Tema 2 – JavaScript y NodeJS

Tecnologías de los Sistemas de Información en la Red

Objetivos

- Utilizar NodeJS (JavaScript) como herramienta base para el desarrollo de componentes en una aplicación distribuida.
- Identificar las características principales de JavaScript/NodeJS y sus ventajas en el desarrollo de aplicaciones distribuidas: orientación a eventos, posibilidad de interacción asincrónica...
- Describir algunas bibliotecas de NodeJS a utilizar durante el desarrollo de la asignatura.

1. Introducción

- El resto del texto introduce
  - El lenguaje JavaScript, concretamente ECMAScript 6
  - El entorno NodeJS
- Este texto no es una referencia sobre JavaScript ni NodeJS: únicamente desarrolla los aspectos relevantes para la asignatura.
  - Algunos conceptos son importantes a nivel general, pero de uso limitado en la asignatura: solo se introduce el concepto, sin entrar en detalle.
    - Orientación a objetos.
    - Promesas.
  - Otros aspectos quedan directamente fuera de nuestro ámbito, y no se abordan

1.1 Introducción. JavaScript

- Es un lenguaje de scripting, interpretado, dinámico y portable
  - Alto nivel de abstracción
    - Programas más sencillos
    - Desarrollo más rápido
- Inicialmente diseñado para dotar de comportamiento dinámico a las páginas web.
  - Los navegadores web incluyen un intérprete de JavaScript
- Orientado a eventos e interacciones asincrónicas (*callbacks*)
  - Mejora el rendimiento y la escalabilidad de las aplicaciones
- No soporta distintos hilos de ejecución.
  - No hay objetos compartidos. No existen secciones críticas ni se necesitan herramientas de sincronización.
  - Pero debe vigilarse cuándo una variable obtendrá el valor esperado.
    - Lógica de los "*callbacks*".
- Soporta programación funcional y Orientada a Objetos

1.1 Introducción. NodeJS

- NodeJS:
  - Entorno orientado a la creación de aplicaciones para Internet en el contexto del servidor
    - Facilita el desarrollo de aplicaciones distribuidas
  - Construido sobre el entorno de ejecución V8 (JavaScript para Chrome)
  - Define
    - Interfaces y entorno
    - Utilidades comunes
    - Intérprete
    - Gestión de paquetes
    - ...
  - La mayor parte de las tecnologías que se consideraron al establecer las competencias y resultados de aprendizaje de TSR encajan perfectamente en NodeJS

2. JavaScript. Posible guion completo

- Características principales
- Alternativas para la ejecución de código
- Sintaxis
- Valores
  - Primitivos
  - Compuestos (objetos)
- Variables
  - Tipo dinámico
  - Propiedades y métodos sobre valores
  - Ámbito declaración
- Operadores
- Sentencias
- Funciones
  - Aridad
- Arrays
- Programación funcional
- Orientación a Objetos
- JSON
- Callbacks
  - Limitaciones asincronía con callbacks
  - Asincronía mediante promesas
- Eventos

La guía describe los apartados no incluidos en esta presentación

2. JavaScript. Guion

1. Características principales
2. Alternativas para la ejecución de código
3. Variables
   1. Tipo dinámico
   2. Ámbito declaración
4. Funciones
   1. Aridad
   2. Funciones y ámbito variables
   3. Clausuras
5. Callbacks
   1. Limitaciones asincronía con callbacks
   2. Asincronía mediante promesas
6. Eventos

2.1 JavaScript (JS). Características principales

- Imperativo y estructurado
  - Sintaxis similar a Java
- Multiparadigma
  - Programación funcional:
    - Las funciones son "objetos" y pueden pasarse como argumentos a otras funciones
  - Programación orientada a objetos
    - No convencional.- En lugar de clases y herencia, se basa en prototipos
    - Aunque podemos simular clases y herencia
- Influencias sobre JS
  - Java — sintaxis, valores primitivos vs. objetos
  - Scheme — programación funcional
  - Self — herencia basada en prototipos
  - Perl y Python — string, array y expresiones regulares

2.2 JS. Alternativas para la ejecución de código

1. Intérprete integrado en los navegadores web
   - Empleando elementos "script" en el código HTML de una página web
   - O abrir la consola JavaScript y ejecutar de forma interactiva

