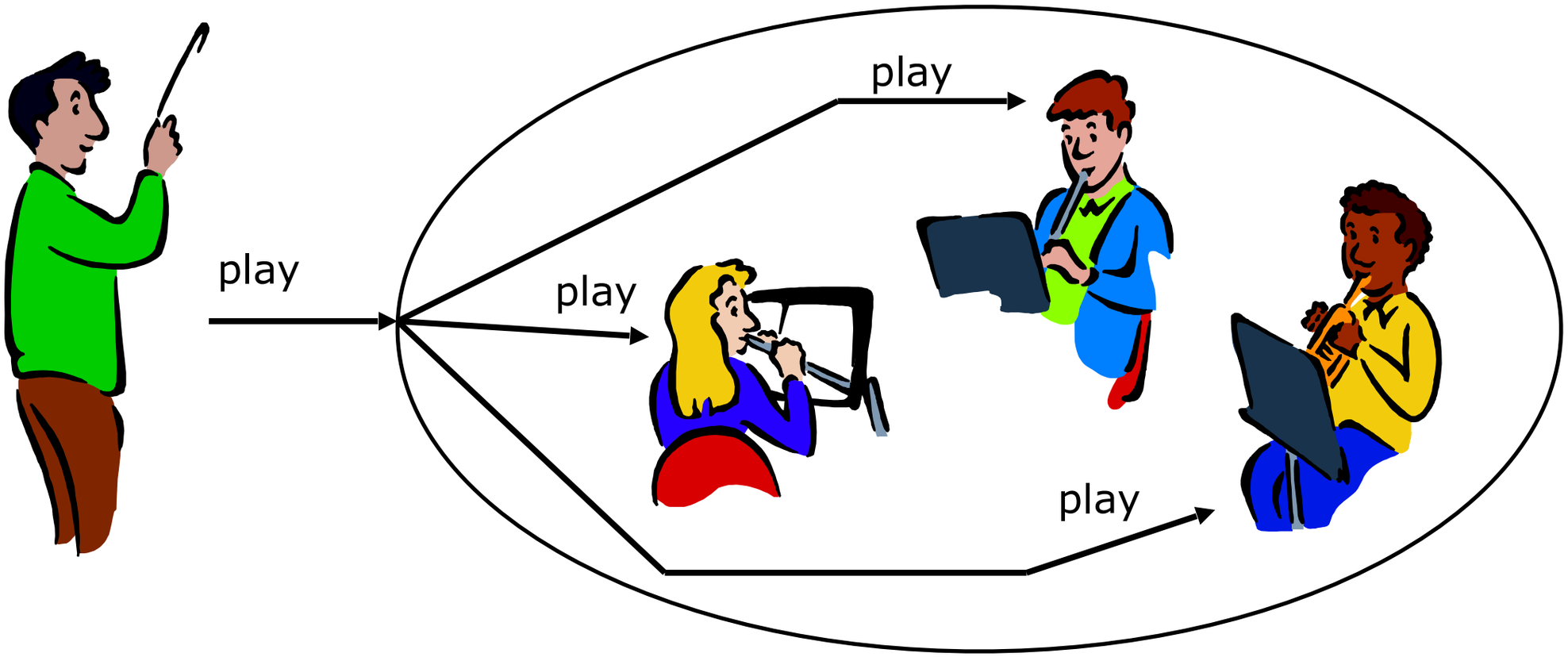
Complexe Interacties

Een optimale werkverdeling



3. Aanpasbaarheid

versie 13 (displayGame)

- 0, 1, infinity principle
- say things once and only once

versie 14 (displayGame)

- coupling / cohesion
- [testen] ASCII uitvoer

versie 15 (Player)

- domeinmodel

versie 16 (Player.moves)

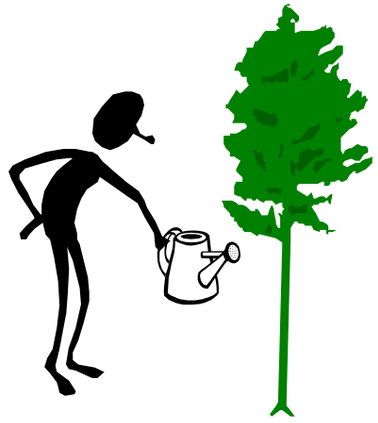
- vermijd gebruikersinvoer

versie 17 (Player. winner())

- Basisfunctionaliteit

Conclusie

Vereisten



Vereisten	Technieken
• Betrouwbaarheid	• Testen + Contracten
• Aanpasbaarheid	• Objectgericht ontwerp
• Planning	• Tijdsschatting
Werktuigen	
• “Build”	• Make, CMake
• Editor, Debugger	• CLion
• Documentatie	• Doxygen
• Version control	• Git / Github / Gitlab

Magic Numbers

```
void displayGame(TicTacToe& ttt) {
    ...
    for (row = '1'; row <= '3'; row++) {
        cout << row;
        for (col = 'a'; col <= 'c'; col++) {
    ...
}
```

TicTacToe12

```
void TicTacToe::doMove() {
    ...
    col = (char) (_nrOfMoves % 3) + 'a';
    row = (char) (_nrOfMoves / 3) + '1';
    ...
}
```

```
TEST_F(TicTactToeTest, HappyDay) {
...
    for (col = 'a'; col <= 'c'; col++)
        for (row = '1'; row <= '3'; row++) {
...
}
```

Vuistregel

"0, 1, infinity" principle
Allow - none of foo,
- one of foo, or
- any number of foo.

