**Veštačka inteligencija**

projekat 1 – faza 4

U ovoj fazi implementirali smo min-max algoritam sa alfa-beta odsecanjem kao i funkciju za igranje partije između računara i čoveka. Prilikom implementacije min’max funkcije korišćena je funkcija u kojoj je potrebno implementirati hieuristiku u narednoj fazi.

Globalne promenljive koje se koriste u kodu su:

tabla=[]-lista listi koja predstavlja tablu za igru

x1,x2,o1,o2 – tuple u kome se nalaze koordinate kućice igrača x1,x2,o1,o2

cijiPotez="x" – promenljiva koja pamti čiji je trenutno potez

xZidovi, oZidovi –broj zidova igrača x,o

pozicije={}- dictionary koji cuva trenutne pozicije figura

listaStates- lista mogućih stanja

**def endGame()-fja koja proverava da li je došlo do kraja igre**

def endGame()-

    global pozicije

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    px1i=[x1[0],x1[1]]

    px2i=[x2[0],x2[1]]

    po1i=[o1[0],o1[1]]

    po2i=[o2[0],o2[1]]

    if (pozicije["px1"]==po1i or pozicije["px1"]==po2i or pozicije["px2"]==po1i or pozicije["px2"]==po2i ):

        print("Korisnik X je pobedio")

        return True

    if (pozicije["po1"]==px1i or pozicije["po1"]==px2i or pozicije["po2"]==px1i or pozicije["po2"]==px2i ):

        print("Korisnik O je pobedio")

        return True

    return False

**def inputT()-unos svih početnih parametara igre, ukoliko se unese 0 prilikom unosa parametra koristi se defaultna vrednost**

def inputT():

    global n

    global m

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    print("Unesite n da bude neparan broj. Ukoliko ne zelite unesite 0")

    n=(int)(input())

    while (n%2 == 0 or n<11 or n>22) and n!=0:

        print("Unesite n da bude neparan broj. Ukoliko ne zelite unesite 0")

        n=(int)(input())

    if(n == 0):

       n=11

    n=2\*n

    print("Unesite m da bude paran broj. Ukoliko ne zelite unesite 0")

    m=(int)(input())

    while (m%2!=0 or m<14 or m>28) and m!=0:

        print("Unesite m da bude paran broj. Ukoliko ne zelite unesite 0")

        m=(int)((int)(input()))

    if(m == 0):

       m=14

    m=2\*m

    print()

    print("Unesite pocetna polja prve figure, ukoliko ne zelite unesite 0 0")

    a, b = input().split()

    if(int(a)==1 or int(a)==n or int(b)==1 or int(b)==m):

        print("Unesite pocetna polja prve figure, nije moguce postaviti figure na ivicama table, ukoliko ne zelite unesite 0 0")

        a, b = input().split()

    if(int(a)==0 or int(b)==0):

       a=4

       b=4

    x1=(2\*(int(a)-1),2\*(int(b)-1))

    print("Unesite pocetna polja druge figure, ukoliko ne zelite unesite 0 0")

    a, b = input().split()

    if(int(a)==1 or int(a)==n or int(b)==1 or int(b)==m):

        print("Unesite pocetna polja prve figure, nije moguce postaviti figure na ivicama table, ukoliko ne zelite unesite 0 0")

        a, b = input().split()

    if(int(a)==0 or int(b)==0):

       a=8

       b=4

    x2=(2\*(int(a)-1),2\*(int(b)-1))

    o1=x1

    o2=x2

    brojZidova()

    XorO()

    Mirror()

**Def Mirror()- u odnosu na početne vrednosti jednog igrača postavlja vrednosti kućica drugog igrača**

def Mirror():

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    global pozicije

    if(x1==(6,6)):

        o1=(6,20)

    else:

        pom1=int(((n-x1[0])-4))

        pom2=int(((m-x1[1])-4))

        o1=(pom1,pom2)

    if(x2==(14,6)):

        o2=(14,20)

    else:

        pom3=int(((n-x2[0])-4))

        pom4=int(((m-x2[1])-4))

        o2=(pom3,pom4)

    if(not player1):

        pom=x1

        x1=o1

        o1=pom

        pom=x2

        x2=o2

        o2=pom

    px1i=[x1[0],x1[1]]

    px2i=[x2[0],x2[1]]

    po1i=[o1[0],o1[1]]

    po2i=[o2[0],o2[1]]

    pozicije['px1']=px1i

    pozicije['px2']=px2i

    pozicije['po1']=po1i

    pozicije['po2']=po2i

**Def Zid()- postavljaju se zidovi u odnosu na izbor vrste zida (horizontalni ili vertikalni) i unose se koordinate zida (prilikom unosa koordinata proverava se da li je moguće postaviti zid na tu koordinatu)**

def zid():

global xZidovi

    global oZidovi

    global cijiPotez

    if (cijiPotez == 'x'):

