A virtual laboratory for blended-learning: Numerical Methods using WIRIS

A. Mora [1], E. Mérida [1], R. Eixarch [2]
(1) E.T.S.I. Informática, University of Málaga, Spain
(2) Maths for More, Barcelona, Spain

TIME 2010

1. Moodle
2. MetNum
3. Some lacks
4. WIRIS
5. Conclusions

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Keywords:

Blended learning, Maths, Moodle, quizzes, maths web-tools

- Moodle is one of the most extended Learning Management Systems.
- Problems with Moodle arise in our scientific context:
  - Representation of math formulas.
  - Mathematical computation via web.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Keywords:

Blended learning, Maths, Moodle, quizzes, maths web-tools

- Moodle is one of the most extended Learning Management Systems.
- Problems with Moodle arise in our scientific context:
  - Representation of math formulas.
  - Mathematical computation via web.

We present a tool to solve these problems:

WIRIS: A powerful editor and calculator via web

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

In 2004-05 the Málaga University choosed Moodle as LMS, so MetNum was developed in Moodle.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Moodle was born in...

- In 2002, Martin Dougiamas presented the first version of Moodle. (http://dougiamas.com)
- Born in August of 2002, until July of 2008, there existed more than 21 millions of registered users, spread over 46000 places and it is translated to more than 75 languages.
- The design of Moodle is based on socio-constructivist pedagogy.
- A set of tools that support an inquiry- and discovery-based approach to online learning.
- An environment that allows for collaborative interaction among students.

The key is the continuos process of interaction between students and teachers. The collaboration in the design of learning units provide the best method to compile the knowledge of the subject.

The key of the success...

- Compatible, flexible and easy to modify.
- It has been written using the popular and powerful PHP language.
- Moodle is built in a highly modular fashion and uses common technologies such as shared libraries, abstraction.
- Cascading Style Sheets to define the interfaces.
- Moodle is a GNU multi-platform environment used without problems in Linux, Mac, Windows, etc.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Some interesting characteristics...

- Identification of students
- Observing their work
- Forums
- Quizzes
- Glossaries
- Lessons
- Wikis

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

E-learning units in MetNum

E-learning units in MetNum

E-learning units in MetNum

1

0 INTRODUCCION A MATLAB

- En la semana del 16 al 20 de octubre, se impartirán 2 horas de Introducción a Matlab en horario normal de clase. Consultar en calendario la fecha concreta en la que se impartirá esta clase.
- En la semana del 23 a 27 de octubre, se realizará la primera práctica virtual. Es importante vuestra participación y obligatoria para el plan de Bolonia.

Introducción a Matlab (Tutorial clase) - ZIP
Introducción a Matlab (para imprimir)
Tutorial de Matlab
Tutorial de Matlab - ZIP
Manual de Tutorial
Práctica 0
Foro de Aprendizaje de Matlab 2005
¿Matlab es útil?
Auto-Glosario de Matlab
Foro de Aprendizaje de Matlab - Curso 2006/2007

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

E-learning units in MetNum

2 ALGEBRA LINEAL NUMERICA

- Error en la solución de un sistema lineal.
- Métodos directos para sistemas de ecuaciones lineales: Métodos gaussianos.
- Métodos de factorización. Sistemas sobredeterminados.
- Métodos iterativos para sistemas lineales: Jacobi, Gauss-Seidel y SOR.
- Teoremas deconvergencia.

MATERIAL PARA TEORIA

Tema 2
Tema 2 (para imprimir)
Foro de Teoría - Tema 2. 2006-2007
Foro Teoria Tema 2
Relación de Problemas Tema 2
Tema 2 Cuestionario 3
Tema 2 Cuestionario 4

MATERIAL PARA PRACTICAS

Práctica 1
Foro Práctica 1
Presentación clase Práctica 1
¿Has asistido a práctica 1?- solo bolonia
Foro Práctica 1 / Curso 2006 - 2007
ficheros M práctica 1 para versión 6 y 7 de matlab
Ejercicios exámenes relativos a práctica 1

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

E-learning units in MetNum

4

3. INTERPOLACIÓN Y APROXIMACIÓN

- Interpolación polinomial clásica. Fórmulas de Lagrange y en diferencias. Error.
- Interpolación osculatoria: Método de Hermite y Hermite cúbica.
- Interpolación "spline".
- Aproximación mínimo-cuadrática.

