Chalmers tekniska högskola/Göteborgs universitet
Matematik, Optimering
Ann-Brith Strömberg, Fredrik Altenstedt 23 september 2003

TMA136/MAN350 Optimering under osäkerhet
Handledning för fallstudier

De modeller som ligger till grund för fallstudierna är beskrivna i [HV] avsnitt 3.2.3 (sid. 27–41). Varje grupp skall välja en av de fem modellerna "Multi-period production planning" (case1), "Budgeting cost of nursing in a hospital" (case2), "Growing maize and sorghum in Kilosa district" (case3), "Product mix problem" (case4) och "Investment planning for electricity generation" (case5). Fler än en grupp kommer att arbeta med samma modell.

För att kunna analysera modellen "Growing maize and sorghum in Kilosa district" behövs även följande information. "Assume that the buying price of maize is 50 guilders per 100 kilograms; the buying price of sorghum is 40 guilders per 100 kilograms; the selling price of maize is 35 guilders per 100 kilograms; the selling price of sorghum is 30 guilders per 100 kilograms; total acreage $a = 1.5$ ha; the preference factor $f = 3$. Assume that the disturbances ε_1 and ε_2 are independent random variables, and that they are independent of the total rainfall R."

Uppgifter

Uppgift 1–5 samt 7–9 utförs för alla modellerna. Uppgift 6 är olika för de olika modellerna.

1. Finn den steg-1 lösning som fås då alla slumpmässiga parametrar ersätts med sina väntvärden. Hitta förväntade värdet av problemet då denna steg-1 lösning med slumpade parametrar (500 scenarier).

   Tolka resultatet och diskutera speciellt vilken nytta man kan ha av att istället lösa recourse-modellen.

2. Lös recourse-modellen och jämför resultatet med det som erhölls i deluppgift 1. Diskutera speciellt värdet av den stokastiska lösningen (VSS).

3. Beräkna "wait and see"-lösningen och jämför resultatet med dem erhållna i deluppgift 1 och 2. Beräkna EVPI (expected value of perfect information)?

4. Generera nu istället 20 scenarier och utför deluppgifterna 1–3 igen. Jämför resultaten med motsvarande för 500 scenarier. Pröva dessutom att generera en steg1 lösning med 20 scenarier med dels slumpdragning, och dels anpassad sampling, och se vad värdet blir om denna steg-1 lösning används för 500 andra scenarier.

   Vilken nytta har vi av att generera många scenarier?

5. Vilken recourse-struktur har modellen? Complete, Simple? Beskriv hur detta kan underlätta vid lösning med L-shaped-algoritmen.

6. Multi-period production planning

   i. Variera övre gränserna för utökning av produktionskapaciteterna up_{jt} (i datafilen, `ubd_xcapac`) och studera hur resultatet från recourse-modellen beror av dessa (känslighetsanalys).

ii. Diskutera hur resultatet beror av antagandena om efterfrågan på produkterna (oberoende mellan produkter, oberoende över tiden).

iii. För denna modell är indelningen i steg 1 och steg 2 inte gjord utifrån tidssteg. Av vilken anledning kan man ha valt att modellera på detta sätt?

iv. För optimallösningen från recourse-modellen (20 scenarier); beräkna sannolikheten att man inte behöver köpa in någon av de två produkterna under någon av de fyra perioderna.

Budgeting cost of nursing in a hospital

i. Variera lönekostnader, d.v.s., parametrarna $\tilde{r}_i$, o_i och a_i, $i = 1, 2, 3$ (`rtilde`, `over` respektive `ahire` i datafilen) och studera hur resultatet från recourse-modellen beror av dessa (känslighetsanalys). Vad händer t.ex. då (olika typer av) lönerna ökar?

ii. För optimallösningen från recourse-modellen (20 scenarier); beräkna sannolikheten att den ordinarie arbetsstyrkan är otillräcklig i någon av tidsperioderna.

iii. Reflektera över möjligheten att sätta upp patienterna på en väntelista. Detta kan inlemmas i recourse-modellen genom att utöka recourse-matrisen med sex ytterligare kolumner (en för varje tidsperiod) och sex nya recourse-variabler. Formulera och förklara den nya recourse-modellen och diskutera recourse-strukturen.

