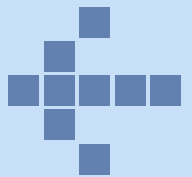




# האם סטרט־אפ ישראלית הצליחה במקום שהענקים נכשלו?

Plurality מנתניה מציעה מעבד מרובה-ליבות עם מודל תכנות, שלטענתה פותר את הפרדוקס של ריבוי-ליבות

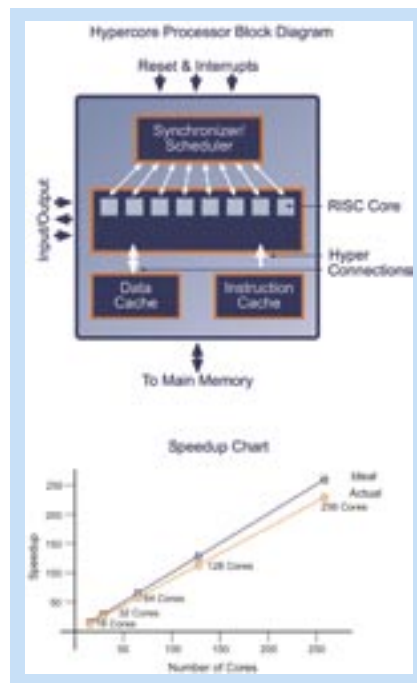


מצליחה החברה לאפשר למתכנת לנצל את המשאבים הרבים שיש למעבד מבלי לחשוף אותו למורכבות של המערכת?

פאר מדגיש כי הישג זה הוא פרי מחקר רב-שנים שהגיע לשיאו ב־2004. הקמת החברה לא בישרה את התחלת מאמץ המחקר והפיתוח, אלא נועדה ליישם את הרעיון שאליו הגיע ד"ר נמרוד בייר. בייר, ממייסדי החברה והמשמש בה כ־CTO, השקיע כ־15 שנות מחקר, עבודה ומח"ש בנשוא ריבוי-ליבות במחשבי-על, עוד בהיותו תלמיד-מחקר צעיר בטכניון לצדו של פרופסור רן גינוסר מהפקולטה להנדסת חשמל בטכניון. פרופסור גינוסר עצמו נמנה אף הוא על מייסדי החברה ואף משמש בה כדירקטור. "הקמת החברה הייתה בעצם סגירת מעגל", אומר פאר, "היא הפכה את התיאוריה למעשה, וה"שיקה באופן מעשי את הפתרון המבוקש כל כך בתחום כח המיחשוב העכשווי והעתיד".

בעיית ריבוי-הליבות מעסיקה כיום מעבדות מחקר בכל רחבי העולם, והחברות הגדולות כבר מייחסות לה חשיבות מכרעת בהתייחס לכח המיחשוב העתיד. זאת מאחר שהוספת הליבות לכשעצמה אינה יכולה להביא להאצה (speedup) <

דולרים בלבד - אלא גם מודל תכנות אשר לטענתה מאפשר למתכנת לכתוב תוכניות מקבילות מבלי לעשות שינויים מהותיים



באופן שהוא כותב תוכנה, כך שכתובת התכנה תהיה קרובה מאד לכתובה המוכרת למתכנת, הנדרשת למעבד טורי. כיצד

## < סמדר פייגין

שעה שהחברות הגדולות עדיין יושבות על המדוכה ומנסות לפתור את בעיית ריבוי-הליבות, טוענת Plurality, חברת סטרט־אפ מנתניה, כי כבר פתרה את עיקר הבעיה ופרצה את הדרך לניצול יעיל של מעבדים מרובי ליבות תוך הצגת מודל תכנות פשוט ואינטואיטיבי.

