המכללה האקדמית להנדסה ירושלים

הנדסת תוכנה

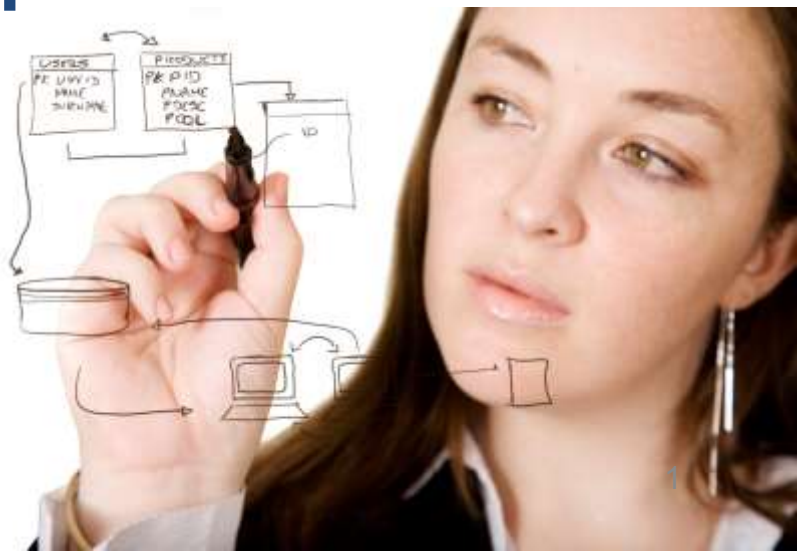
קורס 10014

סמסטר ב' תשע"ג

ד"ר ראובן יגל

robi@post.jce.ac.il

1. מבוא



"The significant problems we face can not be solved at the same level of thinking we were at when we created them." - Albert Einstein

מה היום

- מבוא להנדסת תוכנה
- הקדמה לקורס – סילבוס \ אתר
- הדגמת הקורס בשעה של פרויקט
- הפרויקט: מטרות \ רעיונות

- בתרגיל
  - משימה 1: הצעת פרויקט
  - היכרות בסיסית עם מאגר הקורס והפורום

מקורות להרצאה

- Pressman, chap. 1, “Software and Software Engineering”
- ויקיפדיה – הנדסת תוכנה\SE
- IEEE SWEBOK’04
- Laplante, “What every engineer should know about software engineering”
- Brooks, Mythical Man Month

קישורים (להעשרה)

- עודד רגב, המדריך להייטקיסט המתחיל, בלוג
- Paolo Perrota, A Short History of Software Engineering video 2012
- Glenn Vanderburg, CQon Keynote: Real Software Engineering
- Michael Davis, “Will Software Engineering Ever Be Engineering?”, CACM 11/11
- Jazayeri, "What can we learn from software engineering and why?“, video 2010
- חזן ושות', היבטים אנושיים של הנדסת תוכנה, מאמר
- B. Meyer, Again: The One Sure way to Advance Software Engineering, CACM 2011
  - on software failures and suggestion to copy investigations from airplane accidents

עוד קישורים מעניינים

- Brooks: Why is programming fun?
- Spolsky: Capstone projects and time management
- Comics: what motivates us
- Presentation: Agile in a Nutshell

שאלות

- מהי "הנדסת תוכנה"?
- האם זו הנדסה? האם זה כמו תכנות?
- האם זה חשוב? מעניין?

- מהם ההבדלים בין תרגיל סטודנט לפרויקט תעשייתי?
- עוד....

הנדסת תוכנה היא:

- לא רק תכנות
- ?

מהי הנדסת תוכנה?

“**Software Engineering** is the application of a systematic, disciplined, quantifiable approach to the development, operation, and maintenance of software, and the study of these approaches; that is, the application of engineering to software”
[IEEE SWEBOK’04], Wikipedia

Software engineering has accepted as its charter,
"How to program if you cannot." -- *E. Dijkstra*

1968 NATO SE Conference

- “We undoubtedly produce software by backward techniques.” “We build systems like the Wright brothers built airplanes– build the whole thing, push it off the cliff, let it crash, and start over again.”
- מה מצבינו כיום?

Software is becoming the foundation of modern civilization; software constitutes or will control the products, services, and infrastructure people will rely on for a wide variety of daily activities from the vital to the trivial. … software is not sufficiently engineered at this time to fulfill the role of "foundation."

David Rice

IEEE - SWEBOK

- מסמך\מיזם (2004), הגדרת עשרה תחומי ידע בהנדסת תוכנה וכן דיסציפלינות קרובות (ויקיפדיה)
- דרישות תוכנה
- תכנון תוכנה
- בניית תוכנה (תכנות מחשבים)
- בדיקות תוכנה
- תחזוקת תוכנה
- ניהול תצורת תוכנה
- ניהול הנדסת תוכנה
- תהליכי הנדסת תוכנה (תהליכי פיתוח תוכנה)
- כלים ושיטות בהנדסת תוכנה
- איכות תוכנה

- הנדסת מחשבים
- מדעי המחשב
- ניהול
- מתמטיקה
- ניהול איכות
- הנדסת אנוש
- הנדסת מערכות

תשובה מקוצרת שלנו

- אוסף תהליכים, שיטות וכלים לפיתוח מוצר תוכנה בעל ערך ללקוח ויכולת התאמה למצבים שונים תוך שימוש מיטבי ואיכותי במשאבים, משלב הרעיון ועד לשלב הפרישה

ועוד

- Glenn Vanderburg: "Software engineering is the science and art of designing and making, with economy and elegance, […] systems so that they can readily adapt to the situations to which they may be subjected.“
  confreaks 2010 Qcon 2012
- “Working software that maters” – D. North

Alt.: The One Thing Every Software Engineer Should Know

1. people understand what you're doing
2. people become interested in what you're doing
3. people get excited about what you're doing
   http://www.codinghorror.com/blog/archives/001177.html

נפגש בפרויקט

האם זו הנדסה?
מתכנת\ת או מהנדס\ת תוכנה?

- מתכנת -> מהנדס (ויקיפדיה, stack overflow)
- מהנדס: משמעות חוקית, אחריות
  - חוקי חמורבי:
    9) בנאי הבונה בית ברשלנות, ואדם מת בעקבות כך - יהרג הבנאי, ואם נהרג הבן של בעל הבית בשל רשלנות הבנייה - יהרג בנו של הבנאי [1,2].
  - "Bad coder to Jail"

Pragmatic Programmer Tip #1:
Care about Your Craft
Why spend your life developing software unless you care about doing it well?

רשיון?

- “ACM's position is that our state of knowledge and practice in software engineering is too immature to warrant licensing. Moreover, Council felt licensing would be ineffective in providing assurances about software quality and reliability.”
  - SWEBOK Pulled out…

מפתח תוכנה מקצועי?

