C++ בקלות

מהדורה שלישית

קרא את קובץ ONCD.DOC בתקליטור כדי לקבל מידע על תכולת התקליטור המצורף.

קרא בהקדמה כיצד להתקין את המהדר TCLite וכיצד להעתיק את קוד המקור.

עורך ראשי: **יצחק עמיהוד**

תרגום לעברית: **שמואל בן-טולילה, ירון ותמי תלם**

עריכה מקצועית של המהדורה השלישית: **אבי בוץ, חברת מיי-סופט**

עריכה ועיצוב: **ענבל אילני, שרה עמיהוד**

עיצוב עטיפה: **שרון רז**

שמות מסחריים

שמות המוצרים והשירותים המוזכרים בספר הינם שמות מסחריים רשומים של החברות שלהם. הוצאת Jamsa **והוצאת הוד-עמי** עשו כמיטב יכולתן למסור מידע אודות השמות המסחריים המוזכרים בספר זה ולציין את שמות החברות, המוצרים והשירותים. שמות מסחריים רשומים (registered trademarks) המוזכרים בספר צוינו בהתאמה.

++Borland C הינו מוצר של חברת Borland
מוצרי Windows הינם מוצרים רשומים של חברת Microsoft

הודעה

ספר זה מיועד לתת מידע אודות מוצרים שונים. נעשו מאמצים רבים לגרום לכך שהספר יהיה שלם ואמין ככל שניתן, אך אין משתמעת מכך כל אחריות שהיא.

המידע ניתן "כמות שהוא" ("as is"). הוצאת Jamsa והוצאת הוד-עמי אינן אחראיות כלפי יחיד או ארגון עבור כל אובדן או נזק אשר ייגרם, אם ייגרם, מהמידע שבספר זה, או מהתקליטור המצורף.

לשם שטף הקריאה כתוב ספר זה בלשון זכר בלבד. ספר זה מיועד לגברים ונשים כאחד ואין בכוונתנו להפלות או לפגוע בציבור המשתמשים/ות.

- **טלפון: 09-9564716**
- **פקס: 09-9571582**
- **דואר אלקטרוני: Info@hod-ami.co.il**
- **אתר באינטרנט: http://www.hod-ami.co.il**

C++ בקלות

מהדורה שלישית

ד"ר קריס ג'מסה

עורך מקצועי של המהדורה:

אבי בוץ, מיי-סופט

הוצאת הוד-עמי
לספרי מחשבים

Rescued by C++

By Kris, Jamsa, Ph.D.

Third Edition

Editor: **I. Amihud**

Authorized translation from the English language edition
published by Jamsa Press, Copyright ©
Hod-Ami Ltd. Copyright © 2000

(C)

כל הזכויות שמורות

הוצאת הוד-עמי
לספרי מחשבים בע"מ
ת.ד. 6108 הרצליה 46160
טלפון: 09-9564716 פקס: 09-9571582

אין להעתיק או לשדר בכל אמצעי שהוא ספר זה או קטעים ממנו בשום צורה ובשום אמצעי אלקטרוני או מכני, לרבות צילום והקלטה, אמצעי אחסון והפצת מידע, ללא אישור בכתב מאת ההוצאה, אלא לשם ציטוט קטעים קצרים בציון שם המקור.

הודפס בישראל

1/2000

All Rights Reserved
HOD-AMI Ltd.
P.O.B. 6108, Herzliya
ISRAEL, 1/2000

ISBN 965-361-225-5 מסת"ב

תוכן העניינים

הקדמה..... 21

חלק 1: נושאים בסיסיים..... 29

פרק 1: התוכנית הראשונה 31

פרק 2: מבט על שפת התכנות C++..... 39

פרק 3: כתיבת הודעות על המסך..... 46

פרק 4: משתנים לאחסון המידע..... 56

פרק 5: פעולות אריתמטיות בסיסיות..... 67

פרק 6: קליטת נתונים מהמקלדת..... 80

פרק 7: הרצת תוכנית על פי תנאים 85

פרק 8: לולאות 100

חלק 2: השימוש בפונקציות לבניית תוכניות 111

פרק 9: הפונקציות..... 113

פרק 10: שינוי ערכי פרמטרים..... 127

פרק 11: יתרונות ספריית ההרצה (RUN-TIME LIBRARY)..... 136

פרק 12: משתנים מקומיים וטווח הכרתם..... 141

פרק 13: העמסת פונקציות 149

פרק 14: המשתנה המיוחס בשפת C++ 153

פרק 15: קביעת ערכי ברירת-מחדל לפרמטרים 160

חלק 3: אחסון מידע במערכים ובמבני רשומה 165

פרק 16: מערכים..... 167

פרק 17: מחרוזות תווים..... 175

פרק 18: מבני רשומות..... 184

פרק 19: איגודים..... 192

פרק 20: מצביעים 198

חלק 4: המחלקות של C++ 207

פרק 21: המחלקות: תחילת הדרך..... 209

פרק 22: החלק הפרטי והחלק הציבורי..... 217

פרק 23: פונקציות בנייה ופונקציות פירוק..... 226
פרק 24: העמסת אופרטורים 237
פרק 25: פונקציות סטטיות ומשתני מחלקה..... 251
חלק 5: הורשה ותבניות 259
פרק 26: הורשה 261
פרק 27: הורשה מרובה 272
פרק 28: אלמנטים פרטיים ואלמנטים חברים..... 285
פרק 29: תבניות פונקציה 294
פרק 30: תבניות מחלקה..... 300
חלק 6: נושאים מתקדמים ב- C++ 313
פרק 31: מאגר הזיכרון החופשי..... 315
פרק 32: פעולות במאגר הזיכרון החופשי 323
פרק 33: ניצול מירבי של CIN ו-COUT..... 330
פרק 34: פעולות קלט/פלט בקבצים..... 338
פרק 35: פונקציות משולבות וקוד אסמבלי בתוכנית..... 349
פרק 36: ארגומנטים של שורת הפקודה..... 356
פרק 37: שימוש בקבועים ובהוראות מאקרו..... 364
פרק 38: פולימורפיזם..... 374
פרק 39: ניצול מצבים חריגים של C++ לטיפול בשגיאות..... 385
פרק 40: ספריית תבניות סטנדרטיות STL..... 400
פרק 41: יצירת פרויקט..... 413
פרק 42: הרצת תוכנית ב-Visual C++ 422
נספח: מילון מונחים לעובר מ-C ל- C++ 429
מפתח סימנים מיוחדים..... 437
רשימת טבלאות 438
אינדקס עברי 439
אינדקס לועזי (התחלה בסוף הספר) 453

