Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar

# Eseményvezérelt alkalmazások fejlesztése I

## 5. előadás

## Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

Giachetta Roberto

http://people.inf.elte.hu/groberto

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Architekturális tervezés

- *Szoftver architektúrá*nak nevezzük a szoftver fejlesztése során meghozott *elsődleges tervezési döntések* halmazát
  - azon döntések, amelyek megváltoztatása később jelentős újratervezését igényelné a szoftvernek
  - kihat a rendszer felépítésére, viselkedésére, kommunikációjára, nem funkcionális jellemzőire és megvalósítására
- A szoftver architektúra elsődleges feladata *a rendszer magas szintű felépítésének és működésének meghatározása*, a komponensek és relációk kiépítése
  - meghatározza a szolgáltatott és elvárt interfészek halmazát, a kommunikációs csatornákat és csatlakozási pontokat

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

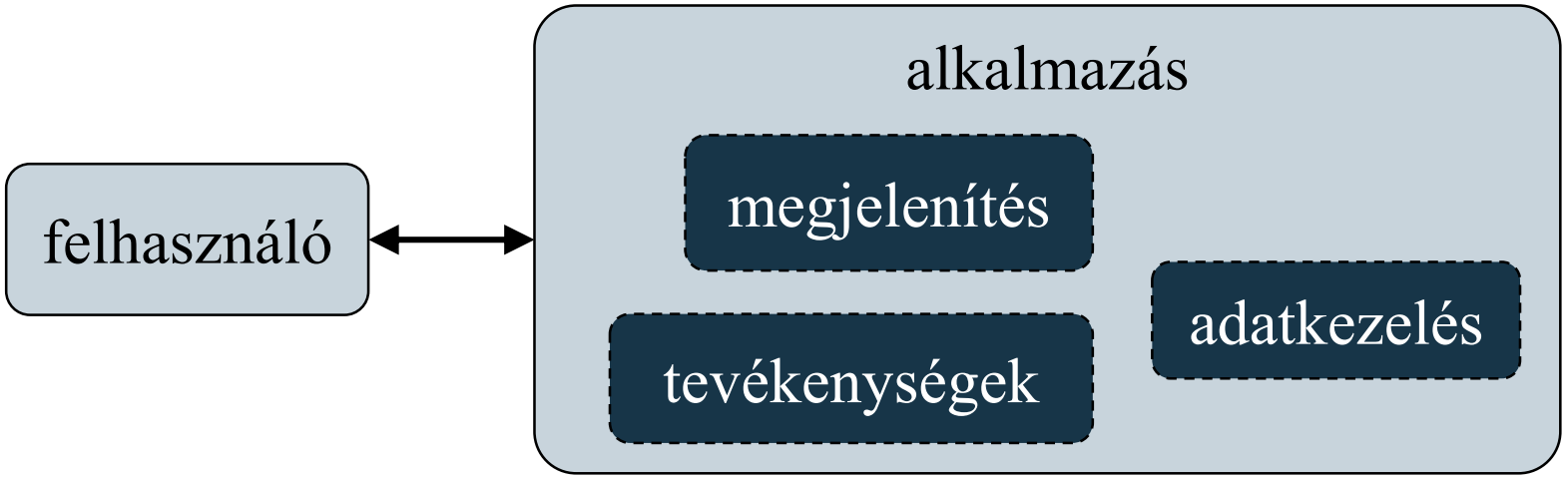
## Architekturális tervezés

- A szoftver architektúráját különböző szempontok szerint közelíthetjük meg, pl.:
  - a szoftver által nyújtott szolgáltatások (funkciók) szerint
  - a felhasználó és a futtató platform közötti tevékenységi szint szerint
  - az adatátadás, kommunikáció módja szerint
- Az architektúra létrehozása során mintákra hagyatkozunk, a szoftver teljes architektúráját definiáló mintákat nevezzük *architekturális mintá*knak (*architectural pattern*), az architektúra alkalmazásának módját, az egyes komponensek összekapcsolását segítik elő a *tervminták* (*design pattern*)

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## A monolitikus architektúra

- Minden szoftver rendelkezik architektúrával
- A legegyszerűbb felépítést az *monolitikus architektúra* (*monolithic architecture*) adja
  - nem különböztetjük meg az egyes feladatköröket (pl. megjelenítés, adatkezelés), hanem egységesen kezeljük őket



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

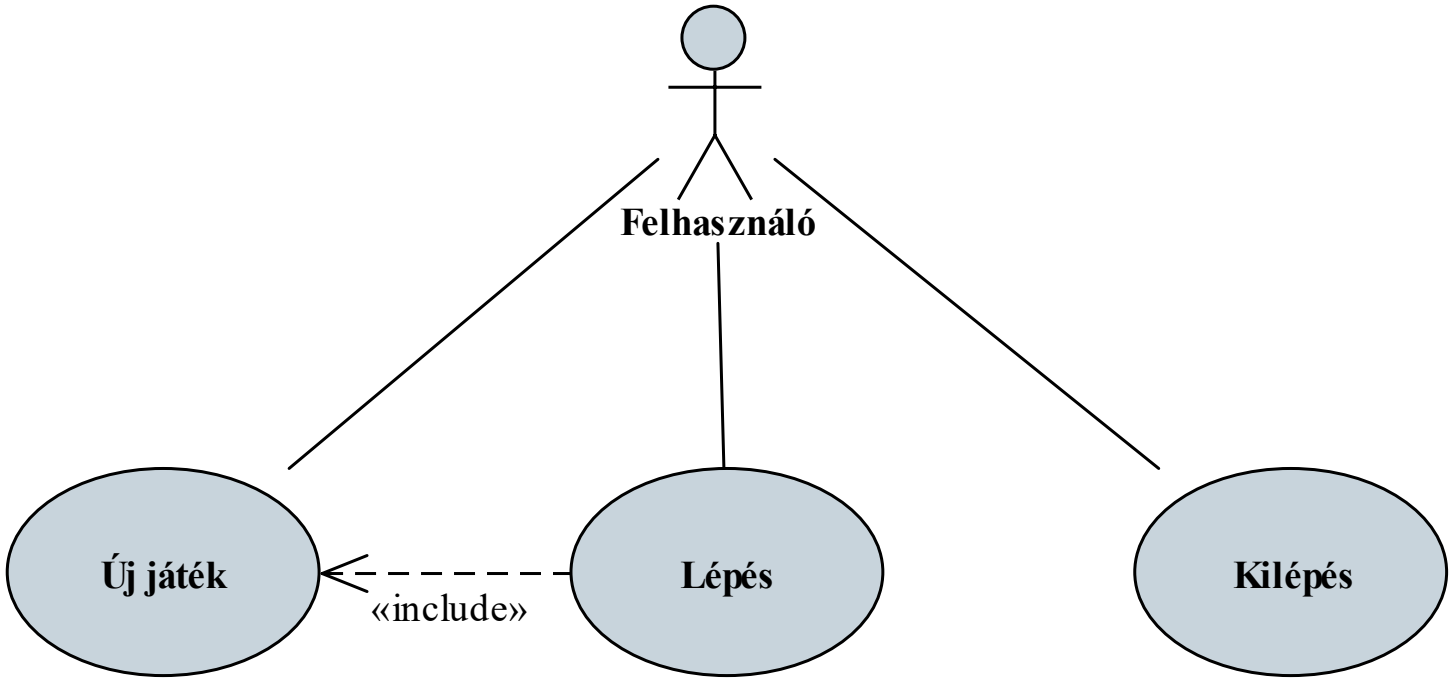
*Feladat:* Készítsünk egy Tic-Tac-Toe programot, amelyben két játékos küzdhet egymás ellen.