2. Intérprete externo invocado desde la línea de órdenes
   - Por ejemplo NodeJS (**node programa.js**)
     - Asumiremos esta alternativa en la asignatura
     - Software y documentación disponibles en http://nodejs.org

2.3.1 JS. Variables (tipo dinámico)

- JavaScript no es un lenguaje fuertemente "tipado"
  - Las variables se declaran antes de su uso, pero sin tipo asociado (salvo si se inicializa en la declaración).
  - Durante su existencia una variable puede mantener valores de varios tipos (tipo dinámico)

```
let x = "texto"                          // x representa una cadena (string)
x = {color:'rojo', marca:'seat', año:2018}   // x ahora es un objeto
x = [1, 2, 3, "prueba", 6]                   // ahora un vector (array)
x = function() {return "Ejemplo"}            // ahora una función
let y = x()                              // ¿qué tipo de valor mantiene y?
```

- Gestión de tipos débil. Cuidado con las conversiones implícitas de tipos.

```
let x = '7'    // x vale "7"
x == 7         // true (por conversión implícita de tipos)
x === 7        // false (comparación estricta)
x + 23         // genera "723" (+ como concatenación de string)
x + "2"        // genera "72"
x * 2          // genera 14 (previa conversión del valor de x a número)
```

2.3.2 JS. Ámbito declaración variables

- Ámbito léxico
  - El ámbito de una variable es…
    - Local al bloque en que se declara (con **let**)
    - Local a la función donde se declara (con **var**)
    - Global (accesible desde todo el fichero)
      - Si no se declara dentro de una función
        - Equivale a considerar una función implícita que abarca todo el fichero
      - O se declara en una función pero sin incluir **let** ni **var**. Ej x=3. NO recomendado
  - Desde un punto…
    - Se tiene acceso a (son visibles) las variables definidas en los ámbitos que incluyen ese punto
    - Busca de más interno a más externo (evita colisión de nombres)

2.4 JS. Funciones

- Literal (función anónima)
  - **function (args) {…}**
  - Es un valor que puede asignarse, pasarse como argumento, etc.
  - Notación alternativa: **(args) => {…}**

```
const doble = function (x) {return 2*x}
let x = doble(28)
```

```
let triple = (x) => {return 3*x}
```

- Declaración
  - **function nombre(args) {…}**
  - Equivale a: **let nombre = function (args) {…}**

```
function doble(x) {return 2*x}
```

- Declarables en cualquier punto, incluso dentro de otra función (anidables)
- Constituyen el ámbito de definición de las variables
  - Cuando estas se definen utilizando **var**
- Paso de parámetros por valor
  - Pero si trabajamos con objetos realmente pasamos referencias
- Las funciones son objetos
  - Tienen propiedades y métodos, y podemos añadir otros
- Un único valor de retorno, aunque puede ser compuesto

2.4.1 JS. Funciones (aridad)

- Aridad (n° de argumentos). Una función con ***n*** argumentos se puede invocar con ***m*** valores:
  - ***m* = *n***, los valores se asocian a los argumentos por posición
  - ***m* < *n***, argumentos restantes a la derecha se inicializan a **undefined**
  - ***m* > *n***, valores sobrantes a la derecha se ignoran
- Argumentos accesibles:
  - por nombre
  - con el pseudo-array **arguments**
- Otras posibilidades:
  - Reforzar aridad: **function f(x,y) {if (arguments.length != 2) ... }**
  - Asignar valores por defecto: **function f(x = defaultX, y = defaultY) { ... }**

```
function saluda() {
    for (let i=0; i<arguments.length; i++) {
      console.log("Hola, " + arguments[i])
    }
}
saluda("Ana", "Juan", "Isabel")
```

```
Hola, Ana
Hola, Juan
Hola Isabel
```

```
function saluda(x = "Ana", y = "Juan") {
   console.log("Hola, " + x); console.log("Hola, " + y)
}
saluda("Isabel"); console.log("\n-----")
saluda(undefined, "Jordi", "Pepe")
```

```
Hola, Isabel
Hola, Juan
-----
Hola, Ana
Hola, Jordi
```

