אורט בראודה
המכללה הטכנולוגית להנדסאים

פרוייקט גמר

לתואר הנדסאי במגמת : אלקטרוניקה

שם הפרויקט : שחמט דו מוקדי

שם הסטודנט : יובל בנימין

העבודה בוצעה בהנחיית : שמעון פיטלסון

מיקום ביצוע העבודה: המכללה הטכנולוגית אורט בראודה (כרמיאל)

תאריך הגשה : 21.7.2019

תוכן העניינים:

הצעת נושא לפרוייקט

למילוי חלקי של הדרישות לקבלת
תואר הנדסאי במגמת אלקטרוניקה
בהתמחות : מערכות תקשורת

שם הנושא: **שחמט דו-מוקדי**

שם המנחה: שמעון פיטלסון **תואר**: BCs

בהתייחס לנאמר בחוברת " פרוייקט ועבודת גמר במסלול על תיכוני (כיתות י"ג, י"ד) במגמת חשמל - אלקטרוניקה (תמוז התשנ"ד - יוני 1994) ".

אופי הפרוייקט :

	חקר הנדסי ע"פ הנאמר בפרק ד', סעיף 2.1
	בדיקת התכנות, ע"פ הנאמר בפרק ד', סעיף 2.2
	תכנון ע"פ הנאמר בפרק ד', סעיף 2.3
X	תכנון ופיתוח, ע"פ הנאמר בפרק ד', סעיף 2.4
	תכנון, פיתוח ומימוש מערך בדיקה, ע"פ הנאמר בפרק ד', סעיף 2.5
	תכנון מערך החזקה, ע"פ הנאמר בפרק ד', סעיף 2.6

מקום הביצוע :

X	מכללה
	צה"ל
	תעשייה
	מוסד מחקר

תאריך הגשת ההצעה: _____ . **חתימת המנחה**: שמעון פיטלסון

שם מרכז המגמה: דיויד מור . **חתימת המרכז**
וחותמת המכללה: דויד מור

הצהרת הסטודנט: **לאחר שעיינתי בחוברת נוהלי ביצוע של עבודות גמר / פרוייקטים לטכנאים והנדסאים ובהצעה, ולאחר הסברי המנחה, הנני מאשר בזאת שההצעה על חלקיה מובנת לי ומחייבת אותי.**

חתימה: יובל בנימין _____ תאריך:_6.4.2019_

תיאור הנושא **שחמט דו-מוקדי**

שני מסכים משני מוקדים שנמצאים במרחק מסוים אחד מהשני המתקשרים לפי בקר, לכל מוקד יש מסך ועכבר. שני המוקדים משחקים שחמט לפי החוקים הקבועים של המשחק. כך, שכל רכיב יזוז לפי צורת התזוזה שלו ואפשרות אכילה שלו על רכיבים יריבים. כל מוקד יראה את הלוח שלו לפי הצבע שלו (שחור/לבן). המשחק יהיה מסונכרן לפי הבקר שיתנהג כשופט ולפי כל תזוזה של רכיב.

מפרט טכני :

1. **בקר ממשפחת ARDUINO המשמש כשופט המערכת**
2. **שעון זמן אמיתי**
3. **מחשב שחקן I**
4. **מקשים וצג לבקר השופט (תיתכן מטריצת תצוגה במקום צג)**
5. **מחשב PC שחקן II**
6. **תקשורת אלחוטית (BT או XBEE)**
7. **ספק**

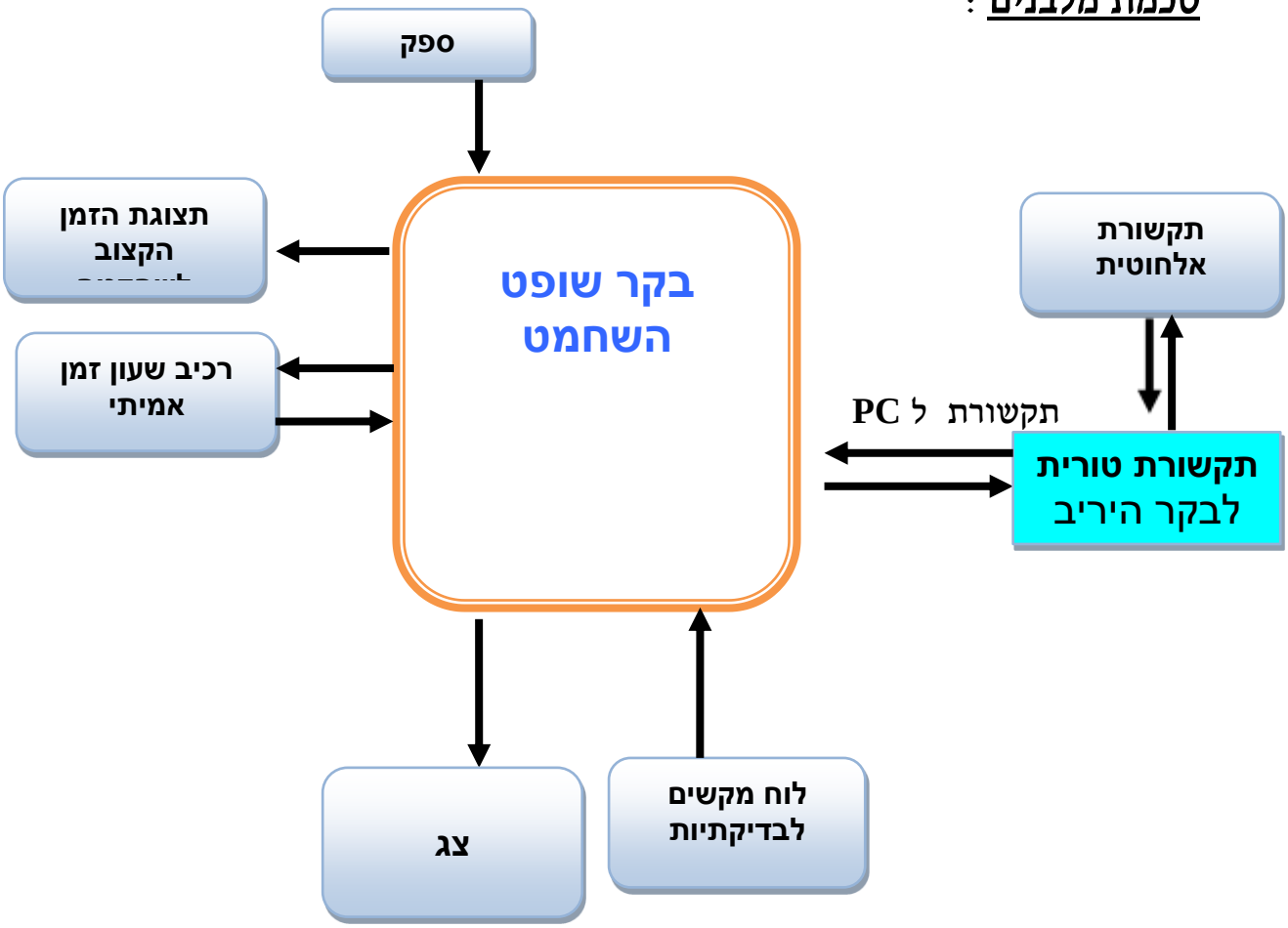
פירוט הדרישות מהמבצע :

1. הכרת המערכות הקיימות.
2. תכנון עקרוני ומפורט של יחידת הבקרה והשליטה.
3. בחירת רכיבים וציוד.
4. פיתוח חומרה/תוכנה והכרת כלי הפיתוח.
5. בניית המערכת.
6. ביצוע אינטגרציה למערכת.
7. כתיבת ספר הפרוייקט.

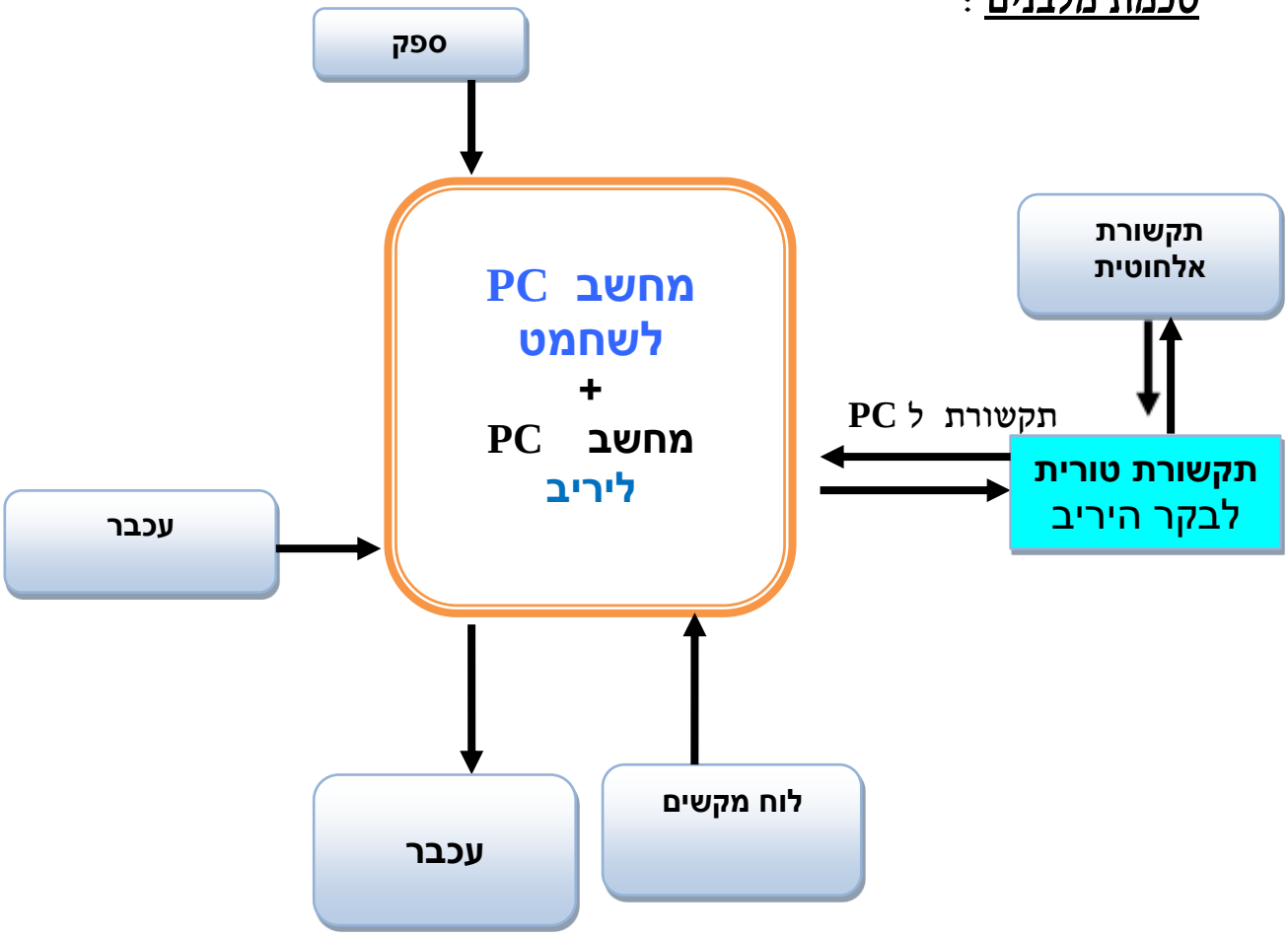
ביבליוגרפיה :

1. *נתוני שח, רכיב זמן אמיתי*
2. *נתוני ספרות ARDUINO של חברת ATMEL.*

סכמת מלבנים :



סכמת מלבנים :



שם הסטודנט יובל בנימין **ת.ז.** 207709882
החלטת הצוות המאשר : _____

דויד מור
_____
תאריך **שם וחתימת ראש הצוות המאשר**

הצהרת הסטודנט

אני: יובל בנימין ת.ז: 207709882

החתום מטה, מצהיר בזאת, שכל עבודת הגמר המוגשת בחוברת זו הנה פרי עבודתי בלבד, על בסיס הנחייתו של המנחה.
אני מודע לאחריות שאני מקבל על עצמי ע"י חתימתי על הצהרה זו שכל הנאמר בה הינו אמת ורק אמת.

יובל בנימין
חתימת מגיש העבודה

אישור המנחה:

הריני מאשר הגשת החוברת להערכה שמעון פיטלסון
חתימת המנחה

אישור ראש המגמה:

הריני מאשר הגשת החוברת להערכה דויד מור
חתימת ראש המגמה

הבעת תודה

המנחה לפרויקט שלי שמעון פיטלסון אשר הרצאה לי בקורס 'מעבדה בהנחייה' שהעשירה לי את המידע לגבי בניית פרויקטים גדולים. בנוסף, המנחה עזר לי לתכנן ולממש את הפרויקט ודחף אותי להשקיע בפרויקט על ידי כך שבחר איתי את הרכיבים ונראות של הפרויקט ועזר לי בבעיות בפרויקט. בנוסף על כך, יש את יצחק שלמה שדאג ועזר להבין ולהביא את הרכיבים הדרושים לפרויקט.

פרק 1: מבוא

1.1 סקירה מקצועית

השוואה בין 3 מערכות שחמט אחרות למשחק שחמט שלי

1 Lichess

הוא שרת שחמט באינטרנט(כלומר, הוא אתר שחמט שחמט). כל אחד יכול לשחק בעילום שם באתר למרות שאפשר להירשם לחשבון באתר כדי לשחק משחקים מדורגים. כל התכונות והמאפיינים של אתר השחמט זמינות בחינם כאשר האתר ממומן על יד תרומות.
אתר זה מאפשר למשתמשים לשחק משחקים בזמן אמת ובהתכתבות(שחמט בהתכתבות הוא שחמט המשוחק על ידי התכתבות בין שחקנים מרוחקים, בדרך כלל על פני תקופה ממושכת.) נגד שחקנים בפקדי זמן שונים(כלומר בכל משחק אפשר לבחור כמה זמן לכל שחקן יש לשחק) ותומכת ויראציות שונות של משחק שחמט(למשחק שחמט המציאו גרסאות רבות ומגוונות המתבססות על חוקי השחמט אך נוספו חוקיים מיוחדים על מנת לתבל את המשחק).

תכונות השונים בין המערכת לפרויקט

בעוד שהמערכת היא שרת שחמט שעובדת דרך אתר אינטרנט, יש לה שיטת דירוג שחקנים ותומכת ויראציות שונות של משחק שחמט. המשחק שחמט שלי עובד דרך תוכנה שצריך להוריד דרך שני מחשבים וחומרה שצריך לקנות רק כדי לשחק שחמט עם שני אנשים. בנוסף, אין לשחמט שלי שיטת דירוג וויראציות שונות.

תכונות הדומים בין המערכת לפרויקט

בדומה לפרויקט שלי המערכת מאפשרת משחקי שחמט בין שני אנשים מרוחקים ומאפשרת משחקים בזמן אמת ובהתכתבות(כל עוד התוכנה עדיין מופעלת). בנוסף, המערכת והפרויקט מאפשרים למשתמשים לשחק נגד שחקנים בפקדי זמן מסוימים.

2 Chess.com

הוא שרת שחמט באינטרנט, פורום שחמט ורשת חברתית(וגם שם החברה). זהו האתר הנפוץ ביותר לשחמט שמשתמשים מבקרים. המבקרים באתר יכולים לשחק על שרת שחמט בזמן אמת ומשחקים בסגנון התכתבות. השחקנים יכולים לשחק נגד מנועי שחמט(מחשב שמשחק נגדם). בנוסף לכך, המערכת תומכת בויראצות שונות של משחק שחמט(למשל משחק שחמט של 4 שחקנים). החברה מארחת עשרות טורנירי שחמט(שהזוכה מקבל כסף) של שחקנים מכל העולם.

תכונות השונים בין המערכת לפרויקט

בעוד שהמערכת היא שרת שחמט, פורום שחמט ורשת חברתית וגם חברה. בנוסף, המערכת תומכת בויראציות שונות של משחק שחמט ומארחת טורנירים עם פרסים. למשחק שחמט שלי אין פורום ואין רשת חברתית ולא תומכת במשחק שחמט של 4 שחקנים.

תכונות הדומים בין המערכת לפרויקט

בדומה לפרויקט שלי המערכת מאפשרת משחקים בזמן אמת ובסגנון התכתבות. בנוסף, יש תכונה העוזרת לשחקן לבחור כלי שחמט מסוים ולראות איזה מהלכים חוקיים יש לו בעזרת סימן של נקודות ירוקות על מיקום היעד שבו כלי השחמט יכול לזוז בהתאם למצב המשחק.

3 **Automated chess board**

כמו משחק השחמט '**Wizard Chess**' מסדרת הארי פוטר. מערכת זו היא משחק שחמט שעובדת על לוח שחמט פיזי. כלי המשחק מבצעים מהלכים באמצעות מחשב אחד ועל הלוח הפיזי הם זזים לפי מגנטים מתחת ללוח שמזיזים אותם למיקום היעד שנבחר במחשב.

תכונות השונים בין המערכת לפרויקט

בעוד שמערכת זו פועל עם לוח שחמט וכלי משחק "אמיתיים" ומבצעת מהלכים בעזרת מערכת אלקטרומגנטית ומחשב אחד לבחירת המהלך. הפרויקט שלי עובד עם שני מחשבים ותוכנה על שניהם, אין לי לוח שחמט פיזי וכלי משחק פיזיים.

תכונות הדומים בין המערכת לפרויקט

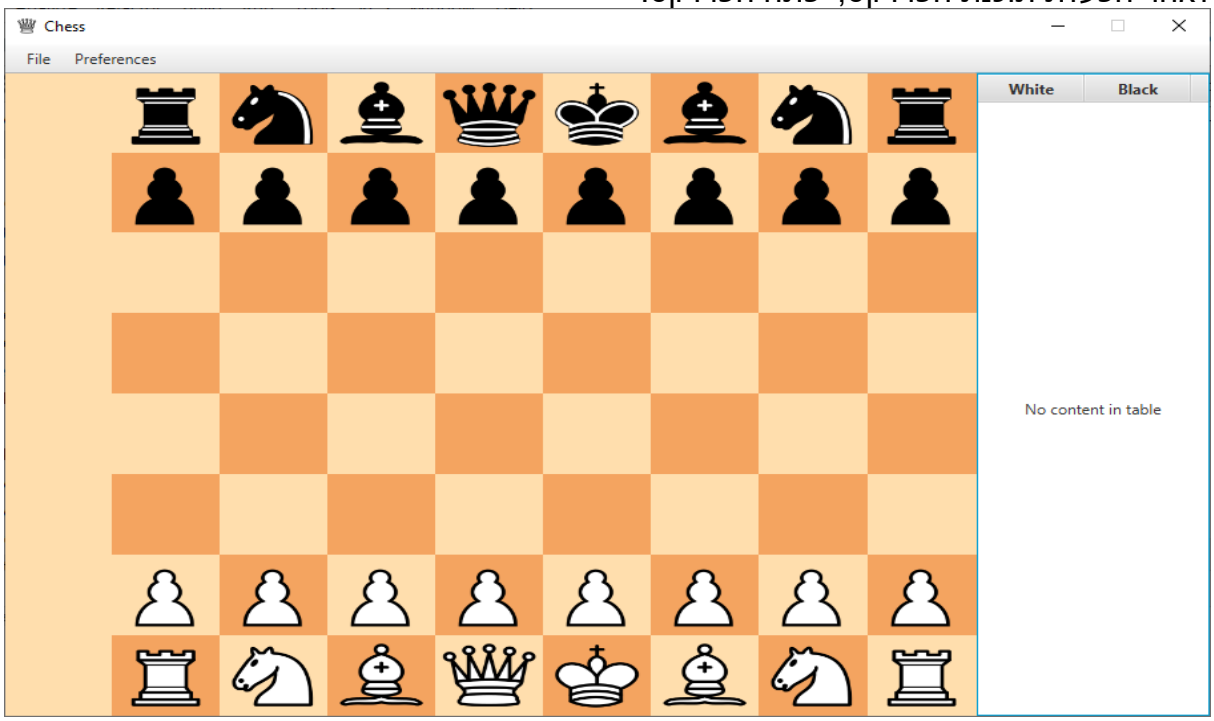
בדומה למערכת ולפרויקט שלי בעזרת המחשב אפשר לבצע את מהלכים ללוח השחמט. בנוסף, שניהם מאפשרים משחקים בסגנון התכתבות ובזמן אמת.

טבלת השוואה

נושא/מערכת	Lichess	Chess.com	Automated chess board
הסבר כללי	שרת שחמט הפועל באינטרנט המאפשר לשחק שחמט דרך אפליקצה או האתר ולוח השחמט מיוצג בממשק גרפי. המערכת תומכת ויראציות שונות של משחקים.	מערכת השחמט הפופולרית בעולם שפועלת בעזרת שרתי שחמט באינטרנט המאפשרת לשחק שחמט מכל העולם ובקלות רבה. בנוסף, גם לה יש אפליקציה ואתר מיוחד משלה. החברה שמפעילה את המערכת מנחה אלפי תחרויות כל שנה תמורת פרס(כסף).	מערכת שפועלת על לוח שחמט פיזי. והזזת מהלכים בעזרת מחשב בקרה השולט על לוח המשחק. למערכת זו אין אפליקציה או ממשק גרפי.
משמשת ליותר משני שחקנים	מערכת זו תומכת באמצעות השרתים שלה שיותר ממשחק אחד יתקיים באותו זמן.	מערכת זו גם תומכת במשחקים שיתקיימו באותו זמן. בנוסף, היא מפעילה גם וריאציה שבו מתקיים משחק שחמט של 4 שחקנים.	מערכת זו רק תומכת משחק אחד בזמן מסויים.
שימוש בלוח שחמט פיזי	לא משתמשת בלוח שחמט פיזי, כדי שכמה שחקנים יוכלו לשחק באותו זמן.	לא משתמשת בלוח שחמט פיזי, כדי שיהיה שימוש קל לאלפי שחקנים לשחק.	מערכת זו תומכת בלוח פיזי כדי לדמות את משחק השחמט מסדרת הארי פוטר.
שימוש למטרות רווח	מערכת זו הוקמה על בסיס תרומות כדי לספק את הצרכן.	החברה הוציאה את המערכת הזו על מנת לספק את הצרכן ולקבל רווחים ממנה. לכן לא כל תכונות האתר חינמיות.	מערכת זו היא פרויקט עצמי למען מימוש היכולות האישיות.

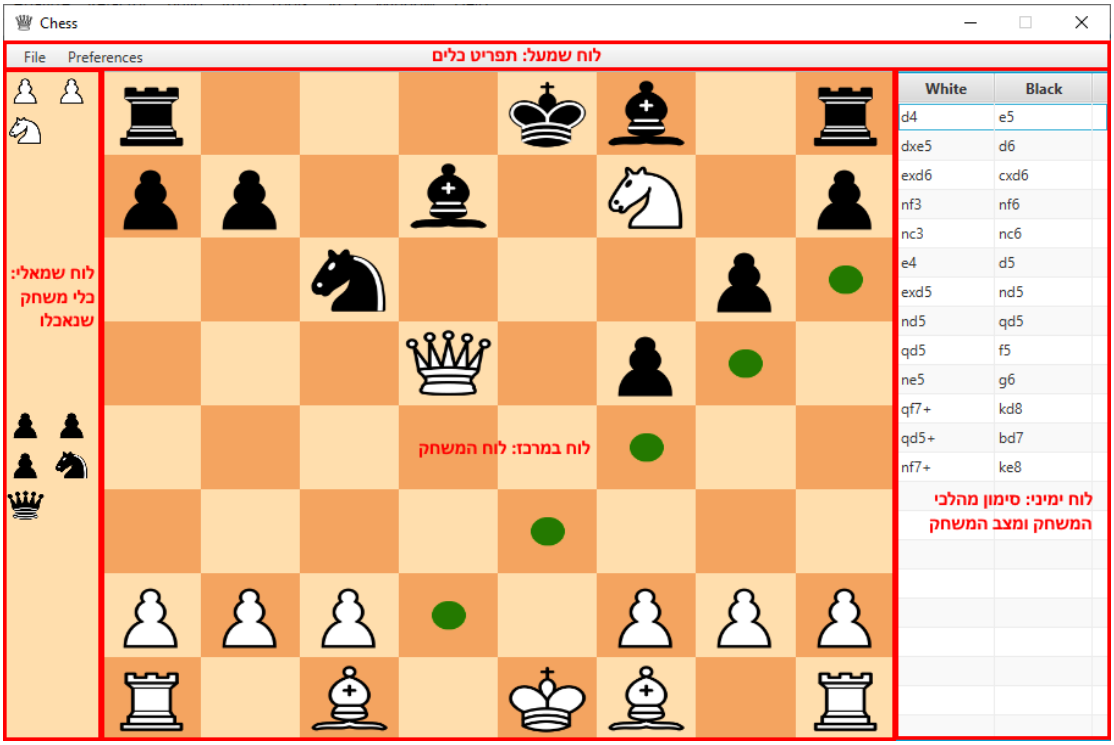
1.2 מדריך למשתמש

בכדי להריץ את תוכנת הפרויקט יש להיכנס למיקום הקובץ **Chess.jar** ולהפעיל אותו.
*תמונת המראות הגעת למיקום הקובץ
לאחר הפעלת תוכנת הפרויקט, יפתח הפרויקט:



זהו מסך המשחק והוא מורכב מכמה לוחות:

1) הלוח במרכז המייצג את לוח השחמט ואת כלי המשחק.
2) הלוח שמעל כל הלוחות הוא תפריט הכלים להוספה או שינוי משתני המשחק.
3) הלוח מצד ימין מייצג בצורת טקסט את סימון מהלכי המשחק ואת מצב המשחק(סימוני הזזת כלי משחק, אכילה, הגעת למצב שח/שחמט ועוד).
4) הלוח מצד שמאל מייצג בצורת תמונות את כלי המשחק שנאכלו בזמן המשחק לכל שחקן.