- אחריות
  - מוצר שיתאים ללקוח
- אכפתיות
  - מוצר איכותי
- אומנות
  - לימוד ושכלול תמידי

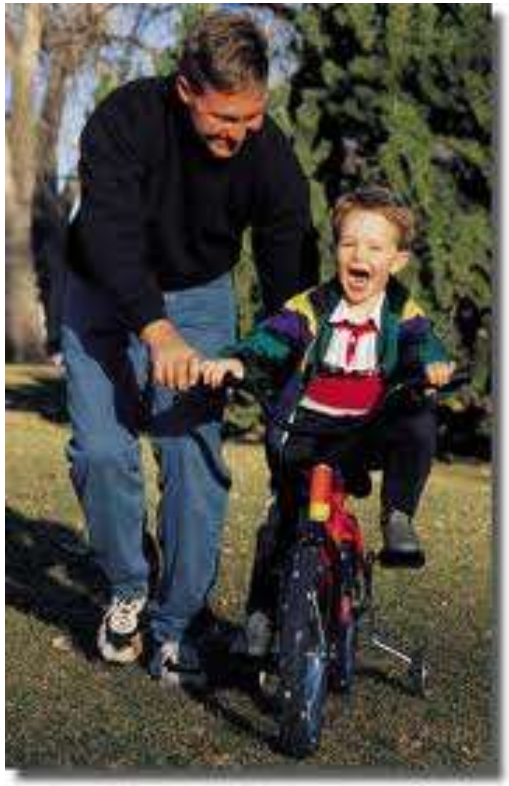
There is no shortage of people who can develop software. As anyone who has ever placed an advertisement seeking software developer will tell you, any marginally attractive job gets a flood of responses. There is an abundance of developers. We do, however, have a shortage of good developers with specific skill sets, and it is a lot of work to wade through all of the applications.

McBreen. “Software craftsmanship: the new imperative”

מהם ההבדלים בין תרגיל כיתה לפרויקט תוכנה תעשייתי?

- פרויקט (שלבים ויכולות שונים)
- עבודת צוות
- בעיות ותהליכים מסובכים
- דרישות סותרות ומשתנות
- שינויים לאחר ותוך כדי הפיתוח
- עלות תקלות
  - כלכלית
  - בטיחותית
- ראיה מערכתית
- לקוח! צריך לעזור לו!

אז איך נעשה זאת?



מהי בעצם תוכנה?

- מוצר\שירות הכולל:
  - תוכניות מחשב להרצה (קוד)
  - מסמכים מלווים
  - נתונים (+תצורה, סקריפטים וכו')
  - במטרה שמישהו יהיה מרוצה:
    - לרוב מיוצר ע"י קבוצה עבור אחרים
    - נראה בהמשך

תוכנה – פנים שונות

- מוצר
  - ניצול חומרת המחשב \ תקשורת
  - עיבוד מידע
- תשתית לפיתוח מוצרים
  - כלים (למשל office, graphics)
  - בקרת תוכניות אחרות (מערכת הפעלה)
  - תקשורת למחשבים אחרים
  - כלים לבניית תוכנה
  - שרותים
- כיום קטגוריות רבות ושונות

מהי תוכנה טובה (איכותית ISO/IEC 9126)?

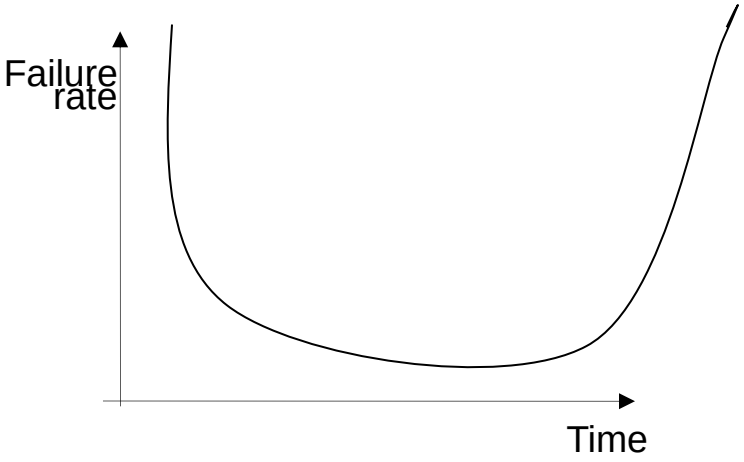
- פונקציונליות
  - תקפות (The right product)
  - נכונות (The product right)
  - ...
- אמינות, שימושיות, יעילות, ניידות
- תחזוקתיות / גמישות לשינויים
  - הוספת תכונות
  - תיקון באג
  - אופטימיזציה
  - שיפור מבנה

Good software is software that is designed to easily survive change.
Stephen Walther

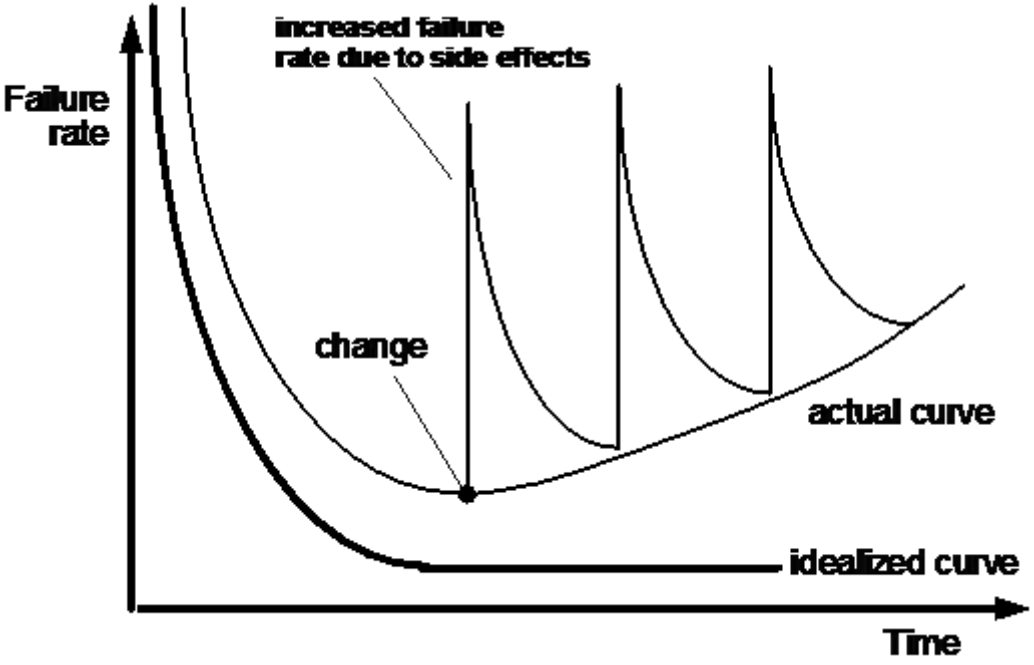
מה מיוחד (קשה) בתוכנה?

