

Multiplayer Tic-Tac-Toe

עדי פקטורוביץ' 325164580 | אביגיל גורפינקל 324228808

סביבת פיתוח:

מערכת הפעלה: Windows 11

שפת תכנות: Python

גרסה: Python 3.13.0

הרצה: להרצת השרת - `python server.py`, להרצת הלקוח - `python client.py`.

תיעוד פרויקט: משחק איקס-עיגול (Tic-Tac-Toe) מרובה משתתפים ברשת.

1. מבוא

פרויקט זה מממש משחק איקס-עיגול מרובה משתתפים בארכיטקטורת Client-Server באמצעות תקשורת רשת בפרוטוקול TCP. השרת אחראי על ניהול המשחקים, חיבור שחקנים, סנכרון תורות ובדיקת חוקי המשחק. הלקוחות מאפשרים לשחקנים להתחבר לשרת, ליצור משחקים חדשים (בין 2-13 שחקנים), להצטרף למשחק קיים ולבצע מהלכי משחק. המערכת תומכת במספר משחקים במקביל, במספר משתתפים משתנה, ובשימוש ב-Threads לצורך טיפול במספר חיבורים בו זמנית.

2. מבנה הקוד והקבצים

הפרויקט מחולק לארבעה קבצים עיקריים כדי לשמור על קוד נקי ומודולרי. להלן הסבר מפורט על כל קובץ, המחלקות והפונקציות שבו:

א- צד השרת `server.py`

קובץ זה מממש את שרת המשחק. השרת מקבל חיבורים מלקוחות, יוצר ומנהל משחקים מרובים במקביל ומנתב פקודות בין הלקוחות ללוגיקת המשחק. השרת משתמש ב-Threads וב-Locks לצורך סנכרון בטוח של גישה למשאבים משותפים.

מחלקה `TicTacToeServer`:

מחלקה זו מנהלת את ה-Socket הראשי של השרת ואת רשימת המשחקים הפעילים.

- `__init__`: אתחול המשתנים, המנעולים (Locks) לסינכרון בין תהליכים, ורשימת המשחקים.
- `start()`: פותח את ה-Socket להאזנה (Listen) וממתין לחיבורים נכנסים ב-Loop אינסופי. עבור כל לקוח שמתחבר, נוצר Thread חדש המריץ את הפונקציה `handle_client`.
- `handle_client(conn, addr)`: הפונקציה רצה ב-Thread נפרד לכל לקוח. אחראית לקבל הודעות מהלקוח ולנתב אותן לפונקציות הטיפול המתאימות.

- `handle_command(conn, addr, message)` : מפרשת את פרוטוקול התקשורת (יפורט בהמשך) ומבצעת את הפעולה הנדרשת.
- `handle_list/create/join` : פונקציות עזר לטיפול בבקשות יצירת משחק, הצטרפות למשחק או הצגת רשימת משחקים.
- `handle_move(conn, addr, row, col)` : מקבלת מהלקוח בקשת מהלך, מעבירה ללוגיקת המשחק, ומחזירה תשובה לכל השחקנים במשחק (עדכון לוח או הודעת ניצחון).
- `disconnect_client()` : מטפלת בהתנתקות לקוח בצורה מסודרת, כולל הסרתו ממשחק פעיל והודעה לשאר השחקנים.

ב - צד הלקוח `client.py`

קובץ זה מממש את צד הלקוח, הוא אחראי על יצירת חיבור לשרת, הצגת תפריט למשתמש, שליחת פקודות לשרת וקבלת הודעות מהשרת.

הלקוח משתמש ב-`Thread` נפרד לצורך האזנה רציפה להודעות מהשרת, ובכך מאפשר חווית משחק רציפה ללא חסימת הקלט מהמשתמש.