הוראות המשחק

שחמט הוא משחק לוח של שני שחקנים המורכב מלוח שחמט **8x8** ו16 כלי משחק מתוכם 6 סוגי כלי משחק שונים עבור כל שחקן. כל סוג של כלי משחק נע בצורה יחודית.
מטרת המשחק היא לעשות שחמט למלך היריב. אך, המשחק לא חייב להסתיים בשחמט הוא גם יכול להסתיים בתיקו. כלומר, כאשר תורו של השחקן לבצע מהלך והמלך שלו לא נמצא בשח אבל אין לו מהלכים חוקיים לבצע(מכונה בשם פט).

הזזת כלי משחק

כאשר התור הוא שלך באמצעות העכבר בוחרים בלחיצה הראשונה את הכלי שרוצים להזיז ובלחיצה השניה בוחרים את הנקודה שרוצים להזיז את הכלי שבחרנו לשם. אם המהלך חוקי (לפי חוקי הכלי משחק ולא מביט לשח/שחמט של המלך של השחקן) אז המשחק מעביר את הכלי לנקודה זו. בנוסף, כדי לבטל בחירת כלי משחק(לחיצה ראשונה) יש ללחוץ על מקש ימני.

- ישנה אופציה בתפריט הכלים לראות את המהלכים החוקיים של כלי מסויים בעט בחירתו והמהלכים האלו מסומנים בעיגולים ירוקים.

פרק 2 – מבנה עקרוני

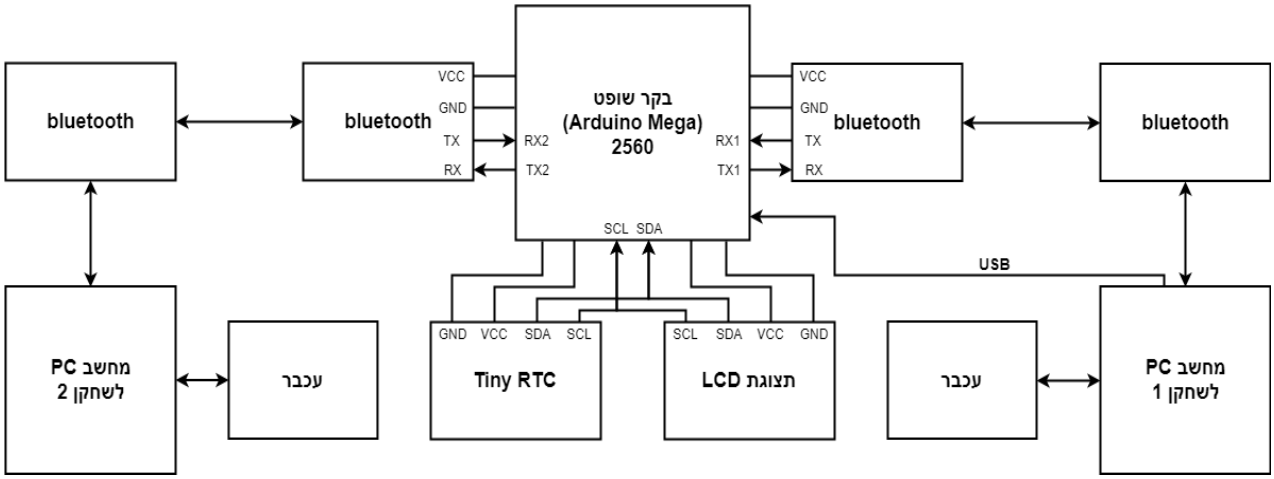
2.1 מוטיבציה לפרויקט

מאז התיכון שבו היה לי פרויקט יחסית גדול לא היה לי פרויקט כזה מאתגר וגדול. הייתי צריך לתכנן הרבה ולעבור דרך הרבה מאוד בעיות. אבל בסופו של דבר העבודה הקשה השתלמה. בסמסטר הקודם המשחק שחמט היה בין הדברים היחידים שעניינו אותי.הייתי משחק שעות ובזמן הפנוי הייתי לומד תכנות כי היה אפשר לעשות עם התוכנה הרבה פרויקטים מגניבים. לכן, כאשר היינו צריכים לבחור על נושא לפרויקט גמר, אני ידעתי איזה פרויקט אני ארצה לעשות. הפרויקט היה מאתגר מאוד והיה מאוד כיף למצוא פתרון כמעט לכל הבעיות. לסיכום, אני נהנתי לעבוד על הפרויקט וגם למדתי הרבה לגבי בניית פרויקטים ושחמט.

2.2 הסבר כללי - Top View

המערכת של המשחק שחמט תפעל כך שלכל מחשב יהיה תוכנה העובדת ביחד עם המחשב השני כאשר מעבירים מידע אחד לשני באמצעות תקן תקשורת (**Bluetooth**) דרך הבקר. הבקר המקבל מידע מהמחשבים ומתנהג כשופט. הבקר מפעיל את השעון ומציג דרך ה **LCD** את הזמן שיש לכל שחקן במשחק ואת מצב המשחק. כאשר, שני המחשבים מחוברים דרך התקן התקשורת, המשחק יכול להתחיל. הממשק הגרפי והביצוע מהלכי כלי המשחק מבוצע דרך התוכנה שבמחשב. כך, שהתוכנה מתחשבת בחוקי משחק השחמט.

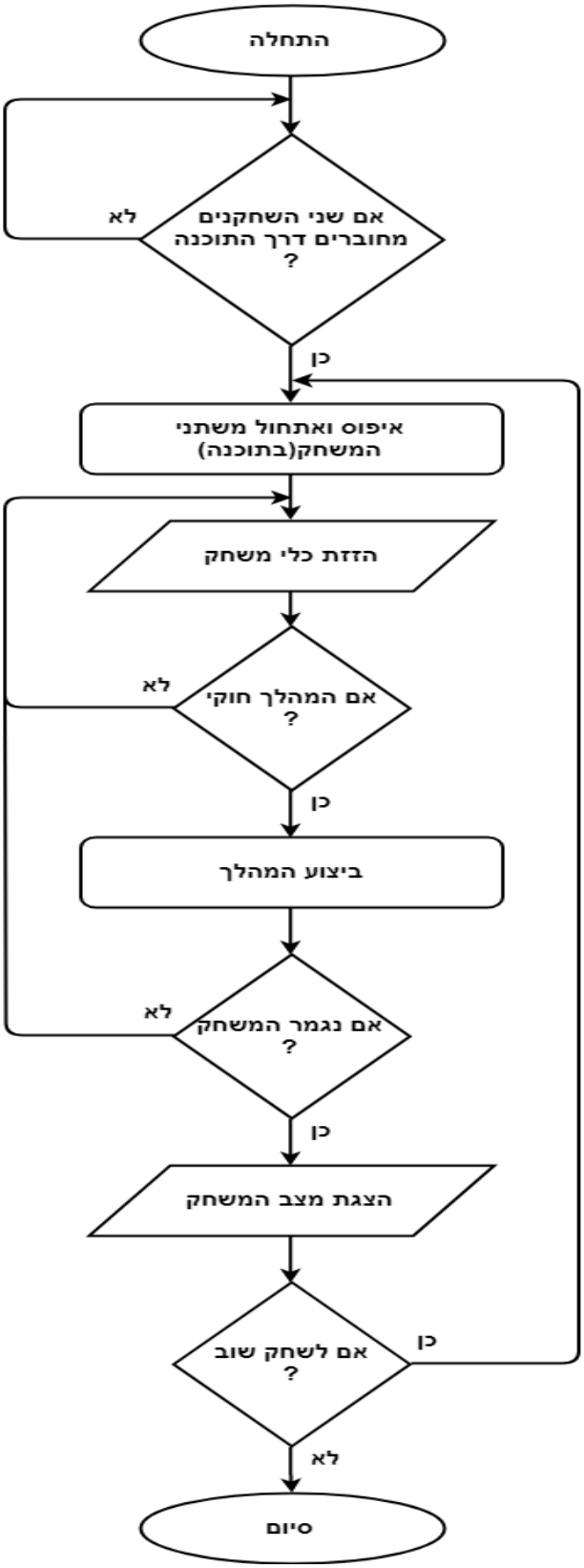
2.3 סכמת מלבנים עקרוני – Block Diagram



<u>הסבר לסכמת מלבנים:</u>

הבקר השופט(הוא ארדואינו מגה 2560) מסנכרן מידע (שליחת מידע בין שני המחשבים ומידע המכיל מהלכי כלי משחק מנקודה נוכחית למיקום היעד.)בין שני מחשבים לגבי המהלכים של כל שחקן, כותב ל **LCD** מידע(איזה שחקן ניצח ואת מצב המשחק), קולט מה **RTC** את הזמן הנוכחי (כדי לחשב ולהציג את הזמן שנאשר לשחקן לבצע מהלכים במשחק ב**LCD**) העובר בין מחשבים באמצעות **Bluetooth**. בנוסף, הבקר מציג ל **LCD** את הזמן שיש לכל שחקן במשחק ואת מצב המשחק (מי ניצח, האם יש תיקו ועוד). רכיב ה**RTC** שהוא שעון זמן אמת הדרוש כדי לדעת באופן מדויק את הזמן לכל שחקן לאורך כל המשחק. רכיב ה **Bluetooth** עוזר לשדר ולקבל מידע אלחוטי לטווחים קצרים בין שני המחשבים והבקר.

2.4 תרשים זרימה עקרוני – Flow Chart



הסבר לתרשים זרימה:

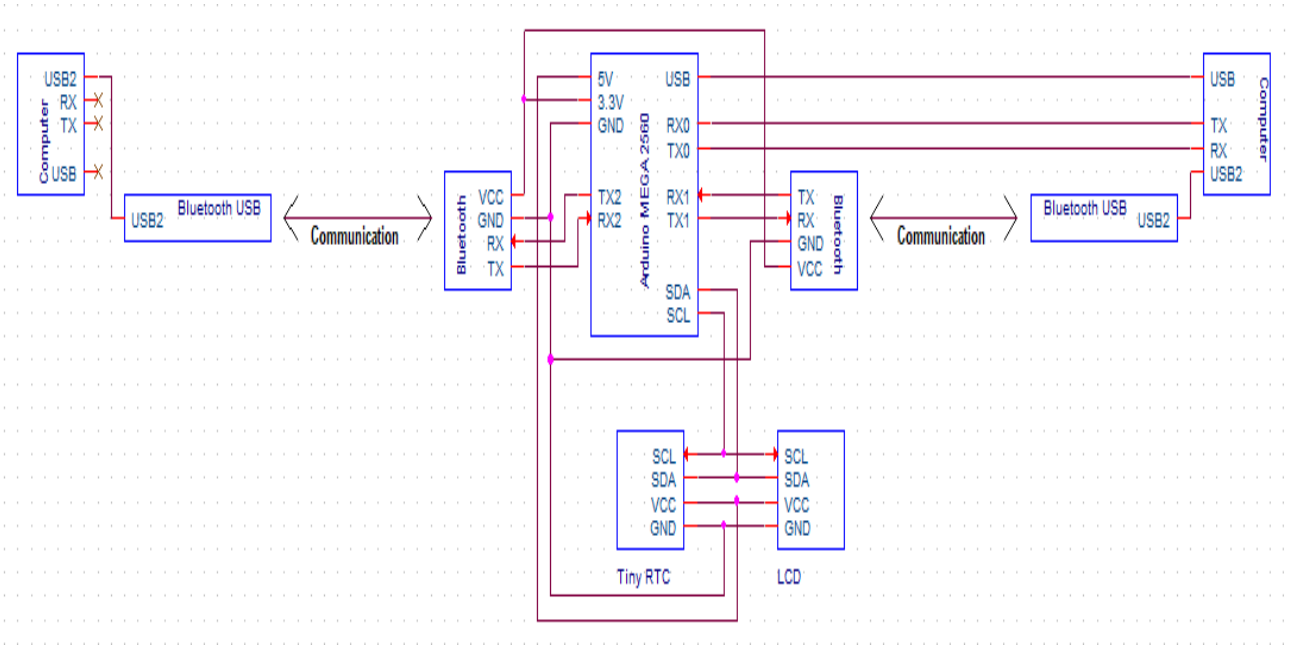
בהתחלה שני המשתמשים נכנסים לתוכנה במחשב ולוחצים על כפתור להתחבר לשחקן השני. כלומר, התוכנה בודקת אם שני המחשבים מסוגלים לשדר לבקר ולשדר אחד לשני ומראה אם הם מחוברים. לכן, אם הם מחוברים נאפס את משתני המשחק בתוכנה(לעשות איפוס ללוח המשחק בשני המחשבים) ונציג את לוח המשחק בממשק הגרפי של כל מחשב. ואם הם לא מחוברים אז נמשיך לנסות לשדר לבקר ולשני המחשבים.

כאשר שחקן מנסה להזיז כלי משחק, המהלך נבדק במחשב **PC** 1 ונשלח דרך הבקר ונבדק במחשב **PC** 2 אם לשני המחשבים המהלך חוקי כך שנבדוק אותו בארדואינו אז נבצע את המהלך בשני המחשבים. ואם המהלך לא חוקי לא נבצע את המהלך והשחקן יצטרך לבצע את המהלך החוקי שירצה שוב. לפי זאת, המשחק ממשיך להתקיים כאשר שחקן בתורו מבצע עוד מהלך, התוכנה בשני המחשבים בודקת שהוא חוקי ואם הוא חוקי התוכנה מבצעת אותו בשני המחשבים עד שמסתיים המשחק.

וכאשר ישנו מצב בו אחד מהשחקנים ניצח במשחק נשלח לארדואינו את השחקן המנצח(או אם המצב הוא תיקו נשלח זאת לארדואינו) והוא יציג את המנצח ב**LCD**.
לאחר מכן, נבדוק אם שני השחקנים ירצו לשחק שוב אז נשלח את התשובות שלהם לארדואינו ונבדוק בארדואינו אם להתחיל את המשחק שוב. ואם שני השחקנים רוצים לשחק שוב נבצע שוב איפוס למשחק בשני המחשבים והשחקנים יוכלו לשחק שוב. לעומת זאת, אם לא ירצו לשחק שוב לא נבצע איפוס והמשחק ישאר במצב **IDLE**(מצב בו מחכים לתגובת המשתמש) עד שהשחקן יצא מהתוכנית או ירצה לשחק שוב.

פרק 3 – החומרה

3.1 שרטוט חשמלי מלא



הסבר סרטוט חשמלי:

המערכת מעבירה מידע בין מחשב למחשב דרך הארדואינו. כלומר, המידע נשלח באמצעות תוכנה דרך רכיב **Bluetooth USB** המחובר ישירות למחשב. מידע זה נשלח בתקשורת אלחוטית, הנשלחים לרכיב **Bluetooth**. לאחר מכן, המידע עובר מרכיב **Bluetooth** ל **Arduino** דרך פינים **TX** ו**RX** לפינים **TX2** ו **RX2** של ה **Arduino**. הדבר קורה גם עבור המחשב השני. אך, המידע העובר מ **Blueooth** ל**Arduino** הוא דרך פינים **TX1** ו**RX1** של ה **Arduino**. בנוסף, מחובר רכיב **TinyRTC** שמטרתו לקלוט את הזמן הנוכחי כדי לבדוק כמה זמן עבר מתחילת המשחק. יתר על כן, מחובר רכיב ה**LCD** כדי להציג את הזמנים שנשאר לכל שחקן למשחק ואת מצב המשחק.

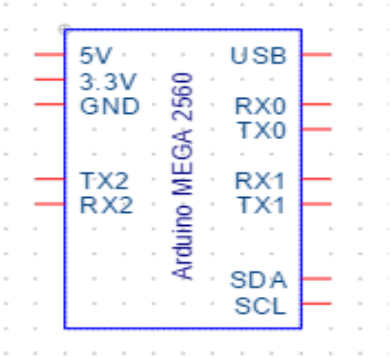
חיבור הרכיבים:

מחשב 1(הימיני) מחובר לבקר **Arduino** ול**BluetoothUSB** דרך הפינים הבאים:

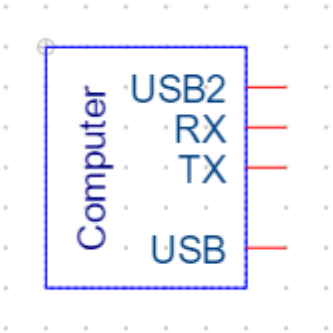
1) **USB** כד לספק מתח לבקר.
2) **TX** ו**RX** כדי לשדר ולקלוט מידע מהמחשב לבקר.
3) **USB2** כדי להתחבר להתקן **BluetoothUSB**.

למחשב 2(השמאלי) מחובר רק **USB2** כד להתחבר להתקן **BluetoothUSB** מכיוון שאין צורך בשאר הפינים.

הבקר:



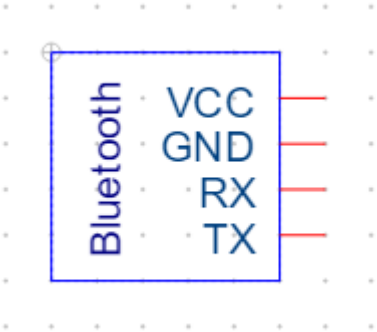
המחשב:



התקן **Bluetooth USB Mini**

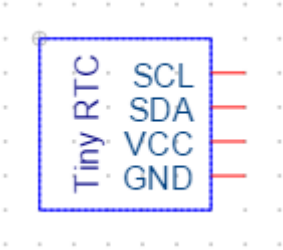
Bluetooth RN-41 מחובר לבקר דרך הפינים הבאים:

1) **TX** ו**RX** כדי לשדר ולקלוט מידע הנשלח דרך ה**Bluetooth** ממחשב לבקר.
2) **GND** ו **VCC** כדי לספק מתח 3.3**V** ואדמה לרכיב.



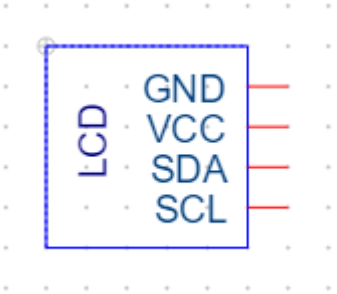
TinyRTC מחובר לבקר דרך הפינים הבאים:

1) **SCL** שעון **I2C** עבור שעון זמן אמת.
2) **SDL** מידע **I2C** עבור שעון זמן אמת.
3) **GND** ו **VCC** כדי לספק מתח 5**V** ואדמה לרכיב.



LCD 2004a מחובר לבקר דרך הפינים הבאים:

1) **SCL** שעון **I2C** עבור שעון זמן אמת.
2) **SDL** מידע **I2C** עבור שעון זמן אמת.
3) **GND** ו **VCC** כדי לספק מתח **5V** ואדמה לרכיב.



3.2 פירוט רכבים

מיקרו בקר ארדואינו מגה 2560:
בקר הארדואינו מובנה לפרויקטים אשר צריכים יותר פינים של כניסות ויציאות ויותר זיכרון של סקיצת תוכנית הארדואינו. כלומר, לבקר יש 54 כניסות ויציאות דיגיטליות ויש לו 16 כניסות ויציאות אנלוגיות. בנוסף, המיקרו בקר מתוכנת באמצעות התוכנה ארדואינו.

TinyRTC:
מודל **RTC** זה מבוסס על שבב השעון **ds1307** התומך בפרוטוקול **I2C**. בנוסף, השעון/לוח שנה מספק שניות, דקות, שעות ותאריך הכולל יום חודש ושנה.

LCD-2004a:
צג גביש נוזלי(**LCD**) הוא מודל עם ממשק מהירות גבוהה **I2C**. בנוסף, הוא מסוגל להציג **20x4** תווים(4 שורות ו20 עמודות).
לכל התקן **LCD** המתשמש בפרוטוקול **I2C** יש כתובת הקסדצימלי שהוא בין (**0x20-0x27**).

I2C:
הוא פרוטוקול המיועד לאפשר למספר שבבי "**slaves**" לתקשר עם אחד או יותר שבבי "**Master**". ואפשרות לבחירת **slave** באמצעות כתובת שהוא ערך הקסדצימלי שלו.
כאשר **scl** הוא קו השעון ו **sda** הוא קו הנתונים.

Bluetooth RN-41:
רכיב זה מסוגל לשלוח ולקבל נתונים לכל רכיב **Bluetooth RN-41** אחר. כלומר, הוא מושלם עבור החלפה ישירה של ממשק טורי אסינכרוני טורי. אך, תקשורת אלחוטית לא תעבוד כאשר אלא אם כן יש לך שני התקנים המסוגלים לדבר אחד עם השני מודמי **Bluetooth** יכולים לדבר עם כל התקן **Bluetooth** אחר התומך **spp**(רשימה ארוכה של רכיבים **Bluetooth** שיכולים להתחבר להתקני **Bluetooth**). כלומר, רכיבים אלו יכולים להיות התקני **Bluetooth RN-41** או **RN-42** או אפילו פלאפון חכם. אם למחשב אין התקן **Bluetooth** משלו אפשר לחבר **Bluetooth USB Module**(רכיב שהשתמשנו בפרויקט).
לכל התקן **Bluetooth** יש כתובת מיוחדת המוצגת בדרך כלל כערך הקסדצימלי.

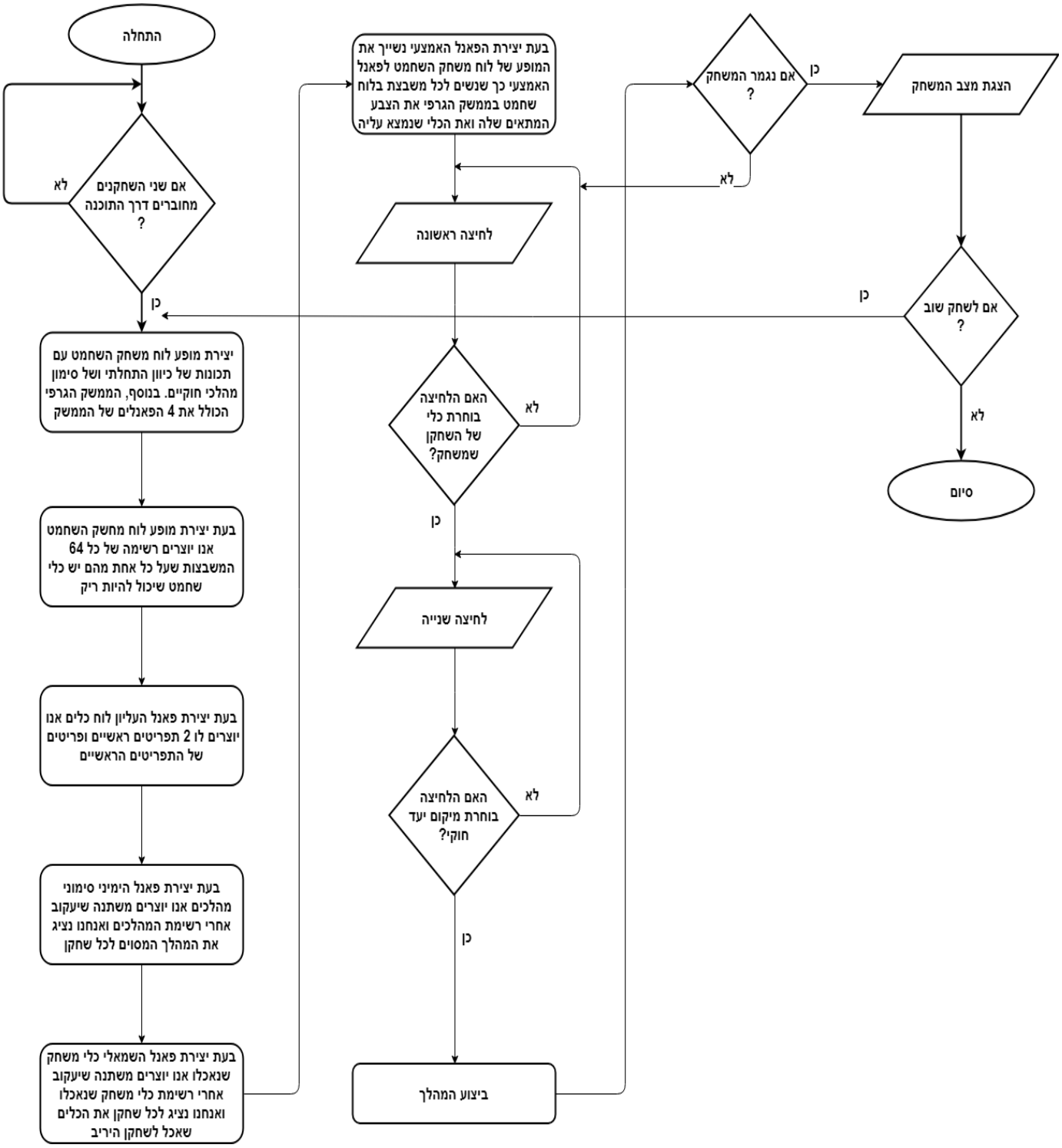
BluetoothUSB:
התקן **Bluetooth** המאפשר להתקני **Bluetooth-RN41** או **RN-42** להתחבר אליהם.

