Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar

Eseményvezérelt alkalmazások fejlesztése I

4. előadás

Elemi grafika és egérkezelés

Giachetta Roberto

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

Elemi grafika és egérkezelés
Rajzolás grafikus felületen

- Qt-ban a grafikus felhasználói felület tartalmát tetszőlegesen „rajzolhatjuk”, ezáltal egyedi megjelenítést adhatunk neki
  - azaz primitív 2D-s alakzatokat (vonal, téglalap, ellipszis, …) helyezhetünk fel rá
  - pl.:

```
void MyWidget::paintEvent(QPaintEvent*)
{
   QPainter painter(this); // rajzoló objektum
   painter.setPen(Qt::blue); // toll beállítása
   painter.drawRect(rect()); // kék keret
   painter.drawText(rect(), Qt::AlignCenter,
      "Hello World!"); // szöveg kirajzolása
}
```


Elemi grafika és egérkezelés
Rajzolási felület

- A rajzolást egy megadott felületen végezzük
  - mindenre rajzolhatunk, ami a `QPaintDevice` leszármazottja, így tetszőleges grafikus vezérlő (`QWidget`), kép (`QPixmap`) és a nyomtató (`QPrinter`)
  - magát a kirajzolást az osztály `paintEvent(QPaintEvent*)` metódusa végzi, ezt felüldefiniálva adjuk meg az egyedi rajzolást
    - automatikusan fut le, amikor a rendszer frissíti a megjelenítést
    - az `update()` eseménykezelőn keresztül manuálisan is lehet futtatni (pl. időzítővel történő frissítés esetén szükséges)

Elemi grafika és egérkezelés
Rajzolási eszközök

- A rajzolásért egy rajzoló objektum felel, amely a `QPainter` típus példánya
  - a konstruktornak átadjuk a rajzfelületet (általában az aktuális vezérlő), pl.:

```
QPainter painter(this);
   // a rajzolási felület ez a vezérlő lesz
```

  - beállítjuk a rajzolási tulajdonságokat (szín, vonaltípus, betűtípus, ...) a `set<paraméter>(<érték>)` metódusokkal, (hatása a következő beállításig tart), pl.:

```
painter.setBackground(<kitöltés>); // háttérszín
painter.setFont(<betűtípus>);
   // szöveg esetén a betűtípus
painter.setOpacity(<mérték>); // átlátszóság
```


Elemi grafika és egérkezelés
Rajzolási eszközök

- A rajzolást a `draw<alakzat/szöveg/kép>(<elhelyezkedés, …>)` műveletekkel végezhetjük, alakzatoknál ez keretet és kitöltést rajzol (csak kitöltést `fill<alakzat>(…)` művelettel rajzolhatunk), pl.:

```
painter.drawRect(10, 30, 50, 30);
   // 50x30-as téglalap kirajzolása a
   // (10,30) koordinátába
painter.fillRect(20, 40, 50, 30);
   // keret nélküli téglalap kirajzolása
painter.drawText(20, 50, "Hello");
   // szöveg a (20,50) koordinátába
```

  - a műveletek sorrendben futnak le, egymásra rajzolnak
  - a rajzolás az alakzat bal felső sarkától indul (kivéve szöveg)

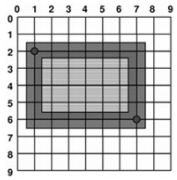
Elemi grafika és egérkezelés
Ecsetek és tollak

- Külön befolyásolhatjuk az alakzatot kitöltését és keretét
  - a keretet, szöveget *toll* (`QPen`) segítségével készítjük, amely lehet egyszínű, de tartalmazhat szaggatásokat, nyilakat, …
  - a kitöltést *ecset* (`QBrush`) segítségével készítjük, amely lehet egyszínű, adott mintájú, textúrájú, …
  - pl.:

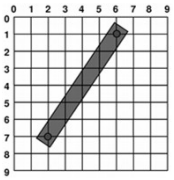
```
painter.setPen(Qt::darkGreen);
   // 1 vastag sötétzöld toll
painter.setPen(QPen(QColor(Qt::blue), 4,
   Qt::DotLine)); // 4 vastag pöttyös kék toll
painter.setBrush(QBrush(QColor(250, 53, 38),
   Qt::CrossPattern)); // rácsos vöröses ecset
```

Elemi grafika és egérkezelés
Rajzolási koordináták

- A rajzolást úgynevezett „logikai” koordináták segítségével végezzük, ezek határozzák meg az alakzat sarokpontjait