תוכן העניינים

הקדמה..... 21
במה שונה ספר זה מספרים אחרים בנושא?..... 21
למי מיועד הספר?..... 21
כיצד להשתמש בספר?..... 22
מה בספר?..... 22
תוכנת TCLite בתקליטור המצורף 24
התיקיה \software\tclite 24
התקנת התוכנה 25
הפעלת התוכנה..... 26
הרצת תוכניות 26
קוד המקור בתקליטור המצורף 27
התיקיה RESCUED 27
התיקיה PITRONOT..... 28
העתקת קבצי קוד המקור לדיסק הקשיח 28

חלק 1: נושאים בסיסיים 29

פרק 1: התוכנית הראשונה 31
יצירת התוכנית הראשונה..... 32
משמעות השם של התוכנית..... 33
הידור התוכנית - קומפילציה..... 33
המהדר - מה הוא עושה?..... 34
יצירת התוכנית השנייה..... 34
שגיאות תחביר, מהן? 36
שגיאות תחביר, מהן? 37
עבודה בסביבת Windows..... 37
סיכום..... 38
תרגילים 38

פרק 2: מבט על שפת התכנות C++..... 39
משפטי התוכנית 40
משפט #include..... 40
קבצי כותר בשפת C++..... 41
משפט void main(void)..... 41
מהי תוכנית ראשית? 41
הבנת השימוש ב- void 42

הסוגריים המסולסלים { } 43
משפט cout להצגת הודעות פלט על המסך..... 43
ערוץ הפלט cout..... 44
סיכום..... 44
תרגילים 45

פרק 3: כתיבת הודעות על המסך..... 46
הצגת מספרים על ידי השימוש ב- cout..... 47
הצגת מספר ערכים בפקודה אחת 48
השימוש בתווים מיוחדים..... 49
רשימת תווים מיוחדים..... 51
הצגת מספרים בבסיס אוקטלי ובבסיס הקסדצימלי 52
הפלט הסטנדרטי לדיווח תקלות cerr..... 53
קביעת אורך הפלט..... 53
סיכום..... 54
תרגילים 55

פרק 4: משתנים לאחסון המידע..... 56
הצהרה על משתנים בתוכנית 57
מה זה משתנה? 58
קביעת שמות בעלי משמעות למשתנים 58
מילים שמורות..... 59
מדוע דרושים משתנים בתוכנית?..... 59
הקצאת ערך למשתנה 59
הקצאת ערכים בעת הצהרת המשתנים 60
הקצאת ערך למשתנה 60
השימוש בערכי המשתנים..... 61
גלישת ערכי משתנים 62
דיוק של ערכי משתנים 63
שימוש בהערות לשיפור קריאות התוכנית..... 64
תיעוד פנימי של התוכנית 65
סיכום..... 65
תרגילים 66

פרק 5: פעולות אריתמטיות בסיסיות..... 67
אופרטורים מתמטיים בסיסיים..... 67
קידום ערך המשתנה באחד 69
משמעות מיקום האופרטור להגדלה עצמית ביחס למשתנה 70
אופרטור הקטנה עצמית 72
אופרטורים אחרים 73
סדר הקדימות..... 74
קביעת סדר הפעולות בביטויים מתמטיים 76
פעולות חשבוניות עלולות לגרום לשגיאות גלישה (Overflow)..... 77

סיכום..... 77
תרגילים 78

פרק 6: קליטת נתונים מהמקלדת..... 80
ערוץ הקלט cin..... 81
cin וקליטת נתונים מהמקלדת 82
תקינות הקלט - שגיאות בקליטה 82
קליטה של תו אחד..... 82
קליטה של מילים מהמקלדת 83
ניתוב מחדש של הקלט 83
סיכום..... 84
תרגילים 84

פרק 7: הרצת תוכנית על פי תנאים 85
השוואה בין שני ערכים..... 86
המשפט if..... 86
משפטים פשוטים ומשפטים מורכבים 87
משפטים פשוטים ומורכבים 88
משפטים שיבוצעו אם התנאי אינו מתקיים 88
משפטים מורכבים בעקבות משפט else..... 89
הבנת תהליך ההתנייה - if-else..... 90
הזחת משפטים לשיפור קריאות תוכנית..... 91
משפטי תנאי מורכבים 92
ערכים מספריים לתוצאות אמת ושקר..... 93
האופרטור NOT..... 94
אופרטורים לוגיים..... 95
בדיקת תנאים שונים 95
משפט switch..... 96
סיכום..... 98
תרגילים 98

פרק 8: לולאות..... 100
ביצוע חוזר של משפט בודד מספר פעמים קבוע..... 101
לולאת for לביצוע חוזר של קבוצת משפטים..... 102
שינוי בקצב קידום הלולאה..... 103
הישמר מפני לולאות אינסופיות..... 104
ביצוע לולאה מספר פעמים נתון..... 105
הלולאה while..... 106
ביצוע לולאה עד אשר תנאי מסוים מתקיים 107
שגרה של ביצוע משפט פעם ראשונה ללא תנאי : do-while..... 107
חזרה על משפטים כל עוד תנאי מסוים מתקיים..... 108
סיכום..... 109
תרגילים 110