MATERIAL PARA TEORIA

Tema 3
Tema 3 (para imprimir)
Foro Teoría -Tema 3. 2006-07
Foro Teoria Tema 3
Relación de Problemas Tema 3
Cuestionario 5

MATERIAL PARA PRACTICAS

Práctica 2
Foro Práctica 2
Presentación clase Práctica 2
¿Has asistido a Práctica 2? solo bolonia
Ejercicio Práctica 2
Foro de práctica 2 / curso 2006-2007

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Our virtual course

- The subject Numerical Methods is taught in a blended-learning framework.
- Nowadays, it is the meeting and working point for the students of our subject.
- We check that our students "learn best when they are engaged in a social process of constructing knowledge through the act of constructing an artefact for others" (see Martin Dougiamas and Peter C. Taylor 2003).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Some lacks... math formulas

Teachers and students want to transmit math knowledge.

- In [Caprotti et al. 2008]: "mathemathical instruction is a recognized key asset in our society and embracing technology in mathematics education is not only economically advantageous but also promotes better learning and understanding".
- In [Cohen 2008]: mathematics to the Web. Their group has developed MathDox.
- Moodle to make a direct preview of LaTeX code, which is usually used to present mathematical material. **LaTeX is very good for scientific teachers but hard for students.**

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Some lacks... math computation

- The National Mathematics Advisory Panel has concluded that certain tools, in particular systems for automated testing and assessment, can improve the performance of students.
- It is possible to improve Moodle: creating new learning units that allow mathematical computation.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Some lacks... SOLUTION

- Representation of math formulas:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Some lacks... SOLUTION

- Representation of math formulas: **WIRIS**

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Some lacks... SOLUTION

- Representation of math formulas: **WIRIS**
- Math Computation via web:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Some lacks... SOLUTION

- Representation of math formulas: **WIRIS**
- Math Computation via web: **WIRIS**

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

www.wiris.com

- It is currently being used with (high) success in educational environments in Spain, Luxemburg, Netherlands, Puerto Rico and Finland.
- Nowadays, WIRIS is a software family of products dedicated to mathematical calculation
- And the most interesting point, now this tool is integrated in the LMS Moodle using a WIRIS Plugin.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

www.wiris.com

www.wiris.com

We have two tools integrated in Moodle:

- WIRIS Editor is a powerful tool used via web, and permits the graphical edition of mathematical formulas.
- WIRIS CAS is a Computer Algebra System (CAS) designed for mathematical computations.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

www.wiris.com

- If Moodle integrates the WIRIS Plugin, we can edit maths expressions and compute an integral in an easy way.
- WIRIS incorporates libraries for Calculus, Algebra, and Statistics but not for numerical methods.
- Students can interact using WIRIS in Moodle to check if the result of an exercise is correct and develop new routines in WIRIS to solve other exercises.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

A new library for Numerical Methods

library Practice 1

```
cholesky(A,b,x,z,t) :=begin
                        fa=n_rows(A)
                        Ms=I_fa
                        Mi=I_fa
                        Tsup=Ts(A)
                        Tinf=Ti(A)
                        x=sustprog(Tinf,b,x)
                        sustreg(Tsus, x ,z)
                      end
```

A new library for Numerical Methods

```
qr(A):=inicio
        fa=n_filas(A)
        Q=I_fa
        k=1
        mientras k<=fa hacer
            w=matriz_constante(fa,1,0)
            j=k
            mientras j<=fa hacer
                w_{k,1}=A_{j,k}
                j=j+1
            fin
            p=0
            i=k
            mientras i<=fa hacer
                p=p+(A_{i,k})^2
                w_{i,1}=A_{i,k}
                i=i+1
            fin
            w_{k,1}=A_{k,k}+signo(A_{k,k})·√p
            H=w·w^T
            M=H
            x=(w)^T·w
            c=1
            mientras c<=fa hacer
                d=1
                mientras d<=fa hacer
                    H_{c,d}=-2·H_{c,d}/x_{1,1}
                    d=d+1
                fin
                c=c+1
            fin
            H=I_fa+H
            T=H^T
            Q=Q·T
            A=H·A
            k=k+1
        fin
        R=A
        (Q,R)

    fin
```

