruse, Picture, Basis Picture, Tableau, Formulation, Show Column, Positive Definite komutları yer alır. Bu menü içerisindeki tüm komutlar problem çözümü sonucu alınacak rapor ile ilgilidir.

KATEGORİ	KOMUT	KULLANIMI
1. INFORMATION	HELP	Değişik durumlarda karşılaşılan sorunlara ilişkin yardım için
	COM	Kategorilere göre komut listesini sağlar
	LOCAL	Programın kurulmasına yönelik spesifik Bilgi verir.
	CAT	Komutların kategorilerini listeler.

2. INPUT	MAX	Maximizasyon problemi veri girişine Başlamak için
	MIN	Minimizasyon problemi veri girişine Başlamak için.
	RETR	Dosya olarak önceden saklanmış eski bir Problemi çağırmak için
	RMPS	MPS formatlı olarak saklanmış bir dosyayı Çağırmak için.
	TAKE	Bir dosyadan terminal veri elde etmek için.
	LEAVE	Önceden yapılmış TAKE komutunu kaldırmak İçin.
3. DISPLAY	LOOK	Problemin doğal formatında çıktısını vermek İçin.
	SOLUTION	Standart çözüm raporunun çıktısını vermek İçin.
	RANGE	Çözümün geçerlilik aralıklarına ait rapor Çıktısını vermek için.
	PICTURE	Matrix çıktısını almak için.
	SHOCOLUMN	Problemin bir kolonunun görüntüsünü almak İçin.
	TABLEAU	Halihazırdaki tabloya ait çıktı için.
4. FILE OUTPUT	SAVE	Güncel olan problemi saklamak için.
	DIVERT	Problem çıktılarını bir dosyaya dönüştürmek için
	RVRT	Çıktıları terminale getirmek için.
	SMPS	Güncel problemi MPS formatında saklamak İçin.
5. SOLUTION	GO	Problemi çözmek için.
	PIVOT	Müteakip simplex işlemini yapmak için.

6. PROBLEM EDITING	ALTER	Problemin bazı elemanlarını değiştirmek için.
	EXT	Tehditler ekleyerek problemi genişletmek İçin.
	DEL	Belirlenmiş bir tahdidi silmek için.
	SUB	Bir değişkenin basit üst sınırını girmek İçin
	APPC	Formülasyona yeni bir kolon ilave Etmek için.
7. **INTEGER PROGRAMS**	INT	Tamsayılı değişkenleri tanımalmak için.
8. **CONVERSAT**. **PARAMETERS**	WIDTH	Terminal genişliğini kurmak için.
	TERSE	Bir şeyi kısa olarak ifade etmek için.
	VERBVOSE	Bir ifade şeklini daha teferruatlı Olarak ifade etmek için.
	BATCH	Batch olduğunu belirtmek için.
9. MISCELLANEOUS		
	INVERT	Daha doğru yanıtlar elde edebilmek İçin.
	STAT	Matrix özet istatistiki bilgilerin Çıktılarını almak için.
	BUG	Bir hata oluştuğunda ne yapılması Gerektiğini belirtmek için.
11. QUIT	QUIT	Programdan çıkmak için.

ÖRNEK PROBLEM

MAX Z = 3X1 +5X2
ÖYLE Kİ X1 <= 4
2X2 <= 12
3X1+2X2 <= 18
X1,X2 >= 0

Yukarıdaki örnek model “LINDO” aşağıdaki şekilde girilir.

MAX 3X1+5X2 [ENTER]
ST [ENTER]
X1 < 4 [ENTER]
2X2 < 12 [ENTER]
3X1 + 2X2 < 18 [ENTER]
END [ENTER]

*MODELİN TAMAMINI AŞAĞIDAKİ KOMUTLA GÖREBİLİRİZ.
: LOOK ALL [ENTER]

LINDO ÇIKTI RAPORU

LINDO Çıktı Raporu DP problemindeki karar değişkenlerinin almış olduğu değerlere ve amaç fonksiyonunun aldığı toplam Z değerine ilave olarak problemdeki üç tip parametreden ikisinin problem üzerindeki etkilerinin değeri hakkında bilgi verir(Duyarlılık Analizi). Bu parametreler amaç fonksiyonu katsayıları (Cj) ve tahdit sağ taraf (bi) değerleridir.LINDO çıktı raporunun özelliklerini bir örnek üzerinde ayrıntılı olarak görebiliriz.

ÖRNEK PROBLEM : Bir adet C -130 uçağı 50 adet piyade ve bir adet C -141 tipi uçak ise 150 adet piyade taşıyabilmektedir. Bu birliklerin nakliyesi ile ilgili olarak 50 milyon TL. lik bütçe, 7 adet C -130 uçağı ve 4 adet C -141 uçağı vardır. C -130 uçağı için 5 milyon TL ve C -141 uçağı için ise 10 milyon TL sefer başına sarfedilmektedir. Buna göre problemin formülasyonunu şöyle yapabiliriz.

