
Indice

1	Introduzione	1
1.1	Destinazione dell'opera	1
1.2	Parti del compilatore e concetti corrispondenti	2
2	Sintassi	5
2.1	Introduzione	5
2.1.1	Linguaggi artificiali e formali, sintassi e semantica	5
2.1.2	Tipi di linguaggi	6
2.1.3	Scaletta	7
2.2	Teoria dei linguaggi formali	8
2.2.1	Alfabeto e linguaggio	8
2.2.2	Operazioni sui linguaggi	12
2.2.3	Operazioni insiemistiche	13
2.2.4	Stella e croce	14
2.2.5	Quoziente	17
2.3	Espressioni e linguaggi regolari	17
2.3.1	Definizione di espressione regolare	18
2.3.2	Derivazione e linguaggio	20
2.3.3	Altri operatori	23
2.3.4	Chiusura della famiglia <i>REG</i> rispetto alle operazioni	24
2.4	Astrazione linguistica	25
2.4.1	Liste astratte e concrete	26
2.5	Grammatiche generative libere dal contesto	30
2.5.1	Limiti dei linguaggi regolari	30
2.5.2	Introduzione alle grammatiche libere	30
2.5.3	Rappresentazioni convenzionali delle grammatiche	33
2.5.4	Derivazioni e linguaggio generato	35
2.5.5	Grammatiche erronee e regole inutili	37
2.5.6	Ricorsione delle regole e infinitezza del linguaggio	39
2.5.7	Alberi sintattici e derivazioni canoniche	40
2.5.8	Linguaggi a parentesi	43

2.5.9	Composizione regolare di linguaggi liberi	45
2.5.10	Ambiguità	47
2.5.11	Catalogo di forme ambigue e rimedi	49
2.5.12	Equivalenza debole e strutturale	57
2.5.13	Trasformazioni delle grammatiche e forme normali	60
2.6	Le grammatiche dei linguaggi regolari	67
2.6.1	Dalla espressione regolare alla grammatica libera	68
2.6.2	Grammatiche lineari	69
2.6.3	Equazioni lineari del linguaggio	71
2.7	Linguaggi regolari e liberi a confronto	73
2.7.1	Limiti dei linguaggi liberi dal contesto	76
2.7.2	Proprietà di chiusura di REG e LIB	78
2.7.3	Trasformazioni alfabetiche	80
2.7.4	Grammatiche libere estese con espressioni regolari	83
2.8	Grammatiche e famiglie di linguaggi più generali	86
2.8.1	Classificazione di Chomsky	87
3	Automi finiti e riconoscimento dei linguaggi regolari	93
3.1	Introduzione	93
3.2	Algoritmi di riconoscimento e automi	94
3.2.1	Automa generale	95
3.3	Introduzione agli automi finiti	98
3.4	Automa finito deterministico	100
3.4.1	Stato di errore e completamento dell'automa	101
3.4.2	Automa pulito	102
3.4.3	Automa minimo	103
3.4.4	Dall'automa alla grammatica	106
3.5	Automi indeterministici	107
3.5.1	Motivazioni dell'indeterminismo	108
3.5.2	Riconoscimento indeterministico	110
3.5.3	Automi con mosse spontanee	112
3.5.4	Corrispondenza tra automa e grammatica	113
3.5.5	Ambiguità dell'automa	115
3.5.6	Grammatica lineare a sinistra e automa	115
3.6	Dall'automa all'espressione regolare direttamente: il metodo BMC	116
3.7	Eliminazione dell'indeterminismo	118
3.7.1	Costruzione delle parti finite raggiungibili	120
3.8	Dall'espressione regolare all'automa riconoscitore	123
3.8.1	Metodo strutturale o di Thompson	123
3.8.2	Algoritmo di Glushkov, Mc Naughton e Yamada	126
3.8.3	Costruzione del riconoscitore deterministico di Berry e Sethi	133
3.9	Espressioni regolari con complemento e intersezione	136
3.9.1	Prodotto di automi	138

3.10	Riepilogo: relazioni tra linguaggi regolari, automi e grammatiche	142
4	Riconoscimento e parsificazione delle frasi	145
4.1	Introduzione	145
4.1.1	Automi a pila	146
4.1.2	Dalla grammatica all'automa a pila	147
4.1.3	Definizione dell'automa a pila	150
4.2	Linguaggi liberi e automi a pila: una sola famiglia	155
4.2.1	Intersezione di linguaggi liberi e regolari	158
4.2.2	Automi a pila e linguaggi deterministici	160
4.3	Analisi sintattica	168
4.3.1	Analisi discendente e ascendente	168
4.3.2	La grammatica come rete di automi finiti	170
4.3.3	Procedura ricorsiva indeterministica di riconoscimento	174
4.4	Analisi sintattica discendente deterministica	176
4.4.1	Condizioni per la costruzione del riconoscitore $LL(1)$	177
4.4.2	Come ottenere grammatiche $LL(1)$	190
4.4.3	Allungamento della prospezione	194
4.5	Analisi sintattica ascendente deterministica	199
4.5.1	Analisi $LR(0)$	199
4.5.2	Grammatiche $LR(0)$	201
4.5.3	Analizzatore a spostamento e riduzione	206
4.5.4	Analisi sintattica con prospezione $LR(k)$	209
4.5.5	Algoritmo di parsificazione $LR(1)$	222
4.5.6	Proprietà delle sottofamiglie deterministiche e confronti	223
4.5.7	Come ottenere grammatiche $LR(1)$	226
4.5.8	Analisi sintattica $LR(1)$ con grammatiche estese	229
4.6	Un algoritmo generale di analisi sintattica	239
4.7	Scelta del parsificatore	253
5	Traduzione semantica e analisi statica	257
5.1	Introduzione	257
5.1.1	Contenuti	258
5.2	Relazione e funzione di traduzione	260
5.3	Traslitterazioni	262
5.4	Traduzioni regolari	263
5.4.1	Automa riconoscitore a due ingressi	264
5.4.2	Funzione di traduzione e automa traduttore	268
5.5	Traduzioni sintattiche pure	273
5.5.1	Scritture infisse e polacche	275
5.5.2	Ambiguità della grammatica sorgente e della traduzione	278
5.5.3	Grammatica di traduzione e traduttore a pila	280
5.5.4	Analisi sintattica e traduzione in linea	284
5.5.5	Traduzioni deterministiche discendenti	284
5.5.6	Traduzioni deterministiche ascendenti	287

VIII Indice

5.5.7	Proprietà di chiusura rispetto alle traduzioni	293
5.6	Traduzioni semantiche	295
5.6.1	Grammatiche con attributi	296
5.6.2	Attributi sinistri e destri	299
5.6.3	Definizione di grammatica con attributi	302
5.6.4	Grafo delle dipendenze e valutazione degli attributi	304
5.6.5	Valutazione semantica con una scansione	308
5.6.6	Altri metodi di valutazione	311
5.6.7	Analisi sintattica e semantica integrate	312
5.6.8	Applicazioni tipiche delle grammatiche con attributi ...	320
5.6.9	Generazione del codice	324
5.6.10	Analisi sintattica guidata dalla semantica	326
5.7	Analisi statica dei programmi	330
5.7.1	Il programma come automa	330
5.7.2	Intervalli di vita delle variabili	334
5.7.3	Definizioni raggiungenti	339
Riferimenti bibliografici		347
Indice analitico		351