Waarom ?

zet geen arbitraire limieten

⇒ Vroeg of laat zullen deze limieten aangepast moeten worden

Refactor:

creëer een constante die de arbitraire waarde voorstelt

Vuistregel

Variant op
"Keep It Stupidly Simple"

say things
once and only once

Waarom ?

duplicatie en redundantie

⇒ veranderen moet op twee, drie … plaatsen

(eentje wordt vroeg of laat vergeten)

Refactor:

creëer abstractie via naam, functie, klasse, …

Y2K

kalenderjaar = laatste
twee cijfers

'98 '99 ?? '00 '01

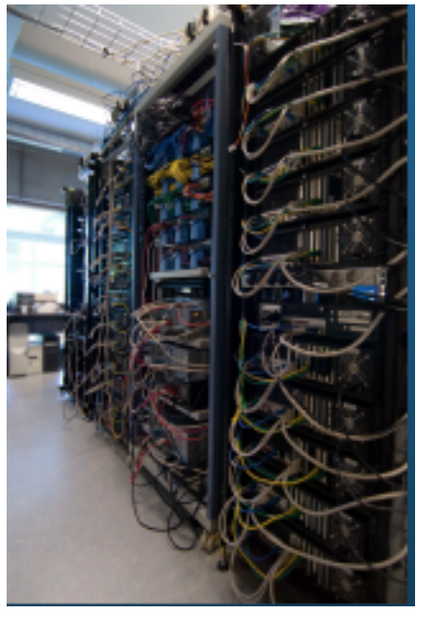
Y2K Cost in Perspective

- (Sources: Gartner Group and Congressional Research Service)
- World War II: $4200 billion
- Millennium bug (Y2K): $600 billion
- Vietnam conflict: $500 billion
- Kobe earthquake: $100 billion
- Los Angeles earthquake: $60 billion

IPv4 address space

Internet Protocol (version 4)
address ruimte = 2^{32}
≈ 4 × 109 ≈ 4 miljard
3 februari 2011

- laatste nummer toegewezen door Internet Assigned Numbers Authority (IANA)



Internet Protocol (version 6)
address ruimte = 2^{128}
≈ 3,4 × 1038
∀ aardbewoner
± 50 quadriljard adressen

Magic Numbers ⇒ Constantes

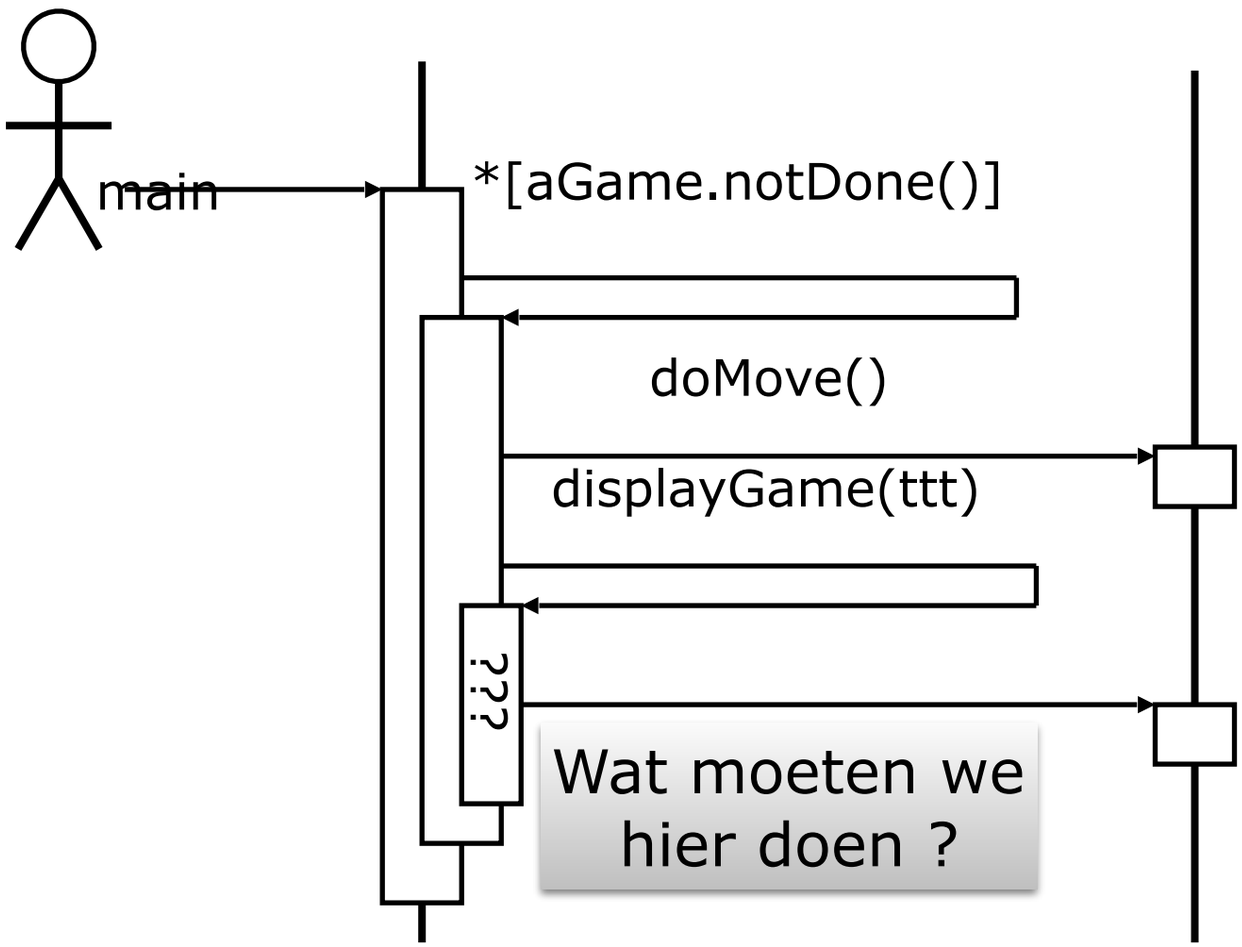
```
void displayGame(TicTacToe& ttt) {
      ...
      for (row = minRow; row <= maxRow; row++) {
            cout << row;
            for (col = minCol; col <= maxCol; col++) {  ...
}
```

