Szegedi Tudományegyetem

Informatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

Szelepcsényi Dávid

2025

Szegedi Tudományegyetem

Informatikai Intézet

Kézzel rajzolt E-K diagram digitalizálása

Szakdolgozat

Készítette:

Szelepcsényi Dávid

Programtervező

Informatikus BSc szakos

hallgató

Témavezető:

Dr. Kardos Péter

adjunktus

Szeged

2025

Feladatkiírás

A feladat egy olyan program készítése, ami egy raszteres képet kap, és azon végzett műveletekkel meghatározza a diagram elemeit, majd egy XML nyelvű, vektoros rajzolóprogram fájlformátumába átkonvertálni. Ez az OpenCV Python csomag segítségével érjük el. A program képes kell, hogy legyen felismerni az egyed kapcsolat diagram elemeit, azok közt a kapcsolatokat meghatározni. A program, a PyTesseract csomag segítségével képes a szövegek felismerésére. A program futása fél-automatikus, a felhasználó képes átírni a talált szöveget, illetve a felhasználó határozza meg, hogy melyik elem számít gyenge elemnek vagy gyenge kapcsolatnak.

Tartalmi összefoglaló

- ***A téma megnevezése:***

E-K diagram raszteres képének beolvasása, majd a diagramot leíró, vektorgrafikus diagram szerkesztő program által szerkeszthető fájl készítése.

- ***A megadott feladat megfogalmazása:***

Egy olyan program készítése, amely képes E-K diagram elemeit, és a köztük lévő kapcsolatokat felismerni egy, a programnak megadott kép alapján, majd az így összegyűjtött információ alapján egy XML forráskódú fájlt állít elő

- ***A megoldási mód:***

Python programozási nyelv használatával valósítottam meg a feladatot. Amennyiben az input kép megfelel az előfeltételeknek (pl. világos háttéren sötét szín objektumok vannak-e) előfeldolgozási műveletekre kerül sor. Után, az előkészített képen, néhány alakjellemző vizsgálata alapján megállapítom a rajzelemek típusát, méreteit, koordinátait. Az ebből nyert információk, illetve az eredeti kép alapján meghatározom az elemek között lévő kapcsolatokat. A jellemző, talált kapcsolatok, illetve a felhasználó által megadott paraméterek alapján előáll egy .drawio kiterjedésű fájlt.

- ***Alkalmazott eszközök, módszerek:***

Az implementációhoz Python 3.12.3.-as verziót, és OpenCV, kép kezelésre kitalált Python könyvtárat használta. A vizuális felülethez PyQt6 grafikus csomagot, a szövegek felismerésére PyTesseract függvény könyvtáratat használta. Az XML fájlok a Python beépített, erre a célra szolgáló xml csomag segítségével készültek. A szükséges számítások elvégzéséhez a program NumPy függvény könyvtárat, és a beépített math csomagokat alkalmaz.

- ***Elért eredmények:***

A program képes felismerni az E-K diagram különböző elemeit, és az azok között fennálló kapcsolatokat. A szövegfelismerés hibája esetén a felhasználó képes javítani a hibákat, illetve képes meghatározni gyenge elemeket, kapcsolatokat, valamint megadni a diagram kulcsait.

- ***Kulcsszavak:***

E-K diagram, Python, OpenCV, XML, PyTesseract,

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS

A diagrammok célja bizonyos információk, adatok és a köztük lévő összefüggések szemléltetése. Számos különböző területen találkozhatunk velük, például: oktatás, üzleti élet, mérnöki tervezés szoftverfejlesztés. Használatuk segít vizualizálni egy folyamat elemeit, azokat kialakítani, megtervezni, és javítani. A diagramok arra is szolgálnak, hogy egyszerű leírást adjanak akár a velünk dolgozóknak, akár olyanoknak, akik nincsenek tisztában az egész eddigi munkamenettel.

Ehhez szükséges az elméleti háttár ismerete, diagram felépítéséhez, annak elemeihez és azok jelentésének megértésehez. Mielőtt elkezdnénk készíteni egy diagramot, fennállhat a kérdés, hogy ezt milyen eszközzel is tegyük. Csináljuk kézzel esetleg, vagy erre kifejlesztett rajzoló programmal? Ha rajzoló programmal készítjük, onnan kinyomtatni egyszerű már, illetve a későbbi szerkesztés is sokkal könnyebb, de fordítva nem ez a helyzet. Szakdolgozatom célja ennek a folyamatnak a megkönnyítése, automatizálása.

Dolgozatomban az egyed - kapcsolat diagrammokra fókuszáltam, amiknek a főbb célja az az elkészítéséhez adatbázis modellezése átlátható formában, illetve azt vizsgáltam, hogyan lehet E - K diagram elemeit algoritmikusan felismerni.

Amennyiben az adott diagram megfelel a technikai feltételeknek, a program egy PyQt grafikus felületen keresztül feldolgozza a raszteres képet, azt vektorgrafikus rajzoló és szerkesztő program által kezelhető formába hozza. Ebben a felhasználónak is szerepe van, bizonyos beállításokat neki kell elvégezni.

A dolgozatom 1. fejezetében felvázolom a téma elméleti háttereit, konkrétan a digitális képfeldolgozás alapjait, és az E - K diagramok felépítését. A 2. fejezetben bemutatom a program megíráshoz használt eszközöket, majd az ezt követő részben magát a kódot tárgyalom, azon belül részletesen a képfeldolgozást és annak segédeszközeit. A képfeldolgozási folyamatot a 3. fejezetben tárgyalnom, logikai részekre bontva: előfeldolgozás, alakzatfelismerés és a kapcsolatkeresés. Ezek a lépesek során kinyert információk alapján már legenerálható a vektorgrafikus fájlt.

A 4. fejezet szól a felhasználói felületről, illetve az ott megadható beállításokról. Az 5. fejezet a használati útmutató, ami ismerteti az alkalmazás felhasználó felületének felépítését, egyes részeit és a működését. Végül a 6.fejezeben összefoglalnám a teljes folyamatot.

1. A TÉMA ELMÉLETI HÁTTERE

Ebben a fejezetben a digitális képfeldolgozás alapjait ismertetem, majd a diagrammok, azon belül is az E -K diagramnak a szerepét, elemeit, felépítését, és egyéb tulajdonságait tárgyalom.

1.1. Digitális képfeldolgozás

Ha látunk egy képet magunk elött, az agyunk megpróbálja azt értelmezni, információt kinyerni belőle: mit ábrázol, milyen színek jelennek meg benne, milyen részekből állnak a kép objektumok, milyen szöveg olvasható rajta. A digitális képfeldolgozás ennek a folyamatnak a számítógép által végzett megfelelője. Több feladatot elvégezhetünk a használatával, például: a kép minőségének javítása, képi objektumok szegmentálása, ill. jellemzőinek kinyerése. Bármelyiket is válasszuk, több mint valószínű, hogy a folyamat első lépése az előfeldolgozás.

Ennek a célja a kép javítása, mondjuk zajszűrés, vagy a kontrasztok kiegyenlítése, hogy a kép értelmezhetőbb legyen, a folyamat eredménye ne legyen minőség béli hibák miatt nem megfelelő.

Következő lépés maga az elemzés. Attól függően, hogy mi a cél, különböző módon haladhatunk tovább. Képesek vagyunk a kép elemeit csoportosítani valamilyen feltétel alapján (pl.: szín vagy forma), vagy éleket, összefüggő elemeket keresni, akár részekre osztani, szegmentálni a kiindulási képet. Ezek az eljárások kombinálhatóak, sorban elvégezhetőek.

Amennyiben tudjuk mi a cél, csak meg kell határozni a szükséges lépéseket, azokat helyes sorrendben elvégezni. Ez nem mindig sikerülhet elsőre, de mivel ez egy vizuális jellegű téma, a részeredményeket bármikor megjeleníthetjük magunk elött, azokból levonhatunk következtetéseket, és így javíthatjuk a kódunkat, hogy megfelelő eredményt kapjunk.

A digitális képfeldolgozás implementációjára több példa is van, több programozási nyelvnek megvan a saját modulja hozzá, mindegyik saját előnyeivel és hátrányaival. Én az OpenCV csomagot használtam, hogy elkészítsem a programomat.

1.2. Diagramok

A diagramok fő célja az adatok, információk vizuális reprezentációja, hogy az értelmezhetőbb legyen, akár olyanok, akik nincsnek otthon az adott témában is megérthessék az adott pontokat.

Vegyünk példának mondjuk egy Excel táblázatot, amiben fel van jegyezve egy cég kiadásai, és bevételei, azok lebontva részekre. Akik ezt a táblázatot készítették átlátják a sok nyers adatot, de lehet mások, akik nem jártassak ezen a területen elvesznek benne. Ha viszont van egy diagram, ami egy tömörebb, egyszerűbb képet ad a rengetek információról, akkor könnyebben értelmezhető lesz az adathalmaz.

Számos különböző diagram típus létezik, oszlop és kőr diagramok, vagy programozó környezetben inkább használt példák, mondjuk osztály, csomag és Egyed – kapcsolat diagramok.

1.2.1. E – K diagram

Egyed – kapcsolat, vagy E – K diagram röviden, ennek a diagram típusnak a fő célja az adatbázisok logikai modelljének elkészítése, reprezentációja. Ez segít az adatbázisok elkészítésében, annak javításában, ha módosítani kell, annak megtervezésében. Illetve, ha meg akarjuk osztani valakivel az adatbázisunkat, egyszerűbb megosztani annak diagramját átadni, hogy ne magából az adattáblákból keljen kitalálni, mi és hogyan kapcsolódik más elemekhez. Három fő eleme van az E – K diagramoknak, *egyedek, kapcsolatok* és *attribútumok*. Az 1.1-es ábrán láthatunk egy példát.

Az egyedek, vagy entitások rendelkeznek jellemzőkkel, tulajdonsággokkal, és reprezentálnak egy táblát az adatbázisunkban. Ezeket téglalappal jelöljük, és bele írjuk a nevüket. Például, egyed mondjuk egy könyve, aminek van írója, műfaja, oldalszáma.

