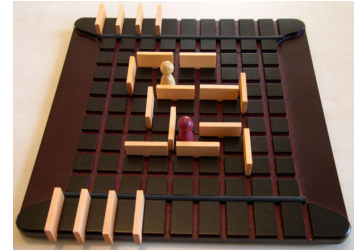


ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ (2015-16)

Εργασία 4¹

Στην εργασία αυτή, καλείστε να υλοποιήσετε ένα πρόγραμμα C που θα παίζει με αντίπαλο είτε έναν άνθρωπο, τον χρήστη του προγράμματος, είτε άλλο πρόγραμμα, μέσω ενός ελεγκτή/διαιτητή, το παιχνίδι *Quoridor*.



Το *Quoridor* παίζεται από δύο παίκτες σε ένα πλαίσιο διάστασης 9×9 , όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ο κάθε παίκτης ελέγχει ένα πiónι. Στην αρχή, τα δύο πiónια τοποθετούνται στη μεσαία θέση δύο απέναντι πλευρών του πλαισίου. Ο στόχος κάθε παίκτη είναι να φτάσει το πiónι του στην απέναντι πλευρά του πλαισίου. Οι δύο παίκτες ξεκινούν με 10 τοίχους. Οι παίκτες παίζουν εναλλάξ. Ο κάθε παίκτης, στη σειρά του, επιλέγει αν θα κινήσει το πiónι του κατά μια θέση, οριζόντια ή κατακόρυφα, ή θα τοποθετήσει έναν τοίχο. Οι τοίχοι είναι εμπόδια μήκους όσο 2 τετράγωνα του πλαισίου. Οι παίκτες τους τοποθετούν ώστε να εμποδίσουν την πορεία του αντιπάλου ή να διευκολύνουν τη δική τους. Εν τούτοις, ανά πάσα στιγμή πρέπει τα πiónια να έχουν ένα ανοικτό μονοπάτι προς την απέναντι πλευρά του πλαισίου. Ο πρώτος παίκτης που θα φτάσει απέναντι είναι ο νικητής.

Στο διαδίκτυο υπάρχουν ιστοσελίδες στις οποίες μπορείτε να παίζετε on-line το *Quoridor*, έτσι ώστε να εξοικειωθείτε με το παιχνίδι. Για παράδειγμα, δείτε την:

<http://quoridor.di.uoa.gr/>

Το *Quoridor* μπορεί εύκολα να γενικευθεί ως προς το μέγεθος του πλαισίου (αρκεί να είναι περιττό) και τον αριθμό των τοίχων που έχει αρχικά ο κάθε παίκτης. Υπάρχει και μια εκδοχή του παιχνιδιού με 4 παίκτες, όμως στα πλαίσια της εργασίας δεν θα ασχοληθούμε με αυτήν.

Αναλυτικά οι κανόνες του παιχνιδιού, ελαφρώς προσαρμοσμένοι στην παρούσα εργασία, και με διευκρινισμένες ορισμένες ασάφειες των επίσημων κανόνων βρίσκονται στον σύνδεσμο:

<http://quoridor.di.uoa.gr/rules.html>

Το *Quoridor* είναι ένα παιχνίδι στρατηγικής και το να αναπτυχθούν αλγόριθμοι ώστε να μπορεί ένας υπολογιστής να παίζει καλά αυτό το παιχνίδι είναι αντικείμενο ενός κλάδου της Πληροφορικής, που ονομάζεται Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence). Για αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται σε αντίστοιχα παιχνίδια, μπορείτε να βρείτε πληροφορίες στους παρακάτω συνδέσμους:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Minimax>

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

Η υλοποίηση μιας στοιχειώδους στρατηγικής (ασχέτως του είδους της) είναι υποχρεωτική, ώστε το πρόγραμμα σας να κερδίζει τον *αφελή* παίκτη που θα βρείτε στο

http://quoridor.di.uoa.gr/naive_quoridor/naive_quoridor_<arch>

όπου το <arch> είναι `linux_32`, `linux_64`, `windows_32.exe`, `windows_64.exe` ή `macosx`, ανάλογα με το σύστημα που σας ενδιαφέρει. Ωστόσο, αν ένα πρόγραμμα θέλει να συμμετάσχει στο κύπελλο, το οποίο περιγράφεται στο τέλος της εκφώνησης αυτής, και φιλοδοξεί να κερδίσει, θα πρέπει να ενσωματώσει μια καλή στρατηγική στο παίξιμό του.

