

מבוא לתוכנה משובצת מחשב ויישומים

Introduction to Embedded Software and Applications

שעות שבועיות: 4 שעות שבועיות (3 שעות הרצאה + 1 שעה תרגול - מעבדה)

נקודות זכות: 3.5

סטודנטים: קורס זה הינו קורס בחירה המיועד לסטודנטים של שנה ב' (ומעלה) במחלקה למדעי המחשב (מדעים).

תנאי קדם:

- 60069 – מבוא למערכות מחשב
- 61108 – סדנה מתקדמת בתכנות

תיאור הקורס:

מערכות משובצות מחשב (ממ"מ), המבוססות על שימוש בטכנולוגיות דיגיטליות מודרניות, מנהלות כיום יישומים במגוון רחב של תחומים המשלבים מערכות תקשורת, בקרה תעשייתית, מכשירים חשמליים, מערכות תחבורה אוטונומיות, ועוד.

התוכנה המשובצת וארכיטקטורת החומרה הם שני המרכיבים האינטגרליים והבלתי נפרדים העומדים בבסיס היצירה של ממ"מ.

מטרת הקורס היא להעביר את הידע הדרוש בתחום פיתוח תוכנה משובצת מחשב באמצעות הכשרה תיאורטית ומיומנויות מעשיות. הסטודנטים ילמדו לבצע תכנות יעיל וניהול משאבים חסכוני לאיסוף, עיבוד והעברת נתונים בעת אינטראקציה עם פורטים I/O (כולל היבטים של מערכות זמן אמת עבור עיבוד אותות מהעולם החיצון באמצעות פסיקות – Interrupts).

הקורס יספק לסטודנטים את הידע המערכתי הדרוש ליצירת יישומי ממ"מ שונים על ידי התוכנה המשובצת (באמצעות שימוש בשפת C/C++) תוך כדי שילוב עם היבטי אלגוריתמיקה, חומרה, ותקשורת של מערכות.

השימוש הנרחב בפלטפורמה טכנולוגית למידול אלגוריתמים והתוכנות המשובצות מחשב בסביבה הוירטואלית (כגון: TinkerCAD), בשילוב עם שימוש בכלים ומכשירים אמיתיים (HW & SW) בסביבה ריאלית, יעמוד בבסיס רכישת מיומנויות מעשיות לסטודנטים ליצירת אפליקציות משובצות שונות.

תיאור תמציתי של הטכנולוגיה והתשתיות להכשרת הסטודנטים בקורס:

הקורס מספק ידע תיאורטי וכישורים מעשיים בתחום פיתוח תוכנה משובצת מחשב באמצעות שימוש בכלים טכנולוגיים מודרניים (HW & SW).

במהלך הקורס, הסטודנטים ישתמשו במיקרו-בקר נפוץ ופופולרי (כגון הארדואינו – Arduino Uno R3) כפלטפורמה להכשרה המעשית. הסטודנטים ירכשו ידע של שימוש בתכנות ברמה נמוכה (low-level programming) עבור מיקרו-בקרים ליצירת יישומים שונים. התוכנה המשובצת תוטמע ביחידת המיקרו-בקר כדי לבצע פעולות ניטור, בקרה מוגדרת מראש (כולל סקר, טיפול בפסיקות וכו') באמצעות אינטראקציות, הן עם הסביבה, והן עם התקני מערכות משובצות אחרות או רכיבים (חיישנים, מפעילים וכו'). כמו כן, הסטודנטים יכירו וישתמשו בפלטפורמה טכנולוגית למידול אלגוריתמים והתוכנות המשובצות מחשב בסביבה וירטואלית, בשילוב עם שימוש בכלים ומכשירים אמיתיים בסביבה של עולם אמיתי, לפיתוח והטמעת התוכנה בממ"מ.

שיטת ההוראה

שיטת ההוראה מבוססת על מעבדה ישומית ופיתוח תוכנה בפועל. בסוף הקורס, יגישו הסטודנטים מסמכי תוצרי פרויקט מסכם של פיתוח תוכנה משובצת עבור יישומים שונים נבחרים בתחום הממ"מ.

ציון סופי:

הציון הסופי בקורס יחושב לפי הקריטריון הבא:

1. תרגילים מעשיים ומטלות בית – 50%.

2. פרויקט סוף קורס סמסטריאלי – 50%.

נוכחות נדרשת: 80% מהשיעורים.

<p>מבוא למערכות משובצות ופיתוח תוכנה עבור מיקרו-בקרים</p> <ul style="list-style-type: none"> - תוכנה משובצת והחלק האינטגרלי שהיא מקיימת בממ"מ. - סקירה של מערכות משובצות. - היכרות עם אבני הבניין של מערכות משובצות. - הגדרה וחקירת יחידות מיקרו-בקרים כבסיס עבור תוכנה משובצת. - תוכנה משובצת עבור אינטראקציה עם חיישנים ומפעילים (דיגיטלי ואנלוגי). - פיתוח תוכנה ראשונית בשפה נמוכנה וניתוח תהליך הבנייה, הטמעה, וניפוי שגיאות. 	<p>שבוע 1-2</p>
<p>שפת C כשפת תכנות נמוכה ומבוא לפעולות I/O דיגיטליות במערכות משובצות</p> <ul style="list-style-type: none"> - חזרה על נושאים בשפת C. - הבנת תהליך הקומפילציה והבנייה – קבלת ידע של תהליך התרגום משפות "עליות" למימוש בארכיטקטורות מחשב ספציפיות איתן נעבוד. - מבוא כללי לעקרונות I/O ופעולות עם מיקרו-בקרים לצד שימוש בתוכנה משובצת. - ניתוח יחידות שונות המשמשות כקלט/פלט בעולם המערכות המשובצות. - פיתוח תוכנה משובצת עבור תקשורת עם רכיבי I/O וסימולציה של תהליך על ערכת פיתוח. 	<p>שבוע 3-4</p>
<p>פסיקות, טיימרים ומונים</p> <ul style="list-style-type: none"> - מבוא לפסיקות והשימוש בהן במערכות משובצות. - פסיקות תוכנה וחומרה. - השוואה בין פסיקות לפעולות Polling. - שגרת טיפול בפסיקה – (Interrupt Service Routine) ISR. - מימוש ופיתוח של תוכנה משובצת באמצעות שימוש בפסיקות וביצוע סימולציה על ערכת פיתוח. - מבוא ליחידות טיימרים ומונים. - פיתוח תוכנה משובצת המבוססת על עקרונות ותכונות של פסיקות, טיימרים ומונים. 	<p>שבוע 5-6</p>
<p>פרוטוקולי תקשורת ומימושם באמצעות תוכנה משובצת מחשב</p> <ul style="list-style-type: none"> - מבוא לפרוטוקולי תקשורת סדרתיים (Serial Communication) והחלק אותו הם לוקחים במערכות משובצות. - פרוטוקולים סדרתיים ופרוטוקולים מקביליים (Serial VS Parallel). - עקרונות ותכונות של פרוטוקולי תקשורת (סינכרוני, אסינכרוני, קצב שידור, וכו'). - סקירה של פרוטוקולי תקשורת UART, SPI, I2C. - פיתוח תוכנה משובצת באמצעות פרוטוקולי תקשורת עבור אינטראקציה עם מערכות משובצות וחיישנים מהסביבה. 	<p>שבוע 7-8</p>
<p>איסוף נתונים – ניתוח אותות אנלוגיים</p> <ul style="list-style-type: none"> - מבוא לעולם האנלוגי של חיישנים, אותות, ועקרונות הפעולה שלהם. - השוואה בין אנלוגי לדיגיטלי. - התהליך בו לוקחים אות אנלוגי והופכים ומייצגים אותו כאות דיגיטלי. - פיתוח תוכנה משובצת עבור קריאה של נתונים אנלוגיים מהסביבה (טמפרטורה, מיקרופון, וכו') וייצוג נתונים אלו בצורה של מידע דיגיטלי. 	<p>שבוע 9</p>
<p>מערכות משובצות – הגדרה מערכתית מקצה לקצה וסקירה של כלים מודרניים לניהול גרסאות עבור פיתוח ממ"מ</p> <ul style="list-style-type: none"> - סקירה של תקשורת (חוטית/אל-חוטית) ורשתות סלולר, Bluetooth, Wi-Fi, וכו'. - מבוא לתכנות בענן: תוכנה משובצת עבור איסוף נתונים ועיבוד נתונים לאחר מכן באמצעות משאבי ענן. 	<p>שבוע 10-11</p>
<p>פיתוח והצגה של פרויקט הקורס</p>	<p>שבוע 12-13</p>

- Ivan Cibrario Bertolotti & Tingting Hu | Embedded Software Development: The Open-Source Approach (Embedded Systems) 1st Edition | CRC Press | December 2015.
- David Russell (Author) & Mitchell Thornton (Series Editor) | Introduction to Embedded Systems: Using ANSI C and the Arduino Development Environment (Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems) | Morgan and Claypool Publishers | July 2010.
- Philip Koopman | Better Embedded System Software | Drumnadrochit Education | January 2010.
- Manuel Jiménez, Rogelio Palomera, Isidoro Couvertier | Introduction to Embedded Systems Using Microcontrollers and the MSP430 | Springer New York, NY | 2014.
- Maya Posch | Hands-On Embedded Programming with C++17: Create versatile and robust embedded solutions for MCUs and RTOSes with modern C++ | Packt Publishing | January 2019.