תכנות מתקדם 1

אבני דרך 1,2 בפרויקט

ד"ר אליהו חלסצ'י
Eliahu.khalastchi.biu@gmali.com

:Main

למעשה פונקציית ה `main` צריכה לקרוא מהמשתמש שורה שורה, ועל כל שורה לשלוח ל `lexer` ואת הפלט שלו לשלוח ל `parser`. כך הקוד שהמשתמש כתב מתפרש וגורם לפעולות שונות בסימולטור.

אופציה שנייה, היא לפתוח קובץ טקסט ובתוכו הסקריפט המלא שאותו נפרש שורה שורה בדיוק באותו האופן.

למשקיעים: ה `main` תמיד תצפה לקלט של המשתמש, אך אחת הפקודות תהיה להריץ סקריפט שכתוב בקובץ מסוים. למשל:

```
> run “d:/scripts/takeoff.fgs”
```

בהצלחה!

אבן דרך 2 חלק א' – שמירה על עקרונות Solid

בכיתה למדנו אודות עקרונות עיצוב שונים, ובפרט על העקרונות single responsibility ו open/close של SOLID. בבואנו לכתוב את צד השרת נרצה לקיים את העקרונות האלה. מכיוון שזו הפעם הראשונה, נעשה זאת יחד באופן מודרך.

ברצוננו לכתוב שרת כללי, כלומר שרת שיוכל לשמש אותנו שוב ושוב בפרויקטים שונים. לשם כך, עליו לבצע הפרדה עקרונית וחשובה, מהי לדעתכם?

א. הפרדה בין צד השרת ללקוח
ב. הפרדה בין מה שמשתנה בין פרויקט לפרויקט, לבין מה שלא.
ג. הפרדה בין פרוטוקולים שונים לתקשורת

נסו לחשוב לבד – איזו הפרדה עקרונית אנו צריכים?

תשובה:

אל הסכנה הוא לקחת מהמשתמש יותר. נרצה לבנות מנגנון שיאפשר לו לבחור מה הוא רוצה לבצע – מהם מודולים לעשות בו שימוש. לכל זו הסכנה מעניקה לבנות מנגנון לבחירת פעולות, כגון לבחירת מודולים. כגון כל, דוגמא מעניינת לכך – מהם מודולים לעשות בו שימוש. כגון כל, דוגמא מעניינת לכך – הוא נרצה מהם מודולים לעשות בו שימוש. נרצה לבנות מנגנון לבחירת פעולות, כגון לבחירת מודולים. הוא הסכנה הוא.

את המנגנונים שאינם משתנים נוכל לממש כבר כעת. אולם, פעולות שעשויות להשתנות מפרויקט לפרויקט לא נרצה לממש, אלא נרצה רק לדעת להפעיל אותן בבוא העת כשנצטרך. לשם כך נוכל לנצל את הקיום של ממשקים (interfaces).

חישבו כיצד?

תשובה:

בוודאי הבנתם "הפרדה מהמימוש" דבר הכרחי לא מהמרד. הרעיון הבא הוא לממש lexer, לדוגמה, בעזרת מחלקה מהמרד; הרעיון הבא הוא לממש parser, לדוגמה, בעזרת מחלקה מהמרד; הרעיון הבא הוא לממש lexer() s.lexer() בעזרת מחלקה מהמרד. הרעיון הבא הוא לממש parser() s.parser() בעזרת מחלקה מהמרד. הרעיון הבא הוא לממש lexer() s.lexer() בעזרת מחלקה מהמרד.

אז בואו נתחיל.

אילו הינו מתחילים עם מחלקה שמממשת שרת, דהיינו מנגנון שמאזין וממתין ללקוחות שיתחברו ואז מטפל בבקשות שלהם, אז הינו כותבים מנגנון אחד שלא בהכרח היה מתאים לכל פרויקט. יותר נכון זה **להגדיר את הפונקציונאליות של השרת באמצעות ממשק**, ובכל פרויקט יכולה להיות מחלקה אחרת שתממש את אותה הפונקציונאליות בדרך שונה. לדוגמא, הסמסטר נממש מחלקה שתטפל בלקוחות אחד אחרי השני ואילו בפת"מ 2 תוכלו להוסיף מחלקה המהווה שרת שמטפל בכל הלקוחות במקביל.