A new library for Numerical Methods

```
solqr(A,b):=inicio
                (Q,R)=qr(A)
                bb=Q^T·b
                x=sustreg(R,bb)
                [x]
            fin
```

A new library for Numerical Methods

```
-----------------------------------------
simpson(F,c,d,n) :=inicio
                    locales  w,z,k
                             w=(d−c)/n
                             z=0
                             k=1
                             □
                    mientras  k<=n  hacer
                       z=z+
                       simpson1(F,c+(k−1)·w,c+k·w)
                       k=k+1
                    fin
                    z
                 fin
```

A new library for Numerical Methods

librería de la Practica 3

```
Practica 3º
-----------------------------------------
Indica el numero de decimales que salen por pantalla
precision(15)
-----------------------------------------
Calcula una derivada
Formato será así:  deriv(F(x):=x^2, 2,0.002)
deriv(F,x0,h):=inicio
                y=(F(x0+h)-F(x0-h))/(h·2)
                [y]
              fin
-----------------------------------------
ghermit5(F):=inicio
                r=[2.0201828705,
                 0.9585724646,
                 0, -0.9585724646,
                 -2.0201828705]
                p=[0.0199532421,
                 0.3936193232,
                 0.9453087205,
                 0.3936193232,
                 0.0199532421]
                k=1
                ff=vector_constante(5,0)
                F2(x):=e^(x^2)
                k=1
                mientras  k<=5  hacer
                   ff_k=F(r_k)·F2(r_k)
                   k=k+1
                fin
                y=p·ff^T
                [y]
              fin
-----------------------------------------
Esta rutina calcula int_{a}^{inf} F(x)dx
por el método de Laguerre 5 puntos
F= función a integrar
a= limite inferior del intervalo de integracion
t= si t=1, calcula la integral anterior
Si t=-1 calcula int_{int}^{a} F(x)dx
```

A new library for Numerical Methods

```
glague5(F,a,t) :=inicio
                    pesos=[0.521755610583,
                    0.398666811083,
                    0.01759424496817,
                     0.00361175867992,
                     0.0000233699723858 ]
                    r=[0.2663560319718,
                    1.413403059107,
                     3.596425771041,
                    7.085810005859,
                    12.640800844276]
                    k=1
                    ff=vector_constante(5,0)
                    F2(x) :=e^x
                    k=1
                    mientras  k<=5  hacer
                       ff_k=F(r_k·t+a)·F2(r_k)
                       k=k+1
                    fin
                    y=pesos·ff^T
                    [y]
                 fin
```

A new library for Numerical Methods

```
glegen4(F,a,b,n):=inicio
                    h=(b-a)/n
                    l=((b-a)/(h))+1
                    x=vector_constante(l, 0)
                    i=1
                    k=a
                    mientras i<=l hacer
                       x_i=k
                       k=k+h
                       i=i+1
                    fin
                    t=[0]
                    p=1
                    mientras p<=n hacer
                       [t]=[t]+[glegen41(F, x_p,x_p+1)]
                       p=p+1
                    fin
                    t

                 fin
```

A new library for Numerical Methods

librería de la Practica 4

```
Practica 4ª
-----------------------------------------
Indica en número de decimales que salen por pantalla
precision(15)
-----------------------------------------
Método de Eulerpara e l problema
 de valores iniciales en EDO
F nombre del fichero con la funcion a
 integrar se la introducimos por z_vector
x0= punto inical
xf=punto final
n=numero de intervalos
y0= vector con los puntos intermeidos donde se evalua
x=vector con los puntos intermedios donde se evalua
y=matriz con los valores obtenidos
 en los puntos intermedios de x
-----------------------------------------
euler1( x0, xf, y0, n) :=inicio
                          h=(xf-x0)/n
                          l=(xf-x0)/h+1
                          m=longitud(y0)
                          k=1
                          si l≠(n+1) entonces
                             k=n+1
                             [error,l,n]
                          sino
                             x=vector_constante(l, 0)
                             i=1
                             z=x0
                             mientras i<=l hacer
                                x_i=z
                                z=z+h
                                i=i+1
                             fin
                             T=matriz_constante(l,m,0)
                             k=1
                             mientras k<=m hacer
                                T_1,k=y0_k
                                k=k+1
                             fin

                             i=1
```

