Datos y tipos de datos

Dato

Representación formal de hechos, conceptos o instrucciones adecuada para su comunicación, interpretación y procesamiento por seres humanos o medios automáticos.

Tipo de dato

Especificación de un dominio (rango de valores) y de un conjunto válido de operaciones a los que normalmente los traductores asocian un esquema de representación interna propio.

Clasificación de los tipos de datos

En función de quién los define:

- Tipos de datos estándar
- Tipos de datos definidos por el usuario

En función de su representación interna:

- Tipos de datos escalares o simples
- Tipos de datos estructurados

Codificación de los datos en el ordenador

En el interior del ordenador, los datos se representan en binario.

El sistema binario sólo emplea dos símbolos: 0 y 1

- Un bit nos permite representar 2 símbolos diferentes: 0 y 1
- Dos bits nos permiten codificar 4 símbolos: 00, 01, 10 y 11
- Tres bits nos permiten codificar 8 símbolos distintos: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 y 111

En general,

con N bits podemos codificar $\mathbf{2^N}$ valores diferentes

N	2^N
1	**2**
2	**4**
3	**8**
4	**16**
5	**32**
6	**64**
7	**128**
8	**256**
9	**512**
10	**1024**
11	**2048**
12	**4096**
13	**8192**
14	**16384**
15	**32768**
16	**65536**

Si queremos representar X valores diferentes, necesitaremos N bits, donde N es el menor entero mayor o igual que $\mathbf{\log_2 X}$

Representación posicional

Un número se representa mediante un conjunto de cifras, cuyo valor depende de la cifra en sí y de la posición que ocupa en el número

NÚMEROS ENTEROS

Ejemplo: Si utilizamos 32 bits para representar números enteros, disponemos de 2^{32} combinaciones diferentes de 0s y 1s:

4 294 967 296 valores.

Como tenemos que representar números negativos y el cero, el ordenador será capaz de representar

del –2 147 483 648 al +2 147 483 647.

Con 32 bits no podremos representar números más grandes.

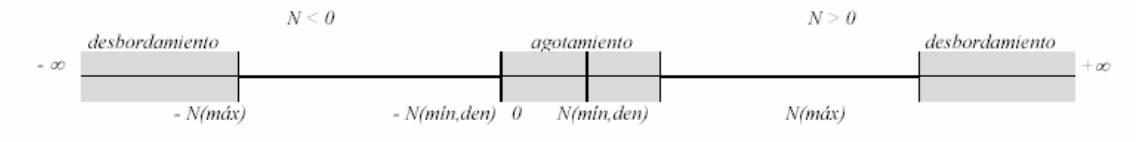
¡¡¡ 2 147 483 647 + 1 = –2 147 483 648 !!!

NÚMEROS REALES (en notación científica)

(+|–) mantisa x $2^{\text{exponente}}$

× El ordenador sólo puede representar un subconjunto de los números reales (números en coma flotante)

× Las operaciones aritméticas con números en coma flotante están sujetas a errores de redondeo.



Estándar IEEE 754

- Precisión sencilla
  (bit de signo + 8 bits exponente + 23 bits mantisa)
- Precisión doble
  (bit de signo + 11 bits exponente + 52 bits mantisa)

Representación de textos

Se escoge un conjunto de caracteres: alfabéticos, numéricos, especiales (separadores y signos de puntuación), gráficos y de control (por ejemplo, retorno de carro).

Se codifica ese conjunto de caracteres utilizando n bits.
Por tanto, se pueden representar hasta **2^n símbolos** distintos.

Ejemplos de códigos normalizados

ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

- ANSI X3.4-1968, 7 bits (128 símbolos)
- ISO 8859-1 = Latin-1, 8 bits (256 símbolos)

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
00	0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
10	16	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
20	32	SP	!	"	#	$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
30	48	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
40	64	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50	80	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
60	96	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	L	m	n	o
70	112	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	|	}	~	DEL
80	128																
90	144																
A0	160		¡	¢	£	¤	¥	¦	§	¨	©	ª	«	¬	-	®	¯
B0	176	°	±	²	³	´	µ	¶	·	¸	¹	º	»	¼	½	¾	¿
C0	192	À	Á	Â	Ã	Ä	Å	Æ	Ç	È	É	Ê	Ë	Ì	Í	Î	Ï
D0	208	Ð	Ñ	Ò	Ó	Ô	Õ	Ö	×	Ø	Ù	Ú	Û	Ü	Ý	Þ	ß
E0	224	à	á	â	ã	ä	å	æ	ç	è	é	ê	ë	ì	í	î	ï
F0	240	ð	ñ	ò	ó	ô	õ	ö	÷	ø	ù	ú	û	Ü	ý	þ	ÿ

