
Regular Expressions

`reg(ular expressions?|ex(p|es)?)`



Inhaltsübersicht

- Überblick
- Regular Expression Engine
- Zeichenklassen
- Quantifier
- Modifier
- ... alle weiteren Funktionen

Regular Expressions

- ▶ Was?
 - ▶ Beschreibung von Mustern in Zeichenketten
- ▶ Warum?
 - ▶ Suche Textstellen in Dokumenten
 - ▶ Validierung von Eingaben
 - ▶ Textstellen aus Dokumenten extrahieren
 - ▶ Textstellen einfügen oder ersetzen

Regex Engine

► Eingabe

- Subjekt: Ein Text (lange Zeichenkette) auf den ein Muster (Regular Expression) angewandt wird
- Muster: Zeichenkette welche eine Musterbeschreibung enthält

► Ausgabe

- Match: ja oder nein
- Capturings: gefundene Teststellen

Abcd e aeaeafa fef a faefaefafich theth lakefeafealfjlaefflaf afa



Regex Engine

- ▶ Das Muster wird positionsweise auf das Subjekt angewandt.
- ▶ Stimmt eine Position des Musters mit einer Position der Subjekts überein, wird die nächste Position des Musters geprüft.
- ▶ Stimmt eine Position des Musters nicht mit der des Subjekts überein, kommt es zum Backtracking. Alle Permutationen werden geprüft.
- ▶ Sind alle Position des Musters erfolgreich geprüft gilt dies als Match.

Regex Engine Beispiel

Subjekt: abc dde abcd aabb bb aa bb
ab9d ab?d abdd abkkkd

Muster: ab[a-e]d?

Matches: ?

Regex Engine Beispiel

Subjekt: abc dde abcd aabb bb aa bb
ab9d ab?d abdd abkkkd

Muster: ab[a-e]d?

Matches: abc, abcd, abdd

ASCII – Das ursprüngliche Regex Alphabet

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	 	Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	\$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	((72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051))	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[[123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174	|	
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135]]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177		DEL

Source: www.LookupTables.com

Zeichenklassen

Bezeichnung	Bedeutung	Beispiele
Positive Zeichenklasse	Definition einer Klasse von Zeichen	[a-z]: Alle Kleinbuchstaben [!~]: Alle ASCII Zeichen
Negative Zeichenklasse	Alles außer dem Spezifizierten Zeichen	[^a-z]: Alles außer Kleinbuchstaben

Innerhalb der []-Klammern müssen nur [,], -, \ als Metazeichen escaped werden.

Spezielle Zeichenklassen

Zeichen	Bedeutung	Alternative
<code>\d</code>	Eine Zahl	<code>[0-9]</code>
<code>\s</code>	Einen "Weißraum"	<code>[\f\n\r\t\v]</code> und alle Unicodevarianten zB <code>\u00a0</code>
<code>\w</code>	Ein alphanumerisches Zeichen inklusive <code>_</code>	<code>[A-Za-z0-9_]</code>
<code>\D</code>	Alles außer Zahlen	<code>[^0-9]</code> , <code>[^\d]</code>
<code>\S</code>	Alles außer "Weißraum"	<code>[^\s]</code>
<code>\W</code>	Alles außer alphanumerische Zeichen	<code>[^A-Za-z0-9_]</code>
<code>\b</code>	Eine Wortgrenze	<code>(^\w \w\$ \W\w \w\W)</code>
<code>.</code>	Alle Zeichen außer Zeilenumbrüche	<code>[^\n]</code>

Quantifier

Regex	Bedeutung	Beispiele
{x}	Zeichenkette der Länge x	[a-z]{2}
{x,y}	Zeichenkette der Länge x bis y	[a-z]{2,4}
{x,}	Zeichenkette von mindestens Länge x	[a-z]{2,}
+	{1,}	[a-z]+
*	{0,}	[a-z]*
?	{0,1}	[a-z]?