Για τις ανάγκες της εργασίας, ορίστηκε ένα πρότυπο για την επικοινωνία μεταξύ προγραμμάτων που παίζουν *Quoridor*, το *Quoridor Text Protocol*, βασισμένο στο *GTP (Go Text Protocol)*. Το πρόγραμμα σας καλείται να υιοθετεί το πρότυπο αυτό. Για το *Quoridor Text Protocol* μπορείτε να δείτε την ιστοσελίδα:

¹ Η εργασία αυτή οφείλεται στους δευτεροετείς φοιτητές του Τμήματος **Σπύρο Αυλωνίτη** και **Γιάννο Χατζηαγάπη**. Εκτός από την πρόταση για την εργασία, ο Σπύρος και ο Γιάννος υλοποίησαν μηχανές παιξίματος *Quoridor*, τόσο “αφελείς” όσο και “έξυπνες”, εφαρμόζοντας μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης, οι οποίες είναι δυνατόν να λειτουργήσουν είτε σε περιβάλλον τερματικού είτε, γραφικά, μέσω ιστοσελίδας. Επίσης, υλοποίησαν διαιτητή/ελεγκτή σε Python για τον συντονισμό παιχνιδιών μεταξύ παικτών (ανθρώπων ή μηχανών), τροποποιώντας κατάλληλα προηγούμενους ελεγκτές/διαιτητές που είχαν υλοποιηθεί στο παρελθόν από συνεργάτες του μαθήματος για τις ανάγκες άλλων εργασιών. Τέλος, συνέγραψαν και την εκφώνηση της εργασίας. Τις θερμότερες ευχαριστίες μας για την προσφορά τους στο μάθημα!

<http://quoridor.di.uoa.gr/qtp/qtp.html>

Το πρόγραμμα που θα γράψετε θα πρέπει να είναι σε θέση να συνεργάζεται με τον ελεγκτή/διαιτητή που θα βρείτε στη διεύθυνση:

http://quoridor.di.uoa.gr/quoridor_referee.py

Μία ενδεικτική εκτέλεση του προγράμματος (έστω ότι το εκτελέσιμο ονομάζεται “ipquoridor”) είναι η εξής:

```
$ ./ipquoridor
boardsize 5
=

clear_board
=

walls 2
=

showboard
=
      A   B   C   D   E
+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   | B |   | 5  black walls:  2
+---+---+---+---+---+
4 |   |   |   |   |   | 4  white walls:  2
+---+---+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+
1 |   |   | W |   |   | 1
+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E

genmove black
= C4

showboard
=
      A   B   C   D   E
+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   | 5  black walls:  2
+---+---+---+---+---+
4 |   |   | B |   |   | 4  white walls:  2
+---+---+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+
1 |   |   | W |   |   | 1
+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E

playmove white c2
=

genmove black
= B5 h
```

showboard

=

```

      A   B   C   D   E
+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   | 5  black walls:  1
+---+=====+---+---+
4 |   |   | B |   |   | 4  white walls:  2
+---+---+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+
2 |   |   | W |   |   | 2
+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E
```

playwall white c2 horizontal

=

.....

genmove black

= C2

showboard

=

```

      A   B   C   D   E
+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   | 5  black walls:  0
+---+=====+=====+
4 |   |   |   |   |   | 4  white walls:  1
+---+---+---+---+---+
3 |   | W |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+
2 |   |   | B |   |   | 2
+---+---+=====+---+
1 |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E
```

playmove white b4

=

genmove black

= B2

showboard

=

```

      A   B   C   D   E
+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   | 5  black walls:  0
+---+=====+=====+
4 |   | W |   |   |   | 4  white walls:  1
+---+---+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+
2 |   | B |   |   |   | 2
+---+---+=====+---+
```

```

1 |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E

```

```

playwall white a2 horizontal
=

```

```

genmove black
= C2

```

```

showboard
=
      A   B   C   D   E
+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   | 5  black walls:  0
+---+=====+=====+
4 |   | W |   |   |   | 4  white walls:  0
+---+---+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+
2 |   |   | B |   |   | 2
+=====+=====+---+
1 |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E

```

```

playmove white a4
=

```

```

genmove black
= D2

```

```

showboard
=
      A   B   C   D   E
+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   | 5  black walls:  0
+---+=====+=====+
4 | W |   |   |   |   | 4  white walls:  0
+---+---+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   | B |   | 2
+=====+=====+---+
1 |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E