UNICODE, ISO/IEC 10646, 16 bits (65536 símbolos)

Zona	*Códigos*		*Símbolos codificados*	*Nº de caracteres*
A	0000	0000 00FF	Latín-1	256
			otros alfabetos	7.936
		2000	Símbolos generales y caracteres fonéticos chinos, japoneses y coreanos	8.192
I	4000		Ideogramas	24.576
O	A000		Pendiente de asignación	16.384
R	E000 FFFF		Caracteres locales y propios de los usuarios. Compatibilidad con otros códigos	8.192

Tipos de datos primitivos en Java

El lenguaje Java define 8 tipos de datos primitivos:

```
byte     short    int      long
float    double   char     boolean
```

Datos de tipo numérico	
- Números enteros	`byte, short, int, long`
- Números en coma flotante	`float, double`
Datos de tipo carácter	`char`
Datos de tipo booleano	`boolean`

Números enteros
`byte, short, int, long`
4 tipos básicos para representar números enteros (con signo):

Tipo de dato	Espacio en memoria	Valor mínimo	Valor Máximo
`byte`	8 bits	-128	127
`short`	16 bits	-32768	32767
`int`	32 bits	-2147483648	2147483647
`long`	64 bits	-9223372036854775808	9223372036854775807

Literales enteros

Los literales enteros pueden expresarse:

- En decimal (base 10): `255`
- En octal (base 8): `0377` ($3 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 7 = 255$)
- En hexadecimal (base 16): `0xff` ($15 * 16^1 + 15 = 255$)

Los literales enteros son de tipo `int` por defecto (entre -2^{31} y $2^{31}-1$).

Un literal entero es de tipo `long` si va acompañado del sufijo `l` o `L`:

`1234567890L` es de tipo `long`

NOTA: Se prefiere el uso de `L` porque `l` (L minúscula) puede confundirse con `1` (uno).

Definición
Literal: Especificación de un valor concreto de un tipo de dato.

Operaciones con números enteros

Desbordamiento

Si sobrepasamos el valor máximo que se puede representar con un tipo de dato entero, nadie nos avisa de ello: en la ejecución de nuestro programa obtendremos un resultado incorrecto.

Tipo	Operación	Resultado
`byte`	127 + 1	-128
`short`	32767 + 1	-32768
`int`	2147483647 + 1	-2147483648

Para obtener el resultado correcto, hemos de tener en cuenta el rango de valores de cada tipo de dato, de tal forma que los resultados intermedios de un cálculo siempre puedan representarse correctamente:

Tipo	Operación	Resultado
`int`	1000000 * 1000000	-727379968
`long`	1000000 * 1000000	1000000000000

División por cero

Si dividimos un número entero por cero,
se produce un error en tiempo de ejecución:

```
Exception in thread "main"
java.lang.ArithmeticException: / by zero
at …
```

La ejecución del programa termina de forma brusca al intentar hacer la división por cero.

Números en coma flotante
`float, double`
Según el estándar IEEE 754-1985

Tipo de dato	Espacio en memoria	Mínimo (valor absoluto)	Máximo (valor absoluto)	Dígitos significativos
`float`	32 bits	1.4×10^{-45}	3.4×10^{38}	6
`double`	64 bits	4.9×10^{-324}	1.8×10^{308}	15

Literales reales

- Cadenas de dígitos con un punto decimal
  ```
  123.45   0.0      .001
  ```
- En notación científica (mantisa·$10^{\text{exponente}}$)
  ```
  123e45   123E+45  1E-6
  ```

Por defecto, los literales reales representan valores de tipo `double`

Para representar un valor de tipo `float`, hemos de usar el sufijo `f` o `F`:
```
123.45F  0.0f     .001f
```

Operaciones con números en coma flotante

Las operaciones aritméticas en coma flotante no generan excepciones, aunque se realicen operaciones ilegales:

- Cuando el resultado de una operación está fuera de rango, se obtiene `+Infinity` o `–Infinity` (“infinito”).
- Cuando el resultado de una operación está indeterminado, se obtiene `NaN` (“Not a Number”)

Operación	Resultado
1.0 / 0.0	`Infinity`
-1.0 / 0.0	`-Infinity`
0.0 / 0.0	`NaN`

Operadores aritméticos

Java incluye cinco operadores para realizar operaciones aritméticas:

Operador	Operación
`+`	Suma
`-`	Resta o cambio de signo
`*`	Multiplicación
`/`	División
`%`	Módulo (resto de la división)