- תוכנה נבנית (מהונדסת?)
  - כמעט כל פרויקט עוסק במשהו שלא היה קיים מעולם (לפחות בארגון, עבור הלקוחות, טכנולוגיה מסוימת ובד"כ בשילוב)
- תוכנה לא מתבלה (אך כן מתקלקלת)
- בד"כ מסובכת (א"א לבדוק את כל המצבים)
- כיום: השפעה עצומה על החברה האנושית
- Bjarne Stroustrup: "our civilization runs on software“
  Marc Andreessen, 2011: “software is eating the world”
- ובכ"ז תחום חדש יחסית

יחודיות התוכנה



Failure for Hardware



Pressman, p. 37-38

תוכנה היום

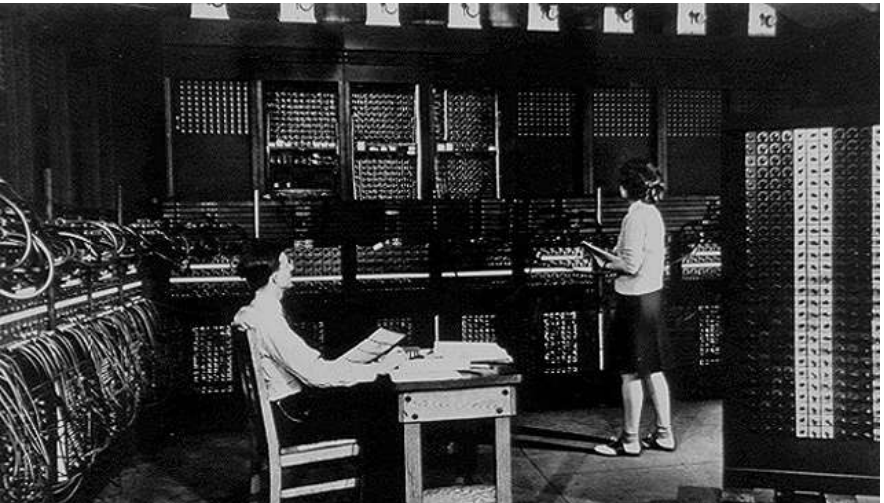
- Lines of code in use by the US Dept. of Defense
  - 1950 Less then a million
  - 1960 100 million
  - 1970 1000 million
  - 1980 10,000 million
  - 1990 100,000 million
  - 2000 10,000,000 million
  - 2010 ???
- גידול אקספוננציאלי!

מי הם המשתמשים העיקריים?

- 1950: מדענים בפרויקטים סודיים
- 1960: סטודנטים למתמטיקה שהוכשרו במיוחד
- 1970: מפעילי מחשב
- 1980: עובדי משרד
- 1990: תלמידים
- 2000: כולם
- 2010: מכוניות, צעצועים, נעליים ...
- 2020: ???

מכונות

- 1943: מספר המחשבים = 1
- 2010: > 500 מיליארד
- 2050 ?



מהו פרויקט?

- מאמץ זמני (עם התחלה וסיום מוגדרים) ליצירת מוצר או שרות ייחודי, השונה מכל מוצר/ שרות אחר

PMBOK

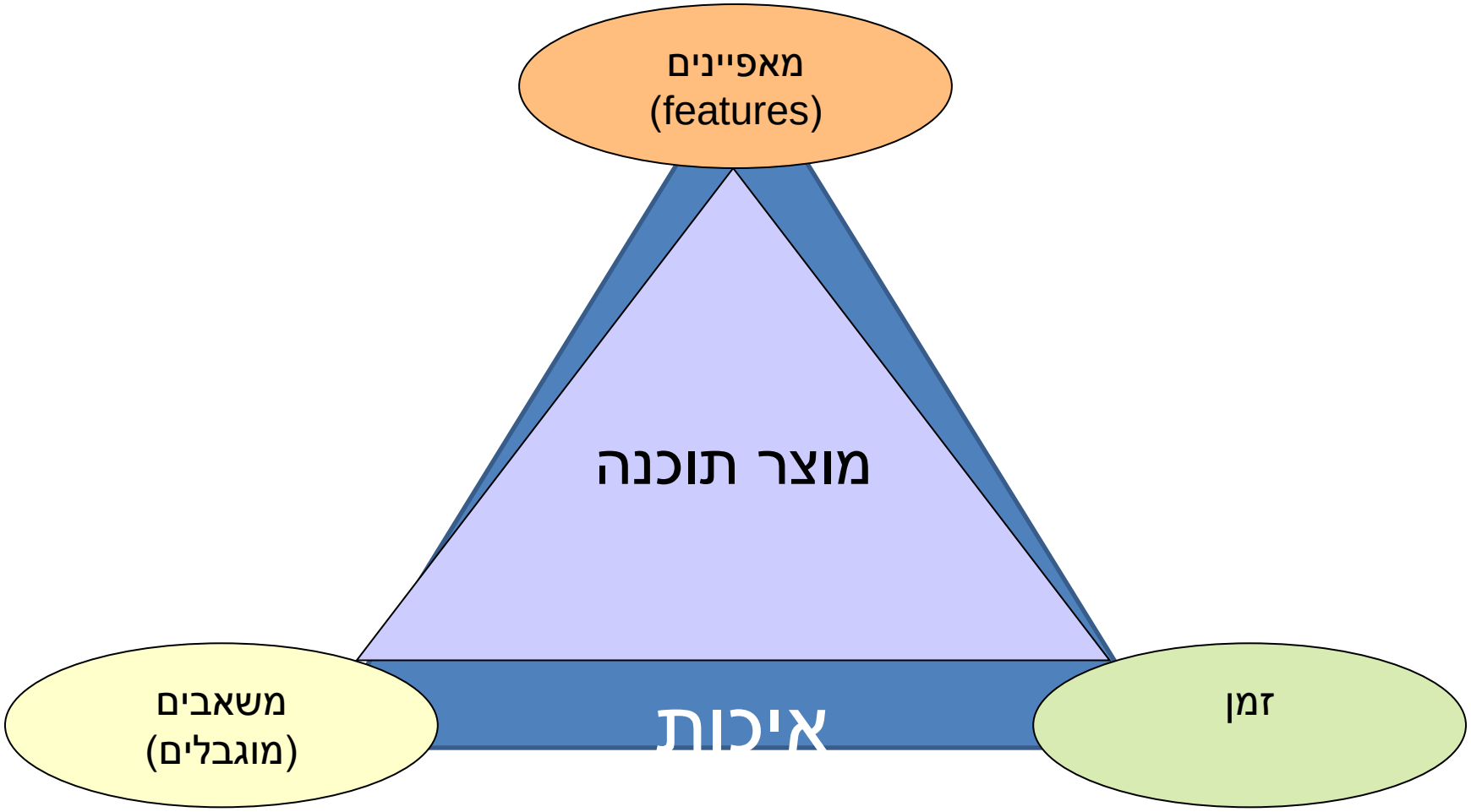
- מאפיינים עיקריים
  - חד פעמי – אין שני פרויקטים זהים
  - תחום בזמן – נקודת התחלה וסיום מוגדרות
  - הפרויקט לא כולל את שלבי התפעול השוטפים

מה מיוחד\קשה בפרוייקט תוכנה?

