

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	17
----------------	----

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στα συστήματα σχεδιομελέτης και παραγωγής με χρήση υπολογιστή - Computer Aided Design and Manufacture (CAD/CAM)	23
1.1 Ορισμός σχεδιομελέτης και παραγωγής με χρήση υπολογιστή	24
1.2 3D μοντέλα προϊόντων και χρήσεις	24
1.3 Στάδια ανάπτυξης προϊόντος και χρήση τεχνολογίας σχεδιομελέτης - παραγωγής με υπολογιστή	27
1.3.1 Το στάδιο του προσδιορισμού	28
1.3.2 Το στάδιο της σχεδιομελέτης	30
1.3.3 Το στάδιο του πρωτότυπου	33
1.3.4 Το στάδιο της παραγωγής	34
1.3.5 Παράλληλη μηχανική	37
1.4 Εξέλιξη συστημάτων CAD	38
1.5 Βιομηχανικοί τομείς χρήσης τεχνολογίας CAD/CAM	42
1.5.1 Βιομηχανικός μηχανολογικός τομέας	42
1.5.2 Ηλεκτρονικός και ηλεκτρολογικός τομέας	43
1.5.3 Κατασκευαστικός τομέας (AEC)	45
1.5.4 Τομέας ένδυσης και υπόδησης	45
Επαναληπτικές ερωτήσεις	47

Κεφάλαιο 2

Σύλληψη προϊόντος –Βιομηχανικός σχεδιασμός– Μοντέλα επιφανειών και αντίστροφη μηχανική	49
2.1 Βιομηχανικός σχεδιασμός	50
2.2 Μοντέλα επιφανειών	55
2.3 Μοντελοποίηση με συστήματα επιφανειών	57
2.3.1 Καμπύλες	58
2.3.2 Στοιχεία ορισμού σε καμπύλες/επιφάνειες	60
2.3.2.1 Παραμετρική αναπαράσταση	62
2.3.2.2 Σημεία ελέγχου	63
2.3.2.3 Τμήματα και σημεία επεξεργασίας	63
2.3.2.4 Βαθμός	64
2.3.2.5 Διάνυσμα κόμβων	66

2.3.2.6 Βασικές συναρτήσεις	67
2.3.2.7 Βάρος σημείου ελέγχου	69
2.3.3 Μοντελοποίηση με επιφάνειες	70
2.3.3.1 Απλά επιφανειακά τμήματα και απλές μέθοδοι δημιουργίας επιφανειών	70
2.3.3.2 Επιφάνεια από σάρωση (swept surface ή extrusion)	71
2.3.3.3 Προσαρμογή επιφάνειας σε δύο ή περισσότερες διατομές ή καμπύλες στο χώρο	73
2.3.3.4 Επιφάνεια από πλέγμα καμπυλών (sculptured ή meshed)	74
2.3.3.5 Παράγωγα τμήματα επιφανειών	75
2.3.3.6 Τοπική μεταβολή μοντέλου	77
2.3.3.7 Ψηφιοποίηση εικόνας - Προσαρμογή επιφάνειας	78
2.3.4 Διαχείριση καμπυλών και επιφανειών	81
2.3.4.1 Ανάλυση καμπυλών	86
2.3.4.2 Ανάλυση επιφανειών	90
2.4 Μοντέλα με αντίστροφη σχεδίαση	97
2.4.1 Τεχνικές απόκτησης 3D δεδομένων	102
2.4.1.1 Απόκτηση 3D δεδομένων με επαφή	103
2.4.1.2 Απόκτηση 3D δεδομένων χωρίς επαφή	105
2.4.1.3 Προτερήματα - μειονεκτήματα μεθόδων σάρωσης	107
2.4.1.3.1 Σάρωση με και χωρίς επαφή	108
2.4.1.3.2 Σάρωση με laser και λευκό φως	109
2.4.2 Επεξεργασία δεδομένων σάρωσης	112
2.4.2.1 Επεξεργασία νέφους σημείων	113
2.4.2.2 Δημιουργία και επεξεργασία του πολυγωνικού μοντέλου	114
2.4.2.3 Δημιουργία και επεξεργασία καμπυλών και επιφανειών	117
Επαναληπτικές ερωτήσεις	120

Κεφάλαιο 3

Μελέτη προϊόντος – Μοντέλα στερεών	123
3.1 Εισαγωγή	124
3.2 Στερεά μοντέλα	126
3.2.1 Γεωμετρία - τοπολογία	127
3.2.2 Ιστορικά στοιχεία για τα συστήματα στερεών μοντέλων	130
3.3 Παραμετρική μοντελοποίηση με χαρακτηριστικά	132

