

Akadálymentes tananyagok készítésének lehetőségei. MI-ben segíthet az MI?

Dr. Abonyi-Tóth Andor

abonyita@inf.elte.hu
ELTE Informatikai Kar

Absztrakt. A szoftvertermékek piacán számos e-tananyagfejlesztő alkalmazást találunk, fizetős vagy ingyenes konstrukcióban is. Ezen alkalmazások azonban nagyon eltérőek a tekintetben, hogy milyen funkciókat biztosítanak az akadálymentes e-tananyagok fejlesztésére. Cikkemben áttekintem az akadálymentes e-tananyagok főbb jellemzőit, kitérve arra, hogy ezek nem csak a fogyatékossgal élő diákok és hallgatók számára rendkívül fontosak, hanem számos más tanulói csoport számára is előnyöket biztosítanak. Továbbá bemutatom azt, hogy a mesterséges intelligenciával támogatott megoldásokat, fejlesztéseket miként használhatjuk fel ezen a területen.

Kulcsszavak: akadálymentes e-tananyag, média alternatíva, mesterséges intelligencia, WCAG

1. Bevezető

Az akadálymentes e-tananyagkészítés igen komplex folyamat, melynek során számos szempontot figyelembe kell vennünk. Ilyenek például a szoftver-ergonómiai követelmények, a tananyagkészítés didaktikai szempontjai, a kommunikációs elemek kialakításának szempontjai, valamint az egyenlő esélyű használat, hozzáférhetőség [1]. Cikkünkben ez utóbbi témakörrel foglalkozunk részletesebben, kitérve arra, hogy milyen kurrens, mesterséges intelligencia fejlesztések segíthetik munkánkat ezen a területen.

Először azonban tekintsük át azt, hogy a fő célcsoportot jelentő, fogyatékossgal élő emberekről milyen információk állnak rendelkezésünkre a hazai népszámlálások eredményeképpen. Magyarországon 1896 óta történik népszámlálás (cenzus), amely rendszerint 10 évente kerül lebonyolításra. Az adatok iránt megnövekedett igény miatt szükségessé vált az is, hogy a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) a két teljes körű népszámlálás között „kis népszámlálást” (úgynevezett mikroczenzust) végezzen, melynek eredményeképpen a mintavételes eljárással nyomon követhetjük a társadalmi folyamatok változásait. A mikroczenzus során az adatszolgáltatás kötelező.¹

Az utolsó mikroczenzusra 2016-ban került sor. Ennek során a KSH számos szempontból megvizsgálta az egészségi állapotuk miatt nehézségekkel küzdő, illetve korlátozott emberek életkörülményeit. Az eredményeket „*A fogyatékos és az egészség ok miatt korlátozott népesség jellemzői*” című kötetükben tették közzé [1]. Ezen kötet fontos megállapításai a következők: „*Az akadályozottak legtöbbször a munkavégzés és a tanulás terén érzik magukat hátrányban. Összességében a fogyatékos vagy korlátozott népességnek több mint kétharmada a társadalmi részvétel valamelyik területén akadályozva érzi magát. (...) A 2011-es népszámlálás során 491 ezer fő jelezte, hogy valamilyen fogyatékossga van, a 2016-os mikroczenzus alapján viszont a fogyatékos személyek száma mintegy 83 ezer fővel, 408 ezerre csökkent. (...) A legtöbben a látásához, a legkevésbében a kommunikációhoz használják segédeszközöt. Látásproblémát kompenzáló alkalmatlósága az akadályozottak kétharmadának van, a járásához több mint negyedük, a hallásához és a kommunikációhoz csak töredékük használ segédeszközöt.*”

Amennyiben a 15 éves és idősebb fogyatékossgal élők legmagasabb befejezett iskolai végzettségét vizsgáljuk, akkor 2011-es népszámlálási adatokra támaszkodhatunk, a 2022-es népszámlálásnál hasonló összesítést jelenleg nem áll rendelkezésre.

¹ https://www.ksh.hu/mikrocenzus2016/mikrocenzus_fogalma

Korcsoport, éves	Az általános iskola első évfolyamát sem végezte el	Általános iskola			Közép-fokú iskola érettségi nélkül, szakmai oklevéllel	Érettségi	Egyetem, főiskola stb. oklevéllel	Összesen
		1–3.	4–7.	8.				
		osztály						
15–19	925	97	1 804	7 961	281	863	–	11 931
20–24	1 415	88	431	3 815	1 979	3 473	388	11 589
25–29	1 463	127	466	3 335	2 320	2 593	1 166	11 470
30–39	3 315	308	1 465	9 991	8 347	6 912	3 479	33 817
40–49	3 053	505	1 964	12 525	13 706	9 598	3 751	45 102
50–59	3 154	1 035	3 122	27 436	31 785	23 431	8 421	98 384
60–69	2 043	921	3 825	33 207	22 770	25 333	10 645	98 744
70–79	1 655	1 289	13 455	49 047	–	14 563	8 024	88 033
80–	954	829	24 221	28 173	–	8 025	6 116	68 318
Összesen	17 977	5 199	50 753	175 490	81 188	94 791	41 990	467 388
Százalékosan	4%	1%	11%	38%	17%	20%	9%	