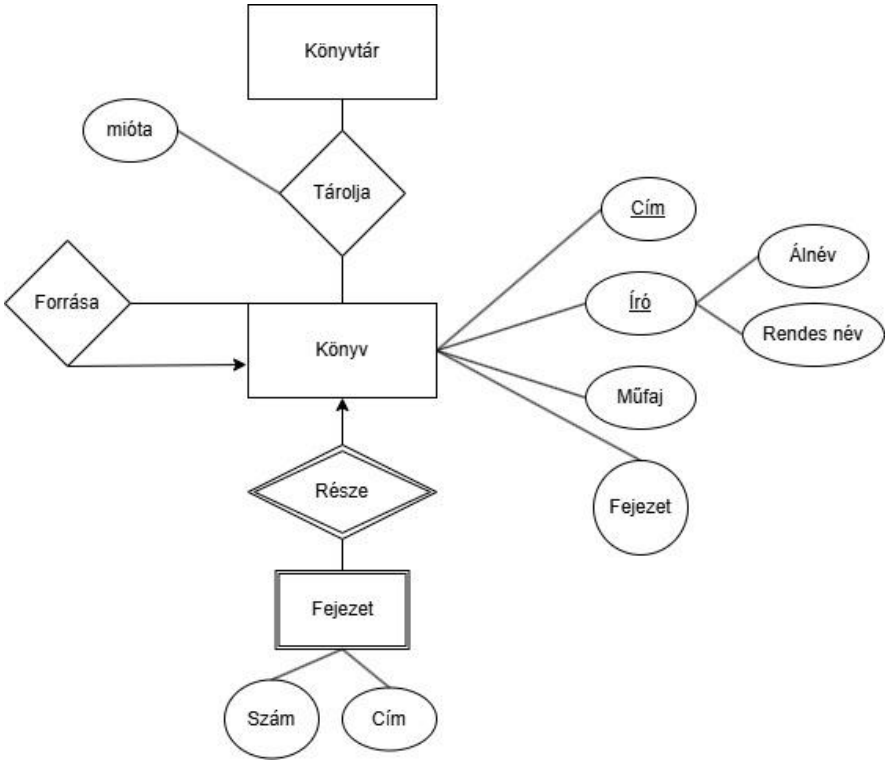
A kapcsolat, meghatározza a viszonyt két vagy több egyed között. Ennek a jelölése egy vonal az egyedek között, amin egy rombusz van, abba bele írva a kapcsolat neve. Amennyiben kapcsolat vissza mutat önmagára, akkor *rekurzív kapcsolatról* beszélünk, mondjuk egy könyve végén fel vannak jegyezve a források, akkor az egy rekurzív kapcsolat lehet, hiszen a források lehetnek ugyan úgy könyvek.

Az egyedeknek feljegyezzük néhány tulajdonságát, amelyeket attribútumoknak nevezünk (például a könyv attribútumai a cím, író, és a műfaj). Fontos megjegyezni, hogy akár a kapcsolatoknak is lehetnek attribútumaik, például: a könyv és könyvtár

kapcsolatához felvesszük a „mióta” attribútumot, arra utalva, hogy mióta található meg az adott könyv itt.

Ha ez a név alá van húzva, akkor az a *kulcs*, ami képes egyértelműen azonosítani az egyedet. A kulcs nem minden esetben egy tulajdonság, lehet több is. Csak egyedül az író, vagy a cím alapján nem biztos, hogy melyik könyvre gondolunk, de a kettő együtt meg tudja határozni. Ezen felül lehetnek *összetett attribútumaink* is, olyan tulajdonságok, amik rendelkeznek további tulajdonságokkal (Egy írónak lehet írói álneve, illetve a rendes, anyakönyvi neve is)

Nem minden egyednek van önmagában értelme. Lehet, hogy nem létezik olyan adat, amely azt önmagában meghatározza az entitást, másszóval nincs kulcsa. Ezeket hívjuk *gyenge egyednek*, jelölésük egy dupla vonalas téglalap. Ilyenek esetén lennie kell a gyenge egyed és egy hozzá kapcsolható nem gyenge egyed között, egy *meghatározó kapcsolatnak*. Ennek jele az összekapcsoló vonalon lévő dupla vonalas rombusz, illetve egy nyíl a vonal végén, ami a nem gyenge entitásra mutat. Egy könyvnek vannak fejezetei, azoknak viszont magunkban nincs értelmük, mert a könyv részei, és külön nincs értelmük.



1.1. ábra – E–K diagramra egy példa

Végül, habár nem olyan sokszor van rá szükség, léteznek *specializáló kapcsolatok* is. Ezeknek a szerepük a hierarchia jelölése egyedek között. Jele egy háromszög a vonalon, aminek a csúcsa a főtípus felé mutat. Példa: Egy könyve a főtípus, annak van írója, oldalszáma. Egy kisebb csoport ezen belül mondjuk egy tankönyv, ami az előbb említett attribútumok mellett rendelkezik saját, egyedi tulajdonsággal, mondjuk szómagyarázattal, de ugyan úgy könyv.

2. HASZNÁLT ESZKÖZÖK

Most, hogy már ismerjük a téma hátterét, térjünk rá pontosan milyen eszközökre támaszkodtam program elkészítéséhez.

2.1. Python

A személyes preferenciámat leszámítva, a Python-t egyszerűsége (egyik fő előnye az, hogy az angol nyelvre épül, és ezért könnyen értelmezhető) és sokoldalúsága miatt választottam. Mivel nem voltam benne eleinte biztos, milyen eszközökre lesz szükségem, így azt is figyelembe kellett vennem, hogy olyan programozási nyelvet válasszak, ahol nem fordul elő, hogy egy, a témához szükséges elemet, a választott nyelv nem támogat.

Rengeteg különböző területre kiterjedt mára a Python. Legyen szó chatbotok és AI programok készítéséről, grafikus felületek létrehozásáról, vagy képfeldolgozásról, ezek mindegyikét támogatja. Ezt programcsomagok, modulok és függvény könyvtárak formájában érhetjük el. Ezeket legtöbb esetben csak telepíteni kell, aztán importálni és készen is vagyunk, nagyobb csomagok esetén lehet bonyolultabb a folyamat. Egyetlen hátránya ezeknek, hogy egy részük nem Python-ban van leprogramozva, hanem mondjuk C vagy C++-ban, és nem lehet őket egyszerűen átírni.

Azt kell még tudnunk, hogy ez egy interpretált nyelv, azaz nincs szükség fordítóprogramra, viszont ezért cserépe a futásidő lassabb lehet a fordított nyelvekhez képest. Objektum orientált programozásra lett kitalálva, de nincs megszabva, hogy csak így lehessen kódolni benne. Pár példa más, támogatott programozási paradigmára: Procedurális programozás, funkcionális programozás, Aszinkron/konkurens programozás. Ezeket akár keverhetjük is, hogy elérjük az általunk kitűzött célt.

Összegezve, ez egy igen rugalmas, egyszerűen tanulható és használható programozási nyelv, ami számomra tökéletes volt a szakdolgozatomhoz.

2.2. OpenCV

Az *OpenCV* (Open Source Computer Vision Library) egy nyílt forráskódú könyvtár, ami magába foglal több száz számítógépes látás algoritmust [4]. Eredetileg C-ben írták meg, de később áttértek C++ nyelvre. Ezt a függvény könyvtárat mind Java, mind Python környezetben tudjuk használni, nagyjából ugyan olyan módon, de vannak minimális eltérések a nyelvek sajátosságai miatt, én az utóbbit választottam.

A képek OpenCV-ben képmátrixként, egy kettő vagy több dimenziós tömbként vannak reprezentálva. A (0,0) koordinátájú pont a bal felső sarok, első szám az adott pont x (vízszintes) tengelyen lévő koordinátája, második az y (függőleges) tengelyé. Mindegyik képpont rendelkezik *intenzitással.* Ha a kép szürke árnyalatos akkor ez egy szám 0 és 255 között, ahol 0 a fekete, 255 a fehér. Amennyiben színes képről beszélünk, akkor mindegyik színcsatornának saját intenzitása van kék, zöld, piros sorrendben, hasonló értékek között. Minél nagyobb az érték, annál világosabb a szín.

Egy számomra fontos funkció, a *szegmentálás*. Ez a kép részekre bontása, egy objektumot alkotó képpontok meghatározására szolgáló folyamat. [1] Több szempont szerint el lehet végezni, mondjuk egy területen lévő hasonló színek szerint, vagy, amit én is használtam, képen látható élek szerint. Ezek a részek alapján aztán további műveleteket lehet végezni, de egyesesetekben ehhez nem elég az OpenCV.

2.3. NumPy

A *NumPy* a Python tudományos számítsa technikai alapcsomagja. [5] Egy nyílt forráskódú, ingyenes, és egyszerűen használható programcsomag, amit segít a bonyolultabb számítások és tömb operációk gyorsabb elvégzésében.

Amennyiben OpenCV-t használunk, előbb-utóbb szükségünk lesz NumPy-ra is. Ez azért van, mert a képmátrixokon végzett műveleteket elvégzését megkönnyíti, illetve javítja az időigényüket, mert C-ben van megírva, ami gyorsabb, mint a natív Python-hoz képes. Például használatával nem kell kézzel maszkokat, egyfajta mátrixot a képműveletekhez, kézzel megírni, hanem elég, ha megadjuk a mátrix dimenzióit, és

generál nekünk egyet. Ezen felül több képfeldolgozási operáció a csomag része, például élsimítás, konvolúció, Fourier-transzformáció.

2.4. PyTesseract

A *PyTesseract* egy optikai karakter felismerő (OCR) eszköz Python-hoz. Azaz, a fő szerepe, hogy felismerje és „leolvassa” a szöveget a vizsgált képről [6].

