|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Eötvös Loránd Tudományegyetem**  Informatikai Kar  Programozási Nyelvek és Fordítóprogramok Tanszék |  |

**P4 programok gráf alapú statikus elemzése**

|  |  |
| --- | --- |
| *Témavezető:*  Tóth Gabriella  Doktorandusz | *Szerző:*  Tábi Zoltán  Programtervező Informatikus, BSc |

Budapest, 2020

Tartalomjegyzék

[1. Bevezetés 5](#_Toc41420091)

[2. Felhasználói dokumentáció 6](#_Toc41420092)

[2.1. Program célja 6](#_Toc41420093)

[2.2. Használat 6](#_Toc41420094)

[2.2.1. Feltételek 6](#_Toc41420095)

[2.2.2. Telepítés és futtatás (TODO vs futtatás kiváltása) 7](#_Toc41420096)

[2.2.3. Vizsgálható kód 7](#_Toc41420097)

[2.3. Rendszer ismertetése 8](#_Toc41420098)

[2.3.1. Kezdő oldal 9](#_Toc41420099)

[2.3.2. Gráf megjelenítő oldal 11](#_Toc41420100)

[2.3.3. Elemzéseket végző oldal 16](#_Toc41420101)

[3. Fejlesztői dokumentáció 17](#_Toc41420102)

[4. Összefoglalás 18](#_Toc41420103)

[5. További fejlesztések 19](#_Toc41420104)

[5.1. P4 fordítóprogram beépítése 19](#_Toc41420105)

[5.1.1. Egész projekt Linux-on történő futtatása 19](#_Toc41420106)

[5.1.2. Szerver a P4 fordítóprogramhoz 19](#_Toc41420107)

[5.2. Vizsgált résznyelv kiterjesztése 19](#_Toc41420108)

[5.3. Felhasználó azonosítása 20](#_Toc41420109)

[5.4. Gráf elemzés összesített verziója (TODO lehet kikerül) 20](#_Toc41420110)

[5.5. Felület optimalizálás 21](#_Toc41420111)

[5.5.1. Sötét téma 21](#_Toc41420112)

[5.5.2. Mobil használat 21](#_Toc41420113)

# Bevezetés

Szakdolgozatom célja egy olyan felhasználó barát weboldal elkészítése, ahol

# Felhasználói dokumentáció

## Program célja

A feladatom egy olyan felhasználóbarát és könnyen kezelhető weboldal elkészítése volt, amely P4-es programok gráf alapú elemzését végzi. A programkód bevitelét meg lehet tenni szövegbeviteli mező segítségével vagy fájlfeltöltés útján. A gráfokkal interaktív események hajthatóak végre. Többek között gráf bejárás szimulálása, csúcshoz és csúcsból vezető út kirajzolása és gráfok egymás közötti kapcsolatának megjelenítése. Ezek után meg lehet adni a kezdeti- és végértékeket, majd több megadása után csomagot összeállítani és végezetül az elemzett gráfok és eredmények megtekintését.

A weboldal főleg a P4 programnyelvvel foglalkozó közösség számára szól, de bárki számára használható az oldalon megtalálható fájlok segítségével, valamint a dokumentáció vagy a webhelyen található Súgó oldal átolvasásával.

## Használat

### Feltételek

Egy weboldal lévén a felhasználásnak nincsenek rendszert érintő követelményei. A weboldal használható mobileszközről, tabletről, valamint számítógépről is, ezek közül ajánlott a számítógép használata nagyobb képernyő és átláthatóság érdekében. Valamint az alapvető webböngészés képességével is rendelkeznie kell a felhasználónak.

Támogatott böngészők:

* Google Chrome
* Mozilla Firefox
* Opera
* Microsoft Edge

### Telepítés és futtatás (TODO vs futtatás kiváltása)

A telepítés és futtatás menete:

* Node.js 12.16.1+ verzió letöltése és telepítése innen: <https://nodejs.org/>
* Visual Studio Community 2019 letöltése és telepítése innen: <https://visualstudio.microsoft.com/vs/>
* P4Analyst.sln fájl megnyitása a Visual Studio segítségével
* A solution explorer menü sávban az AngularApp projektre jobb klikkel kattintani és a Debug menü pontban a „Start New Instance” feliratra kattantani. Ekkor a projekt elindul és akár pár percbe is telhet mire a weboldal megjelenik és betöltődik, ha betöltés közben hiba lép fel, akkor az F5 billentyű segítségével rá kell frissíteni az oldalra.

Azonban telepítésre nem feltétlenül van szükség, mivel az alábbi címen elérhető a weboldal: <https://p4analyst.azurewebsites.net/>

### Vizsgálható kód

A weboldal P4 programok elemzését végzi, így az elfogadott fájlfok kiterjesztése a .p4, de a .txt kiterjesztésű fájlok feltöltését is megengedi az oldal.

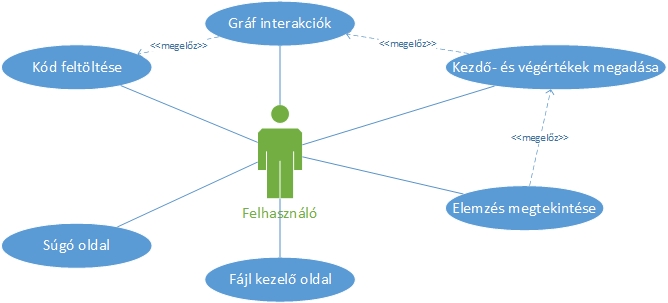
A megadott fájlnak vagy szövegnek helyes P4 kódnak kell lennie, mivel ennek ellenőrzését nem teszi meg a rendszer. Ez azt jelenti, hogy a feltöltött fájl helyességét ajánlott a P4 fordítóprogramjával ellenőrizi. Amennyiben nem rendelkezik ezzel a fordítóval és telepíteni nem akarja, akkor a fájlok oldalon találhat olyan helyes P4 kódokat, mellyel megtekinthető a weboldal működése.