חלק 2: השימוש בפונקציות לבניית תוכניות 111

פרק 9: הפונקציות..... 113

היצירה והשימוש בפונקציה הראשונה..... 114

הקריאה לפונקציה..... 117

העברת מידע לפונקציות..... 117

העברת פרמטר לפונקציה 120

החזרת ערכים מפונקציה..... 121

פונקציות שאינן מחזירות ערך..... 122

פונקציות מחזירות ערך 123

שימוש בערך המוחזר על ידי פונקציה 123

הצהרת הפונקציה 123

אב טיפוס של פונקציה יכול לסייע לך 125

סיכום..... 125

תרגילים 126

פרק 10: שינוי ערכי פרמטרים..... 127

מדוע בדרך כלל לא ניתן לשנות את ערכי הפרמטרים בתוך הפונקציה? 128

למה פונקציות בשפת C++ אינן יכולות לשנות בדרך כלל את ערכי הפרמטרים..... 129

שינוי ערכי הפרמטרים 130

שינוי ערכי הפרמטרים בתוך הפונקציה..... 132

דוגמה נוספת..... 132

הבנת פעולת המהדר בעזרת תדפיס של שפת אסמבלי..... 134

סיכום..... 134

תרגילים 135

פרק 11: יתרונות ספריית ההרצה (RUN-TIME LIBRARY)..... 136

השימוש בפונקציות ספריה 137

כיצד להבין את פונקציות הספריה..... 138

פונקציות API 139

סיכום..... 139

תרגילים 140

פרק 12: משתנים מקומיים וטווח הכרתם..... 141

הגדרת משתנה מקומי..... 142

בעיית התנגשות של שמות משתנים 142

המשתנה המקומי..... 143

הגדרת משתנה גלובלי..... 143

בעיית משתנה גלובלי ומשתנה מקומי בעלי שם זהה 145

המשתנה הגלובלי..... 146

טווח ההכרה - Variable's Scope..... 146

סיכום..... 146

תרגילים 147

פרק 13: העמסת פונקציות 149

מהי העמסת פונקציות 150
מתי להשתמש בהעמסת פונקציות? 151
העמסת פונקציות משפרת את קריאות התוכנית 152
סיכום 152
תרגילים 152

פרק 14: המשתנה המיוחס בשפת C++ 153

משתנה מיוחס 154
הגדרת משתנה מיוחס בתוכנית 155
העברת פרמטרים לפי ייחוס 155
שימוש בהערות לציון שימוש בהעברה לפי ייחוס 156
דוגמה נוספת 156
כללי העברת פרמטרים לפי ייחוס 157
שימוש במשתני ייחוס לשינוי פרמטרים של פונקציות 157
סיכום 158
תרגילים 158

פרק 15: קביעת ערכי ברירת-מחדל לפרמטרים 160

הגדרת ערכי ברירת מחדל 161
השמטת ערכי פרמטרים 162
הגדרת ערכי ברירת מחדל לפרמטרים 162
סיכום 162
תרגילים 163

חלק 3: אחסון מידע במערכים ובמבני רשומה . 165

פרק 16: מערכים 167

הגדרה של משתנה מטיפוס מערך 168
מערכים מאחסנים ערכים רבים מאותו סוג 168
גישה לאיברי המערך 168
שימוש בערך אינדקס כדי לגשת לאיברי המערך 170
משתנה אינדקס 170
קביעת ערכי המערך במשפט ההגדרה 171
העברת מערכים לפונקציות 172
סיכום 173
תרגילים 174

פרק 17: מחרוזות תווים 175

הגדרת מחרוזת בתוכנית 176
הצבה אוטומטית של NULL למחרוזות בשפת C++ 177
התו המיוחד NULL 178

ההבדל בין 'A' לבין "A" 179
אתחול המחרוזת 179
העברת מחרוזות לפונקציות 180
ניצול העובדה שערך קוד ASCII של התו NULL הוא 0 181
פונקציות מחרוזת של ספריית ההרצה הסטנדרטית 182
יש לציית לכללים ונהלים 182
סיכום 183
תרגילים 183

פרק 18: מבני רשומות 184
הגדרת מבנה רשומה 185
שדות הרשומה 186
הגדרת משתנה הרשומה 187
מבנה הרשומה והפונקציות 187
פונקציות שמשנות ערכי שדות ברשומה 188
שימוש במצביעים לרשומה 190
סיכום 190
תרגילים 190

פרק 19: איגודים 192
אחסון מבנה האיגוד 193
איגוד מאחסן ערך של שדה אחד בלבד בכל זמן נתון 194
האיגוד האנונימי 195
איגודים אנונימיים חוסכים מקום בזיכרון 196
סיכום 196
תרגילים 197

פרק 20: מצביעים 198
מצביע למחרוזת תווים 199
דוגמה נוספת 200
קידום מצביע למחרוזת תווים 201
צמצום משפטים עודפים 201
סריקת מחרוזת תווים 202
הפעלת מצביעים במערכים מטיפוסים שונים 203
מתמטיקה של מצביעים 204
סיכום 204
תרגילים 205

חלק 4: המחלקות של C++ 207

פרק 21: המחלקות: תחילת הדרך 209
העצם ותכנות מונחה עצמים 210
מהם עצמים (אובייקטים)? 212
הגדרת פונקציית מחלקה מחוץ להגדרת מחלקה 212

שיטות (פונקציות) המחלקה 214
דוגמה נוספת 215
סיכום 216
תרגילים 216

פרק 22: החלק הפרטי והחלק הציבורי 217

הסתרת מידע 218
אלמנטים פרטיים ואלמנטים ציבוריים 220
אלמנטים פרטיים ואלמנטים ציבוריים 220
פונקציות ממשק 223
איברי המחלקה ואופרטור טווח ההכרה הכללי 223
נצל את אופרטור טווח ההכרה לפתרון התנגשות איברי המחלקה 224
הגדרת פונקציות פרטיות במחלקה 224
סיכום 224
תרגילים 225

פרק 23: פונקציות בנייה ופונקציות פירוק 226

יצירת פונקציית בנייה 227
פונקציית בנייה, מה היא? 229
ערכי מחדל של פרמטרים בפונקציית בנייה 229
העמסה של פונקציות בנייה 230
יצירת פונקציית פירוק 232
פונקציית פירוק מה היא? 234
סיכום 234
תרגילים 235

פרק 24: העמסת אופרטורים 237

העמסת האופרטורים פלוס ומינוס 238
דוגמה נוספת 243
אופרטורים שאינם ניתנים להעמסה 245
העמסת אופרטורים אונאריים 245
העמסת אופרטורים באמצעות פונקציות מטיפוס friend 246
העמסת האופרטור [] 248
סיכום 249
תרגילים 250

