Programozás alapjai II.
Grafikus felületek és a C++

(Ismeretbővítő, fakultatív előadás)

Szeberényi Imre, Somogyi Péter
BME IIT
<szebi@iit.bme.hu>

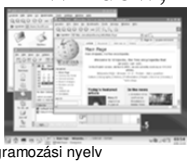
MŰEGYETEM 1782

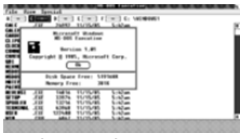
Minden sokat változott...

Grafikus megjelenítő se volt mindig

- Annak ellenére, hogy a 60-as években már volt grafikus megjelenítő elterjedésükre még várni kellett. (egér: 1963)

- A mai értelemben vett grafikus felhasználói felületek (GUI) a 80-as években alakultak ki.
- X Window, MS Windows, Mac OS, ...





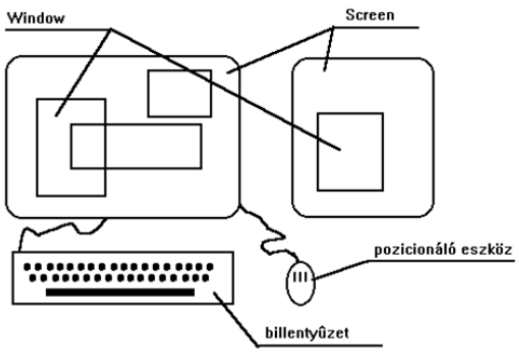
Hogyan működnek ?

- Objektum szemlélet (widget, gadget)
- **Eseményvezérelt** (objektumok eseményekkel kommunikálnak)
- A felhasználói felület tervezése és a program logikája gyakran elválik (külön módosítható)
- Első elterjedt grafikus rendszer a UNIX szabványos grafikus felülete az X Window rendszer, amit objektum szemléletű, de nem OO nyelven írták (C-ben)

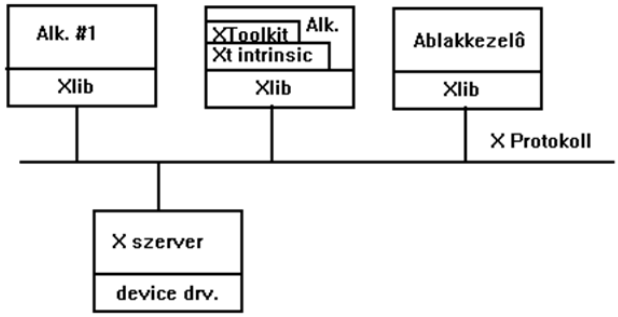
X window rendszer fogalmai

- Kliens = a szolgáltatást igénybe vevő.
- Egy adott berendezés (gép) egyszerre elláthat szerver funkciókat is, és kliens programokat is futtathat.
- X szerver = az X display-t működtető, a kliensek számára grafikus szolgáltatást nyújtó program.

X display = munkahely felépítése



X rendszer szoftver architektúrája



Eseményvezérelt alkalmazás

- **Inicializálás**:
  Kapacsolódás a szerverhez, window-k létrehozása, szerver erőforrások lefoglalása és attribútumaik beállítása.
- **Eseményhurok**:
  a programhoz érkező események feldolgozása.
  - Nem a program vezérli a felhasználót, hanem a felhasználó a programot

Kapcsolódás a szerverhez

HOST:SERVER.SCR

alakú azonosító stringgel történik, amit vagy explicit kap a megfelelő Xlib rutin, vagy az explicit megadás hiányában a **DISPLAY** környezeti változóból veszi.