A new library for Numerical Methods

librería de la Practica 5

```
Practica 5º
-----------------------------------------
F=funcion
a=extremo inferior del intervalo inicial
b=extremo superior del intervalo inical
n=numero de iteraciones
x=solucion
e=condicion de error ( e=0 correcto, e=1
 intervalo inicial incorrecto)
tol=cota de |x-x'| (x' solucion aproximada,
x solucion verdadera )
-----------------------------------------
bipart(F,a,b,n) :=inicio
                    FA=F(a)
                    FB=F(b)
                    x=(a+b)/2
                    FX=F(x)
                    e=0
                    k=1
                    si FA·FB>0 entonces
                       e=1
                       k=n+1
                    fin
                    si FA=0 entonces
                       x=a
                       k=n+1
                    fin
                    si FB=0 entonces
                       x=b
                       k=n+1
                    fin

                    mientras k<=n hacer
                       FX=(x)
                       si FX=0 entonces
                          k=n+1
                       fin
                       si FA·FB<0 entonces
                          b=x
                          FB=F(b)
                       sino
                          a=x
                          FA=F(a)
                       fin
```

New self-evaluation material

Edición | Operaciones | Símbolos | Análisis | Matrices | Unidades | Combinatoria | Geometría | Griego | Programación | Formato

library Practice 1

1. To solve the system Ax=b, by the Cholesky method, A must be a positive-definite matrix.
2. First, we check A is symmetric matrix, so we call the routine symmetric. If the output is 1, then it is symmetric.

$$\text{symmetric}\left(\begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 2 & 5 & 1 \\ -1 & 1 & 3 \end{pmatrix}\right) \Rightarrow 1$$

3. Since it is symmetric, we call the function eig. This routine calculates the eigenvalues of a matrix. If all them are positive, then the matrix it is positive-definite.

$$\text{eig}\left(\begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 2 & 5 & 1 \\ -1 & 1 & 3 \end{pmatrix}\right) \Rightarrow \{\{\lambda=1.28552125561224\},\{\lambda=4.14327732183542\},\{\lambda=6.57120142254812\}\}$$

4. Then, we can solve the system by Cholesky method.

$$\text{cholesky}\left(\begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 \\ 2 & 5 & 1 \\ -1 & 1 & 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 11 \\ 11 \\ -2 \end{pmatrix}\right) \Rightarrow \left[\begin{pmatrix} \frac{9}{5} \\ \frac{8}{5} \\ -\frac{3}{5} \end{pmatrix}\right]$$

A web portal

Métodos Núméricos con Wiris
Inicio Información Correo Salir
> Registrese para poder entrar...
Menú Principal
Tema 1º: Sistemas de Ecuaciones Lineales
Tema 2º: Iterpolación y Aproximación lineal
Tema 3º: Derivación e Integración Numérica
Tema 4º: Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
Tema 5º: Ecuaciones No Lineales
Prensa Tecnológica
Ciencia Digital
Chemedia
pc-actual
PC World
PC Multimedia
Diario de Tecnologías
Infos de la Red
Gaceta Universitaria
Introducción
Indice:
Tema 1º Sistema de Ecuaciones Lineales:
1. Métodos Directos.
2. Métodos Iterativos.
3. Métodos de Factorización.
Tema 2 º Interpolación y Aproximación Lineal :
1. Interpolación Lineal.
2. Interpolacion Oscilatoria.
3. Extrapolación.
4. Interpolación no polinómica.
Tema 3º Derivación e Integración Numérica:
1. Integración Numérical.
2. Familia de polómios Ortogonales.
Tema 4 ºSolucion Numérica a ecuaciones diferenciales:
1. Ecuaciones Diferenciales.
Tema 5 º Ecuaciones no lineales:
Login
Usuario:
Password:
LOGIN
Registrarse
Miercoles, 02-Mayo-2007
Usuarios en línea
No está registrado
Noticias
En pruebas

A web portal

Métodos Númericos con Wiris
Inicio Información Correo Salir
Inicio
Menú Administrador
Wiris
Wiris Cas
MathML Editor
OpenMath Editor