TicTacToe13

```
void TicTacToe::doMove() {
      ...
      col = (char) (_nrOfMoves % 3) + minCol;
      row = (char) (_nrOfMoves / 3) + minRow;
      ...
}
```

```
TEST_F(TicTactToeTest, HappyDay) {
...
      for (col = minCol; col <= maxCol; col++)
            for (row = minRow; row <= maxRow; row++) {
...
}
```

TicTacToe13




```
int main(int argc, char **argv) {
      TicTacToe ttt;

      while (ttt.notDone()) {
            ttt.doMove();
            cout << endl << endl;
            displayGame(ttt);
      };
}
```

Pass by Reference vs. Pass by Value (1/2)

TicTacToe13

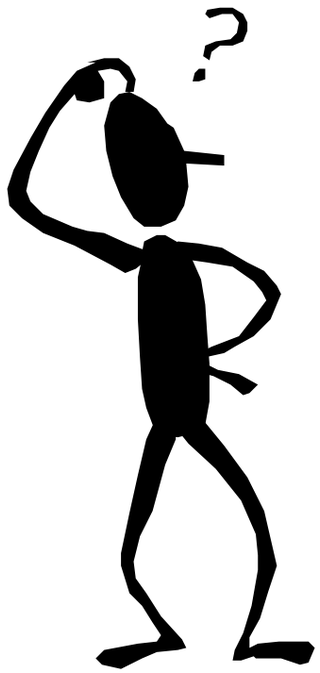
```
void displayGame(TicTacToe& ttt) {
    …
}
```

```
TicTacToe numberOfMoves = 1
    a   b   c
  -------------
1 | O |   |   |
2 |   |   |   |
3 |   |   |   |
  -------------
```

```
TicTacToe numberOfMoves = 2
    a   b   c
  -------------
1 | O | X |   |
2 |   |   |   |
3 |   |   |   |
  -------------
```

```
void displayGame(TicTacToe ttt) {
    …
}
```

```
TicTacToe.cpp:44: failed assertion
    `TicTacToe wasn't initialized …
TicTacToe numberOfMoves = Abort trap: 6
```



Pass by Reference vs. Pass by Value (2/2)

properlyInitialized ⇒ defensieve programmeerstijl

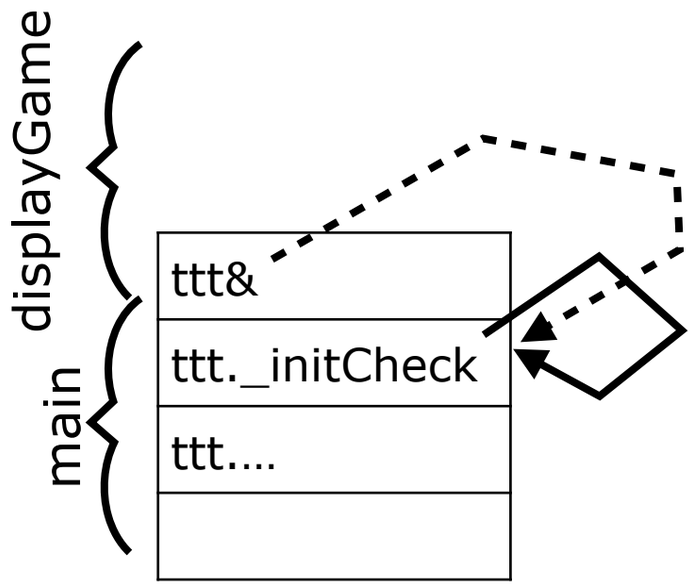
```
void displayGame(TicTacToe& ttt) {
      …

int main(…) {
     TicTacToe ttt;
      …
```

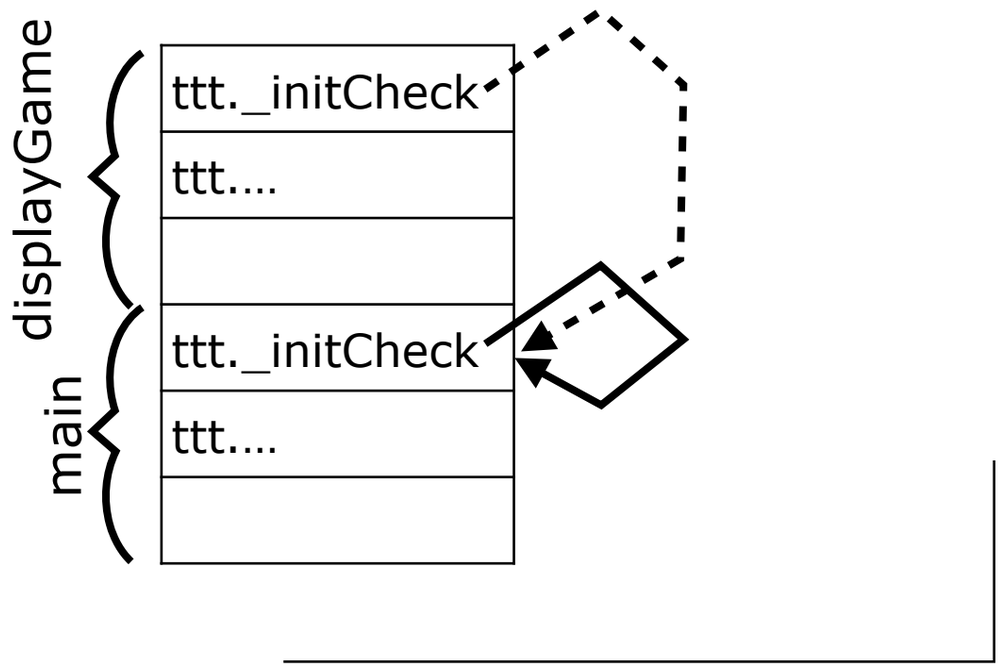
```
void displayGame(TicTacToe ttt) {
      …

int main(…) {
     TicTacToe ttt;
      …
```