- a programban lehetőséget adunk új játék kezdésére, valamint lépésre (felváltva)
- a programban ‚X' és ‚0' jelekkel ábrázoljuk a két játékost
- a program automatikusan jelez, ha vége a játéknak (előugró üzenetben), majd új játékot kezd
- lehetőséget adunk, hogy a felhasználó bármikor új játékot indítson
- az alkalmazás felületét gombok segítségével valósítjuk meg (9 játékgomb, valamint új játék kezdése)

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Tervezés (felhasználói esetek):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

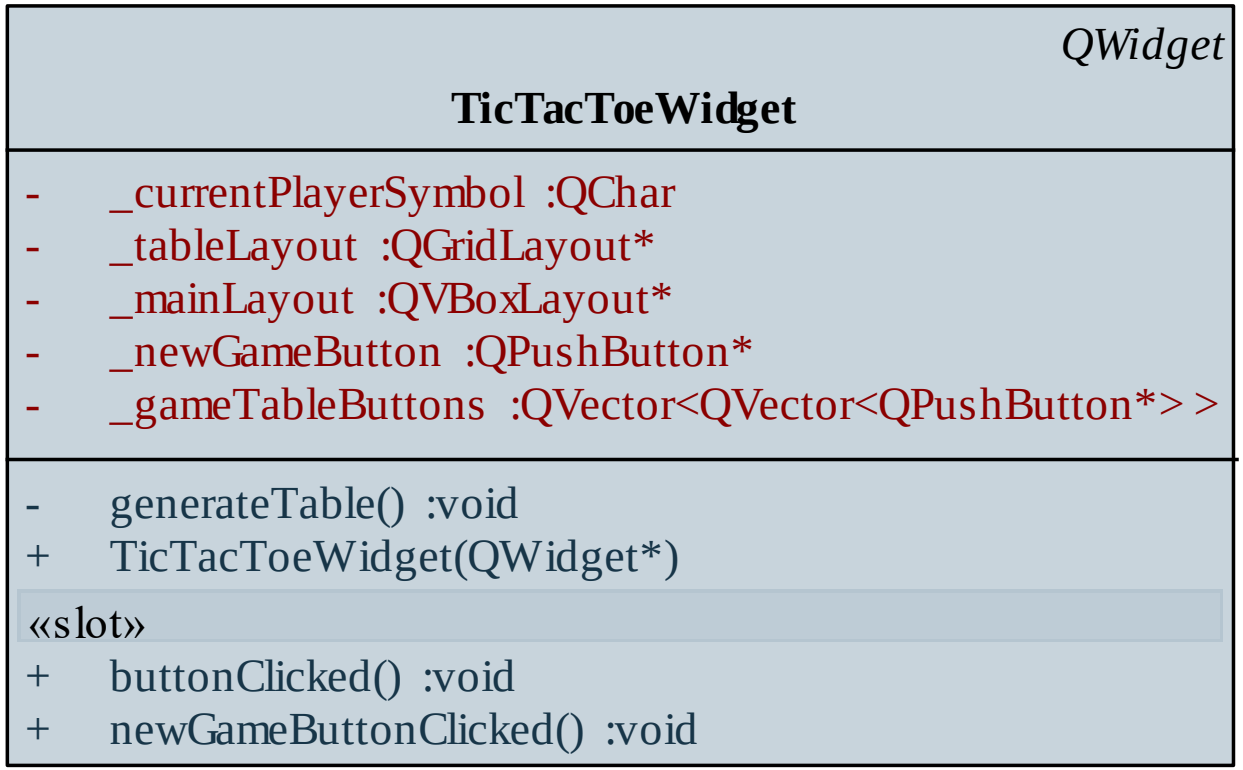
*Tervezés (architektúra):*

- az alkalmazást egy osztályban (**`TicTacToeWidget`**) valósítjuk meg, amely tartalmazza a grafikus felületet és a játék viselkedését
- a felületet a konstruktor és a **`generateTable`** segédművelet állítja elő, elrendezések segítségével
- a felületen elhelyezzük az új játék gombját (**`_newGameButton`**), valamint a játéktábla gombjait (**`_gameTableButtons`**), továbbá egy karakterrel eltároljuk az aktuális játékos jelét (**`_currentPlayerSymbol`**)
- a játékot az eseménykezelők vezérlik

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Tervezés (architektúra):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
void TicTacToeWidget::buttonClicked()
{
    // lekérjük az esemény küldőjét
    QPushButton* senderButton =
      qobject_cast<QPushButton*> (sender());
    int location = _tableLayout
      ->indexOf(senderButton);

    int x = location / 3;
    int y = location % 3;
       // a gomb rácson belüli pozíciója megadja a
       // koordinátákat
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
    _gameTableButtons[x][y]
       ->setText(_currentPlayerSymbol);
       // megjelenítés a gombon

    _gameTableButtons[x][y]->setEnabled(false);

    if (_currentPlayerSymbol == 'X')
       // váltjuk a játékost
       _currentPlayerSymbol = '0';
    else
       _currentPlayerSymbol = 'X';
    …
}
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## A monolitikus architektúra korlátai

- Összetettebb alkalmazásoknál a monolitikus felépítés korlátozza a program
  - *áttekinthetőségét* (nehezen azonosítható, hol tároljuk a számításhoz szükséges adatokat)
  - *tesztelését* (nem ellenőrizhetjük külön-külön az egyes programfunkciókat)
  - *módosíthatóságát*, *bővíthetőségét* (a felület kinézetét csak úgy módosíthatjuk, ha a működést is átírjuk)
  - *újrafelhasználhatóságát* (a funkciók nem emelhetőek ki és vihetőek át másik alkalmazásba)

