

Javascript

Giuseppe Della Penna
Università degli Studi di L'Aquila

giuseppe.dellapenna@univaq.it
<http://people.disim.univaq.it/dellapenna>

Versione documento: 230524



This work is licensed under CC BY-NC-SA 4.0. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Introduzione a Javascript



- › Javascript è un **linguaggio di programmazione** usato comunemente per fornire dinamica alle pagine web.
 - Tecnicamente, si tratta di un linguaggio *interpretato* basato su *prototipi* che supporta vari stili di programmazione: *object oriented*, *imperativo* e *dichiarativo*.
- › Javascript è definito sulla base della specifica del linguaggio **ECMAScript** (ultima edizione: ECMA-262)
- › **Javascript non è Java**: i due linguaggi hanno sintassi, semantica e uso molto diversi.
- › Javascript dispone di tutte le funzionalità e i costrutti comuni ai più diffusi **linguaggi di programmazione imperativi** (variabili, cicli, istruzioni condizionali, istruzioni di assegnamento, operazioni matematiche di base, funzioni e procedure, ecc.).



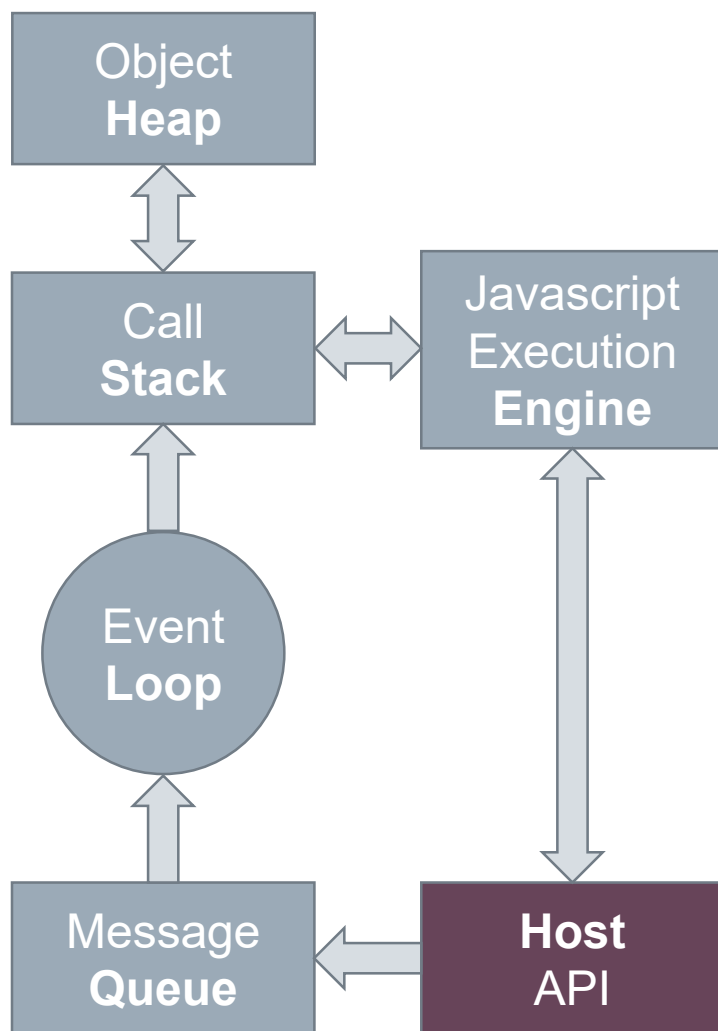
Introduzione a Javascript

Ambiente di Esecuzione

- › Javascript è progettato per essere eseguito all'interno di un **oggetto host**, o *ambiente*, che può estenderlo fornendo funzionalità aggiuntive specifiche per quell'ambiente.
 - Ad esempio, in una pagina web l'ambiente, che è il browser, fornisce a Javascript i mezzi per **leggere e modificare la struttura HTML della pagina** e i suoi fogli di stile (**DOM**), nonché per **interagire con alcune parti del browser** stesso, **intercettare tutte le azioni compiute dall'utente** sulla pagina ed eseguire chiamate verso altri server (**AJAX**)
 - › Tuttavia, il browser costruisce una «**sandbox**» intorno alla pagina web, in modo che gli script in essa contenuti non possano interferire con le altre pagine aperte né con il resto della macchina.
 - I browser forniscono a Javascript anche l'accesso a una serie di funzionalità estese, le cosiddette **Web API**. Con queste ultime il «potere» di Javascript si estende notevolmente.
 - › Alcuni esempi di Web API, il cui nome è piuttosto auto esplicativo: Battery API, Bluetooth API, Canvas API, Clipboard API, Console API, Credential Management API, Fetch API, File System Access API, Fullscreen API, Geolocation API, History API, Payment Request API, Picture-in-Picture API, Screen Capture API, Sensor API, Storage Access API, Web Audio API, Web Authentication API, Web Crypto API, Web Speech API, Web Storage API, WebGL, WebRTC.

Introduzione a Javascript

Modello di Esecuzione



- › Javascript è un linguaggio **single-threaded**, cioè non contempla alcun tipo di parallelismo nell'esecuzione.
- › Il motore di esecuzione Javascript estrae uno alla volta i frame dello **stack**, che corrispondono alle **chiamate a funzione**, e li esegue.
 - L'esecuzione di una funzione può **aggiungere nuovi frame** in testa allo stack tramite **chiamate nidificate** ad altre funzioni.
 - Gli oggetti creati durante l'esecuzione vengono posti nell'**heap**.
- › Il codice Javascript, nella sua esecuzione, interagisce tipicamente con le **API** dell'host (ad esempio le *Web API* del browser). Tali API possono contenere elementi **asincroni** (ad esempio la funzione *setTimeout* o gli *eventi del DOM*) che possono accodare **messaggi** nella message **queue**.
 - Un messaggio è, essenzialmente, una funzione da chiamare (**callback**) accompagnata da una serie di informazioni relative all'evento che ne richiede l'esecuzione.
- › **Quando lo stack è vuoto**, l'**event loop** estrae dalla message **queue** la successiva funzione callback da richiamare e la inserisce nello stack.

Introduzione a Javascript

Dove si usa?

- › Javascript è un linguaggio molto popolare tra i programmatori, per la sua versatilità e semplicità, e per questo si è esteso ben oltre la programmazione web lato client. In effetti, oggi Javascript viene usato per programmare una moltitudine di applicazioni ampiamente diffuse.
 - **Sviluppo web lato client:** come sappiamo, Javascript viene usato insieme a HTML e CSS per creare le parti di una pagina Web che gli utenti vedono e con cui interagiscono nei loro browser.
 - **Sviluppo web lato server:** grazie all'avvento di **Node.js**, un framework Javascript comunemente usato per lo sviluppo back-end, Javascript può essere usato anche per la programmazione lato server.
 - **Sviluppo di giochi:** questa categoria, sebbene ricada propriamente in quella dello sviluppo lato client, è molto importante e va evidenziata. In precedenza, moltissimi giochi online erano sviluppati con tecnologie diverse e/o proprietarie come Flash. Oggi, Javascript è usato per programmare tutti giochi 2D e 3D che si trovano online.
 - **Sviluppo di applicazioni mobili:** le applicazioni per dispositivi mobili inizialmente erano sviluppate in maniera nativa, cioè interfacciandosi direttamente con il sistema operativo (Android, iOS) del dispositivo ed usando il linguaggio di programmazione da esso preferito. Attualmente, framework come **React Native** e **ionic**, permettono di realizzare applicazioni mobili multiplatforma usando gli stessi linguaggi del web: HTML, CSS e naturalmente Javascript.
 - **Sviluppo di applicazioni desktop:** seguendo l'esempio delle applicazioni mobili, si stanno affermando numerosi framework, come **Electron**, che permettono di sviluppare applicazioni per computer desktop usando Javascript (e spesso HTML e CSS per definirne l'interfaccia) invece dei più comuni linguaggi come Java o C++.
 - Javascript può essere usato per aggiungere dinamica anche ai documenti **PDF**!

ECMAScript 5 (2009): cosa cambia?

- › Modalità strict
- › Getters e setters per le proprietà (dichiarati nei costruttori)
- › Nuovi metodi per leggere/scrivere le proprietà degli oggetti
- › Nuovi metodi String: trim()
- › Nuovi metodi Array: isArray(), forEach(), map(), filter(), reduce(), reduceRight(), every(), some(), indexOf(), lastIndexOf(),...
- › Metodi JSON.parse() e JSON.stringify()
- › Nuovo metodo Date: now()

ECMAScript 6 (2015): cosa cambia?



- › Variabili e funzioni con scope di blocco
- › Funzioni freccia (lambda)
- › Sintassi estesa per i parametri di funzione
- › Operatore Spread
- › Interpolazione di stringhe
- › Proprietà shorthand, nomi di proprietà calcolati
- › Destructuring assignment
- › Moduli
- › Classi
- › Iteratori
- › Generatori
- › Strutture Set e Map
- › Promises

Compatibilità dei nuovi standard



- › Tutte le funzionalità introdotte con ECMAScript 5, 6 e oltre, nonché tutte le novità relative al DOM di HTML che vengono via via adottate dai browser più moderni **non sono ovviamente compatibili con quelli più datati**.
- › Nel realizzare uno script, è sempre necessario quindi **domandarsi quali siano i browser target** (e quindi anche la platea di utenti) e verificare se le funzionalità (avanzate) che intendiamo utilizzare siano compatibili con essi.
 - Per verificare la compatibilità di una certa funzione/API, è possibile cercare su **MDN** (<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web>) o su siti come <https://caniuse.com/>.
- › In caso di funzionalità con scarso supporto nei browser datati è utile, per ampliare la platea dei browser supportati, **inserire tra i propri script i relativi polyfill**, cioè librerie che integrano nei browser le funzionalità non supportate tramite opportuni workaround.
 - Provate ad utilizzare le librerie generate da <https://polyfill.io>, che permette tra l'altro di scaricare i polyfill per le sole funzionalità di vostro interesse e solo se necessari al browser che le richiede, tutto in maniera automatica.
 - In alternativa, potete usare un transpiler come Babel (<https://babeljs.io>) per trasformare i vostri script rendendoli retrocompatibili con specifici browser datati. Babel manipola la sintassi e integra i polyfill necessari.

Tipi, Variabili e Operatori





Tipi di Dato

Javascript gestisce quattro diversi tipi di dato:

› Numeri

- Non c'è distinzione tra interi e reali.
- Sono costanti numeriche tutte le espressioni che rappresentano un numero valido, con e senza virgola.
- (i) Le funzioni *parseInt* e *parseFloat* possono essere usate per convertire stringhe in numeri.

› Booleani

- Le costanti booeane sono *true* e *false*.

› Stringhe

- Le stringhe sono particolari oggetti Javascript. Possono essere create implicitamente, attraverso una costante di tipo stringa, o esplicitamente tramite il costruttore dell'oggetto *String*.
- Sono costanti di tipo stringa i valori racchiusi tra virgolette (singole o doppie).

› Oggetti

- Gli oggetti sono un tipo di dato molto comune in javascript.
- Le variabili di tipo oggetto contengono in effetti dei *riferimenti* ad oggetti. Più variabili possono quindi fare riferimento allo *stesso* oggetto.

› Null

- Il tipo nullo ha un unico valore, *null*.

Variabili



- › Le variabili javascript sono identificate da sequenze alfanumeriche il cui primo carattere deve essere alfabetico.
- › Le variabili non hanno un tipo: questo viene dedotto automaticamente dal valore assegnato alla variabile, e può cambiare di volta in volta.
- › Le variabili possono essere dichiarate scrivendo “**var** nome”
 - Il valore iniziale di una variabile è sempre lo speciale valore *undefined*.
 - E’ anche possibile inizializzare la variabile durante la sua dichiarazione scrivendo “**var** nome = valore”
- › Se si assegna un valore a una variabile non dichiarata, javascript la crea automaticamente. Questa pratica è **sconsigliata** perché le variabili create automaticamente **sono sempre globali**.
- › Se si cerca di leggere il valore di una variabile mai dichiarata né assegnata, questo risulterà *undefined*.