A web portal

Métodos Númericos con Wiris
Inicio Información Correo Salir
Inicio
Menú Administrador
Wiris
Inicio
Menú Principal
Tema 1º: Sistemas de Ecuaciones Lineales
Tema 2º: Iterpolación y Aproximación lineal
Tema 3º: Derivación e Integración Numérica
Tema 4º: Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
Tema 5º: Ecuaciones No Lineales
Prensa Tecnológica
Ciencia Digital
Chemedia
pc-actual
PC World
PC Multimedia
Diario de Tecnologías
Infos de la Red
Gaceta Universitaria
Matemáticas de interés
El paraiso de las matemáticas
Sistemas de Ecuaciones Lineales
Métodos Directos:
Gauss:
Dado el sistema Ax=b, con A no singular, se trata de encontrar un sistema equivalente Rx=b', con R triangular Superior. Teóricamente consiste en encontrar una matriz S tal que SA=R por lo que el sistema queda: Ax=b -> SAx=b ->Rx=b' (con b'=Sb). En la práctica consiste en realizar operaciones por filas tal que la matriz del sistema se haga triangular superior. Se necesitan 2 tipos de transformaciones:
-Las que hacen ceros debajo de los terminos de la diagonal.
-Las que intercambian filas.
El intercambio de filas puede ser controlado mediante punteros y no necesita ser fsico.
Gauss Pivote Parcial:
Al elegir el pivote en la columna k-ésima tomamos el termino de mayor valor absoluto de los que están en dicha columna en o por debajo de la diagonal. En el caso de que este debajo se intercambiarán las filas.
Gauss Pivote Total:
Al elegir el pivote en la columna k-ésima tomamos el termino de mayor de la submatriz formada por las filas y columnas k, k+1,...,n. Usualmente sera necesario intercambiar filas y columnas.
ejemplos
ejercicios
Domingo, 06-Mayo-2007
Notas
Si quieres realizar algún apunte sobre este tema, hazlas aquí:
Usuarios en línea
Maria José Santana
Noticias
En pruebas
Login
Usuario:
Password:
LOGIN
Modificar sus datos

A web portal

Métodos Númericos con Wiris
Inicio Información Correo Salir
Inicio
Menú Administrador
Wiris
Inicio
Menú Principal
Tema 1º: Sistemas de Ecuaciones Lineales
Tema 2º: Iterpolación y Aproximación lineal
Tema 3º: Derivación e Integración Numérica
Tema 4º: Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
Tema 5º: Ecuaciones No Lineales
Prensa Tecnológica
Ciencia Digital
Chemedia
pc-actual
PC World
PC Multimedia
Diario de Tecnologías
Infos de la Red
Gaceta Universitaria
Matemáticas de interés
El paraiso de las matemáticas
Interpolación y Aproximación
Interpolación lineal:
Definición:
Dado un conjunto de valores experimentales {(xi,yi), i e I}, buscamos la función de la que proviene. Así interpolar será encontrar una función que pase exactamente por dichos puntos.
Método de Lagrange:
Dados unos puntos {(xi,yi), i e I} buscaremos unos polinomios auxiliares Pi de grado n que valga 1 en en punto xi y 0 en los restantes.
ejemplos
ejercicios
Interpolación Osculatoria :
Definición:
Se llama interpolación osculatoria cuando se imponen condiciones de que la derivada en los datos tome determinado valor.
Métodos: Mermite, Diferencias Divididas.
ejemplos
ejercicios
Domingo, 06-Mayo-2007
Notas
Si quieres realizar algún apunte sobre este tema, hazlas aquí:
Usuarios en línea
María José Santana
Noticias
En pruebas
Login
Usuario:
Password:
LOGIN
Modificar sus datos

Conclusions

- Students can represent mathematical formulas in an easy way with WIRIS.
- WIRIS allows developing new libraries of numerical methods using an easy programming language.
- Students can try to solve self-evaluation exercises, and have a powerful calculator.
- The only tool necessary is a web browser.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Conclusions

- The WIRIS package has been integrated into Moodle.
- Students have now the possibility to perform self-evaluation exercises `with WIRIS CAS in Moodle`.
- **Future work?**: Discrete Maths and Optimization libraries.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

QUESTIONS ?

A virtual laboratory for blended-learning: Numerical Methods using WIRIS

A. Mora [1], E. Mérida [1], R. Eixarch [2]
(1) E.T.S.I. Informática, University of Málaga, Spain
(2) Maths for More, Barcelona, Spain

TIME 2010