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## A monolitikus architektúra finomítása

- Ezért célszerű *a program felépítését felbontani*
  - *a funkciók mentén*: válasszuk szét a különböző tevékenységeket, emeljünk ki a tényleges tevékenységeket külön alprogramba
    - pl.: a játékbeli lépést helyezhetjük külön alprogramba, így függetlenedik az eseménykezelőtől
  - *az adatok mentén*: ne közvetlenül a felületen tárolt információkkal dolgozzuk, hanem külön adatokkal, amelyek függetlenek a megjelenítéstől
    - pl. a játéktábla értékeit ábrázoljuk egész számokkal, ahelyett, hogy a grafikus elemek feliratát használnánk

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Feladat:* Módosítsuk a Tic-Tac-Toe programot úgy, hogy áttekinthetőbb és tagoltabb legyen.

- a játékosok reprezentálhatóak számokkal (1: X, 5: O, 0: még nincs érték)
- a játékban tárolt értékeket egy külön mátrixban (**`_gameTable`**) tároljuk, a az aktuális játékost is számként ábrázoljuk (**`_currentPlayer`**)
- elmentjük a lépések számát (**`_stepNumber`**), így nem kell állandóan ellenőrizni a mezőket
- új metódusokat veszünk fel a játék kezelésére (**`newGame`**, **`stepGame`**, **`isGameWon`**)

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

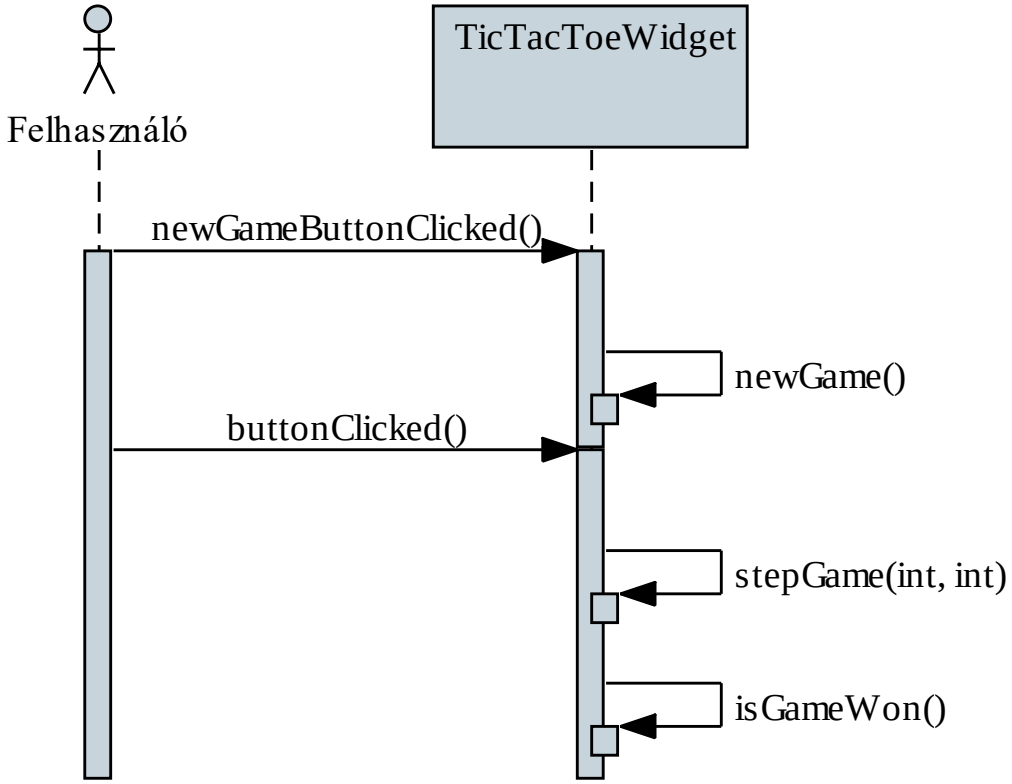
## Példa

*Tervezés (architektúra):*

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Tervezés (viselkedés):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
void TicTacToeWidget::buttonClicked()
{
    QPushButton* senderButton =
        qobject_cast<QPushButton*>(sender());

    int location = _tableLayout
        ->indexOf(senderButton);

    stepGame(location / 3, location % 3);
}
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
void TicTacToeWidget::stepGame(int x, int y){
    _gameTable[x][y] = _currentPlayer;
       // pozíció rögzítése

    if (_currentPlayer == 1)
       _gameTableButtons[x][y]->setText("X");
    else
       _gameTableButtons[x][y]->setText("0");
    _gameTableButtons[x][y]->setEnabled(false);

    _stepNumber++;
    _currentPlayer = _currentPlayer % 2 + 1;
    …
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