Azonban a program nem rendelkezik a P4 kódok teljes funkcionalitásainak ismeretével, ezért megkötésekkel rendelkező P4 program adhatóak meg csak.

Kivételek:

* *Action*-ön belüli elágazás nem megengedett.
* TODO, ha nincs több ilyen, akkor a listát szüntessük meg

## Rendszer ismertetése



. ábra – Általános felhasználói eset diagram

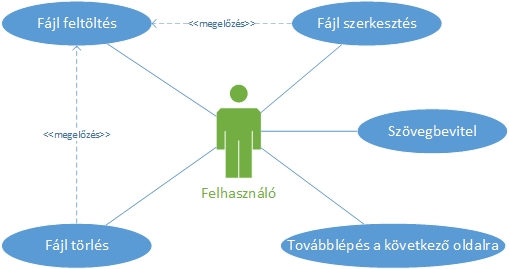
Az *általános felhasználói eset diagram* ábrán láthatóak a weboldal fő funkciói. Ez csak egy összefoglaló ábra, melynek funkcióit bővebben kifejtem később, amikor is a weboldal összes oldalát és azokban rejlő lehetőségeket részletesen leírom.

Az ábrán jól látható, hogy a weboldal egy része lineáris lefutással bír, vagyis egymásra épülő, ki nem kerülhető folyamatok követik egymást.

Funkciók rövid ismertetése:

* Kód feltöltés – A felhasználónak itt lehetősége van egy P4 kód megadására fájlból vagy szöveges bevitellel.
* Gráf interakciók – A felhasználónak itt lehetősége van a kódból generált gráfokkal interakciókat végre hajtani. Ezek közé sorolható a gráf bejárás szimulálása, az adott csúcsba vezető út és abból kivezető utak színezése, valamint a vezérlésfolyamgráf és az adatfolyamgráf közötti kapcsolatok megismerése.
* Kezdő- és végértékek megadása - A felhasználónak itt lehetősége van a kódban lévő fejlécekről eldönteni, hogy kezdetben mely fejléceit szeretné inicializáltra állítani, valamint az elemzett rész után mely fejléceket szeretné felhasználni.
* Elemzés megtekintése - A felhasználónak itt lehetősége van az elemzések megtekintésére, ahol is megjelenik az összes megadott kezdő- és végértékhez generált gráf, valamint diagramok, melyeket a rendszer számolt ki.
* Fájl kezelő oldal – A felhasználónak itt lehetősége van fájlokat keresni, azok tartalmát vágólapra helyezni, vagy a fájllal azonnal megkezdeni az elemzési folyamatot, ami a gráf interakciókkal kezdődik.
* Súgó oldal - A felhasználónak itt lehetősége van megismerkedni a weboldal céljával, valamint alapvető használatával. Elolvasásával könnyen elsajátítható a tudás, amely az oldal használásához szükséges.