        if (xZidovi == 0 ):

            print("Nemate vise zidova za postavljanje")

            return

        print("Unesite p ukoliko zelite da postavite plavi zid (horizontalni) ili z ukoliko zelite zeleni (vertikalni)")

        slovo = input()

        while (slovo != 'p' and slovo != 'z'):

            print("Nevalidan unos, unesite ponovo")

            slovo = input()

        if (slovo == 'p'):

            print("Plavi zid:")

            plavi()

            xZidovi -= 1

        elif (slovo == 'z'):

            print("Zeleni zid:")

            zeleni()

            xZidovi -= 1

    else:

        if (oZidovi == 0 ):

            print("Nemate vise zidova za postavljanje")

            return

        print("Unesite p ukoliko zelite da postavite plavi zid ili z ukoliko zelite zeleni")

        slovo = input()

        while (slovo != 'p' and slovo != 'z'):

            print("Nevalidan unos, unesite ponovo")

            slovo = input()

        if (slovo == 'p'):

            print("Plavi zid:")

            plavi()

            oZidovi -= 1

        elif (slovo == 'z'):

            print("Zeleni zid:")

            zeleni()

            oZidovi -= 1

**def move()-fja koja proverava da li je moguće kretanje u tom smeru (proverava da li je taj potez izvan table, da li se neko nalazi na toj poziciji, da li se u tom smeru nalazi zid). Mogući smerovi su u-up, d-down, l-left, r-right, ul-up left, ur-up right, dl- down left, dr-down right**

def move():

global tabla

    global pozicije

    global n

    global m

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    global cijiPotez

    global moved

    print("Unesite figuru (px1, px2, po1, po2) i smer pomeranja figure (u, d, l, r, ur, ul, dr, dl)")

    try:

        p, where = input().split()

        while (p not in pozicije):

                print("Ime figure nije korektno")

                print("Unesite figuru (px1, px2, po1, po2) i smer pomeranja figure (u, d, l, r, ur, ul, dr, dl)")

                p, where = input().split()

        while (cijiPotez not in p):

                print("Ime figure nije korektno")

                print("Unesite figuru (px1, px2, po1, po2) i smer pomeranja figure (u, d, l, r, ur, ul, dr, dl)")

                p, where = input().split()

        pom=pozicije[p]

        if (where=="u" and  (pom[0]==0 or pom[0]==2 or pom[0]==1 or tabla[pom[0]-3][pom[1]]=="===" or tabla[pom[0]-1][pom[1]]=="===" )):

                print("Nije moguce pomeranje figure u tom smeru, promenite smer kretanja")

        elif(where=="d" and  (pom[0]==n-2 or pom[0]==n-4 or tabla[pom[0]+3][pom[1]]=="===" or tabla[pom[0]+1][pom[1]]=="===" )):

                print("Nije moguce pomeranje figure u tom smeru, promenite smer kretanja")

        elif (where=="l" and  (pom[1]==0 or pom[1]==2 or pom[1]==2 or tabla[pom[0]][pom[1]-3]==" ǁ " or tabla[pom[0]][pom[1]-1]==" ǁ " )):

                print("Nije moguce pomeranje figure u tom smeru, promenite smer kretanja")

        elif (where=="r" and  (pom[1]==m-2 or pom[1]==m-4 or tabla[pom[0]][pom[1]+3]==" ǁ " or tabla[pom[0]][pom[1]+1]==" ǁ " )):

                print("Nije moguce pomeranje figure u tom smeru, promenite smer kretanja")

        elif (where=="ur" and  ((pom[0]==0) or (pom[1]==m-2 or pom[1]==m-4)

                    or (tabla[pom[0]-1][pom[1]]=="===" and tabla[pom[0]-1][pom[1]+2]=="===")

                    or (tabla[pom[0]-2][pom[1]+1]==" ǁ " and tabla[pom[0]][pom[1]+1]==" ǁ ")

                    or (tabla[pom[0]-1][pom[1]+2]=="===" and tabla[pom[0]-2][pom[1]+1]==" ǁ ")

                    or (tabla[pom[0]-1][pom[1]]=="===" and tabla[pom[0]][pom[1]+1]==" ǁ ")