פרק 4 – תכנה

שפת שימוש: Java

שימוש בספריות: JavaFX לממשק הגרפי, וב **Guava**.

4.1 תרשים זרימה של התוכנית ב**PC**

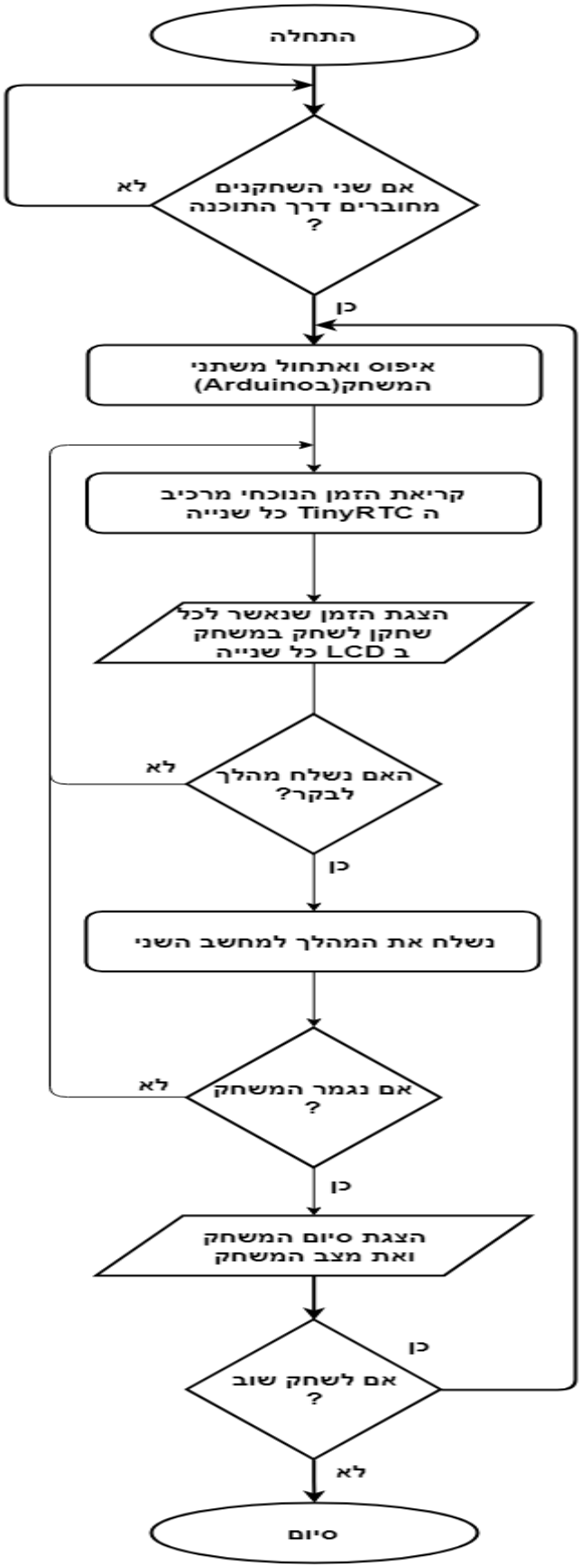


הסבר תרשים זרימה של ה PC:

בהתחלה המערכת בודקת שני השחקנים מחוברים ומצליחים להעביר תקשורת ביניהם. לאחר מכן, נאתחל ונאפס את נתוני המערכת וניצור את 4 הפאנלים של הממשק הגרפי ואת מופע לוח המשחק המדומה(אוביקט שיש עליו את כלי המשחק המבצעים מהלכים). כעת לאחר שהתחלנו משחק כאשר שחקן מנסה לבצע מהלך על כלי המסויים הוא צריך בלחיצה הראשונה ללחוץ על כלי שחק מסויים שלו ובלחיצה השנייה על מיקום יעד חוקי(מיקום היעד שכלי המשחק יכול לזוז בהתאם לחוקי כלי המשחק ובהתאם למצב המשחק).

לאחר ביצוע המהלך נשלח את המהלך לבקר שישלח למחשב השני ונבדוק האם המשחק נגמר. אם המשחק לא נגמר נחכה ללחיצה ראשונה שוב של השחקן היריב. לעומת זאת, אם המשחק נגמר נציג את מצב המשחק ונבדוק אם השחקנים רוצים לשחק שוב. אם כן נאתחל את המשחק שוב וניצור שוב את 4 הפאנלים של הממשק הגרפי ואת מופע לוח המשחק המודמה. ואם לא נסיים את המשחק.

4.2 תרשים זרימה של התוכנית ב**Arduino**



הסבר תרשים זרימה של ה Arduino:

בהתחלה נבדוק ששני השחקנים מחוברים ומתקשרים ביניהם דרך הבקר. לאחר מכן, נאפס ונאתחל את משתני המשחק. כעת, כאשר מתחילים את המשחק כל שנייה נבדוק ב **TinyRTC** את הזמן הנוכחי, נחשב את הזמן שנשאר לכל שחקן לשחק במשחק ונציג על מסך ה **LCD** את הזמן הזה. במקביל, נבדוק אם התבצע מהלך בלוח ונשלח לבקר. אם כן נשלח את המהלך למחשב השני שיבצע אותו בלוח שלו. לאחר מכן, נבדוק אם נגמר המשחק(אם שני הלוחות הגיע למצב של שחמט או פט). אם לא, נחזור על התהליך של בדיקת הזמן שנשר לשחקן והצגתו ובדיקה אם התבצע מהלך. אם כן, נציג על המסך את סיום המשחק ואת מצב המשחק. לפי זאת, נבדוק אם שני השחקנים ירצו לשחק שוב. אם כן, נאפס ונאתחל את משתני המשחק ונתחיל את המשחק מהתחלה. אם לא נסיים את המשחק.

4.3 פירוט מחלקות

שם המחלקה	פרמטרים	פירוט
Tile		הורשה: אין מחלקה המייצגת משבצת כללית של לוח השחמט.
שם הפונקציה		
Tile	**int** tileCoordinate	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום המשבצת.
getTileCoordinate	אין	פונקציה המחזירה את מיקום המשבצת.
createAllPossibleEmptyTiles	אין	פונקציה היוצרת מפה של 64 משבצות ריקות(Empty Tiles) מ0 ל63.
createTile	**int** tileCoordinate, Piece piece	פונקציה היוצרת משבצת שיש עליה כלי משחק(OccupiedTile) ואם אין כלי משחק לוקחת את המשבצת מהמפה של משבצות ריקות, במיקום מסויים בלוח המשחק.
EmptyTile		הורשה: Tile מחלקה המייצגת משבצת של לוח שחמט ללא כלי שחמט.
EmptyTile	**int** tileCoordinate	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום המשבצת.
isTileOccupied	אין	פונקציה המחזירה אם למשבצת יש כלי משחק עליה(תמיד מחזירה לא, כי זו משבצת ריקה).
getPiece	אין	פונקציה המחזירה את הכלי משחק שעל המשבצת(תמיד תחזיר null, כי זו משבצת ריקה).
toString	אין	פונקציה המחזירה את הסימון של משבצת ריקה בצורת טקסט.
OccupiedTile		הורשה: Tile מחלקה המייצגת משבצת של לוח שחמט עם כלי שחמט.
OccupiedTile	**int** tileCoordinate, Piece piece	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום המשבצת ואת כלי המשחק שעל המשבצת.
isTileOccupied	אין	פונקציה המחזירה אם למשבצת יש כלי משחק עליה(תמיד מחזירה כן, כי זו משבצת שתפוסה).
getPiece	אין	פונקציה המחזירה את הכלי משחק שעל המשבצת.
toString	אין	פונקציה המחזירה את הסימון של הכלי שחמט שעל המשבצת אם הוא כלי בצבע שחור יהיה בסימון אותיות קטנות ואם הוא כלי בצבע לבן יהיה בסימון באותיות גדולות ובצורת טקסט.

Piece		הורשה: אין מחלקה המייצגת כלי משחק כללי.
Piece	int piecePosition, Alliance pieceAlliance, PieceType pieceType, boolean isFirstMove	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק, את הצבע שלו ואת הסוג הכלי ואם הוא ביצע מהלך ראשון ואת ערך הקוד של האובייקט.
computeHashCode	אין	פונקציית המחשבת את ערך הקוד של כל אובייקט(כי לכל אובייקט אמור להיות ערך קוד יחודי והוא נועד לצורך בדיקה אם שני אובייקטים שווים או לא).
Equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות)
hashCode	אין	פונקציית גיבוב(בעיברית) המחשבת את ערך הקוד של האובייקט.
getPiecePosition	אין	פונקציה המחזירה את מיקום כלי השחמט.
getPieceAlliance	אין	פונקציה המחזירה את צבע כלי השחמט.
getPieceType	אין	פונקציה המחזירה את סוג כלי השחמט.
isFirstMove	אין	פונקציה המחזירה אם זהו המהלך הראשון של הכלי.
getPieceValue	אין	פונקציה המחזירה את ערך הכלי.
calculateLegalMoves	Board board	פונקציה המחזירה רשימה של כל המהלכים החוקיים של כלי המשחק.
movePiece	Move move	פונקציה המזיזה כלי שחמט עלי ידי יצירת מופע חדש של כלי זה במיקום החדש.
PieceType		הורשה: אין Enum(קבוצה של משתנים קבועים עם מאפיינים והתנהגות) המייצגת את סוג כלי המשחק.
PieceType	String pieceName, int pieceValue	פונקציית הבנאי המעדכנת לכל משתנה קבוע את סימון השם שלו כטקסט ואת הערך שלו.
getPieceValue	אין	פונקציה המחזירה ערך המשתנה הקבוע.
toString	אין	פונקציה המחזירה את סימון שם המשתנה הקבוע כטקסט.
isKing	אין	פונקציה המחזירה אם המשתנה הקבוע הוא מלך.
isRook	אין	פונקציה המחזירה אם המשתנה הקבוע הוא צריח.
Alliance		הורשה: אין Enum(קבוצה של משתנים קבועים עם מאפיינים והתנהגות) המייצגת את צבע כלי המשחק.

Alliance	String color	פונקציית הבנאי המעדכנת לכל משתנה קבוע את סימון השם שלו כטקסט.
toString		פונקציה המחזירה את סימון שם המשתנה הקבוע כטקסט.
getDirection		פונקציה המחזירה את כיוון המשתנה הקבוע(פונקציית עזר לבדיקה אם המהלך של החייל חוקית).
isBlack		פונקציה המחזירה אם המשתנה הקבוע הוא שחור.
isWhite		פונקציה המחזירה אם המשתנה הקבוע הוא לבן.
isPawnPromotionSquare	**int** position	פונקציה המחזירה אם לחייל בהתאם למיקום שלו ובהתאם למשתנה הקבוע צריך לקבל קידום(להפוך למלכה).
choosePlayer	WhitePlayer whitePlayer, BlackPlayer blackPlayer	פונקציה המחזירה בהתאם למשתנה הקבוע את השחקן המסויים(השחקן הלבן או השחור, נועד כדי לבדוק מי השחקן הנוכחי).
Bishop		הורשה: Piece מחלקה המייצגת את כלי משחק הרץ.
Bishop	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ומאתחלת אותו כאשר הוא עדיין לא ביצע מהלך ראשון.
Bishop	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance, **boolean** isFirstMove	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ואם הוא ביצע מהלך ראשון.
calculateLegalMoves	Board board	פונקציה המחזירה רשימה של כל המהלכים החוקיים של כלי המשחק. לחישוב רשימת המהלכים של הכלי נעבור על כל ערכי האופסטים(מספרים קבועים שבהם אולי הכלי יכול לנוע) ונחשב את מיקום היעד ביחס למיקום הנוכחי ולעומת הפרש נחשב את מיקום היעד שוב ושוב(הוספת האופסט כל פעם) עד שמיקום היעד כבר לא נמצא על לוח המשחק ועבור כל מיקום היעד חדש אשר נמצא בעמודה הראשונה ושמינית(לחוקי ערכי האופסט יש מקרים היוצאים מן הכלל). כלומר, מיקום יעד אשר מפר את החוקים נעבור לאופסט אחר. לאחר מכן, אם במיקום היעד אין כלי משחק אז נוסיף לרשימת מהלכים את המהלך הזזה הדרוש ואם יש כלי משחק במיקום היעד נבודק שהוא לא של אותו צבע כמו של צבע הכלי הנוכחי ואם הוא לא נוסיף לרשימה את מהלך תקיפה הדרוש.
movePiece	Move move	פונקציה המזיזה כלי שחמט עלי ידי יצירת מופע חדש של כלי זה במיקום החדש.
toString	אין	פונקציה המחזירה את סימון סוג כלי המשחק כטקסט.

פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה ראשונה.	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	isFirstColumnExclusion
פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה שמינית.	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	isEighthColumnExclusion
הורשה: Piece מחלקה המייצגת את כלי משחק הפרש.		Knight
פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ומאתחלת אותו כאשר הוא עדיין לא ביצע מהלך ראשון.	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance	Knight
פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ואם הוא ביצע מהלך ראשון.	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance, **boolean** isFirstMove	Knight
פונקציה המחזירה רשימה של כל המהלכים החוקיים של כלי המשחק. לחישוב רשימת המהלכים של הכלי נעבור על כל ערכי האופסטים(מספרים קבועים שבהם אולי הכלי יכול לנוע) ונחשב את מיקום היעד ביחס למיקום הנוכחי ונבדוק אם מיקום היעד נמצא בתוך לוח המשחק ואם עבור אופסט מסויים מיקום היעד נמצא בעמודה הראשונה השנייה השביעית ושמינית(לחוקי ערכי האופסט יש מקרים היוצאים מן הכלל). כלומר, מיקום יעד אשר מפר את החוקים נעבור לאופסט אחר. לאחר מכן, אם במיקום היעד אין כלי משחק אז נוסיף לרשימת מהלכים את המהלך הזזה הדרוש ואם יש כלי משחק במיקום היעד נבודק שהוא לא של אותו צבע כמו של צבע הכלי הנוכחי ואם הוא לא נוסיף לרשימה את מהלך תקיפה הדרוש.	Board board	calculateLegalMoves
פונקציה המזיזה כלי שחמט עלי ידי יצירת מופע חדש של כלי זה במיקום החדש.	Move move	movePiece
פונקציה המחזירה את סימון סוג כלי המשחק כטקסט.	אין	toString
פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה ראשונה.	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	isFirstColumnExclusion
פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה שנייה.	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	isSecondColumnExclusion
פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה שביעית.	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	isSeventhColumnExclusion
פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה שמינית.	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	isEighthColumnExclusion

Rook		הורשה: Piece מחלקה המייצגת את כלי משחק צריח.
Rook	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ומאתחלת אותו כאשר הוא עדיין לא ביצע מהלך ראשון.
Rook	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance, **boolean** isFirstMove	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ואם הוא ביצע מהלך ראשון.
calculateLegalMoves	Board board	פונקציה המחזירה רשימה של כל המהלכים החוקיים של כלי המשחק. לחישוב רשימת המהלכים של הכלי נעבור על כל ערכי האופסטים(מספרים קבועים שבהם אולי הכלי יכול לנוע) ונחשב את מיקום היעד ביחס למיקום הנוכחי ולעומת הפרש נחשב את מיקום היעד שוב ושוב(הוספת האופסט כל פעם) עד שמיקום היעד כבר לא נמצא על לוח המשחק ועבור כל מיקום היעד חדש אשר נמצא בעמודה הראשונה ושמינית(לחוקי ערכי האופסט יש מקרים היוצאים מן הכלל). כלומר, מיקום יעד אשר מפר את החוקים נעבור לאופסט אחר. לאחר מכן, אם במיקום היעד אין כלי משחק אז נוסיף לרשימת מהלכים את המהלך הזזה הדרוש ואם יש כלי משחק במיקום היעד נבודק שהוא לא של אותו צבע כמו של צבע הכלי הנוכחי ואם הוא לא נוסיף לרשימה את מהלך תקיפה הדרוש.
movePiece	Move move	פונקציה המזיזה כלי שחמט עלי ידי יצירת מופע חדש של כלי זה במיקום החדש.
toString	אין	פונקציה המחזירה את סימון סוג כלי המשחק כטקסט.
isFirstColumnExclusion	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה ראשונה.
isEighthColumnExclusion	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה שמינית.
Queen		הורשה: Piece מחלקה המייצגת את כלי משחק מלכה.
Queen	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ומאתחלת אותו כאשר הוא עדיין לא ביצע מהלך ראשון.
Queen	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance, **boolean** isFirstMove	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ואם הוא ביצע מהלך ראשון.

calculateLegalMoves	Board board	פונקציה המחזירה רשימה של כל המהלכים החוקיים של כלי המשחק. לחישוב רשימת המהלכים של הכלי נעבור על כל ערכי האופסטים(מספרים קבועים שבהם אולי הכלי יכול לנוע) ונחשב את מיקום היעד ביחס למיקום הנוכחי ולעומת הפרש נחשב את מיקום היעד שוב ושוב(הוספת האופסט כל פעם) עד שמיקום היעד כבר לא נמצא על לוח המשחק ועבור כל מיקום היעד חדש אשר נמצא בעמודה הראשונה ושמינית(לחוקי ערכי האופסט יש מקרים היוצאים מן הכלל). כלומר, מיקום יעד אשר מפר את החוקים נעבור לאופסט אחר. לאחר מכן, אם במיקום היעד אין כלי משחק אז נוסיף לרשימת מהלכים את המהלך הזזה הדרוש ואם יש כלי משחק במיקום היעד נבודק שהוא לא של אותו צבע כמו של צבע הכלי הנוכחי ואם הוא לא נוסיף לרשימה את מהלך תקיפה הדרוש.
movePiece	Move move	פונקציה המזיזה כלי שחמט עלי ידי יצירת מופע חדש של כלי זה במיקום החדש.
toString	אין	פונקציה המחזירה את סימון סוג כלי המשחק כטקסט.
isFirstColumnExclusion	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה ראשונה.
isEighthColumnExclusion	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה שמינית.
King		הורשה: Piece מחלקה המייצגת את כלי משחק מלך.
King	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ומאתחלת אותו כאשר הוא עדיין לא ביצע מהלך ראשון.
King	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance, **boolean** isFirstMove	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ואם הוא ביצע מהלך ראשון.
calculateLegalMoves	Board board	פונקציה המחזירה רשימה של כל המהלכים החוקיים של כלי המשחק. לחישוב רשימת המהלכים של הכלי נעבור על כל ערכי האופסטים(מספרים קבועים שבהם אולי הכלי יכול לנוע) ונחשב את מיקום היעד ביחס למיקום הנוכחי ונבדוק אם מיקום היעד נמצא בתוך לוח המשחק ואם עבור אופסט מסויים מיקום היעד נמצא בעמודה הראשונה ושמינית(לחוקי ערכי האופסט יש מקרים היוצאים מן הכלל). כלומר, מיקום יעד אשר מפר את החוקים נעבור

		לאופסט אחר. לאחר מכן, אם במיקום היעד אין כלי משחק אז נוסיף לרשימת מהלכים את המהלך הזזה הדרוש ואם יש כלי משחק במיקום היעד נבודק שהוא לא של אותו צבע כמו של צבע הכלי הנוכחי ואם הוא לא נוסיף לרשימה את מהלך תקיפה הדרוש.
movePiece	Move move	פונקציה המזיזה כלי שחמט עלי ידי יצירת מופע חדש של כלי זה במיקום החדש.
toString	אין	פונקציה המחזירה את סימון סוג כלי המשחק כטקסט.
isFirstColumnExclusion	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה ראשונה.
isEighthColumnExclusion	**int** currentPosition, **int** candidateOffset	פונקציה המחזירה עבור מיקום נוכחי ועבור אופסטים מסויימים אם הכלי נמצא בעמודה שמינית.
Pawn		הורשה: Piece מחלקה המייצגת את כלי משחק חייל.
Pawn	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ומאתחלת אותו כאשר הוא עדיין לא ביצע מהלך ראשון.
Pawn	**int** piecePosition, Alliance pieceAlliance, **boolean** isFirstMove	פונקציית הבנאי המעדכנת את מיקום כלי המשחק ואת הצבע שלו ואם הוא ביצע מהלך ראשון.
calculateLegalMoves	Board board	פונקציה המחזירה רשימה של כל המהלכים החוקיים של כלי המשחק. לחישוב רשימת המהלכים של הכלי נעבור על כל ערכי האופסט של הכלי ונחשב בהתאם לכיוון הכלי(שחור=1-, לבן=1) האופסט והמיקום הנוכחי את מיקום היעד ונבדוק אם הוא נמצא בלוח המשחק. לאחר מכן, נבדוק אם המהלך הוא מהלך חייל רגיל(חייל שזז קדימה משבצת אחת) ואם אין במיקום היעד כלי אחר נבדוק אם החייל הוא חייל שצריך לקבל קידום, אם כן נוסיף לרשימת המהלכים מהלך קידום חייל ואם לא נוסיף לרשימה מהלך חייל רגיל. אחרת אם המהלך הוא מהלך קפיצת חייל(החייל הקופץ שתי משבצות בהתחלה) ואם זהו המהלך הראשון של הכלי והוא נמצא בשורה שביעית או שנייה(שורה שביעית עבור חייל בצבע שחור ושנייה עבור חייל בצבע לבן) אז נבדוק שאין במשבצת שבדרכו ובמיקום היעד כלי. לכן, נוסיף לרשימת המהלכים מהלך קפיצת חייל. אחרת אם המהלך הוא מהלך תקיפה של חייל עבור אופסט מסויים(תקיפה של צד מסויים) נבדוק שעבור תקיפה זו

		מיקום היעד לא נמצא בעמודה הראשונה והשמינית(לחוקי ערכי האופסט יש מקרים היוצאים מן הכלל). לפיכך, אם במיקום היעד יש כלי בצבע השונה מהכלי אז נבדוק אם החייל הוא חייל שצריך לקבל קידום, אם כן נוסיף לרשימת המהלכים מהלך קידום חייל ואם לא נוסיף לרשימה מהלך חייל רגיל. אחרת אם עדיין עבור אותו מהלך תקיפה עם האופסט המסויים(תקיפה של צד מסויים) במיקום היעד אין כלי נבודק אם בלוח יש חייל בצבע שונה לכלי הנוכחי שהוא ביצע קפיצת חייל במהלך האחרון של המשחק. אם כן נבדוק אם עבור האופסט המסויים החייל היריב נמצא בהתאם לצבע שלו ליד הכיל הנוכחי בצד שמאל ביחס לפרספרקיבה של השחקן שרוצה לבצע את המהלך. ואם זה כלי של השחקן היריב נוסיף לרשימת המהלכים את מהלך תקיפה זה(EnPassantAttack). אחרת אם המהלך הוא מהלך תקיפה של חייל עבור אופסט מסויים(תקיפה של צד אחר) נבדוק בדיוק כמו שבדקנו תקיפה עבור אופסטט מסויים של צד מסויים) ונוסיף לרשימת המהלכים את המהלך שבחרנו לפי האופסט.
getPromotionPiece	אין	פונקציה המקדמת את החייל למלכה על ידי יצירת מופע של כלי של מלכה במיקום של החייל.
movePiece	Move move	פונקציה המזיזה כלי שחמט עלי ידי יצירת מופע חדש של כלי זה במיקום החדש.
toString	אין	פונקציה המחזירה את סימון סוג כלי המשחק כטקסט.
BoardUtils		הורשה: אין מחלקת עזר השומרת נתונים שעוזרים ללוח המשחק.
BoardUtils	אין	פונקציית הבנאי שמכיוון שאנחנו משתמשים רק בפונקציות הסטטיות שלה אין צורך ליצור מופע לכן אנחנו בודקים שאף אחד לא יקרא לפונקציה הזאת.
initColumn	**int** columnNumber	פונקציה המחזירה מערך של מספרי העמודה בלוח עבור מספר עמודה.
initRow	**int** rowNumber	פונקציה המחזירה מערך של מספרי השורה בלוח עבור מספר שורה.
initializePositionToCoordinateMap	אין	פונקציה המחזירה מפה של כל סימוני המשבצות בלוח עבור כל האינדקסים של המשבצות בלוח.
initializeAlgebraicNotation	אין	פונקציה המחזירה מערך של כל סימוני המשבצות בלוח כטקסט.

