Részletes dokumentáció

ECG Interpolation

Ez a JavaFX-alapú alkalmazás lehetővé teszi EKG jelek megjelenítését és feldolgozását különféle szűrési algoritmusokkal. A rendszer támogatja a szegmentált szűrést R csúcsok alapján, több szűrőtípust kínál, és JavaFX alapú interaktív felhasználói felületen jeleníti meg az eredményeket.

Fő funkciók

- EKG jelek beolvasása XML fájlokból
- Grafikus megjelenítés JavaFX segítségével
- Szűrési algoritmusok:
  - Gaussian Moving Average
  - Savitzky-Golay
  - LOESS
  - Cubic Spline
  - Wavelet (kísérleti, nincs implementálva)
- Szegmentált szűrés R-csúcsok körül
- Interaktív kezelőfelület:
  - Szűrők beállítása és láthatósága
  - Zoom és jel navigáció
  - R csúcsok vizualizálása

Rendszerkövetelmények

- Java JDK 17 vagy újabb
- Maven 3.6+

Telepítés

1. Projekt klónozása

2. Buildelés

3. Futtatás Mavenből

Projekt felépítése

```
ecginterpolation/
├── pom.xml                  # Maven konfiguráció
├── src/
│   ├── main/
│   │   ├── java/hu/ujvari/  # Forráskód több modulban
│   │   └── resources/xml/   # ECG tesztfájlok (ecg1.xml, ecg2.xml, ecg3.xml)
│   └── test/                # JUnit tesztek
├── .vscode/                 # VS Code beállítások (nem kötelező)
└── .gitignore
```

Példafájlok

A `src/main/resources/xml/` mappában három minta EKG fájl található (`ecg1.xml`, `ecg2.xml`, `ecg3.xml`), amelyekkel kipróbálható az alkalmazás.

Főosztály

Az alkalmazás belépési pontja:

hu.ujvari.ECGMenuApp

Ez a JavaFX-alapú főmenü lehetővé teszi:

- EKG megjelenítő indítását
- XML fájlok elemzését (szerkezet, teljes XML megjelenítése)
- Kilépést

Készült Java 17+ és JavaFX 21 használatával.