```

```

playmove white a5
=

```

```

winner
= true white

```

```

quit
=

```

```

$

```

Το πρόγραμμα που θα γράψετε θα μπορεί να δέχεται ορίσματα, αν το κρίνετε απαραίτητο, όπως για το μέγεθος του ταμπλό (`-size <n>`), για τον αριθμό των αρχικών τοίχων των παικτών (`-walls <w>`), ή ό,τι άλλο νομίζετε. Αν, για οποιοδήποτε λόγο, χρησιμοποιήσετε τυχειότητα στο πρόγραμμά σας, θα πρέπει να έχετε προβλέψει να δίνεται στη γραμμή εντολής σαν όρισμα το φύτρο της γεννήτριας τυχαίων αριθμών (`-seed <s>`). Τα ορίσματα της γραμμής εντολής του προγράμματός σας θα πρέπει να τα τεκμηριώσετε πλήρως στο συνοδευτικό αρχείο `README` της υποβολής σας. Σε κάθε περίπτωση, οποιαδήποτε πρωτοβουλία πάρετε στην υλοποίηση του προγράμματος που θα παραδώσετε θα πρέπει να αναφέρεται ρητά στο `README`.

Στο τέλος της εκφώνησης, βρίσκονται τμήματα ενδεικτικών εκτελέσεων μέσω του ελεγκτή/διαιτητή `quoridor_referee.py`.

Παραδοτέο

Για να παραδώσετε τη δουλειά σας, θα πρέπει να κάνετε τα εξής:

- Τοποθετήστε όλα τα αρχεία (πηγαία και αρχεία επικεφαλίδας) μέσα σ' ένα κατάλογο που θα δημιουργήσετε, έστω με όνομα `ipquoridor`, σε κάποιο σύστημα Unix. Επίσης, τοποθετήστε στον κατάλογο αυτό και ένα αρχείο με όνομα `README`, στο οποίο να δίνετε οδηγίες για τη μεταγλώττιση των αρχείων και την κατασκευή του τελικού εκτελέσιμου, την περιγραφή των ορισμάτων γραμμής εντολής του προγράμματός σας, καθώς και ό,τι άλλο κρίνετε σκόπιμο να επισημάνετε. Προαιρετικά, μπορείτε να παραδώσετε και ένα αρχείο `Makefile` που να αναλαμβάνει όλη τη διαδικασία της κατασκευής του τελικού εκτελέσιμου μέσω της εντολής `"make"` (δώστε `"man make"` για περισσότερες λεπτομέρειες).
- Όντας στον κατάλογο που περιέχει τον κατάλογο `ipquoridor`, δημιουργήστε ένα επιπεδοποιημένο `tar` αρχείο (έστω με όνομα `ipquoridor.tar`) που περιέχει τον κατάλογο `ipquoridor` και όλα του τα περιεχόμενα. Αυτό γίνεται με την εντολή `"tar cvf ipquoridor.tar ipquoridor"`.²
- Συμπίεστε το αρχείο `ipquoridor.tar`, ώστε να δημιουργηθεί το αρχείο `ipquoridor.tar.gz`. Αυτό γίνεται με την εντολή `"gzip ipquoridor.tar"`.³
- Το αρχείο `ipquoridor.tar.gz` είναι που θα πρέπει να υποβάλετε μέσω του συστήματος υποβολής στη διεύθυνση <http://subhw.di.uoa.gr>.⁴

Ομαδική άσκηση

Η άσκηση αυτή μπορεί να παραδοθεί και από **ομάδες των δύο ατόμων**. Στην περίπτωση αυτή, θα παραδοθεί μόνο από το ένα μέλος της ομάδας, αλλά μέσα στο αρχείο `README` θα αναφέρονται σαφώς τα στοιχεία των δύο μελών. Ο στόχος της διαδικασίας αυτής είναι να ενισχυθεί η ιδέα της **ισότιμης** συνεργασίας σε μία ομάδα για την επίτευξη ενός στόχου. Αν τα μέλη της ομάδας έχουν υλοποιήσει διαφορετικά τμήματα της άσκησης, θα πρέπει στο αρχείο `README` να αναφέρεται ρητά τι έχει υλοποιήσει κάθε μέλος, έτσι ώστε στην προφορική εξέταση που θα ακολουθήσει, να μην υπάρχει η απαίτηση να έχει κάποιο μέλος της ομάδας πλήρη γνώση του πώς έχουν υλοποιηθεί τα τμήματα στα οποία εκείνο δεν έχει εμπλακεί.