isValidTileCoordinate	**int** coordinate	פונקציה המחזירה אם אינדקס המשבצת נמצא בלוח המשחק.
getCoordinateAtPosition	String position	פונקציה המחזירה את אינדקס המשבצת עבור סימון המשבצת כטקסט.
getPositionAtCoordinate	**int** coordinate	פונקציה המחזירה סימון המשבצת כטקסט עבור אינדקס המשבצת.
isEndGame	Board board	פונקציה הבודקת אם הסתיים המשחק(אם השחקן הנוכחי בשחמט או בתיקו).
Builder		הורשה: אין מחלקת עזר העוזרת ביצירה ושימוש במופע לוח השחמט.
Builder	אין	פונקציית הבנאי המתחלת את מפת לוח המשחק(מפה שעבור אינדקס המשבצת נותנת כלי מסויים או כלי ריק).
setPiece	Piece piece	פונקציה המכניסה למפה בהתאם למיקום הכלי את הכלי.
setMoveMaker	Alliance nextMoveMaker	פונקציה הקובעת בהתאם לצבע שמקבלת תור מי לשחק.
build	אין	פונקציה היוצרת מופע של לוח המשחק(Board).
setEnPassantPawn	Pawn EnPassantPawn	פונקציה הקובעת בהתאם לכלי שמקבלת את כלי שאולי אפשר לבצע עליו מהלך(EnPassent).
Board		הורשה: אין מחלקה המייצגת את לוח המשחק.
Board	Builder builder	פונקציית הבנאי המאתחלת את רשימת המשבצות, את כלי המשחק של שחקן הלבן והשחור, את כלי הEnPassant, את רשימת המהלכים של השחקן הלבן והשחור ואת השחקן הלבן והשחור(לפי המחלקה שלו) ואת השחקן נוכחי.
getTile	**int** tileCoordinate	פונקציה המחזירה משבצת בהתאם לאינדקס המשבצת.
getWhitePlayer	אין	פונקציה המחזירה את השחקן הלבן.
getBlackPlayer	אין	פונקציה המחזירה את השחקן השחור.
getCurrentPlayer	אין	פונקציה המחזירה את השחקן הנוכחי.
getEnPassantPawn	אין	פונקציה המחזירה את כלי EnPassant של הלוח הנוכחי.
getBlackPieces	אין	פונקציה המחזירה רשימה של כלי משחק של השחקן השחור ושל הלוח הנוכחי.
getWhitePieces	אין	פונקציה המחזירה רשימה של כלי משחק של השחקן הלבן ושל הלוח הנוכחי.
calculateLegalMoves	Collection<Piece> pieces	פונקציה המחזירה רשימת מהלכים של שחקן מסויים לפי הוספת רשימת המהלכים של כל כלי משחק שנמצא ברשימת כלי המשחק.

getAllLegalMoves	אין	פונקציה המחזירה רשימת מהלכים של שני השחקנים ביחד.
toString	אין	פונקצייה המחזירה סימון של לוח שחמט וכל כלי המשחק שעליו כטקסט.
calculateActivePieces	List<Tile> gameBoard, Alliance alliance	פונקציה המחזירה רשימה של כל כלי המשחק נמצאים על לוח המשחק בהתאם ללוח המשחק הנוכחי וצבע הכלים.
createGameBoard	Builder builder	פונקציה היוצרת לוח שחמט המיוצג על ידי רשימת משבצות שעליהם יש כלי שחמט מסויים או ריק.
createStandardBoard	אין	פונקציה היוצרת לוח שחמט סטדנדרטי כאשר כלי המשחק המסויימים נמצאים במשבצות שלהם ותורו של השחקן הלבן להתחיל משחק וקוראת לפונקציית הבנאי(על ידי יצירת מופע חדש).
Move		הורשה: אין מחלקה המייצגת מהלך כללי של כלי.
Move	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד ואם זהו המהלך הראשון של הכלי.
Move	Board board, **Int** destinationCoordinate	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים ואת מיקום היעד(מיועד להזזה לא חוקית).
getCurrentCoordinate	אין	פונקציה המחזירה את המיקום הנוכחי של כלי המשחק.
getBoard	אין	פונקציה המחזירה את לוח המשחק הנוכחי.
getMovedPiece	אין	פונקציה המחזירה את כלי המשחק המוזז.
getDestinationCoordinate	אין	פונקציה המחזירה את מיקום היעד.
isAttack	אין	פונקציה המחזירה אם זהו מהלך תקיפה.
isCastlingMove	אין	פונקציה המחזירה אם זהו מהלך הצרחה.
getAttackedPiece	אין	פונקציה המחזירה את הכלי הנתקף.
equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).
hashCode	אין	פונקציית גיבוב(בעיברית) המחשבת את ערך הקוד של האובייקט.
execute	אין	פונקציה אשר מבצעת את המהלך על ידי יצירת מופע של לוח חדש(מדומה) עם כל כלי המשחק הנוכחים(בלי הכלי המוזז) ואז מוסיפים את הכלי המוזז במיקום היעד. בנוסף, משנה בלוח את תורו של היריב. אנחנו יוצרים מופע

		חדש של לוח עם התנאים האלה כדי לבדוק את חוקי הכלים בלוח לפני השוואתו ללוח הראשי.
AttackMove		הורשה: Move מחלקה המייצגת מהלך תקיפה כללי של כלי.
AttackMove	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate, Piece attackedPiece	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד ואת הכלי המותקף.
equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).
hashCode	אין	פונקציית גיבוב(בעיברית) המחשבת את ערך הקוד של האובייקט.
isAttack	אין	פונקציה המחזירה אם זהו מהלך תקיפה.
getAttackedPiece	אין	פונקציה המחזירה את הכלי הנתקף.
execute	אין	פונקציה אשר מבצעת את המהלך על ידי יצירת מופע של לוח חדש(מדומה) עם כל כלי המשחק הנוכחים(בלי הכלי המוזז ובלי הכלי המותקף) ואז מוסיפים את הכלי המוזז במיקום היעד(בלי הכלי המותקף). בנוסף, משנה בלוח את תורו של היריב. אנחנו יוצרים מופע חדש של לוח עם התנאים האלה כדי לבדוק את חוקי הכלים בלוח לפני השוואתו ללוח הראשי.
MajorMove		הורשה: Move מחלקה המייצגת מהלך כללי של כלי ראשי.
MajorMove	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד.
equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).
toString	אין	פונקציה המחזירה סימון של מהלך הזזה של כלי ראשי(כל כלי המשחק חוץ מחייל).
MajorAttackMove		הורשה: AttackMove מחלקה המייצגת מהלך תקיפה כללי של כלי ראשי.
MajorAttackMove	Board board, Piece movedPiece, **int**	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד ואת הכלי הנתקף.

	destinationCoordinate, Piece attackedPiece	
פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).	Object other	equals
פונקציה המחזירה סימון של מהלך תקיפה של כלי ראשי(כל כלי המשחק חוץ מחייל).	אין	toString
הורשה: Move מחלקה המייצגת מהלך של כלי החייל.		PawnMove
פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד.	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate	PawnMove
פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).	Object other	equals
פונקציה המחזירה סימון של מהלך הזזה של משבצת אחת של כלי משחק החייל(רגלי).	אין	toString
הורשה: AttackMove מחלקה המייצגת מהלך תקיפה כללי של כלי החייל.		PawnAttackMove
פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד ואת הכלי הנתקף.	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate, Piece attackedPiece	PawnAttackMove
פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).	Object other	equals
פונקציה המחזירה סימון של מהלך תקיפה של משבצת אחת(באלכסון) של כלי משחק החייל(רגלי).	אין	toString
הורשה: PawnAttackMove מחלקה המייצגת מהלך תקיפה EnPassant של כלי החייל.		PawnEnPassantAttack
פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד ואת הכלי הנתקף.	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate, Piece attackedPiece	PawnEnPassantAttack
פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).	Object other	equals
פונקציה המחזירה סימון של מהלך תקיפה(EnPassant) של משבצת	אין	toString

		אחת(באלכסון) של כלי משחק החייל(רגלי).
PawnJump		הורשה: PawnMove מחלקה המייצגת מהלך קפיצה של כלי החייל.
PawnJump	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד.
equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).
execute	אין	פונקציה אשר מבצעת את המהלך על ידי יצירת מופע של לוח חדש(מדומה) עם כל כלי המשחק הנוכחים(בלי הכלי המוזז) ואז מוסיפים את הכלי המוזז במיקום היעד. בנוסף, הכלי המוזז הוא כלי שאולי יכולים לעשות עליו מהלך תקיפה EnPassant ומשנה בלוח את תורו של היריב. אנחנו יוצרים מופע חדש של לוח עם התנאים האלה כדי לבדוק את חוקי הכלים בלוח לפני השוואותו ללוח הראשי.
PawnPromotion		הורשה: PawnMove מחלקה המייצגת מהלך קפיצה של כלי החייל.
PawnPromotion	Move decoratedMove	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד.
isAttack	אין	פונקציה המחזירה אם זהו מהלך תקיפה.
getAttackedPiece	אין	פונקציה המחזירה את הכלי הנתקף.
equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).
hashCode	אין	פונקציית גיבוב(בעיברית) המחשבת את ערך הקוד של האובייקט.
execute	אין	פונקציה אשר מבצעת את המהלך על ידי יצירת מופע של לוח חדש(מדומה) עם כל כלי המשחק הנוכחים(בלי הכלי המוזז) ואז מוסיפים את הכלי המוזז עם קידום(מלכה) במיקום היעד. בנוסף, משנה בלוח את תורו של היריב. אנחנו יוצרים מופע חדש של לוח עם התנאים האלה כדי לבדוק את חוקי הכלים בלוח לפני השוואותו ללוח הראשי.
toString	אין	פונקציה המחזירה סימון של מהלך קידום חייל(רגלי).
CastleMove		הורשה: Move מחלקה המייצגת מהלך הצרחה בין המלך והצריח.

CastleMove	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate, Rook castleRook, **int** castleRookDestination	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד של המלך, את הצריח המוזז ואת מיקום היעד של הצריח.
getCastleRook	אין	פונקציה המחזירה את הצריח המוזז.
isCastlingMove	אין	פונקציה המחזירה אם זהו מהלך הצרחה.
equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).
hashCode	אין	פונקציית גיבוב(בעיברית) המחשבת את ערך הקוד של האובייקט.
Execute	אין	פונקציה אשר מבצעת את המהלך על ידי יצירת מופע של לוח חדש(מדומה) עם כל כלי המשחק הנוכחים(בלי הכלי המוזז והצריח המוזז) ואז מוסיפים את הכלי המוזז במיקום היעד ואת הצריח המוזז במיקום היעד שלו. בנוסף, משנה בלוח את תורו של היריב. אנחנו יוצרים מופע חדש של לוח עם התנאים האלה כדי לבדוק את חוקי הכלים בלוח לפני השוואתו ללוח הראשי.
KingSideCastleMove		הורשה: CastleMove מחלקה המייצגת מהלך הצרחה בין המלך והצריח בצד המלך.
KingSideCastleMove	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate, Rook castleRook, **int** castleRookDestination	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד של המלך, את הצריח המוזז ואת מיקום היעד של הצריח.
equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).
toString	אין	פונקציה המחזירה סימון של מהלך הצרחה בצד המלך.
QueenSideCastleMove		הורשה: CastleMove מחלקה המייצגת מהלך הצרחה בין המלך והצריח בצד המלכה.
QueenSideCastleMove	Board board, Piece movedPiece, **int** destinationCoordinate, Rook castleRook, **int** castleRookDestination	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המסויים, את הכלי המוזז, את מיקום היעד של המלך, את הצריח המוזז ואת מיקום היעד של הצריח.

equals	Object other	פונקציה הבודקת אם שני אובייקטים שווים לפי ערך קוד האובייקט ואם הוא ממחלקה Piece ואם יש להם אותם משתנים(תכונות).
toString	אין	פונקציה המחזירה סימון של מהלך הצרחה בצד המלכה.
NullMove		הורשה: Move מחלקה המייצגת מהלך לא חוקי של כלי.
NullMove	אין	פונקציית הבנאי המייצגת מהלך לא חוקי של כלי. מאתחלת את הלוח בלוח ריק ובמיקום יעד 1-.
getCurrentCoordinate	אין	פונקציה המחזירה את מיקום הנוכחי של הכלי(בגלל שאין כלי הוא 1-).
Execute	אין	פונקציה אשר מבצעת מהלך(מכיוון שזהו מהלך לא חוקי נוודא שפונקציה הזאת לא תקרא).
MoveFactory		הורשה: אין מחלקה סטטית הנועדה ליצירת מהלכים שהם חוקיים.
MoveFactory	אין	פונקציית הבנאי(המחלקה היא לא מהלך מסויים לכן לא נרצה ליצור מופע חדש(לקרוא לפונקציית הבנאי) לכן נוודא שלא נקרא לפונקצייה זו.
createMove	Board board, **int** currentCoordinate, **int** destinationCoordinate	פונקציה המחזירה מהלך אשר קיים ברשימת המהלכים הקיימים של הלוח. אם לא מחזירה מהלך ריק(Null Move).
MoveTransition		הורשה: אין מחלקה המייצגת לוח(מדומה) שבו מהלכי המשחק מתרחשים ונבדקים.
MoveTransition	Board transitionBoard, Move move, MoveStatus moveStatus	פונקציית הבנאי המאתחלת את הלוח המדומה המסויים, את מהלך הנוכחי ומשתנה אם המהלך חוקי בלוח המדומה.
getTransitionBoard	אין	פונקציה המחזירה את הלוח המדומה.
getMoveStatus	אין	פונקציה המחזירה אם המהלך חוקי בלוח המדומה.
MoveStatus		הורשה: אין Enum(קבוצה של משתנים קבועים עם מאפיינים והתנהגות) המייצגת את מצב הלוח לאחר ביצוע המהלך.
isDone	אין	פונקציה הבודקת לפי שם המשתנה אם המהלך לפי מצב הלוח חוקי.
Player		הורשה: אין מחלקה המייצגת שחקן כללי.
Player	Board board, Collection<Move> legalMoves,	פונקציית הבנאי המאתחלת את לוח המשחק, את רשימת המהלכים החוקיים של השחקן הנוכחי ושל יריבו, ובודקת אם הוא בשח.

	Collection<Move> opponentMoves	
calculateAttackOnTile	int piecePosition, Collection<Move> moves	פונקציה המחזירה רשימה של מהלכי תקיפה על מיקום יעד מסויים.
getPlayerKing	אין	פונקציה המחזירה את המלך של השחקן.
getLegalMoves	אין	פונקציה המחזירה את המהלכים החוקיים של השחקן.
establishKing	אין	פונקציה המחזירה מלך בלוח ובודקת שהוא אכן קיים.
isMoveLegal	Move candidateMove	פונקציה המחזירה אם מהלך חוקי.
isInCheck	אין	פונקציה המחזירה אם יש שח.
isInCheckMate	אין	פונקציה המחזירה אם יש שחמט.
isInStaleMate	אין	פונקציה המחזירה אם יש תיקו.
hasNoEscapeMoves	אין	פונקציה הבודקת אם יש למלך יש מהלכים חוקיים בלוח.
makeMove	Move candidateMove	פונקציה המחזירה לוח(מדומה) בהתאם למהלך ומבצעת את המהלך בלוח המדומה ובודקת שהוא אכן חוקי.כלומר, מהלך שלא יגרום לשח לאותו שחקן. אם התנאים מתקיימים מחזירה את הלוח המדומה עם המהלך ואם לא מחזירה את הלוח ללא ביצוע המהלך.
getActivePieces	אין	פונקציה המחזירה רשימה של כלי משחק הקיימים בלוח עבור שחקן מסויים.
getAlliance	אין	פונקציה המחזירה את צבע השחקן.
getOpponent	אין	פונקציה המחזירה את השחקן היריב.
calculateKingCastles	Collection<Move> playerLegals, Collection<Move> opponentLegals	פונקציה הבודקת אם אפשר לבצע מהלך הצרחה שהוא חוקי.
WhitePlayer		הורשה: Player מחלקה המייצגת שחקן הלבן.
WhitePlayer	Board board, Collection<Move> whiteStandardLegalMoves, Collection<Move> blackStandardLegalMoves	פונקציית הבנאי המאתחלת את לוח המשחק, את רשימת המהלכים החוקיים של השחקן הנוכחי ושל יריבו, ובודקת אם הוא בשח.

getActivePieces	אין	פונקציה המחזירה רשימה של כלי משחק הקיימים בלוח עבור שחקן מסויים.
getAlliance	אין	פונקציה המחזירה את צבע השחקן.
getOpponent	אין	פונקציה המחזירה את השחקן היריב.
calculateKingCastles	Collection<Move> playerLegals, Collection<Move> opponentLegals	פונקציה הבודקת אם אפשר לבצע מהלך הצרחה שהוא חוקי.
BlackPlayer		הורשה: Player מחלקה המייצגת שחקן השחור.
BlackPlayer	Board board, Collection<Move> whiteStandardLegalMoves, Collection<Move> blackStandardLegalMoves	פונקציית הבנאי המאתחלת את לוח המשחק, את רשימת המהלכים החוקיים של השחקן הנוכחי ושל יריבו, ובודקת אם הוא בשח.
getActivePieces	אין	פונקציה המחזירה רשימה של כלי משחק הקיימים בלוח עבור שחקן מסויים.
getAlliance	אין	פונקציה המחזירה את צבע השחקן.
getOpponent	אין	פונקציה המחזירה את השחקן היריב.
calculateKingCastles	Collection<Move> playerLegals, Collection<Move> opponentLegals	פונקציה הבודקת אם אפשר לבצע מהלך הצרחה שהוא חוקי.
Controller		הורשה: אין מחלקה המייצגת
initialize	URL url, ResourceBundle resourceBundle	פונקציה המאתחלת את הלוחות בממשק הגרפי ואת לוח המשחק.
createTableMenuBar	אין	פונקציה היוצרת לוח כלים בממשק הגרפי.
createFileMenu	אין	פונקציה היוצרת תפריט בשם "File" בלוח כלים ואת כל הפריטים שלו.
createPreferencesMenu	אין	פונקציה היוצרת תפריט בשם "Preferences" בלוח כלים ואת כל הפריטים שלו.
createMenuItem	אין	פונקציה היוצרת פריט לתפריט.
BoardDirection		הורשה: אין Enum(קבוצה של משתנים קבועים עם מאפיינים והתנהגות) המייצגת את כיוון הלוח(כדי שיהיה אפשר להפוך את הלוח).

traverse	List<TilePanel> boardTiles	פונקציה המהפכת את סדר הרשימה של המשבצות בלוח לוח המשחק(לוח שמיוצג בממשק הגרפי).
opposite	אין	פונקציה המהפכת את כיוון שם המשתנה.
MoveLog		הורשה: אין מחלקה המייצגת תיעוד בקולקציה את המהלכים שבוצעו במשחק.
MoveLog	אין	פונקציית הבנאי המאתחלת את הקולקציה.
getMoves	אין	פונקציה המחזירה את תיעוד המהלכים.
addMove	Move move	פונקציה המוסיפה מהלך הקולקציה.
size	אין	פונקציה המחזירה את גודל הקולקציה.
clear	אין	פונקציה המוחקת את כל המהלכים בקולקציה.
removeMove	**int** index	פונקציה המוחקת מהלך לפי אינדקס.
removeMove	Move move	פונקציה המוחקת מהלך לפי מהלך מסויים.
BoardPanel		הורשה: GridPane מחלקה המייצגת צורת לוח המשחק בממשק הגרפי ויורשת מלוח גרפי שמחולק ל64 תאים.
BoardPanel	אין	פונקציית הבנאי המאתחלת את גודל הלוח ובכל תא מתוך 64 התאים יוצרת משבצת המייצגת לוח גרפי(TilePanel).
drawBoard	Board board	פונקצייה המציירת שוב את הלוח כאשר מבוצע מהלך.
TilePanel		הורשה: Pane מחלקה המייצגת צורת תא בלוח המשחק בממשק הגרפי ויורשת מלוח גרפי.
TilePanel	BoardPanel boardPanel, **int** tileId	פונקציית הבנאי המאתחלת את גודל התא וקוראת לפונקציות פנימיות. בנוסף, היא מנהלת את אופן לחיצת העכבר עם מקש ימיני או ראשי, כאשר יש שני לחיצות ניצור מהלך חדש ונבדוק בלוח המדומה אם הוא מקיים את החוקים ונשווה אותו ללוח החדש. לאחר מכאן נעדכן את לוח המשחק ואת שאר הלוחות(לוח סימוני המשחק, ולוח אכילת כלי).
drawTile	Board board	פונקציה המציירת מחדש את התא וקוראת לפונקציות פנימיות.
assignTilePieceIcon	Board gameBoard	פונקציה המתאמת לכל משבצת תמונה של כלי המשחק בהתאם ללוח המשחק.
highlightLegals	Board board	פונקציה המתאמת בהתאם לבחירה בפריט התפריט ובהתאם לרשימת מהלכי החוקיים בלוח לכל משבצת

		נקודה ירוקה בהתאם לרשימת מהלכים של הכלי משחק שנבחר.
pieceLegalMoves	Board board	פונקציה המחזירה את רשימת המהלכים של הכלי שנבחר להזזה.
assignTileColor	אין	פונקציה המתאמת צבע לכל משבצת.
LogHistoryPanel		הורשה: Pane מחלקה המייצגת לוח סימוני מהלכי משחק בממשק הגרפי ויורשת מלוח גרפי.
LogHistoryPanel	אין	פונקציית הבנאי המאתחלת גודל הלוח ומייצרת טבלה גרפית עם שני עמודות אחת מייצגת מהלכים שנעשו על ידי השחקן השחור והשני על ידי השחקן הלבן.
add	Board board, Move move	פונקצייה המוסיפה מהלך ומציגה אותו על הטבלה הגרפית.
calculateCheckAndCheckMateHash	Board board	פונקציה המחזירה סימון של שח ושחמט כאשר הם מתקיימים בלוח.
Row		הורשה: אין מחלקה המייצגת שורה בטבלה(מהלך של השחקן השחור והלבן).
Row	String whiteMove, String blackMove	פונקציית הבנאי המאתחלת את סימון המהלך של השחקן השחור והלבן.
getWhiteMove	אין	פונקציה המחזירה את סימון המהלך של השחקן הלבן.
setWhiteMove	String whiteMove	פונקציה הקובעת את סימון המהלך של השחקן הלבן.
getBlackMove	אין	פונקציה המחזירה את סימון המהלך של השחקן השחור.
setBlackMove	String blackMove	פונקציה הקובעת את סימון המהלך של השחקן השחור.
TakenPiecesPanel		הורשה: VBox מחלקה המייצגת לוח תמונות של כלי משחק שנאכלו.
TakenPiecesPanel	אין	פונקציית הבנאי המעדכנת את גודל הלוח ויוצרת שני תתי לוחות אחד מעל ואחד מתחת.
addTakenPiece	MoveLog moveLog	פונקציה המוסיפה את לכל תת לוח את תמונת הכלי שנאכל.
Main		הורשה: Application מחלקה המאתחלת את הממשק הגרפי .
start	Stage primaryStage	פונקציית המגדירה את הבמה ואת המסך שקשור אליו(מופעים הקשורים לספריית הממשק הגרפי).
main	String[] args	פונקציית הבנאי הקוראת לפונקציית Start.