פונקציות עיקריות:

- `start_client()` : הפונקציה הראשית. יוצרת את החיבור לשרת, מציגה את התפריט הראשי (Main Menu) ושולחת את בחירות המשתמש לשרת.
- `listen_to_server()` : הפונקציה רצה ב-`Thread`-נפרד (Daemon). תפקידה להאזין באופן רציף להודעות המגיעות מהשרת (כגון עדכון לוח, תורן לשחק, הודעת ניצחון) מבלי לחסום את ממשק המשתמש.
- `handle_server_message(data)` : מקבלת את ההודעות הגולמיות מהשרת, מפרשת אותן ומפעילה את התצוגה המתאימה.
- `ask_for_move()` : מופעלת כאשר השרת שולח את הפקודה `YOURTURN`. מבקשת מהמשתמש להכניס קואורדינטות ומבצעת ולידציה בסיסית לפני השליחה.
- `handle_single_message()` : מטפלת בפקודות ספציפיות מהשרת (כמו `BOARD`, `WIN`, `LOSE`, `DRAW`).

ג - לוגיקת המשחק `game_logic.py`

קובץ זה מנהל משחק יחיד והוא מנותק מהתקשורת, מה שמאפשר הפרדה בין `Logic` ל-`Network`. מחלקת השרת עוטפת את `game` וכך מנהלת משחקים רבים עם תקשורת. מכיל את לוגיקת המשחק עצמה: אחראי עלניהול לוח המשחק, בדיקת חוקיות מהלכים, בדיקת תנאי ניצחון (שלושה סמלים ברצף) או תיקו וטיפול במקרים בהם שחקן עוזב את המשחק.

מחלקת `Player`

מייצגת שחקן בודד: חיבור, כתובת וסימן (...X,O)

מחלקת `Game`

מנהלת את מצב הלוח של משחק ספציפי.

`init (game_id, num_players)` : יוצרת לוח בגודל מספר השחקנים + 1

- `add_player()` : מוסיפה שחקן ומקצה לו סימן ייחודי מתוך רשימת הסמלים (SYMBOLS). רשימת הסמלים בנויה באופן מעגלי כך שבמידה ושחקן יוצא בזמן ההמתנה לתחילת המשחק, הסמל שהוקצה לו חוזר לסמלים הזמינים ויהיה האחרון ברשימה הזו.
- `make_move(conn, row, col)` : מבצעת את המהלך בפועל. בודקת האם המשבצת פנויה, מעדכנת את הלוח, ובודקת תנאי ניצחון או תיקו.
- `check_win(symbol)` : אלגוריתם לבדיקת ניצחון. סורק את הלוח (שורות, עמודות, אלכסונים) כדי למצוא רצף של 3 סימנים זהים.
- `get_board_string()` : ממירה את המערך הדו-ממדי של הלוח למחרוזת טקסט לצורך שליחה ברשת.

ד - ממשק משתמש `ui.py`

קובץ זה מכיל פונקציות עזר לממשק המשתמש. הוא אחראי על הדפסת התפריט, הצגת לוח המשחק בצורה טקסטואלית נוחה לקריאה, וקריאת קלט בטוחה מהמשתמש עם בדיקות תקינות (ולידציה) עבור מהלכים.

- `print_menu()` : מציגה את תפריט האפשרויות הראשי.
- `print_board_text(board_text)` : מקבלת את ייצוג הלוח מהשרת ומדפיסה אותו בצורה ויזואלית וברורה למשתמש עם מספרי שורות ועמודות.
- `read_move_safe()` : קולטת קלט מהמשתמש בצורה בטוחה (Try/Except) כדי למנוע קריסה בעת הזנת נתונים שגויים.

3. פרוטוקול התקשורת

התקשורת מתבצעת באמצעות מחרוזות טקסט מקודדות ב UTF-8 .