`QRect(1,2,6,4)`

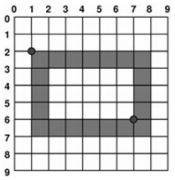


`QLine(2,7,6,1)`

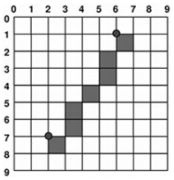
- a rendszer áttranszformálja az adatokat „fizikai” koordinátákká (*viewport*)

Elemi grafika és egérkezelés
Rajzolási koordináták

- A rajzolási műveletek az alakzatot a megfelelő képpontok koordinátáira igazítják



`drawRect(1,2,6,4);`

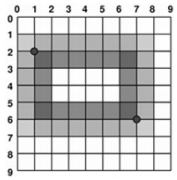


`drawLine(2,7,6,1);`

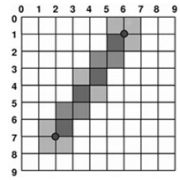
  - amennyiben a toll vastagsága páratlan, jobbra és lefelé tolódik az elhelyezés

Elemi grafika és egérkezelés
Rajzolási koordináták

- Lehetőségünk elsimítást alkalmazni a rajzoláskor, ekkor minden esetben a logikai koordinátán helyezkedik el a rajz



`drawRect(1,2,6,4);`



`drawLine(2,7,6,1);`

  - ehhez a rajzoló `setRenderHint(QPainter::Antialiasing)` üzemmódját kell beállítanunk

Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Feladat: Készítsünk egy alkalmazást, amelyben egy célkeresztet helyezünk az ablak közepére. A célkeresztet két vonallal és egy körrel jelenítjük, szaggatott-pöttyözött piros színnel, míg a hátteret pöttyös zöld ecsettel festjük meg.

- felüldefiniáljuk az ablak `paintEvent` metódusát, létrehozunk benne egy rajzobjektumot (`painter`)
- először kitöltjük a hátteret a `fillRect` utasítással, majd meghúzzuk a függőleges és vízszintes vonalakat (`drawLine`), végül a közepére állítunk egy ellipszist (`drawEllipse`)
- a rajzolások közben megfelelően állítjuk a tollat és az ecsetet (az ecsetet kikapcsoljuk az ellipszis rajzolása előtt)

Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Megvalósítás (`crosshairwidget.cpp`):

```
void CrosshairWidget::paintEvent(QPaintEvent *)
{
   QPainter painter(this); // rajzoló objektum
   painter.setRenderHint(QPainter::Antialiasing);
      // élsimítás használata

   QPen dashDotRedPen(QBrush(QColor(255, 0, 0)),
      2, Qt::DashDotLine);
      // pontozott-szaggatott vonalú piros toll
   QPen solidRedPen(QBrush(QColor(255, 0, 0)), 3);
      // sima piros toll
   QBrush greenBrush(QColor(0, 255, 0),
      Qt::Dense1Pattern); // pöttyös zöld ecset
```


Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Megvalósítás (`crosshairwidget.cpp`):

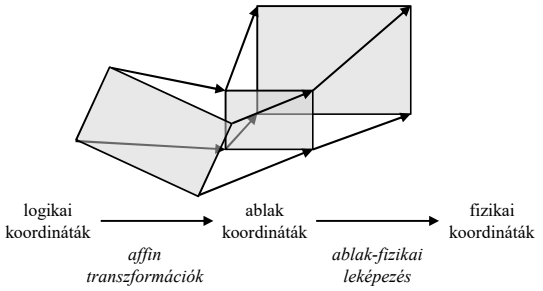
```
   painter.setBrush(greenBrush); // ecset állítás
   painter.fillRect(0, 0, width(), height());
      // háttér kitöltése

   painter.setPen(dashDotRedPen); // toll állítás
   painter.drawLine(0, height() / 2, width(),
      height() / 2); // vonalak kirajzolása
   painter.drawLine(width() / 2, 0, width() / 2,
      height());
   painter.setPen(solidRedPen); // toll állítás
   painter.drawEllipse(width() / 2 - 30, height()
      / 2 - 30, 60, 60); // kör kirajzolása
}
```

Elemi grafika és egérkezelés
Transzformációk

- Alapból a rajzoló objektum a megadott vezérlő koordinátarendszerében dolgozik, de lehetőségünk van ennek affin transzformálására (`worldTransform`)
  - forgatás (`rotate(<szög>)`)
  - méretezés (`scale(<vízszintes>, <függőleges>)`)
  - áthelyezés (`translate(<vízszintes>, <függőleges>)`)
  - ferdítés (`shear(<vízszintes>, <függőleges>)`)
- Az így keletkezett ablak (`window`) koordináták és a fizikai (`viewPort`) koordináták között újabb megfeleltetést létesíthetünk, más transzformációkkal (azaz két lépcsős a transzformáció)