²Αν θέλετε να ανακτήσετε την δενδρική δομή που έχει φυλαχθεί σ' ένα επιπεδοποιημένο `tar` αρχείο `file.tar`, αυτό μπορεί να γίνει με την εντολή `"tar xvf file.tar"`.

³Αν θέλετε να αποσυμπίεσετε ένα αρχείο `file.gz` που έχει συμπίεσθεί με την εντολή `gzip`, αυτό μπορεί να γίνει με την εντολή `"gzip -d file.gz"`.

⁴Μην υποβάλετε ασυμπίεστα αρχεία ή αρχεία που είναι συμπεσμένα σε άλλη μορφή εκτός από `tar.gz` (π.χ. `rar`, `7z`, `zip`, κλπ.), γιατί δεν θα γίνονται δεκτά για αξιολόγηση.

Κύπελλο Quoridor (BONUS βαθμολογία)

Οι ασκήσεις που θα υποβληθούν θα μπορούν να συμμετάσχουν, εφ' όσον το δηλώσουν οι συγγραφείς τους, σε κύπελλο Quoridor που θα διεξαχθεί, με σύστημα knock-out, την τελευταία ημέρα της προφορικής εξέτασης των ασκήσεων, μετά το τέλος της. Για τις τρεις καλύτερες ασκήσεις, θα υπάρξει επιβράβευση στη βαθμολογία τους κατά 100%, 70% και 40%, κατά σειρά. Το πρόγραμμα που θα κερδίσει το κύπελλο θα αναμετρηθεί και με αυτό που υλοποίησαν ο Σπύρος και ο Γιάννος εφαρμόζοντας μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης. Σε περίπτωση που αναδειχθεί νικητής, θα έχει επιπλέον bonus στη βαθμολογία κατά 100%. Περισσότερες λεπτομέρειες για το κύπελλο θα ανακοινωθούν εν καιρώ στο φόρουμ του μαθήματος. Την εποπτεία της διοργάνωσης του κυπέλλου θα αναλάβουν ο Σπύρος και ο Γιάννος.

```
$ ./quoridor_referee.py --black ./ipquoridor --white ./ipquoridor --size 9 \
  --walls 10 --verbose 1
Welcome to the Quoridor Tournament! I'm going to be your referee for this game
Created by Teo Georgiou for the Introduction to Programming course, UoA, 2011
Updated by John Vlachopoulos and Sotirios-Efstathios Maneas for the
  Introduction to Programming course, UoA, 2012-2013
Updated by Spyros Avlonitis and Giannos Chatziagapis for the
  Introduction to Programming course, UoA, 2015
```

```
-----
boardsize set to 9
walls set to 10
verbose set to 1
games set to 1
seed set to 1450985271
```

```
-----
IP Quoridor (black player) vs IP Quoridor (white player)
-----
```