החברה, שנוסדה ב־2004, מציעה פתרון מלא המשלב חומרה - שבב הכולל 256 ליבות, ותוכנה - מודל תכנות שמאפשר לנצל את מלוא העוצמה של המעבד מבלי להסתמך על מערכת הפעלה זו או אחרת. באופן זה היא פותרת את פרדוקס ריבוי-הליבות, שעיקרו: הוספת ליבות לכש-עצמה למעשה גורמת להאטה בעבודת המעבד.

בראיון עם מנכ"ל החברה, איגור פאר, ניסינו להבין כיצד הצליחה חברה קטנה וצעירה לפתור בעיה שגדולות ועשירות ממנה טרם הצליחו לפתור. כיצד הצליחה החברה לספק פתרון כלי-כך אלגנטי במעבד ה־HyperCore שלה: לא רק ריבוי-ליבות מסיבי רב-תכליתי, סקלאבילי, בסביבת MIMD, עם פיזור הספק של ואטים אחדים בלבד, ובמחיר שיגיע לעשרות

< הרצויה. נהפוך הוא: היא אפילו גורמת להאטה בעבודת המעבד: 32 ליבות יעבדו לאט יותר מ-16, 64 ליבות יעבדו לאט יותר מ-32, וכן הלאה. חוקר מחברת Intel, למשל, הציג את התחבטותו בסוגיה זו בכנס ה-Multicore שנערך לאחרונה בארה"ב, וטען כי כדי לממש את הבטחת ההאצה של ריבוי-הליבות, יש צורך בתזמון נימים בחומרה, שיפורים בזיכרון המטמון וסט פקודות חדש.

## האצה לינארית כמעט אידיאלית

פלורליטי מציעה ארכיטקטורה חדש-נית המבוססת על 3 מרכיבים:

- ♦ מסנכרן/מתזמן בחומרה (HW Synchronizer/Scheduler), צעד אשר לטענת פאר הינו מהפכני. את המסנכרן/מתזמן בחומרה (שנרשם כפטנט בארה"ב) בנה ד"ר בייך במקור עבור מחשבי-על. תכנון זהה של תת מערכת זו מאפשר תקורה מינימלית ותמיכה בגרעיניות דקה גם עבור רב-ליבות על שבב אחד. פאר מדגיש כי החברה ממשיכה לשפר את הפטנט הנוכחי ובמקביל שוקדת על עריכת ארבעה פטנטים נוספים, אשר יחדיו יהיו את כלל מרכיבי המערכת. מטרתו של המסנכרן/מתזמן הן: (1) לנהל את הליבות ביעילות מירבית. (2) להוות ממשק אפקטיבי בין יישומים לליבות, כך שתמנע התקורה של מערכת ההפעלה (זאת לעומת מעבדים מרובי ליבות אחרים, שבהם מערכת ההפעלה היא זו המנהלת את הליבות).

- ♦ זיכרון משותף (shared memory). כיום, מסביר פאר, המעבדים מרובי-הליבות עובדים עם זכרונות מטמון (cache) פרטיים, כשהליבות נאלצות להעביר נתונים ביניהן. כמו-כן, בעת הפניית נים לליבה רצוי לדעת בזכרונה של איזו ליבה נמצא מידע רלבנטי. לעומת זאת, במעבד של פלורליטי הליבות מקבלות גישה לזיכרון משותף (ב-Layer 1) וניתן להפנות כל נים לכל מעבד פנוי ללא כל הבדל. כמו-כן, הזיכרון ומערכת הגישה אליו מאורגנים כך שההשהיה מזערית וכן לא נוצר צוואר בקבוק בגישה לזיכרון, דבר שמאפשר לליבות לעבוד בצורה מקבילית מסיבית תוך צימוד הדוק.

- ♦ מודל תכנות המאפשר לתכנת את החומרה בצורה קלה הדומה לתכנות עבור מעבד טורי. המודל מבוסס על "מפת משימות" שמגדירה מראש את יחסי התלות בין המשימות. לפיכך, כל אשר

מוטל על המתכנת לעשות הוא לבצע חלוקה פשוטה של האלגוריתם למשימות ספציפיות, ולהרכיב את מפת המשימות



איגור פאר, מנכ"ל Plurality. הארכיטקטורה שלנו מאפשרת להגיע להאצה לינארית כמעט אידיאלית

בהתאם. המימוש הדינמי של החישוב המקבילי יתבצע בחומרה באופן גמיש וביעילות מרבית.