1. táblázat A 15 éves és idősebb fogyatékossgal élők legmagasabb befejezett iskolai végzettsége, korcsoport szerint, 2011

A fenti adatok (1. táblázat) alapján elmondható, hogy a vizsgált populáció 9 százaléka rendelkezik egyetemi/főiskolai oklevéllel, 20 százaléka érettségivel². A teljes populáció esetén ezek az arányok nagyobbak, 16% a felsőoktatási oklevéllel rendelkezők száma, 25% az érettségizettek aránya³.

A 2016-os mikrocenzus is megerősítette azt, hogy az akadályozottsággal élő emberek a tanulás területén is jelentős hátrányt szenvednek el. Ezért tanulmányainak támogatásában fontos szerepet tölthetnek be az akadálymentes tananyagok, amelyekkel az önképzés, vagy akár az érettségire való készülődés, a diplomaszerezés hatékonyan támogatható. Továbbá a fogyatékossgal élő diákok számára a pályaválasztás során rendkívül fontos szempont lehet, hogy mennyire befogadó a kiválasztott felsőoktatási intézmény, milyen jellegű támogatásra, segítségre számíthatnak a hallgatók a tanulmányaik során. Ennek egyik fontos része, hogy az oktatók milyen formában publikálják a feldolgozandó tananyagokat, és hogy az intézményi tananyagfejlesztési projekteknél van-e törekvés arra, hogy az előállított tananyagok akadálymentesen hozzáférhetőek legyenek. Ennek fontos része, hogy a tananyagok a fogyatékossgal élő emberek által használt segítő technológiákkal (assistive technology) is megfelelően használhatóak legyenek.

A speciális segédeszközök közül kiemelten fontosak a látássérült emberek által használt képernyő-olvasó programok (pl. JAWS⁴, NVDA⁵). Ezen alkalmazások egy beszédszintetizátor segítségével olvassák fel az operációs rendszer és egyéb alkalmazások üzeneteit, a weblapok és más dokumentumok tartalmát, valamint számos beépített funkció segítségével biztosítják, hogy az operációs rendszer és a különböző alkalmazások funkcióit kényelmesen elérhessék a felhasználók, illetve, hogy az egyes elemek között megfelelően navigálhassanak.

Azoknak, akik akadálymentes e-tananyagokat (vagy azok előállítását végző keretrendszereket) kívánják fejleszteni, nagyon fontos megtanulniuk ezen programok kezelését, hogy a szükséges tesztelési

² https://www.ksh.hu/nepszamlalas/docs/tablak/fogyatekossag/11_02_01_04.xls

³ https://www.ksh.hu/nepszamlalas/docs/tablak/iskolazottsag/07_01_01_01.xls

⁴ <https://www.freedomscientific.com/products/software/jaws/>

⁵ <https://www.nvaccess.org/download/>

feladatokat elvégezhessek.

Intézményünk az akadálymentes tananyagok fejlesztésében már rendelkezik jó gyakorlattal. A 2012-es év végén lezárult INFOTÁRS projekt eredményeként 13 informatikai tárgyú és 6 társadalomtudománnyal kapcsolatos tananyagmodult hoztunk létre az ELTE Társadalomtudományi Karával együttműködve. A projekt során vállaltuk, hogy a tananyagok fejlesztése során figyelembe vesszük azon akadálymentességre vonatkozó irányelveket, amelyeket a W3C konzorcium által kidolgozott WCAG 2.0 web akadálymentesítési útmutató tartalmaz. A megvalósítás során egy egyedi tananyagfejlesztési módszertant és keretrendszert (ELTESCORM) dolgoztunk ki. A tananyagfejlesztés folyamatát és a keretrendszer legfőbb funkciót korábbi publikációinkban ismertettük [2,3,4.].

2. Az akadálymentes e-tananyagok jellemzői és előnyei

A következőkben áttekintjük az akadálymentes e-tananyagok főbb jellemzőit és előnyeit. Fontos tudnunk, hogy ezen tananyagok nem csak a fogyatékossgal élő diákok, hallgatók számára előnyösek, hanem mindenki számára, beleértve azon felnőtteket is, akik az élethosszig tartó tanulás jegyében folyamatosan képzik magukat.