Game 1 starting now!

```
IP Quoridor (black player) moves to E8
IP Quoridor (white player) moves to E2
IP Quoridor (black player) moves to E7
IP Quoridor (white player) moves to E3
IP Quoridor (black player) places horizontal wall at D8
IP Quoridor (white player) places horizontal wall at D7
IP Quoridor (black player) places horizontal wall at F9
IP Quoridor (white player) places vertical wall at E7
IP Quoridor (black player) moves to D7
IP Quoridor (white player) places horizontal wall at B7
IP Quoridor (black player) places horizontal wall at E4
IP Quoridor (white player) places vertical wall at A8
IP Quoridor (black player) moves to C7
IP Quoridor (white player) places horizontal wall at E3
IP Quoridor (black player) places horizontal wall at G4
IP Quoridor (white player) places horizontal wall at A4
IP Quoridor (black player) moves to C8
IP Quoridor (white player) moves to F3
IP Quoridor (black player) places vertical wall at G3
IP Quoridor (white player) moves to E3
IP Quoridor (black player) places vertical wall at D3
IP Quoridor (white player) moves to F3
```

```

IP Quoridor (black player) moves to D8
IP Quoridor (white player) places vertical wall at E9
IP Quoridor (black player) places horizontal wall at H3
IP Quoridor (white player) places vertical wall at C2
IP Quoridor (black player) moves to C8
IP Quoridor (white player) places horizontal wall at B2
IP Quoridor (black player) moves to B8
IP Quoridor (white player) places horizontal wall at B9
IP Quoridor (black player) moves to C8
IP Quoridor (white player) moves to G3
IP Quoridor (black player) moves to D8
IP Quoridor (white player) moves to G2
IP Quoridor (black player) moves to D9
IP Quoridor (white player) moves to F2
IP Quoridor (black player) moves to C9
IP Quoridor (white player) moves to E2
IP Quoridor (black player) places horizontal wall at E2
IP Quoridor (white player) moves to F2
IP Quoridor (black player) moves to B9
IP Quoridor (white player) moves to G2
IP Quoridor (black player) moves to A9
IP Quoridor (white player) moves to G1
IP Quoridor (black player) moves to A8
IP Quoridor (white player) moves to F1
IP Quoridor (black player) moves to A7
IP Quoridor (white player) moves to E1
IP Quoridor (black player) moves to A6
IP Quoridor (white player) moves to D1
IP Quoridor (black player) moves to A5
IP Quoridor (white player) moves to D2
IP Quoridor (black player) moves to A4
IP Quoridor (white player) moves to D3
IP Quoridor (black player) moves to B4
IP Quoridor (white player) moves to D4
IP Quoridor (black player) moves to C4
IP Quoridor (white player) moves to B4
IP Quoridor (black player) places vertical wall at A6
IP Quoridor (white player) moves to A4
IP Quoridor (black player) places horizontal wall at A5
IP Quoridor (white player) moves to B4
IP Quoridor (black player) moves to C3
IP Quoridor (white player) moves to C4
IP Quoridor (black player) moves to D3
IP Quoridor (white player) moves to C5
IP Quoridor (black player) moves to D2
IP Quoridor (white player) moves to D5
IP Quoridor (black player) moves to D1

```

```

IP Quoridor (black player) wins game 1
both players agree
IP Quoridor (black player) took 34.09s to decide its moves
IP Quoridor (white player) took 33.98s to decide its moves

```

```

-----
$ ./quoridor_referee.py --black ./naive --white ./ipquoridor --size 7 \
--walls 5 --verbose 2

```

Welcome to the Quoridor Tournament! I'm going to be your referee for this game
 Created by Teo Georgiou for the Introduction to Programming course, UoA, 2011
 Updated by John Vlachopoulos and Sotirios-Efstathios Maneas for the

```
-----
boardsize set to 7
walls set to 5
verbose set to 2
games set to 1
seed set to 1450985709
```

```
-----
Naive (black player) vs IP Quoridor (white player)
-----
```

Game 1 starting now!

	A	B	C	D	E	F	G	
7				B				7 black walls: 5
6								6 white walls: 5
5								5
4								4
3								3
2								2
1				W				1

Naive (black player) places horizontal wall at F4

	A	B	C	D	E	F	G	
7				B				7 black walls: 4
6								6 white walls: 5
5								5
4								4
3								3
2								2
1				W				1

IP Quoridor (white player) moves to D2

```

      A      B      C      D      E      F      G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   | B |   |   |   | 7  black walls:  4
+---+---+---+---+---+---+---+
6 |   |   |   |   |   |   |   | 6  white walls:  5
+---+---+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |   |   |   |   |   | 4
+---+---+---+---+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   | W |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
      A      B      C      D      E      F      G

```

Naive (black player) places vertical wall at B4

```

      A      B      C      D      E      F      G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |      |      |      | B  |      |      | 7  black walls:  3
+---+---+---+---+---+---+---+
6 |      |      |      |      |      |      | 6  white walls:  5
+---+---+---+---+---+---+---+
5 |      |      |      |      |      |      | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |      |      ||      |      |      |      | 4
+---+---+---||---+---+---+=====+
3 |      |      ||      |      |      |      | 3
+---+---+---+---+---+---+---+
2 |      |      |      | W  |      |      | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |      |      |      |      |      |      | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
      A      B      C      D      E      F      G

```

IP Quoridor (white player) places horizontal wall at D7

```

      A      B      C      D      E      F      G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   | B |   |   |   | 7  black walls:  3
+---+---+---+=====+---+---+---+
6 |   |   |   |   |   |   |   | 6  white walls:  4
+---+---+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   ||   |   |   |   |   | 4
+---+---+---||---+---+---+=====+
3 |   |   ||   |   |   |   |   | 3
+---+---+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   | W |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
      A      B      C      D      E      F      G

