

```

!!-----!!
!!-----!!
!!技術的陳腐化を考慮した大規模情報システムの最適更新戦略!!
!!-----!!
!!-----!!

```

```

!!-----parameter-----!!
integer, parameter :: imax=7           !imax=OPシステム総数(I)
integer, parameter :: jmax=11         !jmax=FDシステム総数(J)
integer, parameter :: tmax=21         !tmax=評価期間上限
real(8), parameter :: nu=0.89         !nu=割引因子
real(8), parameter :: cita0=0.22      !cita0=基幹システム遞減率
real(8), parameter :: k1=0.5         !OPシステム導入コスト係数

!!-----integer_do-----!!
integer :: i, j, t, k
integer :: si, ti, t0                !si=導入可能時点, ti=OPシステムの導入時点
integer :: m, mm
integer :: m1, m2
real(8) :: k2                        !便益係数
real(8) :: k3                        !遞減率係数

!!-----real_dimension-----!!
real(8), dimension(imax, 2) :: x1      !x1=(OPシステム初期導入費用, 瞬
間的価格遞減率)
real(8), dimension(imax, 2) :: x2      !x2=(OPシステム便益, OPシステム
運営費用)
real(8), dimension(imax, tmax+1) :: Ci !OPシステム費用推移関数
real(8), dimension(tmax+1, imax) :: ti_ast !各場合における最適導入タイミン
グ
real(8), dimension(tmax+1, imax) :: Wi_ast !部分問題1の解行列
real(8), dimension(tmax+1, tmax+1, imax) :: Wi ! (縦=si, 横=ti, 高さ=A)
real(8), dimension(tmax+1, tmax+1, imax) :: Wi_0 !式(8)

integer, dimension(2**imax, imax) :: menu !OPシステムメニュー(1or0)
real(8), dimension(tmax+1, 2**imax, 2**imax) :: R !OPシステム期待純便益

real(8), dimension(2**imax, 2**imax) :: qr !qr=推移確率
real(8), dimension(2**imax, 2**imax, imax) :: OPgap

real(8), dimension(imax) :: hazard_i
real(8), dimension(imax, 2) :: pi      !pi=π(実現する確率、実現しな
い確率)
real(8), dimension(tmax+1, tmax+1, imax) :: p !式(16)

real(8), dimension(tmax+1, 2**imax, 2**imax) :: omega
real(8), dimension(tmax+1, 2**imax) :: omega_ast
real(8), dimension(tmax+1, 2**imax) :: m_ast

real(8), dimension(jmax, 2) :: x3      !x3=(FDシステム初期導入費用, 瞬
間的価格遞減率)
real(8), dimension(jmax, 2) :: x4      !x4=(FDシステム便益, FDシステム
運営費用)
real(8), dimension(jmax, tmax+1) :: Dj !FDシステム費用推移関数
real(8), dimension(tmax+1) :: Q
real(8), dimension(jmax, tmax+1) :: Qin

```

```

real (8), dimension(2**imax) :: x6           !C0 (m) : 初期値のdate作成
real (8), dimension(tmax+1, 2**imax) :: C0
real (8), dimension(tmax+1, 2**imax) :: deltaC0
real (8), dimension(tmax+1) :: B0
real (8), dimension(tmax+1) :: x7           ! (新) 基幹システム維持管理費用

real (8), dimension(jmax) :: x8             ! (旧) FDシステム便益
real (8), dimension(jmax, tmax+1) :: x9     ! (旧) FDシステム維持管理費用
real (8), dimension(tmax+1) :: x10          ! (旧) 基幹システム維持管理費用
real (8), dimension(tmax+1, 2**imax) :: H_ast
real (8), dimension(tmax+2, 2**imax) :: W_ast
real (8), dimension(tmax+2, 2**imax) :: V_ast
real (8), dimension(tmax+1) :: f_b
real (8), dimension(tmax+1) :: ff_b

real (8), dimension(tmax+1, 2**imax) :: option_benefit !情報オプション価値 (待ち
選択肢オプション)
real (8), dimension(imax) :: option_i
real (8) :: xxx

real (8), dimension(imax) :: x100

!チェック済み
!!*****10進法→→→→2進法*****!!menu No, 1=0の2進数表示
do i=1, 2**imax;k=i-1;do j=imax, 1, -1      !!menu No, 2=1の2進数表示
    menu(i, j)=mod(k, 2);k=real(int(k/2))    !!menu No, 3=2の2進数表示
end do;end do                               !!menu No, 4=3の2進数表示
!!*****10進法→→→→2進法*****!!..... menu No
,k=k-1の2進数表示
!チェック済み

!open(12, file=' x003. dat' ) !逓減率
open(13, file=' x004. dat' ) !便益
do k2=0.001, 2.1, 2.1 !便益
!do k3=0.9, 2.1, 0.1 !逓減率

!!*****部分問題1 (最適解)*****!!
open(1, file=' x1. dat' );do i=1, imax
    read(1, *) (x1(i, j), j=1, 2)           !Ci (OPシステム初期時点導入コスト)と
    θ i (瞬間的価格逓減率) の読み込み
end do;close(1)

open(2, file=' x2. dat' );do i=1, imax
    read(2, *) (x2(i, j), j=1, 2)           !ei (OPシステム便益)とbi (OPシステム
運営費用) の読み込み
end do;close(2)

do i=1, imax;do ti=1, tmax+1
    Ci(i, ti)=x1(i, 1)*exp(-x1(i, 2)*(ti-1))
    !Ci(i, ti)=x1(i, 1)*exp(-1*k3*x1(i, 2)*(ti-1)) !OPシステム費用推移関数を定
義
end do;end do