- **HOST:** A szervert futtató számítógép hálózati azonosítója (név vagy cím).
- **SERVER:** Az adott hoston futó szerver azonosító száma (0. az első szerver).
- **SCR:** A kívánt screen sorszáma (0. az első).
  - Például: bubuka.iit.bme.hu:0.0

„Egyszerű”X program

```
int main() {
  Display *display;
  Window wMain;
  XEvent event;
  if ((display = XOpenDisplay(NULL)) == NULL) {
      fprintf(stderr, "Can't connect\n");exit(1);
  }
  wMain = XCreateSimpleWindow(display,
    DefaultRootWindow(display), 0, 0, width,
    height, borderWidth, border, bacgkground);
```

további inicializálások, gc, eseménymaszk, ablakok ...

```
  XMapWindow(display, wMain);
  while(1) {
    XNextEvent(display, &event); .....
  }
  XCloseDisplay(display);
}
```

események kezelése

Események kezelése

```
XSelectInput(display, wMain, ExposureMask |
  KeyPressMask | ButtonPressMask |
  StructureNotifyMask);
XMapWindow(display, wMain);
while(1) {
  XEvent          event;
  XNextEvent(display, &event);
  switch (event.type) {
    case ConfigureNotify:
      ...
      break;
```

események kiválasztása

eseményhurok

események felismerése

Események kezelése /2

```
case Expose:
 ...
 XDrawString(display, wMain, gc, .....
 ...
break;
case KeyPress:
case ButtonPress:
 ...
  if (...) {
     XUnloadFont(display, font_info->fid);
     XFreeGC(display,gc); XCloseDisplay(display);
     exit(1);
  }
 }
}
```

rajzolás

erőforrások felszabadítása

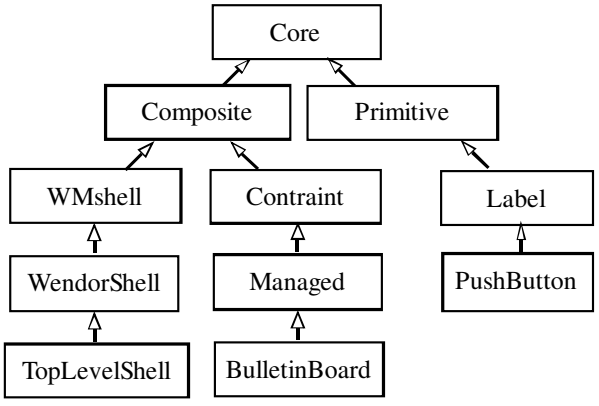
Lehet egyszerűbben ?

- Az X toolkit intrinsic, mint "OO motor" szolgáltatásaira épülő toolkit segítségével.
  - Athena, OpenLook, Motif, CDE, KDE ...
- Objektum orientált (pl. C++) nyelvhez kapcsolódó könyvtárak / toolkitek alkalmazásával
  - Agar, CEGUI, CLX, dlib C++, FLTK, FOX, GLUI, GTK+, IUP, Juce Lgi, Qt, Quinta, Tk, TnFOX, Ultimate++, VCF, wxWidgets, YAAF, XForms, XVT, ...

Toolkit

- Objektum típusokat definiál, melyekkel megvalósíthatók a szokásos GUI elemek
  - label, button, radiobutton, checkbox, editbox, bulletinboard, scrollbar, stb.
- Az objektumok közös őssel rendelkeznek (widget, v. gadget).
- Származtatással újabb objektumok hozhatók létre.
- Az objektumok kommunikálnak az alkalmazással és az X szerverrel.

Motif toolkit hierarchia (részlet)



Motif hello

```
#include <stdio.h>
#include <X11/Intrinsic.h>
#include <Xm/Label.h>
main(int argc, char *argv[]) {
  Widget topLevel, hello;
  topLevel = XtInitialize(argv[0],
          "Motifhello", NULL, 0, &argc, argv);
  hello = XtCreateManagedWidget("hello",
          xmLabelWidgetClass,topLevel, NULL, 0);

  XtRealizeWidget(topLevel);
  XtMainLoop();
}
```