                    )):

                print("Nije moguce pomeranje figure u tom smeru, promenite smer kretanja")

        elif (where=="ul" and  ((pom[0]==0 ) or (pom[1]==0 or pom[1]==1)

                    or (tabla[pom[0]-1][pom[1]-2]=="===" and tabla[pom[0]-1][pom[1]]=="===")

                    or (tabla[pom[0]][pom[1]-1]==" ǁ " and tabla[pom[0]-2][pom[1]-1]==" ǁ ")

                    or (tabla[pom[0]-1][pom[1]-2]=="===" and tabla[pom[0]-2][pom[1]-1]==" ǁ ")

                    or (tabla[pom[0]-1][pom[1]]=="===" and tabla[pom[0]][pom[1]-1]==" ǁ "))):

                print("Nije moguce pomeranje figure u tom smeru, promenite smer kretanja")

        elif(where=="dr" and  ((pom[0]==n-2  ) or(pom[1]==m-2 or pom[1]==m-4)

                    or (tabla[pom[0]+1][pom[1]]=="===" and tabla[pom[0]+1][pom[1]+2]=="===" )

                    or (tabla[pom[0]][pom[1]+1]==" ǁ " and tabla[pom[0]+2][pom[1]+1]==" ǁ " )

                    or (tabla[pom[0]+1][pom[1]+2]=="===" and tabla[pom[0]+2][pom[1]+1]==" ǁ ")

                    or (tabla[pom[0]+1][pom[1]]=="===" and tabla[pom[0]][pom[1]+1]==" ǁ "))):

                print("Nije moguce pomeranje figure u tom smeru, promenite smer kretanja")

        elif(where=="dl" and  ((pom[0]==n-2 ) or (pom[1]==0 or pom[1]==1)

                    or (tabla[pom[0]+1][pom[1]]=="===" and tabla[pom[0]+1][pom[1]-2]=="===" )

                    or (tabla[pom[0]][pom[1]-1]==" ǁ " and tabla[pom[0]+2][pom[1]-1]==" ǁ " )

                    or (tabla[pom[0]+1][pom[1]]=="===" and tabla[pom[0]][pom[1]-1]==" ǁ ")

                    or (tabla[pom[0]+1][pom[1]-2]=="===" and tabla[pom[0]+2][pom[1]-1]==" ǁ ")

                    )):

                print("Nije moguce pomeranje figure u tom smeru, promenite smer kretanja")

        else:

            moved=True

            Moving(p,where)

    except ValueError:

        print("Nevalidan unos")

        move()

    return

**def Moving()-Vrši pomeranje figure u unetom smeru, ukoliko se na poziciji na kojoj treba da se pomeri nalazi drugi igrač, figurica se pomera za jedno mesto**

def Moving(p, where):

global tabla

    global pozicije

    global n

    global m

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    global cijiPotez

    pom=pozicije[p]

    lista = []

    lista2 = []

    lista3=[]

    lista3.append([x1[0],x1[1]])

    lista3.append([x2[0],x2[1]])

    lista3.append([o1[0],o1[1]])

    lista3.append([o2[0],o2[1]])

    lista2.append(" O ")

    lista2.append(" X ")

    for key in pozicije.keys():

            lista.append(key)

    if (where=="u"):

        p1=int(pom[0]-4)

        p2=int(pom[0]-2)

        if([p1,pom[1]] in lista3):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]-=4

        elif((tabla[p1][pom[1]] in lista) or (tabla[p2][pom[0]] in lista2)):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]-=2

        else:

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]-=4

    elif (where=="d"):

        p1=int(pom[0]+4)

        p2=int(pom[0]+2)

        if([p1,pom[1]] in lista3):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]+=4

        elif((tabla[p1][pom[1]] in lista) or (tabla[p2][pom[0]] in lista2)):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]+=2

        else:

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]+=4

    elif (where=="l"):

        p1=int(pom[1]-4)

        p2=int(pom[1]-2)

        if([pom[0],p1] in lista3):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[1]-=4

        elif((tabla[pom[0]][p1] in lista) or (tabla[pom[0]][p2] in lista2)):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[1]-=2

        else:

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[1]-=4

    elif (where=="r"):

        p1=int(pom[1]+4)

        p2=int(pom[1]+2)

        if([pom[0],p1] in lista3):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[1]+=4

        elif((tabla[pom[0]][p1] in lista) or (tabla[pom[0]][p2] in lista2)):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[1]+=2

        else:

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[1]+=4

    elif (where=="ur"):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]-=2

            pom[1]+=2

    elif (where=="ul"):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]-=2

            pom[1]-=2

    elif (where=="dr"):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]+=2

            pom[1]+=2

    elif (where=="dl"):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            pom[0]+=2

            pom[1]-=2

    startPos()

    if cijiPotez=="o":

        cijiPotez="x"

    elif  cijiPotez=="x":

        cijiPotez="o"

    return

**def update()-vrši update prikaza tabele**

def update():

     global tabla

    global pozicije

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    global n

    global m

    tabla[x1[0]][x1[1]]=" X "

    tabla[x2[0]][x2[1]]=" X "

    tabla[o1[0]][o1[1]]=" O "

    tabla[o2[0]][o2[1]]=" O "

    for key in pozicije.keys():

        pom=pozicije[key]

        tabla[pom[0]][pom[1]]=key

    niz=[" "  for i in range(m)]

    for j in range(m):

                if(j%2==0):

                    a=str(int(j/2)+1)

                    if(int(a)>=10):