```

```

do i=1,imax;do si=1,tmax+1;do ti=1,tmax+1
  if(si>ti)then
    Wi(si,ti,i)=-2500.0    !実現前には導入はできない→評価されないようにマイナ
ス大
  else
    Wi(si,ti,i)=-(nu**(ti-si))*Ci(i,ti-si+1)
    do t=ti,tmax+1
      Wi(si,ti,i)=Wi(si,ti,i)+(nu**(t-si))*(k2*x2(i,1)-x2(i,2))
      !Wi(si,ti,i)=Wi(si,ti,i)+(nu**(t-si))*(x2(i,1)-x2(i,2))
    end do
    !Wiの三次元表(縦=si, 横=ti, 高さ=A)
  end if
end do;end do;end do

do i=1,imax;do si=1,tmax+1
  Wi_ast(si,i)=maxval(Wi(si, :, i))    !各OPシステムiの実現時期siごとのOPシステ
ムの最適更新時期
end do;end do
!Wi_ast(si,i)=式(18)

do i=1,imax;do si=1,tmax+1;do ti=1,tmax+1
  if(Wi(si,ti,i)==Wi_ast(si,i))then
    ti_ast(si,i)=ti    !ti_ast(i種類目のOPシステム, 実現時期がsi), ti_astar
isk 論文式(7)
  end if
end do;end do;end do
!!*****部分問題1(最適解)*****!!
!チェック済み
!!*****式(16) 実現確率(始)*****!!
open(3, file='hazard_i.dat');do i=1,imax
  read(3,*) (hazard_i(i))    !一定値のハザード関数を読み込む
end do;close(3)

do i=1,imax
  pi(i,1)=1-exp(-hazard_i(i))    !次の期に実現する確率
end do

do i=1,imax
  pi(i,2)=exp(-hazard_i(i))    !次の期に実現しない確率
end do

do i=1,imax;do t0=1,tmax+1;do si=1,tmax+1
  if(si>t0)then
    p(t0,si,i)=pi(i,1)*(pi(i,2)**(si-t0))    !時点t0で実現していないOPメニュ
ーが時点siで実現する確率
  else
    p(t0,si,i)=0.0    !すでに実現している
  end if
end do;end do;end do
!!*****式(16) 実現確率(完)*****!!
!チェック済み
!!*****推移確率の定義(始)*****!!
!!【状態m】⇒⇒⇒【状態mm】!!
do m=1,2**imax;do mm=1,2**imax;do i=1,imax
  OPgap(m,mm,i)=menu(mm,i)-menu(m,i)
end do;end do;end do

```

```

do m=1, 2**imax;do mm=1, 2**imax
  if((minval(OPgap(m, mm, :))>=0.0))then !OPメニューの推移に矛盾がない場合(実
現⇒実現, 非実現⇒実現)
    qr(m, mm)=1.0
    do i=1, imax
      qr(m, mm)=qr(m, mm)*(((pi(i, 1)**menu(mm, i))* (pi(i, 2)**(1-menu(mm, i))))/(pi
(i, 1)**menu(m, i)))
    end do
  else
    qr(m, mm)=0.0 !OPメニューの推移に矛盾がある場合(実
現⇒非実現)
  end if
end do;end do

```

!!*****推移確率の定義(完)*****!!