פרק 25: פונקציות סטטיות ומשתני מחלקה 251

שיתוף משתני המחלקה 252
שיתוף משתנים של המחלקה 254
השימוש במשתנים ציבוריים סטטיים טרם יצירתו של עצם המחלקה 254
פונקציות מחלקה סטטיות 255
שימוש בשיטות מחלקה (פונקציות) ישירות בתוכנית 256
סיכום 256
תרגילים 257

חלק 5: הורשה ותבניות 259

פרק 26: הורשה 261

הורשה פשוטה 262
ההורשה מה היא? 265
דוגמה נוספת..... 265
האלמנטים המוגנים..... 268
אלמנטים מוגנים מספקים נגישות וביטחון 268
פתרון להתנגשות שמות אלמנטים במחלקה..... 269
סיכום..... 269
תרגילים 270

פרק 27: הורשה מרובה 272

דוגמה להורשה מרובה 273
בניית הורשה משורשרת..... 276
גזירת מחלקה חדשה באמצעות הרשאת private 277
סוגי הרשאה והיתרי גישה..... 280
גזירה באמצעות public..... 280
גזירה באמצעות private 281
גזירה באמצעות protected 282
סיכום סוגי הרשאה והיתרי גישה..... 282
תכנון עץ הורשה 283
סיכום..... 283
תרגילים 284

פרק 28: אלמנטים פרטיים ואלמנטים חברים..... 285

הגדרת מחלקה חברה..... 286
מה הן מחלקות חברות?..... 288
השוני בין אלמנטים מוגנים למחלקות חברות 288
הגבלת הגישה של מחלקות חברות..... 288
מה הן פונקציות חברות?..... 289
מזהה מחלקה 291
סיכום..... 292
תרגילים 292

פרק 29: תבניות פונקציה..... 294

הגדרה של תבנית פונקציה פשוטה 295
השימוש בתבנית הפונקציה..... 296
תבניות המטפלות במספר טיפוסים 296
תבניות וטיפוסים מרובים..... 297
סיכום..... 298
תרגילים 299

פרק 30: תבניות מחלקה 300
הגדרה של תבנית מחלקה 301
תבניות מחלקה 303
הצהרה על עצמים בעזרת תבניות מחלקה 307
בניית רשימה מקושרת באמצעות Templates 308
סיכום 310
תרגילים 311

חלק 6: נושאים מתקדמים ב- C++ 313

פרק 31: מאגר הזיכרון החופשי 315
האופרטור new 316
חשיבות ההקצאה הדינמית של זיכרון 316
כאשר אופרטור new נכשל הוא מחזיר NULL 317
מאגר הזיכרון החופשי, מה הוא? 319
שחרור שטח זיכרון שאינו דרוש עוד 319
דוגמה נוספת 320
סיכום 321
תרגילים 322

פרק 32: פעולות במאגר הזיכרון החופשי 323
יצירה של מנהל מאגר הזיכרון החופשי 324
יצירת אופרטורים new ו-delete פרטיים 325
סיכום 328
תרגילים 328

פרק 33: ניצול מירבי של CIN ו-COUT 330
קובץ הכותר iostream.h 331
השימוש ב-cout 331
תווי מילוי 332
הצגת מספר הספרות של משתנה float 333
קלט ופלט של תווים בודדים 333
קליטה של תווים בודדים מהמקלדת 334
קליטת רצף תווים מהמקלדת 335
סיכום 336
תרגילים 337

פרק 34: פעולות קלט/פלט בקבצים 338
ערוץ פלט לקובץ 339
ערוץ קלט לקובץ 340
קריאה של שורה מתוך קובץ 341
בדיקת ציון סוף הקובץ 341
בדיקת שגיאה בפעולות קלט/פלט בקבצים 343
סגירת קובץ 344

בחירת צורת הפתיחה של הקובץ 344
פעולות קריאה וכתיבה 345
סיכום 347
תרגילים 348

פרק 35: פונקציות משולבות וקוד אסמבלי בתוכנית 349

פונקציות משולבות 350
המילה השמורה inline 351
פונקציה משולבת, מה היא? 352
פונקציות משולבות במחלקה 352
שילוב קוד אסמבלי בתוכנית 353
סיכום 354
תרגילים 355

פרק 36: ארגומנטים של שורת הפקודה 356

הגישה ל-argc ו-argv 357
הגישה לארגומנטים שבשורת הפקודה 359
התקדמות בלולאה עד ש-argv יהיה NULL 359
argv כמצביע 360
שימוש בארגומנטים של שורת הפקודה 360
גישה למשתני הסביבה של מערכת ההפעלה 361
גישה למשתני הסביבה 362
סיכום 362
תרגילים 363

פרק 37: שימוש בקבועים ובהוראות מאקרו 364

השימוש בקבועי שמות 365
הבנת הגדרות קדם-המעבד 366
יצירת קבועי שמות בעזרת #define 367
קבועי שמות מקלים על הכנסת שינויים בתוכנית 367
החלפת משוואות בהוראות מאקרו 369
ההבדל בין מאקרו לפונקציה 370
השימוש בהוראת מאקרו גמיש ביותר 371
סיכום 371
תרגילים 372

פרק 38: פולימורפיזם 374

מהו פולימורפיזם 375
יצירת עצם phone פולימורפי 378
עצמים פולימורפיים יכולים לשנות את צורתם בזמן ריצת התוכנית 380
פונקציות וירטואליות טהורות 381
מתי להשתמש בפולימורפיזם 381
סיכום 383
תרגילים 383

פרק 39: ניצול מצבים חריגים של C++ לטיפול בשגיאות..... 385
ייצוג מצבים חריגים כמחלקות..... 386
כיצד מורים ל-C++ לתפוס מצבים חריגים (משפטי try ו-catch)..... 386
כיצד לעורר מצב חריג (משפט throw?)..... 387
פעולת מנגנון המצבים החריגים..... 388
הגדרת פונקציה לטיפול במצב חריג (exception handler)..... 388
הגדרת פונקציה לטיפול במצבים חריגים..... 389
שימוש במשתני מחלקת מצב חריג..... 390
טיפול במצבים חריגים בלתי-צפויים..... 391
פונקציה לטיפול במצבים חריגים בלתי-צפויים..... 392
קביעת המצבים החריגים אשר מותר לפונקציה לעורר..... 393
מצבים חריגים של מחלקות..... 393
פולימורפיזם ומנגנון ה-Exception Handling..... 394
מצבים חריגים בתוך הבנאי..... 397
סיכום..... 398
תרגילים..... 399