- No se permiten funciones con el mismo nombre, aunque tengan distinta aridad

2.4.2 JS. Ámbito variables

Ejemplo tomado de:

https://www.evl.uic.edu/luc/bvis546/Essential_Javascript_--_A_Javascript_Tutorial.pdf

```
function alert(x) { console.log(x) }
let global = 'this is global'

function scopeFunction() {
   alsoGlobal = 'This is also global!'
   let notGlobal = 'This is private to scopeFunction!'

   function subFunction() {
      alert(notGlobal)     // We can still access notGlobal in this child function.
      stillGlobal = 'No let keyword so this is global!'
      let isPrivate = 'This is private to subFunction!'
   }

   alert(stillGlobal)      // This is an error since we haven't executed subfunction
   subFunction()           // Execute subfunction
   alert(stillGlobal)      // This will output 'No let keyword so this is global!'
   alert(isPrivate)        // It generates an error since isPrivate is private to subfunction()
   alert(global)           // It outputs: 'this is global'
}

alert(global)          // It outputs: 'this is global'
alert(alsoGlobal)      // It generates an error since we haven't run scopeFunction yet.
scopeFunction()
alert(alsoGlobal)      // It outputs: 'This is also global!';
alert(notGlobal)       // This generates an error.
```

2.4.3 JS. Clausuras

- Clausura = función + conexión a las variables en ámbitos que la incluyen
  - Una función recuerda el entorno en que se ha creado
- Para más detalles, consultar [1]

```
function creaFunc() {
   let nombre = "Mozilla"
   return () => {console.log(nombre)}
}
let miFunc = creaFunc()
miFunc()
```

Mozilla

```
function multiplicarPor(x) {
   return (y) => {return x*y}
}
let triplicar = multiplicarPor(3)
y = triplicar(21)
console.log("y = " + y)
```

y = 63

2.4.3 JS. Clausuras

```
function writing(x) {
   console.log("---\nWriting after " + x + " seconds")
}

function writingClosure(x) {
   return function() {
      console.log("---\nWriting after " + x + " seconds")
   }
}

setTimeout(function() {writing(6) }, 6000)
setTimeout(writing, 3000)
setTimeout(writingClosure(4) , 4000)
console.log("root(2) =", Math.sqrt(2))
```

```
root(2) = 1.4142135623730951
---
Writing after undefined seconds
---
Writing after 4 seconds
---
Writing after 6 seconds
```

2.5 JS. Callbacks

- callback function =
  - ***"Referencia a una función que se pasa como argumento a otra para que esta última la invoque cuando finalice su ejecución"***
  - Ejemplo. Sea un método *fadeIn* para hacer desaparecer progresivamente un elemento de pantalla.
    - Se invoca como *elemento.fadeIn(velocidad, function( ) {...})*
    - La función que se pasa como segundo argumento es una función *callback* que se invoca cuando se completa la desaparición
  - Otro ejemplo. La función *writingClosure(4)* es el *callback* de la función *setTimeout* en:

```
setTimeout(writingClosure(4) , 4000)
```

- La función *callback* permite invocación asincrónica:
  - desde **A** se invoca **B(args, C)**, siendo **C** una función *callback*
  - cuando **B** termina, invoca **C** (sirve para avisar de la finalización y comunicar el resultado)
- Como excepción setTimeout coloca el callback como primer argumento

2.5 JS. Callbacks

```
const fs = require('fs')
fs.writeFileSync('data1.txt', 'Hello Node.js')
fs.writeFileSync('data2.txt', 'Hello everybody!')

function callback(err, data) {
   if (err) console.error('---\n' + err.stack)
   else console.log('---\nFile content is:\n' + data.toString())
}

setTimeout(function(){fs.readFile('data1.txt', callback)}, 3000)
fs.readFile('data2.txt', callback)
fs.readFile('data3.txt', callback)
console.log("root(2) =", Math.sqrt(2))
```

- Los argumentos para **callback** son suministrados por la función invocada (en ese caso **readFile**)
  - Consultar documentación de NodeJS sobre File System -> readFile

```
root(2) = 1.4142135623730951
---
Error: ENOENT: no such file or directory,
open '... data3.txt'
    at Error (native)
---
File content is:
Hello everybody!
---
File content is:
Hello Node.js
```