Pass by Reference



Pass by Value



3. Aanpasbaarheid

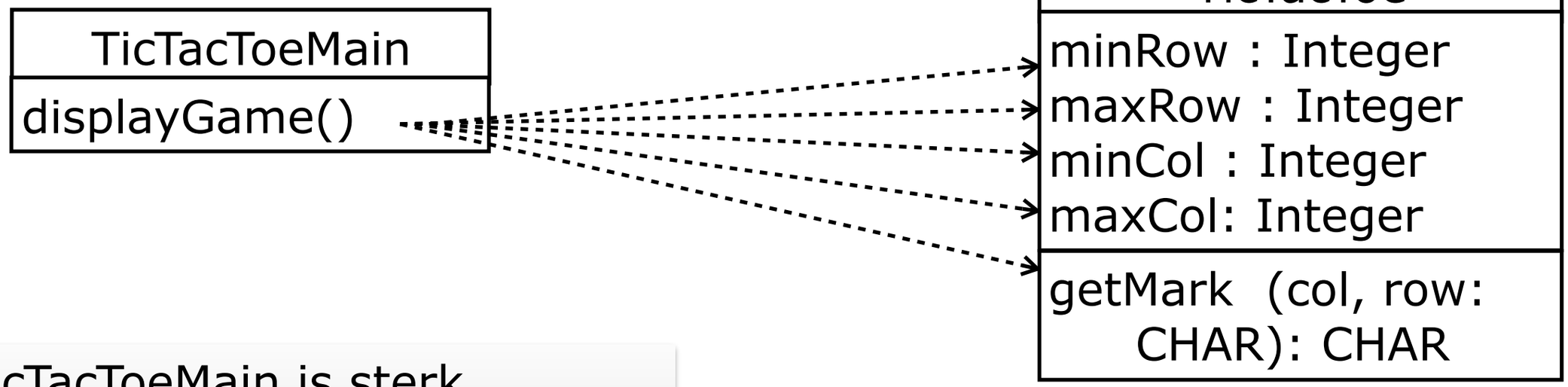
Sterke Koppeling (code)

```
void displayGame(TicTacToe& ttt) {
    char col, row;
    cout << "TicTacToe numberOfMoves = " << ttt.nrOfMoves() << endl;
    cout << "    a   b   c   " << endl;
    cout << "  ------------- " << endl;
    for (row = minRow; row <= maxRow; row++) {
        cout << row;
        for (col = minCol; col <= maxCol; col++) {
           cout << " | " << ttt.getMark(col, row);
        }
        cout << " |" << endl;
    };
    cout << "  ------------- " << endl;
}
```

Afhankelijk van
4 constantes &
1 operatie

Sterke Koppeling

TicTacToe13



TicTacToeMain is sterk gekoppeld aan TicTacToe

- Er zijn veel afhankelijkheden van TicTacToeMain naar TicTacToe
- Een verandering aan TicTacToe betekent meestal dat we ook TicTacToeMain moeten aanpassen

⇒ Aanpasbaarheid :(

Vuistregel

Waarom ?

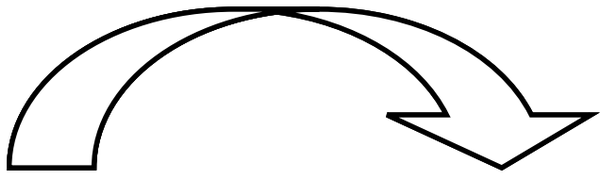
- veranderingen zullen eerder lokaal effect hebben
  ⇒ zwakke koppeling

Refactor:

- Routines die veel "get" operaties oproepen
  ⇒ verplaats naar de corresponderende klasse.

Zwakke Koppeling

TicTacToe13



TicTacToe14

TicTacToeMain
displayGame(ttt TicTacToe)

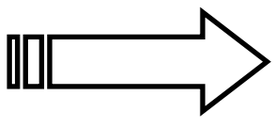
```
void displayGame(TicTacToe& ttt) {
    ...
    for (row = minRow;
        row <= maxRow; row++) {
        ... ttt.getMark(col, row);
    ...
}
```

TicTacToe
displayGame ()

```
void TicTacToe::displayGame() {
    ...
    for (row = minRow;
        row <= maxRow; row++) {
        ... this->getMark(col, row);
    ...
}
```

TicTacToeMain is *zwak* gekoppeld aan TicTacToe

- Er is maar één afhankelijkheid van TicTacToeMain naar TicTacToe
- Een verandering aan TicTacToe heeft zelden een effect op TicTacToeMain



Aanpasbaarheid :)

Koppeling via `cout`

```
void TicTacToe::displayGame() {
   char col, row;
   REQUIRE(this->properlyInitialized(),
      "TicTacToe wasn't initialized when calling displayGame");
   std::cout << "TicTacToe numberOfMoves = " << this->nrOfMoves()
      << std::endl;
   std::cout << "    a   b   c   " << std::endl;
   std::cout << "  ------------- " << std::endl;
   for (row = minRow; row <= maxRow; row++) {
      std::cout << row;
      for (col = minCol; col <= maxCol; col++) {
         std::cout << " | " << this->getMark(col, row);
      }
      std::cout << " |" << std::endl;
   };
   std::cout << "  ------------- " << std::endl;
}
```

TicTacToe is afhankelijk van `cout`
⇒ alleen uitvoer op console ☹

Vuistregel

Nooit user-interface code
in de basisklassen

Waarom ?