פלג אביאילי, המנהל הראשי: "החוכמה היא לדרוש מינימום מהמתכנת ועם זאת להגיע למקסימום ביצועים"

"הארכיטקטורה הזאת מאפשרת להגיע להאצה לינארית כמעט אידיאלית, כלומר ככל שנעלה את מספר הליבות בתוך המעבד, כך נוכל להפיק מהמעבד ביצועים טובים ומהירים יותר", אומר פאר.

## להראות את המקביליות למכונה

פלג אביאילי, מייסדי Plurality, המשמש כמהנדס הראשי של החברה, מסביר את הצורך האמיתי במודל תכנות חדש - ולשם כך מבחין בין המונח multi-core למונח many-core.

ב-multi-core, הוא אומר, הכוונה היא לליבות בודדות בלבד, ובארכיטקטורה כזאת השיטות הישנות של גיהול מקבילי עדיין עובדות בצורה משיבית רצון, שכן ברוב המקרים ניתן להפעיל במקביל משימות ששייכות ליישומים שונים. היתרון שניתן להפיק ממעבד בעל ליבות בודדות אמנם קטן מכפי שה-multicore מבטיח באופן תיאורטי, אבל כאמור מאפשר להשתמש בכלים ובטכניקות הקיימים. לעומת זאת, המונח many-core מתייחס

לעשרות ומאות ליבות על השבב, וכאן למעשה מתעורר הקושי, שכן חייבים למקבל את המשימות עצמן כדי לנצל את הליבות המרובות.

"הבעיה העיקרית בעיבוד מקבילי", מסביר אביאילי, "היא להציג את המקביליות למכונה, דהיינו לאפשר למכונה התמודדות אפקטיבית ביותר עם המקביליות כדי למקסם את האצת החישוב". מאחר שאי-אפשר לצפות מהמכונה לזהות מקביליות בקנה מידה רחב, דרוש מודל תכנותי המאפשר תאור המקביליות ולצדו ארכיטקטורה שתנצל אותה. החוכמה, הוא אומר, היא לדרוש מינימום מהמתכנת ועם זאת להגיע למקסימום ביצועים.

"ההבדל בינינו לבין האחרים", מוסיף המנכ"ל פאר, "הוא שאנחנו פיתחנו פתרון כולל ואלגנטי, המשלב מלכתחילה ריבוי ליבות בחומרה עם כלי-פיתוח משלימים, המאפשרים כתיבה פשוטה של יישומים שיש בהם מידה רבה של מקביליות - בעוד שאצל האחרים נדרשת עדיין עבודה 'כפולה': נדרש פתרון בחומרה עבור ריבוי הליבות ובמקביל נדרשת התמודדות מורכבת עם הצורך לכתוב יישום שיאפשר את הפקת המירב מאותה ארכיטקטורה רב-ליבתית".

ייחודו של הפתרון של פלורליטי מתבטא גם בכך שיישום מסוים אשר נכתב עבור מעבד בעל מספר מסוים של ליבות, יהיה תקף גם למעבד בעל מספר אחר של ליבות (מהירות ביצוע היישום תהיה תלויה במספר הליבות) ללא צורך בכתיבתו מחדש - דבר שאיננו נכלל כיום בארכיטקטורות קיימות בתחום המי-חשוב המקבילי הרב-ליבתי. בין היתר, התכנה מאפשרת ביצוע לא רק על המעבד

**יישום מסוים אשר נכתב עבור מעבד בעל מספר מסוים של ליבות, יהיה תקף גם למעבד בעל מספר אחר של ליבות**

רב-הליבות אלא גם על מעבד סדרתי רגיל, ללא שינוי נוסף. מכאן נובעת גם הסקלאביליות של המערכת, המתבטאת בכך שניתן להוסיף למעבד מסוים ליבות באופן פשוט יחסית. "הוספת ליבות לא משנה את המבנה הלוגי של המעבד", מסביר פאר.

