

בטאון – אישח"מ

כתב העת של האיגוד הישראלי לשיטות חישוביות במכניקה

מאי 1998

מספר 2

עורך: דר' זהר יוסיבאש, המחלקה להנדסת מכונות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באר-שבע 84105.
טל': 07-6477103, פקס: 07-6472813, דואר אלק': Zohary@pversion.bgu.ac.il

נשיא אישח"מ: פרופ' פנחס בר-יוסף, הפקולטה להנדסת מכונות, טכניון, חיפה 32000. טל': 04-8293476, פקס: 04-8324533, דואר אלק': Merbygr@cmlp.technion.ac.il

מזכיר-גזבר אישח"מ: דר' יצחק הררי, המחלקה למכניקה חומרים ומבנים, אוניברסיטת תל-אביב, רמת-אביב 69978. טל': 03-6409439, פקס: 03-6407617, דואר אלק': Harari@eng.tau.ac.il

ועד אישח"מ: פרופ' מישל ברקוביה, פרופ' דן גבעולי, דר' זהר יוסיבאש, דר' עמנואל אור, מר ג'ורג' ברולד, מר זאב צמיד

כתובתנו באינטרנט: <http://www.eng.tau.ac.il/~harari/IACMM/iacmm.html>

מהעורך

מטרת בטאון זה, המובא בעברית בפעם הראשונה, להוות אמצעי קשר להחלפת דעות, עדכון מקצועי, פרסום, והודעות לגבי פעילויות וכנסים הקשורים לתחום המכניקה החישובית על כל גווניה.

אני פונה אליכם לתרום להצלחת הבטאון באמצעות כתבות, הפניית שאלות אשר ידונו ויזכו לתשובות בבטאונים הבאים, פרסום, וכל מידע אחר אשר יעורר עניין בנושא המכניקה החישובית.

לסיכום, הנני מודה לכל אלו אשר תרמו כתבות לבטאון זה, ומתנצל מראש על טעויות בפורמט ואי-דיוקים העשויים להופיע במהדורה עברית ראשונה זו.

דבר הנשיא

חבר נכבד,

אישח"מ הוקם בתאריך ל' בניסן התשנ"ה

(30 באפריל 1995). מאז הקמת האיגוד קיימנו

חמישה ימי עיון בארץ (ראה כתבת סיכום בהמשך) במגוון רחב של נושאים. ימי העיון מוקדשים להחלפת יידע, ארגון וגיבוש. יום העיון האחרון נפתח בהרצאת אורח מחו"ל (דר' מיכאל אנגלמן המשמש כסגן נשיא למחקר ופיתוח של חברה מובילה בתחום תוכנות CFD). בכוננתנו להמשיך ולהזמין מרצים בולטים מהקהילה הבינלאומית למטרות העברת יידע, יצירת קשרים וחילופי מידע. יום העיון הבא יתקיים במהלך חודש אוקטובר הקרוב. הצעות לגבי נושא יום העיון ומרצה אורח תתקבלנה בתודה.

הכנס העולמי הרביעי של האיגוד הבינלאומי לשיטות חישוביות במכניקה (IACM) יתקיים השנה בתאריכים 29 יוני – 2 יולי בבואנוס-איירס, ארגנטינה. מידע על ההרצאות בכנס זה ניתן למצוא באתר האינטרנט:

<http://venus.unl.edu.ar/sessions.html>

כחבר האיגוד הנך מוזמן להשתתף בכנס חשוב זה ולהגדיל בכך את ייצוגינו הלאומי.

בהזדמנות זו ברצוני לחזור ולציין שכל עזרה לפעילות האיגוד הישראלי תתקבל בברכה.