Maga a PyTesseract az eredeti, Google által fejlesztett, Tesseract karakter felismerőnek egy csomagoló osztálya, ami lehetővé teszi, hogy Python nyelvel kompatibilis legyen. Használatával kepések vagyunk képekből szövegek kinyerni, amennyiben a támogatott kép típusok egyike (jpeg, png, gif stb.).

Én arra használta, hogy a diagram elemeiből kiolvassam az egyedek, és a kapcsolatok neveit, illetve az attribútumokat, hogy később hozzá tudjam adni a végeredményben előállított vektorgrafikus képhez.

A karakterfelismerés pontossága több tényezőtől is függ, mint például a kép minősége, felbontása, a szöveg és a háttér kontraszt béli különbsége, de a legfontosabb tényező maga az olvashatósága a kézírásnak. Mivel az íráskép emberenként változó, a karakterfelismerés pontossága sem konstans.

A 4.2. fejezeben fogom tovább tárgyalni a szövegkeresés, annak az általam használt implementációját bemutatni.

2.5. PyQt6

A *Qt* maga, egy gyűjtemény, ami számos C++ keresztplatform alapú könyvtárat foglal magába. Használatával képesek vagyunk mobil és számítógépes alkalmazásokhoz vizuális felületet készíteni, illetve elérni más, külső elemeket hozzá: helymeghatározás, multimédia, NFC, Bluetooth, Chromium alapú webböngészők [7].

A *PyQt6* egy kötéskészlet, aminek a segítségével a Qt v6-nak (6. verzió) az elemei Pythonban is tudjuk használni. Ezáltal lehetővé teszi, hogy a Python is működjen alternatívaként C++ mellett alkalmazás vizuális felületének készítésére, akár iOS vagy Android rendszerekhez is.

A GUI részt a programomhoz PyQt6 segítségével készítettem, mert flexibilis és egyszerű. Van grafikus felület is hozzá, a *Qt Designer*, de nem éreztem szükségesnek,

hiszen nem használtam animációk vagy külső elemeket, ezért az elemek csak a kódban vannak definiálva, a kód futtatása során lesznek legenerálva.

A grafikus felület felépítését, különböző részeit, azok szerepét és használatukat, az Alkalmazás használata fejezetben fogom részletessebben tárgyalni.

2.6. Drawio

A *Drawio* egy alkalmazás, ami leegyszerűsíti a diagramok készítését, szerkesztését. Elérhető mind webes felület (draw.io), mint letölthető alkalmazás formájában.

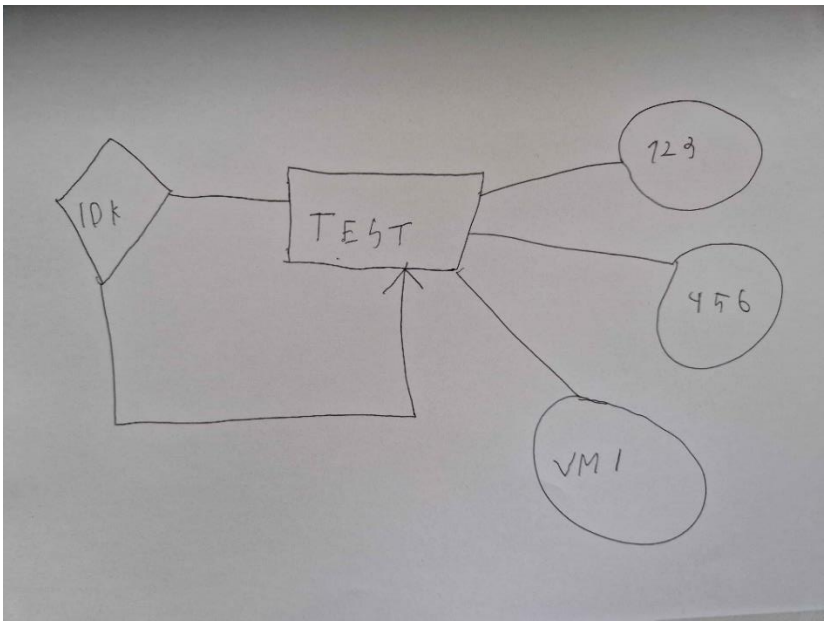
A vektorgrafikus képeket, amik a program sikeres lefutása alatt keletkeznek, magukban nem, lehet megnyitni. Ezt oldja meg a Drawio, am i képes ezeknek a fájloknak a kezelésére. Ez eredmények .drawio kiterjedéssel rendelkeznek, hogy a gond nélkül képes legyen a program vagy a web felület feldolgozni, de igazából ezek .xml fájlok, és annak struktúráját, szintaxisát követik.

Több lehetőség is rendelkezésre állt a vektor képek megtekintéséhez, az eredmény szerkeszthetőségének tesztelésére (például: Dia Diagram Editor), de mivel Drawio-t már ismertem, ezért ezt választottam.

3. DIAGRAM ELEMEK FELISMERÉSE ÉS XML GENERÁLÁS

Ebben a fejezetben ismertetem a program azon elemeit, amelyek elvégzik a diagram előkészítéstét, leolvassák róla az adatokat, és azokból létrehozzák a céleredmény vázát. Mivel az alkalmazást a Python *OOP* (Objektum Orientált Programozás) szabvány szerint készítettem, függvényekre, illetve osztályokra osztódik fel a kódom.

A 3.1-es ábrán fogok szemléltetni a folyamatot, annak változásait láthatjuk a fejezet során az ábrákon, illetve néhány kódrészletet, amik elvégzik az egyes lépéseket, vagy segítenek azokban.



3.1. ábra – kézzel rajzolt E - K teszt diagram

3.1. Elemek és kapcsolatok osztályszintű leírása

A diagram elemeit kettő részre osztottam fel, az alapján, hogy milyen módszert használtam a felismerésükre, geometriai síkidomok és vonalak, amelyek összekapcsolják azokat egymással. Hogy egyszerűbben tudjam kezelni az kinyert adatokat, és tudjam őket külön-külön, egyesével feldolgozni, készítettem ezekhez kettő osztályt, *Element* és *Line* néven. Ezeket a 3.1. és 3.2. kódrészleten láthatjuk

```python
class Element:
    def __init__(self,id, x, y, width, height, shape, text="", underlined = False, double = False):
        self._id = id
        self._x = x
        self._y = y
        self._width = width
        self._height = height
        self._shape = shape
        self._text = text
        self._underlined = underlined
        self._double = double

    def get_id(self):
        return self._id

    def set_id(self, value):
        self._id = value
```

3.1. kódrészlet – Element osztály adattagjai, getterre, setterre egy példa

Az Element osztály reprezentálja az alakzatokat, mint a háromszög, a négyzetek, vagy a körük. Az id adattag azonosítja az egyes elemeket, a x és y tárolja az elem bal

felső sarkának koordinátáit, és a width és height meghatározza a dimenzióit, végül pedig a shape megmondja milyen alakzat. Ezek kellenek az alap működéshez, ezen felül van még a text, ami a bele írt szöveg, az underline, hogy aláhúzott-e a szöveg vagy nem, és a double, ami azt jelzi, hogy dupla vonalas-e a kőrvonala.

```
class Line:
    def __init__(self,id,  x1, y1, x2, y2,connection1, connection2, line_type,pointing_at=-1):
        self._id = id
        self._x1 = x1
        self._y1 = y1
        self._x2 = x2
        self._y2 = y2
        self._connection1 = connection1
        self._connection2 = connection2
        self._line_type = line_type
        self._pointing_at = pointing_at

    def get_id(self):
        return self._id

    def set_id(self, value):
        self._id = value
```

3.2. kódrészlet– Line osztály adattagjai, getterre, setterre egy példa

A Line osztály adattagjai: id, x1, y1, x2, y2, connection1, connection2, line_type, pointing_at. Az a koordináta párok, x1 és y1, valamint x2 és y2, a vonal két végpontját tárolják. Connection1 és connection2 egy-egy id-t tárol, elnevezés szerint annak az elemnek az azonosítóját, ami ahhoz a végponthoz legközelebb van. A line_type lehet Line (egyszerű vonal), Arrow (nyíl), vagy Connector (olyan vonal, ami más vonalakat köt össze). Ha a típus nyíl, akkor a pointing_at annak az elemnek az id értékét tárolja, amire mutat a nyíl, különben -1. Minden adattag rendelkezik getterrel és setterrel, hogy könnyel el lehessen érni őket, illetve konstruktorral, hogy lehessen őket példányosítani.

3.2. Előfeldolgozás

Mielőtt elkezdődhetne a képfelismerés elő kell készíteni a képet, hogy a folyamat gond nélkül végbe menjen és a diagram elemeit helyesen felismerhessük.

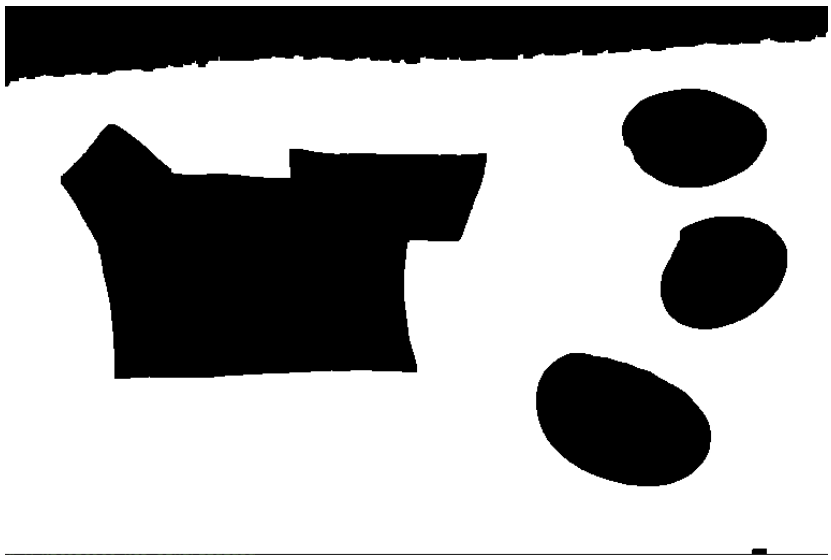
3.2.1. Képek előkészítése

Első lépésként átkonvertáltam a képet színes formátumból szürkeárnyalatosba, hogy a színekkel ne keljen foglalkozni, majd ezt követően meghatároztam a kép átlag intenzitását. Ehhez viszonyítva, felállítottam egy küszöbértéket, amelyik pixel intenzitása ez alatt van fehérre, ami felette azt feketére színeztem.