Variabili

Esempi

```
var o = new Object(); //o è una variabile di tipo Object (vuota)

var s = "pluto"; //s è una variabile String con valore "pluto"

var n = 3; //n è una variabile Number con valore 3

m = n; //m è una variabile globale di tipo Number con valore 3

t = "paperino" //t è una variabile globale di tipo String con valore
"paperino"

u = v //u ha valore undefined (in quanto v non è a sua volta definita)

var b = (3>2) //b è una variabile Boolean con valore true
```

Modalità strict [ES5]



- › La modalità strict si attiva usando la sintassi:
`"use strict";`
- › Da notare la sintassi retrocompatibile: i browser più vecchi la vedranno come una stringa senza significato
- › Non è consentito:
 - Usare variabili o oggetti non dichiarati
 - Duplicare nomi di parametro nelle funzioni
 - Scrivere proprietà *read-only* o *get-only*
- › Inoltre:
 - La stringa "eval", non può essere utilizzata come variabile
 - eval() non può creare variabili nel suo scope di chiamata

Variabili e Funzioni con scope di blocco [ES6]

- › Prima di ES6, le variabili dichiarate con la parola chiave **var** non erano globali, ma erano in ogni caso function-scoped, cioè accessibili in tutta la funzione di appartenenza.
- › In ES6, come in gran parte degli linguaggi, una variabile dichiarata con la nuova parola chiave **let** è *block-scoped*, cioè **visibile solo nel blocco** {...} in cui si trova la sua dichiarazione, e **non può essere ridichiarata** all'interno dello stesso blocco.

```
for (let i = 0; i < a.length; i++) { let x = a[i]; ... }  
//i e x sono disponibili solo all'interno del blocco for
```

- › Esempio più complesso

```
let callbacks = []; for (let i = 0; i <= 2; i++) {  
  callbacks[i]=function(){return i * 2;};}  
//callbacks[0]()=0, callbacks[1]()=2, callbacks[2]()= 4
```

- › Per ottenere lo stesso effetto in ES<6, ci sarebbe stato bisogno di creare una closure per fissare il valore di i relativo a ogni iterazione e associarlo alla callback generata:

```
var callbacks = []; for (var i = 0; i <= 2; i++) {  
  (function(i) {callbacks[i]=function() {return i * 2;};})(i);}
```

Costanti [ES6]



- › Introdotto il supporto alla dichiarazione di costanti tramite la parola chiave **const**.

```
const PI = 3.141593;
```

- › Nota: un oggetto costante non può essere riassegnato, ma il suo contenuto può variare.

Operatori /1



› + (somma)

Oltre che a numeri, può essere applicata a stringhe, nel qual caso diventa l'operatore di concatenazione. Se in una somma almeno un operando è una stringa, gli altri vengono convertiti anch'essi in stringhe.

› - (differenza), / (quoziente), * (prodotto), % (modulo)

› = assegnamento, +=, -= (assegnamento con somma/differenza)

Gli assegnamenti con somma/differenza hanno la stessa semantica dei loro corrispondenti in C o Java. L'assegnamento con somma può essere applicato anche a stringhe, esattamente come l'operatore di somma.

› ++ (incremento), -- (decremento)

› >> (shift right), << (shift left), & (and), | (or), ^ (xor), ~ (not)

Effettuano bit-a-bit tra operandi numerici.

Operatori /2



- › **&& (and), || (or), ! (not)**

Utilizzati per combinare espressioni booleane.

- › **in (appartenenza)**

Può essere applicato a oggetti o array (operando destro), per controllare se contengono se la proprietà o l'indice dati (operando sinistro).

- › **> (maggiore), < (minore), >= (maggiore o uguale), <= (minore o uguale), == (uguale), != (diverso)**

Funzionano anche con le stringhe, per le quali si considera l'ordinamento lessicografico.

- › **typeof(...) (controllo tipo)**

Restituisce una stringa contenente il nome del tipo del suo argomento

- › **void(...) (statement nullo)**

Esegue il codice passato come argomento, ma non restituisce l'eventuale valore di ritorno

- › **eval(...) (valutazione script)**

Esegue lo script passato nell'argomento stringa e restituisce il suo valore



Operatori

Esempi

```
var s = "tre " + 2; //s è la stringa "tre 2"
```

```
s += " uno"; //s è la stringa "tre 2 uno"
```

```
s > "ciao"; //l'espressione vale true, in quanto il valore di s è  
lessicograficamente successivo a "ciao"
```

```
typeof(s); //restituisce "string"
```

```
var o = {pippo: 1};
```

```
"pippo" in o; //l'espressione vale true, in quanto pippo è una proprietà di o
```

```
void(0); //statement nullo (utile in HTML per prevenire azioni di default)
```

```
void(f(x)); //esegue f(x) ed ignora il suo valore di ritorno
```

```
eval("f(x)");
```

```
//esegue lo script, chiamando f(x) e restituendo il valore di ritorno della  
chiamata
```

```
eval("3+1"); //restituisce 4
```

```
eval("var s = 1"); //dichiara globalmente la variabile s e le assegna il  
valore 1.
```

Costrutti di Flusso



Strutture di Controllo

Esecuzione condizionale - if

- › Javascript dispone del costrutto **if** con la stessa sintassi di Java:
`if (espressione) {corpo} else {corpo-else}`
- › Un'espressione guardia non booleana viene convertita in valore booleano come segue:
 - Se l'espressione ha un valore numerico diverso da zero è true.
 - Se l'espressione ha un valore stringa non vuoto è true.
 - Se l'espressione ha un valore oggetto è true.
 - In tutti gli altri casi (numerico zero, stringa vuota, valore undefined o null) l'espressione è false.
- › **(i)** Per eseguire delle istruzioni solo se una determinata variabile o proprietà è definita e non vuota, è sufficiente scrivere **if (variabile) {...}**

Strutture di Controllo

Esecuzione condizionale - switch

- › Javascript dispone del costrutto **switch** con la stessa sintassi di Java:

```
switch (espressione) {  
  case v1: istruzioni  
  case v2: istruzioni  
  default: istruzioni  
}
```

- › L'espressione viene valutata e confrontata con i valori dei diversi **case**. Vengono quindi eseguite le istruzioni *a partire dal primo case* con lo stesso valore dell'espressione. Se nessun case è selezionato, vengono eseguite le istruzioni del **default**, se presenti.
- › Se si desidera limitare l'esecuzione a un gruppo di istruzioni, è necessario introdurre la parola chiave **break**.



Strutture di Controllo

Esempi

```
var s = "valore";
var b = 0;

//costrutto if con condizione di tipo "misto"
if (s && b > 0) { s = "ok" } else { b = 1; }

//costrutto switch su stringa
switch (s) {
  case "ok": ...
    break; //questo case finisce qui
  case "error": ... //questo case continua sul default
  default: ...
}
```

Strutture di Controllo

Loops

- › Javascript dispone dei costrutti **for**, **while** e **do...while**, con la stessa sintassi di Java:

for (*inizializzazione*; *condizione*; *aggiornamento*) {*corpo*}

while(*condizione*) {*corpo*}

do {*corpo*} **while**(*condizione*)

- › Nel ciclo **for** vengono eseguite le istruzioni di *inizializzazione*, quindi se la *condizione* è vera viene eseguito il *corpo* dell'istruzione e di seguito le istruzioni di *aggiornamento*. Se la *condizione* è ancora vera il ciclo continua.
- › Nel ciclo **while** il *corpo* viene eseguito se e finché la *condizione* è vera.
- › Nel ciclo **do...while** il *corpo* viene eseguito almeno una volta, in quanto la *condizione* è testata al termine della sua esecuzione.
- › Nel corpo dei loop è possibile usare le parole chiave **break** e **continue** rispettivamente per interromperne l'esecuzione o per saltare direttamente al ciclo successivo.

Strutture di Controllo

I loop `for...in` e `for...of`

- › Una speciale forma del costrutto **for** permette di iterare tra tutte le proprietà di un oggetto:

for (*proprietà in oggetto*) {*corpo*}

– Ad ogni iterazione, la stringa *proprietà* conterrà il nome della successiva proprietà dell'*oggetto*

- › Sarà quindi possibile accedere alla proprietà scrivendo *oggetto[proprietà]* (sintassi array).
- › Poiché i metodi sono proprietà con un particolare tipo, anche questi verranno elencati dal loop.

- › In ES6 è presente anche un'altra forma del costrutto **for** che permette di iterare tra i valori di ogni oggetto iterabile, tra cui gli array:

for (*valore of array*) {*corpo*}

– Ad ogni iterazione, la stringa *valore* conterrà il valore del successivo elemento dell'*array*

- › Vedremo più avanti cosa sono e come si creano altri oggetti iterabili



Strutture di Controllo

Esempi

```
var o = new Object();

//itera tra le proprietà dell'oggetto
for (p in o) {
    o[p]; //preleva il valore della proprietà indicizzata dal loop (e dovrebbe usarla...)
}

var i = 0;

//ciclo for standard
for (i=0; i<10; ++i) { j=j+1; }

//ciclo while
while(i>0) { i=i+1; }

//ciclo do
do { i=i+1; } while(i>0);
```

Funzioni





Funzioni

Dichiarazione

- › In Javascript è possibile creare nuove funzioni con le seguenti sintassi:
 - Dichiarazione di funzione: **function** *nome*(*parametri*) {*corpo*}
 - Funzioni anonime: **function**(*parametri*) {*corpo*}
 - Oggetti funzione: **new Function**("*parametri*", "*corpo*")
- › Le diverse sintassi presentano specifiche caratteristiche e limitazioni:
 - Una funzione dichiarata *con un nome* può essere richiamata in ogni punto del codice tramite il suo nome.
 - Una funzione anonima o creata col costruttore **Function** deve essere assegnata a una variabile (o proprietà di un oggetto) per essere utilizzata.
- › Il **nome** di una funzione può essere qualsiasi nome valido per una variabile.
- › I **parametri** della funzione, se presenti, sono dichiarati tramite una lista di nomi (di variabile) separati da virgole.
 - (!) Le parentesi dopo il nome della funzione vanno sempre inserite, anche se la lista dei parametri è vuota.
- › Il **corpo** della funzione è costituito da una sequenza di istruzioni Javascript valide.
 - Ogni istruzione è separata dalla successiva da un punto e virgola.
 - Nel corpo è possibile utilizzare i parametri tramite il nome delle variabili ad essi associate.

Funzioni Freccia (Lambda) [ES6]

- › ES6, come Java 8, permette di definire funzioni anonime (lambda) con una sintassi semplificata **(parametri) => espressione**:

```
(a, b) => a + b //è un'espressione valida di tipo Function
((a, b) => a + b)(1,2)===3 //può essere invocata
let f = ((a, b) => a + b) //e assegnata
```

- › Nel caso di un solo parametro si possono anche omettere le parentesi

```
a => a + 1 //la funzione incremento
```

- › Per corpi di funzione più complessi, si può usare la sintassi **(parametri) => { corpo }**:

```
a => {return a+1;}
(x,y) => {a[x]=y;}
```

- › Nel corpo delle funzioni freccia il valore di **this** viene propagato dall'esterno:

```
this.nums.forEach((v) => {if (v % 5 === 0) this.fives.push(v); });
```

- › Mentre in ES<6 avremmo dovuto scrivere

```
var self = this; this.nums.forEach(
function (v) { if (v % 5 === 0) self.fives.push(v); });
```



Funzioni

Esempi

```
//funzione senza parametri, dichiarazione diretta  
function f() {  
    var i;  
}
```

```
//funzione con due parametri, dichiarazione diretta  
function g(a,b) {  
    var c = a + b;  
}
```

```
//funzione anonima assegnata a una variabile  
var h1 = function(a) {return a+1;}
```

```
//oggetto funzione assegnato a una variabile  
var h2 = new Function("a","return a+1;");
```

Variabili e Funzioni con scope di blocco [ES6]

- › Le funzioni sono visibili solo all'interno del blocco che le definisce (qui non è necessaria alcuna sintassi specifica):

```
{//blocco
  function foo () { return 1; }
  foo() === 1;
  { //blocco nidificato
    function foo () { return 2; }
    //funzione ridefinita nel blocco nidificato
    foo() === 2;
  }
  //nel blocco esterno continua ad esistere la precedente versione
  foo() === 1;
}
```

Funzioni

Riferimento

- › Le funzioni Javascript sono in realtà variabili con valore di tipo **Function**.
- › Per fare riferimento a una funzione è sufficiente usare il suo nome, o un'espressione equivalente che abbia valore di tipo **Function**.
- › Una volta ottenuto il riferimento a una funzione è possibile:
 - Chiamare la funzione passandole dei parametri.
 - Passare come argomento una funzione ad un'altra funzione.
 - Assegnare una funzione a una o più variabili.
 - Accedere a tutti gli elementi della funzione, per modificarla o ridefinirla, tramite le proprietà di **Function**.
 - Verificare se una funzione è definita come si farebbe con qualsiasi variabile, ad esempio testandola con un **if(nome_funzione)**.



Funzioni

Chiamata

- › Per richiamare una funzione, si accoda la lista dei parametri, tra parentesi, all'espressione che fa riferimento alla funzione stessa:

nome_funzione(argomenti)

espressione_con_valore_Function(argomenti)

- › Gli argomenti sono una lista di espressioni valide separate da virgole.
 - **(i)** è possibile omettere uno o più parametri al termine della lista. In questo caso, tali parametri varranno *undefined* nel corpo della funzione.
 - **(!)** se la funzione non ha parametri, è comunque necessario specificare le due parentesi dopo il nome.