בקשות לקוח:

- **LIST** - בקשת רשימת המשחקים הזמינים (פתוחים וממתינים לשחקנים)
- **CREATE <players>** - יצירת משחק חדש (2-13 שחקנים)
- **JOIN <game_id>** - הצטרפות למשחק קיים
- **MOVE <row><col>** - ביצוע מהלך
- **EXIT** – התנתקות

תשובות שרת:

- **GAMES <list>** - רשימת משחקים (פורמט: "game_id:total_players_waiting:players")
- **CREATED<game_id>** - משחק נוצר בהצלחה
- **JOINED<symbol>** - שחקן הצטרף למשחק בהצלחה, עם הסמל `symbol`
- **WAIT** – ממתין לשחקנים
- **YOURTURN** – עכשיו תורך
- **BOARD<board_data>** - לוח מעודכן
- **INVALID<reason>** - מהלך לא חוקי
- **WIN** – ניצחת
- **LOSE** – הפסדת
- **DRAW** – תיקו

4. דוגמאות ריצה (Screenshots)

```
Microsoft Windows [Version 10.0.26280.7623]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ladi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>python server.py

TIC-TAC-TOE SERVER
=====
[LISTENING] Server listening on 127.0.0.1:5000
=====
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 60002)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 60002)
[ACTIVE CONNECTIONS] 1
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 56635)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 56635)
[ACTIVE CONNECTIONS] 2
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 56636)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 56636)
[ACTIVE CONNECTIONS] 3
=====

Microsoft Windows [Version 10.0.26280.7623]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ladi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>python client.py

WELCOME TO TIC-TAC-TOE
=====
Connected to server.

=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option:
```

השרת עולה ומתחברים אליו 3 שחקנים.

```
Microsoft Windows [Version 10.0.26280.7623]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ladi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>python server.py

TIC-TAC-TOE SERVER
=====
[LISTENING] Server listening on 127.0.0.1:5000
=====
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 60002)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 60002)
[ACTIVE CONNECTIONS] 1
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 56635)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 56635)
[ACTIVE CONNECTIONS] 2
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 56636)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 56636)
[ACTIVE CONNECTIONS] 3
[RECEIVED from ('127.0.0.1', 60002)] LIST
[COMMAND from ('127.0.0.1', 60002)] LIST
[SENT] GAMES

Microsoft Windows [Version 10.0.26280.7623]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ladi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>python client.py

WELCOME TO TIC-TAC-TOE
=====
Connected to server.

=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option: 1
=====
Available games:
No available games
=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option:
```