```

Naive (black player) places horizontal wall at A3

```

      A      B      C      D      E      F      G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   B |   |   |   | 7  black walls:  2
+---+---+---+=====+---+---+---+
6 |   |   |   |   |   |   |   | 6  white walls:  4
+---+---+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   ||   |   |   |   |   | 4
+---+---+---||---+---+---+=====+
3 |   |   ||   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   W |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
      A      B      C      D      E      F      G

```

IP Quoridor (white player) places horizontal wall at B7

```

      A      B      C      D      E      F      G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   B |   |   |   | 7  black walls:  2
+---+=====+=====+---+---+
6 |   |   |   |   |   |   |   | 6  white walls:  3
+---+---+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   |   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   ||   |   |   |   | 4
+---+---+||---+---+=====+
3 |   |   ||   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   W |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
      A      B      C      D      E      F      G

```

Naive (black player) places vertical wall at D6

```

      A      B      C      D      E      F      G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   | B |   |   |   | 7  black walls:  1
+---+=====+=====+---+---+
6 |   |   |   |   ||   |   |   | 6  white walls:  3
+---+---+---+---+---+---+---+
5 |   |   |   |   ||   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   ||   |   |   |   |   | 4
+---+---+---+---+---+=====+
3 |   |   ||   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   | W |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+

```

IP Quoridor (white player) moves to D3

Naive (black player) moves to E7

IP Quoridor (white player) moves to D4

```

      A      B      C      D      E      F      G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   B |   |   | 7  black walls:  1
+---+=====+=====+---+---+
6 |   |   |   |   ||   |   |   | 6  white walls:  3
+---+---+---+---+---||---+---+---+
5 |   |   |   |   ||   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   ||   |   W |   |   |   | 4
+---+---+---||---+---+---+=====+
3 |   |   ||   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1

```

```

+---+---+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E   F   G

```

Naive (black player) places horizontal wall at E6

```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   B |   |   | 7 black walls:  0
+---+=====+=====+---+---+
6 |   |   |   |   ||   |   |   | 6 white walls:  3
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   |   ||   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   ||   | W |   |   |   | 4
+---+---+---+---+---+=====+
3 |   |   ||   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E   F   G

```

IP Quoridor (white player) moves to D5

```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   B |   |   | 7 black walls:  0
+---+=====+=====+---+---+
6 |   |   |   |   ||   |   |   | 6 white walls:  3
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   | W ||   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   ||   |   |   |   |   | 4
+---+---+---+---+---+=====+
3 |   |   ||   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E   F   G

```

Naive (black player) moves to F7

```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   B |   |   | 7 black walls:  0
+---+=====+=====+---+---+
6 |   |   |   |   ||   |   |   | 6 white walls:  3
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   | W ||   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   ||   |   |   |   |   | 4
+---+---+---+---+---+=====+
3 |   |   ||   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+

```

```

1 | | | | | | | | 1
+---+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E   F   G

```

IP Quoridor (white player) moves to D6

```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+
7 | | | | | | B | | 7 black walls: 0
+---+=====+---+---+
6 | | | | W || | | | 6 white walls: 3
+---+---+---+---+=====+---+
5 | | | | | || | | | 5
+---+---+---+---+---+---+
4 | | | || | | | | | 4
+---+---+||---+---+=====+
3 | | | || | | | | | 3
+=====+---+---+---+---+
2 | | | | | | | | | 2
+---+---+---+---+---+---+
1 | | | | | | | | | 1
+---+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E   F   G

```

Naive (black player) moves to F6

```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+
7 | | | | | | | | 7 black walls: 0
+---+=====+---+---+
6 | | | | W || | B | | 6 white walls: 3
+---+---+---+---+=====+---+
5 | | | | | || | | | 5
+---+---+---+---+---+---+
4 | | | || | | | | | 4
+---+---+||---+---+=====+
3 | | | || | | | | | 3
+=====+---+---+---+---+
2 | | | | | | | | | 2
+---+---+---+---+---+---+
1 | | | | | | | | | 1
+---+---+---+---+---+---+
      A   B   C   D   E   F   G