X1 = sefere çıkacak C -130 sayısı

X2 = sefere çıkacak C -141 sayısı

MAX Z = 50X1 + 150X2 [ENTER]
ST [ENTER]
5X1 + 10X2 <= 50 [ENTER]
X1 <= 7 [ENTER]
X2 <= 4 [ENTER]
END

Bu modelin LINDO çıktı raporu şu şekildedir.

```
MAX  50X1 + 150X2
SUBJECT TO
            2)  5X1+10X2 <= 50
            3)  X1 <= 7
            4)  X2 <= 4
            END
            LP OPTIMUM FOUND AT STEP  2
              OBJECTIVE FUNCTION VALUE
      1)     700.0000
VARIABLE                VALUE                REDUCED COST
    X1                  2.000000               .000000
    X2                  4.000000               .000000

ROW                   SLACK OR SURPLUS       DUAL PRICES
  2)                      .000000              10.000000
  3)                     5.000000                .000000
  4)                      .000000              50.000000

NO. ITERATIONS -   2
```

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED

VARIABLE	CURRENT COEF.	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	50.000000	25.000000	50.000000
X2	150.000000	INFINITY	50.000000

RIGHT HAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	50.000000	25.000000	10.0000000
3	7.000000	INFINITY	5.000000
4	4.000000	1.000000	2.500000

Şimdi bu rapora ait bölümleri detaylı olarak inceleyelim.

c. İTERASYON SAYISI

Raporun başında yer alan " LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2" mesajı söz konusu problemin iki aşamada optimal çözüme ulaştığını ifade etmektedir. Hatırlanacak olursa primal biçimi ile ifade edilen bu problemin simnplex algoritması ile çözümünü yaparken bir başlangıç tablosuna ve iki adet birbirini takip eden çözüm tablosuna gerek vardır. Bu bölüm basit olarak başlangıç tablosundan sonra ikinci iterasyonda optimal çözümün bulunmuş olduğunu açıklamaktadır.

d. OPTİMAL (EN İYİ) DEĞER

LINDO çıktı raporunda daha sonra görmüş olduğunuz "OBJECTIVE FUNCTION VALUE 1) 700.000.000" mesajı amaç fonksiyonunun aldığı optimal değeri ifade etmektedir. Başka bir deyişle toplam Z = 700 piyadenin taşındığını anlıyoruz. Dikkat edilmesi gereken bir diğer hususta bu değerin primal ve dual simplex tablodaki "bj" sağ taraf değeri (RHS) kolonunun Zj değerini ifade ettiğidir.

e. KARAR DEĞİŞKENLERİ DEĞERLERİ

Çıktı raporunun müteakip bölümü (1nci BÖLÜM) her bir karar değişkeni için değer “VALUE” ve fırsat maliyeti “REDUCED COST“ kısımlarını içerir. ”VALUE” kısmı karar değişkenlerinin optimal (en iyi) çözümde almış oldukları değerleri belirtmektedir. Örneğimizde sefere çıkacak olan C -130 uçağı sayısının X1 - 2 ve C -141 uçağı sayısının ise X2 - 4 olduğunu anlıyoruz.

f. ARTIK/GEVŞEK DEĞİŞKEN DEĞERLERİ

Raporun 2.nci bölümü her bir tahdit (kısıt) ile ilgili gevşek ya da artık değişkenlere ait “SLACK OR SURPLUS” değerleri ile gölge fiyatları “DUAL PRICES” kapsamaktadır. Bu bölümde “ROW” (sıra) numaraları LINDO problemini girerken yazmış olduğumuz denklem ve eşitsizliklere ait numaralardır. Genel olarak amaç fonksiyonu daima 1.nci sırada ilk tahdit ise 2.nci sıradan başlar ve diğer tahditlerde müteakip numaraları sırasıyla alırlar. “SLACK OR SURPLUS” kısmı ile optimal çözümdeki her tahdit için belirlenmiş artık ve gevşek değişkenlere ait değerler verilmiştir. Piyade intikali ile ilgili örneğimizde S1 - 0, S2 - 5, S3 - 0 , değerlerini alırlar. LINDO çıktısından hangisinin gevşek hangisinin artık değişken olduğunu doğrudan anlamamıza rağmen bu değişkenlerin hepsi gevşek değişken olup 1.nci ve 3.ncü tahditlere ait kaynakların tamamen tüketildiğini 2.nci tahdidin ise 5 birim bol olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle tahsis edilen 50 milyon TL bütçe ve C -141 uçaklarının tamamı kullanılmış, buna karşılık 7 adet C -130 uçağının (7 - 5 = 2) adedi kullanılmıştır.

g. TEMEL DEĞİŞKENLER

LINDO çıktı raporundan temel çözümde yer alan değişkenleri saptamak nasıl mümkün olabilmektedir? Her şeyden önce problemin her bir tahdidi için bir temel

değişken olmak zorundadır ve bu değişkenler pozitif değerler olmak zorundadır. Örneğimizde 3 adet tahdit bulunmaktadır bu nedenle 3 adet temel değişken vardır. Bu değişkenler için “VALUE” ve “SLACK OR SURPLUS” kısımlarına bakmak yeterlidir. Buna göre X1, X2, ve S2 (3.ncü sıradaki) değişkenler temel değişkenlerdir.

h. BAĞLAYICI (SIKI) TAHDİTLER

Mevcut optimal çözümde “gevşek veya artık” değişken değerleri “sıfır” olan tahditler sıkı (bağlayıcı) tahditlerdir. Bu durumu LINDO çıktı raporundan anlamak için 2.nci bölümdeki “SLACK OR SURPLUS” kısmına bakmak yeterlidir.