### Kezdő oldal

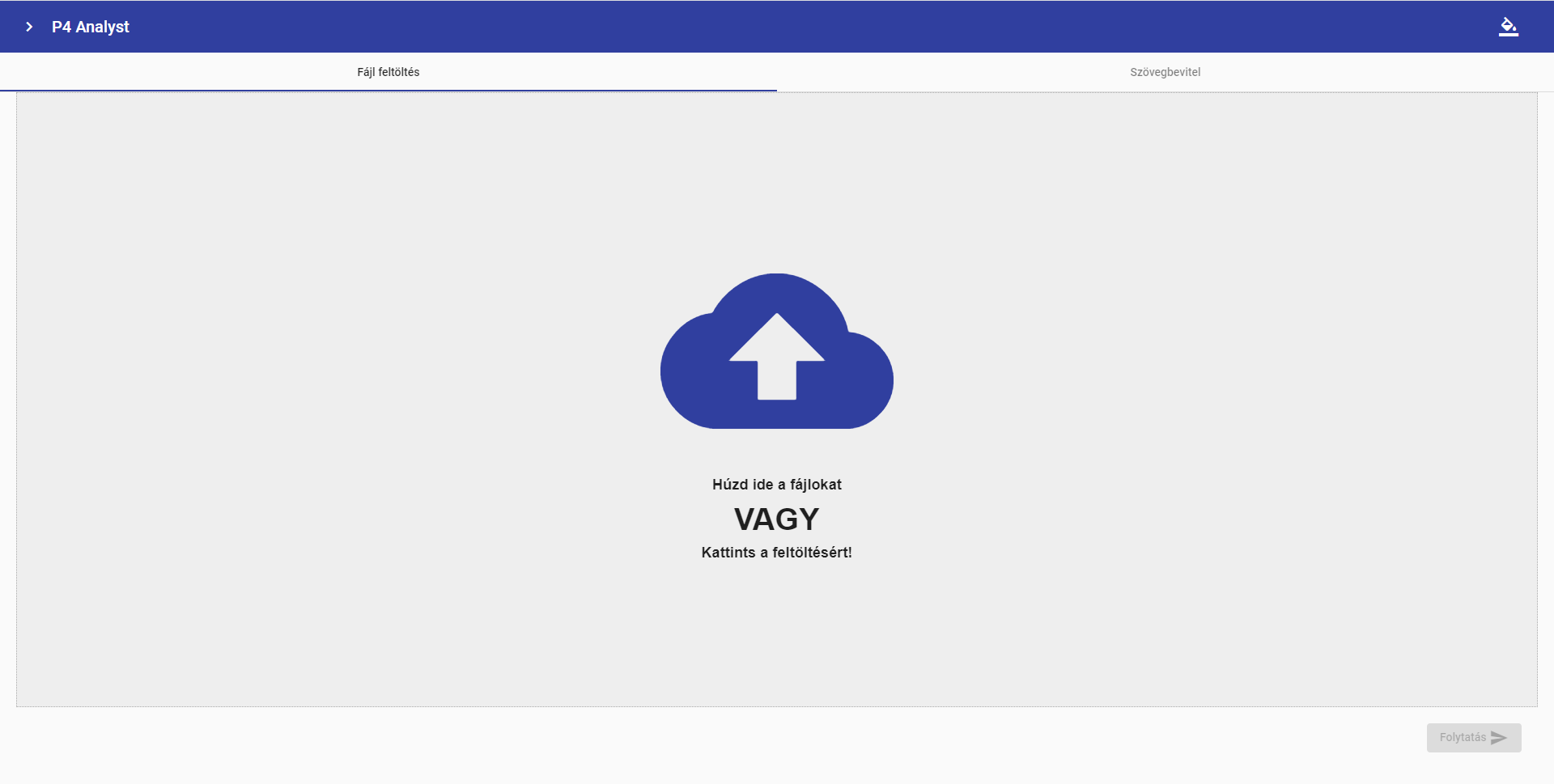


. ábra - Kezdő oldal felhasználói eset diagram

A *Kezdő oldal felhasználói eset diagram* ábráján látható, hogy a felhasználónak milyen funkciók és lehetőségek állnak rendelkezésére, amikor a kezdőoldalon van.

Ezen az oldalon adhatja meg elemzendő kódját, itt egy tab-os elrendezésben választhatja ki, hogy milyen módon adja át kódját. Az opciók kizárják egymást, szóval, ha feltöltött fájlt, addig nem léphet át a szövegbeviteli részre, amíg azt a fájlt ki nem törölte és fordítva is igaz, tehát, amennyiben a beviteli mező nem üres úgy nem léphet vissza a fájl feltöltő részlegre. A következő oldalra lépés, akkor érhető el, ha az egyik eset által adott meg szöveget. A szövegbeviteli mező egy egyszerű beviteli mező, ahova szöveget írhat be vagy illeszthet be a vágólapról.

#### Fájl feltöltés



. ábra - Fájl feltöltő

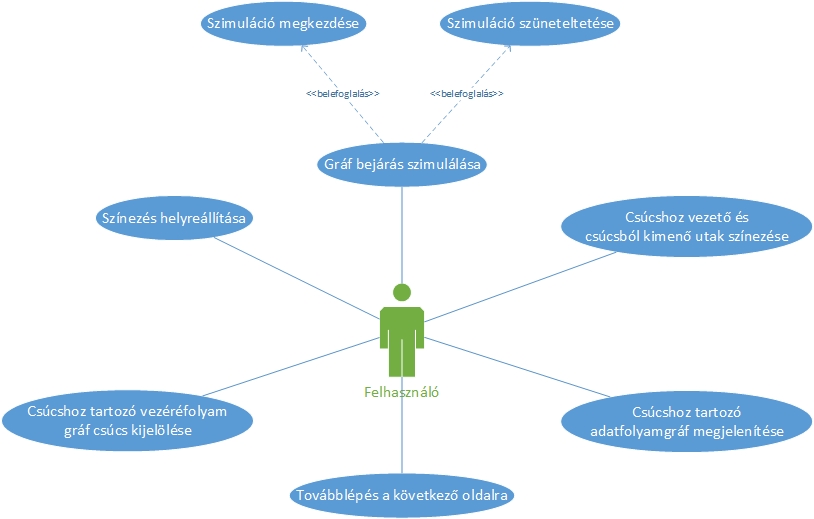
A felhasználó ebben az esetben két különböző úton adhatja meg a kiválasztandó fájlt. Az első eset, hogy bal klikkelés után a fájlkezelő ablakból kiválasztja a feltöltendő fájlt. A második eset, hogy úgynevezett *drag and drop* módszerrel, vagyis a fájl odahúzásával és elengedésével adja meg a kiválasztott fájlt. Minden esetben ellenőrizzük, hogy a fájl megfelelő, .p4 vagy .txt kiterjesztésű-e, más kiterjesztéssel rendelkező fájl feltöltésére nincs lehetőség, ezt figyelmeztető üzenet formájában jelezzük a felhasználónak. A második módszer esetén a feltöltött fájlok mennyiségére is ellenőrzést hajtunk végre, mivel több fájl feltöltése nem megengedett, ekkor is megtagadjuk a fájl(ok) feltöltését és figyelmeztető üzenet formájában ezt jelezzük.

Az elfogadott fájl megadása után a képernyőn megjelenik a fájl neve, valamint mellette kettő akció gomb is. Az első esetben a fájl szerkesztését végezheti, ekkor egy felugró ablakban jelenik meg a fájl tartalma, ahol szerkeszthető. Az ablak bezárása négy módon történhet meg:

* *Mentés* gombra kattintás – a szerkesztést jóváhagyja, ezt egy felugró üzenettel erősítjük meg
* *Mégsem* gombra kattintás
* Bezáró gombra kattintás
* Az ablak területén kívülre kattintás

A törlés gombra való kattintás esetén a fájl feltöltése semmisnek tekintendő és lehetőség nyílik másik fájlt feltölteni, vagy a szövegbeviteli mezőre átlépni.