4.4 קובץ LIST של התוכנה במחשב

Tile:

```
package com.engine.board;

import com.engine.pieces.Piece;

import java.util.Map;
import java.util.HashMap;
import com.google.common.collect.ImmutableMap;

/**
 *  Tile class that is every Tile in the chess board that contains a piece
 */

public abstract class Tile {
    private static final Map<Integer, EmptyTile> EMPTY_TILES_CACHE =
createAllPossibleEmptyTiles();
    private final int tileCoordinate;

    private Tile(final int tileCoordinate) {
        this.tileCoordinate = tileCoordinate;
    }

    private static Map<Integer, EmptyTile> createAllPossibleEmptyTiles() {
        final Map<Integer, EmptyTile> emptyTileMap = new HashMap<>();
        for (int i = 0; i < BoardUtils.NUM_TILES; i++) {
            emptyTileMap.put(i, new EmptyTile(i));
        }
        return ImmutableMap.copyOf(emptyTileMap);
    }

    static Tile createTile(final int tileCoordinate, final Piece piece) {
        return (piece != null) ? new OccupiedTile(tileCoordinate, piece) :
EMPTY_TILES_CACHE.get(tileCoordinate);
    }

    public abstract boolean isTileOccupied();

    public abstract Piece getPiece();

    public int getTileCoordinate() {
        return this.tileCoordinate;
    }

    public static final class EmptyTile extends Tile {
        private EmptyTile(final int tileCoordinate) {
            super(tileCoordinate);
        }

        @Override
        public boolean isTileOccupied() {
            return false;
        }

        @Override
        public Piece getPiece() {
            return null;
        }

        @Override
        public String toString() {
            return "-";
        }
    }

    public static final class OccupiedTile extends Tile {
        private final Piece pieceOnTile;
```

```java
        private OccupiedTile(final int tileCoordinate, final Piece piece) {
            super(tileCoordinate);
            this.pieceOnTile = piece;
        }

        @Override
        public boolean isTileOccupied() {
            return true;
        }

        @Override
        public Piece getPiece() {
            return this.pieceOnTile;
        }

        @Override
        public String toString() {
            return this.getPiece().getPieceAlliance().isBlack() ?
                    this.getPiece().toString().toLowerCase() :
this.getPiece().toString();
        }
    }
}
```

Board:

```java
package com.engine.board;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.pieces.*;
import com.engine.player.BlackPlayer;
import com.engine.player.Player;
import com.engine.player.WhitePlayer;
import com.google.common.collect.ImmutableList;
import com.google.common.collect.Iterables;

import java.util.*;

/**
 * Board class that represents the gameBoard using a static Builder class
 */
public class Board {
    private final List<Tile> gameBoard;
    private final Collection<Piece> whitePieces;
    private final Collection<Piece> blackPieces;

    private final WhitePlayer whitePlayer;
    private final BlackPlayer blackPlayer;
    private final Player currentPlayer;
    private final Pawn enPassantPawn;

    private Board(final Builder builder) {
        this.gameBoard = createGameBoard(builder);
        this.whitePieces = calculateActivePieces(this.gameBoard,
Alliance.WHITE);
        this.blackPieces = calculateActivePieces(this.gameBoard,
Alliance.BLACK);
        this.enPassantPawn = builder.enPassantPawn;
        final Collection<Move> whiteStandardLegalMoves =
calculateLegalMoves(this.whitePieces);
        final Collection<Move> blackStandardLegalMoves =
calculateLegalMoves(this.blackPieces);
        this.whitePlayer = new WhitePlayer(this, whiteStandardLegalMoves,
blackStandardLegalMoves);
        this.blackPlayer = new BlackPlayer(this, whiteStandardLegalMoves,
blackStandardLegalMoves);
        this.currentPlayer =
```

```
builder.nextMoveMaker.choosePlayer(this.whitePlayer, this.blackPlayer);
    }

    /**
     * Creates a list of all possible active pieces(alive pieces on the board)
for a given alliance(Black/White)
     * @param gameBoard is needed to access its contents(tiles, pieces)
     * @param alliance is determining which side is activePieces for
     * @return a none changeable list of active pieces on the board
     */
    private static Collection<Piece> calculateActivePieces(final List<Tile>
gameBoard, final Alliance alliance) {
        final List<Piece> activePieces = new ArrayList<>();
        for(final Tile tile : gameBoard) {
            if(tile.isTileOccupied()) {
                final Piece piece = tile.getPiece();
                if(piece.getPieceAlliance() == alliance) {
                    activePieces.add(piece);
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(activePieces);
    }

    /**
     * creates all the tiles for the board
     * @param builder is for accessing boardConfig
     * @return a none changeable list of tiles
     */
    private static List<Tile> createGameBoard(final Builder builder) {
        final Tile[] tiles = new Tile[BoardUtils.NUM_TILES];
        for(int i = 0; i < BoardUtils.NUM_TILES; i++) {
            tiles[i] = Tile.createTile(i, builder.boardConfig.get(i));
        }
        return ImmutableList.copyOf(tiles);
    }

    /**
     * Creates all pieces and initialize the Board for the start of the game
     * and makes White start first
     *
     * @return the board that
     */
    public static Board createStandardBoard() {
        final Builder builder = new Builder();
        //Black layout
        builder.setPiece(new Rook(0, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Knight(1, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Bishop(2, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Queen(3, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new King(4, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Bishop(5, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Knight(6, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Rook(7, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Pawn(8, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Pawn(9, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Pawn(10, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Pawn(11, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Pawn(12, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Pawn(13, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Pawn(14, Alliance.BLACK));
        builder.setPiece(new Pawn(15, Alliance.BLACK));
        //White layout
        builder.setPiece(new Pawn(48, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Pawn(49, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Pawn(50, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Pawn(51, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Pawn(52, Alliance.WHITE));
```

```
        builder.setPiece(new Pawn(53, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Pawn(54, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Pawn(55, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Rook(56, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Knight(57, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Bishop(58, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Queen(59, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new King(60, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Bishop(61, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Knight(62, Alliance.WHITE));
        builder.setPiece(new Rook(63, Alliance.WHITE));
        //White moves first
        builder.setMoveMaker(Alliance.WHITE);
        return builder.build();
    }

    public Tile getTile (final int tileCoordinate) {
        return gameBoard.get(tileCoordinate);
    }

    public Player getWhitePlayer() {
        return this.whitePlayer;
    }

    public Player getBlackPlayer() {
        return this.blackPlayer;
    }

    public Player getCurrentPlayer() {
        return this.currentPlayer;
    }

    public Pawn getEnPassantPawn() {
        return this.enPassantPawn;
    }

    public Collection<Piece> getBlackPieces() {
        return this.blackPieces;
    }

    public Collection<Piece> getWhitePieces() {
        return this.whitePieces;
    }

    /**
     * Creates a list of all possible legal moves for a given collection of
pieces we use this func
     * to calculate all legal moves of the whites pieces and all legal moves of
the black pieces
     * @param pieces for each piece we calculate its legal moves through its
function
     * we implemented in each piece type
     * @return a none changeable list of legal moves
     */
    private Collection<Move> calculateLegalMoves(final Collection<Piece>
pieces) {
        final List<Move> legalMoves = new ArrayList<>();
        for(final Piece piece : pieces) {
            legalMoves.addAll(piece.calculateLegalMoves(this));
        }
        return ImmutableList.copyOf(legalMoves);
    }

    Iterable<Move> getAllLegalMoves() {
        return Iterables.unmodifiableIterable(Iterables.concat(
                this.whitePlayer.getLegalMoves(),
this.blackPlayer.getLegalMoves()));
    }
```

```java
    @Override
    public String toString() {
        final StringBuilder sBuilder = new StringBuilder();
        for(int i = 0; i < BoardUtils.NUM_TILES; i++) {
            final String tileText = this.gameBoard.get(i).toString();
            sBuilder.append(String.format("%3s", tileText));
            if((i + 1) % BoardUtils.NUM_TILES_PER_ROW == 0) {
                sBuilder.append("\n");
            }
        }
        return sBuilder.toString();
    }

    /**
     * Using a static Builder class for the complex class Board so it will be
easier to manage
     */
    public static class Builder {
        final Map<Integer, Piece> boardConfig;
        Alliance nextMoveMaker;
        Pawn enPassantPawn;

        Builder() {
            this.boardConfig = new HashMap<>();
        }

        public Builder setPiece(final Piece piece) {
            this.boardConfig.put(piece.getPiecePosition(), piece);
            return this;
        }
        //using the builder pattern
        Builder setMoveMaker(final Alliance nextMoveMaker) {
            this.nextMoveMaker = nextMoveMaker;
            return this;
        }

        Board build() {
            return new Board(this);
        }

        void setEnPassantPawn(Pawn EnPassantPawn) {
            this.enPassantPawn = EnPassantPawn;
        }
    }
}
```

BoardUtils:

```java
package com.engine.board;

import com.google.common.collect.ImmutableMap;

import java.util.HashMap;
import java.util.Map;

/**
 * BoardUtils class that represents utilities for the board
 */
public class BoardUtils {
    public static final int NUM_TILES = 64;
    public static final int NUM_TILES_PER_ROW = 8;
    public static final boolean[] FIRST_FILE = initColumn(0);
    public static final boolean[] SECOND_FILE = initColumn(1);
    public static final boolean[] SEVENTH_FILE = initColumn(6);
    public static final boolean[] EIGHTH_FILE = initColumn(7);
    public static final boolean[] EIGHTH_RANK = initRow(0);
    public static final boolean[] SEVENTH_RANK = initRow(8);
    public static final boolean[] SECOND_RANK = initRow(48);
```

```java
    public static final boolean[] FIRST_RANK = initRow(56);
    private static final String[] ALGEBRAIC_NOTATION =
initializeAlgebraicNotation();
    private static final int START_TILE_INDEX = 0;
    private static final Map<String, Integer> POSITION_TO_COORDINATE =
initializePositionToCoordinateMap();

    private BoardUtils() {
        throw new RuntimeException("You cannot instantiate me");
    }

    private static boolean[] initColumn(int columnNumber) {
        final boolean[] column = new boolean[NUM_TILES];
        do {
            column[columnNumber] = true;
            columnNumber += NUM_TILES_PER_ROW;
        } while(columnNumber < NUM_TILES);
        return column;
    }

    private static boolean[] initRow(int rowNumber) {
        final boolean[] row = new boolean[NUM_TILES];
        do {
            row[rowNumber] = true;
            rowNumber++;
        } while(rowNumber % NUM_TILES_PER_ROW != 0);
        return row;
    }

    private static Map<String, Integer> initializePositionToCoordinateMap() {
        final Map<String, Integer> positionToCoordinate = new HashMap<>();
        for (int i = START_TILE_INDEX; i < NUM_TILES; i++) {
            positionToCoordinate.put(ALGEBRAIC_NOTATION[i], i);
        }
        return ImmutableMap.copyOf(positionToCoordinate);
    }

    private static String[] initializeAlgebraicNotation() {
        return new String[] {
                "a8", "b8", "c8", "d8", "e8", "f8", "g8", "h8",
                "a7", "b7", "c7", "d7", "e7", "f7", "g7", "h7",
                "a6", "b6", "c6", "d6", "e6", "f6", "g6", "h6",
                "a5", "b5", "c5", "d5", "e5", "f5", "g5", "h5",
                "a4", "b4", "c4", "d4", "e4", "f4", "g4", "h4",
                "a3", "b3", "c3", "d3", "e3", "f3", "g3", "h3",
                "a2", "b2", "c2", "d2", "e2", "f2", "g2", "h2",
                "a1", "b1", "c1", "d1", "e1", "f1", "g1", "h1"
        };
    }

    public static boolean isValidTileCoordinate(final int coordinate) {
        return coordinate >= 0 && coordinate < NUM_TILES;
    }

    public static int getCoordinateAtPosition(final String position) {
        return POSITION_TO_COORDINATE.get(position);
    }

    static String getPositionAtCoordinate(final int coordinate) {
        return ALGEBRAIC_NOTATION[coordinate];
    }

    public static boolean isEndGame(final Board board) {
        return board.getCurrentPlayer().isInCheckMate() ||
                board.getCurrentPlayer().isInStaleMate();
    }
}
```

Move:

```java
package com.engine.board;

import com.engine.pieces.Pawn;
import com.engine.pieces.Piece;
import com.engine.pieces.Rook;

import static com.engine.board.Board.*;

public abstract class Move {
    private static final Move NULL_MOVE = new NullMove();
    protected final Board board;
    protected final boolean isFirstMove;
    final Piece movedPiece;
    final int destinationCoordinate;

    private Move(final Board board, final Piece movedPiece, final int
destinationCoordinate) {
        this.board = board;
        this.movedPiece = movedPiece;
        this.destinationCoordinate = destinationCoordinate;
        this.isFirstMove = movedPiece.isFirstMove();
    }

    private Move(final Board board, final int destinationCoordinate) {
        this.board = board;
        this.destinationCoordinate = destinationCoordinate;
        this.movedPiece = null;
        this.isFirstMove = false;
    }

    public int getCurrentCoordinate() {
        return this.getMovedPiece().getPiecePosition();
    }

    public Board getBoard() {
        return this.board;
    }

    public Piece getMovedPiece() {
        return this.movedPiece;
    }

    public int getDestinationCoordinate() {
        return this.destinationCoordinate;
    }

    public boolean isAttack() {
        return false;
    }

    public boolean isCastlingMove() {
        return false;
    }

    public Piece getAttackedPiece() {
        return null;
    }

    @Override
    public boolean equals(final Object other) {
        if(this == other) {
            return true;
        }
        if(!(other instanceof Move)) {
            return false;
        }
        final Move otherMove = (Move) other;
```

```
        return getCurrentCoordinate() == otherMove.getCurrentCoordinate() &&
                this.destinationCoordinate ==
otherMove.getDestinationCoordinate() &&
                this.movedPiece.equals(otherMove.getMovedPiece());
    }

    @Override
    public int hashCode() {
        final int prime = 31;
        int result = 1;
        result = prime * result + this.destinationCoordinate;
        result = prime * result + this.getMovedPiece().hashCode();
        result = prime * result + this.movedPiece.getPiecePosition();
        return result;
    }

    /**
     * Creates a new imgBoard(opposed to the default board) and will act as
checking board for the default board
     * the players will makeMoves using makeMove func in Player class, on the
imgBoard to check if it is valid
     * and if it is valid it will make them on the default board
     *
     * the function creates a builder(a helper class for board) and iterates on
all currentPlayer active pieces(not dead pieces)
     * and on all the opponent active pieces and add them to the imgBoard. then
it makes the testing move
     * and sets the move maker to the opposing team and returns the
builder.build()(the board)
     * @return the imgBoard that is created for testing moves
     */
    public Board execute() {
        final Builder Builder = new Builder();
        for(final Piece piece :
this.board.getCurrentPlayer().getActivePieces()) {
            if(!this.movedPiece.equals(piece)) {
                Builder.setPiece(piece);
            }
        }
        for(final Piece piece :
this.board.getCurrentPlayer().getOpponent().getActivePieces()) {
            Builder.setPiece(piece);
        }
        //move the movedPiece the imgBoard
        Builder.setPiece(this.movedPiece.movePiece(this));

Builder.setMoveMaker(this.board.getCurrentPlayer().getOpponent().getAlliance())
;
        return Builder.build();
    }

    public static class AttackMove extends Move {
        final Piece attackedPiece;

        AttackMove(final Board board, final Piece movedPiece, final int
destinationCoordinate, final Piece attackedPiece) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate);
            this.attackedPiece = attackedPiece;
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            if(this == other) {
                return true;
            }
            if(!(other instanceof AttackMove)) {
                return false;
            }
```

```
            final AttackMove otherAttackMove = (AttackMove) other;
            return super.equals(otherAttackMove) &&

this.getAttackedPiece().equals(otherAttackMove.getAttackedPiece());
        }

        @Override
        public int hashCode() {
            return this.attackedPiece.hashCode() + super.hashCode();
        }

        @Override
        public boolean isAttack() {
            return true;
        }

        @Override
        public Piece getAttackedPiece() {
            return this.attackedPiece;
        }

        @Override
        public Board execute() {
            final Builder builder = new Builder();
            for(final Piece piece :
this.board.getCurrentPlayer().getActivePieces()) {
                if(!this.movedPiece.equals(piece)) {
                    builder.setPiece(piece);
                }
            }
            for(final Piece piece :
this.board.getCurrentPlayer().getOpponent().getActivePieces()) {
                if(!piece.equals(this.getAttackedPiece())) {
                    builder.setPiece(piece);
                }
            }
            builder.setPiece(this.movedPiece.movePiece(this));

builder.setMoveMaker(this.board.getCurrentPlayer().getOpponent().getAlliance())
;
            return builder.build();
        }
    }

    public static final class MajorMove extends Move {
        public MajorMove(final Board board, final Piece movedPiece, final int
destinationCoordinate) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate);
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            return this == other || other instanceof MajorMove &&
super.equals(other);
        }

        @Override
        public String toString() {
            return movedPiece.getPieceType().toString().toUpperCase() +
BoardUtils.getPositionAtCoordinate(this.destinationCoordinate);
        }
    }

    public static class MajorAttackMove extends AttackMove {
        public MajorAttackMove(final Board board, final Piece movedPiece, final
int destinationCoordinate, final Piece attackedPiece) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate, attackedPiece);
        }
```

```
        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            return this == other || other instanceof MajorAttackMove &&
super.equals(other);
        }

        @Override
        public String toString() {
            return movedPiece.getPieceType().toString().toUpperCase() +
BoardUtils.getPositionAtCoordinate(this.destinationCoordinate);
        }
    }

    public static class PawnMove extends Move {
        public PawnMove(final Board board, final Piece movedPiece, final int
destinationCoordinate) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate);
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            return this == other || other instanceof PawnMove &&
super.equals(other);
        }

        @Override
        public String toString() {
            return
BoardUtils.getPositionAtCoordinate(this.destinationCoordinate);
        }
    }

    public static class PawnAttackMove extends AttackMove {
        public PawnAttackMove(final Board board, final Piece movedPiece, final
int destinationCoordinate, final Piece attackedPiece) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate, attackedPiece);
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            return this == other || other instanceof PawnAttackMove &&
super.equals(other);
        }

        @Override
        public String toString() {
            return
BoardUtils.getPositionAtCoordinate(this.movedPiece.getPiecePosition()).substrin
g(0, 1) + "x" +

BoardUtils.getPositionAtCoordinate(this.destinationCoordinate);
        }
    }

    public static final class PawnEnPassantAttack extends PawnAttackMove {
        public PawnEnPassantAttack(final Board board, final Piece movedPiece,
final int destinationCoordinate, final Piece attackedPiece) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate, attackedPiece);
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            return this == other || other instanceof PawnEnPassantAttack &&
super.equals(other);
        }

        @Override
```

```
        public String toString() {
            return super.toString() + "e.p";
        }
    }

    public static final class PawnJump extends PawnMove {
        public PawnJump(final Board board, final Piece movedPiece, final int
destinationCoordinate) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate);
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            return this == other || other instanceof PawnJump &&
super.equals(other);
        }
        /**
         * Same purpose as before, but now we might detect that when making a
pawn jump the opponent can maybe make an enPassant Attack
         * @return the imgBoard
         */
        @Override
        public Board execute() {
            final Builder builder = new Builder();
            for(final Piece piece :
this.board.getCurrentPlayer().getActivePieces()) {
                if(!this.movedPiece.equals(piece)) {
                    builder.setPiece(piece);
                }
            }
            for(final Piece piece :
this.board.getCurrentPlayer().getOpponent().getActivePieces()) {
                builder.setPiece(piece);
            }
            final Pawn movedPawn = (Pawn)this.movedPiece.movePiece(this);
            builder.setPiece(movedPawn);
            builder.setEnPassantPawn(movedPawn);

builder.setMoveMaker(this.board.getCurrentPlayer().getOpponent().getAlliance())
;
            return builder.build();
        }
    }

    public static class PawnPromotion extends PawnMove {
        //using a decorator pattern the Move needs to be protected
        protected final Move decoratedMove;
        final Pawn promotedPawn;

        public PawnPromotion(final Move decoratedMove) {
            super(decoratedMove.getBoard(), decoratedMove.getMovedPiece(),
decoratedMove.getDestinationCoordinate());
            this.decoratedMove = decoratedMove;
            this.promotedPawn = (Pawn) decoratedMove.getMovedPiece();
        }

        @Override
        public boolean isAttack() {
            return this.decoratedMove.isAttack();
        }

        @Override
        public Piece getAttackedPiece() {
            return this.decoratedMove.getAttackedPiece();
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
```

```
            return this == other || other instanceof PawnPromotion &&
super.equals(other);
        }

        @Override
            public int hashCode() {
            return decoratedMove.hashCode() + (31 * promotedPawn.hashCode());
        }

        @Override
        public Board execute() {
            final Board pawnMovedBoard = this.decoratedMove.execute();
            final Builder builder = new Builder();
            for(final Piece piece :
pawnMovedBoard.getCurrentPlayer().getActivePieces()) {
                if(!this.promotedPawn.equals(piece)) {
                    builder.setPiece(piece);
                }
            }
            for(final Piece piece :
pawnMovedBoard.getCurrentPlayer().getOpponent().getActivePieces()) {
                builder.setPiece(piece);
            }

builder.setPiece(this.promotedPawn.getPromotionPiece().movePiece(this));

builder.setMoveMaker(pawnMovedBoard.getCurrentPlayer().getAlliance());
            return builder.build();
        }

        @Override
        public String toString() {
            return super.toString() + "=Q";
        }
    }

    static abstract class CastleMove extends Move {
        final Rook castleRook;
        final int CastleRookDestination;

        CastleMove(final Board board, final Piece movedPiece, final int
destinationCoordinate,
                   Rook castleRook, int castleRookDestination) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate);
            this.castleRook = castleRook;
            CastleRookDestination = castleRookDestination;
        }


        Rook getCastleRook() {
            return this.castleRook;
        }

        @Override
        public boolean isCastlingMove() {
            return true;
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            if(this == other) {
                return true;
            }
            if(!(other instanceof CastleMove)) {
                return false;
            }
            final CastleMove otherCastleMove = (CastleMove)other;
            return super.equals(otherCastleMove) &&
```

```
this.castleRook.equals(otherCastleMove.getCastleRook());
        }

        @Override
        public int hashCode() {
            final int prime = 31;
            int result = super.hashCode();
            result = prime * result + this.castleRook.hashCode();
            result = prime * result + this.CastleRookDestination;
            return result;
        }

        @Override
        public Board execute() {
            final Builder builder = new Builder();
            for(final Piece piece :
this.board.getCurrentPlayer().getActivePieces()) {
                if(!this.movedPiece.equals(piece) &&
!this.castleRook.equals(piece)) {
                    builder.setPiece(piece);
                }
            }
            for(final Piece piece :
this.board.getCurrentPlayer().getOpponent().getActivePieces()) {
                builder.setPiece(piece);
            }
            builder.setPiece(this.movedPiece.movePiece(this));
            builder.setPiece(new Rook(this.CastleRookDestination,
this.board.getCurrentPlayer().getAlliance()));

builder.setMoveMaker(this.board.getCurrentPlayer().getOpponent().getAlliance())
;
            return builder.build();
        }
    }

    public static final class KingSideCastleMove extends CastleMove {
        public KingSideCastleMove(final Board board, final Piece movedPiece,
final int destinationCoordinate,
                                  Rook castleRook, int castleRookDestination) {
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate, castleRook,
castleRookDestination);
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            return this == other || other instanceof KingSideCastleMove &&
super.equals(other);
        }

        @Override
        public String toString() {
            return "0-0";
        }
    }

    public static final class QueenSideCastleMove extends CastleMove {
        public QueenSideCastleMove(final Board board, final Piece movedPiece,
final int destinationCoordinate,
                                   Rook castleRook, int castleRookDestination)
{
            super(board, movedPiece, destinationCoordinate, castleRook,
castleRookDestination);
        }

        @Override
        public boolean equals(final Object other) {
            return this == other || other instanceof QueenSideCastleMove &&
```

```
super.equals(other);
        }

        @Override
        public String toString() {
            return "0-0-0";
        }
    }

    public static final class NullMove extends Move {
        NullMove() {
            super(null, -1);
        }

        @Override
        public int getCurrentCoordinate() {
            return -1;
        }

        @Override
        public Board execute() {
            throw new RuntimeException("cannot execute the null move");
        }
    }

    public static class MoveFactory {
        private MoveFactory() {
            throw new RuntimeException("Not instantiable");
        }

        public static Move createMove(final Board board, final int
currentCoordinate, final int destinationCoordinate) {
            for(final Move move : board.getAllLegalMoves()) {
                if(move.getCurrentCoordinate() == currentCoordinate &&
move.getDestinationCoordinate() == destinationCoordinate) {
                    return move;
                }
            }
            return NULL_MOVE;
        }
    }
}
```

Pawn:

```
package com.engine.pieces;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.BoardUtils;
import com.engine.board.Move;
import com.google.common.collect.ImmutableList;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;

public class Pawn extends Piece{
    private final static int[] CANDIDATE_MOVE_COORDINATE = {7, 8, 9, 16};

    public Pawn(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.PAWN, true);
    }

    public Pawn(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance, final
boolean isFirstMove) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.PAWN, isFirstMove);
```

```
    }

    /**
     * Calculates all the legal(available) moves of the Pawn and return it as a
list
     *
     * Iterates over all the offsets compared to the current position and
checks if the candidateDestinationCoordinate
     * is on the board and check if the Pawn can move 1 step else if the Pawn
can make 2 steps when it is the first move.
     * else we check if there's a specific offset(7,9) of an attack move
     *
     * @param board is needed for access to the Tiles and Pieces on the board
     * @return the list of legalMoves that cannot be change hench it is "final"
and return as "Immutable.copyOf(legalMoves)"
     */
    @Override
    public Collection<Move> calculateLegalMoves(final Board board) {
        final List<Move> legalMoves = new ArrayList<>();
        for(final int currentCandidateOffset : CANDIDATE_MOVE_COORDINATE) {
            final int candidateDestinationCoordinate = this.getPiecePosition()
+ (this.getPieceAlliance().getDirection() * currentCandidateOffset);

if(!BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                continue;
            }
            if(currentCandidateOffset == 8 &&
!board.getTile(candidateDestinationCoordinate).isTileOccupied()) {

if(this.getPieceAlliance().isPawnPromotionSquare(candidateDestinationCoordinate
)) {
                    legalMoves.add(new PawnPromotion(new PawnMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate)));
                } else {
                    legalMoves.add(new PawnMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate));
                }
            } else if(currentCandidateOffset == 16 && this.isFirstMove() &&
                    (BoardUtils.SEVENTH_RANK[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isBlack() ||
                    (BoardUtils.SECOND_RANK[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isWhite()))) {
                final int behindCandidateDestinationCoordinate =
this.getPiecePosition() + (this.getPieceAlliance().getDirection() * 8);

if(!board.getTile(behindCandidateDestinationCoordinate).isTileOccupied() &&

!board.getTile(candidateDestinationCoordinate).isTileOccupied()) {
                    legalMoves.add(new PawnJump(board, this,
candidateDestinationCoordinate));
                }
            } else if(currentCandidateOffset == 7 &&
                    !((BoardUtils.EIGHTH_FILE[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isWhite() ||
                    (BoardUtils.FIRST_FILE[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isBlack()))) {

if(board.getTile(candidateDestinationCoordinate).isTileOccupied()) {
                    final Piece pieceAtDestination =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate).getPiece();
                    if(this.getPieceAlliance() !=
pieceAtDestination.getPieceAlliance()) {

if(this.getPieceAlliance().isPawnPromotionSquare(candidateDestinationCoordinate
)) {
                            legalMoves.add(new PawnPromotion(new
PawnAttackMove(board, this, candidateDestinationCoordinate,
pieceAtDestination)));
```

```
                        } else {
                            legalMoves.add(new PawnAttackMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceAtDestination));
                        }
                    }
                } else if(board.getEnPassantPawn() != null) {
                    if(board.getEnPassantPawn().getPiecePosition() ==
(this.getPiecePosition() + (this.getPieceAlliance().getOppositeDirection()))) {
                        final Piece pieceOnCandidate =
board.getEnPassantPawn();
                        if(this.getPieceAlliance() !=
pieceOnCandidate.getPieceAlliance()) {
                            legalMoves.add(new PawnEnPassantAttack(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceOnCandidate));
                        }
                    }
                }
            } else if(currentCandidateOffset == 9 &&
                    !((BoardUtils.FIRST_FILE[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isWhite() ||
                    (BoardUtils.EIGHTH_FILE[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isBlack()))) {

if(board.getTile(candidateDestinationCoordinate).isTileOccupied()) {
                    final Piece pieceAtDestination =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate).getPiece();
                    if(this.getPieceAlliance() !=
pieceAtDestination.getPieceAlliance()) {

if(this.getPieceAlliance().isPawnPromotionSquare(candidateDestinationCoordinate
)) {
                            legalMoves.add(new PawnPromotion(new
PawnAttackMove(board, this, candidateDestinationCoordinate,
pieceAtDestination)));
                        } else {
                            legalMoves.add(new PawnAttackMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceAtDestination));
                        }
                    }
                } else if(board.getEnPassantPawn() != null) {
                    if(board.getEnPassantPawn().getPiecePosition() ==
(this.getPiecePosition() - (this.getPieceAlliance().getOppositeDirection()))) {
                        final Piece pieceOnCandidate =
board.getEnPassantPawn();
                        if(this.getPieceAlliance() !=
pieceOnCandidate.getPieceAlliance()) {
                            legalMoves.add(new PawnEnPassantAttack(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceOnCandidate));
                        }
                    }
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(legalMoves);
    }

    public Piece getPromotionPiece() {
        return new Queen(this.getPiecePosition(), this.getPieceAlliance(),
false);
    }

    @Override
    public Pawn movePiece(final Move move) {
        return new Pawn(move.getDestinationCoordinate(),
move.getMovedPiece().getPieceAlliance());
    }

    @Override
```

```
    public String toString() {
        return PieceType.PAWN.toString();
    }
}
```