- Si los operandos son enteros, se realizan operaciones enteras.
- En cuanto uno de los operandos es de tipo `float` o `double`, la operación se realiza en coma flotante.
- No existe un operador de exponenciación: para calcular x^a hay que utilizar la función `Math.pow(x,a)`

División (/)

Operación	Tipo	Resultado
7 / 3	`int`	`2`
7 / 3.0f	`float`	`2.333333333f`
5.0 / 2	`double`	`2.5`
7.0 / 0.0	`double`	`+Infinity`
0.0 / 0.0	`double`	`NaN`

- Si se dividen enteros, el resultado es entero y el resto se pierde.
- Una división entera por cero produce una excepción.
- Una división por cero, en coma flotante, produce `Infinite` o `NaN`.

Módulo (%): Resto de dividir

Operación	Tipo	Resultado
7 % 3	`int`	`1`
4.3 % 2.1	`double`	`~ 0.1`

Expresiones aritméticas
Se pueden combinar literales y operadores
para formar expresiones complejas.

Ejemplo

$$\frac{3+4x}{5} - \frac{10(y-5)(a+b+c)}{x} + 9(\frac{4}{x} + \frac{9+x}{y})$$

En Java se escribiría así:

```
(3+4*x)/5 – 10*(y-5)*(a+b+c)/x + 9*(4/x + (9+x)/y)
```

- Las expresiones aritméticas se evalúan **de izquierda a derecha**.

- Los operadores aritméticos mantienen el orden de **precedencia** habitual (multiplicaciones y divisiones antes que sumas y restas).

- Para especificar el orden de evaluación deseado, se utilizan paréntesis.

> NOTA: Es recomendable utilizar paréntesis para eliminar interpretaciones erróneas y posibles ambigüedades

Precisión
Las operaciones en coma flotante no son exactas debido a la forma en que se representan los números reales en el ordenador

Operación	Resultado
1 - 0.1 - 0.1 - 0.1 - 0.1 - 0.1	`0.5000000000000001`
1.0 - 0.9	`0.09999999999999998`

Definición
Expresión: Construcción que se evalúa para devolver un valor.

Caracteres
`char`
http://www.unicode.org/

Tipo de dato	Espacio en memoria	Codificación
`char`	16 bits	UNICODE

Literales de tipo carácter

Valores entre comillas simples

`'a' 'b' 'c' …  '1' '2' '3' …  '*' …`

Códigos UNICODE (en hexadecimal): `\u????`

`'\u000a'` (avance de línea)

`'\u000d'` (retorno de carro)

Secuencias de escape para representar caracteres especiales:

Secuencia de escape	Descripción
\t	Tabulador (tab)
\n	Avance de línea (new line)
\r	Retorno de carro (carriage return)
\b	Retroceso (backspace)
\'	Comillas simples
\"	Comillas dobles
\\	Barra invertida

La clase `Character` define funciones (métodos estáticos) para trabajar con caracteres:

`isDigit(), isLetter(), isLowerCase(), isUpperCase()`

`toLowerCase(), toUpperCase()`

Cadenas de caracteres

La clase `String`

- `String` no es un tipo primitivo, sino una clase predefinida
- Una cadena (`String`) es una secuencia de caracteres
- Las cadenas de caracteres, en Java, son inmutables: no se pueden modificar los caracteres individuales de la cadena.

Literales

Texto entra comillas dobles “ ”

```
“Esto es una cadena”
“‘Esto’ también es una cadena”
```

Las secuencias de escape son necesarias para introducir determinados caracteres dentro de una cadena:

```
“\”Esto es una cadena entre comillas\””
```

Concatenación de cadenas de caracteres

El operador + sirve para concatenar cadenas de caracteres

Operación	Resultado
"Total = " + 3 + 4	`Total = 34`
"Total = " + (3+4)	`Total = 7`

Si cualquier operando es un `String`,
toda la operación se convierte en una concatenación de cadenas.

- En Java, cualquier cosa puede convertirse automáticamente en una cadena de caracteres (un objeto de tipo `String`)

Datos de tipo booleano

`boolean`

Representan algo que puede ser verdadero (`true`) o falso (`false`)

	Espacio en memoria	Valores
`boolean`	1 bit	Verdadero o falso

Literales

Literal	Significado
`true`	Verdadero (1)
`false`	Falso (0)

Expresiones de tipo booleano

- Se construyen a partir de expresiones de tipo numérico con **operadores relacionales**.
- Se construyen a partir de otras expresiones booleanas con **operadores lógicos o booleanos**.