Growing maize and sorghum in Kilosa district

i. Analysera känsligheten hos recourse-modellen med avseende på parametrarna a och f (`area` respektive `f` i datafilen). Diskutera hur antagandet att ε_1 och ε_2 är oberoende påverkar resultatet. Hur ändras lösningen om inköpspriserna (q_m^+ och q_s^+; i datafilen `qbuy`) fördubblas och försäljningspriserna (q_m^- och q_s^-; i datafilen `qsell`) blir noll?

ii. För optimallösningen från recourse-modellen (20 scenarier); beräkna sannolikheten att skörden är otillräcklig med avseende på minst ett av näringsämnena. Beräkna väntevärdet för hur mycket mera majs än durra (sorghum) familjen kan äta.

Product mix problem

i. Analysera känsligheten hos modellen för variationer hos vinsten per enhet av de olika produkterna (c_j; i datafilen `c`). Samma sak för timkostnaderna för inhyrd arbetskraft i de olika avdelningarna (q_k; `q` i datafilen).

ii. För optimallösningen från recourse-modellen (20 scenarier); beräkna sannolikheten att man inte behöver hyra arbetskraft till någon av avdelningarna.

Investment planning for electricity generation

i. Antag att det är möjligt att importera elektricitet. Detta kan modelleras med hjälp av en femte "virtuell" teknik med investeringskostnad $c_5 = 0$ (`cost_invest` i datafilen utökas med ett element) och en relativt hög operativ kostnad q_5 (`cost_prod` i datafilen utökas med ett element). Formulera denna modell och analysera den för några rimliga värden på q_5. Tips: variablerna y_{5j}, som beskriver elimporten, skall inte begränsas av "investeringen" i denna "teknik" (bivillkoren `mode_capacity`). Jämför med de tidigare erhållna resultaten.

ii. Utgå från modellen utan elimport. I praktiken visar det sig att av olika anledningar är all utrustning obrukbar då och då. Ett sätt att beakta detta faktum är att inkorporera tillgänglighetsfaktorer $a_i \in [0.9, 1.0]$ för de olika teknikerna i modellen: då teknik i används är endast andelen $a_i x_i$ av den investarade kapaciteten x_i tillgänglig. Justera modellen och lös den för några olika värden på vektorn av tillgänglighetsfaktorer. Jämför resultatet med de tidigare erhållna resultaten.

7. Skriv en rapport som presenterar modellen och frågeställningar samt redovisar resultaten.
8. Ge synpunkter på uppgifterna, datorprogrammen, användarvänlighet, omständigheter i händelse av att något program kraschat, möjliga funktionsfel samt i övrigt vad du vill!
9. Presentera fallstudien muntligt vid ett seminarium för övriga kursdeltagare.

Programvara

I år är uppgifterna omgjorda för att lösas i AMPL (obs, ni måste anvädna fullversionen, studentversionen räcker inte till).

För att lösa uppgifterna behövs tre indatafiler—en med den matematiska modellen, en med data och en för att mellanlagra lösningar Alla data- och programfiler som behövs finns i kursbiblioteket `/users/mdstud/ouo03/` under `Fallstudier/` Börja med att kopiera över indatafilerna (`case#.mod`, `case#.dat` och `case#.sol`, där `#`=1,2,3,4 eller 5 står för vilket problem) till ditt eget directory. Kopiera även upp filen ws

Starta *fullversionen* av ampl för att köra programmen. I filerna case#.mod finns sektioner vilka genererar sampel enligt vanlig sampling, antitetisk sampling och sampling med korrigering av medel och standardavvikelse. Ni väljer vilken metod som används genom att ändra i filen case#.mod, och kommentera bort de metoder vilka ej används.

I vissa av uppgifterna skall ni lösa problemet med en uppsättning slumptal, för att sedan evaluera med en annan uppsättning. För att kunna spara undan lösningar finns filen case#.sol. För att spara en lösning får man kopiera ned värdet på variablerna till filen med klipp och klistra (hittar någon en bättre lösning på att spara saker i AMPL, tala gärna om den). För att köra med en sparad lösning, läs in problemet som vanligt, och skriv sedan `inlcude case#.sol;`. Detta kommer att läsa in steg-1 lösiningen och fixera den. För att lösa, skriv sedan solve som vanligt.

Tips, för att generera nya slumtpal så måste man skriva `update data`, annars löses modellen för samma slumptal igen.

Om man vill starta med ett specifikt slumptal, t.ex. 1, så kan man skriva `option randseed 1`. Detta är nödvändigt för uppgift 1–3, där olika lösningar skall jämföras för samma slumputfall..

För att kunna få fram wait-and-see lösningen, kan ni använda filen ws, vilken används genom att skriva `include ws`.