Funzioni

Esempi

```
function f() { var i; }  
var h1 = function(a) {return a+1;}  
var h2 = new Function("a","return a+1;");
```

```
f(); //ritorna undefined
```

```
var r = h1(3); //r=4
```

```
var r2 = h2(4); //r=5
```

Funzioni



Passaggio di Parametri

- › Il passaggio dei parametri alle funzioni Javascript avviene in maniera diversa a seconda del tipo del parametro stesso:
 - I tipi booleano, stringa, numero e null sono passati *per valore*. Nella funzione, cioè, è presente una copia del valore usato come argomento. Cambiamenti locali alla funzione non influenzano il valore dell'argomento usato nella chiamata alla funzione stessa.
 - Il tipo oggetto è passato *per riferimento*. La manipolazione del contenuto dell'oggetto si riflette sull'oggetto usato come argomento.

Sintassi estesa per i parametri [ES6]

- › In ES6 è possibile specificare **valori di default per i parametri** (come ad esempio in PHP o C):

```
function f (x, y=7, z=42) {...}
```

- › E' inoltre possibile definire **funzioni variadiche**, cioè ad arietà variabile, come in altri linguaggi (C, Java, ecc.), specificando un ultimo parametro (indicato con la sintassi **...variabile**) nel quale verranno inseriti, sotto forma di array, tutti gli *altri* argomenti passati alla funzione (*rest parameters*):

```
function f(...args) {return args.length;}
```

```
function f (x, ...a)  
{return x*a.reduce((t,v,i,r) => a+v, 0); }
```



Funzioni

Ritorno

- › Le funzioni restituiscono il controllo al chiamante al termine del loro blocco di istruzioni.
- › E' possibile *restituire un valore* al chiamante, in modo da poter usare la funzione in espressioni più complesse, utilizzando la sintassi **return** *espressione*
- › L'*espressione* può essere di qualsiasi tipo. Essa viene valutata e il valore risultante è restituito.
 - **(i)** Se la funzione non esegue una return, Javascript sottintende un “return undefined” implicito.

Funzioni

Closures

- › Una **closure** (chiusura) è, tecnicamente, un'espressione (tipicamente una funzione) *associata a un contesto che valorizza le sue variabili libere*.
- › Tutto il codice Javascript viene eseguito in un contesto, compreso quello globale.
- › In particolare, ogni esecuzione di una funzione ha un contesto associato.
- › Una *closure* si crea proprio a partire da una funzione, quando quest'ultima restituisce come valore di ritorno una nuova funzione creata dinamicamente (cioè con uno dei tre costrutti visti in precedenza).

Funzioni

Comportamento delle closures

- › Una *closure*, cioè una funzione creata all'interno di un'altra funzione e poi restituita, *mantiene il contesto di esecuzione della funzione che l'ha creata*.
- › Questo significa che il contesto di ciascuna chiamata della funzione “generatrice” non viene distrutto all'uscita della funzione, come avviene in generale, ma conservato in memoria.
- › La *closure* potrà fare riferimento (in lettura e scrittura) ai parametri e alle variabili dichiarate nel contesto della funzione che l'ha creata.
- › Poiché ogni chiamata a funzione ha un suo contesto distinto, i valori “visti” dalla *closure* non saranno influenzati da successive chiamate alla funzione generatrice.

Funzioni



Closures - Esempi

- › Un uso comune per le closure è fornire parametri a una funzione che verrà eseguita in seguito: è il caso ad esempio delle funzioni passate come argomento a *setTimeout* (che verrà illustrata più avanti).
- › Se dobbiamo passare una funzione come argomento, o assegnarla a una variabile, non possiamo fornirgli parametri, ma al posto della funzione possiamo usare una *wrapper closure* che la chiama con i parametri desiderati.
- › Si vedano gli esempi seguenti...



Funzioni

Closures - Esempi

```
function f(x) {  
    return x+variabile_globale; //NOTA: il valore di ritorno NON dipende solo  
    dai parametri  
}  
//vorremmo assegnare a una proprietà p di o la FUNZIONE che restituisce f(3)  
o.p = f(3);  
o.p(); //ERRATO: o.p non punta a una funzione, ma al valore calcolato come  
f(3) al momento dell'esecuzione dell'istruzione precedente  
  
o.p = f;  
o.p(); //ERRATO: o.p è un riferimento a f, per cui necessita di un parametro  
(avremmo dovuto scrivere o.p(3))  
  
function closureGenF(y) {  
    return function() {return f(y);}  
}  
o.p = closureGenF(3);  
o.p() //CORRETTO: verrà chiamata f(3)!
```




Funzioni

Closures - Esempi

```
//dobbiamo assegnare un handler per l'evento onclick a un elemento del DOM
HTML
htmlelement.onclick = f; //NOTA: anche qui non si possono passare parametri!

//Accade spesso che si usino piccole varianti dello stesso handler per
elementi diversi
//tali varianti sono semplici da costruire a tempo di esecuzione (e spesso è
necessario).
//Ad esempio, vogliamo associare a certi elementi degli handler che colorino
in rosso un elemento ad essi associato quando vengono cliccati.

function clickHandler(oToHighlight) {
  return function(e) {
    oToHighlight.style.backgroundColor="red";
  }
}

element1.onclick = clickHandler(linkedelement1);
element2.onclick = clickHandler(linkedelement2);
```

Oggetti





Oggetti Javascript

- › Javascript **non è un linguaggio object oriented**, e il suo concetto di oggetto è molto più simile a quello di un array associativo.
 - (i) Gli oggetti Javascript contengono metodi, che possono tuttavia essere considerati anch'essi valori, in quanto non sono altro che oggetti di classe **Function**.
- › In Javascript non si possono definire **classi**, ma solo speciali funzioni dette **costruttori** che creano oggetti aventi determinati membri. Il nome della funzione costruttore è considerato il nome della classe dell'oggetto.
- › Non esiste vera ereditarietà negli oggetti Javascript, e non è possibile dichiarare delle gerarchie. Tuttavia, Javascript contiene una classe base predefinita, chiamato **Object**.
- › Gli oggetti si creano utilizzando l'operatore *new* applicato alla loro **funzione costruttore**: `o = new Object();`
- › Un metodo di creazione alternativo consiste nell'utilizzo del costrutto { "proprietà": valore, ... }, che crea un oggetto con le proprietà date.



Oggetti Javascript

Le proprietà

- › Le proprietà di un oggetto Javascript possono contenere valori di qualsiasi tipo.
- › Per accedere a una proprietà, si possono usare due sintassi:
 - Sintassi “a oggetti”: *oggetto.proprietà*
 - Sintassi “array”: *oggetto[“proprietà”]*
- › È disponibile lo speciale costrutto **for...in** per iterare tra le proprietà di un oggetto.
- › E’ possibile verificare se un oggetto ha una determinata proprietà con l’espressione booleana *proprietà in oggetto*.
- › Se si tenta di leggere il valore di una proprietà non definita in un oggetto, si ottiene il valore *undefined* (come per ogni variabile non assegnata).
- › È possibile **aggiungere dinamicamente proprietà** agli oggetti semplicemente assegnando loro un valore.
 - (!) Non è possibile aggiungere proprietà a variabili che non siano di tipo oggetto (oggetti predefiniti o creati con *new*)



Oggetti Javascript

Proprietà - Esempi

```
var o = new Object();
```

```
var v = o.pippo; //v è undefined
```

```
o.pluto = 3; //adesso o ha una proprietà "pluto", di tipo Number, con valore 3
```

```
v = o.pluto; //adesso v è una variabile di tipo Number e vale 3
```

```
v.paperino = "ciao"; //è un errore: una variabile può accettare l'aggiunta di proprietà solo se è di tipo oggetto
```

```
var o2 = {"pippo": "ciao", "pluto": 3}; //creazione implicita di un oggetto
```

```
v = o2["pluto"]; //equivalente a v = o2.pluto
```

```
var nome = "pippo"; //adesso nome è una variabile di tipo String e vale "pippo"
```

```
v=o2[nome]; //accesso a una proprietà con nome dinamico assegnato a una seconda variabile
```



Oggetti Javascript

I Metodi

- › I metodi di un oggetto Javascript sono semplicemente proprietà di tipo *Function*.
 - (!) **Function** è un oggetto predefinito Javascript, e può essere utilizzato direttamente, ad esempio per creare funzioni anonime.
- › Per **accedere** a un metodo si possono usare le stesse sintassi viste per le proprietà.
- › Per **chiamare** un metodo basta accodare la lista dei parametri, tra parentesi, all'espressione di accesso al metodo.
- › Per aggiungere un metodo a un oggetto, è sufficiente creare una proprietà col nome del metodo ed assegnarvi:
 - Una funzione già definita
 - Una funzione anonima: **function(parametri) {corpo}**
- › I metodi possono essere aggiunti in qualsiasi momento a un oggetto, esattamente come le proprietà.
- › I metodi di un oggetto, per far riferimento alle proprietà dell'oggetto in cui sono definiti, devono utilizzare la parola chiave **this**: **this.proprietà**.
 - (!) Omettendo **this**, Javascript cercherà le variabili col nome dato all'interno del metodo o tra le variabili globali!



Oggetti Javascript

Metodi - Esempi

```
var o = new Object();

o.metodo1 = function(x) {return x;} //aggiunge la funzione specificata come
metodo1 all'oggetto

o["metodo2"] = f; //aggiunge la funzione f (se esistente) come metodo2
all'oggetto

o.metodo1 //questa espressione restituisce l'oggetto Function che rappresenta
il metodo1

o.metodo1(3);
o["metodo1"](3); //due chiamate equivalenti al metodo1

var o2 = {"pippo": "ciao", "pluto": 3, "metodo3": function(x) {return x;}}
//definizione di un metodo all'interno della sintassi abbreviata di creazione

var o3 = new Object();
o3.metodo3 = o.metodo1 //il metodo3 dell'oggetto o3 è una copia del metodo1
dell'oggetto o
```

[ES6] Definizione semplice di proprietà

- › Sintassi compatta per la **definizione di oggetti a partire da variabili**: la proprietà dell'oggetto può assumere automaticamente lo stesso nome della variabile usata per assegnargli un valore:

```
let x=0, y=0;  
let o={x,y}; //identico a {"x":x, "y":y}
```

- › Allo stesso modo, nel definire una proprietà associata a un metodo, è possibile **scrivere direttamente il metodo** stesso, senza la parola chiave *function*, che verrà assegnato a una proprietà omonima:

```
let o={s(x,y){return x+y}};  
//identico a {s: function(x,y){return x+y}}  
//o anche {s: (x,y)=>{return x+y}}
```

- › Nella definizione degli oggetti è possibile anche definire proprietà con un **nome calcolato** al momento usando la sintassi **[espressione-nome]**:

```
let o={p:"ciao", ["p_"+f()]: 42 };
```




Oggetti Javascript

Funzioni Costruttore

- › Una funzione costruttore è un tipo speciale di funzione all'interno della quale
 - Si utilizza la parola chiave **this** per *definire* le proprietà di un nuovo oggetto.
 - Non si ritorna alcun valore
- › Le funzioni costruttore possono essere usate come argomento per l'operatore **new**, esattamente come i nomi degli oggetti standard di Javascript:
new *funzione(parametri)*
- › (!) Le funzioni costruttore non dovrebbero mai essere richiamate direttamente.



Oggetti Javascript

Funzioni Costruttore

- › Quando si usa un costruttore con **new**, Javascript crea un oggetto vuoto derivato da **Object** ed applica ad esso la funzione.
- › All'interno del costruttore, **this** punta al nuovo oggetto.
- › In questo modo, il costruttore può popolare il nuovo oggetto, aggiungendo proprietà e metodi attraverso **this**.
- › (!) Va ricordato che i metodi inseriti in un oggetto, per fare riferimento alle proprietà dell'oggetto stesso, devono riferirvisi attraverso **this**.