PieceType:

```
package com.engine.pieces;

public enum PieceType {
    PAWN("p", 1) {
        @Override
        public boolean isKing() {
            return false;
        }

        @Override
        public boolean isRook() {
            return false;
        }
    },
    KNIGHT("n", 3) {
        @Override
        public boolean isKing() {
            return false;
        }

        @Override
        public boolean isRook() {
            return false;
        }
    },
    BISHOP("b", 3) {
        @Override
        public boolean isKing() {
            return false;
        }

        @Override
        public boolean isRook() {
            return false;
        }
    },
    ROOK("r", 5) {
        @Override
        public boolean isKing() {
            return false;
        }

        @Override
        public boolean isRook() {
            return true;
        }
    },
    QUEEN("q", 9) {
        @Override
        public boolean isKing() {
            return false;
        }

        @Override
        public boolean isRook() {
            return false;
        }
    },
    KING("k", 20) {
        @Override
        public boolean isKing() {
```

```
            return true;
        }

        @Override
        public boolean isRook() {
            return false;
        }
    };

    private final String pieceName;
    private final int pieceValue;

    PieceType(final String pieceName, final int pieceValue) {
        this.pieceName = pieceName;
        this.pieceValue = pieceValue;
    }

    public int getPieceValue() {
        return this.pieceValue;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return this.pieceName;
    }

    public abstract boolean isKing();
    public abstract boolean isRook();
}
```

Bishop:

```
package com.engine.pieces;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.BoardUtils;
import com.engine.board.Move;
import com.engine.board.Tile;
import com.google.common.collect.ImmutableList;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;

public class Bishop extends Piece {
    private final static int[] CANDIDATE_MOVE_VECTOR_COORDINATE = {-9, -7, 7,
9};

    public Bishop(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.BISHOP, true);
    }

    public Bishop(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance, final
boolean isFirstMove) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.BISHOP, isFirstMove);
    }

    private static boolean isFirstColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.FIRST_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -9
|| candidateOffset == 7);
    }

    private static boolean isEighthColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
```

```
        return BoardUtils.EIGHTH_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -
7 || candidateOffset == 9);
    }

    /**
     * Calculates all the legal(available) moves of the Bishop and return it as
a list
     * <p>
     * Iterates over all the offsets compared to the current position and
compared to the knight it add the offsets again and
     * again until the candidateDestinationCoordinate is not on the Board and
checks if the candidateDestinationCoordinate
     * is on the board and the exceptions are checks against the offset
rules(because they do not always apply)
     * and breaks the loop if they don't apply.
     * after that we check if the candidateDestinationCoordinate has a Piece,
if not we add a legal MajorMove and else it
     * checks whether the Piece is an enemy, if it is we add a AttackMove and
because it has a Piece we don't want to
     * keep adding offsets because the pieceAtDestination is blocking the rest
of the available Moves of the Bishop.
     *
     * @param board is needed for access to the Tiles and Pieces on the board
     * @return the list of legalMoves that cannot be change hench it is "final"
and return as "Immutable.copyOf(legalMoves)"
     */
    @Override
    public Collection<Move> calculateLegalMoves(final Board board) {
        final List<Move> legalMoves = new ArrayList<>();
        for (final int currentCandidateOffset :
CANDIDATE_MOVE_VECTOR_COORDINATE) {
            int candidateDestinationCoordinate = this.getPiecePosition();
            while
(BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                if (isFirstColumnExclusion(candidateDestinationCoordinate,
currentCandidateOffset) ||
                        isEighthColumnExclusion(candidateDestinationCoordinate,
currentCandidateOffset)) {
                    break;
                }
                candidateDestinationCoordinate += currentCandidateOffset;
                if
(BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                    final Tile candidateDestinationTile =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate);
                    if (!candidateDestinationTile.isTileOccupied()) { // new
Move if Tile is empty
                        legalMoves.add(new MajorMove(board, this,
                                candidateDestinationCoordinate));
                    } else {
                        final Piece pieceAtDestination =
candidateDestinationTile.getPiece();
                        final Alliance pieceAlliance =
pieceAtDestination.getPieceAlliance();
                        if (this.getPieceAlliance() != pieceAlliance) { // new
Move if on the destination Tile there is an enemy
                            legalMoves.add(new MajorAttackMove(board, this,
                                    candidateDestinationCoordinate,
pieceAtDestination));
                        }
                        break;
                    }
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(legalMoves);
    }
```

```java
    @Override
    public Bishop movePiece(final Move move) {
        return new Bishop(move.getDestinationCoordinate(),
move.getMovedPiece().getPieceAlliance());
    }

    @Override
    public String toString() {
        return PieceType.BISHOP.toString();
    }
}
```

King:

```java
package com.engine.pieces;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.BoardUtils;
import com.engine.board.Move;
import com.engine.board.Tile;
import com.google.common.collect.ImmutableList;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;

public class King extends Piece {
    private final static int[] CANDIDATE_MOVE_COORDINATE = {-9, -8, -7, -1, 1,
7, 8, 9};

    public King(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.KING, true);
    }

    public King(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance, final
boolean isFirstMove) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.KING, isFirstMove);
    }

    private static boolean isFirstColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.FIRST_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -9
|| candidateOffset == -1 ||
                candidateOffset == 7);
    }

    private static boolean isEighthColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.EIGHTH_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -
7 || candidateOffset == 1 ||
                candidateOffset == 9);
    }

    /**
     * Calculates all the legal(available) moves of the King and return it as a
list
     * <p>
     * Iterates over all the offsets compared to the current position and
compared to the knight it add the offsets again and
     * again until the candidateDestinationCoordinate is not on the Board and
checks if the candidateDestinationCoordinate
     * is on the board and the exceptions are checks against the offset
rules(because they do not always apply)
     * and breaks the loop if they don't apply.
     * after that we check if the candidateDestinationCoordinate has a Piece,
```

```
if not we add a legal MajorMove and else it
     * checks whether the Piece is an enemy, if it is we add a AttackMove and
because it has a Piece we don't want to
     * keep adding offsets because the pieceAtDestination is blocking the rest
of the available Moves of the Bishop.
     *
     * @param board is needed for access to the Tiles and Pieces on the board
     * @return the list of legalMoves that cannot be change hench it is "final"
and return as "Immutable.copyOf(legalMoves)"
     */
    @Override
    public Collection<Move> calculateLegalMoves(final Board board) {
        final List<Move> legalMoves = new ArrayList<>();
        for(final int currentCandidateOffset : CANDIDATE_MOVE_COORDINATE) {
            final int candidateDestinationCoordinate = this.getPiecePosition()
+ currentCandidateOffset;

if(BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                if(isFirstColumnExclusion(this.getPiecePosition(),
currentCandidateOffset) ||
                        isEighthColumnExclusion(this.getPiecePosition(),
currentCandidateOffset)) {
                    continue;
                }
                final Tile candidateDestinationTile =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate);
                if(!candidateDestinationTile.isTileOccupied()) { // new Move if
Tile is empty
                    legalMoves.add(new MajorMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate));
                } else {
                    final Piece pieceAtDestination =
candidateDestinationTile.getPiece();
                    if(this.getPieceAlliance() !=
pieceAtDestination.getPieceAlliance()) { // new Move if on the destination Tile
there is an enemy
                        legalMoves.add(new MajorAttackMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceAtDestination));
                    }
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(legalMoves);
    }

    @Override
    public King movePiece(final Move move) {
        return new King(move.getDestinationCoordinate(),
move.getMovedPiece().getPieceAlliance());
    }

    @Override
    public String toString() {
        return PieceType.KING.toString();
    }
}
```

Knight:

```
package com.engine.pieces;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.BoardUtils;
import com.engine.board.Move;
import com.engine.board.Tile;
import com.google.common.collect.ImmutableList;
```

```java
import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;

public class Knight extends Piece {
    // offsets for knight with the perspective of its position
    private static final int[] CANDIDATE_MOVE_COORDINATE = {-17, -15, -10, -6,
6, 10, 15, 17};

    public Knight(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.KNIGHT, true);
    }

    public Knight(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance, final
boolean isFirstMove) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.KNIGHT, isFirstMove);
    }

    private static boolean isFirstColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.FIRST_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -
17 || candidateOffset == -10 ||
                candidateOffset == 6 || candidateOffset == 15);
    }

    private static boolean isSecondColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.SECOND_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -
10 || candidateOffset == 6);
    }

    private static boolean isSeventhColumnExclusion(final int currentPortion,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.SEVENTH_FILE[currentPortion] && (candidateOffset == -
6 || candidateOffset == 10);
    }

    private static boolean isEighthColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.EIGHTH_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -
15 || candidateOffset == -6 ||
                candidateOffset == 10 || candidateOffset == 17);
    }

    /**
     * Calculates all the legal(available) moves of the knight and return it as
a list
     *
     * Iterates over all the offsets compared to the current position and
checks if the candidateDestinationCoordinate
     * is on the board and the exceptions are checks against the offset
rules(because they do not always apply).
     * after that we check if the candidateDestinationCoordinate has a Piece,
if not we add a legal MajorMove and else it
     * checks whether the Piece is an enemy, if it is we add a AttackMove.
     *
     * @param board is needed for access to the Tiles and Pieces on the board
     * @return the list of legalMoves that cannot be change hench it is "final"
and return as "Immutable.copyOf(legalMoves)"
     */
    @Override
    public Collection<Move> calculateLegalMoves(final Board board) {
        final List<Move> legalMoves = new ArrayList<>();
        for(final int currentCandidateOffset : CANDIDATE_MOVE_COORDINATE) {
            final int candidateDestinationCoordinate = this.getPiecePosition()
+ currentCandidateOffset;
```

```
if(BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                if(isFirstColumnExclusion(this.getPiecePosition(),
currentCandidateOffset) ||
                        isSecondColumnExclusion(this.getPiecePosition(),
currentCandidateOffset) ||
                        isSeventhColumnExclusion(this.getPiecePosition(),
currentCandidateOffset) ||
                        isEighthColumnExclusion(this.getPiecePosition(),
currentCandidateOffset)) {
                    continue;
                }
                final Tile candidateDestinationTile =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate);
                if(!candidateDestinationTile.isTileOccupied()) { // new Move if
Tile is empty
                    legalMoves.add(new MajorMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate));
                } else {
                    final Piece pieceAtDestination =
candidateDestinationTile.getPiece();
                    if(this.getPieceAlliance() !=
pieceAtDestination.getPieceAlliance()) { // new Move if on the destination Tile
there is an enemy
                        legalMoves.add(new MajorAttackMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceAtDestination));
                    }
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(legalMoves);
    }

    @Override
    public Knight movePiece(final Move move) {
        return new Knight(move.getDestinationCoordinate(),
move.getMovedPiece().getPieceAlliance());
    }

    @Override
    public String toString() {
        return PieceType.KNIGHT.toString();
    }
}
```

Pawn:

```
package com.engine.pieces;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.BoardUtils;
import com.engine.board.Move;
import com.google.common.collect.ImmutableList;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;

public class Pawn extends Piece{
    private final static int[] CANDIDATE_MOVE_COORDINATE = {7, 8, 9, 16};

    public Pawn(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.PAWN, true);
    }

    public Pawn(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance, final
```

```
boolean isFirstMove) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.PAWN, isFirstMove);
    }

    /**
     * Calculates all the legal(available) moves of the Pawn and return it as a
list
     *
     * Iterates over all the offsets compared to the current position and
checks if the candidateDestinationCoordinate
     * is on the board and check if the Pawn can move 1 step else if the Pawn
can make 2 steps when it is the first move.
     * else we check if there's a specific offset(7,9) of an attack move
     *
     * @param board is needed for access to the Tiles and Pieces on the board
     * @return the list of legalMoves that cannot be change hench it is "final"
and return as "Immutable.copyOf(legalMoves)"
     */
    @Override
    public Collection<Move> calculateLegalMoves(final Board board) {
        final List<Move> legalMoves = new ArrayList<>();
        for(final int currentCandidateOffset : CANDIDATE_MOVE_COORDINATE) {
            final int candidateDestinationCoordinate = this.getPiecePosition()
+ (this.getPieceAlliance().getDirection() * currentCandidateOffset);

if(!BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                continue;
            }
            if(currentCandidateOffset == 8 &&
!board.getTile(candidateDestinationCoordinate).isTileOccupied()) {

if(this.getPieceAlliance().isPawnPromotionSquare(candidateDestinationCoordinate
)) {
                    legalMoves.add(new PawnPromotion(new PawnMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate)));
                } else {
                    legalMoves.add(new PawnMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate));
                }
            } else if(currentCandidateOffset == 16 && this.isFirstMove() &&
                    (BoardUtils.SEVENTH_RANK[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isBlack() ||
                    (BoardUtils.SECOND_RANK[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isWhite()))) {
                final int behindCandidateDestinationCoordinate =
this.getPiecePosition() + (this.getPieceAlliance().getDirection() * 8);

if(!board.getTile(behindCandidateDestinationCoordinate).isTileOccupied() &&

!board.getTile(candidateDestinationCoordinate).isTileOccupied()) {
                    legalMoves.add(new PawnJump(board, this,
candidateDestinationCoordinate));
                }
            } else if(currentCandidateOffset == 7 &&
                    !((BoardUtils.EIGHTH_FILE[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isWhite() ||
                    (BoardUtils.FIRST_FILE[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isBlack()))))) {

if(board.getTile(candidateDestinationCoordinate).isTileOccupied()) {
                    final Piece pieceAtDestination =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate).getPiece();
                    if(this.getPieceAlliance() !=
pieceAtDestination.getPieceAlliance()) {

if(this.getPieceAlliance().isPawnPromotionSquare(candidateDestinationCoordinate
)) {
                            legalMoves.add(new PawnPromotion(new
```

```
PawnAttackMove(board, this, candidateDestinationCoordinate,
pieceAtDestination)));
                        } else {
                            legalMoves.add(new PawnAttackMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceAtDestination));
                        }
                    }
                } else if(board.getEnPassantPawn() != null) {
                    if(board.getEnPassantPawn().getPiecePosition() ==
(this.getPiecePosition() + (this.getPieceAlliance().getOppositeDirection())) {
                        final Piece pieceOnCandidate =
board.getEnPassantPawn();
                        if(this.getPieceAlliance() !=
pieceOnCandidate.getPieceAlliance()) {
                            legalMoves.add(new PawnEnPassantAttack(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceOnCandidate));
                        }
                    }
                }
            } else if(currentCandidateOffset == 9 &&
                    !((BoardUtils.FIRST_FILE[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isWhite() ||
                    (BoardUtils.EIGHTH_FILE[this.getPiecePosition()] &&
this.getPieceAlliance().isBlack()))) {

if(board.getTile(candidateDestinationCoordinate).isTileOccupied()) {
                    final Piece pieceAtDestination =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate).getPiece();
                    if(this.getPieceAlliance() !=
pieceAtDestination.getPieceAlliance()) {

if(this.getPieceAlliance().isPawnPromotionSquare(candidateDestinationCoordinate
)) {
                            legalMoves.add(new PawnPromotion(new
PawnAttackMove(board, this, candidateDestinationCoordinate,
pieceAtDestination)));
                        } else {
                            legalMoves.add(new PawnAttackMove(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceAtDestination));
                        }
                    }
                } else if(board.getEnPassantPawn() != null) {
                    if(board.getEnPassantPawn().getPiecePosition() ==
(this.getPiecePosition() - (this.getPieceAlliance().getOppositeDirection())) {
                        final Piece pieceOnCandidate =
board.getEnPassantPawn();
                        if(this.getPieceAlliance() !=
pieceOnCandidate.getPieceAlliance()) {
                            legalMoves.add(new PawnEnPassantAttack(board, this,
candidateDestinationCoordinate, pieceOnCandidate));
                        }
                    }
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(legalMoves);
    }

    public Piece getPromotionPiece() {
        return new Queen(this.getPiecePosition(), this.getPieceAlliance(),
false);
    }

    @Override
    public Pawn movePiece(final Move move) {
        return new Pawn(move.getDestinationCoordinate(),
move.getMovedPiece().getPieceAlliance());
    }
```

```
    @Override
    public String toString() {
        return PieceType.PAWN.toString();
    }
}
```

Queen:

```
package com.engine.pieces;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.BoardUtils;
import com.engine.board.Move;
import com.engine.board.Tile;
import com.google.common.collect.ImmutableList;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;

public class Queen extends Piece{

    private final static int[] CANDIDATE_MOVE_VECTOR_COORDINATE = {-9, -8, -7,
-1, 1, 7, 8, 9};

    public Queen(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.QUEEN, true);
    }

    Queen(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance, final boolean
isFirstMove) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.QUEEN, isFirstMove);
    }

    private static boolean isFirstColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.FIRST_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -9
|| candidateOffset == -1 || candidateOffset == 7);
    }

    private static boolean isEighthColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.EIGHTH_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -
7 || candidateOffset == 1 || candidateOffset == 9);
    }

    /**
     * Calculates all the legal(available) moves of the Queen and return it as
a list
     *
     * Iterates over all the offsets compared to the current position and
compared to the knight it add the offsets again and
     * again until the candidateDestinationCoordinate is not on the Board and
checks if the candidateDestinationCoordinate
     * is on the board and the exceptions are checks against the offset
rules(because they do not always apply)
     * and breaks the loop if they don't apply.
     * after that we check if the candidateDestinationCoordinate has a Piece,
if not we add a legal MajorMove and else it
     * checks whether the Piece is an enemy, if it is we add a AttackMove and
because it has a Piece we don't want to
     * keep adding offsets because the pieceAtDestination is blocking the rest
of the available Moves of the Queen.
     *
     * @param board is needed for access to the Tiles and Pieces on the board
     * @return the list of legalMoves that cannot be change hench it is "final"
```

```
and return as "Immutable.copyOf(legalMoves)"
     */
    @Override
    public Collection<Move> calculateLegalMoves(final Board board) {
        final List<Move> legalMoves = new ArrayList<>();
        for (final int currentCandidateOffset :
CANDIDATE_MOVE_VECTOR_COORDINATE) {
            int candidateDestinationCoordinate = this.getPiecePosition();
            while
(BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                if (isFirstColumnExclusion(candidateDestinationCoordinate,
currentCandidateOffset) ||
                        isEighthColumnExclusion(candidateDestinationCoordinate,
currentCandidateOffset)) {
                    break;
                }
                candidateDestinationCoordinate += currentCandidateOffset;
                if
(BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                    final Tile candidateDestinationTile =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate);
                    if (!candidateDestinationTile.isTileOccupied()) { // new
Move if Tile is empty
                        legalMoves.add(new MajorMove(board, this,
                                candidateDestinationCoordinate));
                    } else {
                        final Piece pieceAtDestination =
candidateDestinationTile.getPiece();
                        final Alliance pieceAlliance =
pieceAtDestination.getPieceAlliance();
                        if (this.getPieceAlliance() != pieceAlliance) { // new
Move if on the destination Tile there is an enemy
                            legalMoves.add(new MajorAttackMove(board, this,
                                    candidateDestinationCoordinate,
pieceAtDestination));
                        }
                        break;
                    }
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(legalMoves);
    }

    @Override
    public Queen movePiece(final Move move) {
        return new Queen(move.getDestinationCoordinate(),
move.getMovedPiece().getPieceAlliance());
    }

    @Override
    public String toString() {
        return PieceType.QUEEN.toString();
    }
}
```

Rook:

```
package com.engine.pieces;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.BoardUtils;
import com.engine.board.Move;
import com.engine.board.Tile;
import com.google.common.collect.ImmutableList;

import java.util.ArrayList;
```

```java
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;

public class Rook extends Piece {
    private final static int[] CANDIDATE_MOVE_VECTOR_COORDINATE = {-8, -1, 1,
8};

    public Rook(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.ROOK, true);
    }

    public Rook(final int piecePosition, final Alliance pieceAlliance, final
boolean isFirstMove) {
        super(piecePosition, pieceAlliance, PieceType.ROOK,isFirstMove);
    }

    private static boolean isFirstColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.FIRST_FILE[currentPosition] && (candidateOffset == -
1);
    }

    private static boolean isEighthColumnExclusion(final int currentPosition,
final int candidateOffset) {
        return BoardUtils.EIGHTH_FILE[currentPosition] && (candidateOffset ==
1);
    }

    /**
     * Calculates all the legal(available) moves of the Rook and return it as a
list
     *
     * Iterates over all the offsets compared to the current position and
compared to the knight it add the offsets again and
     * again until the candidateDestinationCoordinate is not on the Board and
checks if the candidateDestinationCoordinate
     * is on the board and the exceptions are checks against the offset
rules(because they do not always apply)
     * and breaks the loop if they don't apply.
     * after that we check if the candidateDestinationCoordinate has a Piece,
if not we add a legal MajorMove and else it
     * checks whether the Piece is an enemy, if it is we add a AttackMove and
because it has a Piece we don't want to
     * keep adding offsets because the pieceAtDestination is blocking the rest
of the available Moves of the Rook.
     *
     * @param board is needed for access to the Tiles and Pieces on the board
     * @return the list of legalMoves that cannot be change hench it is "final"
and return as "Immutable.copyOf(legalMoves)"
     */
    @Override
    public Collection<Move> calculateLegalMoves(final Board board) {
        final List<Move> legalMoves = new ArrayList<>();
        for (final int currentCandidateOffset :
CANDIDATE_MOVE_VECTOR_COORDINATE) {
            int candidateDestinationCoordinate = this.getPiecePosition();
            while
(BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                if (isFirstColumnExclusion(candidateDestinationCoordinate,
currentCandidateOffset) ||
                        isEighthColumnExclusion(candidateDestinationCoordinate,
currentCandidateOffset)) {
                    break;
                }
                candidateDestinationCoordinate += currentCandidateOffset;
                if
```

```
(BoardUtils.isValidTileCoordinate(candidateDestinationCoordinate)) {
                    final Tile candidateDestinationTile =
board.getTile(candidateDestinationCoordinate);
                    if (!candidateDestinationTile.isTileOccupied()) { // new
Move if Tile is empty
                        legalMoves.add(new MajorMove(board, this,
                                candidateDestinationCoordinate));
                    } else {
                        final Piece pieceAtDestination =
candidateDestinationTile.getPiece();
                        final Alliance pieceAlliance =
pieceAtDestination.getPieceAlliance();
                        if (this.getPieceAlliance() != pieceAlliance) { // new
Move if on the destination Tile there is an enemy
                            legalMoves.add(new MajorAttackMove(board, this,
                                    candidateDestinationCoordinate,
pieceAtDestination));
                        }
                        break;
                    }
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(legalMoves);
    }

    @Override
    public Rook movePiece(Move move) {
        return new Rook(move.getDestinationCoordinate(),
move.getMovedPiece().getPieceAlliance());
    }

    @Override
    public String toString() {
        return PieceType.ROOK.toString();
    }
}
```