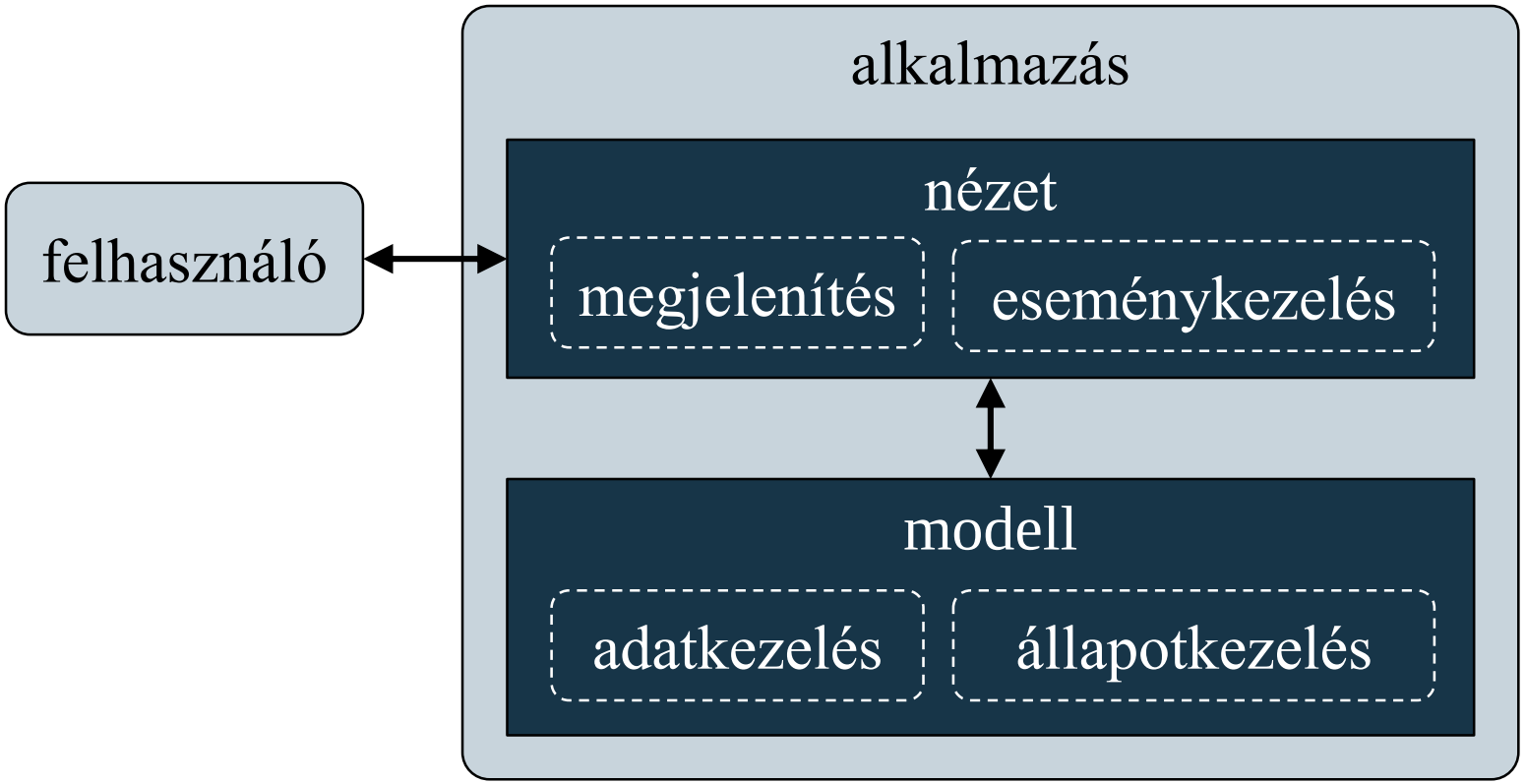
## A modell/nézet architektúra

- A programszerkezet felépítése akkor ideális, ha teljesen külön programegységbe tudjuk leválasztani a felhasználói felülettel kapcsolatos részeket a ténylegesen a feladat megoldását szolgáltató funkcionalitástól
- Ezt a felbontást követve jutunk el a *modell/nézet* (*MV*, *model-view*) architektúrához, amelyben
  - a *modell* tartalmazza a feladat végrehajtását szolgáló programegységeket, az állapotkezelést, valamint az adatkezelést, ezt nevezzük *alkalmazáslogika*nak, vagy *üzleti logiká*nak
  - a *nézet* tartalmazza a grafikus felhasználói felület megvalósítását, a felület elemeit és az eseménykezelőket

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## A modell/nézet architektúra

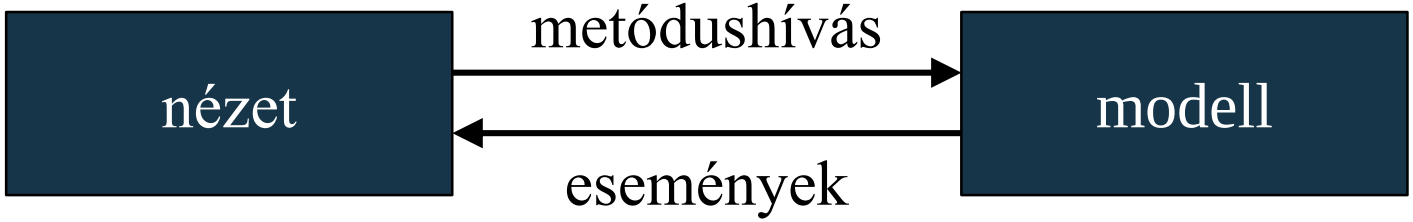
- a felhasználó a nézettel kommunikál, a modell és a nézet egymással



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## A modell/nézet architektúra

- A modell és a nézet kapcsolatát úgy kell megvalósítani, hogy
  - *a nézet ismerheti a modell felületét* (interfészét), és hívhatja annak (publikus) műveleteit
  - *a modellnek semmilyen tudomása sem lehet a nézetről*, ezért nem hívhatja annak műveleteit, de eseményeken keresztül kommunikálhat vele




- A megvalósításban a nézet hivatkozhat a modellre (tartalmazhatja annak példányát)

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

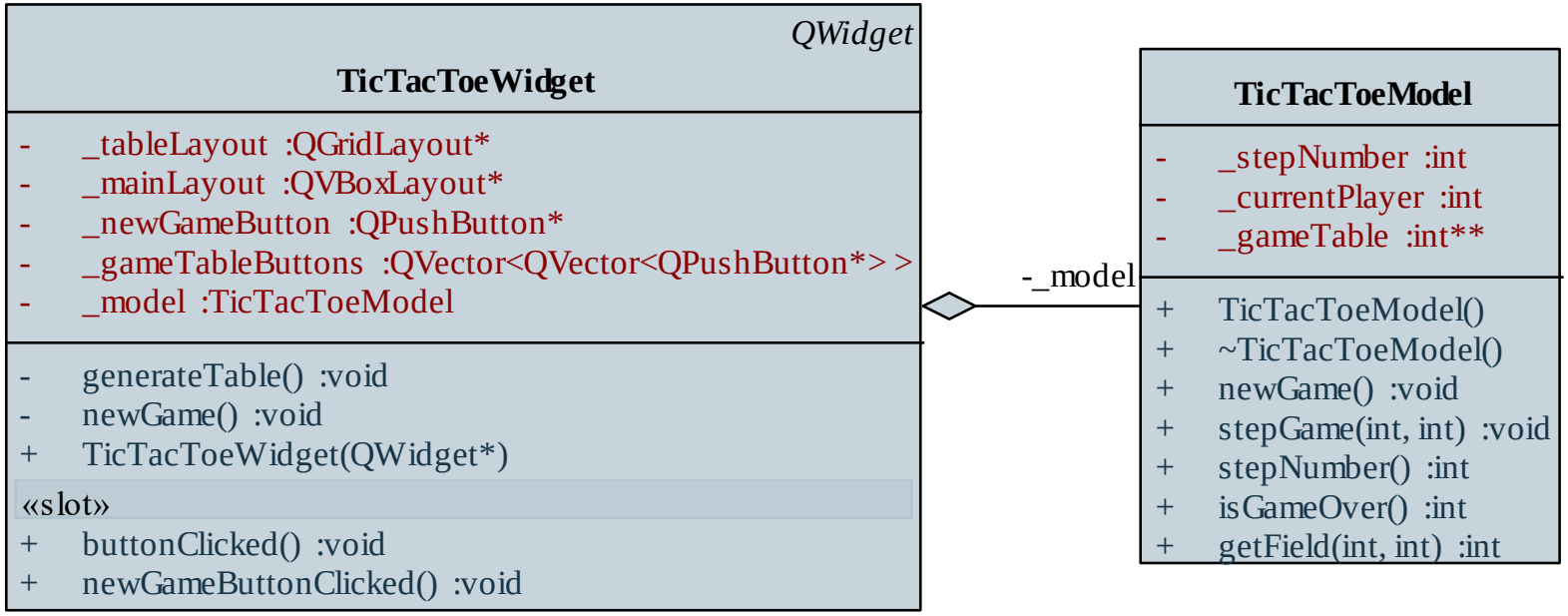
*Feladat:* Módosítsuk a Tic-Tac-Toe programot úgy, hogy kétrétegű architektúrában valósuljon meg.