ECG Interpolation Projekt Dokumentáció

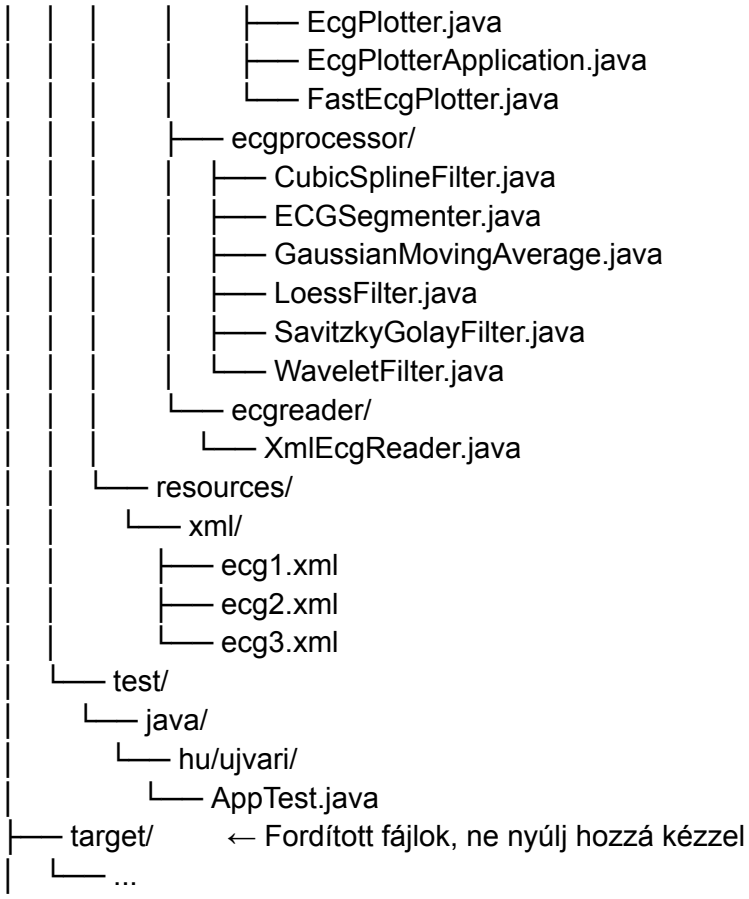
Projekt Struktúra

Konfigurációs Fájlok

- `.vscode/launch.json`: Visual Studio Code indítási konfigurációk
- `.vscode/settings.json`: Projekt-specifikus VS Code beállítások
- `pom.xml`: Maven projektkezelő konfigurációs fájl

Forrás Könyvtár Szerkezete

```
ecginterpolation/
├── .gitignore
├── pom.xml
├── struktura.txt
├── src/
│   ├── main/
│   │   ├── java/
│   │   │   └── hu/ujvari/
│   │   │       ├── ECGMenuApp.java
│   │   │       ├── ecgmodel/
│   │   │       │   └── Signal.java
│   │   │       ├── ecgplotter/
│   │   │       │   ├── controller/
│   │   │       │   │   ├── FilterController.java
│   │   │       │   │   └── ViewController.java
│   │   │       │   ├── filter/
│   │   │       │   │   ├── FilterInterface.java
│   │   │       │   │   ├── GaussianFilter.java
│   │   │       │   │   ├── LoessFilter.java
│   │   │       │   │   ├── SegmentedFilterAdapter.java
│   │   │       │   │   ├── SgFilter.java
│   │   │       │   │   ├── SplineFilter.java
│   │   │       │   │   └── WaveletFilter.java
│   │   │       │   ├── model/
│   │   │       │   │   ├── FilterParameters.java
│   │   │       │   │   └── SignalData.java
│   │   │       │   ├── view/
│   │   │       │   │   ├── FilterControlPanel.java
│   │   │       │   │   ├── FilterVisibilityPanel.java
│   │   │       │   │   ├── NavigationPanel.java
│   │   │       │   │   ├── SignalCanvas.java
│   │   │       │   │   └── StatusPanel.java
│   │   │       │   └── unused/        ← Áthelyezett, nem használt fájlok
│   │   │       │       ├── CanvasEcgPlotter.java
```



Erőforrások

- `resources/xml/`: ECG adatfájlok
  - `ecg1.xml`
  - `ecg2.xml`
  - `ecg3.xml`

Fájlok Részletes Ismertetése

Konfigurációs Fájlok

`.vscode/launch.json`

- Visual Studio Code futtatási konfigurációkat tartalmaz
- Meghatározza a projekt futtatásához és debugging-hoz szükséges beállításokat

`.vscode/settings.json`

- Projekt-specifikus VS Code beállításokat tárol
- Kódformázási, szerkesztési és egyéb IDE-vel kapcsolatos preferenciákat tartalmaz

`pom.xml`

- Maven projektkezelő konfigurációs fájl
- Tartalmazza a projekt függőségeit, verzióit és build beállításait

Fő Alkalmazás

`ECGMenuApp.java`

- A projekt fő belépési pontja

Általános leírás

Az `ECGMenuApp.java` egy JavaFX alapú grafikus felhasználói felületet (GUI) valósít meg az ECG alkalmazáshoz. A fő menüben három opció érhető el: ECG Megjelenítő, XML Elemző és Kilépés. Az XML Elemző almenüben lehet listázni az elérhető elvezetéseket vagy megtekinteni az XML struktúráját. A `startEcgPlotter()` metódus betölti az ECG adatokat egy XML fájlból (jelen esetben `ecg1.xml`), és megjeleníti azokat egy külön ablakban. A `startXmlAnalyzer()` metódus lehetővé teszi az XML fájl tartalmának vizsgálatát, amely képes kilistázni az elérhető elvezetéseket vagy megjeleníteni a teljes XML struktúrát egy szövegmezőben. A főbb metódusok: `showMainMenu()`, `showXmlAnalyzerMenu()`, `startEcgPlotter()` és `startXmlAnalyzer()`.