Player:

```
package com.engine.player;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.Move;
import com.engine.pieces.King;
import com.engine.pieces.Piece;
import com.google.common.collect.ImmutableList;
import com.google.common.collect.Iterables;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

public abstract class Player {
    protected final Board board;
    final King playerKing;
    private final Collection<Move> legalMoves;
    private final boolean isInCheck;

    Player(final Board board,
           final Collection<Move> legalMoves,
           final Collection<Move> opponentMoves) {
        this.board = board;
        this.playerKing = establishKing();
        this.legalMoves = ImmutableList.copyOf(Iterables.concat(legalMoves,
calculateKingCastles(legalMoves, opponentMoves)));
        this.isInCheck =
```

```
!calculateAttackOnTile(this.playerKing.getPiecePosition(),
opponentMoves).isEmpty();
    }

    static Collection<Move> calculateAttackOnTile(final int piecePosition,
final Collection<Move> moves) {
        final List<Move> attackTileMoves = new ArrayList<>();
        for(final Move candidateTileMove : moves) {
            if(piecePosition == candidateTileMove.getDestinationCoordinate()) {
                attackTileMoves.add(candidateTileMove);
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(attackTileMoves);
    }

    private King getPlayerKing() {
        return playerKing;
    }

    public Collection<Move> getLegalMoves() {
        return this.legalMoves;
    }

    private King establishKing() {
        for(final Piece piece : getActivePieces()) {
            if(piece.getPieceType().isKing()) {
                return (King) piece;
            }
        }
        throw new RuntimeException("Should not reach here! Not a valid board");
    }

    private boolean isMoveLegal(final Move candidateMove) {
        return this.legalMoves.contains(candidateMove);
    }

    public boolean isInCheck() {
        return this.isInCheck;
    }

    public boolean isInCheckMate() {
        return this.isInCheck && hasNoEscapeMoves();
    }

    public boolean isInStaleMate() {
        return !this.isInCheck && hasNoEscapeMoves();
    }

    private boolean hasNoEscapeMoves() {
        for(final Move move : this.legalMoves) {
            final MoveTransition transition = makeMove(move);
            if(transition.getMoveStatus().isDone()) {
                return false;
            }
        }
        return true;
    }

    /**
     * the function checks if currentPlayer can make the candidateMove so it
will not lead to an illegal move or to checking himself
     *
     * the function checks if the move is not legal so it creates a
moveTransition with status that is ILLEGAL_MOVE else
     * if the move is legal it checks if the move will lead to an attack on
currentPlayer king(checking himself)
     *
     * @param candidateMove is for checking if currentPlayer can make
```

```
candidateMove
     * @return a MoveTransition with the candidateMove and the status of it
     */

    public MoveTransition makeMove(final Move candidateMove) {
        if(!isMoveLegal(candidateMove)) {
            return new MoveTransition(this.board, candidateMove,
MoveStatus.ILLEGAL_MOVE);
        }
        final Board transitionBoard = candidateMove.execute();
        final Collection<Move> kingAttacks =
calculateAttackOnTile(transitionBoard.getCurrentPlayer().getOpponent().getPlaye
rKing().getPiecePosition(),
                transitionBoard.getCurrentPlayer().getLegalMoves());
        if(!kingAttacks.isEmpty()) {
            return new MoveTransition(this.board, candidateMove,
MoveStatus.LEAVES_PLAYER_IN_CHECK);
        }
        return new MoveTransition(transitionBoard, candidateMove,
MoveStatus.DONE);
    }

    public abstract Collection<Piece> getActivePieces();

    public abstract Alliance getAlliance();

    public abstract Player getOpponent();

    protected abstract Collection<Move> calculateKingCastles(final
Collection<Move> playerLegals,
                                                             final
Collection<Move> opponentLegals);
}
```

WhitePlayer:

```
package com.engine.player;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.Move;
import com.engine.board.Tile;
import com.engine.pieces.Piece;
import com.engine.pieces.Rook;
import com.google.common.collect.ImmutableList;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;

public class WhitePlayer extends Player {

    public WhitePlayer(final Board board, final Collection<Move>
whiteStandardLegalMoves, final Collection<Move> blackStandardLegalMoves) {
        super(board, whiteStandardLegalMoves, blackStandardLegalMoves);
    }

    @Override
    public Collection<Piece> getActivePieces() {
        return this.board.getWhitePieces();
    }

    @Override
    public Alliance getAlliance() {
        return Alliance.WHITE;
    }
```

```java
    @Override
    public Player getOpponent() {
        return this.board.getBlackPlayer();
    }

    @Override
    protected Collection<Move> calculateKingCastles(final Collection<Move>
playerLegals, final Collection<Move> opponentLegals) {
        final List<Move> kingCastles = new ArrayList<>();
        if(this.playerKing.isFirstMove() && !this.isInCheck()) {
            //white king side castle
            if(!this.board.getTile(61).isTileOccupied() &&
!this.board.getTile(62).isTileOccupied()) {
                final Tile rookTile = this.board.getTile(63);
                if(rookTile.isTileOccupied() &&
rookTile.getPiece().getPieceType().isRook() &&
rookTile.getPiece().isFirstMove()) {
                    if(Player.calculateAttackOnTile(61,
opponentLegals).isEmpty() &&
                        Player.calculateAttackOnTile(62,
opponentLegals).isEmpty()) {
                        kingCastles.add(new KingSideCastleMove(this.board,
this.playerKing,
                                62, (Rook) rookTile.getPiece(),61));
                    }
                }
            }
            //white queen side castle
            if(!this.board.getTile(59).isTileOccupied() &&
!this.board.getTile(58).isTileOccupied() &&
                !this.board.getTile(57).isTileOccupied()) {
                final Tile rookTile = this.board.getTile(56);
                if(rookTile.isTileOccupied() &&
rookTile.getPiece().getPieceType().isRook() &&
rookTile.getPiece().isFirstMove()) {
                    if(Player.calculateAttackOnTile(59,
opponentLegals).isEmpty() &&
                        Player.calculateAttackOnTile(58,
opponentLegals).isEmpty())
                    kingCastles.add(new QueenSideCastleMove(this.board,
this.playerKing,
                            58, (Rook) rookTile.getPiece(), 59));
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(kingCastles);
    }
}
```

BlackPlayer:

```java
package com.engine.player;

import com.engine.Alliance;
import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.Move;
import com.engine.board.Tile;
import com.engine.pieces.Piece;
import com.engine.pieces.Rook;
import com.google.common.collect.ImmutableList;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
import java.util.List;

import static com.engine.board.Move.*;
```

```java
public class BlackPlayer extends Player {
    public BlackPlayer(final Board board, final Collection<Move>
whiteStandardLegalMoves, final Collection<Move> blackStandardLegalMoves) {
        super(board, blackStandardLegalMoves, whiteStandardLegalMoves);
    }

    @Override
    public Collection<Piece> getActivePieces() {
        return this.board.getBlackPieces();
    }

    @Override
    public Alliance getAlliance() {
        return Alliance.BLACK;
    }

    @Override
    public Player getOpponent() {
        return this.board.getWhitePlayer();
    }

    @Override
    protected Collection<Move> calculateKingCastles(final Collection<Move>
playerLegals, final Collection<Move> opponentLegals) {
        final List<Move> kingCastles = new ArrayList<>();
        if(this.playerKing.isFirstMove() && !this.isInCheck()) {
            //black king side castle
            if(!this.board.getTile(5).isTileOccupied() &&
!this.board.getTile(6).isTileOccupied()) {
                final Tile rookTile = this.board.getTile(7);
                if(rookTile.isTileOccupied() &&
rookTile.getPiece().getPieceType().isRook() &&
rookTile.getPiece().isFirstMove()) {
                    if(Player.calculateAttackOnTile(5,
opponentLegals).isEmpty() &&
                            Player.calculateAttackOnTile(6,
opponentLegals).isEmpty()) {
                        kingCastles.add(new KingSideCastleMove(this.board,
this.playerKing,
                                6, (Rook) rookTile.getPiece(),5));
                    }
                }
            }
            //black queen side castle
            if(!this.board.getTile(3).isTileOccupied() &&
!this.board.getTile(2).isTileOccupied() &&
                    !this.board.getTile(1).isTileOccupied()) {
                final Tile rookTile = this.board.getTile(0);
                if(rookTile.isTileOccupied() &&
rookTile.getPiece().getPieceType().isRook() &&
rookTile.getPiece().isFirstMove()) {
                    if(Player.calculateAttackOnTile(3,
opponentLegals).isEmpty() &&
                            Player.calculateAttackOnTile(2,
opponentLegals).isEmpty())
                        kingCastles.add(new QueenSideCastleMove(this.board,
this.playerKing,
                                2, (Rook) rookTile.getPiece(), 3));
                }
            }
        }
        return ImmutableList.copyOf(kingCastles);
    }
}
```

MoveStatus:

```java
package com.engine.player;

public enum MoveStatus {
    DONE{
        @Override
        public boolean isDone() {
            return true;
        }
    },
    ILLEGAL_MOVE {
        @Override
        public boolean isDone() {
            return false;
        }
    },
    LEAVES_PLAYER_IN_CHECK{
        @Override
        public boolean isDone() {
            return false;
        }
    };

    public abstract boolean isDone();
}
```

MoveTransition:

```java
package com.engine.player;

import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.Move;

public class MoveTransition {
    private final Board transitionBoard;
    private final Move move;
    private final MoveStatus moveStatus;

    public MoveTransition(final Board transitionBoard, final Move move, final
MoveStatus moveStatus) {
        this.transitionBoard = transitionBoard;
        this.move = move;
        this.moveStatus = moveStatus;
    }

    public Board getTransitionBoard() {
        return this.transitionBoard;
    }

    public MoveStatus getMoveStatus() {
        return this.moveStatus;
    }
}
```

Alliance:

```java
package com.engine;

import com.engine.board.BoardUtils;
import com.engine.player.BlackPlayer;
import com.engine.player.Player;
import com.engine.player.WhitePlayer;

public enum Alliance {
    WHITE("w") {
        @Override
        public int getDirection() {
            return -1;
        }
```

```
        @Override
        public int getOppositeDirection() {
            return 1;
        }

        @Override
        public boolean isBlack() {
            return false;
        }

        @Override
        public boolean isWhite() {
            return true;
        }

        @Override
        public boolean isPawnPromotionSquare(int position) {
            return BoardUtils.EIGHTH_RANK[position];
        }

        @Override
        public Player choosePlayer(final WhitePlayer whitePlayer, final
BlackPlayer blackPlayer) {
            return whitePlayer;
        }
    },
    BLACK("b") {
        @Override
        public int getDirection() {
            return 1;
        }

        @Override
        public int getOppositeDirection() {
            return -1;
        }

        @Override
        public boolean isBlack() {
            return true;
        }

        @Override
        public boolean isWhite() {
            return false;
        }

        @Override
        public boolean isPawnPromotionSquare(int position) {
            return BoardUtils.FIRST_RANK[position];
        }

        @Override
        public Player choosePlayer(final WhitePlayer whitePlayer, final
BlackPlayer blackPlayer) {
            return blackPlayer;
        }
    };

    private final String color;

    Alliance(final String color) {
        this.color = color;
    }

    @Override
    public String toString(){
        return this.color;
```

```
    }

    public abstract int getDirection();
    public abstract int getOppositeDirection();
    public abstract boolean isBlack();
    public abstract boolean isWhite();
    public abstract boolean isPawnPromotionSquare(final int position);
    public abstract Player choosePlayer(final WhitePlayer whitePlayer, final
BlackPlayer blackPlayer);
}
```

LogHistoryPanel:

```
package com.gui;

import com.engine.board.Board;
import com.engine.board.Move;
import javafx.scene.control.TableColumn;
import javafx.scene.control.TableView;
import javafx.scene.control.cell.PropertyValueFactory;
import javafx.scene.layout.Pane;

public class LogHistoryPanel extends Pane {
    private final TableView table;
    private String whiteMove = null;
    private int currentRow = 0;
    public LogHistoryPanel() {

        table = new TableView();
        table.setPrefSize(175, 550);
        table.setEditable(false);

        TableColumn<String, Row> whiteCol = new TableColumn<>("White");
        whiteCol.setCellValueFactory(new PropertyValueFactory<>("whiteMove"));
        whiteCol.setResizable(false);
        TableColumn<String, Row> blackCol = new TableColumn<>("Black");
        blackCol.setCellValueFactory(new PropertyValueFactory<>("blackMove"));
        blackCol.setResizable(false);
        table.getColumns().addAll(whiteCol, blackCol);
        this.getChildren().add(table);

    }

    void add(final Board board, final Move move) {
        final String moveText = move.toString() +
calculateCheckAndCheckMateHash(board);
        if(move.getMovedPiece().getPieceAlliance().isWhite()) {
            whiteMove = moveText;
            table.getItems().add(new Row(moveText, ""));
        } else if(move.getMovedPiece().getPieceAlliance().isBlack())
        {
            table.getItems().set(currentRow, new Row(whiteMove, moveText));
            currentRow++;
        }
    }

    private String calculateCheckAndCheckMateHash(final Board board) {
        if(board.getCurrentPlayer().isInCheckMate()) {
            return "#";
        } else if(board.getCurrentPlayer().isInCheck()) {
            return "+";
        }
        return "";
    }

    public static class Row {
        private String whiteMove;
        private String blackMove;
```

```
        Row(final String whiteMove, final String blackMove) {
            this.whiteMove = whiteMove;
            this.blackMove = blackMove;
        }

        public String getWhiteMove() {
            return this.whiteMove;
        }

        public void setWhiteMove(final String whiteMove) {
            this.whiteMove = whiteMove;
        }

        public String getBlackMove() {
            return this.blackMove;
        }

        public void setBlackMove(final String blackMove) {
            this.blackMove = blackMove;
        }
    }
}
```

TakenPiecesPanel:

```
package com.gui;

import com.engine.board.Move;
import com.engine.pieces.Piece;
import com.google.common.primitives.Ints;
import javafx.scene.image.Image;
import javafx.scene.image.ImageView;
import javafx.scene.layout.TilePane;
import javafx.scene.layout.VBox;

import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;

import static com.gui.Controller.MoveLog;
import static com.gui.Controller.RESOURCES_PATH;

class TakenPiecesPanel extends VBox {
    private static final String BACKGROUND_COLOR_PANEL = "-fx-background-color
: rgb(255, 222, 173)";
    private final TilePane upperPanel;
    private final TilePane lowerPanel;

    TakenPiecesPanel() {
        this.setPrefSize(80, 550);
        this.setStyle(BACKGROUND_COLOR_PANEL);
        upperPanel = new TilePane();
        lowerPanel = new TilePane();
        upperPanel.setPrefSize(80, 275);
        lowerPanel.setPrefSize(80, 275);
        //TODO check about the properties Hgap and Vgap and prefColumns of
TilePane
        upperPanel.setHgap(2.5);
        upperPanel.setVgap(2.5);
        lowerPanel.setHgap(2.5);
        lowerPanel.setVgap(2.5);
        lowerPanel.setStyle(BACKGROUND_COLOR_PANEL);
        lowerPanel.setStyle(BACKGROUND_COLOR_PANEL);
        this.getChildren().addAll(upperPanel, lowerPanel);
    }
```

```
    void addTakenPiece(final MoveLog moveLog) {
        this.upperPanel.getChildren().clear();
        this.lowerPanel.getChildren().clear();
        final List<Piece> whiteTakenPieces = new ArrayList<>();
        final List<Piece> blackTakenPieces = new ArrayList<>();
        for(final Move move : moveLog.getMoves()) {
            if(move.isAttack()) {
                final Piece takenPiece = move.getAttackedPiece();
                if(takenPiece.getPieceAlliance().isWhite()) {
                    whiteTakenPieces.add(takenPiece);
                } else if(takenPiece.getPieceAlliance().isBlack()) {
                    blackTakenPieces.add(takenPiece);
                } else {
                    throw new RuntimeException("Should not reach here");
                }
            }
        }
        //TODO fix the add functions
        whiteTakenPieces.sort((p1, p2) -> Ints.compare(p1.getPieceValue(),
p2.getPieceValue()));
        blackTakenPieces.sort((p1, p2) -> Ints.compare(p1.getPieceValue(),
p2.getPieceValue()));
        for(final Piece takenPiece : whiteTakenPieces) {
            try {
                ImageView logPieceIcon = new ImageView(new Image(new
FileInputStream(
                        RESOURCES_PATH +
                                takenPiece.getPieceAlliance().toString() +
                                takenPiece.toString() + ".png")));
                logPieceIcon.setFitWidth(35);
                logPieceIcon.setFitHeight(29.375);
                this.upperPanel.getChildren().add(logPieceIcon);
            } catch (FileNotFoundException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
        for(final Piece takenPiece : blackTakenPieces) {
            try {
                ImageView logPieceIcon = new ImageView(new Image(new
FileInputStream(
                        RESOURCES_PATH +
                                takenPiece.getPieceAlliance().toString() +
                                takenPiece.toString() + ".png")));
                logPieceIcon.setFitWidth(35);
                logPieceIcon.setFitHeight(29.375);
                this.lowerPanel.getChildren().add(logPieceIcon);
            } catch (FileNotFoundException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

Controller:

```
package com.gui;

import com.engine.board.*;

import com.engine.pieces.Piece;
import com.engine.player.MoveTransition;
import com.google.common.collect.Lists;
import javafx.application.Platform;
import javafx.event.ActionEvent;
import javafx.event.EventHandler;
import javafx.fxml.FXML;
import javafx.fxml.Initializable;
import javafx.scene.control.*;
```

```java
import javafx.scene.image.Image;
import javafx.scene.image.ImageView;
import javafx.scene.input.MouseButton;
import javafx.scene.input.MouseEvent;
import javafx.scene.layout.BorderPane;
import javafx.scene.layout.GridPane;
import javafx.scene.layout.Pane;

import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.net.URL;
import java.util.*;

/**
 * Controller class that Controls the Board of the game (GUI Implantation)
 */

public class Controller implements Initializable {
    static final String RESOURCES_PATH = "Resources\\";
    private static final int BOARD_PANEL_WIDTH = 650;
    private static final int BOARD_PANEL_HEIGHT = 550;
    private static final double TILE_PANEL_WIDTH = 81.25;
    private static final double TILE_PANEL_HEIGHT = 68.75;
    @FXML
    private BorderPane borderPane;

    private LogHistoryPanel logHistoryPanel;
    private TakenPiecesPanel takenPiecesPanel;
    private BoardPanel chessBoard;
    private MoveLog moveLog;

    private Board gameBoard;
    private Tile sourceTile;
    private Tile targetTile;
    private Piece movedPiece;
    private BoardDirection boardDirection;
    private boolean highlightLegalMoves;

    /**
     * Initialize method that will create all the objects on the board before
starting the game
     *
     * The method iterates on all the GridPane nodes and creating new Panes
     * with different colors(BLACK, WHITE - DARK BROWN, WHITE BROWN)
     * On each Pane we create a ImageView control that has an Image of
EmptyPiece(no Image, transparent) or a piece image
     * @param url add text here
     * @param resourceBundle add text here
     */
    @Override
    public void initialize(URL url, ResourceBundle resourceBundle) {
        gameBoard = Board.createStandardBoard();

        this.moveLog = new MoveLog();

        boardDirection = BoardDirection.NORMAL;
        highlightLegalMoves = true;

        MenuBar menuBar = createTableMenuBar();
        borderPane.setTop(menuBar);

        logHistoryPanel = new LogHistoryPanel();
        borderPane.setRight(logHistoryPanel);

        takenPiecesPanel = new TakenPiecesPanel();
        borderPane.setLeft(takenPiecesPanel);

        chessBoard = new BoardPanel();
```

```
        borderPane.setCenter(chessBoard);

    }

    private MenuBar createTableMenuBar() {
        final MenuBar tableMenuBar = new MenuBar();
        tableMenuBar.getMenus().add(createFileMenu());
        tableMenuBar.getMenus().add(createPreferencesMenu());
        return tableMenuBar;
    }

    private Menu createFileMenu() {
        final Menu fileMenu = new Menu("File");
        MenuItem openPGNMenuItem = createMenuItem("Load PGN file",
                e -> System.out.println("open up that PGN file!"));
        fileMenu.getItems().add(openPGNMenuItem);
        final MenuItem exitMenuItem = createMenuItem("Exit",
                e -> System.exit(0));
        fileMenu.getItems().add(exitMenuItem);
        return fileMenu;
    }

    private Menu createPreferencesMenu() {
        final Menu preferencesMenu = new Menu("Preferences");
        MenuItem flipBoardMenuItem = createMenuItem("Flip Board", e -> {
            boardDirection = boardDirection.opposite();
            chessBoard.drawBoard(gameBoard);
        });
        preferencesMenu.getItems().add(flipBoardMenuItem);
        preferencesMenu.getItems().add(new SeparatorMenuItem());
        CheckMenuItem legalMoveHighlighterCheckbox = new
CheckMenuItem("Highlight legal Moves");
        legalMoveHighlighterCheckbox.setSelected(false);
        legalMoveHighlighterCheckbox.setOnAction(e -> highlightLegalMoves =
legalMoveHighlighterCheckbox.isSelected());
        preferencesMenu.getItems().add(legalMoveHighlighterCheckbox);
        return preferencesMenu;
    }

    private MenuItem createMenuItem(final String ItemTitle, final
EventHandler<ActionEvent> eventHandler) {
        final MenuItem openPGNMenuItem = new MenuItem(ItemTitle);
        openPGNMenuItem.setOnAction(eventHandler);
        return openPGNMenuItem;
    }

    public enum BoardDirection {
        NORMAL {
            @Override
            List<TilePanel> traverse(final List<TilePanel> boardTiles) {
                return boardTiles;
            }

            @Override
            BoardDirection opposite() {
                return FLIPPED;
            }
        },
        FLIPPED {
            @Override
            List<TilePanel> traverse(List<TilePanel> boardTiles) {
                return Lists.reverse(boardTiles);
            }

            @Override
            BoardDirection opposite() {
                return NORMAL;
            }
```

```
        };

        abstract List<TilePanel> traverse(final List<TilePanel> boardTiles);

        abstract BoardDirection opposite();
    }

    public static class MoveLog {
        private final List<Move> moves;

        MoveLog() {
            this.moves = new ArrayList<>();
        }

        public List<Move> getMoves() {
            return this.moves;
        }

        void addMove(final Move move) {
            this.moves.add(move);
        }

        int size() {
            return this.moves.size();
        }

        void clear() {
            this.moves.clear();
        }

        public Move removeMove(final int index) {
            return this.moves.remove(index);
        }

        public boolean removeMove(final Move move) {
            return this.moves.remove(move);
        }
    }

    private class BoardPanel extends GridPane {
        final List<TilePanel> boardTiles;

        BoardPanel() {
            this.setPrefSize(BOARD_PANEL_WIDTH, BOARD_PANEL_HEIGHT);
            this.boardTiles = new ArrayList<>(BoardUtils.NUM_TILES);
            for(int i = 0; i < BoardUtils.NUM_TILES_PER_ROW; i++) {
                for(int j = 0, tileId; j < BoardUtils.NUM_TILES_PER_ROW; j++) {
                    tileId = i * BoardUtils.NUM_TILES_PER_ROW + j;
                    final TilePanel tilePanel = new TilePanel(this, tileId);
                    this.boardTiles.add(tilePanel);
                    this.add(tilePanel, j, i);
                }
            }
        }

        void drawBoard(final Board board) {
            this.getChildren().clear();
            for(int i = 0; i < BoardUtils.NUM_TILES_PER_ROW; i++) {
                for(int j = 0, tileId; j < BoardUtils.NUM_TILES_PER_ROW; j++) {
                    tileId = i * BoardUtils.NUM_TILES_PER_ROW + j;

boardDirection.traverse(boardTiles).get(tileId).drawTile(board);
                    this.add(boardDirection.traverse(boardTiles).get(tileId),
j, i);
                }
            }
        }
    }
```

```java
    private class TilePanel extends Pane {
        private final int tileId;

        private TilePanel(final BoardPanel boardPanel, final int tileId) {
            this.setPrefSize(TILE_PANEL_WIDTH, TILE_PANEL_HEIGHT);
            this.tileId = tileId;
            assignTileColor();
            assignTilePieceIcon(gameBoard);
            EventHandler<MouseEvent> eventHandler = mouseEvent -> {
                if(mouseEvent.getButton() == MouseButton.SECONDARY) {
                    sourceTile = null;
                    targetTile = null;
                    movedPiece = null;
                } else if(mouseEvent.getButton() == MouseButton.PRIMARY) {
                    if(sourceTile == null) {
                        //first click
                        sourceTile = gameBoard.getTile(tileId);
                        movedPiece = sourceTile.getPiece();
                        if(movedPiece == null) {
                            sourceTile = null;
                        }
                    } else {
                        // second click
                        targetTile = gameBoard.getTile(tileId);
                        final Move move =
Move.MoveFactory.createMove(gameBoard, sourceTile.getTileCoordinate(),
                                targetTile.getTileCoordinate());
                        final MoveTransition transition =
gameBoard.getCurrentPlayer().makeMove(move);
                        if(transition.getMoveStatus().isDone()) {
                            gameBoard = transition.getTransitionBoard();
                            moveLog.addMove(move);
                            logHistoryPanel.add(gameBoard, move);
                        }
                        sourceTile = null;
                        targetTile = null;
                        movedPiece = null;
                    }
                    Platform.runLater(() -> {
                        takenPiecesPanel.addTakenPiece(moveLog);
                        boardPanel.drawBoard(gameBoard);
                    });
                }
            };
            this.addEventFilter(MouseEvent.MOUSE_CLICKED, eventHandler);
        }

        void drawTile(final Board board) {
            assignTileColor();
            assignTilePieceIcon(board);
            highlightLegals(board);
        }

        private void assignTilePieceIcon(final Board gameBoard) {
            this.getChildren().clear();
            ImageView tilePieceIcon = null;
            if(gameBoard.getTile(this.tileId).isTileOccupied()) {
                final Piece tilePiece =
gameBoard.getTile(this.tileId).getPiece();
                try {
                    tilePieceIcon = new ImageView(new Image(new
FileInputStream(
                            RESOURCES_PATH +
                                    tilePiece.getPieceAlliance().toString() +
                                    tilePiece.toString() + ".png")));
                } catch (FileNotFoundException e) {
                    e.printStackTrace();
```