Oggetti Javascript

Funzioni Costruttore - Esempi

```
function myObject(a) {  
    this.v = a+1;  
    this.w = 0;  
    this.m = function(x) {return this.v+x;}  
}
```

/*

L'oggetto o avrà due proprietà (v e w), una delle quali inizializzata tramite il parametro della funzione costruttore, e un metodo (m) che restituisce il valore della proprietà v sommata al suo argomento

*/

```
var o = new myObject(2);  
o.m(3); //ritorna 6;
```

```
o.getW = function() {return this.w;} //aggiunta dinamica di membri  
all'oggetto (NON al costruttore)
```

```
o.getV = function() {return v;} //SBAGLIATO! Fa riferimento alla variabile  
GLOBALE v!
```



Oggetti Javascript

Prototipi

- › Quando si crea un oggetto in Javascript usando la **new**, gli si assegna implicitamente un *prototipo*.
- › I prototipi contengono i **metodi e le proprietà comuni a tutti gli oggetti creati con lo stesso costruttore**, e quindi sono un analogo del concetto di *classe* in altri linguaggi.
- › Quando si estende un oggetto specifico con nuove proprietà o metodi, questi vengono **assegnati solo a quell'oggetto**.
- › Tuttavia, se **si estende il prototipo di un oggetto**, l'estensione sarà **disponibile in tutti gli oggetti creati dal suo stesso costruttore, anche in precedenza**.
 - Si può dire, in un certo senso, che Javascript permette di estendere dinamicamente le classi.
- › Quando si cerca di accedere a una proprietà di un oggetto, questa viene prima cercata nell'oggetto stesso, poi nel suo prototipo. Essendo il prototipo stesso un oggetto, questa procedura viene iterata fino a risalire al prototipo di *Object*, l'oggetto base.
 - Grazie a questo effetto, e potendo anche riassegnare dinamicamente il prototipo di un oggetto, è possibile ottenere in Javascript qualcosa di simile alle gerarchie di ereditarietà.
- › Il prototipo degli oggetti creati da una funzione costruttore si può esaminare e modificare accedendo alla sua proprietà *prototype*.
- › Se invece disponiamo di un oggetto istanza, possiamo accedere al suo prototipo risalendo prima alla sua funzione costruttore tramite la proprietà *constructor*, oppure usando la proprietà `__proto__` (meno supportata).
- › L'operatore **instanceof** permette di verificare se una funzione costruttore è presente in un qualsiasi punto della catena di costruttori di un oggetto.



Oggetti Javascript

Prototipi - Esempi

```
function myObject(a) {  
  this.v = a+1;  
  this.w = 0;  
  this.m = function(x) {return this.v+x;}  
}  
var o1 = new myObject(1);  
var o2 = new myObject(2);  
  
o1.m(1); //ritorna 3  
o2.m(1); //ritorna 4  
  
o1.z = function() {return this.v;} //aggiunta dinamica di membri all'oggetto  
o1  
  
o1.z(); //ritorna 2  
o2.z(); //ERRORE, z è solo in o1!
```



Oggetti Javascript

Prototipi - Esempi

```
//tutti queste espressioni puntano al prototipo degli oggetti creati col
costruttore myObject
o1.constructor.prototype == o1.__proto__; //true
o1.__proto__ == myObject.prototype; //true:

//aggiunta dinamica di membri a tutti gli oggetti creati dal costruttore
myObject
myObject.prototype.x = function() {return this.v+2;}

o1.x(); //ritorna 4
o2.x(); //ritorna 5

o1 instanceof myObject //ritorna true
o1 instanceof Array //ritorna false
[1,2,3] instanceof Array //ritorna true
```

Getter e Setter [ES5]



- › In Javascript, **getter** e **setter** permettono di creare pseudo variabili in un oggetto. Una pseudo variabile non è associata direttamente a una vera variabile dell'oggetto, ma funziona come se lo fosse.
- › In realtà, getter e setter sono metodi che vengono chiamati automaticamente quando si tenta di leggere o scrivere la variabile rappresentata dal loro nome.
- › In questo modo la lettura e la scrittura vengono mediate dal codice:
 - E' possibile calcolare "al volo" un valore nel getter
 - E' possibile controllare o correggere il valore da assegnare nel setter (magari generando un'eccezione se il valore è inaccettabile)
 - E' possibile rendere un valore get-only o set-only
- › Getter e setter possono essere definiti nelle singole istanze:

```
var o = {val:1,  
    set pippo(v) {if (v<10) this.val=v; else throw "wrong value"},  
    get pippo() {return this.val}  
    //proprietà r/w chiamata pippo, accetta solo valori minori di dieci  
}
```

- › Per inserirli nei costruttori, è invece necessario usare il nuovo metodo **defineProperty** sul suo prototipo, come vedremo

Object.defineProperty [ES5]

› *Object.defineProperty(object, propertyName, descriptor)* inserisce o sovrascrive una proprietà in un oggetto.

– *descriptor* è un oggetto che può contenere le seguenti proprietà

- › *configurabile*: *true* se il descrittore può essere cambiato
- › *enumerabile*: *true* se questa proprietà viene inclusa nell'enumerazione delle proprietà dell'oggetto
- › *value*: il valore della proprietà
- › *writable*: *true* se il valore della proprietà può essere alterato (*false*, il default, la rende di sola lettura)

```
var o={a:2}
Object.defineProperty(o, "val1", { value: 3, writable:true});
//proprietà "val" R/W ... come scrivere o.val=3
Object.defineProperty(o, "val2", { value: 4, writable:false});
//proprietà "val" R/O
```

– In **alternativa** a *value* e *writable*, è possibile usare le proprietà *get* e *set* per creare una pseudo variabile:

```
Object.defineProperty(o, "pippo", { get : function() { return this.val1 } });
//pseudo proprietà "pippo", vista read only sulla proprietà val1 definita sopra
```

– Per definire getter e setter in un **costruttore**, si può estendere il suo prototipo:

```
function obj() {this.val=4};
Object.defineProperty(obj.prototype, "pippo", {
  get : function() { return this.val },
  set : function(v) { this.val=v } });
//getter e setter definiti nel prototipo di una funzione costruttore
```




Oggetti Javascript

Membri pubblici, privati e "privilegiati"

- › In Javascript non esiste la nozione esplicita di pubblico e privato, come in molti linguaggi a oggetti.
- › Tuttavia, è possibile **simulare questo tipo di comportamento usando** opportunamente le tecniche appena esposte.
- › Vedremo quindi come definire proprietà (e metodi) in modo che siano visibili all'esterno dell'oggetto oppure utilizzabili solo dai suoi metodi interni.



Oggetti Javascript

Membri pubblici

- › Le proprietà e i metodi pubblici si possono creare come abbiamo visto finora, cioè assegnandole all'oggetto *this* all'interno del costruttore.
- › Tuttavia, i *coding standard* di Javascript preferiscono procedere in modo diverso:
 - Le proprietà sono **create all'interno della funzione costruttore**
 - I metodi sono **aggiunti al prototype del costruttore**
- › L'effetto finale è lo stesso, ma come vedremo ha un certo impatto sulle proprietà private.



Oggetti Javascript

Membri pubblici - Esempi

```
function myObject(a) {  
  this.v = a+1; //proprietà pubblica  
}  
myObject.prototype.m = function(x) {return this.v+x;} //metodo pubblico  
  
var o = new myObject(1);
```



Oggetti Javascript

Membri privati

- › Le proprietà e i metodi privati si possono creare sfruttando l'effetto *closure* del costruttore
- › In pratica, ogni proprietà o metodo dichiarato nella funzione costruttore **come variabile locale** (cioè con la parola chiave *var* o *let*, e non con *this*) sarà paragonabile a un membro privato degli oggetti da esso generati.
- › I metodi privati **possono accedere ai membri pubblici dell'oggetto**, ma per ovviare a un'ambiguità di ECMAScript non è possibile farlo usando la sintassi comune *this.p*: è necessario un *workaround*.
 - Dichiareremo una proprietà privata (che chiameremo *THIS*) e la assegneremo al valore di *this* nel costruttore. I metodi privati potranno quindi accedere ai membri pubblici con la sintassi *THIS.p*.
- › Le proprietà e i metodi privati **non sono accessibili dall'esterno dell'oggetto** ma, al contrario dei comuni linguaggi OO, **non sono accessibili neppure dai metodi pubblici** creati come visto in precedenza.
 - Quindi le proprietà e i metodi privati possono essere manipolati solo da altri metodi privati o dal costruttore in cui sono dichiarati!



Oggetti Javascript

Membri privati - Esempi

```
function myObject(a) {  
  this.v = a+1; //proprietà pubblica  
  var p = 7; //proprietà privata  
  var THIS = this; //workaround per rendere this disponibile nei metodi  
privati  
  var pm = function() {p=p-1;} //metodo privato  
  var pm2 = function() {return THIS.m()+1;} //metodo privato che chiama un  
metodo pubblico  
}  
myObject.prototype.m = function(x) {return this.v+x;} //metodo pubblico  
  
var o = new myObject(1);  
o.p; //undefined (p è privato)  
o.pm() //ERRORE (pm è privato)  
  
myObject.prototype.m2 = function() {pm(); return p;}  
//metodo pubblico che usa membri privati  
  
o.m2(); //ERRORE, in quanto p e pm non sono accessibili da metodi pubblici
```



Oggetti Javascript

Membri privilegiati

- › Non poter accedere ai membri privati dai metodi pubblici rende i membri privati utili solo per funzioni interne, ad esempio di inizializzazione.
- › Tuttavia, **è possibile creare speciali metodi pubblici che hanno accesso anche ai membri privati dell'oggetto**, e che sono spesso definiti per questo *privilegiati*.
 - In pratica, molti preferiscono dichiarare sempre metodi privilegiati invece che pubblici, per avere una maggior simmetria col comportamento standard dei linguaggi a oggetti.
- › Creare metodi privilegiati è molto semplice: basta usare la tecnica "base" di creazione dei metodi vista all'inizio, cioè **definirli direttamente nella funzione costruttore** (e non aggiungerli al prototipo) e la closure farà il resto.



Oggetti Javascript

Membri privilegiati - Esempi

```
function myObject(a) {
  this.v = a+1; //proprietà pubblica
  var p = 7; //proprietà privata
  var THIS = this; //workaround per rendere this disponibile nei metodi
privati
  var pm = function() {p=p-1;} //metodo privato
  var pm2 = function() {return THIS.m()+1;} //metodo privato che chiama un
metodo pubblico
  this.m3 = function() {pm(); return p;} //metodo privilegiato: è pubblico e
usa membri privati
}
myObject.prototype.m = function(x) {return this.v+x;} //metodo pubblico

var o = new myObject(1);
o.p; //undefined (p è privato)
o.pm() //ERRORE (pm è privato)

myObject.prototype.m2 = function() {pm(); return p;} //metodo pubblico che
usa una proprietà private
o.m2(); //ERRORE, in quanto p e pm non sono accessibili da metodi pubblici

o.m3(); //ritorna 6
```

Classi [ES6]



- › ES6 introduce un nuovo concetto di classe, simile a quello dei linguaggi object-oriented come Java o C++.
- › La sintassi per la definizione di una classe è quella comune, che prevede l'uso della parola chiave **class**.
 - **Una classe ES6 può contenere solo metodi**, che si dichiarano senza la parola chiave **function**. Le altre proprietà della classe verranno inizializzate nel costruttore assegnandole, come nel sistema prototipale.
 - Il costruttore si dichiara come un metodo con il nome riservato **constructor**.

```
class Shape {  
  constructor(id, x, y) { this._id = id; this.move(x, y); }  
  move(x, y) { this._x = x; this._y = y; }  
}
```

```
s = new Shape("test",1,2)
```

- › Una classe può essere dichiarata con il suo nome oppure assegnata come *espressione di classe* a un identificatore.

```
let Shape = class { constructor(id) { this._id = id; } }
```




Classi

metodi speciali

- › È possibile usare la parola chiave **static** per dichiarare metodi richiamabili direttamente sulla classe, e non sulle sue istanze:

```
class Shape {  
  constructor(id, x, y) { this._id = id; this.move(x, y); }  
  move(x, y) { this._x = x; this._y = y; }  
  static defaultShape() { return new Shape("default", 100, 100); }  
}  
  
s = Shape.defaultShape();
```

- › E' possibile dichiarare *getter* e *setter* con la sintassi di ES5

```
class Shape {  
  constructor(id, x, y) { this._id = id; this.move(x, y); }  
  move(x, y) { this._x = x; this._y = y; }  
  static defaultShape() { return new Shape("default", 100, 100); }  
  set x (x) { this._x = x; }  
  get x() { return this._x; }  
}
```



Classi

ereditarietà

- › E' possibile generare **gerarchie di classi** usando la parola chiave **extends**. Nelle classi derivate, la parola chiave **super** permette di accedere ai metodi e al costruttore della classe base.

```
class Rectangle extends Shape {  
  constructor (id, x, y, width, height) { super(id, x, y);  
    this._width=width; this._height=height; }  
  toString () { return "Rectangle > " + super.toString(); } }
```

- › Non esistono modificatori di visibilità (*private*, *protected*,...): se necessario, si possono usare gli accorgimenti già validi per i prototipi per ottenere effetti simili.