Vegyünk egy példát a fizikai akadálymentesítés területéről! Megfigyelhetjük, hogy egy (szakszerűen) megépített rámpát nem csak a kerekesszékekkel közlekedő mozgáskorlátozott emberek használnak, hanem például a babakocsit toló szülők, vagy azon idősök is, akik nehezebben tudnak lépcsőzni, vagy akár az átmeneti akadályozottságban szenvedők, akik például egy baleset miatt járógipszet használnak. Az alacsonypadlós közlekedési eszközökről is elmondható, hogy nem csak a kerekesszékekkel közlekedő embereknek nyújtanak fontos segítséget, hanem például azoknak is, akik nehéz csomagokkal szállnak fel a járműre, vagy babakocsival közlekednek.

Az akadálymentes e-tananyagok esetén ugyanez igaz. A fogyatékossgal élő emberek számára az akadálymentes hozzáférés elengedhetetlen, de emellett a biztosított funkciók számos előnyt biztosítanak az ép tanulók számára is.

A következőkben (a teljesség igénye nélkül) áttekintjük, hogy milyen főbb elvárásoknak kell megfelelniük az akadálymentes tananyagoknak, és azok milyen plusz lehetőségeket biztosítanak a széles körű felhasználás tekintetében. A témát részletekbe menően korábbi kiadványokban dolgoztuk fel [5,6.].

2.1. A képekhez tartozó szöveges leírások

A tananyagba illesztett **képek** esetén meg kell adnunk a **rövid leírást**, illetve, ha szükséges, a **hosszú leírást** is. Ezen szöveges leírás megadása biztosítja azt, hogy a képernyőolvasó programot használók is értesüljenek arról, hogy mi az adott kép tartalma.

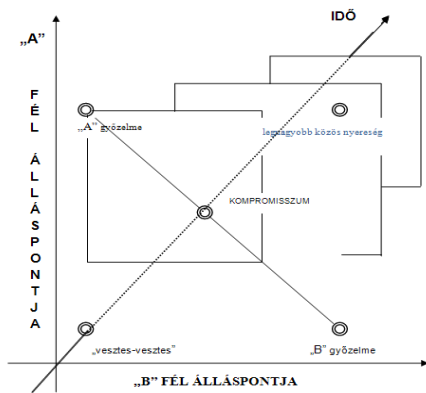
A rövid leírás karakterekben mért hossza technikailag ugyan nincs korlátozva, de érdemes itt maximum 150 karakter hosszú szöveget megadni. Ennek elsősorban használhatósági okai vannak. Az alternatív szöveg ugyanis egy egyszerű szöveggé válhat el a képernyőolvasó programban, nem tudnak úgy navigálni a látássérült emberek a szövegben, mint egy normál szöveges tartalom esetén, nincs lehetőség speciálisabb szemantikai elemek használatára (pl. rövidítések jelölése, listák használata stb.). A hosszú leírás készítésénél a leírónyelv által biztosított összes lehetőséget használhatjuk, mivel az általában külön oldalként, vagy a kép alatt elhelyezett, kinyitható/összecsukható komponensben helyezkedik el.

A megadott szöveges alternatíva azonban mindenki számára hasznos lehet. Sok diák gyorsabban megérti egy kép/ábra/grafikon tartalmát, ha ahhoz szöveges magyarázat is társul. Van olyan eset is, amikor ezen információ elengedhetetlen a megértéshez. Gondoljunk azon prezentációkra, ahol az előadó egy képet vetít ki, és arról beszél hosszú percek át. Ha a kiadott előadás emlékeztetőben

nincs a képhez társított megfelelő leírás, akkor például egy vizsgára készülő diák nehéz helyzetbe kerülhet, a képeket tartalmazó dokumentum önmagában korlátozottan segíti a felkészülést.

Lássunk egy példát! Az alábbi kép (1. ábra) egy olyan tananyagból⁶ származik, amely a konfliktuskezeléssel foglalkozik. A kép rövid leírása ebben az esetben például lehetne a következő szöveg: „Diagram, amelyen azt ábrázoljuk, hogy egy kétszereplős konfliktushelyzetben a két fél érdekei milyen mértékben elégülnek ki.”

Ez a rövid szöveg jól összefoglalja az ábra témáját, de nem elegendő ahhoz, hogy egy képernyő-olvasó programot használó tanuló megértse, hogy mi olvasható le a diagramról. Ezesetben tehát a hosszú leírást is el kell készíteni. Erre látunk egy példát az alábbiakban:



1. ábra Konfliktusok lehetséges kimenetei

▼ Hosszú leírás

Az ábra vízszintes és függőleges koordinátatengelyén azt ábrázoljuk, hogy egy kétszereplős konfliktushelyzetben az "A", illetve "B" fél érdekei milyen mértékben elégülnek ki. A függőleges tengelyen "A" fél álláspontja, a vízszintes tengelyen "B" fél álláspontja jelenik meg. A koordinátatengelyek végén a felek elérik "győzelmüket". A két koordináta-tengely közötti területen jelöljük azt az öt lehetséges kimenetet, amelyek a konfliktushelyzetekben létrejöhetnek.