2.5.1 JS. Callbacks. Limitaciones

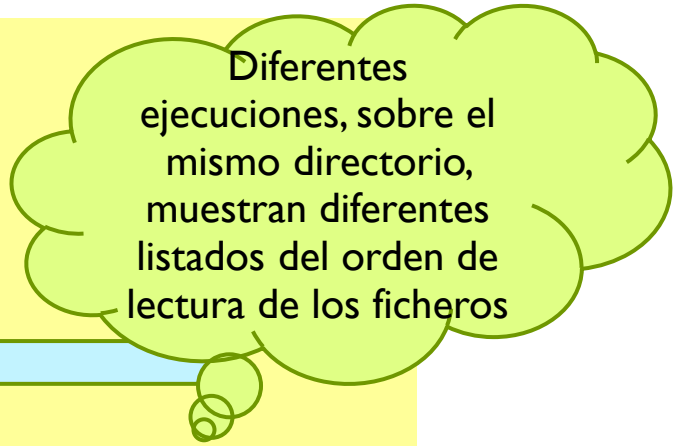
- No se restringe el anidamiento de *callbacks*. Pero hay limitaciones en la práctica:
  - Excepciones en *callbacks* anidados. Cuando no se trata una excepción, se propaga a la operación invocadora.
  - Si no garantizamos un tratamiento uniforme en todas las operaciones, podríamos perder alguna excepción, o gestionar excepciones en operaciones inesperadas.

```
fs.exists(fileName, function(exists) {  if (exists) {
    fs.stat(fileName, function(error, stats) {
      fs.open(fileName, "r", function(error, fd) {
        let buffer = Buffer.alloc(stats.size)
        fs.read(fd, buffer, 0, buffer.length, null, function(error, bytesRead, buffer) {
          let data = buffer.toString("utf8", 0, buffer.length)
          console.log(data)
          fs.closeSync(fd)
        })
      })
    })
}})
```

2.5.1 JS. Callbacks. Limitaciones

- Otras limitaciones
  - Dificultad para seguir el código. Orden de ejecución no siempre resulta intuitivo.
  - Incertidumbre sobre el turno en que se ejecutará el *callback*. No podemos confiar en la ejecución en un turno concreto.

```
fs.readdir('.', function(err, files) {
    let count = files.length
    let results = {}
    files.forEach(function(filename) {
       fs.readFile(filename, function(err, data) {
          console.log(filename, 'has been read')
          results[filename] = data
          count--
          if (count <= 0) {
             console.log('\nTOTAL:', files.length, 'files have been read')
          }
       })
    })
})
```



2.5.2 JS. Asincronía mediante promesas

- Se puede modelar la ejecución asincrónica utilizando promesas en lugar de *callbacks*
  - Invocación de las operaciones sigue el formato tradicional (fácil de leer)
    - No hay un argumento *callback*
  - El resultado es un objeto promesa (en inglés '*promise*'). Una promesa…
    - Representa un valor futuro sobre el que podemos asociar operaciones y gestionar errores
    - Está en uno de los siguientes estados
      - pendiente.- es el estado inicial. La operación todavía no ha concluido (resultado desconocido)
      - resuelta.- la operación ha concluido y podemos acceder al resultado. Es un estado final que no puede cambiar
        - rechazada.- la operación ha terminado con error. Se acompaña de una razón
        - satisfecha.- la operación ha terminado con éxito. Se acompaña un valor
  - Asociamos a cada estado final una función que se ejecuta cuando el hilo 'principal' finaliza la acción actual
    - Queda pendiente como evento futuro para un turno posterior

2.5.3 JS. Ejemplo callbacks vs promesas

- Lectura asincrónica de un fichero
  - La versión basada en promesas necesita que la función asincrónica (en este caso readFilePromisified) devuelva una promesa.
  - En la guía se indica cómo definir funciones asincrónicas que devuelven promesas