Classi

Esempi

```
// Le classi non sostituiscono il sistema basato sui prototipi delle
// precedenti versioni, ma lo affiancano. In realtà, le classi sono solo
// zucchero sintattico, e vengono rimappate internamente sul vecchio
// sistema di gestione degli oggetti.

class Shape {
  constructor(id, x, y) {this._id = id; this.move(x,y);}
  move(x, y) { this._x = x; this._y = y; }
  static defaultShape () { return new Shape("default", 100, 100); }
  get x() { return this._x; }
}

//IDENTICO A

let Shape = function(id,x,y) {
  this._id = id;
  this.move = function(x, y){ this._x = x; this._y = y; }
  this.move(x, y);
}

Shape.defaultShape = function(){return new Shape("default", 100, 100);}
Object.defineProperty(Shape.prototype,"x",{get: function(){return this._x}}
```

Spread e Destructuring Assignment



Espansione di espressioni (spread) [ES6]

- › E' possibile usare l'operatore di *spread* (indicato con `...`, da non confondersi con la sintassi dei *rest parameters*) per **esplodere un array (o di ogni oggetto iterabile) nella sequenza dei suoi valori**

– durante una **chiamata a funzione**

```
var p = [1,2];  
function f(x,y) {return x+y}  
r=f(...p); //r=f(1,2). r=f(p) non avrebbe funzionato!
```

– e negli **assegnamenti di array**:

```
var a = [ "a", "b", ...p ]; //a= [ "a", "b", 1, 2 ]  
var str="ciao"; var chars = [...str]; //chars=["c","i","a","o"]  
//l'ultimo esempio funziona perché la stringa è iterabile!
```

Destructuring Assignment /1 [ES6]

- › Il destructuring assignment ("assegnazione destrutturante") permette di **estrarre i valori di array o le proprietà di oggetti e assegnarli a variabili distinte**.
- › **Con gli array** la sintassi prevede l'uso di un'espressione tra parentesi quadre al lato *sinistro* di un assegnamento:

```
var list = [ 1, 2, 3 ];  
var [ a, b, c ] = list; //a=1, b=2, c=3
```

– E' possibile **non assegnare parte degli elementi** dell'array:

```
var [ a, b ] = list; //a=1, b=2  
var [ a, , b ] = list; //a=1, b=3, notare le virgole vuote  
var [ , , a ] = list; //a=3
```

– Oppure assegnare la parte restata dell'array usando un **rest parameter**:

```
var [ a, ...b ] = list; //a=1, b=[2,3]
```

Destructuring Assignment /2 [ES6]

- › **Con gli oggetti** la sintassi prevede l'uso di un'espressione tra parentesi graffe al lato sinistro di un assegnamento :

```
var o={p1:1, p2:"a", p3(x){return x+1}};  
var {p1, p2, p3}=o; //p1=1,p2="a",p3=x=>x+1
```

- È possibile **estrarre solo parte dell'oggetto** specificando le sole proprietà necessarie:

```
var {p3}=o; //p3=x=>x+1
```

- È possibile **dare alle variabili estratte un nome diverso** dalla proprietà dell'oggetto usando la sintassi *proprietà:variabile*

```
var {p1:a,p3:b}=o; //a=1, b=x=>x+1
```

- È, al limite, possibile anche **estrarre la stessa proprietà più volte** con nomi diversi:

```
var {p1:a,p1:b}=o; //a=1, b=1
```

- La destrutturazione può essere invocata in modo **ricorsivo**:

```
var o2={p1:1, p2:"a", p3:{s1:2, s2:3}};  
var {p3:a,p3:{s2:b}}=o2; //a={s1:2, s2:3}, b=3
```

Destructuring Assignment /3 [ES6]

- › È possibile fornire dei **default nella destrutturazione**, in modo che elementi mancanti siano assegnati col default e non restino *undefined*:

```
var [a, b, c, d]=list //d=undefined
var [a, b, c, d=10] = list //d=10
var {p4}=o; //p4=undefined
var {p4=1} =o; //p4=1
```

- › Il destructing può essere usato in maniera intelligente anche **durante il passaggio di parametri alle funzioni** (che viene visto come un assegnamento degli argomenti alle variabili parametro):

```
function f ([a,b]) {return a+b;}
f(["Ciao",10]); //restituisce «Ciao10»
//nota: in questo caso f("Ciao",10) non funziona

function g ({p1:a,p2:b}) {return a+b;}
g({p1:"Ciao",p2:10}); //restituisce «Ciao10»
```


Iteratori e Funzioni Generatrici





Iteratori [ES6]

Definizione

- › Gli oggetti ES6 possono personalizzare la maniera in cui vengono «enumerati» tramite il costrutto `for`, che dispone di una nuova sintassi specifica per questo scopo.
 - Un oggetto iterabile implementa un metodo il cui nome è il valore dell'espressione **`Symbol.iterator`**.
 - Questo metodo deve ritornare un oggetto che implementa l'interfaccia di un iteratore, che deve contenere un metodo **`next`** il quale, a sua volta, ritorna un oggetto con le due proprietà **`value`** (il successivo valore dell'iteratore) e **`done`** (*true* se i valori sono finiti)

```
let numbers1_10 = {
  [Symbol.iterator]: function() {
    let n = 1;
    return {
      next: function() {if (n<=10)
        return { done: false, value: n++ };
        else return { done: true, value: undefined };
      }
    };
  }
}
```

- › Ovviamente è possibile costruire dinamicamente un oggetto e il suo iteratore tramite una funzione:

```
function numbers(a,b) {
  return {
    [Symbol.iterator]() { let n = a; return {
      next() {if (n<=b) return { done: false, value: n++ };
                else return { done: true, value: undefined }; }
    };
  }
}
```

Iteratori [ES6]

Uso

- › Un oggetto iterabile può essere enumerato usando il suo iteratore, ad esempio con un ciclo for:

```
it = numbers1_10[Symbol.iterator]();  
for(let n=it.next(); !n.done; n = it.next()) {console.log(n.value)}
```

- › Come abbiamo visto, è disponibile il costrutto **for...of** specifico per gli oggetti iterabili:

```
for(n of numbers1_10) console.log(n)
```

- › Anche l'operatore **spread** e il **destructing assignment** funzionano con qualsiasi oggetto iterabile:

```
let [a,b,,d] = numbers1_11 //a=1, b=2, d=4  
[0,...numbers1_10] //un array da 0 a 10
```

- › Molti oggetti Javascript sono iterabili, come gli array e le stringhe, ma anche le Map e i Set che vedremo successivamente.

Generatori [ES6]



- › Poiché definire un iteratore è abbastanza complesso, ES6 mette a disposizione un altro utile costrutto per creare oggetti iterabili con valori calcolati e, teoricamente, illimitati: le funzioni generatrici.
- › Le funzioni generatrici sono speciali funzioni che interrompono la propria esecuzione ritornando un valore e, quando vengono richiamate, riprendono l'esecuzione da dove avevano interrotto.
- › Un generatore si definisce come una normale funzione inserendo un asterisco dopo la parola chiave **function** (**function ***).
- › All'interno, i valori generati vanno ritornati con la parola chiave **yield**. Per concludere l'iterazione basta invece uscire dal metodo.

```
function * g_numbers1_10() {for(let i=1; i<11; ++i) {yield i;}}
```

- › Chiamando una funzione generatrice si ottiene un'istanza del corrispondente oggetto iterabile:

```
numbers1_10 = g_numbers1_10()  
for(n of numbers1_10) console.log(n)
```

- › Infatti possiamo anche scrivere `numbers1_10[Symbol.iterator]()` per prelevare l'iteratore corrispondente al generatore, e manipolarlo come visto precedentemente.
- › I generatori possono anche essere definiti in maniera anonima (espressioni di funzione) e come metodi di oggetti:

```
var g_numbers1_10 = function *() {for(let i=1; i<11; ++i) {yield i;}}  
var o = {n:0, g_numbers1_10:function *() {for(let i=1; i<11; ++i)  
{yield i}}}
```

Eccezioni



Gestione delle Eccezioni



- › Nelle versioni più recenti di Javascript è stato introdotto anche un **sistema di gestione delle eccezioni in stile Java**.
- › Un'eccezione segnala un *imprevisto*, spesso un *errore*, all'interno della normale esecuzione del codice.
- › Un'eccezione può venire sollevata dalle librerie di Javascript o dal codice scritto dall'utente, attraverso la parola chiave **throw**.
- › Per gestire le eccezioni, è possibile avvalersi del costrutto **try...catch...finally**.



Gestione delle Eccezioni

Gli handler

- › Una volta sollevata, un'eccezione risale lo *stack* di Javascript finché non viene gestita.
 - Ciò significa che un'eccezione generata in una funzione, se non viene gestita all'interno di quest'ultima, si propagherà alle sue funzioni chiamanti, fino ad arrivare al *runtime* di Javascript.
- › Per gestire le eccezioni generate da un certo blocco di codice, è necessario inserire il blocco all'interno del costrutto **try...catch**.
 - Qualsiasi eccezione sollevata all'interno del codice compreso tra **try** e **catch** verrà passata al codice di gestione dichiarato dopo **catch**.
- › Se ci si vuole assicurare che un certo codice sia eseguito *sempre* dopo il blocco protetto da **try...catch**, indipendentemente dal sollevamento di eccezioni, è possibile aggiungere al blocco la clausola **finally**.



Gestione delle Eccezioni

Gli handler - Esempio

```
try {
  ... codice...
} catch(e) {
  //le eccezioni generate da javascript sono oggetti la cui proprietà message
  //riporta il messaggio di errore associato
  alert("Eccezione sollevata: "+ e.message);
}

try {...codice... } catch (eccezione) {...gestione dell'eccezione...}
finally {
  ...codice eseguito in ogni caso prima che l'esecuzione continui oltre il
blocco try...catch...
}

try {
  ...codice...
  throw {"nome": "pippo", "valore": 1}; //solleviamo un oggetto qualsiasi
come eccezione
} catch (ex) {
  //l'oggetto ex che arriva al blocco catch è quello sollevato con la throw!
}
```


Oggetti Predefiniti





Oggetti Predefiniti Javascript

String

- › Gli oggetti **String** sono usati in Javascript per contenere stringhe di caratteri. Possono essere creati implicitamente, utilizzando una costante stringa, o esplicitamente tramite il costruttore:

`s = new String(valore)`

- › I principali metodi e proprietà della classe **String** sono i seguenti:

- **length**
restituisce la lunghezza della stringa.
- **charAt(posizione)**
restituisce il carattere (stringa di lunghezza uno) alla posizione data (base zero).
- **charCodeAt(posizione)**
come charAt, ma restituisce il codice ASCII del carattere.
- **indexOf(s,offset)**
restituisce la posizione della prima occorrenza (a partire da offset, se specificato) di s nella stringa. Restituisce -1 se s non è una sottostringa della stringa data (a partire dall'offset).
- **lastIndexOf(s,offset)**
come indexOf, ma restituisce la posizione dell'ultima occorrenza.
- **substr(os[,l])**
restituisce la sottostringa di lunghezza l (default, la massima possibile) che inizia os caratteri dall'inizio della stringa
- **substring(os,oe)**
restituisce la sottostringa che inizia os caratteri e termina a oe caratteri dall'inizio della stringa
- **toLowerCase()**
ritorna la stringa convertita in minuscolo
- **toUpperCase()**
ritorna la stringa convertita in maiuscolo

Interpolazione di Stringhe [ES6]

- › ES6 permette di costruire stringhe interpolandole, cioè inserendovi all'interno, i valori di variabili senza dover usare la concatenazione, (come succede, ad esempio, in PHP).
- › Per rendere possibile l'interpolazione, la stringa deve essere delimitata dallo speciale carattere ``` **(che non è l'apostrofo `)**

```
var persona = {nome:"Pippo"};  
var saluto="Ciao";  
`${saluto} ${persona.nome}!`; //Ciao Pippo!
```

- › E' anche possibile inserire espressioni nelle interpolazioni:

```
var prodotto = { quantita: 7, nome: "gelato", prezzounitario: 3 };  
`Hai ordinato ${prodotto.quantita} ${prodotto.nome}, per un totoale  
di ${prodotto.quantita * prodotto. prezzounitario} euro`;
```



Oggetti Predefiniti Javascript

RegExp e String

- › Javascript riconosce le espressioni regolari scritte nella sintassi Perl.
- › Per descrivere un'espressione regolare costante è sufficiente usare la sintassi */espressione/*.
 - (i) Espressioni regolari variabili possono essere create tramite il costruttore **RegExp**.
- › E' possibile usare le espressioni regolari in vari metodi della classe **String**:
 - **match(r)**
restituisce l'array con le sottostringhe che hanno fatto match con l'espressione regolare r.
 - **replace(r,s)**
sostituisce tutte le sottostringhe che fanno match con r con la stringa s.
 - **search(r)**
restituisce la posizione della prima sottostringa che fa match con r, o -1 se non ci sono match.
 - **split(r[,m])**
divide la stringa in una serie di segmenti definiti dai separatori specificati con l'espressione r e li restituisce come array. Se si indica una lunghezza massima m, allora l'ultimo elemento dell'array conterrà la rimanente parte della stringa.
- › (i) Per default, Javascript interrompe il processo di matching su una stringa appena trova un riscontro per l'espressione regolare. Per trovare tutti i riscontri possibili, usare il modificatore /g
- › (i) Per rendere l'espressione *case insensitive*, usare il modificatore /i