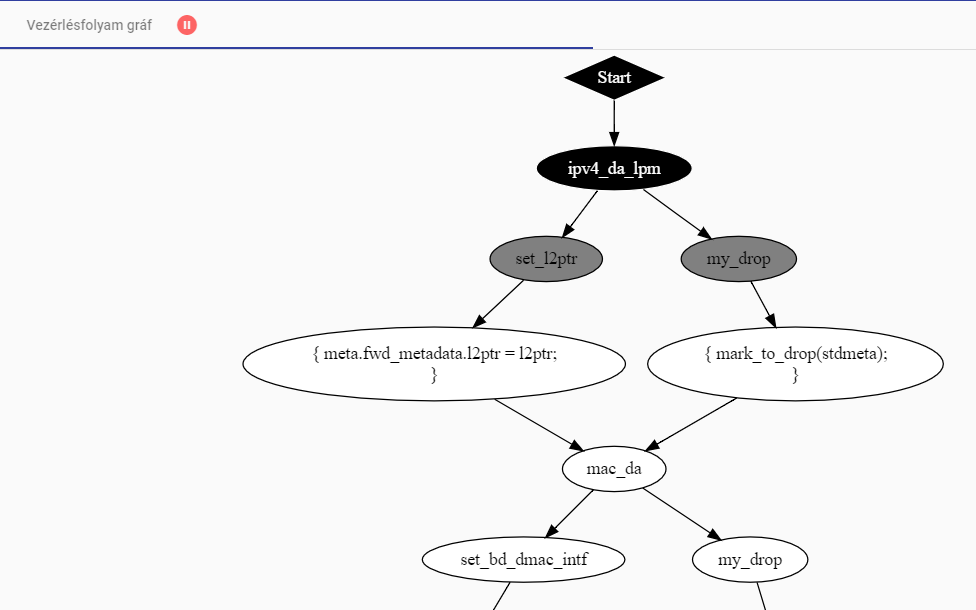
### Gráf megjelenítő oldal



. ábra - Gráf megjelenítő oldal felhasználói eset diagram

A *Gráf megjelenítő oldal felhasználói eset diagram* ábráján látható, hogy a felhasználónak milyen funkciók és lehetőségek állnak rendelkezésére, amikor a gráf megjelenítő oldalon van. Az oldal működésének előfeltétele, hogy a kód feltöltése már megtörtént, ezért ha az nem történt volna meg, akkor hibaüzenettel jelezzük, hogy először fájlt fel kell tölteni. Amennyiben már ez megtörtént, akkor az oldalon a tab-os elrendezésben alapértelmezetten kettő oldal található meg, melyek az oldalon állandóan jelen vannak. Az első a vezérlésfolyamgráfot megjelenítő tab, a második pedig az adatfolyamgráfot reprezentáló oldal. A gráfok betöltésekor egy információs üzenettel jelezzük, hogy a gráf betöltését várja meg, mivel csak így tudjuk garantálni a hibátlan és maximális felhasználói élményt. A gráf betöltődése addig tart, amíg a képernyőn megjelenő forgásban lévő ikon a képernyőn marad, utána a gráf kirajzolása következik, ahol a gráf csúcsai és azokat összekötő élek beúsznak az oldalra. Amikor a gráf kirajzolása is megtörtént onnantól érhetőek el az oldal interakciói.

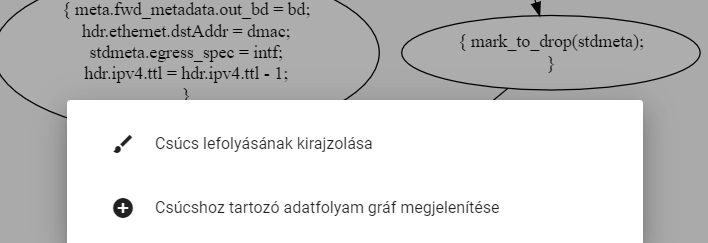
#### Gráf bejárás szimulálása



. ábra - Gráf bejárás

A két fő gráf bejárásának szimulálásra van lehetőség. A funkció elindításához a tab-ban, név mellett látható zöld lejátszási ikon megnyomását kell megtenni. Lenyomásakor a lejátszási ikonból szüneteltetési ikon lesz, valamint a zöld színből piros színbe vált át a gomb, amit a *Gráf bejárás* ábrán láthatunk is. A bejárás prezentálásához a szélességi bejárást választottam, amit egyetemi éveim alatt sajátítottam el. A bejárás lényege, hogy szintenként halad és csak akkor ugrik a következő szintre, ha az adott szinten már mindent csúcsot elért. A bejárás szüneteltethető a szüneteltetési ikon lenyomásával vagy a tab-ról való elkattintással. A folyamat a megszakított állapottól folytatható. A funkció csak, akkor aktív, ha az adott gráfon vagy, amire alkalmazni szeretnéd.