נשים לב שמתקיימת כאן שמירה על עקרון open/ close שכן, הוספה של מחלקה שמימשה את אותו הממשק היא הרחבה של הפונקציונאליות הנדרשת (open) מבלי שהיינו צריכים לשנות קוד שכבר כתבנו (close) – פתוח להרחבה אך סגור לשינויים.

צרו פרויקט ובו namespace בשם server_side ובתוכו את הממשק Server. נתחיל מפונקציונאליות פשוטה:

- המתודה open תקבל פרמטר int port להאזנה ותפקידה יהיה לפתוח את השרת ולהמתין ללקוחות.
- המתודה stop תסגור את השרת.

חישבו האם צריך מתודות נוספות.

כעת, צרו את המחלקה MySerialServer מהסוג של Server. את הקוד תממשו בהמשך; כעת זו רק התשתית.

שיחה עם הלקוח

תארו לכם מצב שבו במחלקה MySerialServer גם מימשנו את פרוטוקול השיחה בין הלקוח לשרת. הרי בכל פרויקט תיתכן שיחה שונה בפורמט שונה ועם ציפיות שונות בין הלקוח לשרת. כך לא נוכל להשתמש במחלקה זו בפרויקטים אחרים. בין מה למה עלינו להפריד כדי לשמור על עקרונות single responsibility ו open close?

א. עלינו להפריד בין מחלקות שונות שמימשו את Server, בכל מחלקה נממש פרוטוקול שונה
ב. עלינו להפריד בין המנגנון של השרת שמומש ב MySerialServer לבין צורות שיחה שונות עם הלקוח.

א' היא כמובן תשובה לא נכונה, מפני שגם עם אותו המנגנון נרצה לקיים שיחות שונות. למשל, תארו מצב שבו יש לנו שני מנגנונים של שרת – MySerialServer מטפל בלקוחות אחד אחרי השני ואילו MyParallelServer מטפל בהם במקביל. כמו כן, יש לנו שני פרוטוקולים של תקשורת – באחד הלקוח שולח מחרוזת לשרת והשרת מחזיר מחרוזת הפוכה, ואילו בפרוטוקול השני הלקוח שולח משוואות מתמטית והשרת מחזיר פתרון. לפי תשובה א' נצטרך 4 מחלקות (!) שרת טורי שהופך מחרוזות, שרת טורי שפותר משוואות, שרת מקבילי שהופך מחרוזות ושרת מקבילי שפותר משוואות. לא הגיוני.

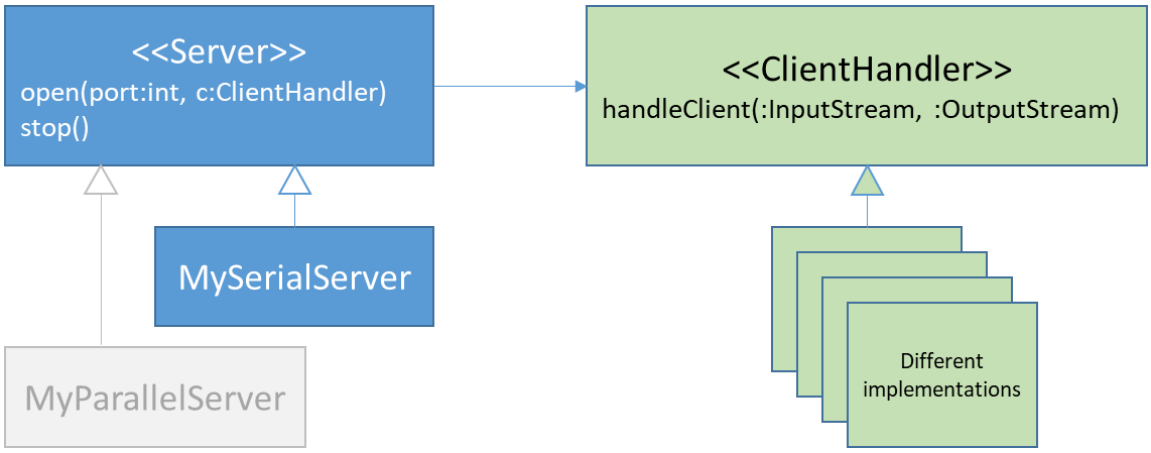
לפי ב', לעומת זאת, אם ניצור ממשק בשם ClientHandler שמטרתו לקבוע את סוג השיחה עם הלקוח והטיפול בה, אז נוכל להסתפק רק בשתי מחלקות עבור מנגנונים של שרת (MySerialServer, MyParallelServer) ולכל אחת מהן נוכל להזריק איזה מימוש שנרצה עבור ClientHandler. בפרט, לכל מימשו של Server נוכל להזריק שיחה של היפוך מחרוזות או פתרון משוואות. באותו האופן אם מחר נרצה לממש פרוטוקולים נוספים אז נצטרך רק להוסיף מימוש של ClientHandler מבלי לשנות או להעתיק שוב את הקוד של המנגנונים השונים לשרת.