!!*****FDシステム期待純便益問題(始)*****!!

```

open(4, file='x3.dat');do j=1, jmax
  read(4, *) (x3(j, i), i=1, 2) !Dj(FDシステム初期導入費用)とθj(
瞬時的価格逓減率)の読み込み
end do;close(4)

```

```

do j=1, jmax;do t0=1, tmax+1
  Dj(j, t0)=x3(j, 1)*exp(-x3(j, 2)*(t0-1)) !Dj(FDシステムの導入費用推移関数)
の定義
end do;end do

```

```

open(5, file='x4.dat');do j=1, jmax
  read(5, *) (x4(j, i), i=1, 2) !fj(新FDシステム便益)とbj(新FDシス
テム運営費用)
end do;close(5)

```

```

do t0=1, tmax+1;do j=1, jmax
  Qin(j, t0)=-Dj(j, t0)
  do t=t0, tmax+1
    Qin(j, t0)=Qin(j, t0)+((nu**(t-t0))*(x4(j, 1)-x4(j, 2)))
  end do
end do;end do

```

```

do t0=1, tmax+1;Q(t0)=0.0;do j=1, jmax
  Q(t0)=Q(t0)+Qin(j, t0) !Q(t0):FDシステム期待純便益
end do;end do

```

!!*****FDシステム期待純便益問題(完)*****!!

!!*****基幹システム導入費用関数問題(始)*****!!

```

do m=1, 2**imax
x6(m)=k1*(120*menu(m, 1)+120*menu(m, 2)+120*menu(m, 3)+120*menu(m, 4)+20*menu(m, 5)
+120*menu(m, 6)+8*menu(m, 7))+1070
!!print*, x6(m)!!搭載メニュー毎の初期埋没費用計算結果の確認
end do

```

```

do t0=1, tmax+1;do m=1, 2**imax
  C0(t0, m)=x6(m)*exp(-cita0*(t0-1)) !C0(t0, m)基幹システム導入費用関数
!C0(t0, m)=k1*(120*menu(m, 1)*exp(-x1(1, 2)*(t0-1))+120*menu(m, 2)*exp(-x1(2, 2)

```

```

*(t0-1))+120*menu(m,3)*exp(-x1(3,2)*(t0-1))+120*menu(m,4)*exp(-x1(4,2)*(t0-1))
+20*menu(m,5)*exp(-x1(5,2)*(t0-1))+120*menu(m,6)*exp(-x1(6,2)*(t0-1))+8*menu(m
,7)*exp(-x1(7,2)*(t0-1))+1070*exp(-(cita0*(t0-1)))
end do;end do

```

```

do t0=1,tmax+1;do m=1,2**imax
  deltaC0(t0,m)=(C0(t0,m)-1070.0)*exp(-(cita0*(t0-1))) !C0(t0,m) 基幹シス
テム導入費用関数
  !deltaC0(t0,m)=1070.0*exp(-(cita0*(t0-1)))
end do;end do

```

!!*****基幹システム導入費用関数問題(完)*****!!

!チェック済み

!!*****OPシステム期待純便益問題(始)*****!!

```

do t0=1,tmax+1;do mm=1,2**imax;do m=1,2**imax

```

```

  R(t0,mm,m)=0.0 !便益:R(更新時点,実現状況,搭載メニュー)
  do i=1,imax
    R(t0,mm,m)=R(t0,mm,m)+menu(mm,i)*menu(m,i)*Wi(t0,t0,i)
  end do
  !すでに実現しているもの?未完成*Wi(t0,t0,i)?

```

```

  R(t0,mm,m)=R(t0,mm,m)
  do si=t0+1,tmax+1;do i=1,imax
    R(t0,mm,m)=R(t0,mm,m)+(1-menu(mm,i))*menu(m,i)*(nu**(si-t0))*p(t0,si,i)*Wi
_ast(si,i)
    ! R(t0,mm,m)=R(t0,mm,m)+(実現していない)*(搭載している【キャパ有り】)*(時点s
iで実現する場合を考慮した期待値)
  end do;end do

```

```

end do;end do;end do
!!*****OPシステム期待純便益問題(完)*****!!
!チェック済み

```

!!*****基幹システムの維持管理費用に関する問題(始)*****!!

```

open(8,file='x7.dat');do t=1,tmax+1
  read(8,*)(x7(t)) !d0(tt):時点tで発生する全体システム維持管理費用 (19)

```

```

end do;close(8)

```

```

do t0=1,tmax+1;B0(t0)=0.0;do t=t0,tmax+1
  B0(t0)=B0(t0)+(nu**(t-t0))*x7(t) !B0(t0):基幹システムの維持管理費用
end do;end do

```

!!*****基幹システムの維持管理費用に関する問題(完)*****!!