Callbacks	Promesas

```
fs.readFile('jsonFILE',
   function (error, text) {
      if (error) {
         console.error('error')
      } else {
         try {
            const obj = JSON.parse(text)
            console.log(JSON.stringify(obj))
         } catch(e) {
            console.error('error')
         }
   }
})
```

```
readFilePromisified('jsonFILE')
.then(function(text) {
   const obj = JSON.parse(text)
   console.log(JSON.stringify(obj))
})
.catch(function(error) {
   console.error('error')
})
```

2.6 JS. Eventos

- JS asume un único hilo de ejecución
  - Pero podemos ejecutar múltiples actividades
  - Estableciéndolas como eventos
- Existe una cola de eventos que
  - Recoge interacciones externas
  - Representa actividades pendientes de gestionar
  - Organiza turnos
- Podemos asociar una respuesta a cada tipo de evento
  - Pero las respuestas a eventos se ejecutan en el único hilo
  - Por lo tanto en secuencia (no se procesa un nuevo evento hasta finalizar el actual)

```
function fibo(n) {
  return (n<2) ? 1 : fibo(n-2) + fibo(n-1)
}

function otroMensaje(m, u) {
  console.log(m + ": El resultado es: " + u)
}

console.log("Iniciando ejecución...")

// Espera 10 ms para escribir un mensaje (Genera evento)
setTimeout( function() {
  console.log("M1: Quiero escribir esto...")
}, 10)

// Más de 5 segs. para ejecutar fibo(40)
let j = fibo(40)

// M2 se escribe antes que M1 porque el hilo "principal" no se suspende...
otroMensaje("M2", j)

// M3 ya escribe tras M1 (es otro evento a ejecutar tras 1ms)
setTimeout( function() {
  otroMensaje("M3", j)
}, 1)
```

3.1 NodeJS. Introducción

Es un entorno orientado a la creación de aplicaciones para internet en el contexto del servidor

- Define interfaces y entorno, utilidades comunes, intérprete, gestión de paquetes, ...
  - Construido sobre el entorno de ejecución V8 (JavaScript para Chrome)
  - Pero independiente (no está incrustado en ningún navegador web)
- Diseñado para desarrollo rápido de aplicaciones escalables
  - Modelo de E/S no bloqueante dirigido por eventos
    - bucle de procesado de eventos, ejecutado por un único hilo
  - Modelo de concurrencia basado en eventos y *callbacks* (mismo modelo que JavaScript)

3.1 NodeJS. Introducción (cont.)

- Útil para
  - Desarrollar componentes en la parte servidora
  - Aplicaciones no críticas que toleran ciertos retardos eventuales
  - Aplicaciones que requieren interfaces ligeras REST/JSON
  - Aplicaciones monopágina (interactúan con el servidor mediante AJAX)
  - Datos por streaming
  - Comunicación.- aplicaciones de mensajería instantánea, juegos multijugador, etc.
- Referencias
  - Intérprete.- http://nodejs.org/download/
  - Documentación.- http://nodejs.org/api/
  - Repositorio en GitHub (https://github.com/nodejs)
  - Conferencias.- http://www.nodeconf.com/ y http://jsconf.com
  - Apadrinado por la compañía Joyent, http://joyent.com

3.1 NodeJS. Introducción (cont.)

- Modularidad
  - Usando "**require**()" se permite incluir otros módulos en un programa
- Los métodos ofrecidos en los módulos de NodeJS permiten interacción asincrónica
  - El método retorna el control de inmediato, y el resultado se comunica mediante "*callback*"
  - Un único hilo de ejecución ...
    - No hay objetos compartidos ni secciones críticas
      - Elimina los peligros de la programación concurrente tradicional
      - Pero para evitar sorpresas en la actualización de las variables hay que controlar en qué turno llega cada *callback*
    - Que no se bloquea
      - Incluso al utilizar operaciones de Entrada/Salida u otros servicios del sistema que normalmente acarrean suspensión
  - Pero la mayoría de los métodos también tienen una versión sincrónica (sin "*callbacks*")
    - Ej fs.readFile() es asincrónico, pero también existe fs.readFileSync()

3.2 NodeJS. Implantación de la asincronía

Los programadores perciben un único hilo, pero internamente…

- Mantiene una cola de turnos ordenados temporalmente
  - Contiene contextos de función preparadas para ejecución
    - En cada momento el soporte en ejecución extrae y ejecuta el primer elemento de la cola
    - Eso define un turno
  - NOTA.- setTimeout(f, retardo) añade f en la cola de turnos (cuando corresponda según el retardo)
    - setTimeout(f,0) añade f en ese momento al final de la cola