פרופ' פנחס גר-יוסף

אלמנטים סופיים וגידול גבישים

פרופ' דן גבעולי (טכניון)

"גידול גביש" הוא תהליך שבו מייצרים גביש מוצק בעל תכונות אופטיות, חשמליות ומכניות רצויות, ובעל טוהר מקסימלי. גבישים משמשים לרכיבים אלקטרואופטיים, פנלים סולריים, רכיבי מחשב ועוד. שיטה אחת מהמקובלות לגידול גבישים בקנה מידה גדול היא שיטת Czochralski (CZ), שבה "מגדלים" את הגביש ע"י משיכתו כלפי מעלה, תוך כדי התקררותו, מתוך המומס של אותו החומר הנמצא במיכל חם. אנליזת אלמנטים סופיים גלובלית ומפורטת של תהליך CZ היא מסובכת מאוד. באוניברסיטת Rensselaer (RPI) Polytechnic Institute בצפון מדינת ניו-יורק פותחה שיטת אלמנטים סופיים אדפטיבית (ראה כתבה על אדפטיביות בהמשך) ומקבילה לאנליזה "לוקלית" של הזרימה במומס מצד אחד והתפלגות המאמצים והדיסלוקציות בגביש מצד שני. החוקרים הראשיים הם ג'וזף פלהרטי, מרק שפרד ואנטואנט מניאטי מ-RPI ודן גבעולי מהטכניון. הרצאה על עבודה זו ניתנה במסגרת יום העיון של אישח"מ שנערך ב-16.10.96 באוניברסיטת תל-אביב. בשני האירועים הבאים מתוארת אחת הרשתות שהתקבלה בשיטה האדפטיבית למודל הזרימה במומס, ופתרון שדה הזרימה שהתקבל עבור קונפיגורציה בסיסית

החישובים נעשו במחשבי SP2 המקביליים של RPI (36 מעבדים) ושל אוניברסיטת קורנל (512 מעבדים). מחקר זה ממומן ע"י ח"א האמריקאי.

סיכום ימי עיון של אישח"מ

1. הטכניון 19.12.95: יום העיון הראשון, ומושב ההקמה של אישח"מ נערך בבניין ליידי-דיויס, הפקולטה להנדסת מכונות, בטכניון. את יום העיון פתחו פרופ' א. סולן, המשנה הבכיר לנשיא הטכניון, פרופ' בר-יוסף, ודר' הרדי, ממקימי האיגוד. בהמשך ניתנו מספר הרצאות בנושאי שיטות נומריות ע"י חלק מחברי הועד, נערכה אסיפת האיגוד ונבחרו בעלי התפקידים.
2. אונ' תל-אביב 10.10.96: יום העיון התקיים בבניין לימודי הנדסה בחסות הפקולטה להנדסה ע"ש איבי ואלדר פליישמן. לאחר דברי

ושיטות איטרטיביות לפיתרון מערכת משוואות לינארית כללית ע"י דר' הילל טל-עזר מאוני' תל-אביב. יום העיון כלל גם הרצאות בנושאי מכניקת מוצקים, סימולציית זרימה וריתוך מהתעשייה והרצאות בנושאי אוירואלסטיות, וסכמות נומריות לזורמים דחיסים עם שפות נעות מאנשי אקדמיה.

5. אונ' תל-אביב 9.4.98: יום העיון

בנושאי אנרגיה התקיים בבניין לימודי בחסות משרד הרקטור, הפקולטה להנדסה, מרכז גורדון ללימודי אנרגיה והמחלקה למכניקה, חומרים ומבנים. ההרצאה המוזמנת הראשונה ניתנה ע"י דר' מיכאל אנגלמן שהינו מרצה אורח מחב' Fluent בארה"ב, בנושא התפתחות תפקיד ה-CFD בתכן. ההרצאה המוזמנת השנייה ניתנה ע"י פרופ' ברי גרינברג מהפקולטה להנדסה אוירונאוטית בטכניון בנושא שיטות חישוביות לבעיות בעירה. כמו כן ניתנו שני מושבי הרצאות בנושא שיטות חישוביות שפותחו לפרוייקט ארובות שרב, וחישובים לתחנת כח סולרית.

תקצירי ההרצאות שניתנו ברב ימי העיון

מצויים בידינו, והמעונינים יכולים לפנות ולקבל עותק.

פינת השאלות

ברצוננו לספק את המידע הרלוונטי ביותר

והמבוקש ע"י חברי האיגוד. לכן בבטאון יובא

מדור זה שמטרתו לברר רצונות, ושאלות שבי

הפותרים נכונה יוענק פרס.