פרק 40: ספריית תבניות סטנדרטיות STL..... 400
עקרונות הספריה STL..... 400
מכולות ב-STL..... 402
איטרטורים..... 403
שימוש באלגוריתמים ואיטרטורים..... 404
תווית של איטרטור..... 405
אלגוריתמים..... 409
מתאמים (Adaptors)..... 410
אובייקטי פונקציות (Function Objects)..... 411
סיכום..... 412
מקורות..... 412

פרק 41: יצירת פרויקט..... 413
מהי פונקציית ספריה?..... 413
יצירת תוכנית ממספר קבצי מקור..... 414
מהו פרויקט?..... 415
כיצד נבנה פרויקט..... 415
תוכנית דוגמה לפרויקט..... 418

פרק 42: הרצת תוכנית ב-Visual C++..... 422
תיאור תהליך הרצת תוכנית חדשה ב-Visual C++..... 422
תיאור תהליך הרצת תוכנית קיימת ב-Visual C++..... 425

נספח: מילון מונחים לעובר מ-C ל- C++ 429
מ-B ל-C ומ-C ל-C++ 429
מערכות קלט/פלט מבוססות מחלקה 430
ערוצים מובנים ב-C++ 430
ערוצים חלופיים ב-C++ 431
קריאה לפי שם, או על ידי ייחוס 431
הגדרות משתנים ב-C++ 431
כתיבת הערות בתוכנית 432
מילים שמורות 433
מפתח סימנים מיוחדים 437
רשימת טבלאות 438

אינדקס עברי 439
אינדקס לועזי (התחלה בסוף הספר) 453

כמה מילים על אבי בוץ

אבי בוץ הינו מומחה לפיתוח מערכות ובסיסי נתונים בסביבת Windows ו-Linux. מזה 10 שנים הוא עוסק בתכנות ובפיתוח תוכנה בשפות C/C++ ו-Visual Basic.

אבי הינו מרצה בכיר במכללת סיון ובמכללות מחשבים מובילות בארץ. אבי הקים את אתר האינטרנט **WWW.C4MATCH.COM**.

דואר אלקטרוני של אבי בוץ : aviboots@netvision.net.il

הקדמה

במה שונה ספר זה מספרים אחרים בנושא?

הספר ***C++ בקלות*** מתחיל **מהבסיס**, משלב קליטת נתונים מהמקלדת, הצגתם על המסך **ועד לנושאים מתקדמים העוסקים בתכנות מונחה עצמים**. המחבר עושה זאת בשיטת **ראה-ועשה**. הוא מסביר ומדגים, ושוב מסביר ושוב מדגים – כך, עד שתרכוש יכולת עבודה עצמית.

בספר תמצא עשרות דוגמאות לבניית תוכניות בשפת ++C, תרגילים ופתרונות, אשר יאפשרו לך "לחקות" אותם בעת תרגול, ולבסוף - גם לשפר, להרחיב ולשלב אותם ביישומים שתכתוב. הם ישמשו לך **ערכת כלים** לבניית יישומים של ממש.

זוהי **מהדורה שלישית** של הספר, אשר כוללת עדכונים, תיקונים ותוספות, כמתבקש בסביבת המחשוב הדינמית והמתעדכנת.

מבין החידושים של הספר:

- ספריית תבניות סטנדרטיות - STL (פרק 40): מהי וכיצד אפשר להשתמש בה.
- יצירת פרויקט (פרק 41): בניית קוד תוכנית או יישום ב-++C קרויה "יצירת פרויקט". בפרק זה תלמד מהו מרכיביו של פרויקט וכיצד לערוך אותו ולהביאו למצב של יישום בר-ביצוע.
- הרצת תוכנית חדשה/קיימת ב-++Visual C (פרק 42): במקרים רבים הצעד הבא בתכנות או בפיתוח מערכות תוכנה הינו מעבר לעולם ה"וויזואלי" של ++C הקרוי ++Visual C. בפרק זה תלמד איך להריץ תוכנית ++C שכתבת בעבר או שאתה כותב כעת.
- שיפורים ותיקונים להסברים ולתוכניות, כפי שמצאנו, או כפי שהעירו לנו קוראינו הנאמנים. תודתנו לכולם.

למי מיועד הספר?

הספר ***C++ בקלות*** מיועד למי **שמתחיל את צעדיו הראשונים בתכנות**, וגם **למי שיש לו רקע ומעט ניסיון בתכנות ורוצה לעבור לשפת ++C.** גם אם אתה מבין מהם משתנים, לולאות ופונקציות, תמצא תועלת בספר זה. תוכל לעבור במהירות על הפרקים הראשונים ותמצא בו נושאים חדשים המיוחדים לשפת ++C. אם אתה יודע

תכנות, אך **תכנות מונחה עצמים - Object Oriented Programming** (**OOP**) לא מוכר לך עדיין - אל דאגה. הספר ***C++ בקלות*** מניח שאין לך רקע קודם בתכנות מונחה עצמים, ועל כן הוא מנחה אותך בשבילו של עולם מופלא ומתקדם זה.

אם אתה מתחיל, מהתחלה... ובכן, זה יהיה מהנה אפילו. C++ היא אכן שפה נפלאה ומורכבת, אך גם העושים את צעדיהם הראשונים בעולם התכנות יוכלו להתמודד איתה בעזרת ספר זה. **הספר שבידך יתן לך יסודות מוצקים בתכנות ברמה הגבוהה ביותר.** תלמד כיצד לתכנת בצורה נכונה, אך, תצטרך לעבוד **לאט**: יהיה עליך לקרוא **בעיון** כל פיסקה ולהריץ כל דוגמה, **לפתור** בעצמך את התרגילים ואחר כך להשוות לפתרון שהספר נותן לך. בסיומו של הספר תדע תכנות, וגם תדע לתכנת יישומים כרצונך. ואז... עבור לשלב הבא בעזרת מיגוון הספרים ש**הוצאת הוד-עמי** מציעה לך.