- a játékért felelős programrészeket kiemeljük egy új osztályba, amely a modellt valósítja meg (`TicTacToeModel`), itt csak egész számokkal dolgozunk, függetlenül a felülettől, a játékműveletek publikusak lesznek
- a modellt megfelelő ellenőrzésekkel kell ellátni (mivel leválasztottuk a tevékenységeit)
- a nézet (`TicTacToeWidget`) aggregálja a modellt, és biztosítja a grafikus megjelenítést, valamint a játék műveleteinek hívását, az eredmények megjelenítését

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

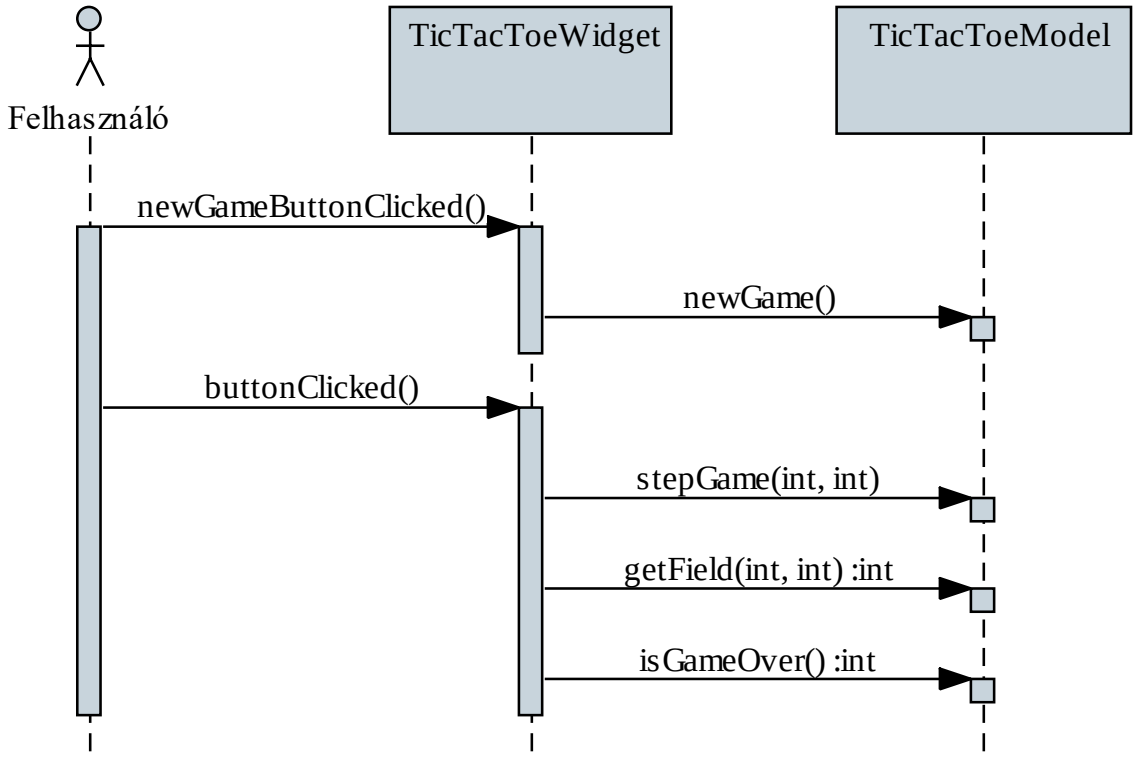
*Tervezés (architektúra):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Tervezés (viselkedés):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoemodel.cpp`*):*

```
void TicTacToeModel::stepGame(int x, int y)
{
   // ellenőrzünk lépésszámot, tartományt, mezőt
   if (_stepNumber >= 9) return;
   if (x < 0 || x > 2 || y < 0 || y > 2) return;
   if (_gameTable[x][y] != 0) return;

   _gameTable[x][y] = _currentPlayer;
      // pozíció rögzítése
   _stepNumber++;
   _currentPlayer = _currentPlayer % 2 + 1;
}
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
void TicTacToeWidget::buttonClicked(){
    …
    _model.stepGame(x, y); // játék léptetése

    if (_model.getField(x, y) == 1)
       _gameTableButtons[x][y]->setText("X");
    else
       _gameTableButtons[x][y]->setText("0");
    _gameTableButtons[x][y]->setEnabled(false);

    int won = _model.isGameOver();
       // játék végének ellenőrzése
    …
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Egyedi események

- A saját osztályainkban lehetőségünk van események és eseménykezelők létrehozására, az események kiváltására
  - az események olyan visszatérési érték nélküli metódusok, amelyeket csak deklarálnunk kell
  - az eseményeket egy `QObject` leszármazott (és `Q_OBJECT` makróval ellátott) osztály `signals` részében helyezzük el
  - az események mindig publikusak
  - eseményeket az `<eseménynév>(<paraméterek>)` utasítással válthatunk ki az osztályon belül
  - az eseményt ugyanabban, vagy más osztályban is lekezelhetjük

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Egyedi események

- Pl.:

```
class SignalDemoClass : public QObject
{
     Q_OBJECT // makróval megjelölt
public:
   void someMethod();
signals: // saját események
   void demoSignal(); // csak deklaráljuk
};

void SignalDemoClass::someMethod()
{
   demoSignal(); // kiváltjuk az eseményt
}
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