- Minder kans op veranderingen in basisklassen
  (user-interface wordt vaak veranderd)

Refactor:

- Extra parameter als in/uitvoerkanaal naar de buitenwereld

Koppeling via `ostream`

```
void TicTacToe::writeOn(std::ostream& onStream) {
   char col, row;
   REQUIRE(this->properlyInitialized(),
         "TicTacToe wasn't initialized when calling displayGame");
   onStream << "TicTacToe numberOfMoves = " << this->nrOfMoves() <<
std::endl;
   onStream << "    a   b   c   " << std::endl;
   onStream << "  ------------- " << std::endl;
   for (row = minRow; row <= maxRow; row++) {
      onStream << row;
      for (col = minCol; col <= maxCol; col++) {
         onStream << " | " << this->getMark(col, row);
      }
      onStream << " |" << std::endl;
   };
   onStream << "  ------------- " << std::endl;
}
```

Extra parameter als uitvoerkanaal
+ betere naamgeving

Cohesie

TicTacToe14

TicTacToe
TicTacToe(); getMark (col, row: CHAR): CHAR setMark (col, row, marker: CHAR): CHAR notDone (): BOOLEAN doMove () writeOn (o: ostream)

```
<<precondition>>
properlyInitialized() &
("a"<=col) & (col<="c") &
    ("1"<=row) &
(row<="3")

<<postcondition>>
(result = "O”) OR (result
= "X")
OR (result = " ")
```

```
<<precondition>>
…

<<postcondition>>
getMark(col, row) =
marker
```

TicTacToe is redelijk cohesief

- 1 operatie gebruiken impliceert ook het gebruik van alle andere
- alle operaties zijn nodig/nuttig

⇒ veranderingen aan de interface

zijn weinig waarschijnlijk

⇒ Aanpasbaarheid ☺

Koppeling vs. Cohesie

Koppeling

= mate waarin een component afhankelijk is van andere componenten

te MINIMALISEREN

⇒ veranderingen hebben minder impact

Cohesie

= mate waarin de onderdelen van een component afhankelijk zijn van elkaar

te MAXIMALISEREN

⇒ veranderingen zijn minder waarschijnlijk

?? Ideaal ??

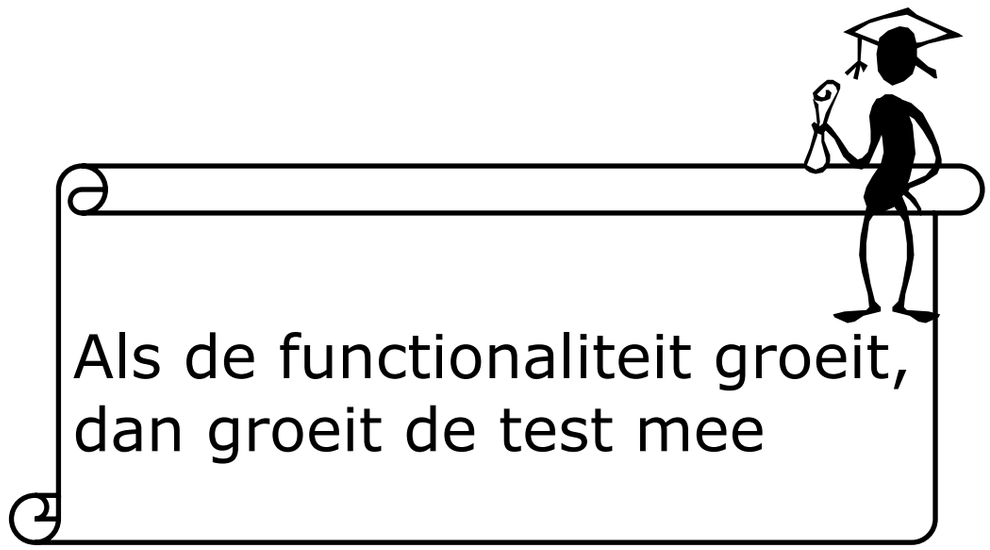
= een component die niks doet

⇒ perfectie is niet haalbaar

Testen van ASCII uitvoer (TicTacToe14)

TicTacToe
TicTacToe(); getMark (col, row: CHAR): CHAR setMark (col, row, marker: CHAR): CHAR notDone (): BOOLEAN doMove () writeOn (o: ostream)

Hoe testen we de uitvoer ?



Vuistregel

Test lange uitvoer door het vergelijken van files.

Waarom ?

- Veel & frequent testen ⇒ makkelijk om steeds uitvoer te testen

Hoe ?

- Verwachte uitvoerdata wordt één maal manueel gecreëerd
- vergelijk verwachte uitvoer met gegenereerde uitvoer

Testen van uitvoer

```
TEST_F(TicTactToeTest, OutputHappyDay) {
    ASSERT_TRUE(DirectoryExists("testOutput"));
    //if directory doesn't exist then no need in proceeding with the test

    ofstream myfile;
    myfile.open("testOutput/happyDayOut.txt");
    while (ttt_.notDone()) {
        ttt_.doMove();
        ttt_.writeOn(myfile);
    };
    myfile.close();
    EXPECT_TRUE(
          FileCompare("testOutput/happyDayExpectedOut.txt",
            "testOutput/happyDayOut.txt"));
}
```