Tesztelés során arra jutottam, hogy maga az átlag érték nem jó küszöbérték, ezért a program mindig egy 0.9-es szorzót alkalmaz rajta, és az így számolt értéket használja. Így létrejön egy maszk, ahol a diagram elemei fehérrel, a háttér feketével jelenik meg.

Ami a maszkon fehér, illetve a fehér vonalak által bezárt területeket kitöltöm feketével az eredeti képen. Ezt morfológiai nyitást végzek, hogy eltávolítsam a kisebb zajokat, és a vonalakat, amelyek összekötik az elemeket. A testek nem fognak eltűnni, mert a kitöltés miatt meg lettek vastagítva.

Az eredmény egy fekete-fehér kép lesz, amelyen csak az alakzatok szerepelnek. A 3.2. ábrán láthatjuk ezt.



3.2. ábra – Kapcsolat mentes diagram

3.2.2. Hibajavítás

A 3.2. ábrán láthatunk kettő hibát. A kép tetején egy nagyobb hamis kontúr, zaj szerepel. Ezzel nem kell egyelőre foglalkoznunk, ez eredeti (3.1.ábra) tetején is láthatjuk. Vagy a kép készítésekor jött létre, vagy a rajzlap hibája, nem fog lényegesen

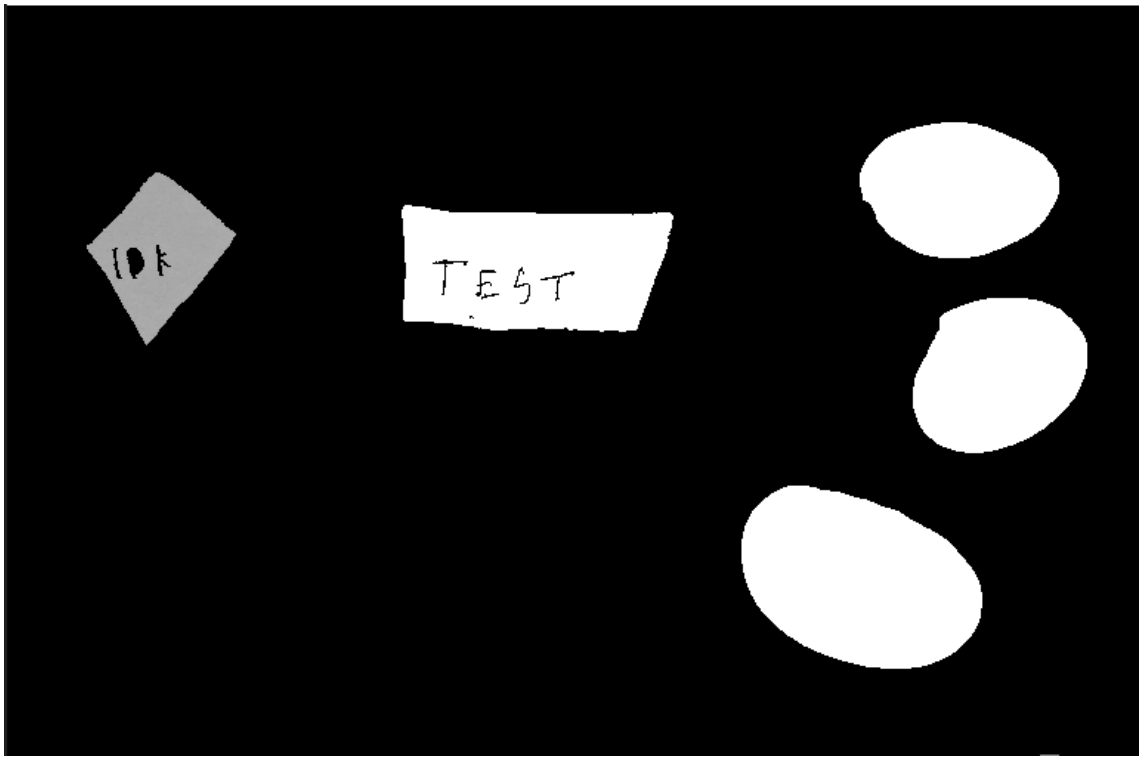
bezavarni a folyamatban, ameddig nem érintkezik a diagram elemeivel, de ha van rá lehetőség kerüljük el az ilyeneket. A nagyobb hiba az, hogy egyes testek és vonalak összekötése is ki lett töltve, és egy hamis alakzatot alkottak.

Észrevehetjük, hogy ez a hibás alakzat jelentősen nagyobb, mint társai. Ezt a tulajdonságot felhasználva meg tudjuk oldani a problémát.

```python
for contour in contours:
    area = cv2.contourArea(contour)
    if min_area < int(area) < max_area:
        cv2.drawContours(masked, [contour], -1, (255, 255, 255), thickness=cv2.FILLED)
        x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
        max_area = area * 3.2
    elif area > min_area:
        x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)

        roi = masked[y:y+h, x:x+w]

        avrg_for_inner = gray.mean() *0.97

        _, roi_thresh = cv2.threshold(roi, avrg_for_inner, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)

        inside_contours, _ = cv2.findContours(roi_thresh, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

        for inside_contour in inside_contours:
            inside_area = cv2.contourArea(inside_contour)

            if 500 < inside_area < max_area:
                cv2.drawContours(roi, [inside_contour], -1, (255, 255, 255), thickness=cv2.FILLED)
            else:
                cv2.drawContours(roi, [inside_contour], -1, (0, 0, 0), thickness=cv2.FILLED)

        masked[y:y+h, x:x+w] = roi
```

3.3. kódrészlet – terület alapú hibajavítás

A 3.3. kódrészlet, a méret béli különbséget használva, elsőnek egy fix határértéket, majd később ez előző, helyesnek vélt elem méretét használva keres nagyobb eltéréseket. Ha ilyet talál, akkor azon belül elkezd keresni olyan kontúrokat, amik egy nem túl kicsi területet (azaz zajt) határoznak meg. Ezeknek a kivételével a vizsgált területet kitölti feketével, így csak a helyes elemek maradnak láthatóak, és behelyezi az így javított területet a hibás helyére.



3.3. ábra – Hibajavított kép csak az alakzatokkal

A 3.3. ábrán láthatjuk az eredményt. Itt már csak a helyes elemek szerepelnek, és még a zaj is eltűnt a kép tetejéről. Ezen már gond nélkül kereshetünk alakzatokat.

3.3. Alakzatfelismerés

Az előző lépésben elkészített, zavaró elemektől mentes képen elsőnek elvégzek egy *Gaussi zajszűrést*, hogy az alakzatok élei egyenletesek legyenek. Erre azért van szükség, mert a kézzel rajzol alakzatokban lehetnek kiugró pixelek, és ez hibához vezethet az alakzatok felismerésében.

```
for contour in contours:
    if cv2.contourArea(contour) <500:
        continue

    approx = cv2.approxPolyDP(contour, 0.02 * cv2.arcLength(contour, True), True)

    contour_points = contour.squeeze()
    side_lengths = []
    for i in range(len(contour_points)):
        p1 = contour_points[i]
        p2 = contour_points[(i + 1) % len(contour_points)]
        side_lengths.append(cv2.norm(p1 - p2))

    angles = []
    for i in range(len(approx)):
        p1 = approx[i - 2][0]
        p2 = approx[i - 1][0]
        p3 = approx[i][0]
        angle = self.angle_between(p1, p2, p3)
        angles.append(angle)

    x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)

    shape = "Ismeretlen"
    if len(approx) == 3:
        shape = "triangle;whiteSpace=wrap;html=1;"
    elif 5>= len(approx) >= 4:

        if all(85 <= angle <= 95 for angle in angles[:4]):
            if abs(side_lengths[0] - side_lengths[2]) < 10 and abs(side_lengths[1] - side_lengths[3]) < 10:
                shape = "rounded=0;whiteSpace=wrap;html=1;"
            else:
                shape = "rounded=0;whiteSpace=wrap;html=1;"
        elif len(angles) == 4 and abs(angles[0] - angles[2]) < 5 and abs(angles[1] - angles[3]) < 5:
            shape = "rhombus;whiteSpace=wrap;html=1;"
        else:
            shape = "vmi4"
    elif len(approx) > 5:
        shape = "ellipse;whiteSpace=wrap;html=1;"

    elem = self.Element(id, x, y, w, h, shape, "")
    shapes.append(elem)
    id += 1
```

3.4. kódrészlet – Alakzatok felismerése és kategorizálása

A 3.4. kódrészlet használatával kategorizálom az alakzatokat. Egyesével végig megyek a kontúrokon, ha a vizsgált terület mérete túl kicsi, akkor zajnak mondható, is kihagyjuk. Az *approxPolyDP* függvény az eredeti kontúrból készít egy pontsorozatot, ami közelíti az eredetit, de kevesebb pontból áll, ezáltal egyszerűbb rajta dolgozni, és pontosabb eredményekhez vezet [8].

Ezt használva elsőnek Euklideszi távolságot számítok a szomszédos pontok között, ezáltal megkapom az oldalak hosszait, majd kiszámítom az összes szöget is.