- במהלך יום העיון האחרון הועלתה בקשה ליצירת קבוצת דיון בהקשר לשימוש בתוכנת אלמנט סופי ספציפית. האם היית מעוניין/ת

פתיחה של דיקן הפקולטה, פרופ' אורי שקד, ניתנה הרצאת מפתח של פרופ' שלום אברבנאל מביה"ס למתמטיקה באוני' ת"א בנושא שיטות מסדר גבוה. כמו כן כלל יום העיון הרצאה מוזמנת של פרופ' דן גבעולי מהפקולטה להדסת אוירונאוטיקה וחלל בטכניון בנושא שיטות אלמנט סופי לגידול גבישים (ראה כתבת תקציר לעיל), ושני מושבי הרצאות שבהם הציגו מהנדסים מהתעשייה עבודות אנליזה שביצעו.

ביום העיון נכחו כ-50 משתתפים שייצגו את כל הפלחים העוסקים במכניקה חישובית בארץ: חוקרים, עובדים בחברות שרות ומשתמשים. במסגרת יום העיון התקיימה תערוכה של תוכנות מסחריות ונערכו סיורים במעבדת דינמיקת זורמים חישובית ובמעבדת מכניקת השבר בפקולטה להנדסה.

3. הטכניון 16.4.97: יום העיון התקיים

בבניין לידי-דיויס, הפקולטה להנדסת מכונות, בטכניון בחסות חברת סיליקון-גרפיקס בע"מ. יום העיון נפתח בהרצאה מוזמנת מפי פרופ' א. ברק מהאוני' העברית בנושא חישוב מקבילי ובעקבותיו מושב בן ארבע הרצאות בנושא של שיטות אלמנטים סופיים בתיב"מ. לאחר הפסקת הצהרים נתנה ההרצאה המוזמנת השנייה ע"י דר' אברהם פרנקל מ-MSI בנושא אנליזה אלקטרומגנטית, ולאחריה התקיים מושב בן שלוש הרצאות בנושא שיטות חישוביות באופטימיזציה.

4. אונ' בן-גוריון 30.10.97: יום העיון

התקיים בחסות המחלקה להנדסת מכונות באוני' בן-גוריון בנגב. לאחר דברי הפתיחה של פרופ' לחיים נגן – סגן נשיא ודיקן למו"פ, ושל פרופ' יצחק שי – רמ"ח הנדסת מכונות, ניתנו שתי הרצאות מוזמנות: סימולציה של אי-יציבות הידרודינמית ועירבוב טורבולנטי ע"י דר' דב שוורץ מקמ"ג,

חשוביות לפתרון בעיות בהנדסה ובמדע יישומי). מועד אחרון להגשה: 2 באוגוסט 98. פרטים נוספים ניתן לקבל מדור' הרדי עפ"י הכתובות בעמ' הראשון של הבטאון.

- הכנס הבינלאומי בשיטות ספקטרליות ושיטות מסדר גבוה (ICOSAHOM 98) יערך בין ה-22 ל-26 ביוני במלון דניאל בהרצליה. פרטים נוספים ניתן לקבל מהעורך או מפרופ' דן גבעולי.

מילים לזכרו של פרופ' Richard

H. Gallagher

דר' זהר יוסיבאש (אונ' בן גוריון בנגב)

ב-30 בספטמבר 1997 הלך לעולמו בגיל 69 פרופ' Gallagher בטוקסון שבמדינת אריזונה בארה"ב לאחר מחלה ממושכת וקשה. פרופ' Gallagher היה ממקימי האגודה הבינלאומית למכניקה חישובית IACM ואחת הדמויות המרכזיות ביצירת דמותה של המכניקה החישובית המודרנית כתחום מדעי והנדסי. הוא היה מחשובי החלוצים בפיתוח ויישום שיטות אלמנטים סופיים כמהנדס יישומי, באקדמיה ובחינוך הנדסי. פרופ' Gallagher נולד בניו-יורק ב-17 בנוב' 1927, ולאחר שתי שנות שרות ב-Navy בין 45-47 למד הנדסה אזרחית באונ' ניו-יורק, וסיים את לימודיו ב-1950. בין 50-52 הוא עבד במשרד המסחר והתעשייה האמריקאי, בחברת הנפט Texaco, ולאחר מכן קיבל תואר שני בהנדסת מבנים

להשתתף בקבוצת דיון כזו במהלך ימי העיון? באיזו קבוצת דיון (איזו תוכנה)? מהם הנושאים עליהם היית שמח/ה לדון?