נשים לב שבשיטה זו שמרנו גם על single responsibility וגם על open close.

הגדירו את הממשק ClientHandler עם המתודה handleClient שמקבלת stream של קלט (ממנו נקרא את הודעות הלקוח) ו stream של פלט (שאליו נכתוב את תשובת השרת).

היכן נטמיע את ההזרקה של ClientHandler?

הביטו בתרשים הבא ונסו לענות מדוע נכון יותר שזה יהיה כפרמטר של מתודה ב Server ולא data member באחת המחלקות שירשו אותו?



על איזה עיקרון של SOLID שומר הפרמטר c במתודה open של Server?

תשובה: Dependency Inversion – המחלקות שירשו את Server מקבלות תלות מסוג ClientHandler. הן מחליטות מתי להפעיל את ה ClientHandler ואילו הוא מחליט על המימוש.

כעת, ממשו את המחלקה MyTestClientHandler כסוג של ClientHandler שתשמש אותנו בהמשך לבדיקת התשתית.

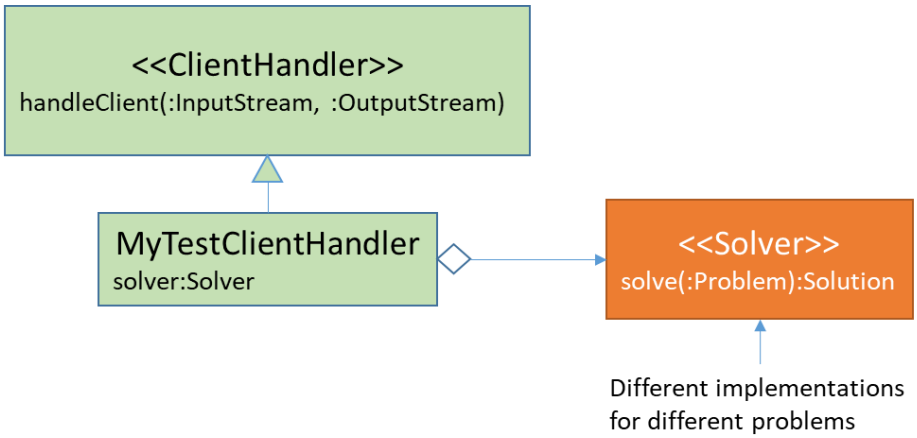
פתרון בעיות

בהמשך לדרך בה אנו שומרים על single responsibility ו open close נרצה להפריד גם בין פרוטוקול השיחה בין השרת ללקוח (שמומש אצל יורש כלשהו של ClientHandler) לבין האלגוריתם שפותר את הבעיה. אחרת, נצטרך מחלקה אחת עבור כל שילוב אפשרי של פיענוח פרוטוקול שיחה עם כל אלגוריתם...

לדוגמא, נניח שקיימים שני אלגוריתמים A ו B לפתרון של משוואות מתמטיות. ללא הפרדה, נצטרך שני מימושים של ClientHandler עבור אותו פרוטוקול תקשורת. בשני המימושים יהיה **קוד כפול** שקורא למשל מחרוזת שהגיע מהלקוח ושולף מתוכה את הנתונים. אך מימוש אחד מבצע את אלגוריתם A ואילו השני את B. מיותר.

הביטו בתרשים הבא וענו על השאלות הבאות

א. הסבירו במילים שלכם כיצד ומדוע העיצוב בתרשים הבא נמנע מהקוד הכפול המתואר לעיל
ב. מדוע בחרנו לבצע את ההכלה ב MyTestClientHandler ולא בממשק ClientHandler עצמו?