- Brooks: קשיים מובנים ("No Silver Bullet")
  - סיבוכיות
  - תאימות (לכל הדרישות)
  - גמישות לשינויים
  - חוסר נראות (סינדרום 90% לסיום)
- בד"כ: עבודה אינטלקטואלית, עבודת צוות, רב תחומי
- רכישת ידע

Why software projects are not routine work

אילוצי פרויקט (תוכנה)



מה אחריותי כמנהל פרויקט\מוצר?

- תכנון והערכה
- מדידה ובקרה
- ניהול סיכונים
- תקשורת, תיאום והנהגה, סילוק מכשולים, שחרור הצוות מכל השאר,...

- האם רק המנהל אחראי על כך?

ניהול גרוע של פרויקט גורם ל:

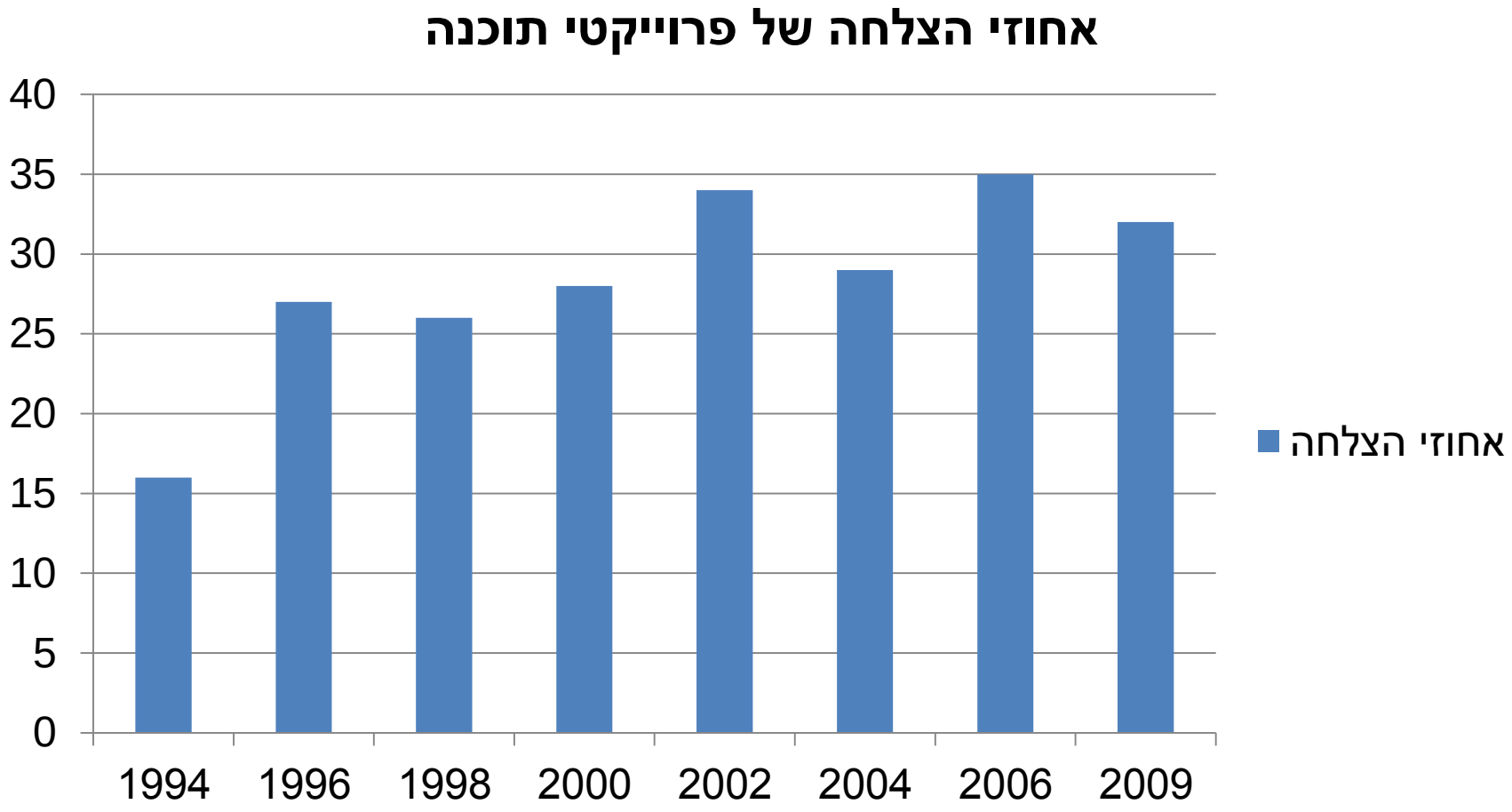
- בניית המוצר הלא-נכון
- בניית מוצר בעל איכות נמוכה
- איחור
- ביטול
- ע(ו)בדים 80 שעות בשבוע
- ...

עוד קצת הסטוריה

- משבר התוכנה – החל משנות ה-60
  - פרויקטים בד"כ מאחרים ועולים יותר מהמתוכנן
  - אחוז גבוה של כשלונות
  - חוות דעת ציבורית גרועה
- משבר קבוע? היכן הבעיה?
- ועידת נאטו 1968
- התגובה: דיסיפלינה: מודלים, תהליכים, תקנים, שפה משותפת
- לאחרונה: קבוצת SAMET

Wikipedia: "The software crisis has been fading from view, because it is psychologically extremely difficult to remain in crisis mode for a protracted period (more than 20 years)"

Chaos Report



מדוע פרויקטי תוכנה נכשלים לעיתים כל כך קרובות? *

- יעדי הפרויקט לא מציאותיים או לא ברורים
- אומדנים לא מדוייקים של המשאבים הנדרשים
- דרישות מערכת אינן מוגדרות היטב
- דיווח לקוי לגבי מצב הפרויקט
- סיכונים לא מנוהלים
- תקשורת לקויה בין הלקוח, המפתחים והמשתמשים
- שימוש בטכנולוגיה לא בשלה
- אי-יכולת לנהל את מורכבות הפרויקט
- פרקטיקות פיתוח מרושלות
- ניהול לקוי של הפרויקט
- פוליטיקה של בעלי עניין
- לחצים מסחריים

בסיום הקורס נחזור לרשימה זו ונבדוק האם רכשנו כלים מתאימים להתמודד עם בעיות אלה.

* Charette, R. N., *Why Software Fails?*, IEEE Spectrum, Vol. 42, Issue 9, Sept. 2005

1

2

3

4

http://en.wikipedia.org/wiki/Peer_instruction

מה מתוך הבאים כנראה אינו מהווה סיבה לאחוז הכישלון הגבוה בפרויקטי תוכנה?