הפתרון האלגנטי של פלורליטי, <

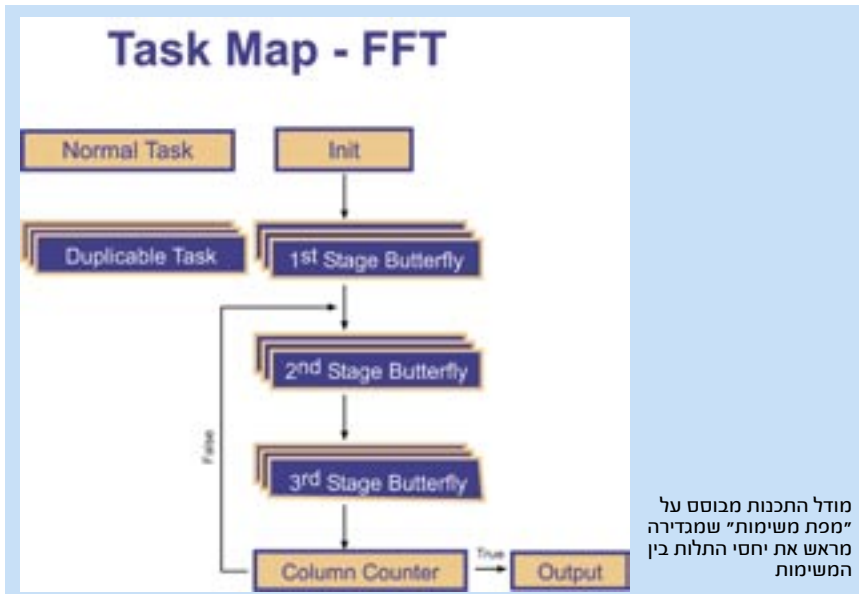
## פלורליטי הצטרפה כחברת הנהלה בכירה לאיגוד ריבוי-הליבות העולמי

המוצע ע"י חברי האיגוד ולתרום למטרה המשותפת שביצי רת פתרונות מרובי-ליבות סביב סטנדרטים משותפים. " איגוד ריבוי הליבות בנוי משלוש רמות של חברות - חברי הנהלה בכירים, קבוצת עבודה, וחברי אקדמיה. הנהלה הב- כירה מתווה את הכיוון הכללי של האיגוד. פרויקטים שנמצאים בפיתוח במסגרות השונות של האיגוד כוללים: סטנדרטיזציה של מכונה וירטואלית מרובת ליבות, ניהול משאבים מרובי ליבות, ופתרון באגים ופונקציונליות לתמיכה בממשק הקישוריות לתקשורת מרובת-הליבות שהשיק האיגוד - MC-API (Multicore Communications API). בין חברי האיגוד ניתן למנות את, ARC International, Codeplay, Enea, eSOL, Freescale Semiconductor, Imperas, Intel, Mentor Graphics, MIPS Technologies, National Instruments, NEC Electronics America, Nokia Siemens Networks, Plurality, PolyCore Software, QNX, Texas Instruments, Tiler, The University of York, Wind River

לאחרונה הודיע איגוד ריבוי-הליבות העולמי, Multicore Association (www.multicore-association.org), ארגון גלובלי ללא מטרת רווח המתמקד בפיתוח תקנים שיביאו להאצה של מוצרים המשלבים טכנולוגיות של ריבוי-ליבות לשוק - על צירופה של חברת פלורליטי כחברת הנהלה בכירה בארגון.