כיצד להשתמש בספר?

ספר לימוד קוראים מהתחלה. זה נכון, אבל יש עוד מספר דרכים לקריאת ספר זה. לספר יש תוכן עניינים מקוצר, תוכן מפורט מאוד, וגם אינדקס עברי/לועזי. תוכן העניינים המפורט מאפשר לך למצוא במקרים רבים את מבוקשך, ואם לא - יש אינדקס שיביא אותך בדיוק לנושא שחיפשת. לאחר שתעבור ותלמד את הנושאים השונים שבספר, תוכל להניח את הספר בצד ולהיעזר בו מעת לעת לפי הצורך.

מומלץ להקדיש זמן לדפדוף בספר, כדי להכיר אותו בצורה כללית ולהתרשם מיכולות השפה שאותה הינך עומד ללמוד וליישם. כך תדע לאן לפנות כשתיתקל בקושי כלשהו.

מה בספר?

C++ בקלות מחולק לשישה חלקים, בהתאם לשלבי הלימוד של שפת C++. כל חלק עוסק במכלול נושאים המהווים יחידת לימוד אחת:

- **חלק 1** מניח את היסודות לתכנות בשפת C++: משתנים, קלט ופלט בסיסי, משפטי התנייה (if) עם אופרטורים יחסיים ולוגיים, וגם לולאות.
- **חלק 2** עוסק בבניית תוכניות ושימוש בפונקציות, ובכלל זה העברת פרמטרים, שימוש בספריית ההרצה (run-time library), טווח ההכרה של משתנים (variable scope), העמסת פונקציות (overloading functions), משתני ייחוס (C++ references) ודרכים לקביעת ערכי ברירת מחדל לפרמטרים (default parameter values).
- **חלק 3** מציג דרכים לאחסנת נתונים במערכים (arrays) ובמבנים (structures). בחלק זה נלמד גם על עבודה במחרוזות תווים (character strings), על שימוש באיגודים (unions) ועל מצביעים (pointers).
- **חלק 4** מוקדש ללימוד נושא מרכזי בתכנות מונחה עצמים - המחלקות (classes). נלמד גם על נתונים פרטיים (private) וציבוריים (public), על פונקציות בנייה (constructor functions) ופונקציות פירוק (destructor functions). פרק אחד

מוקדש להעמסת אופרטורים (operator overloading) ופרק נוסף – לפונקציות סטטיות (static functions) ומשתני מחלקה (data members).

- **חלק 5** ממשיך בלימוד תכנות מונחה עצמים ומציג את ההורשה (inheritance) הרגילה וההורשה המרובה, אלמנטים פרטיים וחברים (private members and friends) ואת השימוש בתבניות פונקציה (function templates) ובתבניות מחלקות (class templates).
- **חלק 6** ממשיך בנושאים מתקדמים של ++C ועוסק בניהול משאבי הזיכרון החופשי (free store), פעולות קלט/פלט בקבצים, ייעול cin ו-cout, שילוב שגרות אסמבלי בתוכניות ++C, ארגומנטים של שורת פקודה, קבועים ומקרוס, פולימורפיזם (polymorphism) וניהול חריגים (exceptions). בנוסף, על STL, יצירת פרויקט וקצת על Visual C++.

תרגילים לחזרה: בסוף כל פרק תמצא תרגילים אשר עוסקים בנושאים שבהם דן הפרק. פתור אותם בעצמך תחילה, ורק אחר כך קרא מתוך התקליטור את הפתרון המוצע. פתרון זה אינו היחיד וגם אינו בהכרח האופטימלי, או האלגנטי ביותר, אך תוכל בהחלט להשתמש בו כבנקודת התייחסות בלימודיך.

שים ♥!

חשוב! הספר נכתב לצורך לימוד עבודה במהדר בורלנד מתקדם. התרגילים והפתרונות הורצו בגירסה 4 ומעלה של מהדר **Borland C++**. תוכל להריץ אותם גם במהדר אחר, או במהדר TCLite (גירסה קלה של מהדר Borland) שנמצא בתקליטור המצורף. את רוב התוכניות והתרגילים ניתן להריץ במהדר TCLite. **החומר שבפרק 39** מחייב מהדר מגירסה 4.5 ומעלה של בורלנד, או גרסת מהדר אחר ברמה זהה לפחות, או Visual C++.

בספר זה תמצא כלים שונים שבהם אנו משתמשים לעזר במהלך הלימוד:

הערה

הערה הקשורה בנושא המדובר.

שים ♥!

הדגשת עניין בעל חשיבות מיוחדת או אזהרה.

מודגש: טקסט מודגש בעת הופעת מושג בפעם הראשונה ו/או כדי להבליטו בפיסקה.

במסגרת עם הצללה, הסבר נוסף, **בעברית פשוטה** או במילים אחרות, על מושג או נושא שבו דנים בפרק.

תוכנת TCLite בתקליטור המצורף

לנוחותך תמצא בתקליטור מהדר TCLite של בורלנד, באדיבות חברת Borland. באמצעות מהדר זה תוכל להדר את רוב התוכניות. להידור התוכניות המורכבות של C++ תזדקק למהדר שלם של השפה.

מהדר TCLite הוא גירסה קלה של מהדר Borland C++, אשר עוצב על ידי חברת בורלנד, כדי לאפשר תרגול של תוכניות C++.

רוב התוכניות הורצו במהדר זה, אך לא כולן (יש תוכניות שזקוקות למהדר מתקדם יותר). על כן, אם יש קושי בהרצה של תרגילים כלשהם, ראוי שתריץ אותם לבדיקה במהדר שלם.

הוראות ההתקנה וההפעלה המלאות נמצאות בתקליטור
בקובץ Software\tclite\install.doc

אם מותקן כבר מהדר Borland במחשב, אל תתקין את TCLite
אלא רק העתק את התוכניות מהתקליטור.

התיקיה software\tclite\

תוכנת **TCLite** (Turbo C Lite), מהדר לשפת C\C++ של חברת Borland International, אשר מיועד למחשבי IBM PC ותואמים. זהו מהדר מהיר מאוד המסוגל, לפי דיווחי החברה, להדר מעל 7,000 שורות בדקה.