Elemi grafika és egérkezelés
Transzformációk

- minden leképezés transzformációs mátrixok alkalmazásával történik



Elemi grafika és egérkezelés
További rajzolási lehetőségek

- A hátteret külön állíthatjuk (`background`), ekkor a teljes rajzfelület változik, a rárajzolt tartalom törölhető is (`erase()`)
- Amennyiben több tulajdonság beállítását is elvégezzük a rajzolás során, lehetőségünk van korábbi beállítások visszatöltésére
  - a `save()` művelettel elmenthetjük az aktuális állapotot, a `restore()` művelettel betölthetjük az utoljára mentettet
- A rajzolás tartalmát megvághatjuk téglalap (`clipRegion`), vagy egyéni alakzat (`clipPath`) alapján
- Több rajzot is összeilleszthetünk különböző műveleti sémák szerint (`compositionMode`)

Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Feladat: Készítsünk egy analóg órát, amely mutatja az aktuális időt.

- az aktuális idő mutatásához időzítőt használunk és mindig lekérdezzük az aktuális időt (`QTime::currentTime()`)
- az óra és perc mutatókat háromszögből rajzoljuk ki (`drawConvexPolygon`, némi áttetszéssel), és a megfelelőhelyre forgatjuk (`rotate`), hasonlóan forgatjuk a többi jelölőt és mutatót, de azok már vonalak lesznek
- az egyszerűbb forgatás és helyezés érdekében eltoljuk (`translate`) és méretezzük (`scale`) a koordinátarendszert, hogy az ablak közepén legyen az origó

Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Megvalósítás (`analogclockwidget.cpp`):

```
AnalogClockWidget::AnalogClockWidget(QWidget
   *parent) : QWidget(parent)
{
   …
   QTimer *timer = new QTimer(this); // időzítő
   connect(timer, SIGNAL(timeout()), this,
      SLOT(update()));
      // az időzítő meghívja az update-t, ami a
      // paintEvent-t
   timer->start(1000);
      // azonnal elindítjuk 1 másodperces
      // késleltetéssel
}
```


Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Megvalósítás (`analogclockwidget.cpp`):

```
void AnalogClockWidget::paintEvent(QPaintEvent *){
…
   QTime time = QTime::currentTime();
      // idő
   painter.save(); // tulajdonságok elmentése
   painter.setPen(Qt::NoPen); // nincs toll
   painter.setBrush(hourColor); // ecset színe
   painter.rotate(30.0 * ((time.hour() +
      time.minute() / 60.0))); // mutató forgatása
   painter.drawConvexPolygon(hourTriangle, 3);
      // poligon kirajzolása
   painter.restore(); // rajzolás visszaállítása
…
```

Elemi grafika és egérkezelés
Egérkezelő műveletek

- Az egérkezelés (követés, kattintás lekérdezése) bármely vezérlő területén elvégezhető, műveletek felüldefiniálásával
- 4 eseménykezelő áll rendelkezésünkre:
  - egér lenyomása (`mousePressEvent`) és felengedése (`mouseReleaseEvent`)
  - egér mozgatása (`mouseMoveEvent`)
  - dupla kattintás (`mouseDoubleClickEvent`)
- Minden eseménykezelő `MouseEvent` paramétert kap, amely tartalmazza az egér pozícióját lokálisan (`pos()`) és globálisan (`globalX()`, `globalY()`), illetve a használt gombot (`button()`)

Elemi grafika és egérkezelés
Egérkezelő műveletek

- Az egérkövetés alapértelmezetten csak lenyomott gomb mellett működik, de ez átállítható állandóra a `mouseTracking` tulajdonság állításával
- Pl.:

```
class MyWidget {
…
protected:
    void mousePressEvent(MouseEvent* event);
    void mouseReleaseEvent(MouseEvent* event);
    void mouseMoveEvent(MouseEvent* event);
    void mouseDoubleClickEvent(MouseEvent* event);
    // minden egéreseményt kezelünk
}
```


Elemi grafika és egérkezelés
Billentyűkezelő műveletek

- Az egérkövetésnek megfelelően van lehetőségünk billentyűzetkövetésre is, pontosabban billentyű lenyomásának (`keyPressEvent`) és felengedésének (`keyReleaseEvent`) kezelésére
  - a paraméter (`QKeyEvent`) tartalmazza a billentyűt (`key`)
  - pl.:

```
class MyWidget {
…
protected:
    void keyPressEvent(QKeyEvent* event);
    void keyReleaseEvent(QKeyEvent* event);
    // billentyűesemények kezelése
}
```