$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

3.1. képlet - Euklideszi távolság képlete

Ezek az információk alapján már csak be kell kategorizálni, hogy a vizsgált elem milyen alakzat. Ha három oldalt talál a program akkor háromszög, több dolga nincs. Ha az oldalszám négy vagy öt (a zajszűrés sem képes tökéletesen kiszűrni mindent, ezt egy minimális hibahatár) akkor meg kell vizsgálni, hogy rombusz vagy négyzet. Ha a szögek közel vannak derékszöghöz, akkor négyzetnek nyilvánítja. Amennyiben ez nem teljesül, megnézi, hogy az egymással szemben lévő szögek megegyeznek-e, ha igen akkor feljegyezi, hogy rombusz. Amennyiben egyik kritérium sem teljesült, akkor kap egy ideiglenes címkét, és később más módon határozza meg, a típusát. Amennyiben ötnél több oldala van, akkor ellipszis.

Végül létrehoz egy új Element osztályú egyedet, abban eltárolja az alakzat típusát, x és y koordinátáit, szélességét, magasságát. Ezt hozzáadja egy tömbhöz, hogy lehessen később vele dolgozni.

3.3.1. Hibaellenőrzés

Habár szerkezetileg később következeik logikailak ehhez a részhez tartozik még a hibás alakzat felismerés javítása is.

A tesztek folyamán megfigyeltem, hogy a négyzet és a rombusz felismerése és megkülönböztetése, problémát okozhat egyes, szélsőséges esetekben. Habár ritka, de a kézi rajzokból adódó hibák miatt előfordulhat. Erre azt a megoldás találtam, hogy miután a kapcsolatok is ki lettek következtetve, ezek alapján határozom meg az alakzat típusát.

Végig iterálok az alakzatokat tartalmazó tömbön, és ha az éppen vizsgált elem shape adattagja az ideiglenes címkét viseli, akkor megnézem a hozzá kapcsolt elemek típusát. Például, ha a vizsgált elem rombuszhoz kapcsolódik, az már nem lehet rombusz, hasonlóan négyzet esetében vagy háromszög is csak négyzethez kapcsolódhat. Így az ismeretlen elemek nem fognak problémát okozni, és valószínűleg megfelelően be lesznek csoportosítva.

3.4. Kapcsolatok keresése

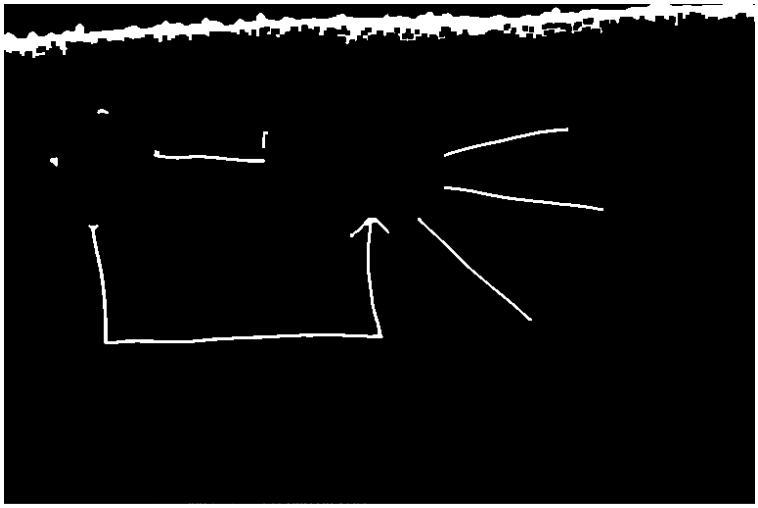
Miután az alakzatokon végzett folyamatok befejeződtek, következik az ezeket össze kapcsoló vonalak feldolgozása. Ehhez szükség lesz az alakzatokból kinyer adatokra is, ezért lett ilyen sorrendben megvalósítva a megoldás.

3.4.1. Elemek eltávolítás és képtisztítás

Mivel a testek is vonalakból állnak, és bezavarnának a helyes elemek érzékelésébe, elsőnek eltávolítom őket. Az előző megtalált elemek koordinátait, szélességüket és magasságukat használva, az eredeti kép ezen területeit kivágom és fehér színnel helyettesítem. Ezt követően az egész képen, az eredeti intenzitási átlagot határértékként használva mindent feketére vagy fehérre állítok.

Emellett a képen előfordulhatnak hibás pixelek, sötét foltok miatt keletkezett kontúrok, vagy az alakzatok eltávolítása során megmaradt apró pontok. Ezek eltávolítására elsőnek *adaptív küszöbölést* végzek. Minden pixelre ki lesz számolva egy lokális küszöbérték a környezete alapján. Mivel a Gauss féle módszert használtam, a vizsgált pixeltől való távolság is számít az érték meghatározásában. Ha a kiszámított érték meghaladja a küszöbértéket fekete lesz, ha nem akkor fehér.

Ez nem tüntet el minden zajt, ezért még egy *morfológia zárást*, aminek a célja, hogy a kisebb pontokat a fehér területeken belül eltüntessem, majd egy *morfológiai nyitást*, ami pedig a kis méretű fehér pontok eltüntetésére szolgál. A 3.4. ábrán láthatjuk az eredményt.



3.4. ábra – Kép a testek eltávolítása után

Ideális estben csak a vonalak maradnak meg nekünk a műveletek elvégzése után, azonban maradhatnak hibák rajta. Jelen esetben ez az eredeti kép készítésekor keletkezett sötét folt miatt van, mint azt láthatjuk a 3.1. ábrán is. Habár ez a hiba nem fog bezavarni a folyamatba, a kiindulási kép tisztasága nagyban megnöveli a sikeres diagram digitalizálás esélyét.

3.4.2. Vonalak keresése

```
def find_lines(self, image, shapes):

    lines = cv2.HoughLinesP(
        image,
        rho=1,
        theta=np.pi / 180,
        threshold=10,
        minLineLength=5,
        maxLineGap=5
    )

    lines_data = []
    id = len(shapes)

    if lines is not None:
        for line in lines:
            x1, y1, x2, y2 = line[0]
            a_line = self.Line(id, x1, y1, x2, y2, 0, 0, "Line")
            lines_data.append(a_line)
            id += 1

    merged_lines = self.merge_lines(lines_data, len(shapes), 5,15)

    return merged_lines
```

3.5. kódrészlet – Vonalkereső függvény

Az előző lépés eredményeként keletkezett képen, mivel ideális esetben csak az alakzatokokat összekötő vonalakat tartalmazza, gond nélkül futtatható a vonalkereső algoritmus. Ehhez én *Hough transzformációt* használtam, a 3.5. kódrészleten látható a konkrét megvalósítás.

A Hough transzformáció egy olyan algoritmus, aminek a segítségével egyenes vonalakat lehet keresni bináris (fekete-fehér) képeken [9]. Ennek be lehet állítani többek között a detektált vonalak minimális hosszát, az az értéket, hogy mekkora távolság esetén számolunk elemeket egy vonalnak, illetve, hogy hány „szavazat” kell az érzékelt elem elfogadásához. Több különböző kép tesztelése után az ideális paraméterezést én úgy találtam, hogy 5-5 pixel volt az első kettő érték, és 10 szavazatra legyen szükség.

Miután ez az algoritmus lefutott, mindegyik érzékelt vonalhoz létre hozok egy Line osztályú objektumot. Ennek a pontos leírása 3.1. fejezetben található.

Azt figyeltem meg tesztelés folyamán, hogy az egyenesek nem minden esetben vannak egyben érzékelve, sokszor szétesnek kisebb töredékekre. Erre megoldásként készítettem egy függvény, ami egyesíti azokat a vonalakat, amelyeknek a végpontjai kellően közel vannak egymáshoz, illetve a szögük hasonló. Miután a függvény lefutott kapok egy listát az összes vonalról és ezzel dolgozok tovább.

3.4.3. Vonalak elemekhez kapcsolása

Így, hogy a vonalak adatait ismerem, már csak azt kell tudnom, hogy melyik alakzathoz csatlakoznak. Ennek meghatározására az Euklideszi távolságot számoltam az adott végpont, és a testek pixelei között.

Beállítottam egy minimális távolságot, majd amennyiben találtam ennék kisebbet ezt felülírtam, és elmentettem az azonosítóját a testnek, amelyhez az érték tartozott. Ha nem volt olyan érték, ami kisebb volt, mint a határérték, akkor az elmentet azonosító ahhoz a végponthoz -1 lett.

3.4.4. Validáció

```
for line in lines:
    valid = True
    c1, c2 = line.get_connection1(), line.get_connection2()

    if c1 == c2:
        valid = False
        continue

    if c1 >= 0 and c2 >= 0 and shapes[c1].get_shape() == shapes[c2].get_shape():
        shape = shapes[c1].get_shape()
        if shape not in ["ellipse;whiteSpace=wrap;html=1;", "vmi4", "Ismeretlen"]:
            valid = False


    for vonal in valid_lines:
        con1, con2 = vonal.get_connection1(), vonal.get_connection2()

        if (c1 == con1 and c2 == con2) or (c1 == con2 and c2 == con1):

            current_length = ((line.get_x2() - line.get_x1()) ** 2 + (line.get_y2() - line.get_y1()) ** 2) ** 0.5
            existing_length = ((vonal.get_x2() - vonal.get_x1()) ** 2 + (vonal.get_y2() - vonal.get_y1()) ** 2) ** 0.5

            if current_length > existing_length:
                valid_lines.remove(vonal)
                valid = True
            else:
                valid = False

    if valid:
        valid_lines.append(line)
```

3.6. kórrészlet – Validáció első lépése

Habár az előző lépésekben próbálkoztam megoldani, hogy hibás kapcsolatok, töredék vonalak, hamis kontúrok ne zavarjanak be a programnak, így is van esély hibás kapcsolatok érzékelésére. Ennek megoldására egy validációs folyamat fut le, ami ki kell, hogy szűrje a hibák nagyját. A 3.6. kórrészleten látható ennek egy része

Az első ilyen hiba a rövid töredék vonalakból ered, aminek mind a kettő végpontja ugyan ahhoz a testhez lesz azonosítva. Ez nem megengedett, szóval az ilyen vonalakat félrerakom.

Háromszögek, rombuszok és négyzetek nem kapcsolódhatnak velük megegyező elemhez az E-K diagram szabályai szerint, szóval, ha erre találok példát azt is hibásnak veszem.