רמז:

- האם משהו ישנה בקוד של MyTestClientHandler אם נרצה להשתמש באלגוריתם אחר כדי לפתור את אותה הבעיה?
- האם בהכרח כל ClientHandler פותר בעיות אלגוריתמיות?

שמירה של פתרונות (Caching)

ייתכן וחישוב הפתרון לוקח המון זמן. יהיה זה מיותר לחשב פתרון עבור בעיה שכבר פתרנו בעבר. במקום זאת, נוכל לשמור פתרונות שחישבנו בדיסק. במידה ומגיעה בעיה, נצטרך לבדוק במהירות האם כבר פתרנו אותה בעבר, אם כן, נשלוף את הפתרון מהדיסק במקום לחשב אותו. אחרת נפתור את הבעיה ונשמור את הפתרון בדיסק.

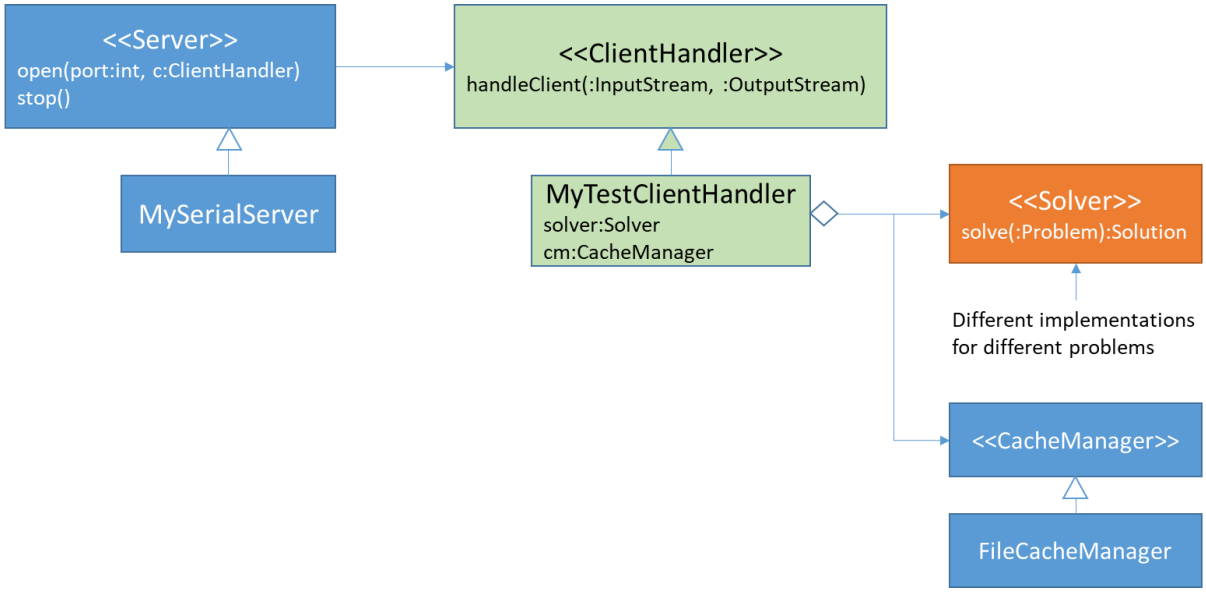
בשלב זה, אתם כבר מבינים שיתכנו מספר מימושים שונים לשמירת הפתרונות, לדוגמא בקבצים או במסד נתונים. לכן, ניישם שוב את אותה הטקטיקה של שימוש בממשק כדי לשמור על העקרונות השונים של SOLID. נגדיר את הממשק CacheManager שינהל עבורנו את ה cache (בעברית - מטמון).

חישבו, מהי הפונקציונאליות של CacheManager? אלו מתודות תגדירו לו?

- מתודה אחת שמחזירה true אם הפתרון נשמר בהצלחה
- מתודה אחת שמחזירה true אם הפתרון נמצא
- שאם מתודה אחת מחזירה true אז מתודה אחת מחזירה:

תגדירו את המתודות לממשק CacheManager. ממשו את הממשק במחלקה שנקראת FileCacheManager. מחלקה זו באבן הדרך הבאה תשמור פתרונות בתוך קבצים בדיסק.

בהצלחה.