- Basa la gestión de los módulos 'asincrónicos' en la biblioteca libuv [7], que mantiene un *pool* de hilos…

3.2 NodeJS. Implantación de la asincronía

Los programadores perciben un único hilo, pero internamente…

- Mantiene una cola de turnos ordenados temporalmente

- Basa la gestión de los módulos 'asincrónicos' en la biblioteca libuv [7], que mantiene un pool de hilos
  - Si se invoca una operación potencialmente bloqueante
    - Se toma un hilo H del pool, y se deja preparado (con acceso a los argumentos de invocación y el contexto del callback)
    - El hilo invocante retorna y el programa continúa
    - Durante su ejecución, H puede que se suspenda en alguna operación, pero no afecta al resto
    - Cuando H termina
      - crea un contexto para el callback original, con los argumentos necesarios
      - deposita el contexto en la cola de turnos y vuelve al pool
  - El callback se ejecutará en un turno posterior (cuando pasa a ser primero de la cola de eventos)

3.3 NodeJS. Gestión de módulos

- **Exports**
  - Módulo = fichero que exporta objetos y/o funciones
    - Debemos indicar qué objetos y funciones se exportan
    - Los elementos a exportar se asignan como propiedades del objeto "module.exports"
      - o simplemente "exports"

- **Require**
  - Para utilizar funciones/objetos de otro módulo JavaScript
    - Representamos dicho módulo mediante una constante o una variable
    - Para ello se invoca 'require()'

```
// Module Circle.js
exports.area = function(r) {
  return Math.PI * r * r;
}
exports.circumference = function(r) {
  return 2 * Math.PI * r;
}
```

```
const fig = require('./Circle.js')

console.log("Área círculo de radio 5: "
    + fig.area(5));
```

3.4 NodeJS. Módulo events

- El módulo **events** permite instanciar generadores de eventos.
  - Los generadores son instancias de la clase EventEmitter.
  - El generador dispara los eventos mediante su método **emit(event [,arg1][,arg2][...])**.
    - emit() ejecutará los manejadores en este turno.
    - Si no queremos que ocurra eso:
      - setTimeout(function(){emit(event,...);},0)

- En un generador se podrán registrar "*listeners*":
  - Mediante la operación **on(event,listener)** del generador.
    - **addListener(event, listener)** hace lo mismo.
  - Ante un evento se invocan los callbacks de los oyentes registrados
    - Puede haber múltiples "*listeners*" para un mismo evento.

- Este módulo está documentado en: http://nodejs.org/api/events.html

3.4 NodeJS. Módulo events (ej.)

```
const ev = require('events')
const emitter = new ev.EventEmitter()          // DON'T FORGET NEW OPERATOR !!!!!

const e1 = "print", e2 = "read"                // Names of the events.
let num1 = 0, num2 = 0                         // Auxiliary variables.

// Listener functions are registered in the event emitter.
emitter.on(e1, function() {
   console.log("Event " + e1 + " has " + "happened " + ++num1 + " times.")})

emitter.on(e2, function() {
   console.log("Event " + e2 + " has " + "happened " + ++num2 + " times.")})

// There might be more than one listener  for the same event.
emitter.on(e1, function() {console.log( "Something has been printed!!");})

// Generate the events periodically...
setInterval(function() {emitter.emit(e1)}, 2000) // First event generated every 2s
setInterval(function() {emitter.emit(e2)}, 3000) // Second event generated every 3s
```

3.5 NodeJS. Módulo stream

- Los objetos Stream permiten acceder a un "canal" de datos.
- Cuatro variantes:
  - Readable: Solo lectura.
  - Writable: Solo escritura.
  - Duplex: Permite leer y escribir datos.
  - Transform: Como Duplex, pero sus escrituras dependen de la información leída.
- Todos son EventEmitter. Eventos manejados:
  - Readable: readable, data, end, close, error.
  - Writable: drain, finish, pipe, unpipe.
- Ejemplos:
  - Readable: process.stdin, ficheros, peticiones HTTP en servidor, respuestas HTTP en cliente...
  - Writable: process.stdout, process.stderr, ficheros, peticiones HTTP en cliente, respuestas HTTP en servidor...
  - Duplex: sockets TCP, ficheros...
- Documentación accesible en: http://nodejs.org/api/stream.html