1. מחסור במהנדסי תוכנה טובים
2. פיתוח תוכנה בשיטות הנדסיות לא מתאימות
3. חשיבותה של התוכנה לחברה האנושית
4. חוסר במעמד חוקי (רשיון) של מהנדס

מה אפשר להספיק בסמסטר אחד?

- סילבוס...
- אתר ויומן הקורס
https://github.com/jce-il/se-class/wiki/Schedule

על הקורס

למידה באמצעות התנסות.

השתתפות, שותפות ומעורבות חיוניים להצלחה!
קרוב לעולם האמיתי, ככל האפשר

הסטרט-אפ הראשון שלכם ? Next Facebook

לא הכל נכנס

Martin: “School can teach the theory of computer programming. But school does not, and cannot teach the discipline, practice, and skill of being a craftsman.”

- מבוא לתכנות+
- צוות וניהול
- תיכון מונחה עצמים
  - UML ומידול בכלל
  - Design Patterns
- מדידות וביצועים

Knuth Law: “Premature optimization is the root of all evil ”

- דיבוג
- אימות פורמלי
- ...

פרויקט הדגמה

- מרעיון למוצר
- מטרות להדגמה
  - התרשמות מכמה רעיונות מרכזיים של הקורס
  - הכוונה ראשונית לפרויקט\להצעה שלכם
- מה אפשר להספיק בשעה?
  - מינימום קוד... (ובלי להבין הרבה...)
  - מקסימום התרשמות מתהליכים, שיטות וכלים

פרויקט הדגמה – רעיון \ הצעה

- למה? (הבעיה)
  לאחרונה בוטלה האפשרות להעלות קבצים למאגר קוד github ללא היכרות עם git – מקשה על מי שלא מכיר (עדיין) את הפרוטוקול (Goodbye, Uploads)
- מה? (פתרון אפשרי)
  מערכת שתפשט את ההעלאה ע"י קוד
- איך?
  אפליקציה ברשת (למה?)
- שם הפרויקט (זמני): GitUploads

GitUploads – איך מתחילים?

Atwood: “a basic sketch of a homepage design is the first thing you should work on in any webapp, because it serves as the essential starting design document and vision statement.”

- יכולות ודרישות (מה)
  - תרשימי ממשק משתמש
  - זיהוי בעלי עניין ומשתמשים
  - איסוף וניתוח
- תיכון ראשוני \ ארכיטקטורה (איך)
- תהליך (כיצד)
  - תכנון הפרויקט
  - מימוש
  - משוב והתקדמות

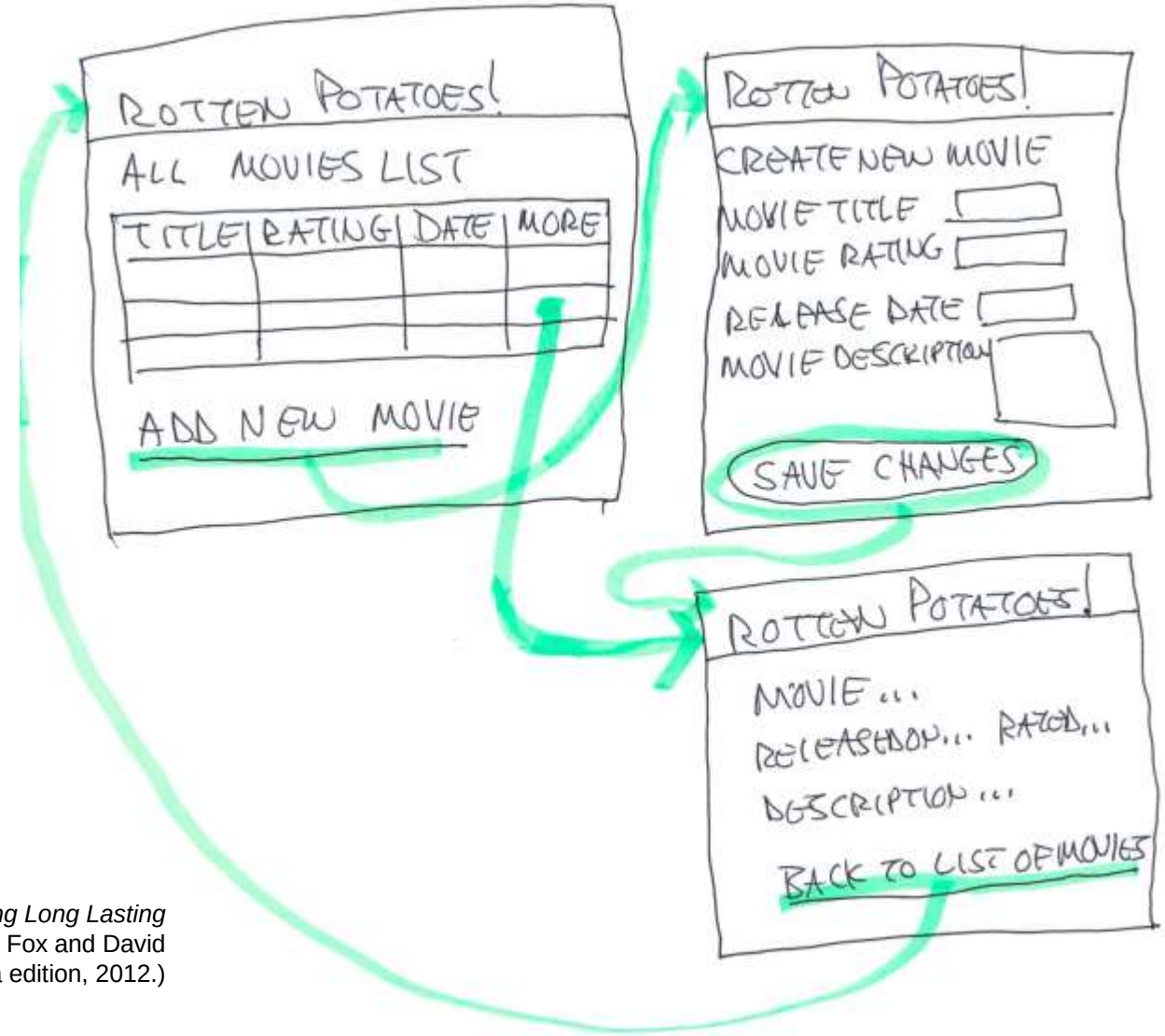
GitUploads – דרישות \ סיפורי משתמשים

- בתור סטודנט שעדיין לא מכיר git
כדי להעלות קבצים למאגר הקוד של הקורס כחלק ממשימה 1
אני רוצה העלאה נוחה למאגר הקורס

- בתור משתמש במאגרים שאינו מתכנת
כדי שאוכל לעזור עם קבצים נוספים לפרויקט שלי
אני רוצה גישה להעלאת קבצים באמצעות ממשק דפדפן