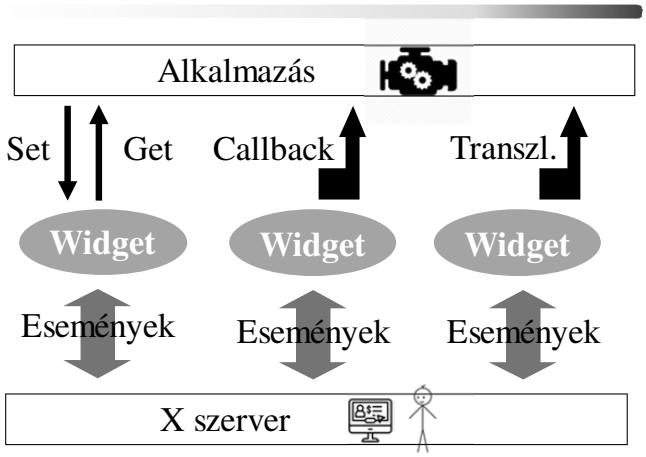
publikus header

new

osztály

eseményhurok

Komunikációs sémák



MS Windows

- Szintén a 80-as évek elején indult
- Hasonló alapelvek:
  - eseményvezérlés
  - raszter orientált grafika
  - objektum orientált szemlélet
- Fő különbségek:
  - az X nem része az OS-nek
  - az X hálózatorientált
  - az X szerver/kliens megközelítésű

MS windows program szerkezete

```
WinMain(.....) { // inicializálások
// ablak mint "objektum" regisztrálása
// menü, kurzor,  icon, méret, szín, eseménykezelő, ...
   RegisterClass(.....);
// létrehozás
   InitInstance(.....) ;
// üzenetek feldolgozása:
   while (GetMessage(&msg, NULL, 0, 0))   {
        TranslateMessage(&msg);
        DispatchMessage(&msg);
   }
}
```


MS windows eseménykezelés

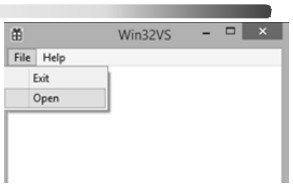
```
WndProc(...) {
    ....
   switch (message)         {
     case WM_PAINT:
            hdc = BeginPaint(hWnd, &ps);
         ....
            EndPaint(hWnd, &ps);
            break;
     case WM_DESTROY:
            PostQuitMessage(0);
            break;
      .....
}
```

V. Studio: new project → visual c++ → win32 project

new project → visual c++ → win32 proj

- Skeleton alkalmazás keletkezik.
- Fordítható, üres ablak, menüje is van.
- GUI elemeit külön szöveges fájlban írjuk le (resouce file, *.rc)
- Külön editorral, vagy szövegesen szerkeszthető.
- Resource compiler lefordítás után (*.res) belegyúrja az exe-be, így együtt hurcolható.

RC file példa




```
IDC_WIN32VS MENU
BEGIN
    POPUP "&File"
    BEGIN
      MENUITEM "E&xit",  IDM_EXIT
      MENUITEM "&Open",  IDM_OPEN
    END
    POPUP "&Help"
    BEGIN
      MENUITEM "&About ...",  IDM_ABOUT
    END
END
```


FOX toolkit

- C++ alapú
- átgondolt (...)
- kis méretű
- platform független (X, MS, Mac)
- számos ma szokásos megoldás
  - perzisztencia,
  - úszó dobozok,
  - buborék tippek

http://www.fox-toolkit.org/

FOX hello

```
int main(int argc, char *argv[]){
  FXApp application("Hello","FoxTest");
  application.init(argc,argv);
  FXMainWindow *main=new FXMainWindow(&application,
            "Hello",NULL,NULL,DECOR_ALL);
  new FXButton(main,"&Hello Fox!", NULL,
            &application, FXApp::ID_QUIT);
  application.create();
  main->show(PLACEMENT_SCREEN);
  return application.run();
}
```

üzenet

szerver oldalon

eseményhurok

FOX eseménykezelés

- Események kezelését makrókkal felépített táblák segítik. -> callBack függvények

```
FXDEFMAP(myWindow) myWindowMap[]={
  FXMAPFUNC(SEL_COMMAND, myWindow::ID_QUIT,
  myWindow::cbFv),
```

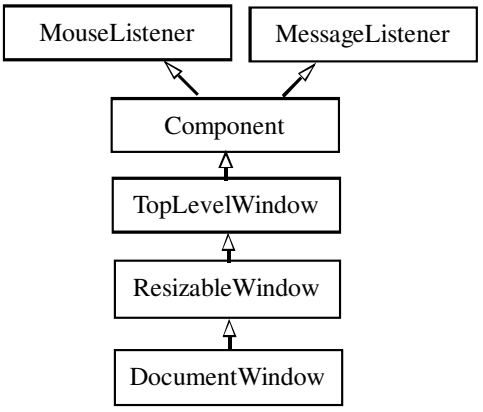
esemény

- Függvények egységes üzenetformátumot kapnak:
  - long cbFv(FXObject* sender, FXSelector sel, void *ptr);