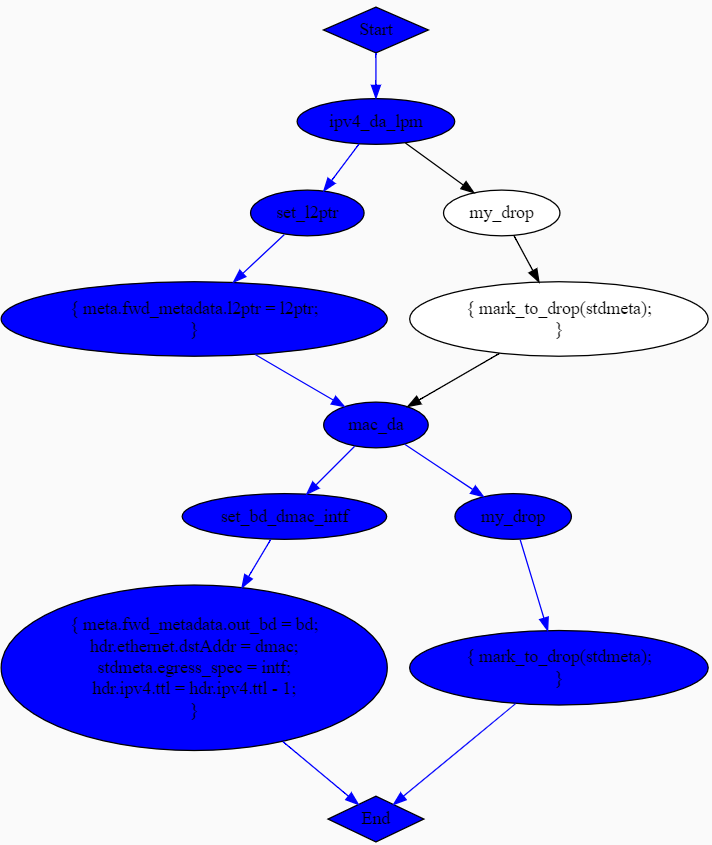
#### Csúcs interakciók



. ábra - Interakció kiválasztása

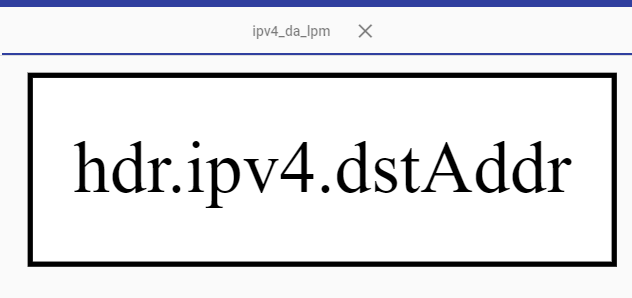
Csúcs interakciók is csak a két fő gráfon hajthatóak végre. Egy csúcsra kattintás esetén az *Interakció kiválasztása* ábrán látható felugró felületen van lehetőség az opciók közül választani.

Mindkét gráf esetében, minden csúcsnál van lehetőség a csúcshoz vezető és abból kimenő utak színezésére. Ezt a *Csúcs lefolyásának színezése* ábra segítségével reprezentálom, ahol a *set\_12ptr* csúcson került kiválasztásra ez a funkció.



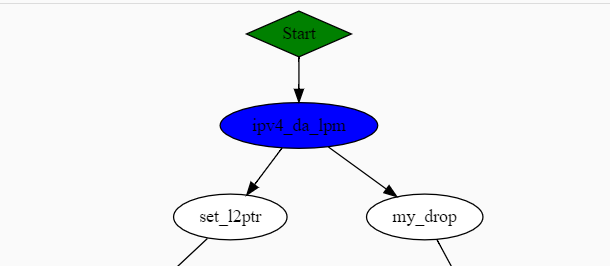
. ábra - Csúcs lefolyásának színezése

A vezérlésfolyamgráf esetében, ha olyan csúcsra kattint, amihez tartozik adatfolyam részgráf, akkor az opciók között szerepleni fog a *Csúcshoz tartozó adatfolyam gráf megjelenítése* is. Az opció kiválasztása esetén az adatfolyam részgráf egy új tab-on fog megnyílni, amelyre egyből odaugrik az oldal, ha ez a részgráf már meg volt nyitva, akkor az oldal egyszerűen csak arra a tab-ra ugrik. Az így megnyílt gráfon nem használható egyetlen interakció sem, a tab-ot az *X* gomb segítségével be lehet zárni. A *Részgráf megjelenítés* ábrán látható, hogy itt egy részgráf jelenik meg, valamint a bezárás funkcióval rendelkező ikon is.



. ábra - Részgráf megjelenítés

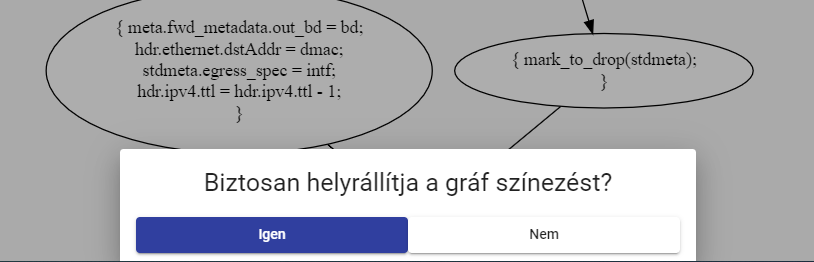
Az adatfolyamgráf esetében, ha olyan csúcsra kattint, ami egy vezérlésfolyamgráf csúcsból alkotható adatfolyam részgráfnak egy csúcsa, akkor az opciók között szerepelni fog a *Csúcshoz tartozó vezérlésfolyam gráf csúcs kijelölése* is. Az opció kiválasztása esetén az oldal átugrik a vezérlésfolyamgráfhoz és az előbb említett csúcsot kék színnel jelzi. A *Csúcs kiválasztás* ábrán látható, hogy az adatfolyamgráf csúcshoz tartozó vezérlésfolyamgráf csúcs milyen módon kerül kiemelésre.