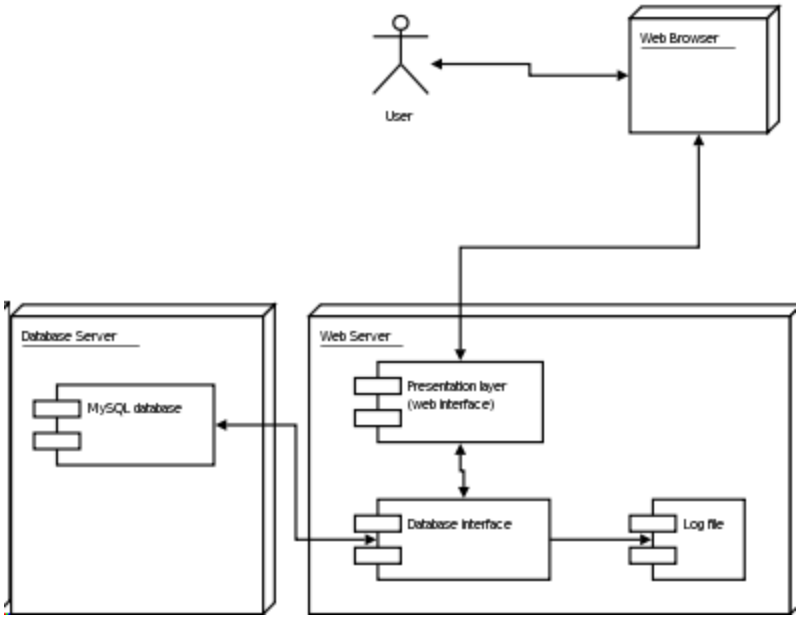
- מחיקה? ניהול? ...

תרשימי ממשק משתמש – GitUploads



(Figure 4.4, *Engineering Long Lasting Software* by Armando Fox and David Patterson, Alpha edition, 2012.)

GitUploads – תיכון ראשוני (UML)



http://en.wikipedia.org/wiki/Applications_of_UML

GitUploads – תכנון פרויקט

- צוות?
- משימות? הערכות? חלוקה ותיעדוף?
- הזדמנויות? סיכונים?
- אילו מסמכים? שיתוף קוד? הפצה?
- אתר ניהול פרויקט, למשל – github.com, PivtoalTracker.com
- הרצאות ומשימות 1+2

GitUploads - תהליך ומשוב

- אז מאיפה מתחילים? MVP
- מי קובע מה עושים?
- לפי אילו שלבים לעבוד?
  - לכל שלב יעדים \ קלטים \ פלטים
- איך נדע שסיימנו?
- הרצאות 3-5

GitUploads - ניתוח תרחיש ומימוש

- בחירת סיפור בכל הערך הגבוה ביותר: נניח 1 לעיל (איך מחליטים?)
- מאפיין: העלאת קובץ
- תרחיש:
  - בהינתן שאני גולש לאפליקציה
  - כאשר אני בדף הבית
  - אזי אני יכול לשלוח קובץ למאגר הקורס
- יכול לשמש לאימות המימוש

תשתיות - GitUploads

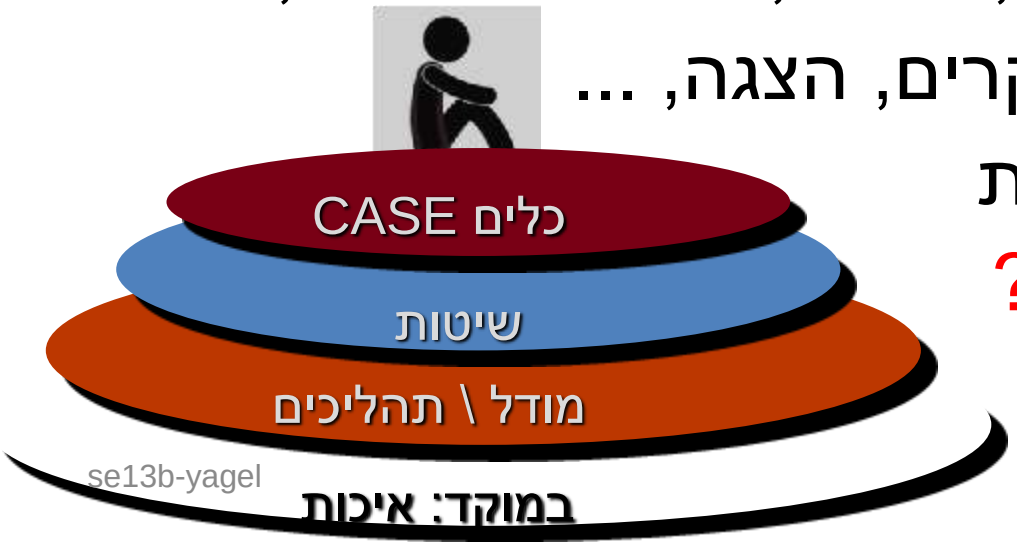
- עזרה מסביבת פיתוח וספריות (RAD, למשל MS Visual Studio / Asp.net)
- כלי יצרנות (Resharper)
- בקרת גרסאות (git)
- שימוש בתבניות ידועות (MVC)
- מונחה בדיקות (כלי בדיקות יחידה MsTest/Moq)
- הפצה מתמשכת (לענן, למשל azure)
- הרצאות 5-8

GitUploads – עקרונות פיתוח

- שימוש ברכיבים קיימים
  - ספייק (מחקר \ שיטוט...)
  - מנהל חבילות (למשל nuget)
- תיכון מפורט
  - כללי קידוד, למשל Don’t Repeat Yourself (partial view)
  - עקרונות OOD, למשל Dependency Inversion Principle, Single Responsibility
  - תבניות תיכון, למשל Repository Pattern
  - בדיקות יחידה ו- TDD (Red-Green-Refactor)
- עוד: UX חווית משתמש (למשל עדכון עם ajax), משוב (למשל UserVoice)
- הרצאות 9-14

GitUploads - Review

- תהליכים: תכנון, דרישות, תיכון, בדיקות, פיתוח איטרטיבי ואנכי, משוב, ...
- שיטות: פיתוח מונחה בדיקות, תיכון מונחה עצמים, חווית משתמש, ...
- כלים: ניהול פרויקט, בקרת גרסאות, כלי תיכון, סביבות פיתוח, בדיקות, הפצה, פורומים\חיפוש, ...
- אנשים: צוות, ניהול, סקרים, הצגה, ...
- המטרה: תוכנה איכותית
- האם אפשר בלי כל זה?



GitUploads - רטרוספקטיבה

- מה הלך טוב?
- מה פחות וניתן לשפר?
- מה נשנה לפעם הבאה?

GitUploads - כמה קישורים טכניים

- asp.net/mvc, ASP.NET MVC 4 Tutorials
- mvc scaffolding
- Getting Started with the Facebook C# SDK for ASP.NET (repository)
- Azure deployment tutorial (with git)
- Similar Project in Java
    - PowerTodoDemoProject @github
- ועוד ועוד...