Ha az előző két feltétel mellett szerepelnek olyan vonalak a tömbben, amelyek ugyan azt a kettő elemet kötik össze, akkor csak a hosszabbat tartom meg, és a másikat elvetem. Ez a hiba legtöbb esetben a vonalak töredékes érzékelése miatt lehetséges, habár a 3.4.2. fejezetben említett egyesítő eljárás segít, nem minden esetben tünteti el az összeset.

```
for line in valid_lines:
    weak1, weak2 = True, True
    c1, c2 = line.get_connection1(), line.get_connection2()

    if c1 >= 0 and c2 >= 0 and shapes[c1].get_shape() == "ellipse;whiteSpace=wrap;html=1;" and shapes[c2].get_shape() == "ellipse;whiteSpace=wrap;html=1;":
        for vonal in valid_lines:
            if vonal.get_connection1() == c1 or vonal.get_connection2() == c1:
                if vonal.get_connection1() >= 0 and vonal.get_connection2() >= 0:
                    if shapes[vonal.get_connection1()].get_shape() != "ellipse;whiteSpace=wrap;html=1;" or \
                    shapes[vonal.get_connection2()].get_shape() != "ellipse;whiteSpace=wrap;html=1;":
                        weak1 = False
            if vonal.get_connection1() == c2 or vonal.get_connection2() == c2:
                if vonal.get_connection1() >= 0 and vonal.get_connection2() >= 0:
                    if shapes[vonal.get_connection1()].get_shape() != "ellipse;whiteSpace=wrap;html=1;" or \
                    shapes[vonal.get_connection2()].get_shape() != "ellipse;whiteSpace=wrap;html=1;":
                        weak2 = False

    if weak1 or weak2:
        true_valid_lines.append(line)
```

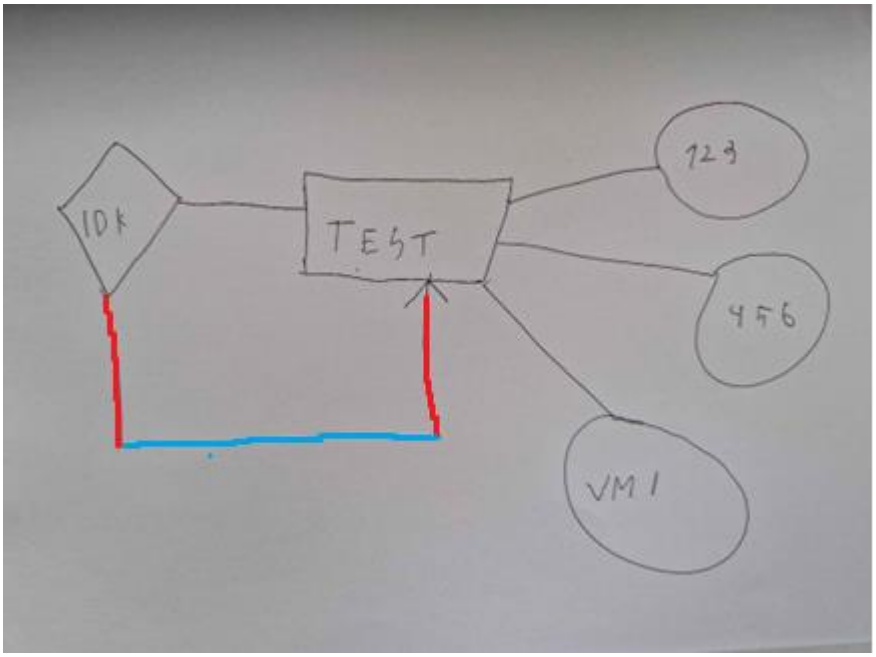
3.7. kódrészlet – Validáció második része

Említettem azt, hogy ugyan olyan alakzatok nem lehetnek összekötve. Erre egy kivétel van, az ellipszis, de az sem minden esetben. Egy ellipszis, azaz attribútum, lehet összetett, azaz rendelkezhet saját attribútumokkal, erre példa a 1.1. ábrán látható. Viszont nem fogadható el egyszerűen két ellipszis kapcsolata sem, hiszen egy kisebb kontúr hiba, vagy egy alakzatból megmaradt töredék miatt lehet hamis kapcsolatot talál a program. Ennek megoldására csak akkor fogadok el vonalat két attribútum között, ha csak egyikük van más típusú alakzathoz kapcsolva, hiszen egy összetett attribútum saját

tulajdonságai nem lehetnek csak ahhoz kapcsolva, bármi más azt jelenti, hogy ez egy hiba. A 3.7. kódrészlet ennek a megvalósítása.

3.4.5. Komplex vonalak

Azokat a vonalakat definiálom komplexnek, amelyeknek az egyik végpontja nem alakzatokhoz van csatolva, hanem egy másik vonalhoz. Erre akkor lehet például szükség, amikor egy kapcsolat vissza mutat az alakzatra magára.



3.7. ábra - komplex vonal

A 3.7. ábrán pirossal jelölt vonalakt a program gond nélkül megtalálja, és a validáció át is engedi, viszont a kéket megfogja. A piros vonalak egy-egy végpontja csatlakozik egy alakzathoz, a másik viszont nem, így annak a kapcsolatnak az értéke -1 értékkel rendelkezik. Ezt a tulajdonságot felhasználva keresek elsőnek egy ilyen vonalat, aztán hozzá egy másikat, és elmentem azokat végpont koordinátákat, amelyek a -1 értékkel rendelkeznek.

Ez nem minden esetben megfelelő viszont. Ezen a példán csak kettő ilyen vonal van, de ha négy lenne, akkor lehet rossz párosítást használna a program. Ennek megoldására megnézem, hogy a két pont kapcsolata átmenne-e egy teszten, és ha igen akkor keresem másik párt az első koordinátának.

Ha van megfelelő párosom, akkor megnézem vannak-e köztük olyan vonal, amelynek a végpontjai a két koordináta körül vannak. Ha több ilyet találok, vagy külön-külön vonalat találok, akkor elkezdtem ezeket a vonalakt összekötni, amíg létre nem jön egy olyan, amelynek mind két vége megfelelő. Az így elkészített kapcsolatnak létre hozok egy új Line osztályú egyedet, „Connector” típussal, hozzá adom a validált egyenesek listájához, és frissítem a régebbi vonalakat végpontjait, amelyeket összeköt az új.

3.4.6. Nyilak definiálása

Nyilak a vonalak végén lehetnek, kapcsolatok esetén, és az elemek hierarchiájának meghatározásához van rájuk szükség.

Azt a tulajdonságot használtam fel elsőnek, hogy nyíl csak annak a vonalnak a végén lehet, amelynek az egyik végpontja rombuszhoz csatlakozik, és csakis a másik végpontnál lehet nyíl, azaz annál amelyik nem a rombuszhoz kapcsolódik.

Gondod csak az okozhat, ha a talált vonal nem direkten egy másik elemhez kapcsolódik, hanem egy másik vonalhoz. Ez esetben egy útkereső algoritmust indítottam, amely a kapcsolatokon végig haladva addig megy, amíg el nem éri a megfelelő végpontot, amelynél nyíl lehet.

A keresési pont meghatározása után keresek vonalakt, amelyek a nyíl fejét alkothatják ez a pont körül, és elmentem őket. Kiszámolva a szögek különbségé az eredeti egyenes, és a nyílhegy feltételezett részei között, ha ez 25 és 75 között van, akkor elfogadom, mint nyílhegy, és az eredeti egyenes típusát átállítom „Arrow” -ra.

Előfordult egyesesetekben, hogy a vonaltöredezés miatt, a végpont nem pont az alakzat mellett volt, és ezáltal a nyíl részeit nem találta meg, mert túl messze voltak. Ennek megoldására megnézem a vizsgált pont és a hozzá tartozó test távolságát, és ha elég nagy, akkor keresek köztük olyan vonalakt, amelyek a nyilat alkothatják. Ha találok ilyet, akkor ugyan úgy „Arrow” -ra állítom a típust.

4. VIZUÁLIS FELÜLET ÉS SZÖVEGFELISMERÉS

Az előző fejezetben tárgyalt folyamatok során megszerzett információk alapján már le lehetne generálni a diagramot vektorgrafikus formában. Ennek ellenére, hogy ez

egyrészt egyszerűbb legyen, illetve egyes lépések biztosan jó eredmény adjanak, még szükség van néhány elemre. Ebben a részben ezeket fogom ismertetni.

4.1 Vizuális felület generálása.

```
def __init__(self):
    super().__init__()

    self.setWindowTitle("E-K to Drawio")
    self.setFixedSize(600, 500)
    self.uploaded_file_path = None  # Feltöltött fájl nyomon követése

    # Fő elrendezés
    layout = QVBoxLayout()
    layout.setAlignment(Qt.AlignmentFlag.AlignTop)

    # Cím középen
    title_label = QLabel("Tippek pontos eredményhez:")
    title_label.setAlignment(Qt.AlignmentFlag.AlignHCenter)
    title_label.setStyleSheet("font-size: 24px; font-weight: bold;")

    # Tippek balra
    left_text_label = QLabel(
        "Tippek"
    )
    left_text_label.setAlignment(Qt.AlignmentFlag.AlignLeft)
    left_text_label.setStyleSheet("font-size: 14px;")

    # Fájlfeltöltő gomb
    upload_button = QPushButton("Fájl feltöltése")
    upload_button.clicked.connect(self.upload_file)

    # Feltöltött fájl nevét mutató címke
    self.file_label = QLabel("Nincs feltöltött fájl")
    self.file_label.setAlignment(Qt.AlignmentFlag.AlignLeft)

    # Konvertálás gomb
    convert_button = QPushButton("Konvertálás")
    convert_button.clicked.connect(self.process_file)

    # Elemek hozzáadása az elrendezéshez
    layout.addWidget(title_label)  # Cím
    layout.addWidget(left_text_label)  # Bal oldali szöveg (szabályok)
    layout.addWidget(upload_button)  # Fájlfeltöltő gomb
    layout.addWidget(self.file_label)  # Feltöltött fájl neve
    layout.addWidget(convert_button)  # Konvertálás gomb

    # Beállítjuk az elrendezést az ablakra
    self.setLayout(layout)
```

4.1. kódrészlet – A fő ablak kódja

Az alkalmazás használatához van egy vizuális felület, hogy átláthatóbb, illetve felhasználó barát legyen. Lényegében ezt kettő részre lehet osztani: a főablak, és egy másodlagos, úgymond szerkesztő ablak. Mind a kettő PyQT6 használatával lett készítve, szóval a kódban haszonlóan vannak létrehozva.