Oggetti Predefiniti Javascript

Array

- › Gli Array sono oggetti javascript predefiniti e possono contenere valori di qualsiasi tipo.
- › Per **creare** un array si possono usare le seguenti sintassi:
 - (costruttore con parametri multipli) `v = new Array(e1,e2,e3,...)`
 - (costruttore simbolico) `v = [e1,e2,e3,...]`
- › Per **accedere** a un elemento di un array si usa la sintassi comune `variabile_array[indice]`
- › E' possibile verificare se un indice è presente nell'array con l'espressione booleana `indice in variabile_array`.
- › I principali metodi e proprietà della classe **Array** sono i seguenti:
 - **length**
restituisce la dimensione dell'array
 - **concat(e1,e2,e3,...)**
aggiunge gli elementi dati alla fine dell'array.
 - **join(separatore)**
converte l'array in una stringa, concatenando la versione **String** di ciascun elemento ed usando il separatore dato (default “,”).
 - **reverse()**
inverte l'ordine dell'array. Attenzione: oltre a restituire l'array ordinato, questa funzione modifica l'array di origine. Se non volete modificarlo, potete crearne una copia su cui applicherete la reverse.
 - **slice(os[,l])**
restituisce il sotto array di lunghezza l (default, la massima possibile) che inizia all'indice os.
 - **sort([sortfun])**
ordina l'array. La funzione opzionale sortfun può essere usata per specificare un criterio di ordinamento non standard. Attenzione: oltre a restituire l'array ordinato, questa funzione modifica l'array di origine.



Oggetti Predefiniti Javascript

Array - Esempi

```
var a1 = new Array(10,20,30); //dichiarazione con costrutto new

var a2 = ["a","b","c"]; //dichiarazione implicita

for (i in a1) { a1[i]; } //itera nell'array (ma considera anche tutte le
altre eventuali proprietà/metodi)

for (i=0; i<a1.length; ++i) { a1[i]; } //itera tra gli elementi dell'array

if (4 in a1) { a1[4] = a1[4]+1; } //usa un elemento solo se presente

/*
Nota: per creare un array associativo, è sufficiente creare dinamicamente
delle proprietà (chiavi) in un oggetto Object vuoto
*/
```

Altri Metodi Array [ES5]



- › **forEach**(function (value, index, array) {...});
esegue un'operazione su ogni elemento
- › **map**(function (value, index, array) {return ...});
crea un nuovo array con lo stesso numero di elementi mappati tramite la funzione
- › **filter**(function (value, index, array) {return ...});
crea un nuovo array con i soli valori di origine per cui la return è true
- › **reduce**(function (aggval, value, index, array) {return ...} , init);
restituisce un valore ottenuto aggregando gli elementi dell'array tramite la funzione passata, che riceve anche il valore corrente dell'aggregato (aggval, che inizialmente vale init) e lo aggiorna, restituendolo, con l'elemento corrente
- › **every**(function (value, index, array) {return ...});
restituisce true se la funzione è true su tutti gli elementi dell'array
- › **some**(function (value, index, array) {return ...});
restituisce true se la funzione è true su almeno un elemento dell'array
- › **indexOf**(v,start) / **lastIndexOf**(v,start);
restituisce il primo/l'ultimo indice dell'elemento v nell'array, opzionalmente iniziando dalla posizione start
- › **find**(function (value, index, array) {return ...});
restituisce il primo elemento per cui la funzione vale true
- › **findIndex**(function (value, index, array) {return ...});
/restituisce l'indice del primo elemento per cui la funzione vale true



Oggetti Predefiniti Javascript

Date

- › L'oggetto **Date** permette di manipolare valori di tipo data e ora. Dispone di diversi costruttori:
 - **Date()** inizializza l'oggetto alla data/ora corrente.
 - **Date(y,m,d,hh,mm,ss)** inizializza l'oggetto alla data/ora *d/m/y hh:mm:ss*.
 - **Date(stringa)** tenta di riconoscere la *stringa* come una data e inizializza l'oggetto di conseguenza.
- › Gli oggetti Date possono essere confrontati tra loro con i normali operatori di confronto.
- › I metodi degli oggetti Date permettono di leggerne e scriverne tutti i membri:
 - Ad esempio, **getFullYear**, **getMonth**, **setYear**, **setMonth**, **getDay** (restituisce il *giorno della settimana*), **getDate** (restituisce il *giorno del mese*), **setDate** (imposta il giorno del mese: se il valore passato è maggiore del massimo consentito, la funzione gestisce automaticamente l'incremento del *mese/anno della data*)



Oggetti Predefiniti Javascript

Date - Esempi

```
//genera un saluto adeguato all'ora corrente e lo assegna alla variabile
saluto
var giorni = ["lun", "mar", "mer", "gio", "ven", "sab"];
var mesi =
["gen", "feb", "mar", "apr", "mag", "giu", "lug", "ago", "set", "ott", "nov", "dic"];
var oggi = new Date();

var data = giorni[oggi.getDay()] + " " + oggi.getDate() + " " +
mesi[oggi.getMonth()] + " " + oggi.getFullYear();

var saluto;
if (oggi.getHours() > 12) saluto = "Buona sera, oggi è il "+data;
else saluto = "Buongiorno, oggi è il "+data;

//calcola una la data di 70 giorni nel futuro
futuro = new Date();
futuro.setDate(domani.getDate()+70);
```

Set [ES6]



- › ES6 mette a disposizione due nuove **classi contenitore** (che si affinano ad Array) presenti nelle librerie di tutti i linguaggi object oriented: **Map** e **Set**.
- › Set rappresenta un insieme non ordinato di elementi (unici). Una volta creato un Set (**new Set()**) è possibile:
 - Aggiungere elementi col metodo **add()**
 - Rimuovere elementi col metodo **delete()**
 - Svuotare l'insieme col metodo **clear()**
 - Leggere la cardinalità dalla proprietà **size**
 - Verificare la presenza di un elemento col metodo **has()**
 - **Enumerare** gli elementi (Set è iterabile)

```
let s = new Set();  
s.add(4).add(1).add(2).add(3);  
s.delete(2);  
s.has(2) === false;  
s.size === 3  
for (let v of s) console.log(s);
```

Map [ES6]

- › ES6 mette a disposizione due nuove **classi contenitore** (che si affinano ad Array) presenti nelle librerie di tutti i linguaggi object oriented: **Map** e **Set**.
- › Map rappresenta un'associazione tra chiavi e valori. **Chiavi e valori possono essere di qualsiasi tipo (anche oggetti)**. Una volta creata una Map (**`new Map()`**) è possibile:
 - Creare nuove associazioni o aggiornare quelle esistenti col metodo **`set()`**
 - Leggere il valore associato a una chiave col metodo **`get()`**
 - Rimuovere un'associazione col metodo **`delete()`**
 - Svuotare la mappa col metodo **`clear()`**
 - Leggere la cardinalità dalla proprietà **`size`**
 - Verificare la presenza di una chiave col metodo **`has()`**
 - **Enumerare** le chiavi tramite l'iterabile restituito dal metodo **`keys()`**, i valori tramite quello restituito dal metodo **`values()`** e le coppie chiave-valore usando la mappa stessa come iterabile

```
var m = new Map();
m.set("a", 1).set(4, "four").set(o, 34); //o è un oggetto
m.has("a") === true;
m.delete("a");
m.get(4) === "four";
for(v of m) console.log(v);
for(v of m.keys()) console.log(v);
for(v of m.values()) console.log(v);
```

Promises



Promises [ES6]

- › Le promises ES6 **sostituiscono le funzioni callback** come sistema per restituire valori (o errori) in maniera asincrona. Una promise rappresenta il risultato di una computazione che terminerà in futuro.
- › In altre parole, una promise consente di utilizzare una funzione asincrona come se fosse sincrona in quanto tale funzione, pur lavorando in *asincrono*, ritornerà immediatamente (comportamento *sincrono*) un valore, che però non è quello realmente calcolato, bensì una *promise (un proxy)*, tramite la quale si potrà ottenere il valore finale una volta che l'elaborazione sarà terminata.
- › Il costruttore `Promise(executor)` viene invocato passando come parametro una funzione *executor* del tipo `(resolve, reject) => {...}` dove *resolve* e *reject* sono a loro volta funzioni.
- › Il codice di *executor* **rappresenta l'elaborazione (possibilmente asincrona) legata alla Promise.**
 - Se l'elaborazione termina con successo, dovrà chiamare la funzione *resolve* passandogli il valore calcolato, altrimenti potrà chiamare la funzione *reject* passando un valore di errore.
 - Attenzione: **il codice dell'executor non viene eseguito in asincrono a meno che non si usino funzionalità asincrone al suo interno.** In altre parole, **la Promise non crea thread paralleli.**

```
p = new Promise((resolve, reject) => {  
  //qualcosa di lungo e asincrono  
  resolve(10); //risultato 10  
  //oppure reject(messaggio);  
})
```



Promises

Handlers

- › Anche se è possibile creare Promise come appena visto, è più comune utilizzare le Promise restituite da alcune API asincrone di Javascript.
- › Il codice della Promise **viene avviato appena la Promise è creata**, anche se non ha ancora associati gli handler per la *resolve* e la *reject*. Questi ultimi **verranno chiamati appena impostati**, in base allo stato finale della Promise.
 - Nota: in molti casi l'esecuzione della promise il cui codice chiama *reject* genererà un'eccezione col valore passato alla *reject* stessa se non è presente un handler specifico associato a questo evento.
- › Gli handler, cioè le funzioni che corrispondono alla *resolve* e alla *reject*, possono venir specificati usando i metodi **then()**, **catch()** e **finally()** dell'oggetto Promise.
 - **then(f1,f2)** esegue *f1* se la Promise termina con successo o *f2* se termina con un errore. L'argomento della *resolve* dalla Promise verrà passato come parametro alla funzione *f1*. L'argomento della *reject* dalla Promise verrà passato come parametro alla funzione *f2*.
 - **then(f)** è equivalente a **then(f,null)**
 - **catch(f)** è equivalente a **then(null,f)**
 - **finally(f)** è equivalente a **then(f,f)**, ma in questo caso la funzione *f* **non** riceverà alcun valore (né quello passato alla *resolve* né quello passato alla *reject*)

```
p.then(m=>{console.log("Resolved: "+m)}); //solo resolve
```

```
p.then(  
  m=>{console.log("Resolved: "+m)},  
  m=>{console.log("Rejected: "+m)}); //resolve e reject
```

```
p.finally(  
  ()=>{console.log("done")}); //solo finally
```



Promises

Esempi

```
function doMyWorkAsync(x) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    //usiamo setTimeout per simulare un'esecuzione
    //che termina dopo un certo lasso di tempo
    setTimeout(function(){
      //al termine del codice (asincrono) della promise,
      //se tutto è andato bene, chiamiamo la funzione-parametro resolve
      //e le passiamo il risultato della computazione
      resolve(x+1);
      //in caso di fallimento, facciamo lo stesso con la funzione reject
    }, 250);
  });
}

//appena si crea una promise, il codice del suo executor viene avviato
v_proxy = doMyWorkAsync(1);
//tuttavia, le chiamate a resolve e reject vengono poste in attesa
//finchè non si specifica quali debbano essere gli handler relativi

//col metodo then della promise, specifichiamo cosa fare col valore
//di ritorno, quando sarà disponibile
v_proxy.then((v) => {
  console.log("Valore restituito: " + v);
});
```

Promises

Concatenazione

- › E' spesso utile *concatenare* delle operazioni asincrone, cioè avviare un'operazione asincrona quando la precedente termina, passandole come argomento il risultato di quest'ultima.
- › Con le promises questo è possibile grazie al fatto che i metodi *then* e *catch* ritornano una nuova promise, la quale rappresenta il completamento dell'esecuzione dei rispettivi handler.
- › Nel corpo di un handler usato in una catena, la *return* corrisponderà a una chiamata a *resolve* col rispettivo valore, mentre un'eccezione (*throw*) verrà trasformata in una chiamata a *reject*.
- › In questo modo, è possibile chiamare una serie di *then* concatenati, specificando in ciascuno cosa fare quando l'operazione precedente termina.