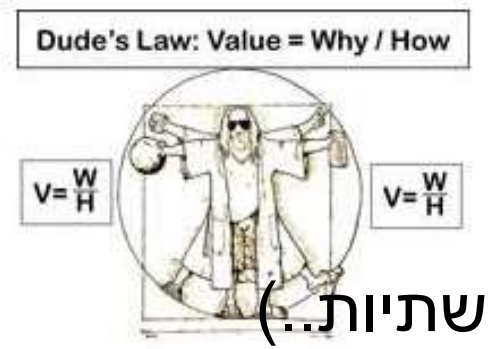
בקרת גרסאות הינה:

1. תהליך לפיתוח תוכנה
2. עזר לשיתוף פעולה בין מפתחים
3. כלי לגיבוי קבצי קוד
4. תשובות 2 ו-3 נכונות

הפרויקט - מטרות

- נסיון ישיר עם חומר הקורס
- אתגרים טכניים בשל גודל הפרויקט
- אתגריים חברתיים במסגרת מאמץ קבוצתי
- הזדמנות להתנסות בסביבה חדשה, למשל: התקנים ניידים, Web ,.net, Ruby, APIs, קוד פתוח, רשתות חברתיות, דרייברים, תוסף דפדפן, html5 .... (בכל זאת מומלץ RAD)
- הזדמנות עסקית (זכויות יוצרים!)
- המלצה: לא לפתוח הרבה חזיתות!
- מה בכל זאת שונה מהתעשייה?

פרויקט קבוצתי – מהיכן מתחילים?



- כל זוג מגישים הצעה לפרויקט
  - ❑בעיה (למה?)
  - ❑הצגה פונקציונלית (מה?)
  - ❑פתרון \ תיכון ראשוני (איך? (מחשבים\תשתיות..)
  - ❑ייתרונות, ישימות וסיכונים (האם?)
  - – מסמך ומצגת
  - – בהרצאה הבאה:
    - מצגות
    - -> צוותים
- בתרגיל ובאתר פירוט נוסף (פתיחת ההגדרות?)

מאיפה אקח רעיון?

- בוער לי
- חיפוש וסיעור מוחות
- משהו מעניין

nhprman
@nhprman

Follow

"All startups should be thinking: what frustrates me and how do I make it better?"
Sir Richard Branson

Reply Retweet Favorite

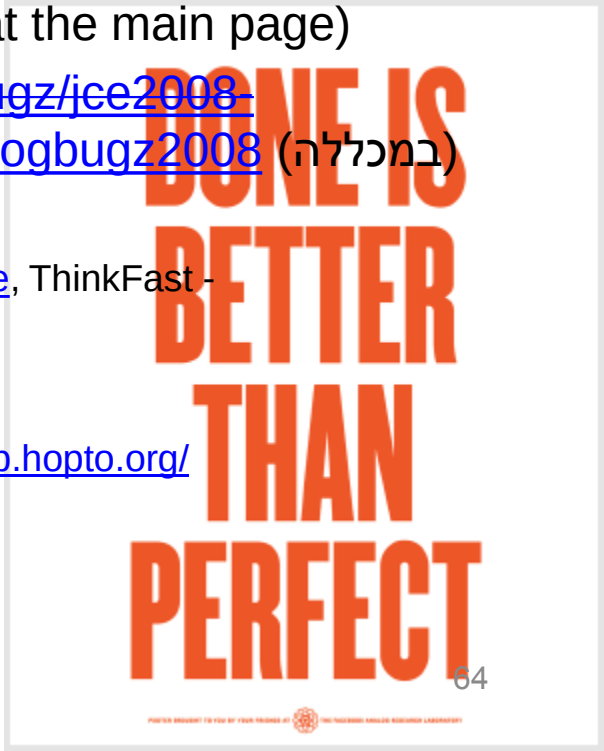
5:01 PM - 9 Aug 12 · Embed this Tweet

Eric Raymond , The Cathedral and the Bazaar: **“Every good work of software starts by scratching a developer’s personal itch.”** link

Ed Catmull, Pixar: “If you give a good idea to a mediocre group, they'll screw it up. **If you give a mediocre idea to a good group, they'll fix it.** Or they'll throw it away and come up with something else. “
http://www.youtube.com/watch?v=k2h2lvhzMDc

התרשמות מקורסים קודמים

- 2012/3 – https://github.com/jce-il/se-class/wiki/PastProjects
  - Example: Picture Barcode Generator
- 2011E - https://bitbucket.org/robi_y/se11b/wiki/Projects
  - Example: Car Pool
- 2011 - https://bitbucket.org/robi_y/se11a/wiki/teams
- 2010 - https://bitbucket.org/robi_y/se11a/wiki/teams
- 2010E - http://sejce2008.codeplex.com/ (down right at the main page)
- 2009 - ~~http://my.jce.ac.il/~robi/jce2008/jce2008-fogbugz/jce2008-old.fogbugz.com/default68ca.html~~ http://jproject-2/fogbugz2008 (במכללה)
- 2008 -
  - CrazyLinks - http://sites.google.com/site/crazylinksproject/Home, ThinkFast - http://sites.google.com/site/thinkfastgame/, FastRegister - http://groups.google.com/group/fast-register?hl=en, GoogleIt - http://sites.google.com/site/searchitproject/, SharePaint – http://www.freewebs.com/sharepaint, ReadItUp – http://readitup.hopto.org/



חדשות העיר

חדש במכללה האקדמית להנדסה ירושלים:

קורס לפיתוח אפליקציות אנדרואיד

במסגרת הקורס פותחה אפליקציה המבוססת על טכנולוגיית GPS לנוסעי רכבת ישראל- בה המכשיר מעיר את בעליו חמש דקות לפני תחנת היעד שבחר

מאת: כרמל קמין

קרדיט: מרצה הקורס ד"ר ראיאל בן אב

עוד רעיונות

- Open Source Projects (github, bitbucket, source forge, codeproject, codeplex, ….), AppStores
- Project pages of a similar course 1 2 3
- startupisrael.com, Start-ups Israel news (student example), ynet news
- http://startupweekend.org
- מרכזי חדשנות: טכניון, בין-תחומי
- google summer of code, 2012
- Competitions: MS imagine cup, RailsRumble

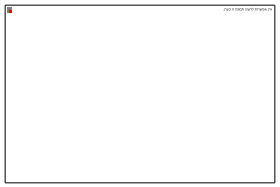
סיעור מוחות - קישורים

- Ries, The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses
- Savoia, Pretotyping (book, video)
- McConnel, GTAC 2011: Closing Keynote - Secrets of World Class Software Organizations, Video 2011
- Copeland, Innovation at Google, Video 2010
- The Myth of Innovation
- Graham:Ideas for Startups
- The Naming Game: Things to consider when naming an open source project