3.5 NodeJS. Módulo stream. Ejemplo

- Versión interactiva del cálculo de la circunferencia a partir del radio.
- process.stdin es un *stream* "Readable".

```
const st = require('./Circle.js')
console.log("Radius of the circle: ")
process.stdin.resume() // Needed for initiating the reads from stdin.
process.stdin.setEncoding("utf8") // … for reading strings instead of "Buffers".
// Endless loop. Every time we read a radius its circumference is printed and a new radius is requested
process.stdin.on("data", function(str) {
  // The string that has been read is "str". Remove its trailing endline.
  let rd = str.slice(0, str.length-1)
  console.log("Circumference for radius " + rd + " is " + st.circumference(rd))
  console.log(" ")
  console.log("Radius of the circle: ")
})
// The "end" event is generated when STDIN is closed. [Ctrl]+[D] in UNIX.
process.stdin.on("end", function() {console.log("Terminating...")})
```

3.6 NodeJS. Módulo net

- Facilita algunas clases para trabajar con sockets TCP:
  - net.Server: Es un servidor TCP.
    - Debe ser generado utilizando **net.createServer([options,][connectionListener])**.
      - "connectionListener", en caso de utilizarse, recibirá como argumento un Socket sobre el que se habrá establecido ya la conexión.
    - Gestiona los eventos: listening, connection, close, error.
  - net.Socket: Socket TCP.
    - A generar mediante "new net.Socket()" o con "net.connect(options [,listener])" o "net.connect(port [,host][,listener])"
    - Implanta un Duplex Stream.
    - Gestiona los eventos: connect, data, end, timeout, drain, error, close.
- Documentación disponible en: http://nodejs.org/api/net.html

3.6 NodeJS. Módulo net. Ejemplo 1

Servidor

```
const net = require('net')

let server = net.createServer(
  function(c) { //'connection' listener
    console.log('server connected')
    c.on('end', function() {
      console.log('server disconnected')
    })
    // Send "Hello" to the client.
    c.write('Hello\r\n')
    // With pipe() we write to Socket 'c'
    // what is read from 'c'.
    c.pipe(c)
}) // End of net.createServer()

server.listen(9000,
  function() { //'listening' listener
    console.log('server bound')
  })
```

Cliente

```
const net = require('net')

// The server is in our same machine.
let client = net.connect({port: 9000},
  function() { //'connect' listener
    console.log('client connected')
    // This will be echoed by the server.
    client.write('world!\r\n')
  })

client.on('data', function(data) {
  // Write the received data to stdout.
  console.log(data.toString())
  // This says that no more data will be
  // written to the Socket.
  client.end()
})
client.on('end', function() {
  console.log('client disconnected')
})
```

3.6 NodeJS. Módulo net. Ejemplo 2

Servidor

```
const net = require('net')
let server = net.createServer(
  function(c) {
    console.log('server connected')
    c.on('end', function() {
      console.log('server disconnected')
    })
    c.on('error', function() {
      console.log('some connect. error')
    })
    c.on('data', function(data) {
      console.log('data from client: '
                  + data.toString())
      c.write(data)
    })
}) // End of net.createServer()
server.listen(9000,
  function() {
    console.log('server bound')
})
```

Cliente

```
const net = require('net')
let cont = 0
// The server is in our same machine.
let client = net.connect({port: 9000},
  function() {
    console.log('client connected')
    client.write(cont + ' world!')
})

client.on('data', function(data) {
  console.log(data.toString())
  if (cont > 1000) client.end()
  else client.write((++cont) + ' world!')
})
client.on('end', function() {
  console.log('client disconnected')
})
client.on('error', function() {
  console.log('some connect. error')
})
```