A `startEcgPlotter()` metódusban az `EcgPlotterApplication` osztály kerül meghívásra. Ez felelős az ECG jelek grafikus megjelenítéséért.

Az `EcgPlotterApplication.java` egy komplex ECG jel megjelenítő és elemző alkalmazás. A fő funkciói:

1. Betölti a kapott ECG jeleket egy statikus `setData()` metóduson keresztül.
2. Többféle szűrőt regisztrál és alkalmaz a jeleken (Gaussian, Savitzky-Golay, LOESS, Spline).
3. Létrehoz egy JavaFX alapú grafikus felületet, amely lehetővé teszi:
    - A jel megjelenítését (`SignalCanvas`)
    - Szűrők vezérlését (`FilterControlPanel`)
    - Navigációt és szűrő láthatóságot
    - Állapotjelzést

A `processData()` metódus aszinkron módon alkalmazza az összes regisztrált szűrőt, majd frissíti a canvas megjelenítését.

A `setData()` metódus egy statikus `signal` nevű `List<Double>`-be tölti a jelet:

Ezt a statikus `signal` listát használja fel később a `start()` metódusban a `SignalData` konstruálásakor:

signalData = new SignalData(signal);

Tehát a `setData()` egy statikus listába menti az adatokat, amelyet aztán a `SignalData` objektum fog feldolgozni az alkalmazás indulásakor.

A `SignalData.java` egy komplex modell osztály, amely az ECG jel adatainak kezelésére és manipulálására szolgál. Főbb jellemzői:

1. Tárolja az eredeti jelet (`originalSignal`) és a szűrt jeleket (`filteredSignals`)
2. Kezeli a jel minimális és maximális értékeit
3. Támogatja a viewport (nézet) kezelését:
    - Viewport mozgatása (`moveViewport()`)
    - Zoom szint beállítása (`setZoomLevel()`)
    - Nézet alaphelyzetbe állítása (`resetViewRange()`)

A kulcs metódusok:

- `addFilteredSignal()`: Új szűrt jel hozzáadása
- `updateMinMaxValues()`: Frissíti a jel min-max értékeit
- `setViewport()`: Beállítja a látható jelrészletet
- `setZoomLevel()`: Módosítja a nagyítási szintet

A tervezés thread-safe, szinkronizált metódusokkal védi az adatokat. Lehetőséget ad a jel különböző nézeteinek és feldolgozási módszereinek kezelésére.

Szűrők:

A `FilterParameters.java` egy absztrakt osztály, amely különböző szűrési algoritmusok paramétereinek tárolására és kezelésére szolgál. Fő jellemzői:

1. Absztrakt alaposztály `FilterParameters`, amelyből származnak a specifikus szűrő paraméter osztályok.

2. Minden szűrőtípushoz külön belső osztály létezik:

    - `GaussianParameters`: Gaussian szűrő (ablakméret)
    - `SavitzkyGolayParameters`: Savitzky-Golay szűrő (ablakméret, polinom rendű)
    - `LoessParameters`: LOESS szűrő (ablakméret, polinom rendű, sávszélesség)
    - `SplineParameters`: Spline interpoláció (leszűkítés mértéke)
    - `WaveletParameters`: Wavelet transzformáció (szint, küszöbérték)
    - `SegmentFilterParameters`: Szegmentált szűrőkhöz speciális paraméterek

3. Lehetőséget biztosít a szűrési paraméterek dinamikus beállítására és lekérdezésére.

A `FilterInterface.java` egy egyszerű, de kulcsfontosságú interfész, amely meghatározza a szűrő algoritmusok alapvető működését:

1. `getName()`: Visszaadja a szűrő nevét
2. `filter()`: Végrehajtja a tényleges szűrést egy bemeneti jelen
3. `getParameters()`: Lekéri a szűrő aktuális paramétereit
4. `setParameters()`: Lehetővé teszi a szűrő paramétereinek módosítását

Ez az interfész biztosítja, hogy minden szűrő implementáció egységes módon legyen definiálva a rendszerben, így könnyen lehet őket kezelni és alkalmazni.