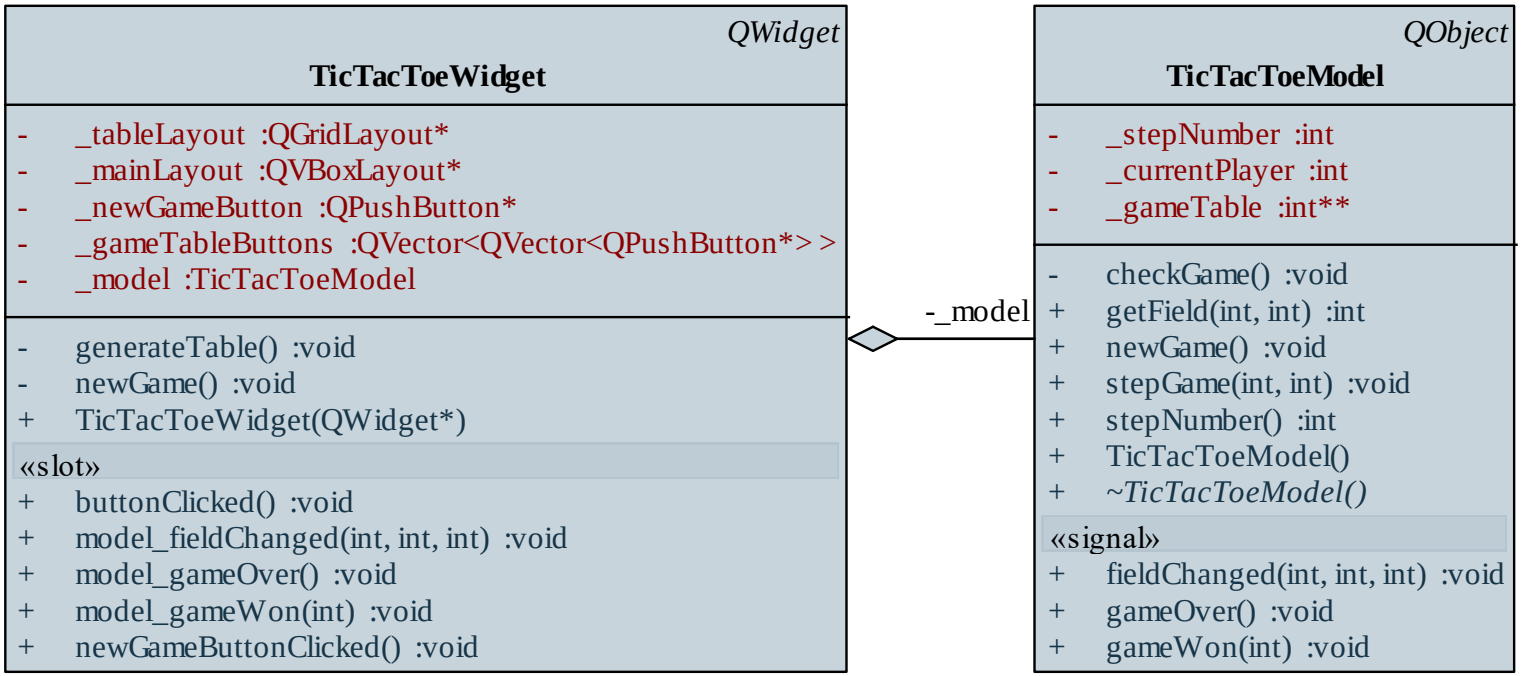
*Feladat:* Módosítsuk a Tic-Tac-Toe programot úgy, hogy a modell is kommunikáljon a nézettel, események segítségével.

- a modellben megvalósítunk 3 eseményt amelyeket a megfelelő pontokon kiváltunk:
  - mező megváltozása (`fieldChanged`)
  - játék vége valamely játékos győzelmével (`gameWon`)
  - játék vége döntetlennel (`gameOver`)
- a nézetben eseménykezelőket kötünk rájuk, így egyszerűsödik a játéklépés megvalósítása, mivel a további tevékenységek (mező átírása, játék vége) az események hatására futnak le