1. Quantifier sind generell “greedy”. Durch das Anhängen eines ? werden sie “lazy”.
2. Der possessiv (besitznehmende) Quantifier + erlaubt “strenges” Gruppieren

Alternative

Regex	Bedeutung	Beispiele
	Entweder Regex davor, oder Regex dannach	a b

1. Wird von links nach rechts abgearbeitet und matched erstes vorkommen
2. Kann auch mehrfach angegeben werden (zB a|b|c)

Modifier

Zeichen	Bedeutung
i	Case Insensitive
s	. Zeichen inkludiert auch Zeilenumbrüche
m	Multiline
x	Free Spacing mode, # sind Kommentare
g	Globaler Match

Anker

Zeichen	Bedeutung
<code>^</code>	Anfang der Zeichenkette (kann durch Modifier verändert werden)
<code>\$</code>	Ende der Zeichenkette (kann durch Modifier verändert werden)
<code>\A</code>	Anfang der Zeichenkette
<code>\z</code>	Ende der Zeichenkette
<code>\Z</code>	Ende der Zeichenkette plus ein oder kein Zeilenumbruch

Capturing Groups

Bezeichnung	Bedeutung	Beispiel
Capturing Group	Klammern werden verwendet für Capturing Groups, mittels \1 können die Gruppen referenziert werden (Backreference)	(abc) (def) \1 \2
Non-Capturing Group	?: wird verwendet damit der Match nicht referenziert werden kann	(?:abc)
Named Capturing Group	Anstatt einer numerierten Backreference kann auch eine Bezeichnung verwendet werden und mit \k'name' referenziert werden	(?'name'abc) \k'name'

Lookarounds

Zeichen	Bedeutung	Beispiele
(?=...)	Positive Lookahead	ab(?=c)
(?!...)	Negative Lookahead	ab(?!z)
(?<=...)	Positive Lookbehind	(?<=a)bc
(?<!...)	Negative Lookbehind	(?<!x)bc

Die meisten Implementierungen erlauben keine Quantifier in Lookbehind Ausdrücken.

Unicode

- ▶ Unicode kennt einen Unterschied zwischen Zeichen und Zeichencode, deshalb würde ein ü aus zwei Unicode Zeichen bestehen können, der .-Operation kann deshalb zu Problemen führen
- ▶ \X für alle Zeichen inklusive Zeilenumbrüche in Unicode
- ▶ Unicode ist in 156 Blöcke aufgeteilt. zB Kyrillisch (U+0400...U+04FF)
- ▶ Mit \p{Cyrillic} kann ein Zeichen des kyrillischen Alphabet referenziert werden

Weitere Funktionen

IF/ELSE Konstrukt	Falls die referenzierte Capture Group existiert wird der if-Teil gematcht ansonsten der else-Teil	<code>(regex)?(?(1)foo bar)</code>
Rekursion	Rekursion (~Kopie) des gesamten Musters	<code>L(?R)R</code>
Atomic Grouping	Hauptsächlich aus Performanzgründen. Backtracking wird verhindert	<code>a(?>bc b)c</code>

Check beim Erstellen von Regular Expression

- ▶ A (Anker): Können Anker oder Wortgrenzen gesetzt werden?
- ▶ G (Greedy): Greedy vs. Lazy Quantifier
- ▶ R (Repeat): Gibt es Teile des Musters die sich wiederholen und präziser beschrieben werden können?
- ▶ A (Atomic): Atomare oder possessive Quantifier verwenden?

Erstellung von Regular Expressions

- ▶ Verwenden eines Emulators zum testen
 - ▶ <https://regex101.com/>
- ▶ So spezifisch wie möglich vs. so Allgemein wie möglich
- ▶ Wartbarkeit/Lesbarkeit vs Präzision
- ▶ Quellcodeformatierung (ja/nein)
- ▶ Nach Ideen/Vorschlägen bei Google suchen

Wichtige Fragen

- ▶ Wer ist für die Wartung der Regular Expressions zuständig?
- ▶ Wann kann eine Regular Expression aufgeteilt werden?
- ▶ Wann sind die Grenzen von Regular Expressions erreicht?
- ▶ Gibt es Alternativen zu Regular Expressions?

Quellen / Literaturtipps

- ▶ Link: <http://www.regular-expressions.info>
- ▶ Link: <http://www.rexegg.com>
- ▶ Buch (Einführung): Introducing Regular Expressions – Michael Fitzgerald
- ▶ Buch (Fortgeschrittene): Reguläre Ausdrücke – Jeffrey E. F. Friedel