- על אילו נושאים היית שמח/ה לשמוע הרצאות בימי העיון הבאים?
- אילו בדיקות ניתן לבצע באנליזת אלמנט סופי אחת בלבד כדי לאמת כי התוצאות שהתקבלו קרובות לפתרון המדויק? והאם ניתן להבטיח כי התוצאות באמת טובות?

פינת החדשות

- חב' IBM תפתח המחשב המהיר בעולם: חברת IBM זכתה במכרז של משרד האנרגיה האמריקאי ומעבדת הלאומית לורנס ליברמור לבניית המחשב המהיר בעולם. המחשב יהיה מבוסס על מחשב RS/6000 SP (הטכנולוגיה מאחורי מחשב Deep Blue שהתחרה במשחק שחמט מול גארי קספרוב), יהיה בעל יכולת חישוב של 10 טריליון פעולות לשניה, ויותקן במעבדת ליברמור בשנת 2000. להמחשה, המחשב יוכל לחשב בשניה אחת אותה כמות חישובים השווה ל-10 מליון שנים בהשתמש במחשב כיס. הזדישה למחשב בעל עוצמת חישוב כזו נובעת מהרצון להחליף ניסויים גרעיניים בסימולציות נומריות לצורך אבטחת כורים וחומרים גרעיניים בארה"ב.

כנסים וימי עיון בארץ

- יום העיון הבא של אישח"מ יערך לקראת חודש אוקטובר. הצעות למאמרים ולארגון מושבי הרצאות מוזמנות בכל התחומים הקשורים לאישח"מ (פיתוח ויישום שיטות

הנומריית: International Journal for Numerical Methods in Engineering יחד עם Zienkiewicz. הלך לעולמו אחד האנשים בעל integrity מדעי ואישי הראוי להערכה, וחזון מדעי יוצא דופן. לצערי מעולם לא פגשתי אישית, אולם התמזל מזלי להתכתב עמו רבות במסגרת תפקידו כעורך ה-IJNME. על אף תפקידיו הרבים ומחלתו הקשה תמיד דאג לענות במהירות ובאדיבות ותמיד ברצון כנה לעזור. אזכור אותו תמיד לטובה ובהערכה רבה.

שיטות אדפטיביות

(סתגלניות)-מהן?

דר' זהר יוסיבאש (אונ' בן גוריון בנגב)

בעשור האחרון רבה מאוד השימוש במילת הצופן "שיטה אדפטיבית" בהקשר לשיטות נומריות כגון אלמנטים סופיים, הפרשים סופיים וכד'. כדי להסביר מהי שיטה אדפטיבית יש צורך להבין את מקור השגיאה האינהרנטית בשיטה נומרית כלשהי. כאשר מעוניינים לפתור בעיה מתמטית (כגון משוואות האלסטיות או משוואות מעבר חום), אנו רוצים למצוא פתרון אנליטי (מדויק) לאותה בעיה מתמטית, אולם, כיוון שבד"כ הגופים מורכבים אין ביכולתנו למצוא פתרון מדויק ואנו נעזרים בשיטות נומריות, ומוצאים פתרון מקורב. הפתרון המדויק הינה פונקציה כלשהי מסך אינסוף הפונקציות האפשריות, שפותרת את הבעיה המתמטית. ואילו בשיטות נומריות אנו נאלצים לחפש פתרון בתוך משפחה סופית של פונקציות, ולכן אנו בד"כ לא מוצאים את הפתרון המדויק אלא קרוב לפתרון זה – הקרוב הנומרי. לפעמים הקרוב הנומרי הוא טוב,