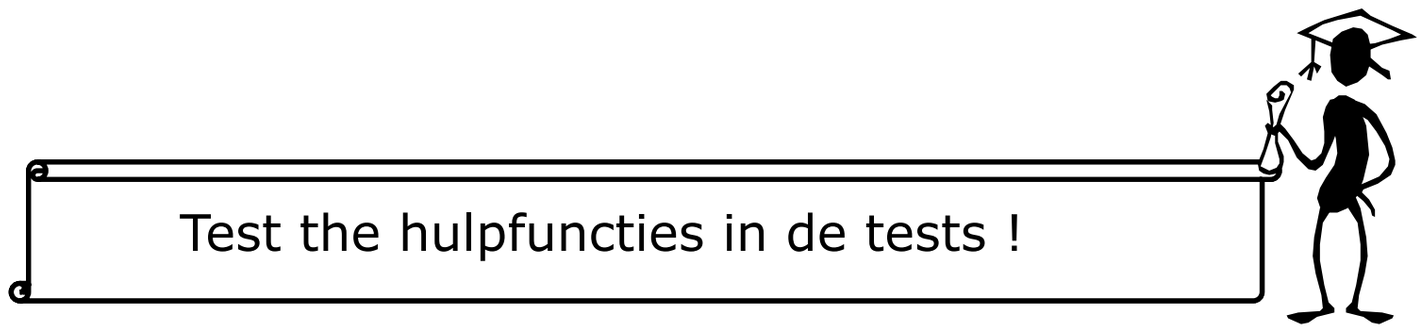
Schrijf alles op een bestand …

… en vergelijk met wat je verwacht

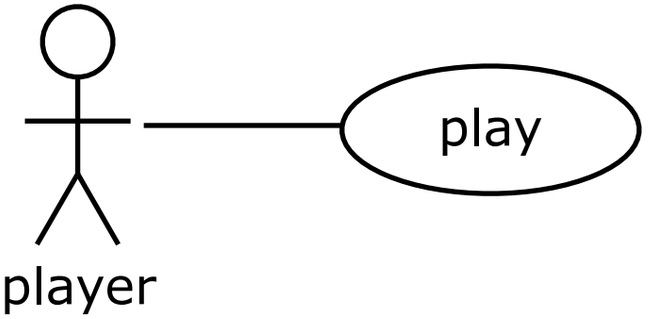
code voor “DirectoryExists” en “FileCompare” ⇒ Zie TicTacToe14

Testing of `FileCompare`

```
TEST_F(TicTactToeTest, FileCompare) {
   ASSERT_TRUE(DirectoryExists("testOutput"));
   ...
   //compare 2 empty files
   EXPECT_TRUE(FileCompare("testOutput/file1.txt", "testOutput/file2.txt"));
   ...
   //compare an empty and a non-empty files
   ...
   //compare two equal files
   ...
   //compare 2 non-empty files which are off by a character in the middle
   ...
   //compare 2 non-empty files where one is one character shorter than the
other
   ...
   //compare existing against non existing file
   }
```



TicTacToe15



Waar voegen we dit bij ?

Use Case 1: play

- Goal: 2 players play TicTacToe, 1 should win
- Precondition: An empty 3x3 board
- Success end: 1 player is the winner

Steps

1. Two players start up a game (First is "O"; other is "X")
2. WHILE game not done
   2.1 Current player makes move
   2.2 Switch current player
3. Announce winner

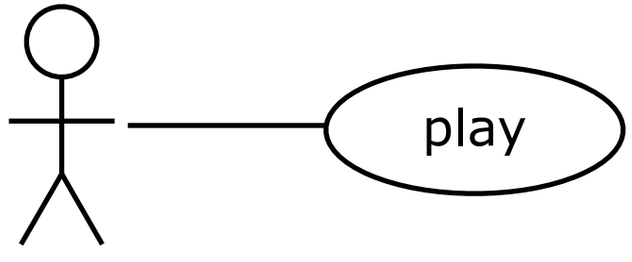
Vuistregel

Maak een model van
het probleemdomein
= het DOMEINMODEL

Tips:

- Zelfstandige naamwoord als indicator voor object / klasse.
- Werkwoord als indicator voor operatie
- Naamgeving in basisklassen = naamgeving in probleemdomein