התוכנה כוללת:

- מהדר (compiler).
- עורך (editor) המשמש לכתיבת ותיקון התוכניות.
- מערכת תפריטים נוחה, לבחירת האופציות השונות במערכת.
- מקשר (linker).
- מערכת איתור שגיאות בהידור.
- מערכת לבניית תוכניות מקבצי מקור רבים.

הודעה

רשיון השימוש לתוכנה מוגבל להדגמה בלבד. התוכנה משווקת כמו שהיא („**as is**"), ללא אחריות לתוצאות העלולות להיגרם מהשימוש ו/או אי השימוש בתוכנה מכל סיבה שהיא, וכן להפסד כספי, זמן, רכוש ו/או כל הפסד אחר שייגרם, אם ייגרם.

התקנת התוכנה

ההתקנה וההפעלה פשוטים. עקוב אחר הסעיפים הבאים. ניתן להתקין תחת Windows אך להפעיל, רצוי וצריך תחת **DOS**.

ההתקנה תבוצע בסביבת העבודה DOS, ולצורך ההסבר נתייחס לכונן C: (אותן פעולות תעבודנה גם על כל כונן אחר).

>>אם אתה נמצא ב-Windows - כבה והפעל את המחשב במצב DOS<<

>>בחלון כיבוי המחשב סמן את האפשרות
>>Restart the computer in MS-DOS mode?

1. יש לעבור לתיקיית השורש על ידי הפקודה: \ cd (קיצור של change directory), ולהגיע למצב זה: C:\>_.

2. במקרה וזה איננו ניסיון התקנה ראשון - יש למחוק את התיקיה TCLITE, שבתוכה תותקן התוכנה. עשה זאת על ידי הפקודה: deltree tclite, ואז תראה על המסך את המשפט הבא: C:\>deltree tclite. לבסוף, הקש <Enter>.

   אם התיקיה לא קיימת, הסמן יעבור מיידית לשורה חדשה וימתין להוראה. אם התיקיה קיימת, תופיע השאלה הזו:

   Delete directory "tclite" and all its subdirectories? [yn] _

   כלומר, "האם אתה בטוח שאתה רוצה לבטל תיקיה זו?" הקש על המקש<Y> ואחר כך על <Enter>. המחשב ידווח: Deleting tclite...

3. עתה יהיה עליך לעבור לכונן המתאים של התקליטור (למשל X:). המעבר ל- X: - על ידי הפקודה: x: (ואז על המסך יהיה כתוב: C:\>x:). לאחר הקשת <Enter> הסמן המהבהב יופיע אחרי X:\>_.

4. עכשיו הכל מוכן לביצוע ההתקנה. כתוב את הפקודה: **install c:**X:\> (שפירושה, התקנה לתוך כונן C:). שים לב: **אל תשכח** לכתוב c:, כלומר לאן יש לבצע את ההתקנה. המחשב ידווח על התקנת התוכנה TCLITE. משך זמן ההתקנה תלוי במהירות המחשב שלך, ויכול להימשך גם מעל 2 דקות. בדרך כלל ההתקנה מהירה יותר.

5. במקרה של תקלה (תקיעת המערכת) יש לבטל את ההתקנה על ידי <Ctrl>+<C>. במקרה זה המחשב ישאל: Terminate batch job (Y/N)?; כלומר, האם לסיים את העבודה. יהיה עליך להקיש <Y> ו- <Enter>, ואז, בהנחה שיש די זיכרון בדיסק הקשיח, לחזור על שלבים 2-4.

6. לאחר סיום ההתקנה שים את התקליטור בצד ושמור אותו כגיבוי. הפעלת התוכנית והרצת התוכניות נעשית מתוך הדיסק הקשיח.

הפעלת התוכנה

1. יש לחזור מכונן :X לכונן :C, ולהימצא בתיקיית השורש של כונן C.
2. הכניסה ל- C++ - על ידי הפקודה **c**<:\C המפעילה את קובץ ההפעלה C.BAT. כתוצאה, מקבלים את סביבת העבודה של Turbo C/C++, ובתוכה חלון פתוח בצבע כחול, ששמו: **NONAME00.CPP** (רק בפעם הראשונה שנכנסים לתוכנה). אם הקובץ c.bat לא הועתק לכונן C שלך, העתק אותו ידנית או צור קובץ אצווה חדש. קובץ ההפעלה של התוכנה נמצא ב-tclite\bin\tc.exe.
3. כדאי לסגור את החלון **NONAME00.CPP** על ידי צמד המקשים <Alt>+<F3> ואז מקבלים חלון אפור ריק, שבראשו רשימת תפריטים על רקע לבן. כרגע אתה מוכן להתחיל לעבוד בעזרת התוכניות שבספר.

***שימו לב**: ברירת המחדל של המהדר היא לקרוא ולשמור קבצים עם סיומת C או CPP. בחר c.* או cpp.* בהתאם לקבצים (שפת C או שפת C++).*

הרצת תוכניות

העתק את התיקיה של התוכניות לפי ההוראות בהמשך.

1. כדי לקבל תוכנית - יש להקיש <F3>. הקשה זו פותחת "חלון שיחה", שכותרתו הראשית: Load a File ("טען קובץ") וכותרת משנה ראשונה הינה: Name ואחריה, בתוך שורה כחולה עם הדגשה ירוקה כתוב: CPP.* (אם אתה מריץ תוכניות C - הקש Backspace פעמיים כדי שיישאר רק c.*. אם אינך רואה דבר הקלד c.*, ולאחר מכן הקש <Enter>).
2. תעבור לחלון פנימי שכותרתו Files ("קבצים"), ותראה על רקע בצבע תכלת 2 טורים של שמות קבצים. באופן כללי, מקשי החיצים מאפשרים לעבור עם ה"סמן", שצבעו ירוק בהיר, על כל הקבצים.
3. בחר את התיקיה הרצויה ואת הקובץ הרצוי. הקשה על <Enter> תכניס אותך לתוכנית. כדי לבחור תיקיה אחרת הקש על \.. שמופיע בסוף הרשימה של התוכניות.
4. הקשת <Enter> על שם קובץ תפתח חלון כחול, שכותרתו במרכז הינה: "שם הקובץ", ובתוך החלון יופיע הטקסט של תוכנית זו (או של קובץ זה).
5. כדי להריץ את התוכנית עליך להקיש על צמד המקשים: <Ctrl>+<F9>. המחשב יתרגם את התוכנית לשפת מכונה ויבצע אותה. כדי לראות את פלט התוכנית הקש <Alt>+<F5>. יש להקיש על מקש כלשהו כדי לחזור לחלון התוכנית.
6. המשך ההרצה של תוכניות נוספות מומלץ באופן הבא: לסגור תחילה את חלון התוכנית הנוכחית על ידי צמד המקשים <Alt>+<F3>. אחר כך ניתן לחזור על השלבים 1 עד 5, כאשר בשלב 3 אפשר לבחור תוכנית אחרת.