בהתחלה אין משחקים פעילים.

```
Microsoft Windows [Version 10.0.26280.7623]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ladi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>python server.py

TIC-TAC-TOE SERVER
=====
[LISTENING] Server listening on 127.0.0.1:5000
=====
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 60002)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 60002)
[ACTIVE CONNECTIONS] 1
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 56635)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 56635)
[ACTIVE CONNECTIONS] 2
[NEW CONNECTION] ('127.0.0.1', 56636)
[CLIENT CONNECTED] ('127.0.0.1', 56636)
[ACTIVE CONNECTIONS] 3
[RECEIVED from ('127.0.0.1', 60002)] LIST
[COMMAND from ('127.0.0.1', 60002)] LIST
[SENT] GAMES
[RECEIVED from ('127.0.0.1', 56636)] CREATE 3
[COMMAND from ('127.0.0.1', 56636)] CREATE 3
[GAME CREATED] Game 1 by ('127.0.0.1', 56636) (3 players)
[RECEIVED from ('127.0.0.1', 60002)] LIST
[COMMAND from ('127.0.0.1', 60002)] LIST
[SENT] GAMES 1:3:1

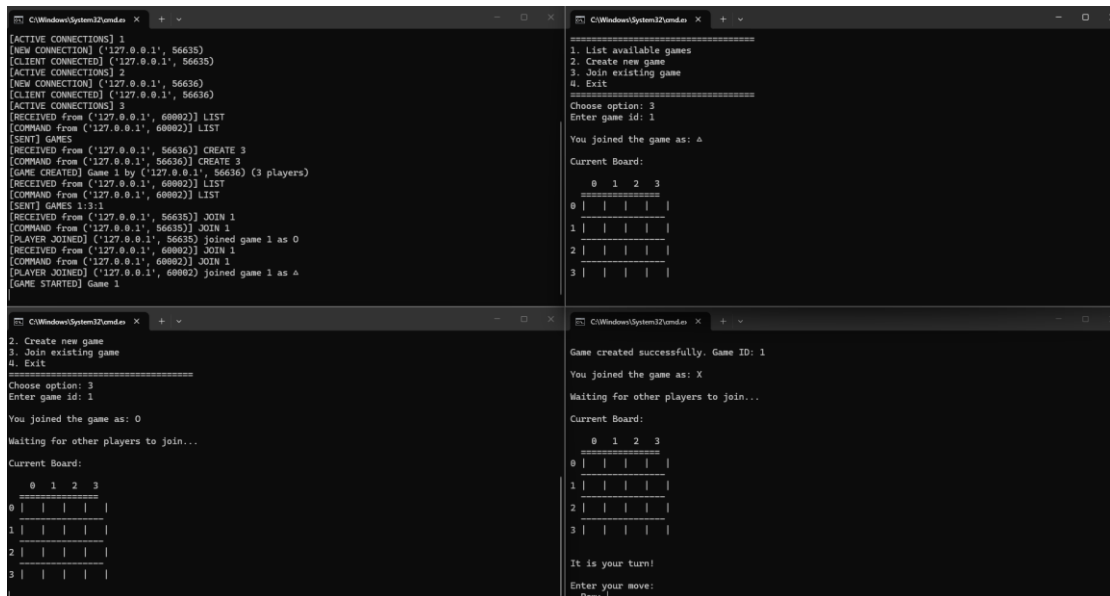
Microsoft Windows [Version 10.0.26280.7623]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ladi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>python client.py

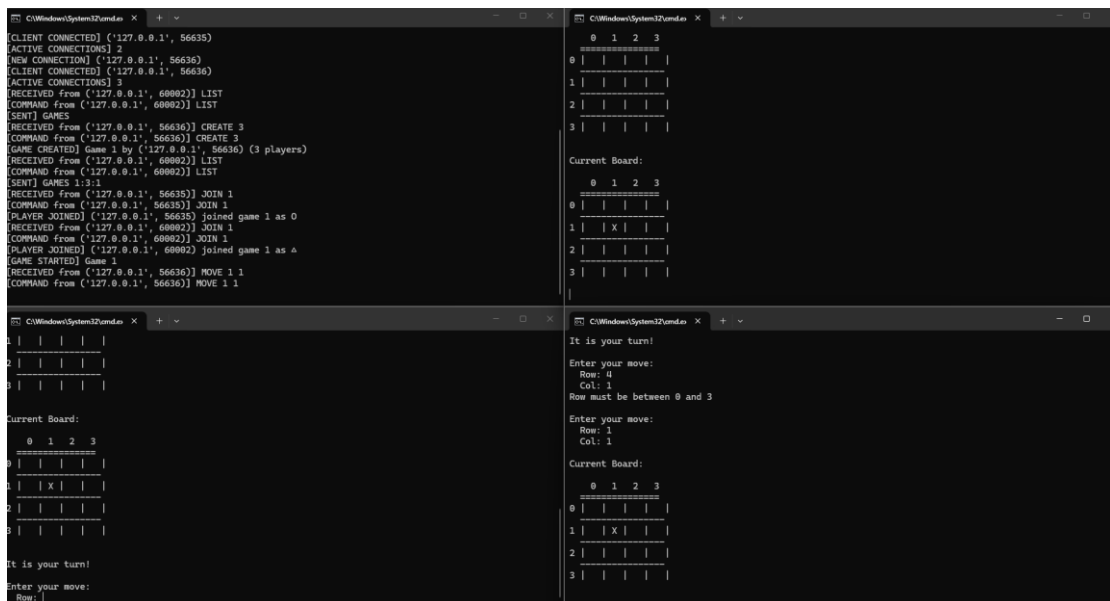
WELCOME TO TIC-TAC-TOE
=====
Connected to server.

=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option: 2
How many players (2-13)? 14
Number of players must be between 2 and 13
=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option:
```