                        niz[j]=" "+a

                    else: niz[j]=" "+a+" "

                else: niz[j]= "   "

    a = np.array(tabla)

    for line in a:

       print ('  '.join(map(str, line)))

    print ('  '.join(map(str, niz)))

**def game()- vrši logiku igre, poziva fje za unos, za unos zidova i pomeranje figura**

def game():

  global tabla

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    global pozicije

    global n

    global m

    global xZidovi

    global oZidovi

    global moved

    inputT()

    tabla=Tabla(n,m,x1,x2,o1,o2)

    statesOfPlayer(" X ")

    while (not endGame()):

        print("Korisnik " + cijiPotez +" je na potezu")

        while(not moved):

            move()

        moved=False

        update()

        zid()

        update()

**def main()- vrši logiku za mogućnost ponovnog igranja igre nakon jedne partije**

def main():

    game()

    print("Da li zelite da igrate ponovo?")

    p=input()

    while ("da" in p) or ("Da" in p) :

        game()

        print("Da li zelite da igrate ponovo?")

        p=input()

**def findPath()-pronalazi put između startne i krajnje pozicije. Vraća put ukoliko postoji.**

def findPath(start, end):

    global n

    global m

    def h(x):

        return abs(end[0]-x[0])+abs(end[1]-x[1])

    found\_end = False

    open\_set = set()

    open\_set.add(start)

    pq = PriorityQueue()

    pq.put((0, start))

    closed\_set = set()

    g = {}

    prev\_nodes = {}

    g[start] = 0

    prev\_nodes[start] = None

    while len(open\_set) > 0 and (not found\_end):

        node = pq.get()[1]

        if node not in open\_set:

            continue

        if node == end:

            found\_end = True

            break

        for dx, dy in zip([-2, 2, 0, 0, -2, -2, 2, 2], [0, 0, -2, 2, 2, -2, 2, -2]):

            c = (node[0]+dx, node[1]+dy)

            if c[0] >= 0 and c[1] >= 0 and c[0] <= n-1 and c[1] <= m-1 and isValid(c,open\_set,closed\_set,dx,dy):

                f = g[node] + 1 + h(c)

                if c not in open\_set and c not in closed\_set:

                    open\_set.add(c)

                    prev\_nodes[c] = node

                    g[c] = g[node] + 1

                    pq.put((f,c))

                else:

                    if g[c] > g[node] + 1 :

                        g[c] = g[node] + 1

                        prev\_nodes[c] = node

                        if c in closed\_set:

                                closed\_set.remove(c)

                                open\_set.add(c)

                        pq.put((f,c))

        open\_set.remove(node)

        closed\_set.add(node)

    path = []

    if found\_end:

        prev = end

        while prev\_nodes[prev] is not None:

            path.append(prev)

            prev = prev\_nodes[prev]

        path.append(start)

        path.reverse()

    return path

**def isValid()- Proverava da li je određeni smer putanje validan**

def isValid(c,open\_set,closed\_set,dx,dy):

        global tabla

        global n

        global m

        if(( c[0]+1>n-1) and dx==2 and dy==0):

            return False

        else:

            if(tabla[c[0]+1][c[1]]=="===" and dx==-2 and dy==0): #u

                return False

        if(( c[1]+1>m-1) and dx==0 and dy==2):

            return False

        else:

            if(tabla[c[0]][c[1]+1]==" ǁ "and dx==0 and dy==-2):#l

                    return False

        if(( c[0]-1<0 ) and (dx==-2 and dy==0)):

            return False

        else:

            if(tabla[c[0]-1][c[1]]=="==="and dx==2 and dy==0): #d

                return False

        if(( c[1]-1<0 ) and dx==0 and dy==-2):

            return False

        else:

            if ( tabla[c[0]][c[1]-1]==" ǁ " and dx==0 and dy==2): # r

                return False

        if(dx==-2 and dy==2):

            if( c[0]-2<0 or c[0]+2>n-1 or c[1]-2<0 or c[1]+2>m-1 or c[0]-1<0 or c[0]+1>n-1 or c[1]-1<0 or c[1]+1>m-1):

                return False

            else:

                if (dx==-2 and dy==2 and (tabla[c[0]+1][c[1]]=="===" and tabla[c[0]+1][c[1]-2]=="===")

                        or (tabla[c[0]+2][c[1]-1]==" ǁ " and tabla[c[0]][c[1]-1]==" ǁ ")

                        or (tabla[c[0]+1][c[1]-2]=="===" and tabla[c[0]+2][c[1]-1]==" ǁ ")