A `SgFilter, LoessFilter, SplineFilter` osztályok valójában adapter osztályok, amely egy másik,

`hu.ujvari.ecgprocessor.SavitzkyGolayFilter,`
`hu.ujvari.ecgprocessor.LoessFilter,`
`hu.ujvari.ecgprocessor.CubicSplineFilter`

nevű implementációkat használnak fel. Ez egy köztes réteg, amely:

1. Átveszi a paramétereket
2. Létrehoz egy másik csomag szűrőjét
3. Meghívja annak `filter()` metódusát

Az adapter tervezési minta segítségével oldja meg, hogy a projekt különböző komponensei egységesen tudják kezelni a szűrőket, miközben a tényleges számítások egy másik, már meglévő implementációban történnek.

A jelet Teljes terjedelmükben vagy Az R csúcsok mentén szakaszokra bontva is lehet szűrni, ezeket a szűréseket összehasonlítani. A szegmentált szűrések az R csúcsok “megőrzése” érdekében kerülnek alkalmazásra

A szegmentált szűrések megvaósítása:

1. A `LoessFilter, CubiSplineFiolter` és `SavitzkyGolayFilter` a `hu.ujvari.ecgprocessor` csomagban valósítják meg a tényleges szűrési algoritmusokat.

2. Az `ECGSegmenter` egy speciális segédosztály, amely lehetővé teszi a szűrők szegmentált alkalmazását az EKG jeleken. Főbb képességei:

- R csúcsok detektálása (`detectRPeaks`)

- Jel szűrése szegmensekre bontva, úgy, hogy az R csúcsok pozícióját megőrzi (`applyFilterBySegments`)
- Finomított csúcspozíció meghatározás (`refineRPeakPosition`)

A szegmentált szűrés lényege, hogy:

- Felismeri az R csúcsokat a jelben
- A csúcsok körül külön kezeli a jel szűrését
- Biztosítja, hogy a fontos kardiológiai pontok (R csúcsok) ne torzuljanak

Ez egy olyan megközelítés, amely megőrzi a jel diagnosztikai jellegzetességeit a zajcsökkentés során.

Az `ECGSegmenter` egy komplex osztály, amely az EKG jelek speciális feldolgozására szolgál. Főbb funkciói:

1. R csúcsok detektálása (`detectRPeaks`):
- Ablakozásos módszerrel keresi a jel csúcspontjait
- Küszöbérték alapján dönt a csúcsok létezéséről
- 400 ms-os ablakokat használ 200 ms-os átfedéssel
- Kiszűri a közeli csúcsokat (minimális 100 ms távolság)
2. Szűrés szegmentáltan (`applyFilterBySegments`):
- Két változata van: a) Automatikus R csúcs detektálással b) Előre megadott R csúcs indexekkel
- Lépései:
    - R csúcsok detektálása
    - Jel felosztása szegmensekre a csúcsok körül
    - Minden szegmens külön szűrése
    - Csúcsok körüli sima átmenetek biztosítása
3. Átmenetek kezelése:
- Lineáris interpoláció a csúcsok körül
- Biztosítja a szűrt jel folytonosságát
- Megőrzi a diagnosztikailag fontos pontokat

Alapvető célja, hogy zajcsökkentést végezzen úgy, hogy közben megőrzi a jel eredeti szerkezetét és fontos jellemzőit.