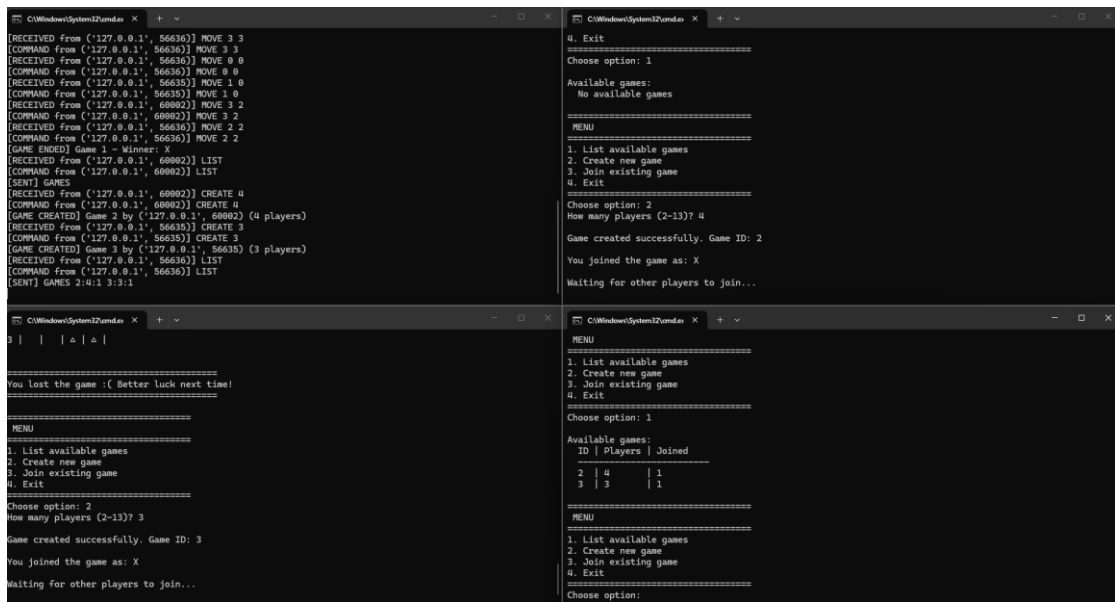
שחקן יוצר משחק (ימין למטה) ומחכה שעוד שחקנים יכנסו, ניתן לראות שעכשיו יש משחקים זמינים להצטרף אליהם (ימין למעלה).



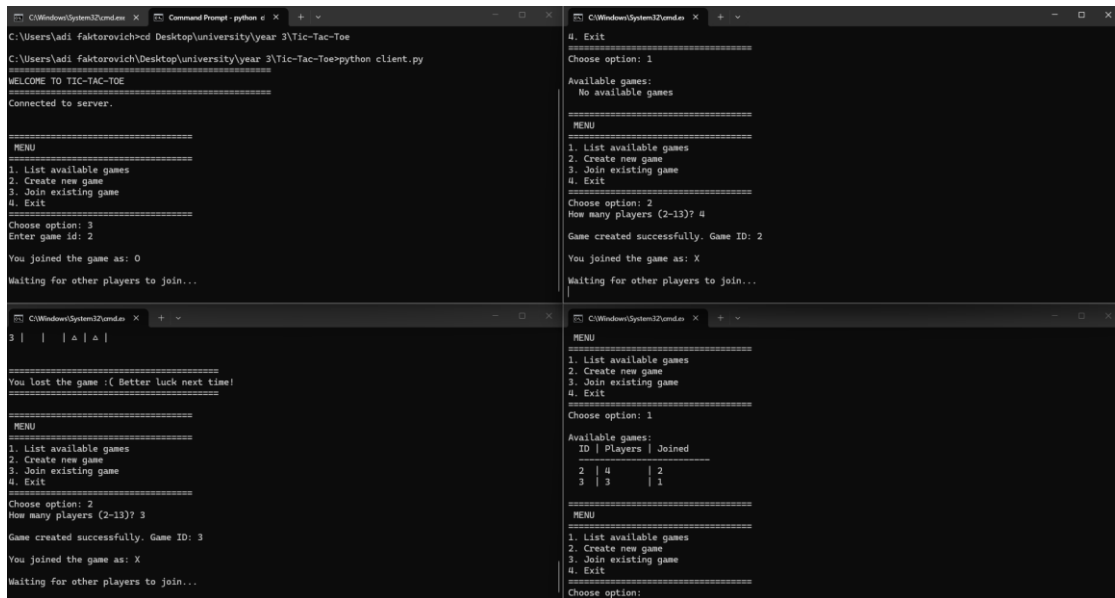
שאר השחקנים התחברו למשחק והוא מתחיל. השחקן שיצר את המשחק הוא הראשון ותורו לבחור מהלך.