                        or (tabla[c[0]+1][c[1]]=="===" and tabla[c[0]][c[1]-1]==" ǁ ")): #ur

                        return False

        if(dx==-2 and dy==-2):

            if( c[0]-2<0 or c[0]+2>n-1 or c[1]-2<0 or c[1]+2>m-1 or c[0]-1<0 or c[0]+1>n-1 or c[1]-1<0 or c[1]+1>m-1):

                return False

            else:

                if (dx==-2 and dy==-2 and (tabla[c[0]+1][c[1]+2]=="===" and tabla[c[0]+1][c[1]]=="===")

                            or (tabla[c[0]][c[1]+1]==" ǁ " and tabla[c[0]+2][c[1]+1]==" ǁ ")

                            or (tabla[c[0]+1][c[1]+2]=="===" and tabla[c[0]+2][c[1]+1]==" ǁ ")

                            or (tabla[c[0]+1][c[1]]=="===" and tabla[c[0]][c[1]+1]==" ǁ ")): # ul

                            return False

        if(dx==+2 and dy==+2):

            if( c[0]-2<0 or c[0]+2>n-1 or c[1]-2<0 or c[1]+2>m-1 or c[0]-1<0 or c[0]+1>n-1 or c[1]-1<0 or c[1]+1>m-1):

                return False

            else:

                if (dx==+2 and dy==+2 and (tabla[c[0]-1][c[1]]=="===" and tabla[c[0]-1][c[1]-2]=="===" )

                        or (tabla[c[0]][c[1]-1]==" ǁ " and tabla[c[0]-2][c[1]-1]==" ǁ " )

                        or (tabla[c[0]-1][c[1]-2]=="===" and tabla[c[0]-2][c[1]-1]==" ǁ ")

                        or (tabla[c[0]-1][c[1]]=="===" and tabla[c[0]][c[1]-1]==" ǁ ")): # dr

                        return False

        if(dx==+2 and dy==-2):

            if( c[0]-2<0 or c[0]+2>n-1 or c[1]-2<0 or c[1]+2>m-1 or c[0]-1<0 or c[0]+1>n-1 or c[1]-1<0 or c[1]+1>m-1):

                return False

            else:

                    if (dx==+2 and dy==-2 and (tabla[c[0]-1][c[1]]=="===" and tabla[c[0]+1][c[1]-2]=="===" )

                            or (tabla[c[0]][c[1]+1]==" ǁ " and tabla[c[0]-2][c[1]+1]==" ǁ " )

                            or (tabla[c[0]-1][c[1]]=="===" and tabla[c[0]][c[1]+1]==" ǁ ")

                            or (tabla[c[0]-1][c[1]+2]=="===" and tabla[c[0]-2][c[1]+1]==" ǁ ")): # dl

                            return False

        return True

**def checkWall(stanje)- Proverava da li se dodavanjem zida, ograđuje neka figura/ da li postoje putanje iz figura do ciljnih pozicija.**

def checkWall(stanje):

    global pozicije

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    ppx1=[]

    ppx2=[]

    ppo1=[]

    ppo2=[]

    pom=True

    lista=[]

    for i in range(n-1):

        for j in range(m-1):

            if(stanje[i][j]== "px1"):

                ppx1=[i,j]

            if(stanje[i][j]== "px2"):

                ppx2=[i,j]

            if(stanje[i][j]== "po1"):

                ppo1=[i,j]

            if(stanje[i][j]== "po2"):

                ppo2=[i,j]

    poz=[ppx1,ppx2,ppo1,ppo2]

    for key in pozicije.keys():

            lista.append(key)

    for s in range(3):

        if(findPath((poz[s][0],poz[s][1]),x1)==[]):

                return False

        if(findPath((poz[s][0],poz[s][1]),x2)==[]):

                return False

        if(findPath((poz[s][0],poz[s][1]),o1)==[]):

                return False

        if(findPath((poz[s][0],poz[s][1]),o2)==[]):

                return False

    return True

**def statesOfPlayer()- Vraća sva moguća sledeća stanja određenog igrača**

def statesOfPlayer(koIgra,stanje):

    if(koIgra=="x"):

        states('px2',stanje)

        states('px1',stanje)

        update()

    else:

        states('po1',stanje)

        states('po2',stanje)

**def states(**koIgra,stanje**)- Vraća sva moguća sledeća stanja određene figure igrača, proverava sve moguće pravce kretanja figure igrača i poziva funkciju za proveru postavljanja zidova**

def states(koIgra,stanje):

    global xZidovi

    global oZidovi

    zidovi=0

    if(koIgra=='px1' or koIgra=='px2'):

        zidovi=xZidovi

    else: zidovi=oZidovi

    for i in range (n-1):

        for j in range(m-1):

            if i%2==1 and j%2==0:

                   if(tabla[i][j]=="==="):

                        zidovi=zidovi+1

            if j%2==1 and i%2==0:

                    if(tabla[i][j]==" || "):