JUCE toolkit

- C++ alapú, jobban kihasználja a C++ lehetőségeit
- átgondolt
- kis méretű
- platform független (X, MS, MAC, Android)
- makróktól mentes
- OpenGL integráció
- GPL + Commercial
- cross platform audio
  https://www.juce.com/

Objektum hierarchia példa



JUCE hello

```
class JUCEHelloApplication :public JUCEApplication {
   HelloWorldWindow* helloWorldWindow;
public:

  void initialise (const String& commandLine) {
    helloWorldWindow = new HelloWorldWindow();
  }

  void shutdown() {
    delete helloWorldWindow;
  }
};

START_JUCE_APPLICATION (JUCEHellodApplication)
```

megvalósítandó metódusok

JUCE hello /2

```
class HelloWorldContentComponent :public Component {
public:
  void paint (Graphics& g) {  // paint üzenet
    g.fillAll (Colours::white);
    g.setColour (Colours::black);
    g.setFont (20.0f, Font::bold);
    g.drawText (T("Hello World!"),
       0, 0, getWidth(), getHeight(),
                  Justification::centred, false);
    }
};
class HelloWorldWindow :public DocumentWindow {
public:
   HelloWorldWindow() :DocumentWindow (
     T("Hello World"), Colours::yellow,
     DocumentWindow::allButtons, true ) {
        setContentComponent (
        new HelloWorldContentComponent());
        setVisible (true);
};
```

interfész jelleg

FLTK toolkit

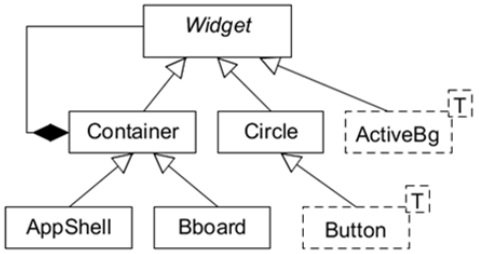
- C++ alapú, kihasználja a C++ lehetőségeit
- kis méretű
- FLUID (Fast Light User-Interface Designer)
- platform független (X, MS, MAC)
- makróktól mentes
- OpenGL integráció, GLUT kompatibilis
- GNU
- uCFLTK mikrokontrollerekhez

http://www.fltk.org

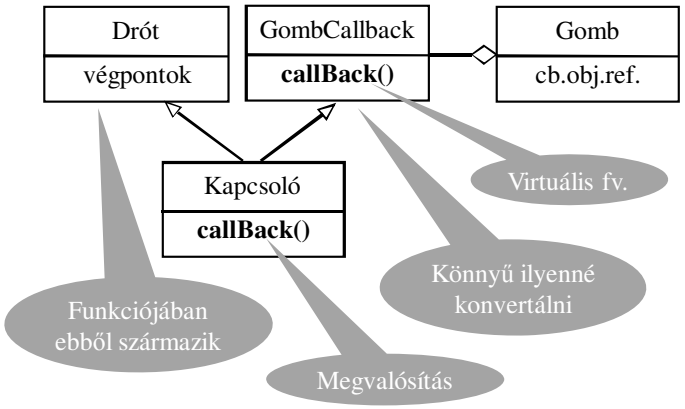
FLTK hello

```
class Hello :public Fl_Window {
  static void quit(Fl_Widget*,void*) {// privát m.
    exit(0);
}
public:
  Hello(int w, int h, const char *n=0)
                          :Fl_Window(w, h, n) {
    Fl_Button *bt =
         new Fl_Button(10, 10, 100, 25, "Exit");
    bt->callback(quit); // cb. fv. összerendelés
    callback(quit);
    show();             // megjelenítés
  }
};
int main() {
    Hello hel(400, 200, "Hello");
    return Fl::run();   // eseménykezelés indul
}
```