3.3.1 Σχέσεις (<i>relations</i>)	133
3.3.2 Περιορισμοί (<i>constraints</i>)	133
3.3.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά (<i>features</i>)	134
3.3.4 Αμφίδρομη συσχέτιση	137
3.4 Λειτουργίες σε σύστημα παραμετρικής στερεάς μοντελοποίησης με χαρακτηριστικά	138
3.4.1 Στοιχειώδη στερεά και λειτουργίες συνόλων	138
3.4.2 Ανώτερου επιπέδου λειτουργίες	140
3.4.2.1 Ορισμός διατομής - Σχεδιαστικό	140
3.4.2.2 Σάρωση	145
3.4.2.3 Προσαρμογή στερεού σε διατομές στο χώρο (<i>blend</i> ή <i>lofting</i>)	149
3.4.2.4 Οπές, αυλάκια και εσοχές	153
3.4.2.5 Άξονες (<i>shafts</i>), νεύρα (<i>ribs</i>), φλάντζα (<i>flange</i>), λαιμός (<i>neck</i>) και κοσμητικά χαρακτηριστικά (<i>cosmetic features</i>)	155
3.4.2.6 Μετατροπή ενός υπάρχοντος στερεού	157
3.4.2.7 Διαχείριση μορφολογικών χαρακτηριστικών - <i>features</i>	159
3.5 Στερεά μοντέλα ελασμάτων	161
3.5.1 Άμεση δημιουργία ελασμάτων	162
3.5.2 Μετατροπή εξαρτήματος σε έλασμα	165
3.5.3 Δευτερεύοντα ή βοηθητικά τοιχώματα	166
3.5.4 Κάμψεις ελασμάτων	169
3.5.5 Πρόσθετες λειτουργίες	176
3.6 Τεκμηρίωση	178
3.7 Δημιουργία και διαχείριση συναρμολογήσεων	183
3.7.1 Μεθοδολογίες συναρμολόγησης	191
3.7.2 Μοντέλα σκελετοί	196
3.7.3 Ανάλυση συναρμολογήσεων	199
Επαναληπτικές ερωτήσεις	205

Κεφάλαιο 4

Εργαλεία CAM – υποστήριξης παραγωγής	207
4.1 Μελέτη και προγραμματισμός κατεργασιών	208
4.1.1 Προγραμματισμός κατεργασιών - Διαδικασία	210
4.1.2 Σχεδίαση κατεργασιών με υπολογιστή	213
4.2 Παραγωγή προγράμματος εργαλειομηχανής - CAM	216
4.2.1 Μεθοδολογία	216
4.2.2 Ορισμός μοντέλου κατεργασίας	223

4.2.3 Κέντρα κατεργασιών	226
4.2.3.1 Είδη κέντρων κατεργασίας	227
4.2.3.2 Δημιουργία κοπτικών εργαλείων	227
4.2.3.3 Συσκευές συγκράτησης	230
4.2.3.4 Συστήματα συντεταγμένων	231
4.2.4 Βασικές ακολουθίες Αριθμητικού Ελέγχου ΑΕ	232
4.2.4.1 Βασικές ακολουθίες κατεργασιών για φρεζάρισμα	232
4.2.4.2 Βασικές ακολουθίες κατεργασίας τórνευσης	237
4.3 Έλεγχος κατεργασίας	242
4.4 Τελικοί επεξεργαστές	244
Επαναληπτικές ερωτήσεις	248

Κεφάλαιο 5

Πρόσθετες εφαρμογές	251
5.1 Ανάλυση	252
5.2 Δημιουργία πρωτοτύπων - Ταχεία πρωτοτυποποίηση	261
5.2.1 Ορισμός ταχείας πρωτοτυποποίησης	262
5.2.2 Τρόπος λειτουργίας	263
5.2.3 Τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης	264
5.2.3.1 Στερεολιθογραφία (stereolithography)	264
5.2.3.2 Selective Laser Sintering - SLS	266
5.2.3.3 Laminated Object Manufacturing - LOM	267
5.2.3.4 Fused Deposition Modeling - FDM	268
5.2.3.5 Τρισδιάστατη εκτύπωση	269
5.2.4 Κύκλος επεξεργασίας μοντέλου - πρωτοτύπου	270
5.2.4.1 Αρχείο STL	271
5.2.4.2 Στηρίγματα	273
5.2.4.3 Τελική επεξεργασία	274
5.2.5 Εφαρμογές	274
5.2.5.1 Ταχεία πρωτοτυποποίηση	274
5.2.5.2 Ταχεία παραγωγή	275
5.2.5.3 Μαζική εξατομίκευση (mass customization)	276
5.2.5.4 Μαζική παραγωγή (mass production)	276
5.2.5.5 Χρήσεις για ιδιωτική παραγωγή και για χομπίστες	276
5.3 Πλασματικό πρωτότυπο - Πλασματική παραγωγή	277
5.4 Διαστασιολόγηση με ανάλυση ανοχών	280
Επαναληπτικές ερωτήσεις	286