                        zidovi=zidovi+1

    zidovi=zidovi-(int)(zidovi/4)

    pom=[]

    for i in range(n-1):

        for j in range(m-1):

            if(i%2==0 and j%2==0):

               if(stanje[i][j]==koIgra):

                  pom=[i,j]

    global listaStates

    if(pom[0]!=0 and pom[0]!=2 and pom[0]!=1 and stanje[pom[0]-3][pom[1]]!="===" and stanje[pom[0]-1][pom[1]]!="===" ): #u

        potez="u" #koji je potez

        if(zidovi>0):

            zidStates(potez,koIgra,stanje)

        else:

            listaStates.append(makeNewState(koIgra,[0,0],"",potez,stanje))

    if(pom[0]!=n-2 and pom[0]!=n-4 and stanje[pom[0]+3][pom[1]]!="===" and stanje[pom[0]+1][pom[1]]!="===" ): #d

        potez="d"

        if(zidovi>0):

            zidStates(potez,koIgra,stanje)

        else: listaStates.append(makeNewState(koIgra,[0,0],"",potez,stanje))

    if(pom[1]!=0 and pom[1]!=2 and pom[1]!=1 and stanje[pom[0]][pom[1]-3]!=" ǁ " and stanje[pom[0]][pom[1]-1]!=" ǁ " ): #l

        potez="l"

        if(zidovi>0):

            zidStates(potez,koIgra,stanje)

        else: listaStates.append(makeNewState(koIgra,[0,0],"",potez,stanje))

    if(pom[1]!=m-2 and pom[1]!=m-4 and stanje[pom[0]][pom[1]+3]!=" ǁ " and stanje[pom[0]][pom[1]+1]!=" ǁ " ): #r

        potez="r"

        if(zidovi>0):

            zidStates(potez,koIgra,stanje)

        else: listaStates.append(makeNewState(koIgra,[0,0],"",potez,stanje))

    if((pom[0]!=0) and (pom[1]!=m-2 and pom[1]!=m-4)

                    and (stanje[pom[0]-1][pom[1]]!="===" or stanje[pom[0]-1][pom[1]+2]!="===")

                    and (stanje[pom[0]-2][pom[1]+1]!=" ǁ " or stanje[pom[0]][pom[1]+1]!=" ǁ ")

                    and (stanje[pom[0]-1][pom[1]+2]!="===" or stanje[pom[0]-2][pom[1]+1]!=" ǁ ")

                    and (stanje[pom[0]-1][pom[1]]!="===" or stanje[pom[0]][pom[1]+1]!=" ǁ ")): #ur

        potez="ur"

        if(zidovi>0):

            zidStates(potez,koIgra,stanje)

        else: listaStates.append(makeNewState(koIgra,[0,0],"",potez,stanje))

    if((pom[0]!=0) and (pom[1]!=0 and pom[1]!=1)

                    and (stanje[pom[0]-1][pom[1]-2]!="===" or stanje[pom[0]-1][pom[1]]!="===")

                    and (stanje[pom[0]][pom[1]-1]!=" ǁ " or stanje[pom[0]-2][pom[1]-1]!=" ǁ ")

                    and (stanje[pom[0]-1][pom[1]-2]!="===" or stanje[pom[0]-2][pom[1]-1]!=" ǁ ")

                    and (stanje[pom[0]-1][pom[1]]!="===" or stanje[pom[0]][pom[1]-1]!=" ǁ ")): #ul

        potez="ul"

        if(zidovi>0):

            zidStates(potez,koIgra,stanje)

        else: listaStates.append(makeNewState(koIgra,[0,0],"",potez,stanje))

    if((pom[0]!=n-2) and(pom[1]!=m-2 and pom[1]!=m-4)

                    and (stanje[pom[0]+1][pom[1]]!="===" or stanje[pom[0]+1][pom[1]+2]!="===" )

                    and (stanje[pom[0]][pom[1]+1]!=" ǁ " or stanje[pom[0]+2][pom[1]+1]!=" ǁ " )

                    and (stanje[pom[0]+1][pom[1]+2]!="===" or stanje[pom[0]+2][pom[1]+1]!=" ǁ ")

                    and (stanje[pom[0]+1][pom[1]]!="===" or stanje[pom[0]][pom[1]+1]!=" ǁ ")): #dr

        potez="dr"

        if(zidovi>0):

            zidStates(potez,koIgra,stanje)

        else: listaStates.append(makeNewState(koIgra,[0,0],"",potez,stanje))

    if((pom[0]!=n-2) and (pom[1]!=0 and pom[1]!=1)

                    and (stanje[pom[0]+1][pom[1]]!="===" or stanje[pom[0]+1][pom[1]-2]!="===" )

                    and (stanje[pom[0]][pom[1]-1]!=" ǁ " or stanje[pom[0]+2][pom[1]-1]!=" ǁ " )

                    and (stanje[pom[0]+1][pom[1]]!="===" or stanje[pom[0]][pom[1]-1]!=" ǁ ")

                    and (stanje[pom[0]+1][pom[1]-2]!="===" or stanje[pom[0]+2][pom[1]-1]!=" ǁ ")): #dl

        potez="dl"

        if(zidovi>0):

            zidStates(potez,koIgra,stanje)

        else: listaStates.append(makeNewState(koIgra,[0,0],"",potez,stanje))

    return len(listaStates)