אבן דרך 2 חלק ב' – streaming

רקע:

החל מחלק זה, בהדרגה מסמך זה יגדיר יותר **מה** לעשות (דרישות) ופחות **איך** לעשות זאת. הבחירה עוברת לידיים שלכם.

בהמשך לשיעורים אודות Streaming של מידע לקבצים ולערוצי תקשורת עליכם לממש את המחלקות השונות ע"פ העיצוב שלנו לצד השרת מחלק א'. אולם, הבעיה שנפתור תהיה לעת עתה בעיית צעצוע רק כדי שנוכל לבדוק את התשתית שיצרנו. בהינתן מחרוזת מהלקוח, השרת יצטרך להחזיר מחרוזת הפוכה. בהמשך, נעדכן את השרת שלנו כך שיפתור בעיות חיפוש.

MySerialServer

בהתאם לקוד שהדגמנו בשיעור, במתודה start ממשו לולאה שמאזינה ללקוח על ה port שקבלנו. לאחר שהלקוח מתחבר היא תפעיל את ה ClientHandler שהוזן לה כדי לשוחח עם הלקוח. בתום השיחה נחזור לתחילת הלולאה ונאזין ללקוח הבא. כך נטפל בלקוחות אחד אחרי השני באופן טורי.

דגשים:

- שימו לב שיש להריץ את הלולאה הזו בת'רד נפרד כפי שהודגם בשיעור, אחרת מי שמפעיל את start מפעיל לולאה שלעולם לא תסתיים ולכן לא יוכל להגיע לשורה הבאה ולקרוא ל stop.
- הקפידו להגדיר time out להמתנה ללקוח, אחרת גם הפעלה של stop לא תועיל מפני שנחכה לנצח ללקוח שלעולם לא יגיע, והשרת יישאר פתוח לעד.

MyTestClientHandler

מחלקה זו תקרא מה InputStream של הלקוח שהתחבר שורה אחר שורה. בהינתן שורה, נשאל את ה CahceManager שהוזן לנו האם יש לו פתרון שמור למחרוזת זו. אם כן, נשלוף באמצעותו את הפתרון ונכתוב אותו חזרה ללקוח. אם לא, נפעיל את ה Solver שניתן לנו על מנת לקבל את הפתרון (מחרוזת הפוכה לזו שהלקוח שלח). נבקש מה CacheManager לשמור את הפתרון ונשלח אותו חזרה ללקוח.

תהליך זה יחזור על עצמו עם כל שורה המגיעה מהלקוח.

שימו לב שהלקוח הוא זה שכותב ראשון, ושלאחר כל שורה הוא מצפה לקרוא תגובה לפני שהוא שולח את השורה הבאה שלו.

טיפ: flush

פרוטוקול התקשורת מסתיים כאשר הלקוח כותב את המילה "end" השרת לא יחזיר תשובה ויסיים את ההתקשרות עם אותו הלקוח.

Solver

שנו את הממשק כך שבמקום ש Problem ו Solution יהיו מחלקות, הם יהיו טיפוסים פרמטריים של Solver. כלומר Solver<Problem, Solution>. כך של מחלקה שתממש את Solver תוכל לבחור מהו הטיפוס המייצג את הבעיה ומהו הטיפוס שמייצג את הפתרון. מחקו את המחלקות המיותרות.

StringReverser

צרו את המחלקה StringReverser כמימוש של Solver המקבל מחרוזת ומחזיר מחרוזת הפוכה. תוכלו כמובן להשתמש במופע של StringBuilder לשם כך.

FileCacheManager

אתם מחליטים כיצד הכי נכון לממש אותו. בהינתן מחרוזת הוא צריך לדעת ב O(1) האם שמור לו פתרון. כמובן עליו לתמוך בשמירה ושליפה של פתרונות מהדיסק.

Main

בצד השרת צרו namespace בשם boot ובתוכו מחלקה בשם Main עם מתודת main. ה main תפעיל את השרת MySerialServer כ Server

- על port לפי האורגומנט הראשון של פונקציית ה main (args[0])
- עם StringReverser כ Solver
- עם FileCacheManager כ CacheManager

בהצלחה!

אבן דרך 2 חלק ג' – מימוש אלגוריתם

בהמשך לשיעור מפסאודו קוד של אלגוריתם ל OOP, עליכם להשתמש בתבנית העיצוב Bridge כדי להפריד בין האלגוריתם לבין הבעיה שאותה הוא פותר. בפרט, השתמשו בממשק Searchable כדי להגדיר מהי הפונקציונאליות של בעיית חיפוש, ובממשק Searcher עבור אלגוריתם חיפוש.