Κεφάλαιο 6

Μοντέλα ακμών – Αναπαράσταση καμπυλών	289
6.1 Παραμετρική αναπαράσταση	290
6.2 Παραμετρική αναπαράσταση κωνικών τομών	292
6.2.1 Ευθύγραμμο τμήμα και γραμμή	293
6.2.2 Κύκλος και τόξα	293
6.2.3 Έλλειψη	294
6.2.4 Παραβολή	296
6.2.5 Υπερβολή	297
6.2.6 Γενική εξίσωση κωνικών τομών	298
6.3 Χαρακτηριστικά μεγέθη και έννοιες σε καμπύλες	298
6.3.1 Κανονικά σημεία	298
6.3.2 Χαρακτηριστικά επίπεδα και διανύσματα σε καμπύλη	300
6.3.3 Καμπυλότητα και στρέψη	302
6.3.4 Πλαίσιο Frenet και εξισώσεις Frenet–Serret	304
6.3.5 Παραδείγματα	304
6.4 Λειτουργίες διαχείρισης καμπυλών	306
6.4.1 Υπολογισμός σημείων στην καμπύλη	306
6.4.2 Σύνθεση τμημάτων καμπυλών	307
6.4.3 Μήκος και εμβαδόν καμπύλης	309
6.4.4 Παραδείγματα	309
6.5 Καμπύλες ελεύθερης μορφής	311
6.5.1 Μέθοδοι σχεδίασης καμπυλών ελεύθερης μορφής	311
6.5.2 Πολυωνυμικά τμήματα	314
6.6 Καμπύλες Ferguson	315
6.6.1 Παρεμβολή καμπύλης Ferguson σε σημεία	316
6.6.2 Καμπύλες Hermite	318
6.7 Καμπύλες Bézier	319
6.7.1 Ορισμός καμπύλης Bézier	319
6.7.2 Ιδιότητες καμπυλών Bézier	323
6.7.3 Ο αλγόριθμος DeCasteljau	327
6.7.4 Διαιρέση καμπύλης Bézier	329
6.7.5 Ανύψωση βαθμού καμπύλης Bézier	329
6.7.6 Εφαρμογές	330
6.8 Καμπύλες B-splines	333
6.8.1 Μεθοδολογία υπολογισμού καμπυλών B-splines	335
6.8.1.1 Διάνυσμα κόμβων	336

6.8.1.2 Βασικές συναρτήσεις B-splines	338
6.8.1.3 Παράδειγμα	343
6.8.1.4 Προσαρμογή καμπυλών B-splines σε σημεία ελέγχου	346
6.8.2 Κύριες ιδιότητες βασικών συναρτήσεων	347
6.8.2.1 Άλλες ιδιότητες βασικών συναρτήσεων	349
6.8.3 Ιδιότητες των καμπυλών B-splines	350
6.8.4 Μετατροπή καμπύλης Bézier σε B-splines	356
6.8.5 Παραδείγματα	359
6.9 Ρητά τμήματα καμπυλών	361
6.9.1 Γεωμετρική κατασκευή σημείου με βάρος	361
6.9.2 Γεωμετρική κατασκευή ρητής καμπύλης	362
6.9.3 Απεικόνιση κυκλικού τμήματος	363
6.9.4 Γενική εξίσωση ρητής καμπύλης Bézier	365
6.9.5 Ιδιότητες ρητών συναρτήσεων και καμπυλών Bézier	367
6.9.6 Ρητές καμπύλες B-splines	368
6.9.7 Ιδιότητες ρητών συναρτήσεων και καμπυλών B-splines	368
Επαναληπτικές ερωτήσεις	374

