פרוייקט "רמון"

ניצלתי את השבוע החורפי כדי להשלים פרוייקט שהתחלתי כבר מזמן – רכב שטח שאפשר לשלוח לו פקודות מרחוק ולקבל ממנו בחזרה תמונות וטלמטריה.

כבר בהתחלה צריך לקבל החלטה חשובה - לאיזה מרחק רוצים להעביר את הפקודה?

אני רציתי להיות מסוגל לשלוח למרחק אלפי קילומטרים אז VHF/UHF נפסלו.

זה משאיר את ה HF האהוב. הוא רועש ולא תמיד יש תנאים, אבל גם אם כן, אנטנות יעילות יהיו ארוכות מכדי לשאת אותן על מכונית צעצוע. זה הוביל אותי למסקנה שכדאי שתהיה תחנת ביניים מרוחקת שנמצאת בשטח שולט – היא תקלוט את הסיגנל ותממסר אותו לרכב.

מאחר ובין התחנה המרוחקת לתחנה הניידת המרחק קצר, אז UHF חזר להיות האפשרות המועדפת לחלק הזה של הנתיב – האנטנות קצרות והוא מוחזר טוב ממכשולים.

זה משאיר גם את הלוויין הקטארי – הוא לא רועש, תמיד יש תנאים, והמערכת הרבה יותר זולה ממקמ"ש HF. גם במקרה הזה יש צורך בתחנת ביניים מרוחקת כי זה לא פרקטי לשים צלחת לוויין מתכווננת על הרכב.

החלטתי ללכת על מודל כזה:

תחנת הבסיס – תחנת לוויין ממנה יוצאת הפקודה

תחנה מרוחקת – תחנת לוויין בה נקלטת הפקודה, עוברת עיבוד וולידציה ואז ממומסרת ב UHF מקומי

תחנה ניידת – רכב שטח עם מקמ"ש UHF שקולט את הפקודה, מעבד אותה ומבצע

עוד החלטה חשובה - באיזה אופן להעביר את הפקודות?

הכי נחמד בדיבור, משהו כמו:

"קדימה 5 מטר, לאט" או "ימינה 20 מעלות, קדימה 2 מטר, מהר"

נכון שאוצר המילים מוגבל וזה מקל מאוד על האפשרות לפענח, אבל לא רציתי לסבך אם אני לא חייב והשארתי את זה כאופציה לשידרוג עתידי.

עוד אפשרות היא במורס – קל יותר לפענח ואפשר אפילו לתקן שגיאות. החיסרון במורס הוא שזה מוד איטי ואם מעלים את הקצב אז גם אחוז השגיאות עולה משמעותית.

האפשרות הטובה ביותר היא אחד המודים הדיגיטלים.

ל FT8 יש פיצ'ר נהדר – הוא מאפשר לשלוח ולקבל הודעות פרטיות. אמנם מפענחים את כל הסיגנלים שנכנסים לרוחב הפס אבל מבין כולם אפשר לשלוף את זה שמיועד אלינו. הבעיה היא שמבנה ההודעה מאוד קשיח ואי אפשר לשלוח טקסט חופשי – אז הוא נפסל.

המשכתי לחפש, ומסתבר שיש מוד בשם FSQCall שפיתח קון ZL2AFP, חובב מניו זילנד. הוא מאפשר לשלוח ולקבל הודעות אישיות, ואפשר לשלוח טקסט חופשי – למעשה זו היתה הכוונה בפיתוח שלו. בנוסף אפשר לשלוח טלמטריה, תמונות וקבצים.

עוד דבר מועיל זה שההודעות האישיות נשמרות בקובץ לוג נפרד והן מכילות את הטקסט שנשלח. אם כך, כדי לדעת מה הפקודה שהגיעה, צריך רק לבדוק את הרשומה האחרונה בקובץ הלוג.

בשלב הזה לא מצאתי חסרונות אז החלטתי ללכת על המוד הזה.

עכשיו כשהסט-אפ והמוד נקבעו, התחלתי לטפל בנפרד בשני נתיבי הפקודה.

1. מתחנת הבסיס לתחנה המרוחקת – שידור לווייני
2. מהתחנה המרוחקת לתחנה הניידת – שידור ב UHF מקומי

למעשה התחלתי מהחלק השני וכבר הייתי צריך לקבל עוד החלטה חשובה – איזו מערכת בקרה להציב על הרכב?

היא צריכה להיות מסוגלת לקבל סיגנל רדיו ולפענח אותו והיא צריכה להיות מסוגלת לשלוט על מנועי הרכב ועל המצלמה.

לבקרי ארדוינו אין את היכולות האלה, הלפטופ שלי יקר לי מידי ומחשבים קטנים אחרים לא היו זמינים לי.

מה שכן היה לי הוא רספברי-פאי 3 מודל B. נשאר לברר אם הוא יהיה מספיק חזק להריץ SDR, תוכנת פיענוח ולשלוט על המנועים והמצלמה בו זמנית, וכל זה כשהוא מופעל ע"י סוללות.

זה היה גדול עליו.

את ה SDR החלפתי במקמ"ש UHF פשוט ואת אות השמע הזנתי אליו דרך כרטיס קול חיצוני.