A `FilterController` egy komplex vezérlő osztály, amely az EKG jel szűrési folyamatát kezeli. Főbb jellemzői:

1. Szűrő regisztráció és kezelés:
- Lehetővé teszi különböző szűrők (`FilterInterface`) regisztrálását
- Tárolja a szűrőket egy térképben (`filters`)
- Kezeli a szűrők közötti függőségeket (`dependencies`)
2. Szűrési folyamat:
- `applyFilter()`: Egyetlen szűrő alkalmazása
- Aszinkron módon hajtja végre a szűréseket (`CompletableFuture`)

- Támogatja a szűrők láncolt alkalmazását a függőségek alapján
3. Speciális képességek:
- Szegmentált szűrők speciális kezelése
- Párhuzamos végrehajtás (több magos számítógépeken)
- Rugalmas paraméter menedzsment

Főbb metódusok:

- `registerFilter()`: Új szűrő hozzáadása
- `addDependency()`: Szűrők közötti függőségek definiálása
- `applyFilter()`: Egyedi szűrő alkalmazása
- `applyAllFilters()`: Minden regisztrált szűrő alkalmazása

A szűrők nem csak önállóan, hanem egymásra épülve is alkalmazhatók, biztosítva a komplex jelfeldolgozási lehetőségeket. (Ez még nincs implementálva).

A `ViewController` az alkalmazás felhasználói felületének vezérlését és állapotkezelését végzi. Főbb funkciói:

1. Kezdeti beállítások:
- Alapértelmezetten beállítja az eredeti jel láthatóságát
- Inicializálja a szűrők láthatóságát egy alapértelmezett térképben
2. Komponensek összekapcsolása:
- `setSignalCanvas()`: Beállítja a jel megjelenítő vásznat
- `setVisibilityPanel()`: Konfigurálja a szűrő láthatóság panelt
- `setNavigationPanel()`: Beállítja a navigációs panelt
- `setStatusPanel()`: Állapotjelző panel beállítása
3. Interakció kezelése:
- Szűrők láthatóságának dinamikus módosítása
- Nézet frissítése (viewport változás, újrarajzolás)
- Állapotüzenetek kezelése

Főbb metódusok:

- `redrawCanvas()`: Vászon újrarajzolása
- `resetView()`: Nézet alaphelyzetbe állítása
- `updateStatus()`: Állapotüzenet frissítése

Lényegében egy koordináló réteg, amely összeköszi a modellt (SignalData) a nézettel (SignalCanvas, NavigationPanel stb.), és kezeli a felhasználói interakciókat.

A `SegmentedFilterAdapter` egy speciális adapter osztály, amely lehetővé teszi az alapszűrők szegmentált alkalmazását EKG jeleken. Főbb jellemzői:

1. Működési elv:
- Egy alapvető szűrőt kap (pl. Loess, Savitzky-Golay, CubicSpline)
- R csúcsokat detektál az eredeti jelen
- A jelet szegmensekre bontja a csúcsok körül
- Minden szegmenst külön szűr
- Megőrzi a diagnosztikailag fontos pontokat
2. Kulcs funkciók:
- Dinamikus R csúcs detektálás
- Küszöbérték alapú csúcskeresés
- Szűrés szegmensekre bontva
- Paraméterek rugalmas kezelése
3. Speciális mechanizmusok:
- Csúcsok egyszer történő detektálása
- Védett másolatok kezelése
- Alapszűrő paramétereinek frissítése

A tervezési minta lehetővé teszi, hogy bármilyen alap szűrőt szegmentáltan lehessen alkalmazni, megőrizve a jel diagnosztikai tulajdonságait.

A `SignalCanvas` egy JavaFX Canvas komponens, amely az EKG jelek megjelenítéséért felelős. Főbb jellemzői:

1. Jel megjelenítés:
- Több szűrő egyidejű ábrázolása
- Külön szín és átlátszóság minden szűrőhöz
- Dinamikus láthatóság beállítás
2. Interaktív vezérlők:
- Egér húzással viewport mozgatás
- Görgetéssel zoom funkció
- Koordináta transzformáció
3. Speciális megjelenítési elemek:
- Eredeti és szűrt jelek ábrázolása
- R csúcsok megjelölése
- Tengelycímkék és információs szövegek

Főbb metódusok:

- `redrawChart()`: Teljes diagram újrarajzolása
- `drawSignal()`: Egyedi jel kirajzolása
- `drawRPeaks()`: R csúcsok megjelölése
- `setupCanvasEvents()`: Egér és görgetés események kezelése

Tervezési célok:

- Rugalmas jel vizualizáció
- Felhasználóbarát interakció
- Részletes diagnosztikai információk megjelenítése

A `drawSignal()` metódus minden egyes híváskor kirajzolja az adott jelet, míg a `redrawChart()` valóban minden jelentősebb esemény után újrarajzolja a teljes diagramot.