A főablak a *QVBoxLayout* elrendezést használja, amelyt úgy kell elképzelni, mint ha dobozokat helyeznénk egymásra vertikálisan. Így az elemek, a színtérhez adástól függően, egymás alatt jelennek meg. A 4.1. kódrészleten láthatjuk ennek a létrehozására szolgáló függvényt. A címsor és a szöveges rész alatt van kettő gomb, ezek megnyomására lefut egy-egy előre definiált funkció, a fájlfeltöltés, és a kép konverzió.

Az általam szerkesztő ablaknak nevezet rész akkor jelenik meg, ha elindult a konverziós folyamat. Ezen tudunk különböző opciókat kiválasztani a folyamat utolsó részének, a szövegkeresés, futása alatt.

4.2.Szövegkeresés

A szövegek felismerésére és kinyerésére a Pytesseract-ot használtam. Mivel a kézzel írott szöveg eltér emberről emberre az eredmények sikeressége inkonzisztens volt. Akadt olyan szöveg, amit tökéletesen felismer, másokat hibásan vagy egyeltalán nem képes felismerni. A 4.2. kódrészlet tartalmazza az általam implementált megoldást.

```
def find_text(self,shapes_list,gray):
    for elem in shapes_list:
        x, y, width, height = elem.get_x(), elem.get_y(), elem.get_width(), elem.get_height()

        x1 = max(0, x + 2)
        y1 = max(0, y + 2)
        x2 = min(gray.shape[1], x + width - 2)
        y2 = min(gray.shape[0], y + height - 2)

        roi = gray[y1:y2, x1:x2]
        roi = cv2.resize(roi, (0, 0), fx=2.0, fy=2.0)

        sharpening_kernel = np.array([[0, -1, 0],
                                      [-1, 5, -1],
                                      [0, -1, 0]])
        (variable) sharp: MatLike
        sharp = cv2.filter2D(roi, -1, sharpening_kernel)

        text = pytess.image_to_string(sharp)
        clean_text = text.replace("\n", " ").replace("\r", " ")
        dialog = TextEditDialog(roi, clean_text)
        result = dialog.exec()  # Ez blokkolja a futást, amíg a felhasználó nem nyom OK-t

        if result == QDialog.DialogCode.Accepted:
            clean_text = dialog.get_text()  # Az új szöveg betöltése
            underlined = dialog.get_underlined()
            double = dialog.get_double()

        elem.set_text(clean_text)
        elem.set_underlined(underlined)
        elem.set_double(double)
```

4.2. kódrészlet – Szövegkereső függvény

Mivel tudom, hogy írás csak az alakzatokban lehet, így végig iterálok az ezek adatait tároló tömbön, és a területi információk alapján kivágok egy részt az eredeti képből. Hogy pontosabb legyen az eredmény, élesítem a képet, majd meghívom az OCR (Optical Character Recognition) függvényt. Miután ez lefut, az alkalmazás megjeleníti a szerkesztő ablakot.

Hogy a felhasználó tudja melyik elem feldolgozása folyik éppen, megjelenítem az eredeti kép ezen részét. Alatta látható az OCR által talált szöveg. Amennyiben ezt szerkeszteni akarja a felhasználó egyszerűen csak át kell írni. Az „OK” gomb megnyomására a szöveg hozzá adódik az éppen vizsgált elemhez, azon belül is a text adattaghoz. A kód az itt tárolt adatokat fogja felhasználni a vektorgrafikus kép generálásakor.

4.3. Gyenge elemek és kulcsok.

Az 1.2.1. fejezetben, amikor ismertettem az E – K diagram elemeit, említettem a kulcsokat, illetve a gyenge egyedeket. Ezeknek a beállítását a szerkesztő ablakon keresztül lehetséges a konverziós folyamat futása alatt. Erre az alkalmazás automatikusan nem képes.

A kulcsok érzékeléséhez a szöveg sikeres érzékelése szükséges, illetve felismerni, hogy alá van húzva. Az első nem minden esetben sikerült, a második pedig egyszer sem, ezért a felhasználónak kell beállítani.

A gyenge elemeket vizuálisan a dupla kőrvonal jelöli. Ennek a tulajdonságnak a megtalálását nem tudtam konzisztensen megoldani, ezért a kulcs tulajdonsághoz hasonlóan a felhasználó tudja beállítani majd a vizuális felületen.

4.4. XML fájl készítése

Ha a felhasználó végzett minden szerkesztéssel, az alkalmazás az összes eddig összegyűjtött információ alapján legenerálja a vektorgrafikus képet, amit ezt követően meg lehet nyitni Drawio segítségével. Ezek a fájlok lényegükben az XML struktúrát követik, szóval a Python beépített xml modulja tökéletes a létrehozásukhoz.

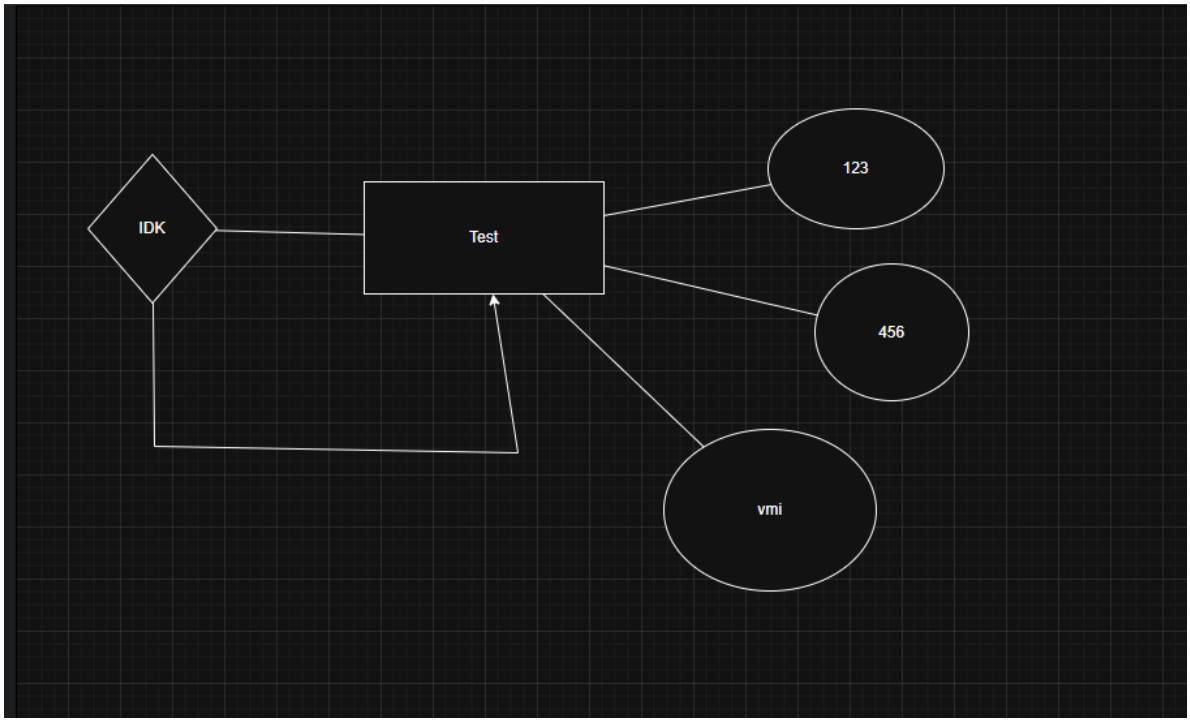
Első lépésként létrehozom az XML fejlécet és a *mxfile* gyökérelemet, amely a fájl megnyitásához és az alkalmazás információk átadásához szükséges. Ezt követően létrehozom a színteret, amiben később elhelyezem a diagrammot, és beállítom a

paramétereit, majd elhelyezek kettő cellát. Ezeknek a feladata, hogy a többi komponens elhelyezését segítsék, nem jelennek meg magukban.

Második lépésként végig megyek a tömbön, ami tartalmazza az alakzatokat. A kigyűjtött információk alapján mindegyiknek létrehozok egy cellát, és azon belül egy geometriai elemet. Ez megkapja a koordinátát, a szélesség és magasság értékeket, a benne lévő szöveget, valamint a test típusát. A szerkesztő felületen módosított értékeket is itt dolgozza fel a kód.

A harmadik lépésben a vonalakat dolgozom fel. A testekhez hasonlóan ezek is cellákban helyezkednek el, és azon belül egy-egy geometriai elemként vannak definiálva. A fő különbség, hogy nem kell külön beállítani a típust, csak ha nyíl van a vonal végén, illetve rendelkeznek kettő pont elemmel, amely a kezdő- és végpontot jelenítik meg. Ezen felül beállítom, hogy melyik alakzatokhoz csatlakoznak, azoknak az azonosítóját megadva.

Végül, hogy az így keletkezett elemek ne egy vonalban jelenjenek meg ha megnyitom szövegszerkesztővel, hierarchia szerint sorokra, illetve indentálási szintekre bontom a nyers kódot. A 4.3. ábrán látható az eredmény, ami a 3.1. ábra feldolgozásával készítettem.