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

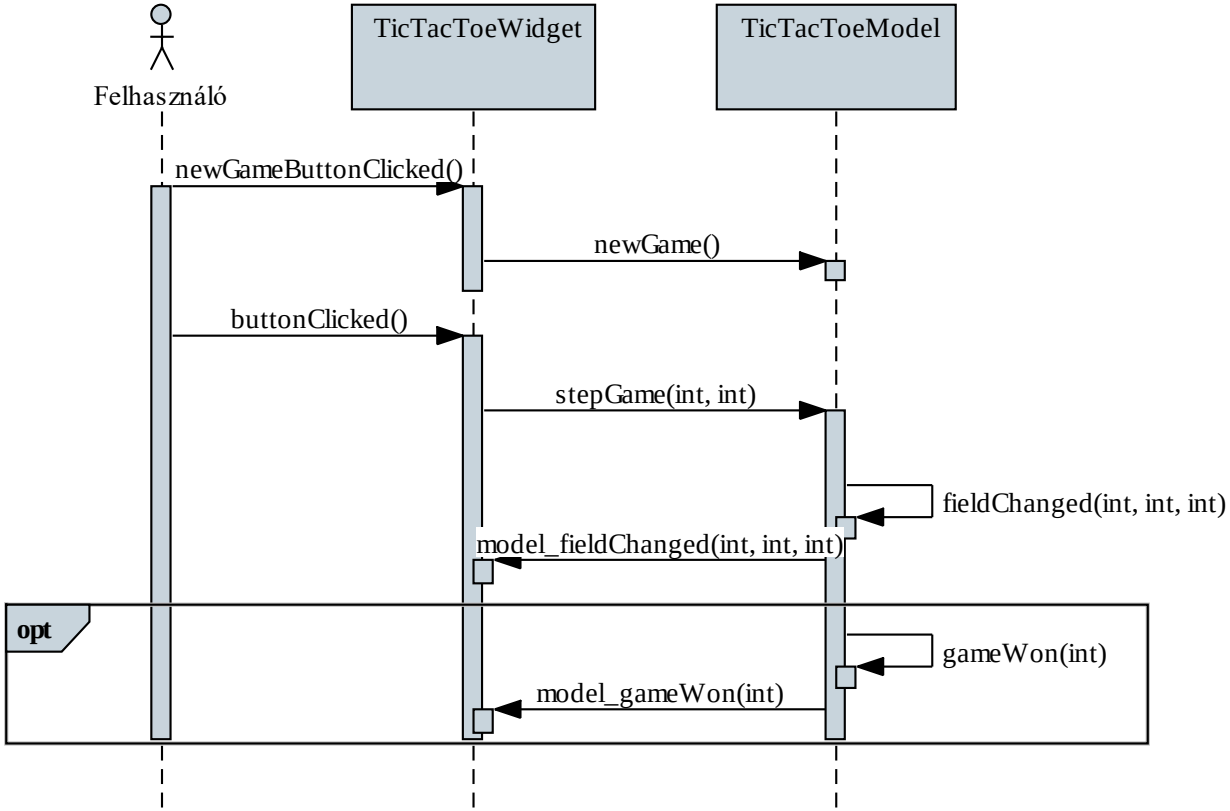
*Tervezés (architektúra):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Tervezés (viselkedés):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoemodel.cpp`*):*

```
void TicTacToeModel::checkGame()
{
    int won = 0;
    …
    if (won > 0) // ha valaki győzött
    {
        gameWon(won); // esemény kiváltása
    }
    else if (_stepNumber == 9) // döntetlen játék
    {
        gameOver(); // esemény kiváltása
    }
}
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
void TicTacToeWidget::buttonClicked()
{
    …
    _model.stepGame(x, y); // játék léptetése
}
…
void TicTacToeWidget::model_gameOver()
{
    QMessageBox::information(this,
       trUtf8("Játék vége!"),
       trUtf8("A játék döntetlen lett!"));
    _model.newGame();
}
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## A modell megvalósítása

- Mivel modell független a nézettől, és újrahasznosítható, nem tudható előre, milyen módon, milyen körülmények között hívják meg műveleteit
  - a hívás paramétereit, a modell állapotát *ellenőrizni kell* a tevékenységek végrehajtása előtt
  - pl. lépés előtt megnézzük, hogy az végrehajtható-e
- A modell és a nézet közötti kommunikációban mindkét irányban törekedni kell az egyértelműségre és a lehető legkevesebb hibalehetőségre
  - pl. korlátozott értékhalmazra használjunk felsoroló típusokat (`enum`)

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

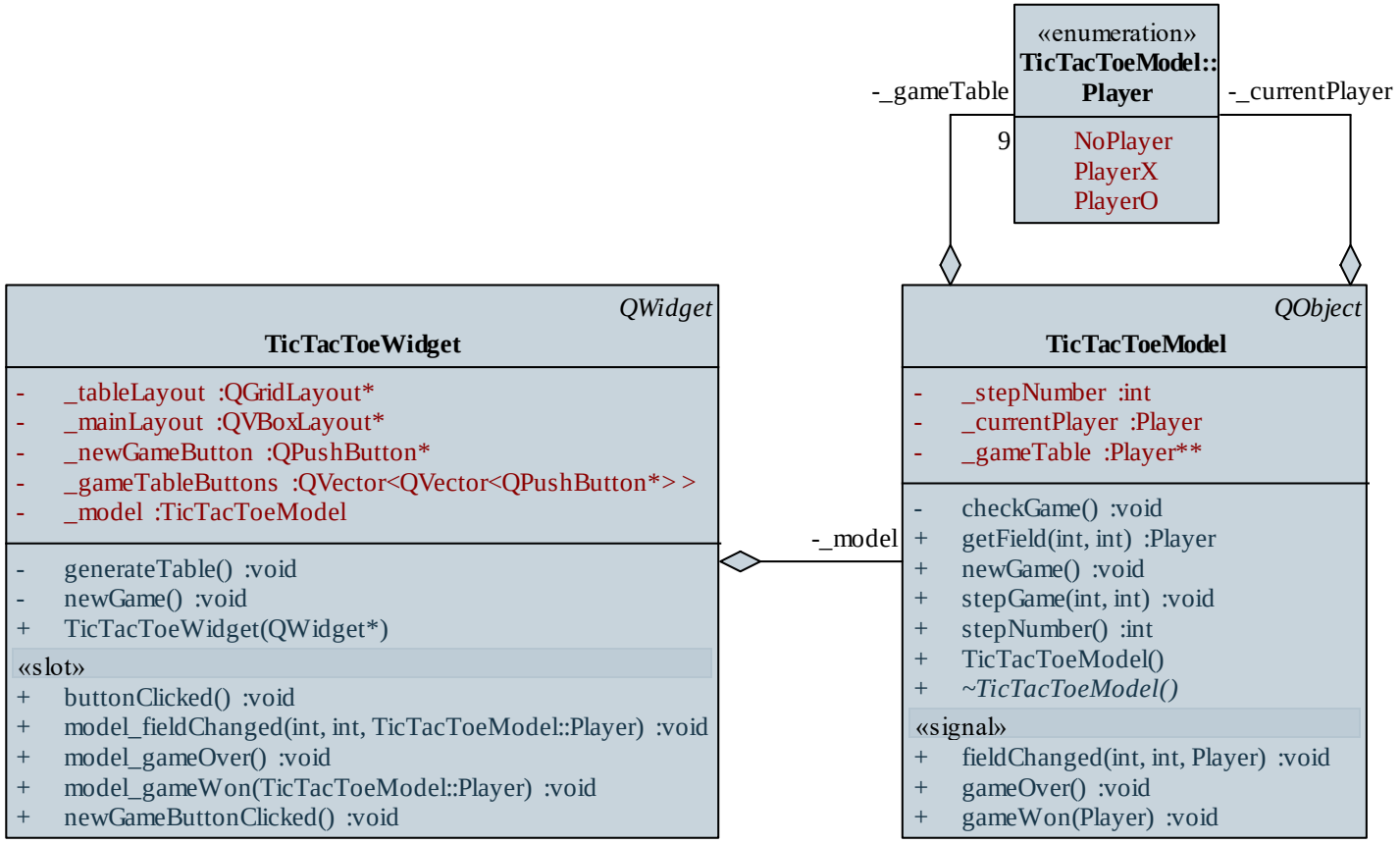
*Feladat:* Módosítsuk a Tic-Tac-Toe programot úgy, hogy a modellben a játékost és a szimbólumokat enumeráció segítségével valósítjuk meg.

- felvesszük a játékos (`Player`) felsoroló típust beágyazott típusként három lehetséges értékkel (`NoPlayer`, `PlayerX`, `PlayerO`)
- a játéktábla reprezentációját, valamint a metódusok, események paramétereit is ennek megfelelően alakítjuk át (eseményeknél a teljes elérési útvonalat meg kell adnunk, azaz a külső osztályt is)
- a nézet az eseményparaméter függvényében `switch` elágazással dönt a tevékenységről

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Tervezés (architektúra):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoemodel.cpp`*):*