Κεφάλαιο 7

Μοντέλα επιφανειών – Αναπαράσταση επιφανειών	377
7.1 Παραμετρική αναπαράσταση επιφανειών	378
7.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη επιφανειών	380
7.2.1 Ισοπαραμετρικές καμπύλες	380
7.2.2 Εφαπτόμενα διανύσματα	381
7.2.3 Διάνυσμα στρέψης	382
7.2.4 Κάθετο διάνυσμα και εφαπτόμενο επίπεδο	383
7.2.5 Καμπύλες πάνω στην επιφάνεια	385
7.2.6 Μήκος καμπύλης και εμβαδόν επιφάνειας	386
7.2.7 Καμπυλότητα επιφάνειας	387
7.3 Παραμετρική αναπαράσταση απλών επιφανειών	389
7.3.1 Επίπεδη επιφάνεια	390
7.3.2 Γραμμική επιφάνεια	391
7.3.3 Επιφάνεια εκ περιστροφής	392
7.3.4 Τμηματικός κύλινδρος (tabulated cylinder)	393
7.4 Παραμετρική αναπαράσταση επιφανειών ελεύθερης μορφής	394
7.4.1 Hermite δικυβική επιφάνεια	394
7.4.2 Επιφάνεια Bézier	397

7.4.3	Ιδιότητες επιφανειών Bézier	398
7.4.4	Επιφάνειες B-splines	402
7.4.5	Ρητές επιφάνειες (Bézier και B-splines)	408
7.4.6	Επιφάνειες Coons	413
	Επαναληπτικές ερωτήσεις	418

Κεφάλαιο 8

Μοντέλα στερεών		421
8.1	Συνθετικά μοντέλα (constructive models)	424
8.1.1	Κανονικοποιημένες λειτουργίες συνόλων	426
8.1.2	Αλγόριθμοι για συνθετικά μοντέλα	429
8.1.3	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων σύνθεσης	430
8.2	Συνοριακή αναπαράσταση	431
8.2.1	Στοιχεία τοπολογίας	432
8.2.2	Δομές δεδομένων συνοριακής αναπαράστασης	436
8.2.3	Έλεγχος εγκυρότητας μοντέλων συνοριακής απεικόνισης	447
8.2.4	Λειτουργίες Euler	449
	Α. Πρωτότυπες στοιχειώδεις λειτουργίες	451
	Β. Τοπικές λειτουργίες	452
	Γ. Γενικές λειτουργίες τοπολογίας	453
	Δ. Παράδειγμα εφαρμογής λειτουργιών Euler	455
8.3	Μοντέλα αποδόμησης	455
8.3.1	Αναπαράσταση με voxel	455
8.3.2	Μέθοδοι διαίρεσης χώρου	457
	Α. Αναπαράσταση οκταδικού δέντρου (octree representation)	457
	Β. Κυτταρική αποσύνθεση (cell decomposition)	459
	Επαναληπτικές ερωτήσεις	460

Κεφάλαιο 9

Ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συστημάτων CAD		461
9.1	Παρουσίαση του προβλήματος	462
9.2	Είδη μεταφραστών	466
9.3	IGES	469
9.3.1	Περιγραφή του IGES	469
9.3.2	Στοιχεία	475
9.4	STEP (Standard for the Exchange of Product data)	478

9.5 Ειδικοί μεταφραστές	483
9.6 Δοκιμή επεξεργαστών	484
Επαναληπτικές ερωτήσεις	487

Κεφάλαιο 10

Συνεργατική σχεδίαση	489
10.1 Ορισμός	490
10.2 Βασικές έννοιες	494
10.3 Τύποι συνεργασίας	498
10.3.1 Συνεργασία βασισμένη στην απεικόνιση	498
10.3.2 Συνεργασία κοινού - σχεδίου	501
10.3.3 Συνεργασία παράλληλης μηχανικής	503
Επαναληπτικές ερωτήσεις	504

Κεφάλαιο 11

Διαχείριση κύκλου ζωής προϊόντος	505
11.1 Ορισμός	506
11.2 Προτερήματα χρήσης	508
11.3 Κύριες λειτουργίες στα συστήματα διαχείρισης κύκλου ζωής προϊόντος	510
11.4 Εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης κύκλου ζωής προϊόντος	519
11.4.1 Διαφορετικά στάδια εφαρμογής	519
11.4.2 Κατανόηση της ανάγκης για αλλαγή	520
11.4.3 Μελέτη των παρόντων και των μελλοντικών διαδικασιών	520
11.4.4 Επιλογή ενός συστήματος	521
11.4.5 Υλοποίηση του έργου εφαρμογής	523
11.4.6 Έναρξη λειτουργίας του συστήματος	525
11.4.7 Η ομάδα καθοδήγησης	525
11.4.8 Η ομάδα έργου	526
11.4.9 Ο διευθυντής έργου	527
11.5 Συστήματα ΔΚΖΠ	528
Επαναληπτικές ερωτήσεις	530

Βιβλιογραφία	531
---------------------------	------------