Operadores relacionales

- Operadores de comparación válidos para números y caracteres
- Generan un resultado booleano

Operador	Significado
==	Igual
!=	Distinto
<	Menor
>	Mayor
<=	Menor o igual
>=	Mayor o igual

Operadores lógicos/booleanos

- Operandos booleanos.
- Tienen menos precedencia que los operadores de comparación.

Operador	Nombre	Significado
!	NOT	Negación lógica
&&	AND	'y' lógico
||	OR	'o' inclusivo
^	XOR	'o' exclusivo

Tablas de verdad

X	!X
`true`	`false`
`False`	`true`

A	B	A&&B	A||B	A^B
`false`	`false`	`false`	`false`	`false`
`false`	`true`	`false`	`true`	`True`
`true`	`false`	`false`	`true`	`True`
`true`	`true`	`true`	`True`	`False`

- NOT (!) cambia el valor booleano.
- AND (&&) devuelve `true` si los dos son operandos son `true`.
  No evalúa el segundo operando si el primero es `false`
- OR (||) devuelve `false` si los dos son `false`.
  No evalúa el segundo operando si el primero es `true`
- XOR (^) devuelve `true` si los dos operandos son diferentes.
  Con operandos booleanos es equivalente a `!=`

Ejemplos

Número x entre 0 y 10 `(0 <= x) && (x <= 10)`

Número x fuera del intervalo [0,10] `!((0 <= x) && (x <= 10))`

o bien `(0 > x) || (x > 10)`

Extra: Operadores a nivel de bits

- Se pueden utilizar a nivel de bits con números enteros.
- No se pueden usar con datos de otro tipo (p.ej. reales).

Los operadores NOT (~), AND (&), OR(|) y XOR (^)

Si alguno de los operandos es de tipo `long`, el resultado es `long`.
Si no, el resultado es de tipo `int`.

- NOT (~) realiza el complemento a 1 de un número entero: Cambia los 0s por 1s y viceversa

- AND(&), OR(|) y XOR(^) funcionan a nivel de bits como los operadores booleanos AND (&&), OR(||) y XOR (^), respectivamente.

Operación	A nivel de bits	Resultado
~10	`~0…00001010 (1…11110101)`	`-11`
10 & 1	`0…00001010 & 0…0001 (0…00000000)`	`0`
10 & 2	`0…00001010 & 0…0010 (0…00000010)`	`2`
10 & 3	`0…00001010 & 0…0011 (0…00000010)`	`2`
10 | 1	`0…00001010 | 0…0001 (0…00001011)`	`11`
10 | 2	`0…00001010 | 0…0010 (0…00001010)`	`10`
10 | 3	`0…00001010 | 0…0011 (0…00001011)`	`11`
10 ^ 1	`0…00001010 ^ 0…0001 (0…00001011)`	`11`
10 ^ 2	`0…00001010 ^ 0…0010 (0…00001000)`	`8`
10 ^ 3	`0…00001010 ^ 0…0011 (0…00001001)`	`9`

Los operadores de desplazamiento <<, >> y >>>

- El operador de desplazamiento a la izquierda (<<) desplaza los bits del primer operando tantas posiciones a la izquierda como indica el segundo operando. Los nuevos bits se rellenan con ceros.

- El operador de desplazamiento a la derecha con signo (>>) desplaza los bits del primer operando tantas posiciones a la derecha como indica el segundo operando. Los nuevos bits se rellenan con unos (si el primer operando es negativo) y con ceros (si es positivo).

- El operador de desplazamiento a la derecha sin signo (>>>) desplaza los bits del primer operando tantas posiciones a la derecha como indica el segundo operando. Los nuevos bits se rellenan siempre con ceros. Se pierde el signo del número.

Operación	A nivel de bits	Resultado
10 << 1	`00001010 << 1 (0010100)`	`20 (==10*2)`
7 << 3	`00000111 << 3 (00111000)`	`56 (==7*2`^{3}`)`
10 >> 1	`00001010 >> 1 (00000101)`	`5 (==10/2)`
27 >> 3	`00011011 >> 3 (0000011)`	`3 (==27/2`^{3}`)`
-50 >> 2	`11001110 >> 2 (11110011)`	`-13 (!=-50/2`^{2}`)`
-50 >>> 2	`1…11001110 >>> 2 (001…110011)`	`1073741811`
0xff >>> 4	`11111111 >>> 4 (00001111)`	`15 (==255/2`^{4}`)`

x<<b es equivalente a multiplicar por 2^b

x>>b y x>>>b son equivalentes
a realizar una división entera entre 2^b cuando x es positivo