ב-1955 מאוני' ניו-יורק. ב-55 הוא הצטרף לחברת Bell Aerospace Comp. בה החל עוסק בשיטת מטריצות לפתרון בעיות מבנה ובשיטות מוקדמות של אלמנטים סופיים. Gallagher וחבריו היו בין הראשונים בעולם שפיתחו תוכנת אלמנטים סופיים כללית בתחילת שנות ה-60. כבר אז הוא נחשב כאחד המובילים וברי-הסמכה בתחום זה, לא רק בחברה בה עבד אלא בארה"ב כולה. בגיל 32 הוא התמנה כעוזר ראשי למהנדס החברה הממונה על 15000 עובדים, ונשאר בחברת Bell Aerospace עד 1966, בה קיבל תואר Ph.D. בהנדסה אזרחית ב-State Univ. of New-York at Buffalo. באותה השנה גם החל את קריירת ההוראה ע"י מתן קורס באלמנטים סופיים באוני' קורנל, בה התקבל כפרופ' ב-1967. פרופ' Gallagher נהיה ראש המחלקה להנדסת מבנים ב-69 בקורנל, תפקיד בו שימש עד 78. ב-1978 הוא נהיה דיקן הנדסה באוניברסיטת אריזונה, ולאחר מכן בין 84-88 היה הרקטור (Provost) ב-Worcester Polytechnic Institute. יכולתו המנהלית הגבוהה זיכתה אותו ב-1988 בעמדה הגבוהה ביותר בעולם האקדמי, והוא נהיה נשיא אוניברסיטת Clarkson בפוטסדם, עמדה בה כיהן בהצלחה מדובה. הוא פרש ב-1995, וב-1996 נחנך לכבודו בניין המכיל למעלה מ-100 מעבדות. בכל תפקיד בו כיהן הצליח פרופ' Gallagher בצורה יוצאת מהכלל.

במהלך חייו המדעיים פירסם פרופ' Gallagher למעלה מ-20 ספרים חלקם תורגמו לגרמנית, צרפתית, סינית ויפנית ולמעלה מ-100 מאמרים בספרות המדעית הבינלאומית. הוא היה המייסד והעורך הראשי של אחד מכתבי העת החשובים והידועים ביותר בתחום האנליזה

ז"א ההפרש בינו לפתרון המדויק הינו קטן (כשהוא נמדד בנורמה כלשהי), ולעיתים הקרוב הנומרי כלל אינו "קרוב". כיוון שאנו מעוניינים בפתרון המדויק (שאינו ידוע), איך ניתן להבטיח שהפתרון הנומרי באמת קרוב לפתרון המדויק? ע"י שימוש בשיטה אדפטיבית!

כדי ליצור שיטה אדפטיבית יש לפתור הבעיה הנתונה בשיטה נומרית מספר פעמים, כאשר בכל פעם אנו מחפשים הפתרון בתוך משפחה גדולה יותר ויותר של פונקציות. המשפחה הזאת של פונקציות חייבת להיות משפחה היררכית, ז"א, המשפחה היותר גדולה חייבת להכיל בתוכה את כל הפונקציות של המשפחה הקטנה יותר. באלמנטים סופיים מבוססי שיטת-h יש לפתור הבעיה על רשת עדינה יותר ויותר (כאשר עידון הרשת חייב להתבצע בצורה היררכית), ואילו שיטת-p פותרת הבעיה עם יותר ויותר פונקציות היררכיות באופן אוטומטי. בהשתמש בשניים או שלשה קרובים נומריים עוקבים (בד"כ על רשת גסה) מתבצע חיזוי לגבי המיקומים הנדרשים ורמת עידון הרשת הבאה לקבלת פתרון נומרי טוב הרבה יותר. תהליך אוטומטי ואופטימלי זה של עידון רשת במקומות מסויימים בלבד (ו/או העלאת רמת הפולינום) לקבלת פתרון נומרי עם שגיאה ידועה יחסית לפתרון המדויק נקרא "שיטה אדפטיבית".

כיום רב התוכנות המסחריות בתהליך של יישום שיטות אדפטיביות, אולם הדרך להשגת שיטה אדפטיבית טובה ו-Robust ית עדיין ארוכה. וכפי שדרווין כבר אמר לפני למעלה מ-100 שנה: