

תקציר

בעבודה זו אנו מציגים גישה, הוכחת היתכנות ע"י כלי שיבוץ, וניסוי, לשיבוץ תגובתי (reactive schedule) של משימות חישוב במערכות בקרה מבוססות מחשב. שיטות שיבוץ (תזמון) אלו נדרשות בעיקר עקב השימוש ההולך וגדל של אלגוריתמי עיבוד תמונה ממוחשב במערכות זמן-אמת, המשמשים כחיישנים עבור מערכות הבקרה. המטרה בפיתוח של מערכות שיבוץ תגובתיות היא לשלב בין הגמישות והיעילות של המשבצים במערכות הפעלה למחשב האיש, ובין יכולת החיזוי (הבטיחות) שמספקים משבצים במערכות הפעלה בזמן אמת. הביטוי "תגובתי" (reactive) בעבודה זו מתייחס ליכולת של המתזמן "להגיב" לסביבה ולהתאים את מאפייני התזמון לתנאים הפיזיים (והסביבתיים) בזמן-אמת. בעבודה זו, אנו מציגים מנגנונים המאפשרים למתזמן להגיב באופן מתמיד לקלט מהסביבה ולשינויים במצב הפנימי של המערכת.

אנחנו מציגים הרחבה של גישות תזמון מבוססי אוטומטים, כמו שמומש לדוגמה ע"י הכלי RTComposer, עם התוספת של תנאי סף (guards) על המעברים של האוטומט. תוספת זו מאפשרת ממשק שבו המתזמן מגיב למידע מהסביבה החיצונית ומהבקר עצמו. אוטומטים משמשים כממשק עשיר וגמיש עבור פירוט הדרישות של משימות בקרה. הם מאפשרים לבצע שיבוץ גמיש אך מפוקח (שיבוץ תגובתי) ללא הפרה של יכולת החיזוי שמספקים משבצים בזמן-אמת. גמישות זו מאפשרת שיבוצים יעילים ע"י כך שהמשבץ משבץ משאבי חישוב גדולים רק בתנאים (לדוגמה תנאי סביבה) שבהם הם באמת נדרשים. המשאבים שנחסכו (זמני מעבד לרוב) ע"י תזמון תגובתי יכולים לשמש עבור משימות משניות, או עבור הפחתה של של העלות הכללית של המערכת, כלומר הפחתת דרישות המשאבים.

התרומות העיקריות של עבודה זו ביחס לעבודות הקודמות של RTComposer ושל GameComposer הן: (1) אנחנו פיתחנו שיטות ליצירת רכיבי בקרה מבוססי-סביבה (environment depended), אשר משתמשים במסנן קלמן (Kalman filter) או במסנן משלים (complementary filter), ומנצלים נתונים חיוניים המתקבלים (כתוצר משני) של מסננים אלו בכדי להנחות את המשבץ. (2) בכדי לאמת את הגישה הנ"ל ערכנו ניסויי של דוגמא מהעולם האמיתי וגם יצרנו הדמיה (סימולציה) ממוחשבת.

משימת הבקרה ששימשה אותנו בביצוע הניסויים היא פיתוח של בקר ממוחשב אשר מייצב רחפן ממול חלון, המשתמש במצלמה כדי להתמצות ולזהות את החלון. בעזרת הניסוי אנחנו מדגימים איך בעזרת שימוש ברכיב מדידה (חיישן) המבוסס על עיבוד תמונה, בעל אפשרות לעבוד עם גודל תמונה (רזולוציה) משתנה, אפשר לאזן ולשלוט על עומסי המשאבים במערכת. כלומר, בניסויים אנחנו מווסתים את העומס על המעבד ע"י שימוש בתמונות בעלות פחות סיביות כאשר תנאי הסביבה ומצב הבקר מאפשרים זאת ללא פגיע משמעותית בביצועים. אנחנו פיתחנו את מערכת הבקרה הזו על בסיס תוכנת בקרת טיסה הנפוצה ArduPilotMega (APM) שמפותחת כתוכנת קוד-פתוח, והוספנו שינויים מזעריים כדי להתאימה למשימה מונחית עיבוד תמונה. העובדה שהתבססנו על תוכנת בקרה נפוצה במימוש הניסוי עזרה לנו במהלך המחקר להגיע למסקנות טובות יותר לגבי הדרך הנכונה לשלב את גישת שיבוץ התהליכים מבוסס אוטומטים במערכות הבקרה הנפוצות בימינו.