```
void TicTacToeModel::stepGame(int x, int y){
    …
    _gameTable[x][y] = _currentPlayer;
       // pozíció rögzítése
    fieldChanged(x, y, _currentPlayer);
       // jelezzük egy eseménykiváltással, hogy
       // változott a mező
    _stepNumber++;
    _currentPlayer = (Player)(_currentPlayer % 2 +
                              1);
      // egészként kezelhető az érték, de
      // konvertálnunk kell
    …
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
void TicTacToeWidget::model_fieldChanged(int x,
                int y, TicTacToeModel::Player player)
{
    switch (player)
    {
    case TicTacToeModel::PlayerX:
        _gameTableButtons[x][y]->setText("X");
        _gameTableButtons[x][y]->setEnabled(false);
        break;
    …
    }
}
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

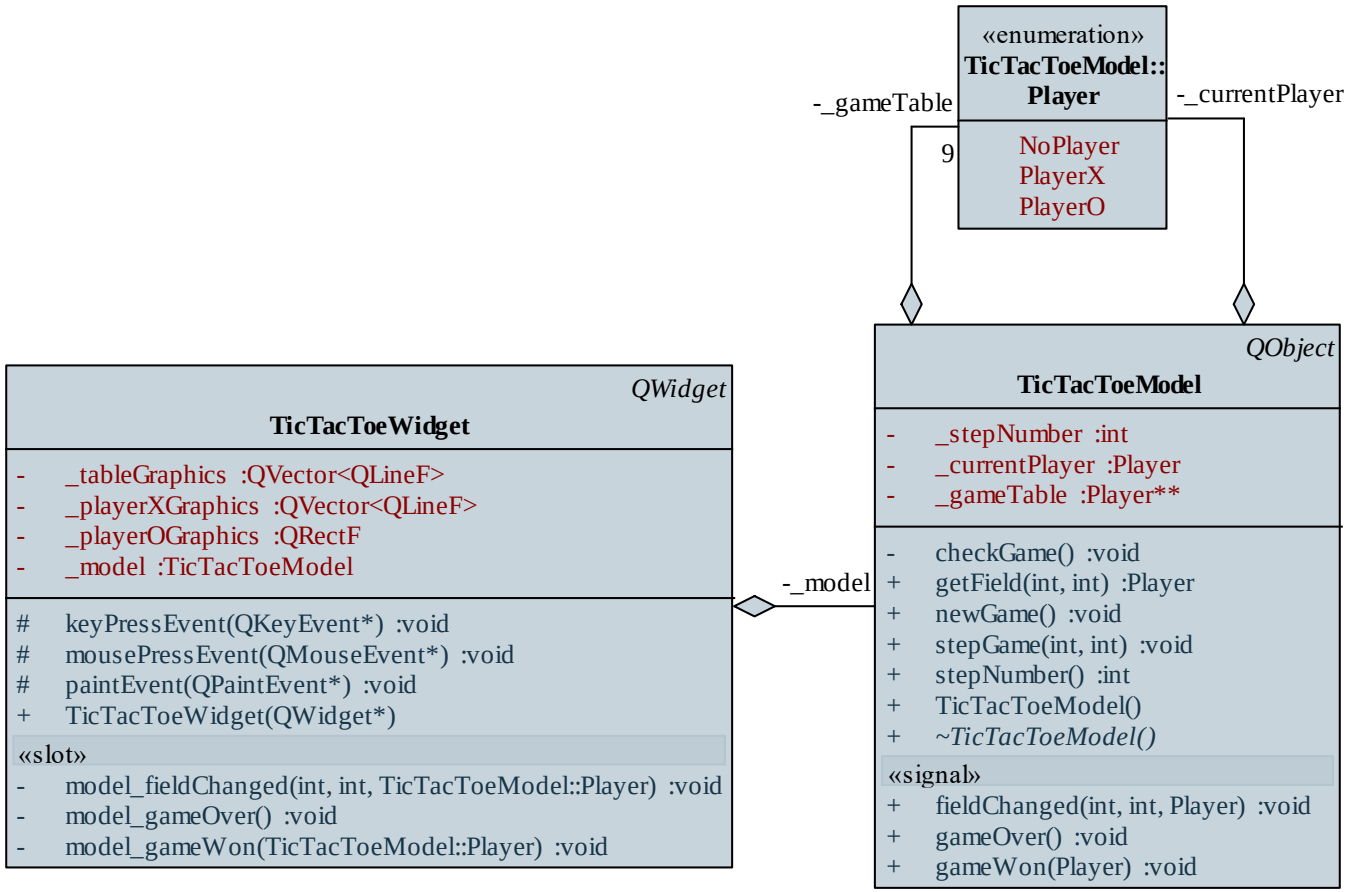
*Feladat:* Készítsünk új nézetet a Tic-Tac-Toe játékhoz, amelyben nem karakterekkel jelenítjük meg a játékállást, hanem alakzatokat rajzolunk.

- a képernyőről levesszük az összes vezérlőt, a megjelenítését rajzolás segítségével (`QPainter`) valósítjuk meg
- a játékosok ismét egér segítségével foglalhatják el a mezőket, új játékot pedig a `Ctrl+N` billentyűkombinációval indíthatnak
- ehhez felüldefiniáljuk a billentyű- és egérlenyomás eseménykezelőket (`keyPressEvent`, `mousePressEvent`)
- a modellen semmit sem kell változtatnunk

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Tervezés (architektúra):*



# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
void TicTacToeWidget::keyPressEvent(QKeyEvent
                                    *event)
{
    if (event->key() == Qt::Key_N &&
        QApplication::keyboardModifiers() ==
        Qt::ControlModifier)
     {
         // lekezeljük a Ctrl+N kombinációt
         _model.newGame();
         update();
     }
}
```

# Grafikus felületű alkalmazások architektúrája

## Példa

*Megvalósítás (*`tictactoewidget.cpp`*):*

```
void TicTacToeWidget::mousePressEvent(QMouseEvent
                                      *event)
{
    // az event->pos() megadja az egérpozíciót,
    // ami QPoint típusú, ebből kiszámolható,
    // melyik mezőn vagyunk:
    int x = event->pos().x() * 3 / width();
    int y = event->pos().y() * 3 / height();

    _model.stepGame(x, y); // játék léptetése
}
```