הערה:

בכל שלב בסעיפי הרצת התוכניות אפשר לבטל שלב כלשהו ולחזור לשלב הקודם על ידי המקש <Esc>.

הערה חשובה!!!

אם המחשב שלכם מחובר לרשת, המלצתנו היא - להקיש F5 בזמן אתחול המערכת כדי לדלג על ביצוע הקבצים autoexec.bat ו-config.sys. אם לא תעשו כך, ייתכן שבתוכניות תראו תווים לא מובנים במקום עברית.

קוד המקור בתקליטור המצורף

בכל אחד משמשת חלקי הספר תמצא עשרות תוכניות בשפת C++. ביניהן תוכניות קטנות ופשוטות ומהן תוכניות ארוכות ומורכבות. אנו מציעים לך ללמוד אותן, וחשוב לא פחות - להריץ אותן במחשב. כדי למנוע ממך את הטרחה, הטעויות ובזבוז הזמן הכרוכים בהבאתן למצב ריצה, התוכניות מצורפות בתקליטור.

התוכניות הורצו ונבדקו, אך ייתכן שתמצא טעות כלשהי בספר או בתוכניות שבתקליטור. אנו מבקשים ממך לבדוק את הנושא בעצמך, כחלק מתהליך הלימוד שלך. נודה לך אם תודיע לנו על השגיאה, אם ישנה, כדי שנוכל לתקן בהדפסת המהדורה הבאה.

בתקליטור תמצא גם את קובץ הפתרונות לתרגילים שבסוף כל פרק (אין פתרונות לכל התרגילים). אנו ממליצים שתפתור את התרגילים בעצמך, טרם שתפנה לפתרון המוצע. זאת ועוד: הפתרון המוצע אינו בהכרח הפתרון היחיד, או הטוב ביותר!

בתיקיה **books\59253** תמצא את קבצי התוכניות בשתי תיקיות:

RESCUED - התוכניות שכלולות בספר.

PITRONOT - הפתרונות לכל התרגילים שבסוף כל פרק.

התיקיה RESCUED

תיקיה זו כוללת 7 תת-תיקיות שבהן תמצא את רוב התוכניות המוצגות בספר. תיקיה זו מחולקת לשבע תת-תיקיות (SEC) המסומנות לפי חלקי הספר (1 עד 6):

SEC1 , SEC2 , SEC3 , SEC4 , SEC5 , SEC6A , SEC6B

(תוכניות חלק 6 נמצאות בשתי תת-תיקיות: לפרקים 31-35 ו- 36-39 בהתאמה).

תוכל לקרוא את הקבצים לעורך C++ של TCLite או לעורך אחר, כרצונך. התוכניות כתובות בקוד מקור של C++, כך שתוכל לערוך בהן שינויים כרצונך ולהריץ אותן לתרגול. כמה מהן תוכלנה לשרת אותך במסגרת עבודתך.

שמות הקבצים הינם כפי שתמצא במהלך ההסברים והדוגמאות בספר. קבצי C++ נושאים את הסיומת cpp. כמו למשל: first.cpp.

התיקיה PITRONOT

תיקיה זו כוללת את הפתרונות לתרגילים שבכל פרק. כל תוכנית נמצאת בקובץ נפרד, לפי הסימון הבא:

EXnn_xx.CPP

כאשר: nn - מייצג מספר דו-ספרתי של מספר הפרק המתאים.
xx - מייצג מספר סידורי של התרגיל באותו פרק.

לדוגמה:

EX34_2.CPP

פירושו: פתרון לתרגיל 2 שבפרק 34.

העתקת קבצי קוד המקור לדיסק הקשיח

כדי להעתיק את תכולת התיקיה books\59253:

1. לחץ על לחצן התחל, תוכניות, סייר Windows.
2. לחץ על כונן התקליטורים וסמן את התיקיה 59253 שבתיקיה books.
3. גרור אותה לתיקיה Tclite או לתיקיית השורש C.

מכיון שמקור הקבצים הוא התקליטור, הם מסומנים ל**קריאה בלבד**. יש לשנות מאפיין זה כך:

1. בסייר Windows היכנס לתיקיה בדיסק שבה נמצאים הקבצים שהעתקת (c:\tclite\59253 או אחרת).
2. סמן את כולם על ידי Ctrl+A.
3. הצב את סמן העכבר מעל האזור המסומן ולחץ לחיצה ימנית בעכבר.
4. מהתפריט המקוצר בחר **מאפיינים**.
5. בטל את הסימון בתיבה **קריאה בלבד** (דאג שהיא תהיה ריקה).
6. לחץ על **החל**, לחץ **אישור**.

בדוק האם השתנה המאפיין על ידי סימון הקובץ: לחיצה ימנית ובחירה ב**מאפיינים** בתפריט המקוצר. שים לב שהתיבה של **קריאה בלבד** תהיה ריקה.

התוכניות והפתרונות המצורפים הורצו ונבדקו. עשינו את מירב המאמצים כדי לבדוק את תקינות פעולתן, ולא נותר לנו אלא לאחל לך תרגול מהנה ומועיל.

שים לב, שאם אתה עובד במהדר TCLite - הכל מתבצע בסביבת המהדר. לא יוצרים קובץ EXE ולא יוצאים ל-DOS כדי להריץ אותו. הספר נכתב לשימוש במהדר רגיל ולכן יש לשים לב לשינויים כאשר עובדים ב-TCLite.