!チェック済み

!!*****純便益(Q(t0)+R(t0,mm,m)-C0(t0,m)-B0(t0))(始)*****!!

```

do t0=1,tmax+1;do mm=1,2**imax;do m=1,2**imax !omega(更新時点,実現状況,搭載
メニュー)

```

```

  omega(t0,mm,m)=Q(t0)+R(t0,mm,m)-C0(t0,m)-B0(t0)
end do;end do;end do

```

```

do t0=1,tmax+1;do mm=1,2**imax
  omega_ast(t0,mm)=maxval(omega(t0,mm,:))
end do;end do

```

```

do t0=1,tmax+1;do mm=1,2**imax;do m=1,2**imax
  if(omega(t0,mm,m)==omega_ast(t0,mm)) then
    m_ast(t0,mm)=m
  end if

```

```

end do;end do;end do
!!*****純便益(Q(t0)+R(t0,mm,m)-C0(t0,m)-B0(t0))(完)*****!!
!チェック済み
!!*****最適システム更新モデル(始)*****!!
open(9,file='x8.dat');do j=1,jmax
  read(9,*)(x8(j))
end do;close(9)

open(10,file='x9.dat');do j=1,jmax
  read(10,*)(x9(j,t0),t0=1,tmax+1)
end do;close(10)

open(11,file='x10.dat');do t0=1,tmax+1
  read(11,*)(x10(t0))
end do;close(11)

do t0=1,tmax+1;f_b(t0)=0.0;do j=1,jmax
  f_b(t0)=f_b(t0)+(x8(j)-x9(j,t0))
end do;end do

do t0=1,tmax+1
ff_b(t0)=f_b(t0)-x10(t0)
end do
!*****!
do m2=1,2**imax
V_ast(tmax+2,m2)=0.0
end do
!*****!
do t0=tmax+1,1,-1

do m1=1,2**imax;W_ast(t0+1,m1)=0.0;do m2=1,2**imax
  W_ast(t0+1,m1)=W_ast(t0+1,m1)+qr(m1,m2)*V_ast(t0+1,m2)
end do;end do

do m1=1,2**imax
  H_ast(t0,m1)=ff_b(t0)+nu*W_ast(t0+1,m1)
end do

do m1=1,2**imax
  V_ast(t0,m1)=max(omega_ast(t0,m1),H_ast(t0,m1)) !V_ast(意志決定時点, 実現
状況)
end do
end do

!!*****オプション便益計算*****!!
!write(12,*),k3,R(1,1,m_ast(1,1))-deltaC0(1,m_ast(1,1)) !遞減率
!write(13,*),k2,R(1,1,m_ast(1,1))-deltaC0(1,m_ast(1,1)) !便益
!!*****オプション便益計算*****!!
!!information_option(情報オプション価値;待つことができることによる便益増加分)
open(100,file='x100.dat');do i=1,imax
  read(100,*)(x100(i))
end do;close(100)
!!*****オプション便益計算(i)*****!!
do i=1,imax
option_i(i)=0.0
do si=2,tmax+1