SDL_bboard demo



callBack mechanizmus



Kapcsoló megvalósítása

```
class GombCallback {            // callback funkcióhoz
public:
   virtual void callBack() = 0; // virtuális cb. függvény
};

class Gomb {     // felhasználói felület objektuma
   GombCallback &cb;          // objektum referencia
public:
   Gomb (GombCallback &t) :cb(t) {}// referencia inic.
   void Nyom() { cb.callBack(); }        // megnyomták
   ....
};
```


Kapcsoló megvalósítása/2

```
class Kapcsolo :public Drot, public GombCallback {
   int be;                          // állapot
public:
   void ki();
   void be();
   void callBack() { if (be) ki(); else be(); } // callback
};
...
Kapcsolo k1;
Gomb g1(k1); // kapcsoló és a callBack fv. összerendelése
```


signal/slot mechanizmus

- Az örökléssel megvalósított callback mechanizmus nagyon szoros csatolást jelent a két objektum között, ráadásul nem típusbiztos.
- signal/slot lényegesen lazább csatolást jelent.

 → signal

slot → 

```
Boost:
struct Hello {
   void operator()() { ..... }
};
boost::signal<void ()> sig;
Hello hello;
sig.connect(hello);
sig();
```

signal/slot mechanizmus/2

- Ez a mechanizmus világosabban lehetővé teszi a callback függvények összerendelését.
- Kevésbé szoros csatolás ad, ugyanakkor paraméterezhető és típusos.

```
boost::signal<float (int, int)> sig;
cout << sig(1, 2);
```

- Megvalósítás:
  - template-tel (boost, sigslot)
  - preprocesszorral (Qt)

Példa: sigslot lib

```
struct Gomb {
  signal0<> kapcsol;
  …kapcsol();
};
struct Kapcsolo : public has_slots<> {
     void be();
};
Gomb g1; Kapcsolo k1;
g1.Kapcsolo.connect(&k1, &kapcsolo::be);
```

A kapcsol fv. hívás operátorát összeköti

Példa: Qt

```
struct Gomb : public QObject{
  Q_OBJECT
  signals:
     void kapcsol(); };
struct Kapcsolo :  public QObject{
  Q_OBJECT
  public slots:
     void be();
};  // moc (Meta-object compiler)
```

moc kulcsszó (preproceszsor)

Qt toolkit

- C++ alapú
- kiegészítő utasítások → előfeldolgozó
- platform független (X, MS, MAC)
- OpenGL integráció, GLUT kompatibilis
- 2008: Nokia
- 2009-től LGPL, QPL, és üzleti licenc
- 2012: Digia, 2014-től Qt Company
- számos további nyelv:
  - Phyton, C#, Ruby, Ada, Perl, PHP, Haskell
- Migrációs lehetőségek (MFC, Motif)

http://qt-project.org, http://qt.digia.com/

Qt hello

```
#include <QApplication>
#include <QPushButton>

int main(int argc, char *argv[]) {
  QApplication app(argc, argv);

  QPushButton hello("Hello world!");

  connect(&hello, SIGNAL(clicked()),&app,
                                SLOT(quit()));
  hello.resize(100, 30);

  hello.show();
  return app.exec();
}
```


Qt platformok

- Android
- Blackberry
- iOS
- Linux/X11
- Mac OS X
- ~~Simbian~~
- Windows
- Windows CE
- Rasberry Pi

Wt toolkit

- Egy érdekes példa a Wt (Web Toolkit)
- Segítségével teljesen C++-ban írhatunk meg egy web alkalmazást, ami minden szokásos dolgot tartalmazhat pl. sessionkezelést is.
- Nem kell ismerni egyéb technológiát mint pl: HTML, CSS, Java, php, stb.