Domeinmodel

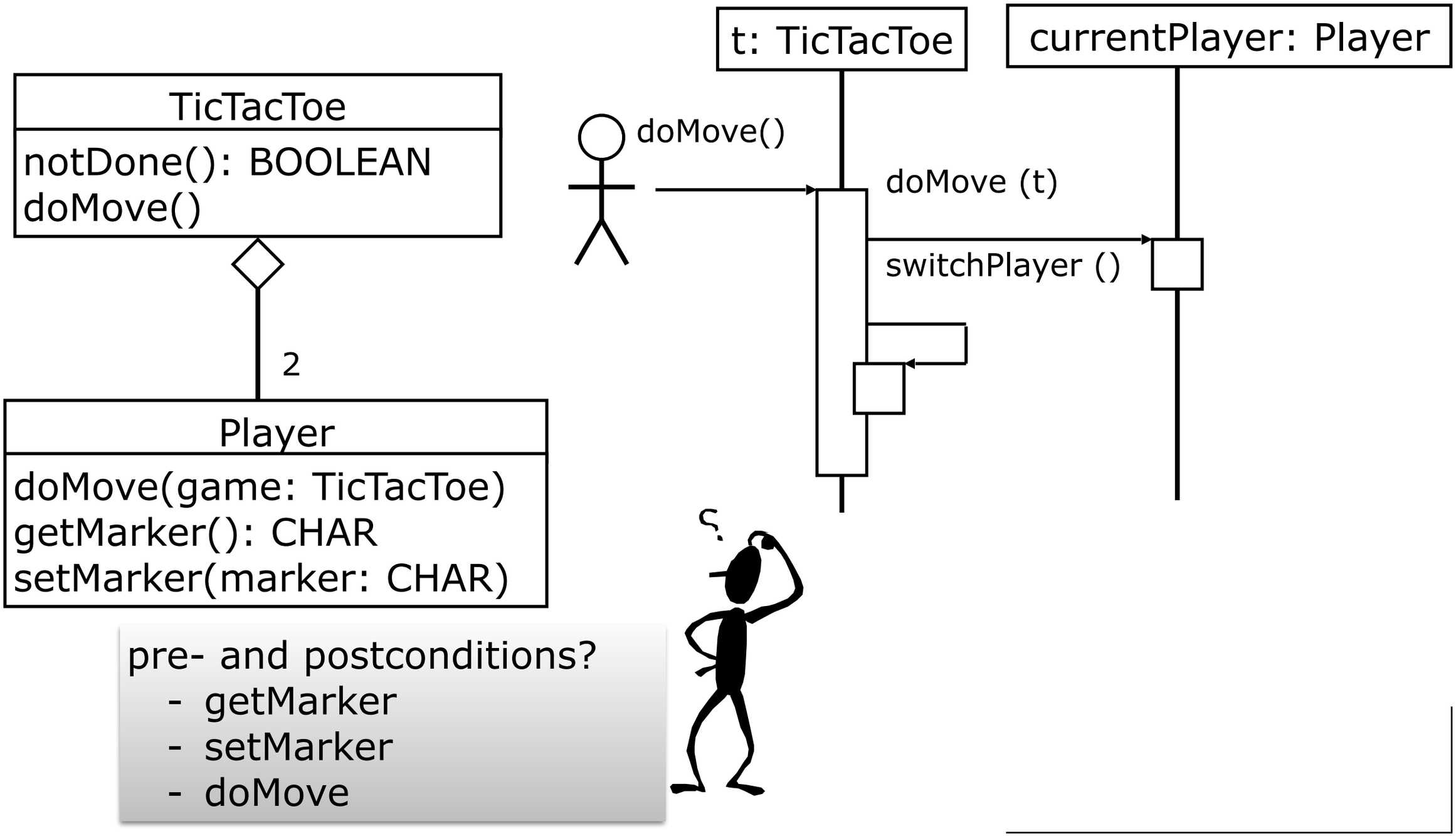


Legende
- Substantief
- *Werkwoord*

Use Case 1: play
- Goal: 2 players play TicTacToe, 1 should win
- Precondition: An empty 3x3 board
- Success end: 1 player is the winner

Steps
1. Two players *start up* a game (First is "O"; other is "X")
2. WHILE game not done
   2.1 Current player *makes move*
   2.2 *Switch* current player
3. *Announce* winner

TTT15: Player



pre- and postconditions?
- getMarker
- setMarker
- doMove

Forward Declaration

```
class TicTacToe; // forward declaration

class TicTacToePlayer {
    ...
    void doMove(TicTacToe& game);
    ...
private:
    TicTacToePlayer * _initCheck; //use pointer to myself ...
    char _marker;
};
```

TicTacToe & TicTacToePlayer
circulair afhankelijk !
⇒ forward declaration

```
class TicTacToe {
    ...
private:
    ...
    TicTacToePlayer _players[2];
};
```

Opgelet: Magic Number

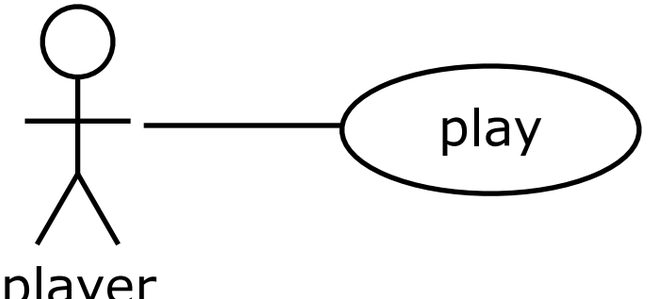
Tests blijven lopen ...

```
void TicTacToePlayer::doMove(TicTacToe& game) {
    REQUIRE(this->properlyInitialized(),
          "TicTacToePlayer wasn't initialized when calling getMarker");
    REQUIRE(game.properlyInitialized(),
          "game wasn't initialized when passed to Player->doMove");
    char col, row;
    col = (char) (game.nrOfMoves() % 3) + minCol;
    row = (char) (game.nrOfMoves() / 3) + minRow;
    game.setMark(col, row, _marker);
}
```

Opgelet: Magic Number

Verplaatst van TicTacToe naar Player
Tests blijven lopen ☺

TicTacToe16



Hoe verkrijgen we gebruikersinvoer ?

Use Case 1: play

- Goal: 2 players play TicTacToe, 1 should win
- Precondition: An empty 3x3 board
- Success end: 1 player is the winner

Steps

1. Two players start up a game (First is "O"; other is "X")
2. WHILE game not done
   2.1 Current player makes move
   2.2 Switch current player
3. Announce winner

Vuistregel

Een test verwacht géén gebruikersinvoer

Waarom ?
- Veel & frequent testen ⇒ onmogelijk om steeds invoer te geven

Hoe dan wel ?
- Invoerdata wordt gecreëerd door testprogramma (testbestand ?)
- Ontwerp basisklassen onafhankelijk van het data invoer kanaal

TTT16: Reeks van zetten

```
int main(int argc, char **argv) {
   TicTacToe ttt;
   ttt.setMoves("a1c1b2a3c3", "b1a2c2b3");

   while (ttt.notDone()) {
      ttt.doMove();
      cout << endl << endl;
      ttt.writeOn(cout);
   };
}
```

	a	b	c
1	O	X	O
2	X	O	X
3	O	X	O

een reeks zetten
⇒invoerdata door (test)programma

```
…

void TicTacToe::setMoves(const string oMoves, const string xMoves) {
// REQUIRE(this->properlyInitialized(), "TicTacToe ...
// REQUIRE(legalMoves(oMoves), "TicTacToe::setMoves requires ...
// REQUIRE(legalMoves(xMoves), "TicTacToe::setMoves requires ...
```