. ábra - Csúcs kiválasztás

#### Egyéb funkciók

Az oldalon további két funkció elérhető, az egyik ezek közül a gráf színezés helyreállítása. Ez a funkció is csak a két fő gráfra, vagyis a vezérlésfolyamgráfon és az adatfolyamgráfon alkalmazható.

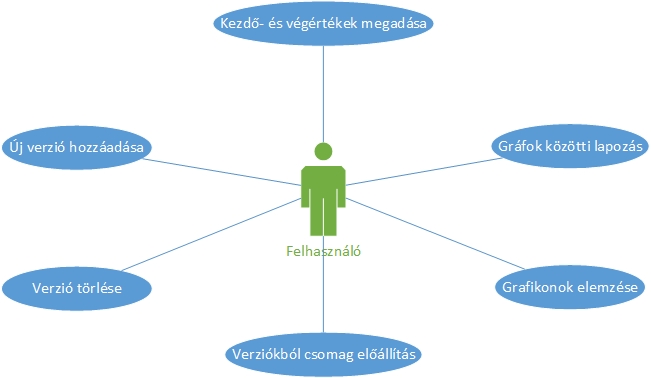


. ábra - Színezés helyreállítása

Amennyiben a gráf színezésre került valamilyen módon, akkor csúcson kívülre kattintva a *Színezés helyreállítása* ábrán látható felugró ablakrész jelenik meg, ahol eldöntheti, hogy a színezést vissza akarja-e állítani alapértelmezett helyzetébe. A visszaállítást az *Igen* gomb lenyomásával lehet megtenni.

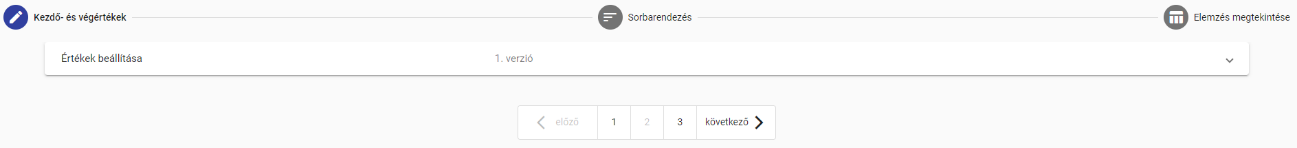
A másik hátralévő funkció a *Továbblépés a következő oldalra.* Ezt az oldal alján található *Következő* gomb lenyomásával tehetjük meg, ilyenkor az oldal átugrik az elemzéseket végző felületre.

### Elemzéseket végző oldal



. ábra - Elemző oldal felhasználói eset diagram

A *Elemző felhasználói eset diagram* ábráján látható, hogy a felhasználónak milyen funkciók és lehetőségek állnak rendelkezésére, amikor az elemzéseket végző oldalon van. Az oldal működésének előfeltétele, hogy a kód feltöltése már megtörtént, ezért ha az nem történt volna meg, akkor hibaüzenettel jelezzük, hogy először fájlt fel kell tölteni.



12. ábra - Elmező oldal egészében

Az *Elemző oldal egészében* ábrán látható, hogy léptetéses rendszerben működik. Az első odlalán adhatóak meg az állapotok melyekkel elemezni kívánja a kódot. A második oldal csak akkor elérhető, ha az első oldalon kettő vagy annál több verziót adott meg, ilyenkor itt egy csomagot állíthat össze. A harmadik oldalon pedig az elemzett gráfok tekinthetőek meg, valamint azon diagramok melyek a program felhasználtáságról adnak egy átfogóbb képet.

#### Kezdő- és végértékek megadása

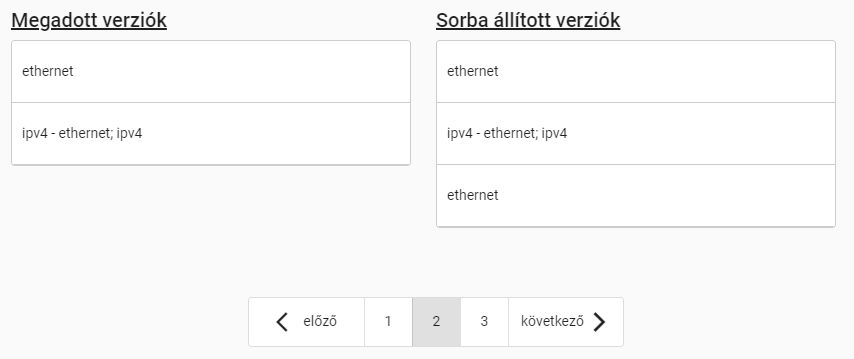


. ábra - Értékek megadása

Ezen az aloldalon belül adhatja meg lenyíló modulok segítségével a kívánt verziókat. Az *Értékek megadása* ábrán látható, hogy a verziót lehet törölni a *Törlés* gomb lenyomásával, valamint új verziót is hozzá lehet adni az eddigiekhez ezt a *Plusz hozzáadás* gomb lenyomásával teheti meg. A kezdeti értékeket egy lenyíló többes kiválasztó mező segítségével adhatja meg, melynek bezárása után a bepipálásra kerülő értékek fognak megjelenni. A végértékeket ugyanilyen módszerrel lehet megadni, ennek a helye az ábrán nem látszódik.