```

```

option_i(i)=option_i(i)+Wi_ast(si,i)*p(1,si,i)*(nu**(si-1))
end do
!write(12,*),k3,option_i(i)-x100(i)
write(13,*),k2,option_i(i)-x100(i)
end do
!if(option_i(3)-x100(3)<0.01)then
!write(12,*),k3,option_i(i)-x100(i)
!end if
!!*****オプション便益計算*****!!

!!*****オプション便益計算(i)*****!!
!do i=1,imax
!option_i(i)=0.0
!do si=2,tmax+1
!option_i(i)=option_i(i)+Wi_ast(si,i)*p(1,si,i)*(nu**(si-1))
!end do
!write(13,*),k2,option_i(i)-x100(i)
!write(12,*),k3,option_i(i)-x100(i)
!end do
!!*****オプション便益計算*****!!

!!*****最適システム更新モデル(完)*****
***!!
!!-----動作確認-----!!
!open(9,file='x002.dat')
!do t0=1,tmax+1;do mm=1,2**imax;if(omega_ast(t0,mm)-H_ast(t0,mm)<0.0) then
!write(9*),'時点',t0,'実現メニュー',mm,'最適行動=留保'
!else ;write(9*),'時点',t0,'実現メニュー',mm,'最適行動=更新';
!end if;end do;end do
!close(9)
!!-----!!
!!*****☆☆最適システム更新モデル(完)*****
*****!!
!open(9,file='x00.dat')
!print*,'更新時点 実現メニュー 最適搭載メニュー'
!do t0=1,2;do mm=1,2**imax
!write(9,'(7X,11,4X,711,4X,711)'),t0,(menu(mm,i),i=1,imax),(menu(m_ast(t0,mm),
i),i=1,imax)
!end do;end do
!close(9)
!!-----動作確認-----!!

!!-----動作確認-----!!
!print*,'更新時点 実現メニュー 最適搭載メニュー'
!do t0=1,tmax+1;do mm=1,2**imax
!print*'(5X,11,8X,411,12X,411)',t0,(menu(mm,i),i=1,imax),(menu(m_ast(t0,mm),i)
,i=1,imax)
!end do;end do !411=imax11(注:imaxの数値を代入)
!!-----動作確認-----!!

!!-----動作確認-----!!
!do t0=1,tmax+1;do mm=1,2**imax;print*,t0,mm,V_ast(t0,mm);end do;end do
!!-----動作確認-----!!

```

```

!!-----推移確率（出⇒着）-----!!
!print*, '出発時点 到着時点 推移確率'
!do m=1, 2**imax;do mm=1, 2**imax;print' (3X, 4I1, 6X, 4I1, 5X, F9. 5)', &
!&(menu(m, i), i=1, imax), (menu(mm, i), i=1, imax), qr(m, mm)
!end do;end do
!!-----動作確認（出⇒着）-----!!

!!-----推移確率（出⇒着）-----!!
!xxx=0. 0
!do mm=1, 2**imax
!xxx=xxx+qr(1, mm) !推移確率check OK
!end do
!print*, xxx
!!-----動作確認（出⇒着）-----!!

!!-----推移確率（行列表示・データ）-----!!
!open(12, file='x12. dat');do m=1, 2**imax
!write(12, ' (16F8. 5)', (qr(m, mm), mm=1, 2**imax)
!end do;close(12)
!!-----推移確率（行列表示・データ）-----!!

!!-----動作確認-----!!
!open(9, file='x002. dat')
!do t0=1, tmax+1;do mm=1, 2**imax;if(omega_ast(t0, mm)-H_ast(t0, mm)<0. 0) then
!write(9, *), '時点', t0, '実現メニュー', mm, '最適行動=留保'
!else ;write(9, *), '時点', t0, '実現メニュー', mm, '最適行動=更新';
!end if;end do;end do
!close(9)
!!-----!!
!do t0=1, 10;do mm=1, 2**imax;if(omega_ast(t0, mm)-H_ast(t0, mm)<0. 0) then
!print*, '時点', t0, '実現メニュー', mm, '最適行動=留保'
!else ;print*, '時点', t0, '実現メニュー', mm, '最適行動=更新';
!end if;end do;end do
!!-----動作確認-----!!

!!-----動作確認-----!!
!do t0=1, tmax+1;do mm=1, 2**imax;print*, t0, mm, omega_ast(t0, mm), H_ast(t0, mm);end
do;end do
!!-----動作確認-----!!

!!-----動作確認-----!!
!do si=1, tmax+1;do i=1, imax;print*, si, i, Wi_ast(si, i), ti_ast(si, i);end do;end d
0
!!-----動作確認-----!!

!!-----費用関数-----!!
!open(9, file='x002. dat')
!do ti=1, tmax+1
!write(9, *), Ci(1, ti) !Ci(i, ti)=x1(i, 1)*exp(-1*k3*x1(i, 2)*(ti-1)) !OPシステ
ム費用推移関数を定義
!end do
!close(9)
!!-----動作確認-----!!
end do !k2
close(13) !k2

```



```
!end do !k3  
!close(12) !k3  
end
```