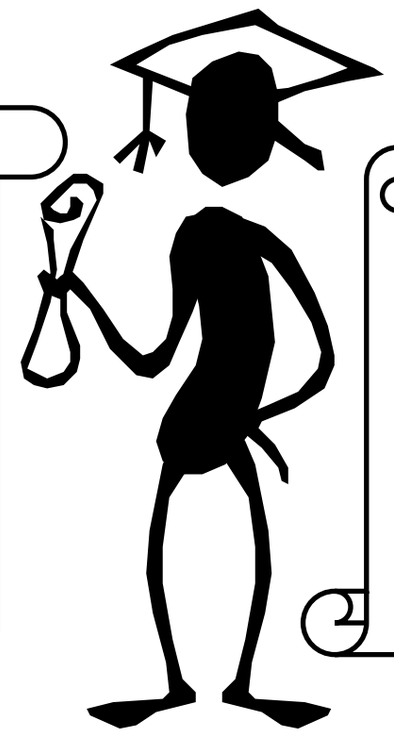
Geen gebruikersinvoer in Tests

```
// Tests the "happy day" scenario
TEST_F(TicTactToeTest, HappyDay) {
   EXPECT_EQ(0, ttt_.nrOfMoves());
   EXPECT_TRUE(ttt_.notDone());
   ttt_.setMoves("a1c1b2a3c3", "b1a2c2b3");
   while (ttt_.notDone()) {
      ttt_.doMove();
   };
   char col, row;
   bool markIsX = false; // start with 'O'
   for (col = minCol; col <= maxCol; col++)
      for (row = minRow; row <= maxRow; row++) {
         if (markIsX)
            EXPECT_EQ('X', ttt_.getMark(col, row));
         ...
}
```

Geen gebruikersinvoer

Vuistregels (vorige week)

Minstens één test per "normaal" scenario



Als de functionaliteit groeit, dan groeit de test mee

Waarom ?
- Minimum veiligheidsnorm

Hoe ?
- Controleer de tussentijdse toestand via ”EXPECT_…”

Waarom ?
- Veiligheidsmaatregel: gecontroleerde groei

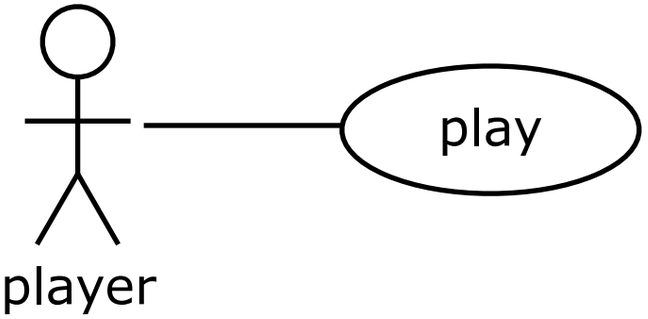
Hoe ?
- Pas bestaande tests aan

Tests groeien mee ...

```
// Tests whether a given string of moves is legal
TEST_F(TicTactToeTest, LegalMoves) {
   EXPECT_TRUE(tttPlayer_.properlyInitialized());
   EXPECT_TRUE(legalMoves(""));
   EXPECT_TRUE(legalMoves("a1"));
   …
   EXPECT_TRUE(legalMoves("a1a2a3b1b2b3c1c2c3"));
   //illegal moves
   EXPECT_FALSE(legalMoves(" "));
   …
   EXPECT_FALSE(legalMoves("b1c4a1"));
}

// Tests the "happy day" scenario for a player
TEST_F(TicTactToeTest, HappyDayPlayer) {
   EXPECT_TRUE(tttPlayer_.properlyInitialized());
   tttPlayer_.setMarker('O');
   EXPECT_EQ('O', tttPlayer_.getMarker());
   …
}
```

TicTacToe17



Announce winner
Waar voegen we dit bij ?

Use Case 1: play

- Goal: 2 players play TicTacToe, 1 should win
- Precondition: An empty 3x3 board
- Success end: 1 player is the winner

Steps

1. Two players start up a game (First is "O"; other is "X")
2. WHILE game not done
   2.1 Current player makes move
   2.2 Switch current player
3. Announce winner

Conclusie

Eerst moet je het doen

- KISS principle: klein beginnen en langzaam groeien
- tests lopen + contracten worden nageleefd

Daarna moet je het *goed* doen

- lage koppeling, hoge cohesie
- model van het probleemdomein

goed ontwerp

- en ... tests blijven lopen
  + contracten blijven nageleefd

Vuistregels

Ontwerpen

- “0, 1, infinity” principle
- Say things once and only once
- Plaats het gedrag dicht bij de data
- Nooit user-interface code in de basisklassen
  - *Zeker* niet voor invoer — frequent testen
- Maak een model van het probleemdomein (= het domeinmodel)
  - zelfstandige naamwoorden & werkwoorden als indicators

Testen

- Test lange uitvoer door het vergelijken van files
  - Test the hulpfuncties in de tests !
- Een test verwacht géén gebruikersinvoer

Evaluatie Criteria (Tests)

Inleiding Software Engineering (20?? - 20??) **Tweede Evaluatie**

Student1: student1 - Student2: student2 - Student3: student3

Commentaar:

Tests

O Nt aanwezig (= geen tests)	O Vrkrd. gebruik (= manuele test)	O Beperkt (= nt. alles getest)	O Voldoende (= geen uitvoer, verkeerde invoer)	O Goed (= normale test)	O Excellent (= testcode goed)

Een test verwacht géén gebruikersinvoer

Test lange uitvoer door het vergelijken van files

Evaluatie Criteria (Ontwerp)

Objectgericht Ontwerp *(Alles aankruisen!)*

O Geen O Inheritance O Reuse O Goeie ADT O Obj. collaboratie O Controle Obj.

Lijsten printobjecten/iterators

Data encapsulatie

O geen O aparte files O rechtstreekse acces O getters/sett-lv

Smelly code

O Long method bv.:

O Long parameter list bv.:

O Inappropriate intimacy bv.:

Gefundeerde beslissingen

O Geen reden O intuïtie O doordacht

Nooit user-interface code in de basisklassen

Maak een model van het probleemdomein

Plaats het gedrag dicht bij de data

"0, 1, infinity" principle

Say things once and only once