```
                }
            } else {
                tilePieceIcon = new ImageView();
            }
            if (tilePieceIcon != null) {
                tilePieceIcon.setFitWidth(TILE_PANEL_WIDTH);
                tilePieceIcon.setFitHeight(TILE_PANEL_HEIGHT);
                this.getChildren().add(tilePieceIcon);
            }
        }

        private void highlightLegals(final Board board) {
            if(highlightLegalMoves) {
                for(final Move move : pieceLegalMoves(board)) {
                    if(move.getDestinationCoordinate() == this.tileId) {
                        ImageView tilePieceIcon = null;
                        try {
                            tilePieceIcon = new ImageView(new Image(new
FileInputStream(
                                    RESOURCES_PATH + "HighlightedTile.png")));
                        } catch (FileNotFoundException e) {
                            e.printStackTrace();
                        }
                        if (tilePieceIcon != null) {
                            tilePieceIcon.setFitWidth(TILE_PANEL_WIDTH);
                            tilePieceIcon.setFitHeight(TILE_PANEL_HEIGHT);

                            this.getChildren().add(tilePieceIcon);
                        }
                    }
                }
            }
        }

        private Collection<Move> pieceLegalMoves(final Board board) {
            if(movedPiece != null && movedPiece.getPieceAlliance() ==
board.getCurrentPlayer().getAlliance()) {
                return movedPiece.calculateLegalMoves(board);
            }
            return Collections.emptyList();
        }

        private void assignTileColor() {
            if((this.tileId + this.tileId / 8) % 2 == 0) {
                this.setStyle("-fx-background-color : rgb(255, 222, 173)");
            } else {
                this.setStyle("-fx-background-color : rgb(244, 164, 96)");
            }
        }
    }
}
```

Main:

```
package com;

import com.engine.board.Board;
import javafx.application.Application;
import javafx.fxml.FXMLLoader;
import javafx.scene.Parent;
import javafx.scene.Scene;
import javafx.scene.image.Image;
import javafx.stage.Stage;

public class Main extends Application {

    @Override
    public void start(Stage primaryStage) throws Exception{
```

```
        Parent root =
FXMLLoader.load(getClass().getResource("gui/Chess.fxml"));
        primaryStage.getIcons().add(new Image("/wq.png"));
        primaryStage.setTitle("Chess");
        primaryStage.setScene(new Scene(root));
        primaryStage.setResizable(false);
        primaryStage.show();
    }

    public static void main(String[] args) {
        launch(args);
    }
}
```

4.4 קובץ List של תוכנה בארדואינו:

```
SoftwareSerial bluetooth1(18, 19);
SoftwareSerial bluetooth2(16, 17);

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <RTClib.h>

#if defined(ARDUINO) && ARDUINO >= 100
#define printByte(args)  write(args);
#else
#define printByte(args)  print(args,BYTE);
#endif

uint8_t clock[8] = {0x0,0xe,0x15,0x17,0x11,0xe,0x0};

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  lcd.init();                      // initialize the lcd
  // Print a message to the LCD.
  lcd.backlight();
  lcd.print("Initialising...");
    lcd.createChar(2, clock);
  Wire.begin();
   RTC.begin();
  bluetooth1.begin(115200);
  bluetooth1.print("$");
  bluetooth1.print("$");
  bluetooth1.print("$");
```

```
30    bluetooth1.print("$");
31    delay(100);
32    bluetooth1.println("U,9600,N");
33    bluetooth1.begin(9600);
34    bluetooth2.begin(115200);
35    bluetooth2.print("$");
36    bluetooth2.print("$");
37    bluetooth2.print("$");
38    delay(100);
39    bluetooth2.println("U,9600,N");
40    bluetooth2.begin(9600);
41  }
42
43  void loop()
44  {
45    lcd.clear();
46    DateTime now = RTC.now();
47    lcd.printByte(2);
48    lcd.print(" ");
49    lcd.print(now.hour(), DEC);
50    lcd.print(':');
51    lcd.print(now.minute(), DEC);
52    lcd.print(':');
53    lcd.print(now.second(), DEC);
54    lcd.setCursor(0, 1);
55    lcd.print(now.day(), DEC);
56    lcd.print('/');
57    lcd.print(now.month(), DEC);
58    lcd.print('/');
59    lcd.print(now.year(), DEC);
```

```
59    lcd.print(now.year(), DEC);
60    lcd.print(' ');
61    delay(1000);
62    if(bluetooth1.available() || bluetooth2.available())  // If the bluetooth sent any characters
63    {
64      if(bluetooth1.available()) {
65        Serial.print((char)bluetooth1.read());
66      } else {
67        Serial.print((char)bluetooth2.read());
68      }
69    }
70    if(Serial.available())  // If stuff was typed in the serial monitor
71    {
72      // Send any characters the Serial monitor prints to the bluetooth
73      bluetooth1.print((char)Serial.read());
74      bluetooth2.print((char)Serial.read());
75    }
76  }
```

פרק 5 – סיכום ומסקנות

5.1 מסקנות

לאחר כמה פרויקטים שביצעתי בתוכנה, ביצוע פרויקט זה היה מאתגר הרבה יותר מהפרויקטים הקודמים היחסית קטנים אליו. בנוסף, הפרויקט שילב חומרה שהייתי צריך ליישם מהידע שלמדתי באלקטרוניקה. הפרויקט היה מאתגר מכיוון שהייתי צריך לעבוד עליו בזמן הפנוי וגם ללמוד ולעשות עבודות בקורסים מסויימים באותו הזמן. יתר על כן, הפרויקט חשף אותי לנושאים רבים שלא ידעתי לפני(כמו למשל עבודה עם רכיבים שלא עבדתי איתם קודם שימוש בממשק גרפי בתוכנה ועוד).

בתחילת הפרויקט היה לי קושי לתכנן את הפרויקט כולו. אך, היה לי רעיון על איך להתחיל אותו ולעשות קטעים מסויימים ממנו. לכן, מהלך כל הפרויקט היה לעבוד על חלק מסויים להמשיך להבין איזה חלקים ותכונות נוספים הפרויקט צריך. בנוסף לכך, צריך לממש חלקים ותכונות אלו. לפי זאת, הייתי צריך להיאבק ולנסות למצוא פתרון באינטרנט או דרך המנחה. חלק מהבעיות לקחו לי שעות רבות ואפילו ימים שלמים לפתור.

אם היה לי את האפשרות להתחיל את הפרויקט מהתחלה הייתי מתכנן פחות את הפרויקט כדי לא לבזבז זמן ובניית הפרויקט הייתה הרבה יותר קלה. כלומר, יהיה לי יותר זמן להוסיף יותר תכונות והתנהגות למשחק.

יש אפשרות להרחיב ולהוסיף עוד לפרויקט על ידי שינוי התוכנה כך שהיא תתמוך בויריאציות שונות של משחקי שחמט. בנוסף, יש אפשרות להוסיף שני מחשבי **PC** כך שהמחשק יתמוך ויריאצית משחק בה 4 שחקנים משחקים שחמט ואף הוספת שיטת דירוג לשחקן כך שחקן מתחיל לא יצרך לשחק עם שחקן שהוא טוב מאוד.

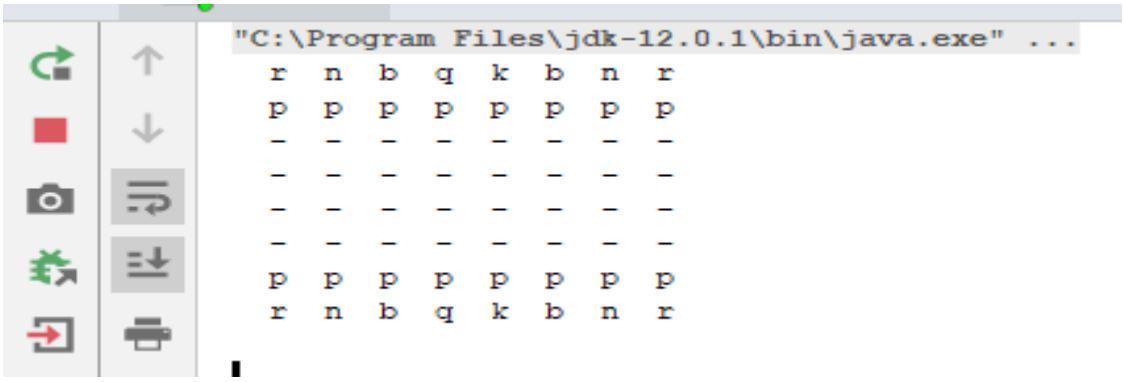
אם היה לי עוד זמן לעבוד על הפרויקט הייתי מוסיף אפשרות לשחק גם נגד שחקן מחשב באמצעות בינה מלאכותית(שרציתי ללמוד לעשות) דרך שיטה שנקראת **min max**.

5.1 יומן עבודה

בתחילת הפרויקט, ניסיתי לתכנן את התוכנה של השחמט על ידי כך שרשמתי את רוב המחלקות הגדולות שאני צריך ואת הקשר ביניהם(בעניין של תכונות והתנהגות של כל מחלקה). בתכנון היו לי כמה מחלקות גדולות:

1. **Tile** המייצג את משבצת לוח השחמט שעל כל משבצת היה כלי שחמט מסויים או ריק.
2. **Board** המייצג את לוח השחמט עם **8x8** משבצות המסדורת ברשימה משבצות.
3. **Move** המייצג הזזה של כלי משחק על ידי יצרית לוח שחמט חדש עם מופע **Board** חדש.
4. **Piece** המייצג את כלי משחק הכללי.
5. **Knight** המייצג את כלי משחק הראשון שהיה לי שהוא הפרש.
6. **Main** המייצג המחלקה הראשית של התוכנה שכולל את פונקציית ההתחלה.

לפי התכנון בהתחלה ייצגתי את הצגת הלוח וביצוע מהלכים לפי טקסט.
כעת כדי לממש את התכנון קודם כל התחלתי עם המחלקה **Tile** שיש לה את התכונות(משתנים) הבאות: מיקום נוכחי, צבע(שחור/לבן) וכלי משחק מסויים או ריק. ואת ההתנהגות(פונקציות) של קבלת מיקום הנוכחי, קבלת כלי שחמט שנמצא על המשבצת, ואת תצורת המשבצת ואת כלי המשחק שנמצא עליה כטקסט.
לאחר מכן, ממשתי את המחלקה **Piece** שיש לה את התכונות הבאות: מיקום נוכחי של כלי המשחק ואת צבע הכלי. ואת ההתנהגות של קבלת מיקום הכלי, קבלת צבע הכלי, הזזת כלי ותצורת כלי המשחק כטקסט. בנוסף, ממשתי את מחלקה **Kinght** שההתנהגות שלה היא תזוזה חוקית בלוח שחמט של פרש.
אחר כך, ממשתי את המחלקה **Board** יש לה את התכונות הבאות: רשימת משבצות ומפה עבור כל אינדקס(מיקום נוכחי) יתן את כלי המשחק. ואת ההתנהגות של מיקום כלי המשחק(בתחלית המשחק הם נמצאים במקומות המסויימים שלהם ותצורת לוח המשחק וכל המשבצות שעליו כולל כלי המשחק כטקסט.
ולבסוף ממשתי את **Main** שקוראת באופן מסודר לכל ההפונקציות כדי להציג משחק בטקסט ואת התזוזה שלו כטקסט.



במשך כמה שבועות הרחבתי את הפרויקט שגם יעבוד עבור שני שחקנים(במחשב אחד לצורך בדיקה) ובממשק גרפי. על ידי הרחבת התכנון ושימוש בתכנות נכון(שימוש בפונקציות כמו **Equals** ו **HashCode** כדי לבדוק בין שני אובייקטים וביצירת עד כמות מסויימת של אוביקטים. וכמובן במקביל לעבודה על התוכנה בדקתי איך הרכיבים עובדים בפרויקט ותכנון על איך לשלב אותם עם התוכנה. למשל, רכיב ה**Bluetooth** שממומש גם דרך הארדואינו וגם דרך התוכנה ישלח נתונים בין מחשב מסויים לבקר והפוך.
הבעיות שנתקלתי בהם במהלך בניית הפרויקט הם:

1) איך לגרום לכלי משחק לבצע מהלך בדרך מסויימת. הפתרון שלי היה בעת ביצוע המהלך ניצור מופע ללוח משחק חדש ונבצע שם את המהלך ונבדוק שהוא מהלך חוקי.

2) איך לתכנן את הממשק הגרפי שיראה מהלכי משחק בצורה יפה. יש שני פתרונון לבעיה הזאת. הראשונה היא להשתמש בקנבס ולצייר את הלוח ולצייר אנימציה של תזוזה לכל חלק(זה הפתרון הקשה לכן לא השתמשתי בו) והפתרון השני הוא להשתמש בתמונות לייצג לוח משחק ותזוזה על ידי יצירת התמונה במקום אחר.
3) איך לשלב את שליחת המהלכים בין מחשב למחשב בשימוש בארדואינו. הפתרון היה יחסית פשוט. יהיה לי שתי תוכנות בכל מחשב ואצטרך לבצע מהלך מסויים עבור כל שחקן בשתי המחשבים ולשלוח את המידע על ידי ה **Bluetooth**.

פרק 6 - נספחים

https://www.chessprogramming.org/Main_Page

https://en.wikipedia.org/wiki/Chess_strategy

https://learn.sparkfun.com/tutorials/using-the-bluesmirf/all

https://www.chess.com/forum/view/general/sound-fx-for-moves

http://tutorials.jenkov.com/javafx/menubar.html

https://cyaninfinite.com/rtc-module-with-serial-lcd-display/

https://stackoverflow.com/questions/53453212/how-to-deploy-a-javafx-11-desktop-application-with-a-jre

https://openjdk.java.net/jeps/343

6.1 דפי יצרן
1) ארדואינו מגה 2560

Arduino MEGA 2560

CE

Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 (datasheet). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

radiospares RADIONICS

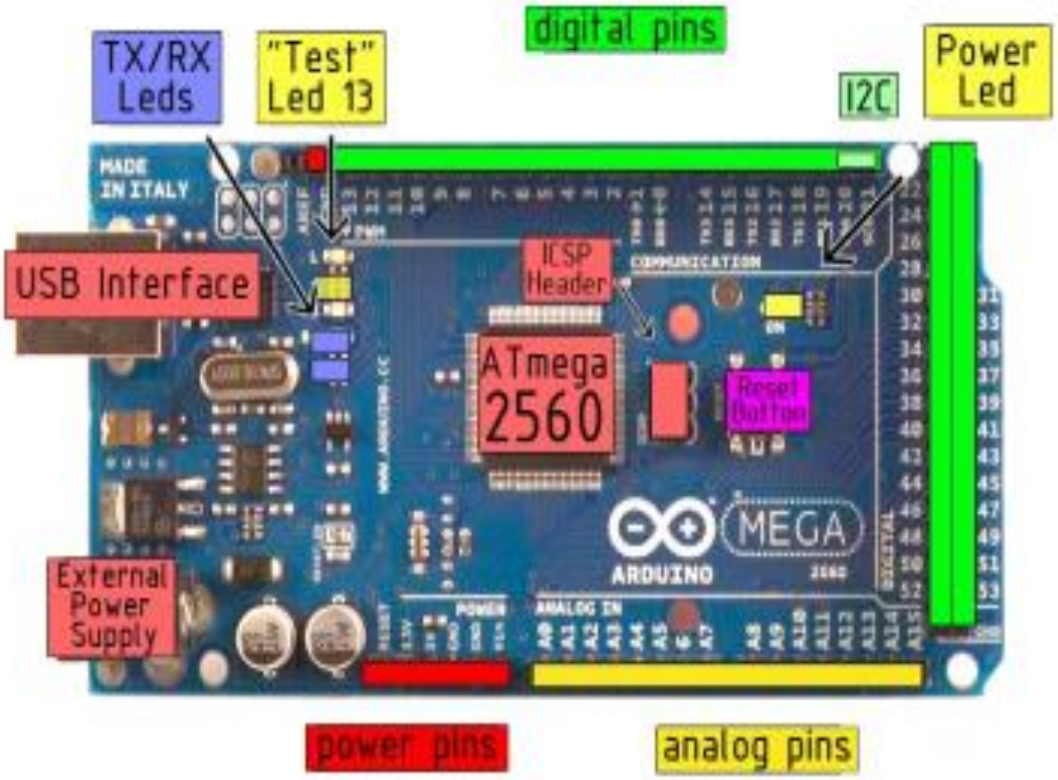
Technical Specification

EAGLE files: arduino-mega2560-reference-design.zip Schematic: arduino-mega2560-schematic.pdf

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the EEPROM library).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using pinMode(), digitalWrite(), and digitalRead() functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the attachInterrupt() function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the analogWrite() function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the Wire library (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and analogReference() function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with analogReference().
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

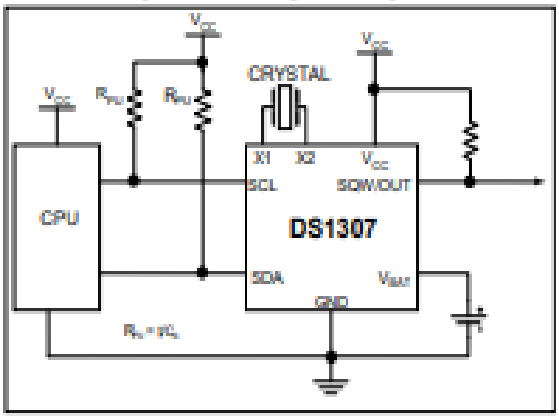
DS1307

64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

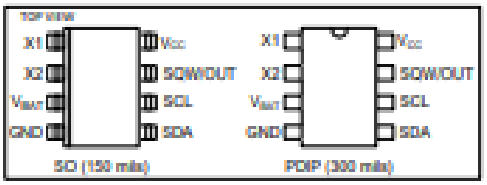
TYPICAL OPERATING CIRCUIT



BENEFITS AND FEATURES

- Completely Manages All Timekeeping Functions
  - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
  - 56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes
  - Programmable Square-Wave Output Signal
- Simple Serial Port Interfaces to Most Microcontrollers
  - I²C Serial Interface
- Low Power Operation Extends Battery Backup Run Time
  - Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
  - Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- 8-Pin DIP and 8-Pin SO Minimizes Required Space
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C Supports Operation in a Wide Range of Applications
- Underwriters Laboratories® (UL) Recognized

PIN CONFIGURATIONS



ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

+Denotes a lead-free/RoHS-compliant package.
**A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free package. An "N" anywhere on the top mark indicates an industrial temperature range device.*
Underwriters Laboratories, Inc. is a registered certification mark of Underwriters Laboratories, Inc.

PIN DESCRIPTION

PIN	NAME	FUNCTION
1	X1	Connections for Standard 32.768kHz Quartz Crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (C_L) of 12.5pF. X1 is the input to the oscillator and can optionally be connected to an external 32.768kHz oscillator. The output of the internal oscillator, X2, is floated if an external oscillator is connected to X1. **Note:** For more information on crystal selection and crystal layout considerations, refer to *Application Note 58: Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks.*
2	X2	
3	V_{BAT}	Backup Supply Input for Any Standard 3V Lithium Cell or Other Energy Source. Battery voltage must be held between the minimum and maximum limits for proper operation. Diodes in series between the battery and the V_{BAT} pin may prevent proper operation. If a backup supply is not required, V_{BAT} must be grounded. The nominal power-fail trip point (V_{PF}) voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at +25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used with a lithium battery. Go to: www.maxim-ic.com/qa/info/ul/.
4	GND	Ground
5	SDA	Serial Data Input/Output. SDA is the data input/output for the I²C serial interface. The SDA pin is open drain and requires an external pullup resistor. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V_{CC}.
6	SCL	Serial Clock Input. SCL is the clock input for the I²C interface and is used to synchronize data movement on the serial interface. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V_{CC}.
7	SQW/OUT	Square Wave/Output Driver. When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square-wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pullup resistor. SQW/OUT operates with either V_{CC} or V_{BAT} applied. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V_{CC}. If not used, this pin can be left floating.
8	V_{CC}	Primary Power Supply. When voltage is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a backup supply is connected to the device and V_{CC} is below V_{TP}, read and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage.

DETAILED DESCRIPTION

The DS1307 is a low-power clock/calendar with 56 bytes of battery-backed SRAM. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The DS1307 operates as a slave device on the I²C bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT}, the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out-of-tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT}, the device switches into a low-current battery-backup mode. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT} +0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the serial RTC.

RN41/RN41N

Class 1 Bluetooth® Module with EDR Support

Features

- Fully qualified Bluetooth® version 2.1 module, supports version 2.1 + Enhanced Data Rate (EDR)
- ASCII command interface over UART
- Postage-stamp sized form factor:
  - RN41: 13.4 x 25.8 x 2 mm
  - RN41N: 13.4 x 20 x 2 mm
- Low-power (30 mA connected, < 10 mA sniff mode)
- UART (SPP or HCI) and USB (HCI only) data connection interfaces
- Sustained SPP data rates: 240 Kbps (Slave mode), 300 Kbps (Master mode)
- HCI data rates: 1.5 Mbps sustained, 3.0 Mbps burst in HCI mode
- Embedded Bluetooth stack profiles include: GAP, SDP, RFCOMM, L2CAP protocols, with SPP, HID, and DUN profile support (does not require any host stack).
- Bluetooth SIG qualified, end product listing
- Castellated SMT pads for easy and reliable PCB mounting
- Class 1 high-power amplifier with on-board ceramic chip antenna (RN41) or external antenna (RN41N)
- Compliance:
  - Modular Certified for the United States (FCC) and Canada (IC)
  - European R&TTE Directive Assessed Radio Module
  - Australia/New Zealand/Korea/Taiwan/Japan
  - Bluetooth SIG QDID
- Integrated Crystal, Internal Voltage Regulator, Matching Circuitry, Power Amplifier, Low Noise, Memory Amplifier and PCB Antenna
- Easy Integration into Final Product - Minimize Product Development, Quicker Time to Market
- Compatible with Microchip Microcontroller Families (PIC16F, PIC18F, PIC24F/H, dsPIC33 and PIC32)
- Up to 100 meter range

Applications

- Cable replacement
- Barcode scanners
- Measurement and monitoring systems
- Industrial sensors and controls
- Medical devices

1.0 DEVICE OVERVIEW

The RN41/RN41N module is a small form factor, low-power, class 1 Bluetooth radio that is ideal for designers who want to add wireless capability to their products without spending significant time and money developing Bluetooth-specific hardware and software. The RN41/RN41N supports multiple interface protocols, is simple to design in, and is fully certified, making it a complete embedded Bluetooth solution. With its high-performance, chip antenna (RN41) or external antenna (RN41N), and support for Bluetooth EDR, the RN41/RN41N delivers up to a 3-Mbps data rate for distances up to 100 meters.

1.1 MCU Interface

The RN41/RN41N module is managed through ASCII commands via the UART and/or PIO signals. A MCU (micro-controller-unit) or host processor sends commands to module to configure features, read status, and manage Bluetooth data connections.

As shown in Figure 1-1, the UART TX and RX are required to communicate with module and transfer data across Bluetooth SPP connection.

Connecting the hardware flow control lines CTS and RTS is highly recommended for applications that transmits a continuous stream of data.

The module can be configured locally via the UART or over-the-air. To support instant cable replacement, auto-discovery/pairing does not require software configuration. Additionally, the module supports auto-connect master, I/O pin (DTR), and character-based trigger modes.

FIGURE 1-1: RN41/RN41N TO MCU INTERFACE

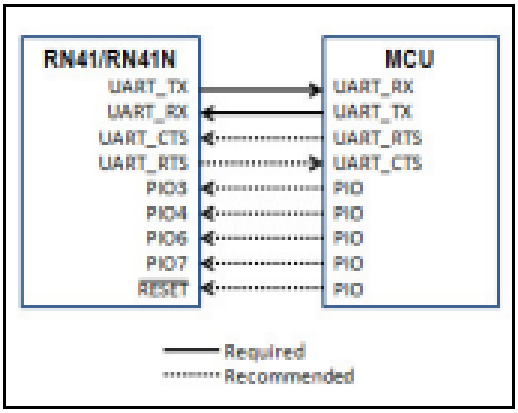


Table 1-1, Table 1-2, Table 1-3, Table 1-4, and Table 1-5 provide the module's environmental conditions, electrical characteristics, dimensions, radio characteristics, and digital I/O characteristics.

1.2 ASCII Command and Data Interface

The "*Bluetooth Data Module Command Reference and Advanced Information User's Guide*" provides a complete description of the ASCII command and data interface for the RN41/RN41N module.

TABLE 1-1: ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Parameter	Value
Temperature Range (Operating)	-40° C – 85° C
Temperature Range (Storage)	-40° C – 85° C
Relative Humidity (Operating)	≤ 90%
Relative Humidity (Storage)	≤ 90%
Moisture Sensitivity Level	1

TABLE 1-2: ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units
Supply Voltage (DC)	3.0	3.3	3.6	V
RX Supply Current	—	35	60	mA
TX Supply Current	—	65	100	mA
Average Power Consumption				
Standby/Idle (Default Settings)	—	25	—	mA
Connected (Normal Mode)	—	30	—	mA
Connected (Low-Power Sniff)	—	8	—	mA
Standby/Idle (Deep Sleep Enabled)	250	2.5	—	mA