```

IP Quoridor (white player) moves to C6

```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+
7 | | | | | | | | 7 black walls: 0
+---+=====+---+---+
6 | | | W | || | B | | 6 white walls: 3
+---+---+---+---+=====+---+
5 | | | | | || | | | 5
+---+---+---+---+---+---+
4 | | | || | | | | | 4
+---+---+||---+---+=====+
3 | | | || | | | | | 3
+=====+---+---+---+---+
2 | | | | | | | | | 2

```

```

+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E   F   G

```

Naive (black player) moves to G6

```

  A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+-----+---+---+
6 |   |   | W |   |   |   | B | 6 white walls: 3
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   |   |   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |   |   |   |   |   | 4
+---+---+---+---+---+=====+
3 |   |   |   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E   F   G

```

IP Quoridor (white player) moves to B6

```

  A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+=====+---+---+
6 |   | W |   |   |   |   | B | 6 white walls: 3
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   |   |   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |   |   |   |   |   | 4
+---+---+---+---+---+=====+
3 |   |   |   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E   F   G

```

Naive (black player) moves to G5

```

  A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+=====+---+---+
6 |   | W |   |   |   |   |   | 6 white walls: 3
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   |   |   |   | B | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |   |   |   |   |   | 4
+---+---+---+---+---+=====+
3 |   |   |   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+

```

```

2 |   |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E   F   G

```

IP Quoridor (white player) moves to A6

```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+=====+---+---+
6 | W |   |   |   |   |   |   | 6 white walls: 3
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   |   |   |   | B | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |   |   |   |   |   | 4
+---+---+=====+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E   F   G

```

Naive (black player) moves to G4

```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+=====+---+---+
6 | W |   |   |   |   |   |   | 6 white walls: 3
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   |   |   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |   |   |   |   | B | 4
+---+---+=====+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   |   |   | 3
+=====+---+---+---+---+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
  A   B   C   D   E   F   G

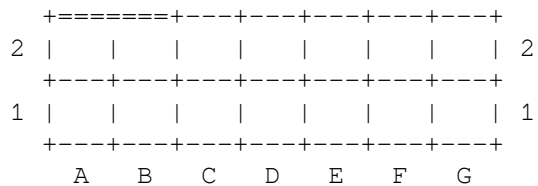
```

IP Quoridor (white player) places vertical wall at E4

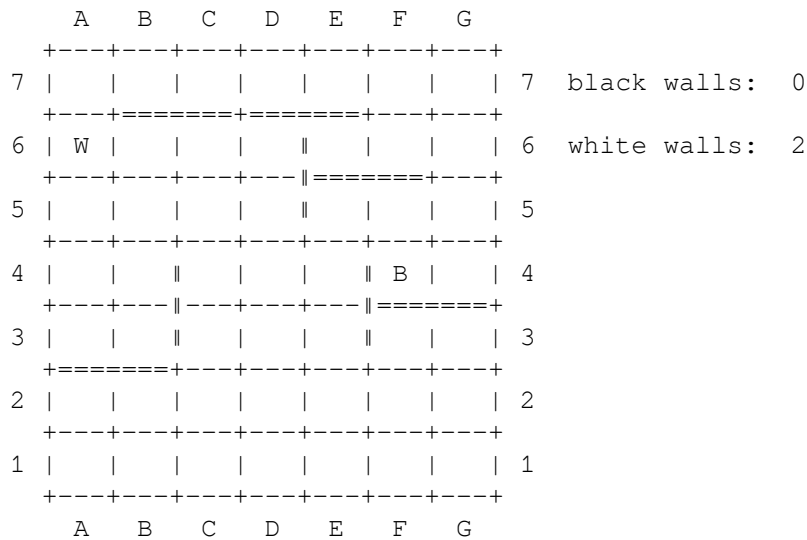
```

      A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+=====+---+---+
6 | W |   |   |   |   |   |   | 6 white walls: 2
+---+---+---+---+=====+---+
5 |   |   |   |   |   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |   |   |   |   | B | 4
+---+---+=====+---+---+---+
3 |   |   |   |   |   |   |   | 3

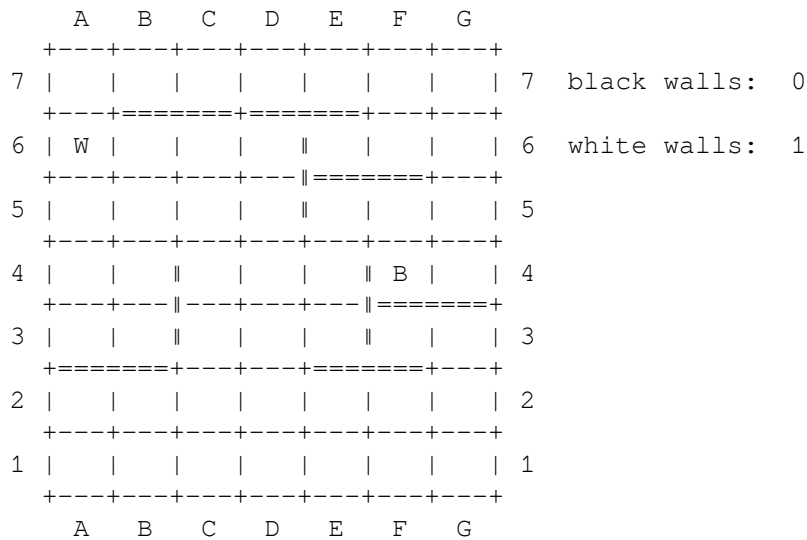
```