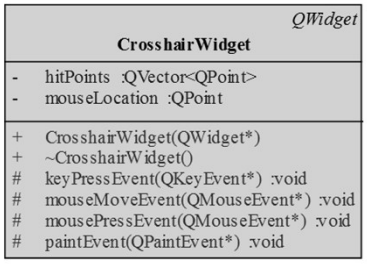

Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Feladat: Módosítsuk a célkereszt megjelenítő programunkat úgy, hogy kövesse az egeret, és egérgombra, illetve szóköz billentyűre lehessen lőni is, amit úgy jelenítünk meg, hogy egy fekete X-et rajzolunk a helyére.

- felüldefiniáljuk az egér/billentyű lenyomás és egér követés eseményeket és beállítjuk, hogy mindig kövesse az egeret (`setMouseTracking(true)`), az egérpozíciót elmentjük (`mouseLocation`)
- minden egérmozgásnál frissítjük a kijelzőt (`update()`), kattintásnál elmentjük az aktuális pozíciót egy vektorba (`hitPoints`)
- a kirajzolásnál az elmentett pontokat is kirajzoljuk

Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Tervezés:



Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Megvalósítás (`crosshairwidget.cpp`):

```
void CrosshairWidget::mousePressEvent(QMouseEvent
    *event){
    hitPoints.append(event->pos());
       // új pont felvétele
    update(); // képernyő frissítése
}

void CrosshairWidget::mouseMoveEvent(QMouseEvent
    *event){
    mouseLocation = event->pos();
    update();
}
```

Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Megvalósítás (`crosshairwidget.cpp`):

```
void CrosshairWidget::paintEvent(QPaintEvent *){
   foreach(QPoint point, hitPoints){
      // kirajzoljuk a pontokat
      painter.drawLine(point.x() - 10, point.y()
         - 10, point.x() + 10, point.y() + 10);
      painter.drawLine(point.x() - 10, point.y()
         + 10, point.x() + 10, point.y() - 10);
   }
   …
   painter.drawEllipse(mouseLocation.x() - 30,
      mouseLocation.y() - 30, 60, 60);
      // kör kirajzolása
   …
```


Elemi grafika és egérkezelés
Kurzorkezelés

- Az egérkezelő műveletektől függetlenül is bármikor használhatjuk az egérpozíciót, kurzorkezelés (`QCursor`) segítségével
  - a kurzor mindig az egérpozícióval egybeeső helyen van, amely lekérdezhető, és beállítható (`QCursor::pos()`)
  - a kurzornak módosítható a kinézete (pl. nyíl, kéz, homokóra, …), vagy beállítható tetszőleges kép, pl.:
    `widget.setCursor(QCursor(Qt::BusyCursor));`
    `// homokóra beállítása a vezérlőre`
- A kurzortól lekért pozíció globális, de minden vezérlőnél van lehetőségünk leképezni a lokális koordinátarendszerbe a `QWidget::mapFromGlobal(<pozíció>)` művelettel

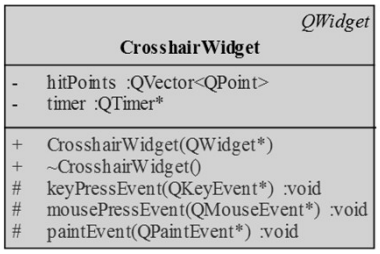
Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Feladat: Módosítsuk a célkereszt megjelenítő programunkat úgy, hogy a kurzorpozíció alapján jelenítse meg a célkeresztet, továbbá maga az egérkurzor is legyen egy célkereszt.

- a konstruktorban módosítjuk a kurzormegjelenést (`setCursor(Qt::CrossCursor)`)
- mivel nincs egérkövetés, nem tudunk egéreseményre reagálva rajzolni, ezért időzítő segítségével meghatározott időközönként (0.01 másodperc) frissítjük a képernyőt, és mindig lekérjük a kurzorpozíciót a rajzolásnál
- az egér/billentyű lenyomás eseményét megtartjuk, ebben továbbra is felvesszük az új lövéseket

Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Tervezés:



Elemi grafika és egérkezelés
Példa

Megvalósítás (`crosshairwidget.cpp`):

```
void CrosshairWidget::paintEvent(QPaintEvent *){
   …
   QPoint mouseLocation = QCursor::pos();
     // egérpozíció lekérdezése a képernyőn
   mouseLocation =
     QWidget::mapFromGlobal(mouseLocation);
     // egérpozíció transzformálása az ablakra
   …
```