GET
EXCITED
AND
MAKE
THINGS

נושאים נוספים למבוא

- אתיקה למהנדס תוכנה
- הנדסת תוכנה מול
הנדסות אחרות \ מדעי המחשב \ ייצור
- הנדסת מערכות
- מבחן ג'ואל (או איך לבחון את מקום עבודה)
- חדשנות, שיווק
- איך להיות מהנדס טוב \ הכנה לתעשיה
- כישלונות ידועים בתוכנה



“somebody made an error in a couple lines of the code and everything goes” 2007

בתרגיל

- כתיבת הצעת פרויקט
- הדגמה

ההרצאה היום עזרה לי להבין ש:

1. הצילו, איך בורחים מכאן?
2. מצטער, הרבה דברים עדיין לא ברורים לי
3. דווקא נחמד, מקווה שאעבור את זה איכשהו
4. אין, חייב כבר להתחיל לעבוד על הפרויקט שלי

בפעם הבאה

- תיאוריה: תהליכים, מודלים ומתודולוגיות (הכנה: wikipedia sdp פיתוח תוכנה זריז)
- הצעות פרויקט
- משימות להמשך (ראו לו"ז)
  - הצעת פרויקט (בזוג) : מסמך ומצגת
  - רישום לפורום וקבלת הרשאות במאגר הקורס
  - משימה אישית מס' 1, קריאה:

יוגב טל, "Agile, Scrum - על מה כל המהומה"

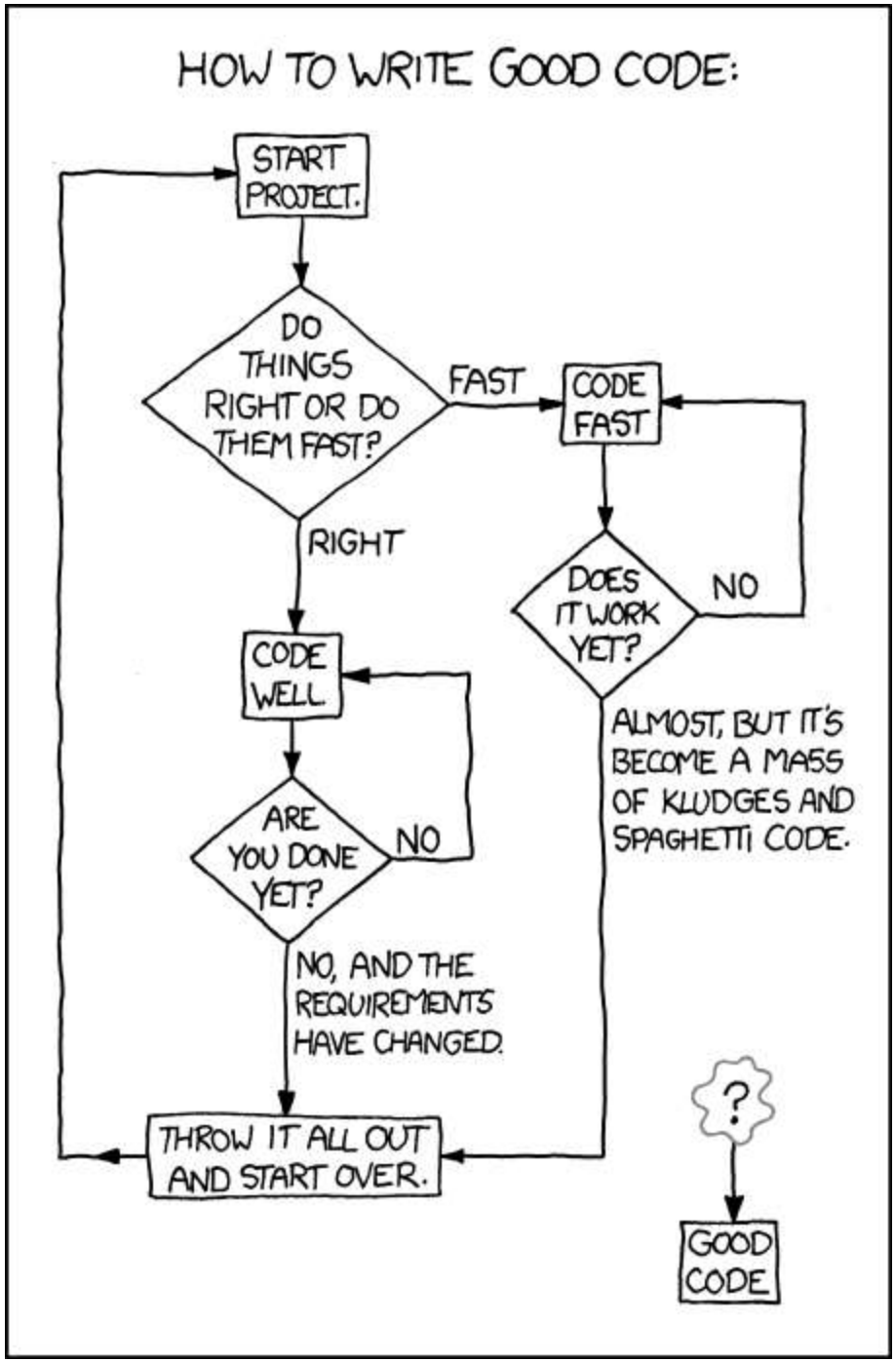
שאלה: אלו מאפיינים של פיתוח אג'ילי מתאימים לפרויקט בקורס? נמק\י!

הגשה למייל הקורס, עד תחילת השיעור הבא (אין איחורים)

לסיכום

- דיון בהנדסת תוכנה, תוכנה היום, אתגרים
- מטרת הקורס: מתכנת => מהנדס תוכנה
- המיוחד בקורס
  - רב תחומי
  - הזדמנות לעבוד על רעיון שלכם
  - בד"כ אין תשובה אחת נכונה, מותר לטעות
  - כישורים "רכים" (יצירתיות, שיתוף פעולה)
  - לא קשה, אבל עבודה די רבה (ומהתחלה!)
- תוכן הקורס: תהליכים, דרישות, תיכון, בדיקות, מימוש, כלים ועוד.....
- שאלות \ הבהרות \ הצעות ?

בהצלחה ובהנאה


HOW TO WRITE GOOD CODE:
START PROJECT.
DO THINGS RIGHT OR DO THEM FAST?
FAST
CODE FAST
DOES IT WORK YET?
NO
ALMOST, BUT IT'S BECOME A MASS OF KLUDGES AND SPAGHETTI CODE.
RIGHT
CODE WELL
ARE YOU DONE YET?
NO
NO, AND THE REQUIREMENTS HAVE CHANGED.
THROW IT ALL OUT AND START OVER.
?
GOOD CODE

More Links

- http://dotmac.rationalmind.net/2010/08/17/some-lesser-known-truths-about-programming/
- Short Article: People Are NOT Resources http://www.3pvantage.com/articles/people-are-not-resources.htm