Promises

Concatenazione - Esempi

```
function doMyWorkAsync(x) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    setTimeout(function() {
      if (x >= 0) resolve(x+1);
      else reject("x negativo")
    }, 250);
  });
}

doMyWorkAsync(1)
  .then(
    function(y) {
      //la computazione dell'handler potrebbe, a sua volta, richiedere del tempo
      return y+1;
    }
  ).then( //questo handler viene eseguito quando il precedente ritorna
    function(z) {
      console.log(z);
    }
  ).catch(
    function(e) {
      //questo handler viene eseguito quando nella catena
      //viene sollevata un'eccezione o viene chiamato reject
      console.log("Errore: "+e);
    }
  ).finally(
    function() {
      console.log("Finito");
    }
  )
}
```

Async Functions

Creazione di Promises implicite

- › Le funzioni asincrone, dichiarate tramite il costrutto **async function**, sono un metodo per *gestire la creazione delle Promise e/o il codice dipendente dal soddisfacimento di una o più Promise in maniera più lineare e semplice.*
- › Una funzione async, quando chiamata, **restituisce una Promise relativa al suo risultato** (indipendentemente dal suo effettivo valore di ritorno).
- › Una **return nella funzione async corrisponde a una chiamata alla funzione resolve** della promise con tale valore come argomento.
- › **Qualsiasi eccezione sollevata nella funzione async corrisponde a una chiamata alla funzione reject** della promise con l'eccezione come argomento.
- › Il corpo della funzione costituisce a tutti gli effetti il corpo della Promise.
- › I due blocchi di codice che seguono, quindi, sono equivalenti:

```
function pf1(x) {  
    return new Promise((resolve, reject) => {  
        if (x >= 0) resolve(x);  
        else reject("x negativo");  
    });  
}  
pf1(1).then((v) => { console.log(v) }, (e) => { console.log("Errore: " + e) });  
  
async function pf2(x) {  
    if (x >= 0) return x; //resolve  
    else throw "x negativo"; //reject  
}  
pf2(1).then((v) => { console.log(v) }, (e) => { console.log("Errore: " + e) });
```

Async Functions

await e gli handlers impliciti

- › All'interno di una *async function* è inoltre possibile **sincronizzarsi** in maniera semplificata con altre Promise, senza utilizzare i costrutti *then* e *catch*, ma lavorando in maniera sincrona col costrutto **await**.
- › Con la sintassi **`v = await p`**, dove *p* è una Promise
 - Il codice della funzione viene **bloccato** in attesa che *p* sia conclusa
 - Il valore passato alla *resolve* di *p* verrà **assegnato alla variabile v**
 - Il valore passato alla *reject* di *p* diventerà **un'eccezione** sollevata dalla *await*
- › A tutti gli effetti *await* «scarica» l'asincronia della Promise nidificata (*p* nell'esempio) su quella della funzione *async* che la contiene, rendendo in un certo senso sincrona la Promise su cui viene eseguita.
- › Per questo motivo **await si può usare solo un funzioni async**: pur rimanendo bloccata sulla *await*, la funzione *async* non è in effetti bloccante per lo script, in quanto per sua natura ritorna automaticamente essa stessa una Promise.



Async Functions

Esempio

```
function pf1(y) {
  return new Promise((res, rej) => {
    if (y >= 0) res(y+2);
    else rej("y negativo");
  });
}

async function pf2(x, y) {
  if (x >= 0) {
    let z = await pf1(y);
    return x+z;
  }
  else throw "x negativo";
}

pf2(1).then(
  (v) => { console.log(v) },
  (e) => { console.log("Errore: " + e) });
```

- › La funzione `pf1(y)` ritorna una Promise.
- › La funzione asincrona **`pf2(x,y)`** **attende che la Promise di `pf1(y)` sia risolta** e poi restituisce la somma `x+y`.
- › La Promise restituita da `pf2(x,y)`
 - **Chiamerà la reject** (secondo parametro del *then*) nel caso in cui `pf2` sollevi un'eccezione, esplicitamente (*throw*) o per la chiamata a *reject* della `pf1` su cui `pf2` esegue un *await*.
 - **Chiamerà la resolve** (primo parametro del *then*) se `pf2`, dopo che `pf1` ha chiamato la sua *resolve*, ritorna normalmente il proprio valore con una *return*.

Javascript nei Browser





Script nella pagine HTML

Incorporamento

- › Per incorporare uno script in una pagina HTML, si utilizza il tag `<script>` con attributo `type` impostato al valore `"text/javascript"`.
 - (!) Per compatibilità con i browser più vecchi, il codice all'interno del tag script viene a volte posto tra tag di commento HTML: `<!-- e -->`.
- › E' anche possibile caricare script esterni, lasciando il tag `<script>` vuoto e specificando la URI dello script tramite l'attributo `src`.
 - (!) Per compatibilità con alcuni browser, non scrivere mai il tag script vuoto nella forma abbreviata, ma inserire sempre al suo interno del testo, ad esempio `"/* */"`.
- › Poiché gli script contengono caratteri riservati di XML, andrebbero sempre racchiusi in **sezioni CDATA**.
 - (!) Per compatibilità con alcuni browser, è necessario commentare (con `//`) le linee contenenti l'apertura e la chiusura della sezione CDATA.
- › Si possono inserire e importare più script diversi all'interno dello stesso documento.
- › Esistono inoltre alcuni attributi HTML in cui si può incorporare del codice:
 - Gli attributi per la gestione degli eventi, come `onclick`, possono contenere frammenti di codice (ma non dichiarazioni), da eseguire al verificarsi dell'evento.
 - L'attributo `href` del tag `<a>` può fare riferimento a una funzione javascript con la sintassi: `"javascript:nomefunzione(argomenti)"`. In questo caso, il click del link eseguirà la chiamata alla funzione.



Script nella pagine HTML

Esecuzione

- › Il tag `<script>` può apparire sia nella `<head>`, dove viene normalmente posto per la maggior parte degli script, sia in qualunque punto del `<body>`.
- › Tutte le funzioni e le variabili dichiarate negli script diventano disponibili (quindi possono essere usate e chiamate) non appena il parser analizza il punto della pagina in cui sono dichiarate.
- › Se uno script contiene codice immediato, cioè scritto al di fuori di funzioni, questo viene eseguito non appena il parser analizza il punto della pagina in cui il codice compare.
 - (i) In questo modo, ad esempio, si può fare in modo che uno script venga valutato solo dopo che l'elemento HTML a cui si riferisce è stato caricato.
- › Gli script possono utilizzare liberamente funzioni e variabili dichiarate in altri script inseriti nella stessa pagina.



Script nella pagine HTML

Esempi

```
<script type="text/javascript">  
//<br/>    var s = "pluto";<br/>//]]&gt;<br/>&lt;/script&gt;</pre></div><div data-bbox="55 408 610 500" data-label="Text"><pre>&lt;script type="text/javascript" src="script.js"&gt;<br/>/* */<br/>&lt;/script&gt;</pre></div>
```




Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

L'oggetto window

- › Quando Javascript è usato all'interno del browser, sono disponibili alcuni oggetti particolari, relativi al browser stesso e alla pagina visualizzata.
- › L'oggetto **window** è il punto di accesso a tutti gli oggetti esposti dal browser. Si tratta *dell'oggetto predefinito* per lo scripting, il che significa che tutte le sue proprietà e i suoi metodi sono accessibili a livello globale, senza bisogno di specificare esplicitamente l'oggetto window.
- › L'interfaccia di window contiene alcune funzionalità molto utili, tra cui
 - Il metodo **alert**(*messaggio*), mostra il *messaggio* dato in un dialog box (con il solo bottone OK).
 - Il metodo **confirm**(*messaggio*), mostra il *messaggio* dato in un dialog box con i bottoni OK e Cancel. La funzione ritorna true se l'utente preme OK, false altrimenti.
 - Il metodo **prompt**(*messaggio,default*) mostra il *messaggio* dato in un dialog box, insieme a un campo di input con valore iniziale *default*. Se l'utente preme OK, il contenuto del campo (anche vuoto) di input viene restituito dalla funzione. Altrimenti la funzione restituisce null.
 - I metodi **setTimeout** e **setInterval** permettono di impostare un timer (si veda dopo)
 - La proprietà **document** permette di accedere al documento HTML visualizzato.
 - Altre proprietà, come ad esempio **statusbar**, sono supportate in maniera diversa dai browser.



Oggetti Predefiniti Javascript

L'oggetto window - Esempi

```
//esegue un'azione solo se l'utente clicca OK
if (window.confirm("Sei sicuro di voler lasciare questa pagina?")) {...}

//chiede all'utente di inserire un dato e lo avverte se non è stato
specificato nulla
var citta = window.prompt("Luogo di Nascita","L'Aquila");
if (!citta) window.alert("Non hai specificato il luogo di nascita!");
```



Funzioni Javascript Utili

I timer

- › Javascript, tramite l'oggetto **window**, permette di eseguire **azioni temporizzate**. A questo scopo si usano i seguenti metodi.
 - **setTimeout(stringa_o_funzione,millisecondi,arg1,...,argN)**. La chiamata a questa funzione fa sì che, dopo il numero specificato di *millisecondi*, Javascript esegua il codice dato dal primo argomento, che può essere una *stringa* contenente del codice da valutare o il nome di una *funzione* da chiamare. In quest'ultimo caso, è possibile specificare *opzionalmente* una serie di argomenti (*arg1...argN*) da passare alla funzione. **L'azione viene quindi eseguita una sola volta.**
 - **setInterval(stringa_o_funzione,millisecondi,arg1,...,argN)**. La chiamata a questa funzione fa sì che, ogni *millisecondi*, Javascript esegua il codice dato dal primo argomento, che può essere una *stringa* contenente del codice da valutare o il nome di una *funzione* da chiamare. In quest'ultimo caso, è possibile specificare *opzionalmente* una serie di argomenti (*arg1...argN*) da passare alla funzione. **L'azione viene quindi eseguita periodicamente.**
- › Entrambe le funzioni possono essere chiamate più volte, e restituiscono un *timer id* (numerico), tramite il quale è possibile annullare la temporizzazione usando le rispettive funzioni:
 - **clearTimeout(id)** per le temporizzazioni avviate con **setTimeout()**
 - **clearInterval(id)** per le temporizzazioni avviate con **setInterval()**



Funzioni Javascript Utili

I timer - Esempi

```
function saluta(nome) {  
    alert("Ciao "+nome);  
}  
  
//Richiede il nome e saluta dopo cinque secondi  
var nome = prompt("Come ti chiami?");  
if (nome) setTimeout(saluta,5000,nome);  
  
//avverte dell'ora corrente ogni minuto  
setInterval("d=new Date(); alert('Ora sono le  
' +d.getHours()+':'+d.getMinutes())",60000);
```



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

L'oggetto document

- › L'oggetto **document**, accessibile tramite la proprietà omonima di **window**, rappresenta il documento visibile nel browser.
- › La maggior parte dei metodi e delle proprietà offerti dall'oggetto document provengono dall'interfaccia **Document**, che verrà trattata nell'ambito del *Document Object Model*. Esistono tuttavia alcune proprietà utili proprie del solo oggetto document, ad esempio
 - La proprietà **location** contiene la URL di provenienza del documento corrente.
 - La proprietà **lastModified** contiene la data dell'ultimo aggiornamento del documento.
 - Il metodo **open()** apre uno stream per la successiva scrittura di testo nel documento tramite **write()** e **writeln()**. All'apertura dello stream il contenuto corrente del documento viene cancellato.
 - Il metodo **write(testo)** e **writeln(testo)** accodano *testo* (o *testo* seguito da un ritorno a capo) al documento corrente. Se non è stata chiamata la **open()**, ne viene generata una implicita. (!) *Questi metodi non si possono usare in XHTML.*
 - Il metodo **close()** chiude lo stream di scrittura aperto con **open()** e forza la visualizzazione di quanto scritto nel documento con **write()** e **writeln()**. Ogni successiva operazione di scrittura genererà una nuova **open()** implicita.
- › (i) L'oggetto document fornisce anche un sistema “proprietario” di Javascript per l'accesso alla struttura del documento visualizzato. Nei browser moderni, con supporto al W3C DOM, l'uso di questo sistema è tuttavia fortemente sconsigliato.



Oggetti Predefiniti Javascript

L'oggetto document - Esempi

```
//crea un documento contenente una semplice tabella
var i,j;
document.open();
document.write("<table border='1'>");
for(i=0;i<10;++i) {
    document.write("<tr>");
    for(j=0;j<10;++j) {
        document.write("<td>" + i + ", " + j + "</td>");
    }
    document.write("</tr>");
}
document.write("</table>");
document.close();
```



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest

- › L'oggetto **XMLHttpRequest**, originariamente introdotto da Internet Explorer, è ora supportato da tutti i browser più diffusi.
- › Il suo scopo è quello di *permettere al codice Javascript l'esecuzione di richieste HTTP verso il server* (proprio come farebbe il browser) e la gestione dei dati risultanti.
- › Questo oggetto è alla base delle tecniche **AJAX**, con cui gli script che controllano una pagina web possono dialogare col server senza la necessità di “cambiare pagina”.
- › (!) Per motivi di sicurezza, l'oggetto XMLHttpRequest può effettuare connessioni *solo con l'host a cui appartiene la pagina* in cui ha sede lo script!



