**הקדמה**

הופעתם של התקני אחסון מהירים גרמו לכך שצוואר הבקבוק בגישה למידע השמור מוזז משכבות החמרה לשכבות התכנה. בסביבות וירטואליות, שבהן גם רץ המנהל של המחשב המארח -\L{hypervisor} , וגם מכונה וירטואלית, שינוי זה מורגש אף יותר. על מנת למזער את התקורה של התכנה בזמן הגישה להתקן האחסון, ניתן לאפשר למכונה וירטואלית לגשת ישירות להתקן ללא התערבות ה - \L{hypervisor} ובכך להאיץ את זמן הגישה הכולל להתקן. אולם, גישה ישירה ללא התערבות ה - \L{hypervisor} מבטלת את מנגנוני ההגנה וההפרדה שמסופקים על ידי המערכת קבצים משום שלהתקן אין מושג של משתמשים - \L{clients}.

לאחרונה, עם הופעתם של כרטיסי רשת מהירים, הורחב תקן ה \L{PCIe} לכלול גם את תקן ה \L{SR-IOV} שמאפשר להתקני קלט/פלט לחשוף את עצמם כיותר מהתקן אחד במערכת. כל התקן יציג את עצמו כמספר התקנים וירטואליים והתקן אחד פיזי. בעזרת \L{SR-IOV} ה \L{hypervisor} יכול לאפשר לכל מכונה וירטואלית גישה ישירה לאחד ההתקנים הווירטואליים ובכך לשתף התקן אחד בין הרבה מכונות וירטואליות. אולם, כרטיסי רשת צריכים רק לנתב חבילות מ/אל המכונות וירטואליות בעוד שהתקני אחסון צריכים לשמור את המידע עצמו \L{SR-IOV} אינו מגדיר כיצד התקן אמור לחלק את המקום אחסון הין המכונות הווירטואליות ואיך לדאוג להפרדה ואבטחה של המידע בין המכונות הווירטואליות.

במחקר הזה נציג את ארכיטקטורת התקן האחסון תומך הווירטואליזציה \L{NeSC}, אשר כולל מנגנון אבטחה והפרדה מבוסס מערכת קבצים שמאפשר להתקן פיסי בודד לייצג מספר התקנים ווירטואליים בתור קובצים. מנגנון ההפרדה ממפה הסטים בקובץ לבלוקים פיסיים של זיכרון על ההתקן ובכך מוריד את הפונקציונליות של מערכת הקבצים מה \L{hypervisor} לחמרה.

על ידי שימוש ב \L{NeSC}, ה - \L{hypervisor} יכול לחשוף את הקבצים שלו בתור התקנים וירטואליים בצורה מאובטחת ואז לאפשר למכונות ווירטואליות גישה ישירה אליהם.

במחקר זה מימשנו אב טיפוס של הארכיטקטורה על גבי \L{FPGA} ומדדנו את הביצועים בסביבה אמתית. התוצאות מראות ששימוש בארכיטקטורה משפרת את הביצועים של התקני אחסון במכונות וירטואליות עד כדי ביצועים של מכונה אמתית.

**מבנה המערכת**

**\L{NeSC}** מממש את תקן ה -\L{SR-IOV} ומאפשרת להתקן אחסון לחשוף למערכת מספר התקנים וירטואליים והתקן אחד פיסי. כל מכונה וירטואלית תקבל גישה ישירה להתקן וירטואלי שונה ובעזרת המערכת קבצים של ה-\L{hypervisor}, \L{NeSC} ידאג להפרדה של האחסון בין המכונות הווירטואליות.

במערכת קבצים, לכל קובץ קיים טבלת מיפויים שממפה היסט בקובץ לכתובת פיזית על גבי התקן האחסון. בעזרת טבלאות המיפויים הללו ה - \L{hypervisor} דואג להפרדה ואבטחה של המידע המאוחסן על ידי הקצאה לכל מכונה וירטואלית קובץ שונה, וכך כל מכונה וירטואלית יכולה לגשת רק למידע שטבלת המיפויים של הקובץ שמוקצה לה מכילה. בארכיטקטורת \L{NeSC} הגישה למידע המאוחסן בהתקן נעשה ללא התערבות ה \L{hypervisor} ולכן גישה לטבלת התרגום תעשה על ידי החומרה עצמה.

התקן \L{NeSC} חושף את עצמו למערכת כמספר התקנים וירטואליים, ואז ה – \L{hypervisor} מאפשר לכל מכונה וירטואלית גישה ישירה לאחד ההתקנים. בנוסף, כל התקן וירטואלי מיוצג על ידי קובץ במערכת קבצים של ה - \L{hypervisor} ולכל קובץ טבלת מיפויים. כאשר מכונה ווירטואלית ניגשת להתקן וירטואלי, החומרה תתרגם את כתובת הגישה על ידי קריאה מטבלת המיפויים של אותו התקן, ורק לאחר מכן תבצע קריאה או כתיבה מהמידע המאוחסן בכתובת המתורגמת.

**תוצאות**

למדידת ביצועי המערכת מימשנו אב טיפוס של \L{NeSC} על גבי \L{FPGA} , והשווינו בין גישה להתקן האחסון דרך \L{NeSC} לגישה דרך פרוטוקול \L{virtio}. התוצאות מראות שזמן הגישה הכולל להתקן קטן פי 5 כאשר משתמשים ב \L{NeSC}. התפוקה של כתיבות להתקן גדולה פי 3 ועבור קריאה פי 2 כאשר משתמשים ב\L{NeSC} .