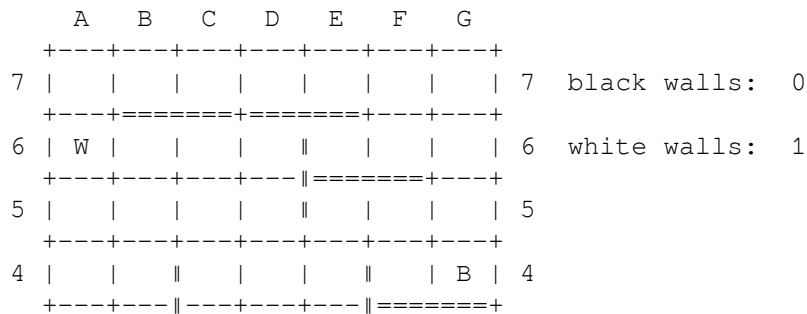
Naive (black player) moves to F4



IP Quoridor (white player) places horizontal wall at E3



Naive (black player) moves to G4




```

3 |   |   |  ||   |   |   |  ||   |   | 3
+=====+---+---+=====+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+
    A   B   C   D   E   F   G

```

IP Quoridor (white player) places vertical wall at D4

```

    A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+=====+---+---+
6 | W |   |   |   |  ||   |   |   | 6 white walls: 0
+---+---+---+---+--- ||=====+---+
5 |   |   |   |   |  ||   |   |   | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |  ||   |   |  ||   |   | B | 4
+---+---+ ||---+---+ ||--- ||=====+
3 |   |   |  ||   |   |  ||   |   |   | 3
+=====+---+---+=====+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
    A   B   C   D   E   F   G

```

Naive (black player) moves to G5

```

    A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 |   |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+=====+---+---+
6 | W |   |   |   |  ||   |   |   | 6 white walls: 0
+---+---+---+---+--- ||=====+---+
5 |   |   |   |   |  ||   |   | B | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |  ||   |   |  ||   |   |   | 4
+---+---+ ||---+---+ ||--- ||=====+
3 |   |   |  ||   |   |  ||   |   |   | 3
+=====+---+---+=====+---+
2 |   |   |   |   |   |   |   |   | 2
+---+---+---+---+---+---+---+
1 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1
+---+---+---+---+---+---+---+
    A   B   C   D   E   F   G

```

IP Quoridor (white player) moves to A7

```

    A   B   C   D   E   F   G
+---+---+---+---+---+---+---+
7 | W |   |   |   |   |   |   | 7 black walls: 0
+---+=====+=====+---+---+
6 |   |   |   |   |  ||   |   |   | 6 white walls: 0
+---+---+---+---+--- ||=====+---+
5 |   |   |   |   |  ||   |   | B | 5
+---+---+---+---+---+---+---+
4 |   |   |  ||   |   |  ||   |   |   | 4

```

	+---+--- ---+--- --- =====+								
3									3
	+=====+---+---+=====+---+								
2									2
	+---+---+---+---+---+---+---+								
1									1
	+---+---+---+---+---+---+---+								
	A	B	C	D	E	F	G		

IP Quoridor (white player) wins game 1
 both players agree
 Naive (black player) took 0.00s to decide its moves
 IP Quoridor (white player) took 3.08s to decide its moves