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest: istanziazione

- › *L'interfaccia di XMLHttpRequest* è standard, ma esistono sistemi browser-dipendenti per accedere a questo oggetto.
- › Se nel browser è definito il costruttore omonimo (*typeof XMLHttpRequest != "undefined"*), è sufficiente eseguire una new:

```
var xhr = new XMLHttpRequest();
```
- › Ad esempio, in Internet Explorer, si usava il costruttore ActiveXObject (*typeof ActiveXObject != "undefined"*) passandogli la stringa di identificazione dell'oggetto, che può essere "MSXML2.XmlHttp.6.0" (preferita) o "MSXML2.XmlHttp.3.0" (vecchie versioni del browser):

```
var xhr = new ActiveXObject("MSXML2.XmlHttp.3.0");
```




Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest: istanziazione - Esempio

```
function createRequest() {  
    var ACTIVEXIDS=["MSXML2.XmlHttp.6.0","MSXML2.XmlHttp.3.0"];  
    if (typeof XMLHttpRequest != "undefined") {  
        return new XMLHttpRequest();  
    } else if (typeof ActiveXObject != "undefined") {  
        for (var i=0; i < ACTIVEXIDS.length; i++) {  
            try {  
                return new ActiveXObject(ACTIVEXIDS[i]);  
            } catch (oError) {  
                //l'oggetto richiesto non esiste: proviamo il successivo  
            }  
            alert("Impossibile creare una XMLHttpRequest");  
        }  
    } else {  
        alert("Impossibile creare una XMLHttpRequest");  
    }  
}
```



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest: uso

- › Il *pattern d'uso di XMLHttpRequest* è duplice, a seconda che si scelga la modalità di chiamata sincrona o asincrona:
- › **Modalità sincrona:** la richiesta al server blocca lo script (e la pagina associata) finché non viene ricevuta la risposta.
- › **Modalità asincrona:** la richiesta viene inviata, e lo script continua la sua esecuzione, venendo poi avvisato dell'arrivo della risposta tramite un *evento*.



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest: uso sincrono

- › Si prepara la richiesta usando il metodo ***open***, a cui si passano il verbo HTTP e la url da chiamare. Il terzo parametro deve essere ***false*** per avviare una richiesta sincrona:

```
xhr.open("GET","http://pippo",false);
```
- › Si invia la richiesta con il metodo ***send***, che risulta bloccante:

```
xhr.send(null);
```
- › Si controlla se la richiesta ha restituito un errore HTTP tramite la proprietà ***status***, ad esempio

```
if (xhr.status ==200) {...}
```
- › Si accede ai dati restituiti dal server (se necessario) tramite la proprietà ***responseText***



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest: uso sincrono - Esempio

```
var req = createRequest();

req.open("GET", requrl, false);

req.send(null);

if (req.status==200) {
    alert(req.responseText);
} else {
    alert("errore");
}
```



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest: uso asincrono

- › Si prepara la richiesta usando il metodo **open**, a cui si passano il verbo HTTP e la url da chiamare. Il terzo parametro deve essere *true* per avviare una richiesta sincrona:

```
xhr.open("GET","http://pippo",true);
```
- › Si impostano uno o più dei seguenti *handler* (altri sono disponibili, ma non li utilizzeremo in questa sede):
 - l'*handler* da chiamare per monitorare lo svolgimento della richiesta: proprietà **onreadystatechange**
 - l'*handler* da chiamare quando la richiesta è stata servita (indipendentemente dallo stato risultante): proprietà **onload**
 - l'*handler* da chiamare se la richiesta non può essere servita (tipicamente per un errore di rete): proprietà **onerror**

```
xhr.onreadystatechange / xhr.onload / xhr.onerror = function() {...};
```
- › Si invia la richiesta con il metodo **send** (la chiamata ritorna immediatamente il controllo allo script):

```
xhr.send(null);
```
- › All'interno degli handler dichiarati
 - Quando la richiesta è stata servita (handler *onload*), si può controllare se ha restituito un errore HTTP tramite la proprietà **status** e poi accedere ai dati restituiti dal server tramite la proprietà **responseText**, come già illustrato.
 - Nel caso dell'handler *onreadystatechange*, si può verificare se la richiesta è stata servita (proprietà **readyState** uguale a 4) e in caso affermativo procedere come sopra.
 - In caso di errore (handler *onerror*), i valori delle proprietà sopracitate non saranno disponibili.
- › In ogni momento, è possibile invocare il metodo **abort** per interrompere la richiesta HTTP in corso.



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest: uso asincrono – Esempio

```
var req = createRequest();

req.open("GET",requrl,true);

req.onreadystatechange = function () {
    if (req.readyState==4) {
        if (req.status==200) {
            alert(req.responseText);
        } else {
            alert("stato del server: "+req.status);
        }
    }
};

//alternativamente...
req.onload = function () {
    if (req.status==200) {
        alert(req.responseText);
    } else {
        alert("stato del server: "+req.status);
    }
};

req.onerror = function () {
    alert("Errore di Rete");
};

req.send(null);
```



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest: uso asincrono – Esempio con promise

```
let p = new Promise((success, failure) => {
  let req = createRequest();
  req.open("GET", requrl, true);
  req.onload = function() {
    if (req.status==200) {
      success(req.responseText);
    } else {
      failure("stato del server: "+req.status);
    }
  };
  req.onerror = function() {
    failure("Errore di Rete");
  };
  req.send();
});

p.then(
  function(t){alert(t);}
  function(e){alert("Problema: "+e);}
);
```



Oggetti Predefiniti Javascript per i Browser

XMLHttpRequest e JSON

- › Spesso, quando si scambiano dati con uno script tramite la XMLHttpRequest, accade che il server debba passare a Javascript *strutture dati complesse*, e non semplice testo o HTML.
- › In questi casi, è utile usare la notazione **JSON**: in pratica, le strutture dati vengono trascritte testualmente usando la notazione “breve” Javascript per la definizione di oggetti ed array.
 - Ad esempio, la stringa che segue definisce (e in Javascript crea) un array contenente due record aventi come campi “id” e “nome”: `[{"id":1, "nome":"pippo"}, {"id":2, "nome":"pluto"}]`
- › Una volta ricevuti questi dati in forma testuale, è possibile trasformarli in vere strutture dati all'interno dello script con una istruzione del tipo:

```
dati = new Function("return "+xhr.responseText)();
```


Fetch API



- › Le API Fetch costituiscono una generica interfaccia per il recupero di risorse, anche attraverso al rete, e in questo modo sostituiscono e migliorano anche l'oggetto *XMLHttpRequest*, rendendo inutile l'uso di librerie come JQuery per effettuare chiamate AJAX complesse.
- › Il metodo ***fetch*** è implementato dall'oggetto *window* e richiede come argomento obbligatorio il percorso della risorsa che si vuole recuperare
 - opzionalmente, è possibile passare anche un oggetto con opzioni avanzate, quali *method*, *mode* (no-cors, cors, same-origin), *cache* (default, no-cache, reload, force-cache, only-if-cached), *headers*, *redirect* (manual, follow, error), *referrerPolicy* (no-referrer, no-referrer-when-downgrade, origin, origin-when-cross-origin, same-origin, strict-origin, strict-origin-when-cross-origin, unsafe-url) e *body*.
 - fetch restituisce una *Promise* che diventa la risposta (oggetto *Response*) alla richiesta.
- › Sono disponibili metodi per gestire il contenuto della *Response* generata dalla ***fetch***, come ***text*** o ***json***. Questi metodi restituiscono una ulteriore *Promise* che si risolve poi nel testo o nella struttura json contenuti nella *Response*.
- › Per approfondimenti si veda https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Fetch_API/Using_Fetch



Fetch API

Esempio

```
fetch(requurl, {
  method: 'GET',
  mode: 'no-cors' //è possibile disabilitare i CORS se necessario!
  headers: {
    "Accept": "application/json"
  }
})
.then(response => {
  if (!response.ok) { //controlla che response.status sia 2xx
    throw new Error('Errore'); //errore generico
  }
  return response.text(); //promise per il testo della response
}).then(responseText => alert(responseText))
.catch(error => {
  //gestisce gli errori di rete e quelli generati negli handler
  alert(error);
});
```

Moduli



Moduli: esportazione [ES6]

- › Ogni file javascript può rappresentare un modulo.
- › E' possibile **esportare esplicitamente** valori da moduli usando la parola chiave **export**.
 - L'export può fare riferimento a **valori già dichiarati altrove**, ed esportare più valori in una singola istruzione:
export {f1, val3, f2}; //f1, f2 e val3 devono essere state definite

- › E' possibile **rinominare i valori esportati** in fase di esportazione:

```
export {f1, val3 as v3, f2};
```

- › Oppure si possono esportare i **valori di variabili o funzioni dichiarate nella stessa istruzione**:

```
//file: "path/modulo1.js"  
export function inc (x) { return x + 1 };  
export var zero = 0;
```

- › E' possibile definire anche un singolo **export di default** per ciascun modulo (la cui importazione sarà eseguita in modo differente, come vedremo):

```
export {f1 as default, f2, val3}  
export default function f() {...}
```

- › E' infine possibile **esportare da un modulo dei valori importati "al volo" da un modulo secondario**:

```
//file: "path/modulo2.js"  
export * from "path/modulo1.js";  
export {inc} from "path/modulo1.js";  
export {inc as add1} from "path/modulo1.js";
```

Moduli: importazione [ES6]

- › **Tutti i valori esportati** da un modulo possono essere importati da un altro usando l'espressione **"import *"** ed assegnando loro un *namespace* (o meglio un oggetto che li conterrà):

```
// file: "main.js"
import * as m1 from "path/modulo1.js";
m1.inc(m1.zero);
```

- › E' possibile **importare solo alcuni valori** esportati da un modulo, usando una sintassi simile a quella del *destructuring assgnment*:

```
// file: "main.js"
import {inc} from "path/modulo1.js";
inc(1);
```

- › È infine possibile **rinominare un valore durante l'importazione**:

```
import {inc as add1, zero as base} from "path/modulo1.js";
add1(base);
```

- › Se un modulo ha un **export di default**, lo si può importare direttamente con un nome locale scrivendo:

```
import v from "path/modulo1.js";
//in questo caso v sarà l'alias del valore di default esportato in
modulo1.js
```

- › È possibile **importare il default assieme a degli elementi espliciti**:

```
import v, * as m1 from "path/modulo1.js";
import v, { inc as add1 } from "path/modulo1.js";
```

Moduli nelle pagine HTML [ES6]

- › Sebbene i moduli siano utili per realizzare programmi complessi in Javascript fuori dal browser (ad esempio per node.js), anche le pagine web possono trarre benefici dall'organizzazione del codice in moduli. Bisogna però tenere presente che i moduli non funzionano come i classici script:
 - I moduli sono per default in modo **strict**
 - I moduli hanno un loro **scope**. Quindi se si definisce una variabile globale in un modulo, questa non sarà visibile agli altri moduli/script
 - Le parole chiave **import** ed **export** sono disponibili solo nei moduli
- › E' quindi necessario far sapere al browser che si vuole usare un blocco di Javascript come modulo, e non come normale script, per poter abilitare queste funzionalità, usando lo speciale tipo «**module**»:

```
<script type="module" src="main.js"></script>
```

- › Per prevedere una soluzione di **fallback** per i browser più vecchi, si può anche inserire uno script compatibile, che non fa uso dei moduli, con l'attributo **nomodule**. I browser che sanno manipolare i moduli lo ignoreranno:

```
<script nomodule src="fallback.js"></script>
```

- › Ovviamente bisogna importare nella pagina web solo i **moduli di livello top**, cioè quelli che poi importeranno gli altri moduli: lo scaricamento dei moduli importati viene effettuato automaticamente tramite gli import
 - Il **codice immediato** presente in qualsiasi modulo (top o importato) verrà eseguito dal browser al momento dello scaricamento del file corrispondente.
 - Un modulo **non verrà mai scaricato più di una volta**, anche se importato in vari punti.
 - Nell'indicare il path di un modulo all'interno degli import, si dovrà fornire una URL assoluta o relativa che permetta al browser di scaricarlo. Attenzione: **molte browser non supportano path relativi come «lib.js»** (il file da scaricare è nella stessa directory della risorsa che lo sta importando): è necessario invece scrivere «./lib.js»