המהלך הזה הביא לשיפור אדיר בביצועים.

דבר מאכזב: ל FSQCall אין גירסה שרצה על פאי. לכתוב מפענח בעצמי לא בא בחשבון, אז נאלצתי לחזור לחפש מוד אחר שיתאים למשימה ויש לו את כל היתרונות שיש ל FSQCall.

אחרי מחקר קצר ברשת גיליתי שג'ורדן KN4CRD פיתח מוד\תוכנה שהוא קורא לה JS8Call והיא מבוססת מאוד על FT8 ועל FSQCall. לשמחתי לתוכנה הזו יש גירסה לפאי ויש לה אפילו פיצ'ר שחסך לי עבודה:

היא מאפשרת להגדיר נתיב להודעה. למה הכוונה? אני יכול לשלוח הודעה מתחנת הבסיס לתחנה המרוחקת, אבל בעצם מה שאני רוצה זה שההודעה תגיע לתחנה הניידת. התוכנה מאפשרת לי להגדיר את זה בהודעה עצמה ואז, כשהתחנה המרוחקת קולטת את ההודעה הזו היא יודעת לבד שהיא לא הנמען הסופי אז היא ממשיכה לשדר את ההודעה הלאה.

עכשיו באמת כל הפרטים היו סגורים ויכולתי לחזור לטפל בשני הנתיבים.

1. כדי לשלוח את הפקודה מתחנת הבסיס לא צריך להתאמץ יותר מידי. למעשה, רק צריך להפעיל את תחנת הלוויין דרך JS8Call. אחרי קצת משחקים בקונפיגורציה זה עבד.
2. בתחנה המרוחקת הסיפור קצת יותר מורכב. קודם כל מבחינת ציוד, יש שם מחשב נייד, סט-אפ מלא של תחנת לוויין ובנוסף יש שם את המערכת שמשדרת ב UHF מקומי.

את אות השמע ממקלט ה SDR שקולט את הלוויין צריך למפות לתוך תוכנת הפיענוח – זה קל – יש תוכנות מסוג Virtual Cable שעושות את זה.

כשמגיע הרגע לשדר, צריך איכשהו להפעיל את מקמ"ש ה UHF. אני השתמשתי במכשיר ישן של מוטורולה אז אין לו אינטרפייס CAT. כדי בכל זאת לעשות את זה לקחתי מעביר מ USB ל RS232. זה מאפשר ע"י סקריפט קצר בפייתון לשנות את המתח באחת הרגליים של RS232 – אני בחרתי ב RTS.

בנוסף, מכניסים למקמ"ש גם את יציאת הרמקול מהמחשב ואם הכל מחובר נכון אז הודעה שנקלטת בתחנה המרוחקת עושה שיפט גדול בתדר ועוברת מהלוויין ל UHF חובבים בדרכה לתחנה הניידת.

התחנה הניידת:

כאמור, ההודעות הממוענות שנקלטות נכנסות לקובץ לוג נפרד, אז כתבתי תוכנה קטנה שיודעת לבדוק אם היה שינוי בקובץ הזה – אם היה, זה סימן שהגיעה פקודה חדשה. במקרה כזה קוראים את השורה האחרונה בקובץ, מעבדים אותה ובסופו של דבר יש את הפרטים הבאים:

* אות הקריאה של השולח המקורי (תחנת הבסיס)
* אות הקריאה של השולח האחרון (התחנה המרוחקת)
* אות קריאה של הנמען (התחנה הניידת)
* הטקסט שנשלח (הפקודה)

בשלב הזה נשאר לבצע ולידציה שהפקודה שהגיעה היא פקודה חוקית – ולבצע.

הפקודות החוקיות הן אלה שהחלטתי שיש להן מבנה מסויים.

למשל הפקודה "ON" מדליקה לד שיש על הרכב ו "OFF" מכבה אותו.

הפקודה "F2" גורמת לרכב לנסוע 2 שניות קדימה ו "B1" לנסוע שניה אחורה. כנ"ל לגבי ימינה ושמאלה.

הפקודה "IMG" מעניינת במיוחד כי היא מפעילה את המצלמה שעל הרכב, לוקחת תמונה, ומשדרת אותה בחזרה ב SSTV. באופן הזה אני יכול לראות לאיזה בור אני עומד ליפול.

מחשבות להמשך:

* להוסיף רמה מסויימת של אוטונומיות – קל לחבר GPS לראספברי פאי ואז אני יכול להגדיר על מפה את המסלול שאני רוצה שהרכב יסע בו ונקודות שמהן אני רוצה שהוא ישלח לי בחזרה תמונה.
* להציב את המצלמה על מנוע סרוו כדי שלא אצטרך לסובב את כל הרכב אם אני רוצה תמונה מכיוון אחר.
* מערכת טעינה לסוללות – זה מתבקש כי כרגע כל הסיפור הזה עובד לא יותר משלוש שעות.
* להפוך את זה לכלי לימודי. מפרוייקט כזה לומדים הרבה.
* ועוד ועוד...

קישורים בתגובה הראשונה.

ד"ש מהגליל, 4Z1KD, גיל.