Tetszőleges mennyiségű verziót lehet megadni, de ugyanolyan értékekkel rendelkezőt nem érdemes ugyanis a *Sorba rendezés* oldalon adható meg csomagszerkezet. Verzióból egynek kötelezően lennie kell, ezt nem tudja kitörölni, itt a *Törlés* gomb nem jelenik meg.

#### Sorba rendezés



. ábra - Sorba rendezés

Amennyiben több verzió kerül megadásra, akkor elérhetővé válik ez az oldal. Ilyenkor a *Sorba rendezés* ábrán is látható módon jelenik meg a felület. Bal oldalon a *Kezdő- és végértékek megadása* aloldalon megadott verziók szerepelnek, ahonnan a már említett *drag and drop* módszerrel, vagyis egyszerű áthúzással lehet átvinni az elemeket a jobb oldali *Sorba állított verziók* oszlopba. Ilyen módon lehet csomagot összeállítani, vagyis egyes érték variációkat többször megadni, másikakat pedig kevesebbszer. Ennek az oldalnak a kitöltése nem kötelező, tehát üresen hagyható a *Sorba állított verziók* oszlop, ilyenkor a *Megadott verziók* oszlopában lévő sorrendet követi a rendszer.

#### Elemzés megtekintése

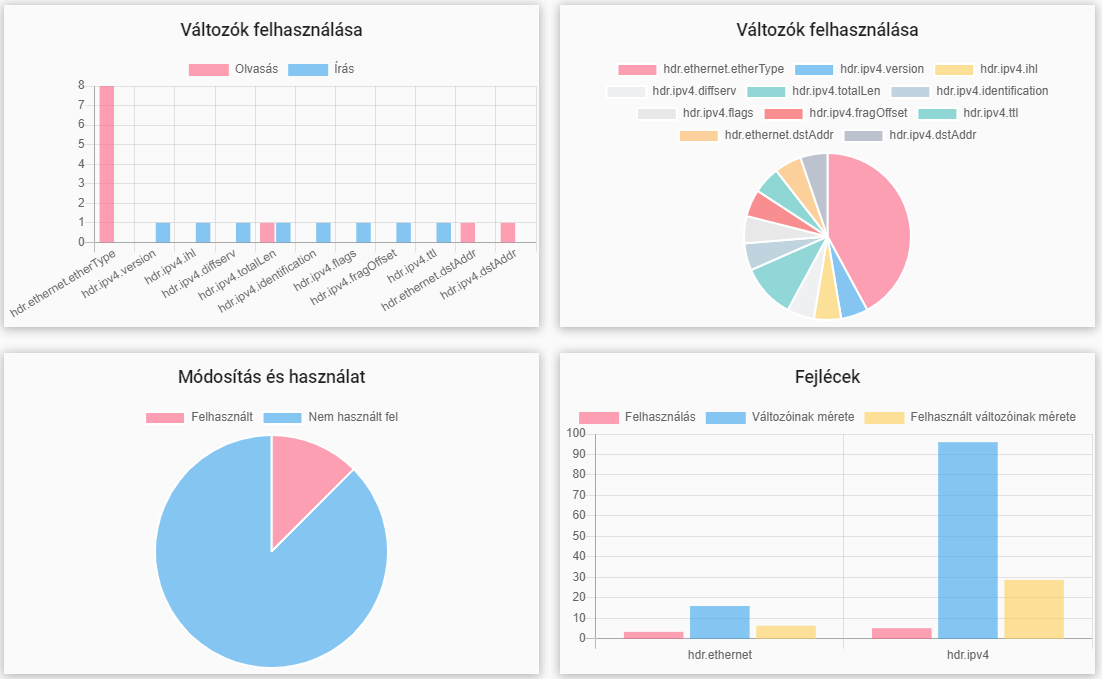
Ezen az oldalon megjelennek az elemzett vezérlésfolyamgráfok, adatfolyamgráfok, valamint olyan diagramok melyek segítségével könnyebben optimalizálható a kód.

##### Gráfok

Az összes megadott kezdő- és végértékhez meg lehet tekinteni az elemzett gráfokat. Itt a gráfok között lehet lapozni, mindkét gráf fajta külön-külön jelenik meg és külön-külön is lehet köztük lapozni. A gráfoknak színezve vannak, melyek értelmezése az alábbi:

* Zöld – A kód a megadott értékekkel helyes és nem keletkezik hiba.
* Sárga – A kód a megadott értékkel lehet hibára fut, de ez nem megállapítható biztosan.
* Piros – A kód a megadott értékekkel hibára fut.

##### Diagramok



. ábra - Diagramok

Az oldalon négy diagram található, ahogy az a *Diagramok* ábrán is látható. Melyeknek magyarázata és értelme a következő:

* *Változók felhasználása* (oszlop diagram) – Itt megtekinthető, hogy egy változót hányszor írtak, illetve olvastak átlagban.
* *Változók felhasználása* (kör diagram) – Itt megtekinthető, hogy egy változót hányszor használtak átlagban.
* *Módosítás és használat* – Itt megtekinthető, hogy a változók összesítve hányszor voltak újra felhasználva miután módosítottak rajtuk*.* Ezzel ellenőrizve, hogy a változó módosításának volt-e való haszna.
* *Fejlécek* – Itt megtekinthető, hogy egy fejléc átlagban hányszor volt használva, továbbá változóinak összméretét bit-ben kifejezve, valamint felhasznált változóinak átlagos méretét bit-ben kifejezve. Ebben az esetben a méret nem mindig pontos, mivel vannak olyan változók melyeknek nem ismerem a méretét.