הסימן שלו מסומן על הלוח והתור עובר לשחקן הבא. בנוסף ניתן לראות שכאשר הצעד שהשחקן רוצה לעשות לא תקין, הוא יקבל הודעת שגיאה ויצטרך לבחור צעד שוב (ימין למטה).



כאשר שני שחקנים יוצרים משחקים שונים, ניתן לראות כל אחד מהם בטבלת המשחקים הפעילים (ימין למטה) עם פרטים על כל אחד (מספר מזהה של המשחק, כמה שחקנים צריכים להיות וכמה כבר בפנים).



שחקן שמאל למעלה התחבר למשחק 2 וכמות השחקנים המכילים התעדכנה בטבלה (ימין למטה).

```
C:\Windows\System32\cmd.exe x  Command Prompt - python c x + v
C:\Users\adi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>python client.py
=====
WELCOME TO TIC-TAC-TOE
=====
Connected to server.

=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option: 3
Enter game id: 2
You joined the game as: 0
Waiting for other players to join...
A player has left the game.

C:\Windows\System32\cmd.exe x + v
C:\Users\adi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>

C:\Windows\System32\cmd.exe x + v
C:\Users\adi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>
=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option: 1
=====
Available games:
ID | Players | Joined
-----
2 | 4 | 1
=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option:
```

כאשר שחקנים מתנתקים בכל דרך (סוגרים את החלון, נכבה המחשב וכו') כמות השחקנים מתעדכנת ואם זהו השחקן היחיד במשחק הוא נמחק מהרשימה.

```
C:\Windows\System32\cmd.exe x + v
4. Exit
=====
Choose option: 1
=====
Available games:
ID | Players | Joined
-----
2 | 4 | 1
=====
MENU
=====
1. List available games
2. Create new game
3. Join existing game
4. Exit
=====
Choose option: 4
=====
CLOSING CONNECTION...

Goodbye!

C:\Users\adi faktorovich\Desktop\university\year 3\Tic-Tac-Toe>
```

יציאה דרך התפריט וניתוק.


```
Current Board:

  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13
=====
0 | O | O | X |   |   |   |   |   |   |   |   | ♦ |   |
-----
1 | O | X | Δ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
-----
2 |   |   | Δ | ♪ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
-----
3 |   |   | Δ | ♪ | ♀ |   |   |   |   |   |   |   |   |
-----
4 |   |   |   |   | ♀ | ♀ |   |   |   |   |   |   |   |
-----
5 |   |   |   |   |   | ♀ | ⚡ |   |   |   |   |   |   |
-----
6 |   |   |   |   |   |   | ⚡ | ♀ |   |   |   |   |   |
-----
7 |   |   |   |   |   |   |   | ♀ | ♥ |   |   |   |   |
-----
8 |   |   |   |   |   |   |   |   | ♥ | ♀ |   |   |   |
-----
9 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ♀ |   |   |   |
-----
10 |   |   |   | ♀ |   |   |   |   |   |   | ♦ |   |   |
-----
11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ♀ |   |
-----
12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ♪ | ♪ |
-----
13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |

=====
You lost the game :( Better luck next time!
=====
```

מצב הלוח של השחקן ♪, משחק ב13 שחקנים, Δ ניצח.