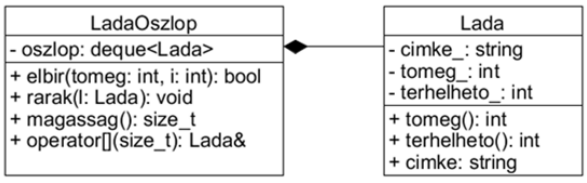
  http://www.webtoolkit.eu

Wt hello

```
WApplication *createAppl(const WEnvironment& env){
  WApplication *appl = new WApplication(env);
  appl->setTitle("Hello world!");
  appl->root()->addWidget(
      new WText(L"<h1>Hello, World!</h1>"));
  WPushButton *Button = new
      WPushButton(L"Quit", appl->root());
  Button->clicked.connect(SLOT(appl,
      WApplication::quit));
  return appl;
}
int main(int argc, char **argv){
  return WRun(argc, argv, &createApplication);
}
```


11. heti labor példa

- Ládákat modellezünk. Minden ládának van felirata, teherbírása és tömege.
- A ládákból ládaoszlopokat építünk. A teherbírás túllépésekor a láda összetörik.

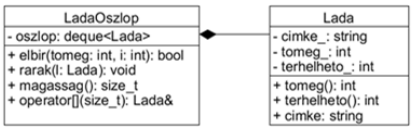


Lada.h

```
class Lada {
  std::string cimke_;  ///< Láda felirata
  int tomeg_;          ///< Láda tömege
  int terhelheto_;     ///< Láda max. terhelhetősége
public:
  Lada(std::string cimke, int tomeg=10, int m=100)
     :cimke_(cimke), tomeg_(tomeg), terhelheto_(m) {}
    // Visszaadja a láda tömege.
    int tomeg() const { return tomeg_ ;}
    // Láda maximális terhelhetősége
    int terhelheto() const { return terhelheto_; }
    // Szöveges cimke.
    std::string cimke() const { return cimke_; }
};
```


LadaOszlop.h

```
class LadaOszlop {
  std::deque<Lada> oszlop; ///< ládak (első felül)
public:
  bool elbir(int t, size_t i) const ;
    // Uj ládát helyez az oszlop tetejére.
  void rarak(Lada l);
    // Ládák száma az oszlopban.
  size_t magassag() const;
    // A ládák eléresere indexeléssel
  Lada& operator[](size_t i);
};
```



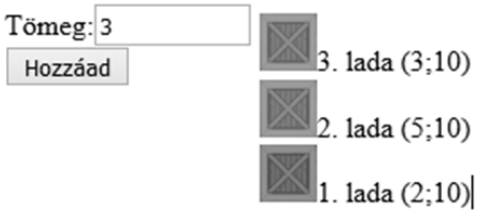
LadaOszlop.cpp

```
bool LadaOszlop::elbir(int t, size_t i) const {
  for (size_t j = 0; j < i; j++)
    t += oszlop[j].tomeg();
  return oszlop[i].terhelheto()>=t;
}

void LadaOszlop::rarak(Lada l) {
  for (int i=oszlop.size()-1; i>=0; i--)
    if (!elbir(l.tomeg(),i))
      oszlop.erase(oszlop.begin()+i);//random iter
  oszlop.push_front(l);
}

Lada& LadaOszlop::operator[](size_t i) {
    return oszlop[i];
}
```

LadaWidget.h

```
#include <Wt/WContainerWidget>
#include <Wt/WTable>
#include "ladak.h"

/// Az oszlopot reprezentáló webes kezelőelem
class LadaWidget :public Wt::WTable,public LadaOszlop{
public:
  LadaWidget(Wt::WContainerWidget* parent = 0);
  /// Uj lada hozzaadasa.
  hozzaad(Lada l);
  // Megjeleniti a ladakat.
  // @param t - felső láda tömege
  void rajzol(int t);
};
```


Megjelenítés, hogyan?



LadaWidget.cpp

```
#include <Wt/WContainerWidget>
#include <Wt/WLabel>
#include <Wt/WTable>
#include <Wt/WImage>
#include "ladawidget.h"

using namespace Wt;

LadaWidget::LadaWidget(WContainerWidget* parent)
                                  : WTable(parent) {}
void LadaWidget::hozzaad(Lada l) {
    rarak(l);
    rajzol(l.tomeg());
}
```

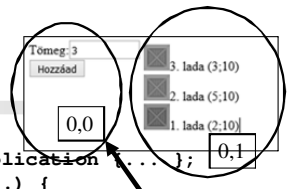
LadaWidget.cpp

```
void LadaWidget::rajzol(int t) {
  WTable::clear();    // toroljuk a megj. ladakat

  for (size_t i = 0; i < magassag(); i++) {
    WLabel *l =
      new WLabel((*this)[i].cimke(), elementAt(i,0));
    WImage *kep;
      if (elbir(t,i))
         kep = new WImage("img/chest.png");
      else
         kep = new WImage("img/chest-red.png");
      l->setImage(kep);
  }
}
```