3.6 NodeJS. Módulo net. Ejemplo 3

Servidor

```
const net = require('net')
let myF = require('./myFunctions')
let end_listener = function() {…}
let error_listener = function() {…}
let bound_listener = function() {…}

let server = net.createServer(function(c) {
  c.on('end', end_listener)
  c.on('error', error_listener)
  c.on('data', function(data) {
    let p = JSON.parse(data)
    let q
    if (typeof(p.num) != 'number') q = NaN
    else { switch (p.fun) {
      case 'fibo': q = myF.fibo(p.num); break
      case 'fact': q = myF.fact(p.num); break
      default: q = NaN
    }}
    c.write(p.fun+'('+p.num+') = '+q)
  })
})
server.listen(9000, bound_listener)
```

Cliente

```
const net = require('net')
if (process.argv.length != 4) {…}
let fun = process.argv[2]
let num = Math.abs(parseInt(process.argv[3]))
// The server is in our same machine.
let client = net.connect({port: 9000},
   function() {
      console.log('client connected')
      let request = {"fun":fun, "num":num}
      client.write(JSON.stringify(request))
})
client.on('data', function(data) {
  console.log(data.toString())
  client.end()
})
client.on('end', function() {
  console.log('client disconnected')
})
client.on('error', function() {
  console.log('some connection error')
})
```

3.7 NodeJS. Módulo http

- Permite implantar servidores web (y sus clientes).

- Define las siguientes clases:
  - http.Server: Es un EventEmitter que modela al servidor web.
  - http.ClientRequest: Modela una petición al servidor.
    - Es un Writable Stream y un EventEmitter.
    - Eventos: response, socket, connect, upgrade, continue.
  - http.ServerResponse: Modela una respuesta del servidor.
    - Es un Writable Stream y un EventEmitter.
    - Eventos: close.
  - http.IncomingMessage: Modela las peticiones que lleguen al servidor y las respuestas asociadas a los ClientRequest.
    - Es un Readable Stream y puede gestionar el evento "close".

- Documentación disponible en: http://nodejs.org/api/http.html

3.7 NodeJS. Módulo http

- Un servidor web mínimo. Propuesto como ejemplo en: http://nodejs.org/about/

```
const http = require('http')
const hostname = '127.0.0.1'
const port = 3000

const server = http.createServer((req, res) => {
  // res is a ServerResponse.
  // Its setHeader() method sets the response header.
  res.statusCode = 200
  res.setHeader('Content-Type', 'text/plain')
  // The end() method is needed to communicate that both the header
  // and body of the response have already been sent. As a result, the response can
  // be considered complete. Its optional argument may be used for including the
  // last part of the body section.
  res.end('Hello World\n')
})
// listen() is used in an http.Server in order to start listening for
// new connections. It sets the port and (optionally) the IP address.
server.listen(port, hostname, () => {
  console.log('Server running at http://'+hostname+':'+port+'/')
})
```

4. Bibliografía

Básica (Recomendada)

1. Tim Caswell: "Learning JavaScript with Object Graphs". Disponible en: https://howtonode.org/object-graphs, 2011.
   - Aunque en parte hace referencia a versiones anteriores de JavaScript, su descripción de las clausuras es muy interesante.
2. Tutorials Point: "ES6 (ECMAScript 6) Quick Guide". Disponible en: https://www.tutorialspoint.com/es6/es6_quick_guide.htm, julio2018
3. Joyent, Inc.: "Node.js v8.11.4 Documentation", disponible en: https://nodejs.org/dist/latest-v8.x/docs/api/, septiembre 2018.

Avanzada (No exigible)

5. David Flanagan: "JavaScript: The Definitive Guide", 6ª ed., O'Reilly Media, 1098 pgs., marzo 2011. ISBN: 978-0-596-80553-1 (impresa), 978-0-596-80552-4 (ebook).
6. Marijn Haverbeke: "Eloquent JavaScript", 3ª ed., No Starch Press, 460 pgs., octubre 2018. Disponible en: https://eloquentjavascript.net/ (mayo 2018)
7. Nikhil Marathe: "An Introduction to libuv (Release 1.0.0)", julio 2013. Disponible en: http://nikhilm.github.io/uvbook/index.html
8. Tutorials Point: "ES6 (ECMAScript 6) Tutorial". Disponible en: https://www.tutorialspoint.com/es6/index.htm, julio 2018