- השלימו את האלגוריתם BestFirstSearch
- באופן דומה ממשו צרו את האלגוריתמים הבאים:
  - DFS
  - BFS (breadth first search)
  - Hill Climbing
  - A* (A star)

כעת ערכו ניסוי אמפירי שבודק מי מהם עובד הכי טוב:

1. תגדירו אוסף של 10 מטריצות בגודל NxN עבור N הולך וגדל החל מ N=10 ועד N=50. בכל תא תגדירו איזשהו ערך שלם המבטא את המחיר לדרוך בתא זה. למשל 0 זה חינם או מישור, ככל הערך גדול יותר אז זה כמו עליה קשה יותר, ואינסוף זה קיר שלא ניתן לעבור דרכו. הכניסה לשטח תוגדר בתא 0,0 ואילו היציאה בתא N-1,N-1.
2. תריצו כל אחד מהאלגוריתמים 10 פעמים על כל אחת מ 10 המטריצות (בסך הכל 5 אלג' X 10 ריצות X 10 מטריצות) ובדקו כמה קודקודים פיתח כל אלגוריתם והאם הוא הגיע לפתרון – כלומר המסלול הזול ביותר
3. הציגו את הנתונים בגרף שבו ציר ה X הוא ערכי ה N וציר ה Y הוא מס' הקודקודים שפיתח כל אלגוריתם בממוצע על פני 10 הריצות.

לפי הקווים שנוצרו בגרף תוכלו לראות איזה מימוש הוא היעיל ביותר. זה המימוש שתבחרו להטמיע בצד השרת. דגש: כל המימושים קיימים בצד השרת, אולם ב main נחבר רק את הטוב ביותר.

הטמעת האלגוריתם בצד השרת

האלגוריתם שלנו מימש את הממשק Searcher ואילו ה ClientHandler שלנו מצפה לאובייקט מסוג Solver. אילו הממשק Searcher היה יורש את Solver הינו פותרים באופן טכני את הבעיה הזו אך הפתרון היה ממש לא נכון, שכן, כל המחלקות מסוג Searchable צריכות להיות כעת גם Solver בסתירה לעקרון ה Interface segregation. אילו הינו רוצים לקחת את כל ה searchers שלנו לפרויקט אחר שבו הם לא היו צריכים להיות גם solvers אז הינו מוצאים את עצמנו בבעיה.

מצד שני, אילו מחלקה מסוימת כמו למשל BFS היתה מממשת את Solver בנוסף ל Searcher אז יצרנו סתירה לעיקרון של Open/Close כי נאלצנו לשנות קוד קיים.

לכן, השתמשו ב Object Adapter כדי לפתור את הבעיה וראו כיצד הוא גורם לשמירה על כל עקרונות SOLID שלמדנו.

MyClientHandler

צרו את המחלקה MyClientHandler כך שתתאים לפרוטוקול התקשורת הבא:

- הלקוח שולח שורה אחר שורה עד שמתקבלת שורה עם הערך "end"
- כל שורה מחילה ערכים מספריים המופרדים ע"י פסיק. כך אוסף השורות יוצר מטריצה של ערכים.
- לאחר מכן הלקוח שולח שתי שורות נוספות. בכל שורה שני ערכים המופרדים ע"י פסיק: שורה ועמודה. Row,Col
    - הערכים בשורה הראשונה מציינים את הכניסה לשטח
    - הערכים בשורה השנייה מציינים את היציאה מהשטח
- כעת השרת יחזיר מחרוזת אחת בלבד, עם ערכים המופרדים בפסיק. הערכים יהיו מסוג המילים {Up, Down, Left, Right} שמציינות את הכיוון שיש לנוע לפיו על מנת לחצות את השטח במסלול הזול ביותר.

כעת ממשו את MyParallelServer כך שיטפל בכל הלקוחות במקביל.

בסמסטר הבא, נשתמש בשרת הזה כדי לחשב למטוס מסלול טיסה אידיאלי. נכתוב אפליקציות שונות שמטיסות את המטוס, ומתחברות כלקוח לשרת זה.

בהצלחה!