**def zidStates(**potez,koIgra,stanje**)- Ukoliko mogu da se postave zidovi u sledećem potezu, proverava sve moguće lokacije postavljanja zidova.**

def zidStates(potez,koIgra,stanje):

    global n

    global m

    global pozicije

    global listaStates

    p=[]

    z=[]

    for i in range(n-2):

        for j in range(m-2):

            if i%2==1 and j%2==0:

                if(i<n-1 and j<m-1 and stanje[i][j+2] != "===" and stanje[i][j] != "===" and stanje[i-1][j+1] != " ǁ " or stanje[i+1][j+1] != " ǁ "):

                    p=[i,j]

                    copy=np.copy(stanje)

                    stanje[i][j+2] = "==="

                    stanje[i][j] = "==="

                    if(checkWall(stanje)):

                        listaStates.append(makeNewState(koIgra,p,"plavi",potez,stanje))

                    stanje=copy

            if j%2==1 and i%2==0:

                if(i<n-1 and j<m-1  and stanje[i+2][j] != "===" or stanje[i][j] != "===" and stanje[i+1][j-1] != " ǁ " and stanje[i+1][j+1] != " ǁ "):

                    z=[i,j]

                    copy=np.copy(stanje)

                    stanje[i+2][j] = " ǁ "

                    stanje[i][j] = " ǁ "

                    if(checkWall(stanje)):

                        listaStates.append(makeNewState(koIgra,z,"zeleni",potez,stanje))

                    stanje=copy

**def makeNewStates(**koIgra,zid,vrstaZida,potez,stanje**)- Pravi novo stanje iz prethodnog, na njemu odigrava potez i čuva to stanje u listu svih mogućih sledećih stanja.**

def makeNewState(koIgra,zid,vrstaZida,potez,stanje):

    global pozicije

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    pom=[]

    for i in range(n-1):

        for j in range(m-1):

            if(i%2==0 and j%2==0):

               if(stanje[i][j]==koIgra):

                  pom=[i,j]

    ispis=koIgra

    tablaDup=np.copy(stanje)

    lista = []

    lista2 = []

    lista3=[]

    lista3.append([x1[0],x1[1]])

    lista3.append([x2[0],x2[1]])

    lista3.append([o1[0],o1[1]])

    lista3.append([o2[0],o2[1]])

    lista2.append(" O ")

    lista2.append(" X ")

    for key in pozicije.keys():

            lista.append(key)

    if (potez=="u"):

        p1=int(pom[0]-4)

        p2=int(pom[0]-2)

        if([p1,pom[1]] in lista3):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]-4][pom[1]]=ispis

        elif((tablaDup[p1][pom[1]] in lista) or (tablaDup[p2][pom[0]] in lista2)):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]-2][pom[1]]=ispis

        else:

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]-4][pom[1]]=ispis

    elif (potez=="d"):

        p1=int(pom[0]+4)

        p2=int(pom[0]+2)

        if([p1,pom[1]] in lista3):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]+4][pom[1]]=ispis

        elif((tablaDup[p1][pom[1]] in lista) or (tablaDup[p2][pom[0]] in lista2)):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]+2][pom[1]]=ispis

        else:

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]+4][pom[1]]=ispis

    elif (potez=="l"):

        p1=int(pom[1]-4)

        p2=int(pom[1]-2)

        if([pom[0],p1] in lista3):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]][pom[1]-4]=ispis

        elif((tablaDup[pom[0]][p1] in lista) or (tablaDup[pom[0]][p2] in lista2)):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]][pom[1]-2]=ispis

        else:

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]][pom[1]-4]=ispis

    elif (potez=="r"):

        p1=int(pom[1]+4)

        p2=int(pom[1]+2)

        if([pom[0],p1] in lista3):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]][pom[1]+4]=ispis

        elif((tablaDup[pom[0]][p1] in lista) or (tablaDup[pom[0]][p2] in lista2)):

            tabla[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]][pom[1]+2]=ispis

        else:

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]][pom[1]+4]=ispis

    elif (potez=="ur"):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]-2][pom[1]+2]=ispis

    elif (potez=="ul"):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]-2][pom[1]-2]=ispis

    elif (potez=="dr"):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]+2][pom[1]+2]=ispis

    elif (potez=="dl"):

            tablaDup[pom[0]][pom[1]]="   "

            tablaDup[pom[0]+2][pom[1]-2]=ispis

    if(vrstaZida=="plavi"):

        tablaDup[zid[0]][zid[1]+2] = "==="

        tablaDup[zid[0]][zid[1]] = "==="

    else:

        if(vrstaZida=="zeleni"):

            tablaDup[zid[0]+2][zid[1]] = " ǁ "

            tablaDup[zid[0]][zid[1]] = " ǁ "

    if(ispis=="px1"):

        tablaDup[x1[0]][x1[1]]=" X "

    else:

        if(ispis=="px2"):

             tablaDup[x2[0]][x2[1]]=" X "

        else:

            if(ispis=="po1"):

                tablaDup[o1[0]][o1[1]]=" O "

            else: tablaDup[o2[0]][o2[1]]=" O "

    return tablaDup

def minimax(stanje,dubina,moj\_potez,alpha, beta, potez=None)-funkcija koja vraca tuple novog stanja(matrica) i vrednosti (koliko to stanje void igrača do pobede)

def minimax(stanje,dubina,moj\_potez,alpha, beta, potez=None):

    if kraj(stanje):

        return (potez, 617)

    if (player1):

        igrac = "o" if moj\_potez else "x"

    else:

        igrac = "x" if moj\_potez else "o"

    fja = max\_value if moj\_potez else min\_value

    lp = nova\_stanja(stanje,igrac)

    if dubina == 0:

        return (potez, proceni\_stanje(stanje))

    if lp is None or len(lp) == 0:

        return (potez, proceni\_stanje(stanje))

    return fja(([minimax(x, dubina - 1, not moj\_potez,alpha,beta, x if potez is None else potez) for x in lp]),alpha,beta)

def nova\_stanja(stanje,igrac)-funkcija koja generiše sva moguća nova stanja na osnovu trenutnog stanja i igrača čiji je potez

def nova\_stanja(stanje,igrac

    statesOfPlayer(igrac,stanje)

    copy=np.copy(listaStates)

    listaStates.clear()

    return copy

def proceni\_stanje(stanje)-funkcija u kojoj će se implementirati hieuristika u narednoj fazi projekta

def proceni\_stanje(stanje):

def max\_value(stanje, alpha, beta):- generiše kompletno stablo traženja, na svakom od nivoa jedan od igrača povlači potez

def max\_value(stanje, alpha, beta):

    alpha = max(max(stanje, key=lambda x: x[1]), alpha, key=lambda x: x[1])

    if alpha[1] >= beta[1]:

        return beta

    return alpha

def min\_value(stanje, alpha, beta):-generiše kompletno stablo traženja, na svakom od nivoa jedan od igrača povlači potez

def min\_value(stanje,  alpha, beta):

    beta = min(min(stanje, key=lambda x: x[1]), beta, key=lambda x: x[1])

    if beta[1] <= alpha[1]:

        return alpha

    return beta

def kraj(stanje)-funkcija koja proverava da li se u datom stanju igra završila, funkcija vraća 0 ukoliko jeste a vrednost heuristike ukoliko nije

def kraj(stanje):

ppx1=[]

    ppx2=[]

    ppo1=[]

    ppo2=[]

    for i in range(n-1):

        for j in range(m-1):

            if( stanje[i][j]=="px1"):

                ppx1=[i,j]

            if( stanje[i][j]=="px2"):

                ppx2=[i,j]

            if( stanje[i][j]=="po1"):

                ppo1=[i,j]

            if( stanje[i][j]=="po2"):

                ppo2=[i,j]

    px1i=[x1[0],x1[1]]

    px2i=[x2[0],x2[1]]

    po1i=[o1[0],o1[1]]

    po2i=[o2[0],o2[1]]

    if (ppx1==po1i or ppx1==po2i or ppx2==po1i or ppx2==po2i ):

        return True

    if (ppo1==px1i or ppo1==px2i or ppo2==px1i or ppo2==px2i ):

        return True

    return False

def igraj()-funkcija koja realizuje igru izmedju računara i čoveka

def igraj():

    global tabla

    global x1

    global x2

    global o1

    global o2

    global pozicije

    global n

    global m

    global xZidovi

    global oZidovi

    global moved

    inputT()

    tabla=Tabla(n,m,x1,x2,o1,o2)

    while (not endGame()):

        if(player1):

            #while(kraj(tabla)==0):

            rez=minimax(tabla,3,"x",(tabla, 0),(tabla, 617))

            naj=rez[0]

            tabla=naj

            update()

            if cijiPotez=="o":

                cijiPotez="x"

            elif  cijiPotez=="x":

                cijiPotez="o"

            while(not moved):

                move()

            moved=False

            update()

            zid()

            update()

        else:

            while(not moved):

                move()

                moved=False

                update()

                zid()

                update()

            rez=minimax(tabla,3,"x",(tabla, 0),(tabla, 617))

            naj=rez[0]

            tabla=naj

            update()

            if cijiPotez=="o":

                cijiPotez="x"

            elif  cijiPotez=="x":

                cijiPotez="o"