A `redrawChart()` akkor kerül meghívásra, amikor:

- Változik a viewport (nézetablak)
- Módosul a zoom szint
- Új szűrő kerül alkalmazásra
- Megváltozik egy szűrő láthatósága
- Egyéb felhasználói interakciók történnek
- Törli a vásznat (`clearCanvas()`)
- Újrarajzolja az összes szűrőt, amelyek láthatóságra vannak állítva
- Frissíti a tengelycímkéket és az információs szöveget

Tehát minden alkalommal, amikor valami megváltozik a jelben vagy a megjelenítésben, a `redrawChart()` újrarajzolja a teljes diagramot.

Ezek a komponensek mind hozzájárulnak a felhasználói felület és a jel megjelenítésének vezérléséhez:

1. `FilterControlPanel`:
- Szűrő beállítások vezérlőfelülete
- Lehetővé teszi a különböző szűrők paramétereinek módosítását
- Alkalmazza a kiválasztott szűrőket
- Frissíti a SignalCanvas megjelenítését minden szűrő alkalmazásakor
2. `FilterVisibilityPanel`:
- Szabályozza, hogy melyik szűrt jel látható a diagramon
- Kapcsolók (checkboxok) az egyes szűrők be- és kikapcsolásához
- Közvetlenül befolyásolja a SignalCanvas megjelenítését
3. `NavigationPanel`:
- Zoom vezérlés
- Viewport mozgatás (balra-jobbra navigálás a jelben)
- Teljes nézet visszaállítása
- Befolyásolja a megjelenített jel tartományát
4. `StatusPanel`:
- Állapotüzenetek megjelenítése
- Folyamatjelző sáv
- Nem közvetlen hatással van a jel megjelenítésére, inkább tájékoztató jellegű

Mindegyik komponens szorosan együttműködik a `SignalCanvas`-szal és a `SignalData` modellel, így komplex módon irányítják a jel megjelenítését és feldolgozását.

Szegmentált szűrés példa:

1. Indítás az `ECGMenuApp`-ból:
- Betölti az XML fájlból a jelet
- Átadja az adatokat az `EcgPlotterApplication`-nek
2. `EcgPlotterApplication` inicializálása:
- Létrehozza a `SignalData` objektumot
- Regisztrálja a szűrőket a `FilterController`-ben
- Létrehoz egy szegmentált Savitzky-Golay szűrőt és regisztrálja
3. Felhasználói interakció a `FilterControlPanel`-on:
- A felhasználó kiválasztja a "Segmented Savitzky-Golay" fület
- Beállíthatja az R csúcs küszöbértéket
4. Szűrési folyamat (`SegmentedFilterAdapter`):
- `ECGSegmenter` detektálja az R csúcsokat az eredeti jelben
- A jelet szegmensekre bontja a csúcsok körül
- Minden szegmenst külön alkalmazza a Savitzky-Golay szűrőt
- Finoman illeszti a szegmenseket és megőrzi az R csúcsokat
5. Megjelenítés (`SignalCanvas`):
- Kirajzolja a szűrt jelet
- Külön megjelöli az R csúcsokat
- Lehetővé teszi a különböző szűrők közötti váltást

A kulcs komponensek:

- `ECGSegmenter`: R csúcsok detektálása és szegmentálás
- `SegmentedFilterAdapter`: Szűrési logika
- `FilterController`: Szűrők vezérlése

A `SegmentedFilterAdapter` generikus módon képes kezelni bármilyen alapszűrőt, így könnyen létrehozhatók szegmentált változatok más szűrőkhöz is.