LadaApplication.h

```
class LadaApplication : public WApplication {
  int db;          ///< Ládak egyedi cimkézésehez
  LadaWidget *ladak;    ///< A ládák táblázata
  WLineEdit *tomegLine; ///< Tömeg beviteli mező
// Új láda hozzáadása
  void hozzaad() {
    int tomeg = lineToint(tomegLine);
    int max = 10;       // most fix
    std::ostringstream ss;
    ss << ++db << ". lada (" << tomeg << ";"
       << max << ")";
    ladak->hozzaad(*new Lada(ss.str(), tomeg, max));
  }
public:
  LadaApplication(const WEnvironment& env);
};
```


LadaApplication




```
class LadaApplication : public WApplication {...};
LadaApplication::LadaApplication(...) {
  WTable* layout = new WTable();
  root()->addWidget(layout);
  WTable* panel = new WTable(layout->elementAt(0,0));
  ladak = new LadaWidget(layout->elementAt(0,1));
  layout->elementAt(0,1)->setPadding(5);
  WLabel* label = new WLabel(WString::tr("TOMEG"),
                             panel->elementAt(0,0));
  tomegLine = new WLineEdit("3",
                             panel->elementAt(0,0));
  tomegLine->setValidator(new WIntValidator(0, 200));
  label->setBuddy(tomegLine); // a felirat melle
  WPushButton* button=new WPushButton(WString::tr("AD"),
                             panel->elementAt(2,0));
```

LadaWidget

```
// esemenykezelo fuggvenyek bekotese
  button->clicked().connect(this,
                          &LadaApplication::hozzaad);
  tomegLine->keyWentUp().connect(this,
                  &LadaApplication::tomegValtozott);
}

WApplication *createApplication(const
                                WEnvironment& env) {
  return new LadaApplication(env);
}

int main(int argc, char **argv) {
  return WRun(argc, argv, &createApplication);
}
```


Felhasználói input

Egysoros editbox

```
tomegLine = new WLineEdit("3",
                panel->elementAt(0,0));
```

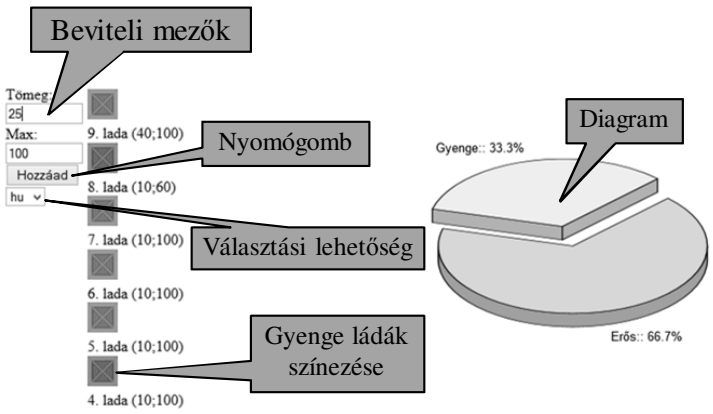
Nyomógomb esemény bekötése:

```
button->clicked().connect(this,
              &LadaApplication::hozzaad);
```

Billentyű felengedése az editboxban:

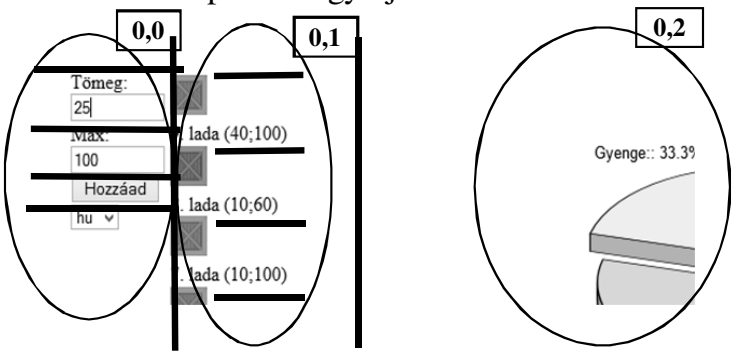
```
tomegLine->keyWentUp().connect(this,
      &LadaApplication::tomegValtozott);
```


Megjelenítés



Fő grafikus elemek helye

Táblázatokkal helyezzük el a widgeteket.
A ládaoszlop belül egy újabb táblázat.