"עם מעבד מרובה ליבות המכיל 256 ליבות, פלורליטי היא תוספת משמעותית לארגון" אמר מרקוס לוי, נשיא איגוד ריבוי הליבות. "הניסיון של פלורליטי בתחום זה יסייע לארגון לקבל תמונה רחבה מאוד ופרספקטיבה עדכנית של יישומים מרובי ליבות בשוק."

"המעבד בעל 256 הליבות של פלורליטי המציג תוצאות פורצות דרך הן במחיר והן בצריכת אנרגיה, תוך כדי הקניית מודל תכנותי פשוט - ממוצב באופן יחודי כמעבד מאיך רב-תכליתי" אמר איגור פאר, מנכ"ל פלורליטי. "אנחנו מאוד נרגשים להוסיף את ההישג המשמעותי הזה לסל הפתרונות



< המשלב חומרה ותוכנה, כולל גם יחידות עזר, שיכולות לבצע חישובים נוספים - כגון יחידות נקודה צפה - המשחררת את הליבה עצמה מהחישובים הללו, דבר המגביר את הפונקציונליות והיעילות של המעבד.

## מודל עסקי דו-כיווני

כיום עסוקה Plurality בעריכתם ובי- רישומם של הפטנטים הנוספים ובהשל- מת הטכנולוגיה, ובתוך כשנה היא צפויה להשלים את פיתוחו וייצורו של המעבד הייחודי שלה, המכונה HyperCore, ובתוכו 256 ליבות, בטכנולוגיית 90 ננומטר ובגודל 1 סמ"ר, עם ביצועים של 100Giga instructions per second, כלומר: פי 10 ממעבד פנטיום, ועם פיזור הספק של ואטים בודדים בלבד, במחיר שינוע סביב עשרות דולרים בודדים, ולא מאות, כנהוג כיום.



הללו, על מנת לעשות עבורן את העבודה המקבילית הקשה ב-backend. לחילופין, פלורליטי תוכל למכור חלקים מהמעבד הייחודי שלה, כפתרונות ארכיטקטוניים - כגון מרכיב הזיכרון המשותף בפני עצמו או את המסנכרן/מתזמן בחומרה. באופן זה תוכל פלורליטי להכליל בין לקוחותיה חברות גדולות המייצרות מעבדים משלהן. כיוונים אלו של פיתוח עסקי יאפשרו לפלורליטי להנות מהכנסה בגין התאמת הארכיטקטורה החדשנית לצרכי הלקוחות וכן להנות מתמלוגים ממכירות עתידיות של המעבדים. לדברי פאר "שני הכיוונים משלימים זה את זה ויוצרים מודל עסקי מבטיח עבור החברה".

יוכל השלב לשמש כ-co-processor. כבר היום משתפת החברה פעולה עם חברת BVR, שבכוונתה לשלב את השבבים של פלורליטי בסימולטורים צבאיים. פלורליטי החלה בשיתוף פעולה גם עם חברות בתחום הצבאי-ביטחוני, ובמקביל עובדת מול לקוח בארה"ב בתחום תשתית האל- חוט שממתין לשבב שלה על מנת לשלבו במערכותיו. כיוון מרכזי נוסף בפיתוח העסקי של פלורליטי מבוסס על Special Design IP Model. בתחום זה מתכוונת החברה לפעול בשני אופנים: היא תמכור לחברות המייצרות שבבים 'בלוק' סגור ומוכך, כלומר תשלב מערכת ארכיטקטונית רב-ליבתית שלמה על SoC של החברות

איגוד פאר מסביר כי המודל העסקי של פלורליטי פונה לשני כיוונים עיקריים: כיוון אחד, בתור חברת fabless, הוא לייצר שבבים ולמכור אותם ללקוחות. השבב אמנם נועד למטרות כלליות, אבל החברה תנתב אותו בעיקר לשוק התשתית האלחוטית, כמו femtocell זכו, ולשוק הווידאו - לעיבודי תמונה כבדים (High-Definition Video), שם