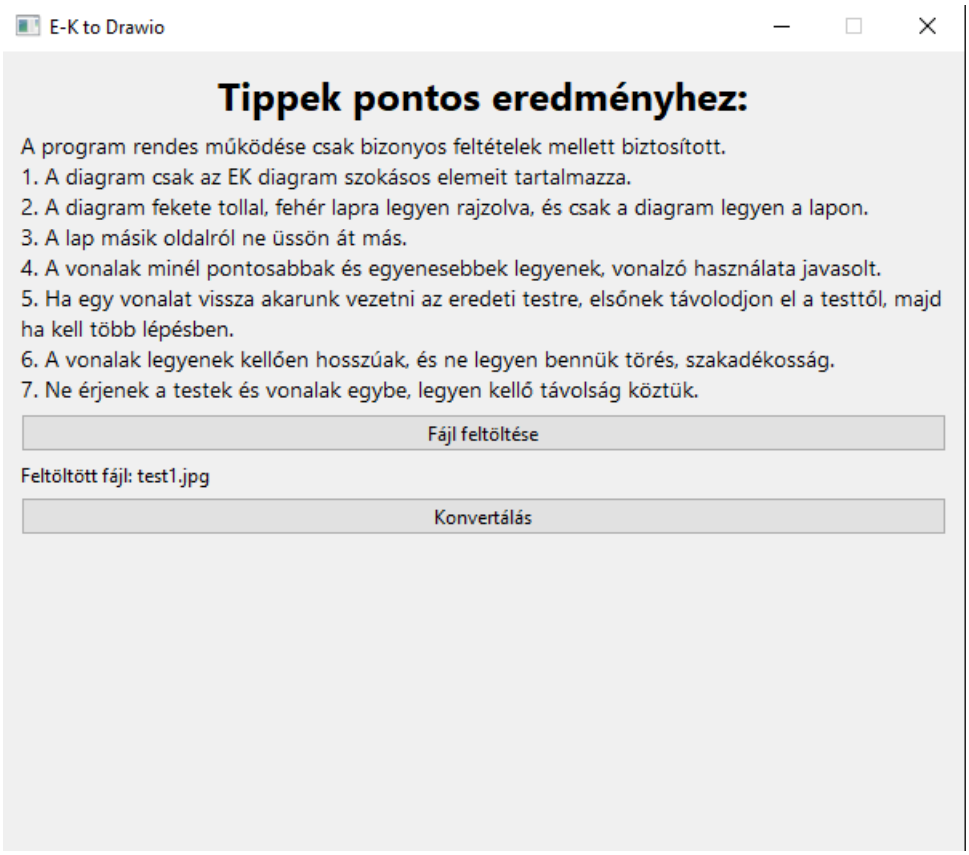


4.3. ábra – A vektorgrafikus diagram, Drawio-ban megnyitva

5.ALKALMAZÁS HASZNÁLATA

Ebben a fejezetben a felhasználói felülethez létrehozott ablakokat és használatukat fogom bemutatni képernyőképekkel kiegészítve, valamint ismertetek néhány érdekesebb hibát, amellyel az alkalmazás megvalósítása közben találkoztam

5.1 Főablak használata.

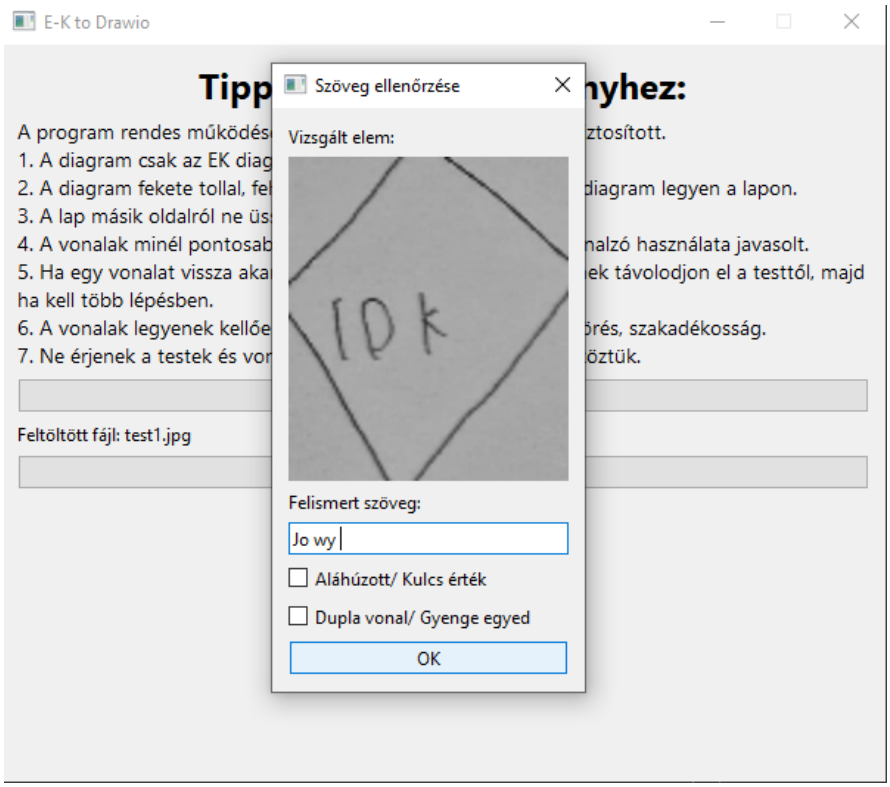


5.1. ábra – Az alkalmazás főablaka

Az alkalmazás elindításakor elsőnek a főablak jelenik meg, ezt láthatjuk a 5.1. ábrán. A ablak felső része tartalmaz néhány tippet, hasznos tanácsot, amelyek segítenek a felhasználónak pontos eredményt elérni. Ez alatt látható a „Fájl feltöltésé” gomb. Ha ezt megnyomjuk akkor fájlkezelőn keresztül választhatunk egy képet (jpeg, png), amit az alkalmazás lemásol. A kiválasztott fájl-t a gomb alatt láthatjuk.

Ezt követően a „Konvertálás” gomb megnyomására elindul a vektorgrafikus diagram készítő folyamat, amelyet a 3. és 4. fejezetben ismertettem.

5.2. Szerkesztőablak használata



5.2. ábra – A szerkesztőablak

A konverziós folyamat során, ahogy azt már említettem (4.2. és 4.3. fejezetek) lehetőségünk van egyes információk szerkesztésére, javítására. A 5.2. ábrán láthatjuk az erre szolgáló felületet. Felül megjelenik az éppen vizsgált elem, hogy tudja a felhasználó mit tud éppen szerkeszteni. Alatta elsőnek egy szöveg mező szerepel, ami tartalmazza a OCR által felismert szövege. Amennyiben ez nem megfelelő, vagy szerkeszteni kívánjuk, csak át kell írni.

A szöveges mező alatti első jelölőnégyzet arra vonatkozik, hogy az éppen vizsgált elem kulcsot tartalmaz-e vagy nem. Ha be van jelölve, akkor az adott alakzat ezt indikáló adattagja igazra lesz állítva és az éppen megjelenő alakzat szövege a vektorgrafikus diagrammon alá lesz húzva.

A lentebbi checkbox arra vonatkozik, hogy gyenge-e ez a kapcsolat, egyed. Bejelölés esetén, az aláhúzáshoz hasonlóan, az ezt jelölő adattag igaz értéket fog viselni. Eredményül a készített diagramnak ez az eleme dupla vonalas kőrvonalat fog kapni.

Az „OK” gomb megnyomására a program tovább lép a következő elemre. Ha befejeződött a futása, akkor egy felugró ablak kiírja, hogy sikeres volt a folyamat. Az eredményt pedig „result.drawio” néven találhatjuk meg az alkalmazás mappájában.

6. ÖSSZEGZÉS

Irodalomjegyzék

1. Tanács Attila: Digitális képfeldolgozás jegyzet: https://www.inf.u-szeged.hu/~tanacs/pyocv/
   Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 03. 31.

2. Dr. Németh Gábor, Dr. Kardos Péter, Dr. Bodnár Péter: Adatbázisok gyakorlati jegyzet: https://www.inf.u-szeged.hu/~gnemeth/adatbgyak/exe/AdatbazisokGyakorlat2020/index.html
   Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 04. 26.

3. Python 3.12 dokumentáció: https://docs.python.org/3.12/faq/general.html#what-is-python
   Utolsó megtekintés dátuma: 2025. 03. 30.

4. OpenCV 4.11 dokumentáció: https://docs.opencv.org/4.11.0/
   Utolsó megtekintés dátuma: 2025.03.31.

5. NumPy dokumentáció: https://numpy.org/doc/stable/user/index.html#user
   Utolsó megtekintés dátuma: 2025.04.01.

6. PyTesseract dokumentáció: https://pypi.org/project/pytesseract/
   Utolsó megtekintés dátuma: 2025.04.07.

7. PyQt6 dokumentáció: https://pypi.org/project/PyQt6/
   Utolsó megtekintés dátuma: 2025.04.25.

8. approxPolyDP függvény leírása: https://docs.opencv.org/4.x/d3/dc0/group__imgproc__shape.html#ga0012a5fdaea70b8a9970165d98722b4c
   Utolsó megtekintés dátuma: 2025.04.13.

9. Hough Line Transform leírása:
https://docs.opencv.org/4.11.0/d9/db0/tutorial_hough_lines.html
Utolsó megtekintés dátuma: 2025.04.18.

Nyilatkozat

Alulírott Szelepcsényi Dávid programtervező informatikus BSc szakos hallgató, kijelentem, hogy a dolgozatomat a Szegedi Tudományegyetem, Informatikai Intézet Képfeldolgozás és Számítógépes Grafika Tanszékén készítettem, programtervező informatikus BSc diploma megszerzése érdekében.

Kijelentem, hogy a dolgozatot más szakon korábban nem védtem meg, saját munkám eredménye, és csak a hivatkozott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozatomat / diplomamunkámat a Szegedi Tudományegyetem Diplomamunka Repozitóriumában tárolja.

Dátum

Aláírás

Köszönetnyilvánítás

Mellékletek

A.

B.

C.