Internationalization & Localization

- i18n = internatilozation
- l10n = localization (kulturális beágyazás)

Különböző jelek, formátumok
- dátum, idő,
- pénznem, jelek, mértékegységek

Különböző nyelveken

i18n és l10n támogatása

- GNU gettext
- Wt::WMessageResourceBundle
- OASIS XLIFF
- POSIX catalogs
- Qt ts/tm
- Java properties
- Windows resources
- …

WMessageResourceBundle

- A Wstring::tr metódusa egy belső azonosító alapján a nyelvi környetenek megfeleő xml formátumú fájlból olvassa ki szöveget. pl:

```
WPushButton(WString::tr("HOZZAAD"),...
<messages>
  <message id='TOMEG'>Tömeg:</message>
  <message id='HOZZAAD'>Hozzáad</message>
</messages>
<messages>
  <message id='TOMEG'>Mass:</message>
  <message id='HOZZAAD'>Add</message>
</messages>
```

app.xml

app_en.xml

Fejlesztés támogatása

- Sok állomány → egy alkalmazás
- Hogyan és melyiket kell lefordítani?
- Melyik változat az legutolsó?
- IDE (integrált fejlesztő eszköz)
  - fordítást belső eszközzel támogatja (nyelvet ismeri)
  - verziókövetést külső eszközzel
- Önálló univerzális eszközök
  - nem csak az adott nyelvhez

make

- Egy szöveges leírás *(Makefile), és az állományok módosítási ideje* alapján végrehajtja cél (program, dokumntáció stb.) előállításához szükséges parancsokat.
- Makefile:
  - makró definíciók,
  - függőségi információk (szabályok és implicit szabályok)
  - végrehajtható parancsok
  - megjegyzések

Makefile szerkezete

Makródefiníció:

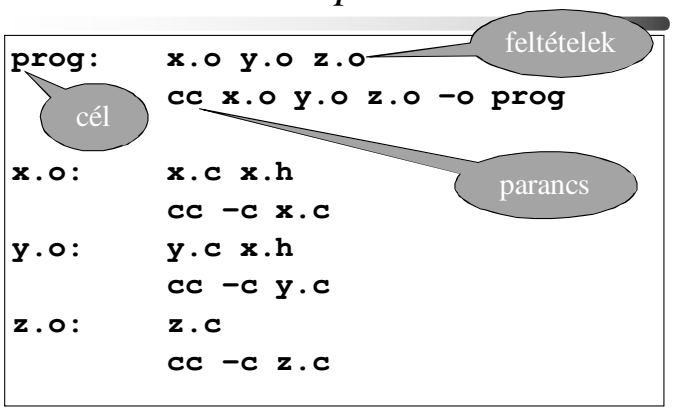
```
makró_név = string
```

Szabályok:

cél1 [cél2] :[:] [feltétel1...] [;parancsok] [#...]

[<TAB>parancsok][#...]

make példa




```
prog:   x.o y.o z.o
        cc x.o y.o z.o -o prog

x.o:    x.c x.h
        cc -c x.c
y.o:    y.c x.h
        cc -c y.c
z.o:    z.c
        cc -c z.c
```

!!!!!! A parancsok előtt <TAB> van !!!!!

make példa/2

```
OBJECTS = x.o y.o z.o
HEADS = x.h
prog:   $(OBJECTS)
        $(CC) $(OBJECTS) -o prog
$(OBJETS): $(HEADS)
```

```
.c.o:
    $(CC) -c $<
```

implicit szabály miatt a **.o**-k egyértelműen előállíthatók.

make változatok

Számos változata és kiegészítése van:

- make (eredeti)
- BSD make
- GNU make
- nmake (Microsoft)
- CMake – cross platform make