### Fájl oldal

### Súgó oldal

# Fejlesztői dokumentáció

# Összefoglalás

# További fejlesztések

## P4 fordítóprogram beépítése

A vizsgált nyelv kibővítésének és a megfelelő hibajelzéseknek előfeltétele, hogy az elemzendő kód helyességét a P4 fordító segítségével ellenőrizzük. Mivel a P4 fordítót Linux operációs rendszeren lehet használni és az alkalmazás jelenleg Azure-ra van kitelepítve, ezért ennek beépítésére jelenleg két módszert látok megvalósíthatónak.

### Egész projekt Linux-on történő futtatása

Az első megoldás, hogy létrehozunk egy Linux operációs rendszerrel rendelkező virtuális gépet, amelyre telepítjük a P4 fordítóját és az elemzett programot lefuttatjuk rajta. A futtatást C#-ból meg lehet tenni parancssori parancsok futtatásával. Ezt a megoldást nem ajánlom, mivel így fejlesztői környezetben is ki kell alakítani egy virtuális gépet, ahol tesztelhetők a módosítások.

### Szerver a P4 fordítóprogramhoz

A második megoldás, hasonló az elsőhöz, de itt csak egy szerver applikációt telepítünk a virtuális gépre, aminek egy belépési pontja van, amit meg lehet hívni a futtatandó kóddal és visszatér a program helyességével. Ehhez a megoldáshoz is kell fejlesztői környezetet kialakítani, de itt csak egy applikációt kell tesztelni rajta és a jövőben kevés változtatást kell eszközölni rajta, így az új fejlesztőknek nem feltétlenül van szükség a környezet kialakítására. Így én ezt a megoldást javaslom.

## Vizsgált résznyelv kiterjesztése

A vizsgálat során kikötésekkel éltem, hogy milyen programkódot tud feldolgozni az elemző programok, ezen kikötések feloldása lenne a feladat. TODO FELOROLNI

## Felhasználó azonosítása

A felhasználó regisztrálhasson vagy belépjen meglévő fiókjába. A felhasználóbarát megközelítés miatt legyen lehetőség *Google, Facebook* vagy *Github* felhasználóval belépni. A felhasználó azonosítása nagyon sok lehetőséget von maga után. Lehetőség nyílik, hogy a felhasználó feltöltsön kódot és eltárolja saját maga, megjelölt másik felhasználók, vagy az egész közösség számára. Legyen lehetőség egymás kódjaira reagálni, ötleteket, megjegyzéseket adni, vagy kedvencnek jelölni, ezzel később is gyorsan megtalálható. A fájl kereső oldalon így bővíthetőek a keresési funkciók felhasználó és kedveltségi szint alapján.

A már feltöltött kód módosítását és előzmények megtekintését is meg lehet csinálni, valamint elmenteni a kód elemzéseit, hogy a felhasználó nyomon tudja követni, hogy mennyit fejlődött kódjának optimalizáltsága. Amennyiben a programba beépítésre kerül a [P4 fordítója](#_P4_fordítóprogram_beépítése), akkor a felhasználó tudja fordítani programját, ezzel ellenőrizve helyességét. Ezen funkciók segítségével, akár egy fejélesztői környezet kialakítása is eszközölhető lenne.

Projektek létrehozása, ahol egy vagy több felhasználó képes módosítani a kódot.

## Gráf elemzés összesített verziója (TODO lehet kikerül)

Az elemzés megtekintésénél jelenleg minden program lefutásnak, amit a különböző kezdeti értékek segítségével ad meg a felhasználó külön-külön kirajzoljuk a gráfot, de nincs egy olyan összesítő gráf, amely bemutatná a leggyakrabban használt kódrészleteket. Ennek megalkotására az adatok már rendelkezésre állnak, a különböző gráfokban szerepel, hogy egy rész hányszor lett használva, ezeket összesíteni kell és ezek alapján beállítani a csúcsok színezését.

## Felület optimalizálás

### Sötét téma

A felületen sötét téma került kialakításra, amely megfelelő kontrasztot és láthatóságot nyújt egy eset kivételével. A gráf éleinek színe alapértelmezetten fekete, ez a szín sötét téma esetén a sötét szürkén látható, de a szemnek fárasztó fókuszálni rá, ezért ezt módosítani kell. A gráfot teljesen újra kell építeni egy másik a sötét szürkével kontrasztban álló élszínezéssel.

### Mobil használat

A felület jól használható mobilos környezetben, de vannak szépítendő és a felhasználói élményt javító változtatási lehetőségek.

Mobil optimalizáció:

* Az oldalsáv menü megjelenítése elhúzással. Ezzel könnyítve a felhasználót a navigációs menü megnyitásában, hogy ne kelljen mindig a megnyitó gombot lenyomni. Fejlesztéskor figyelni kell, hogy az animációs gombot használjuk.
* Gráf megjelenítő oldalon a tab-os elrendezésben elhúzással (swipe) is tudjon oldalt váltani.
* A megjelenített gráfok mozgatásának és nagyításának megvalósítása. A felhasználó a gráfra nyomással nyisson meg egy felugró ablakot, ahol ezek a funkciók aktívak. Elegendő lenne csak a nagyítás funkció aktiválása, azonban a használt gráf ábrázoló könyvtár ezt a megoldást nem támogatja.
* A gráf valamiért nem a képernyő közepén jelenik meg és az újra méretezhetőség sem működik rajta teljes értékűen. Ezen esetekre nem tudtam megoldási ötletet találni.