A kép hosszú leírását érdemes minden tanuló számára elérhetővé tenni, nem csak a képernyő-olvasóprogramot használók számára. Ennek egyik legjobb módja az lehet, ha a leírást egy kinyitható/összecsukható komponensben helyezük a kép alatt.

A szöveges információk megadása növeli a kereshetőséget is, így például egy kulcsszóra keresve olyan képekhez is ugorhatunk a böngészőprogramban, ahol a magyarázatban fordul elő a keresett kifejezés. Természetesen a hosszú leírás megléte a web-es kereséseknél is nagy előnyt jelent. Az akadálymentes tananyagok emiatt jobban teljesítenek a tekintetben, hogy adott kulcsszóra keresve megjelennek-e az organikus találati listában, illetve, hogy mennyire előkelő helyen.

Előfordulhat az is, hogy egy felhasználó azért használ felolvasóprogramot, mert így egyszerűbb tanulnia. Például autózás vagy utazás közben szeretne a tananyaggal foglalkozni, úgy, mintha egy podcast adást hallgatna. A hosszú leírásoknak köszönhetően a képi információk a felolvasás során elérhetővé válnak.

"A" fél az érdekeit a lehető legteljesebb mértékben tudja érvényesíteni "B" rovására. Ezt úgy hívhatjuk, hogy "A" szereplő győzelme.

"B" fél tudja az érdekeit a lehető legteljesebb mértékben érvényesíteni "A" rovására. Ez a "B" szereplő győzelme. A kompromisszumos megoldás során mind a két fél érdekei valamennyire érvényre jutnak, de természetesen nem teljes mértékben.

Szerencsétlen esetben, ha a konfliktusban szereplők magatartását olyannyira eluralja a másik legyőzésére való törekvés, hogy már saját racionális érdekeikre sem képesek összpontosítani, egyikük sem tudja érdekeit megfelelően érvényesíteni, az ún. vesztes-vesztes állapot áll elő.

Az érdekeszámításon alapuló, és a másik fél igényeinek, szükségleteinek figyelembevételével folyó konfliktuskezelés esetén alakulhat ki olyan helyzet, amelyben mindkét fél érvényesíteni tudja érdekeit, anélkül, hogy ez egymás kárára történne. Ez a "legnagyobb közös nyereség" állapota.

Az ábra idősíjja azt is illusztrálja, hogy azonos szereplők között ismétlődhetnek a konfliktushelyzetek, s esetenként eltérő eredményű megoldások szülehetnek.

A pillanatnyi győzelemre törekvés megakadályozhatja a hosszú távú megoldások kialakulását. Az egyik pillanatban aratott győzelem könnyen generál visszavágási szándékot a másik félben, melynek eredményeként a korábban "győző" fél könnyen vesztesévé válhat.

⁶ Geskó Sándor, Kun Zsuzsa: Konfliktuskezelés (Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, 2012)

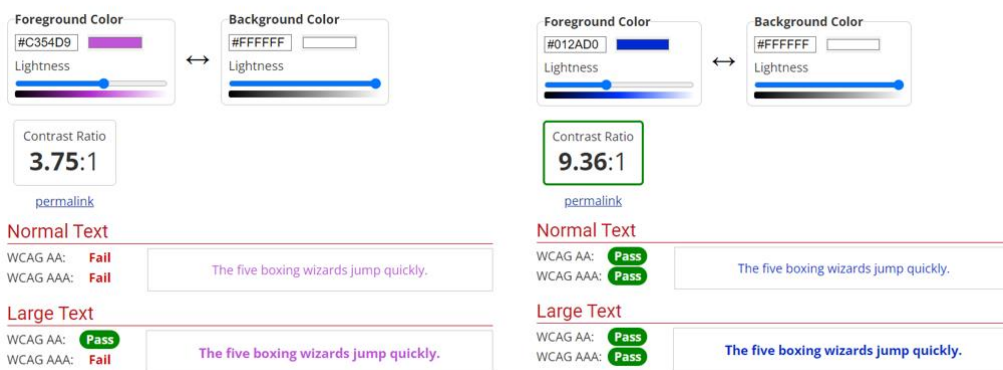
2.2. A tananyag olvashatósága, kontrasztaránya

Ügyelnünk kell a tananyagban alkalmazott megfelelő **kontrasztarányra**, az oldalak **olvashatóságára**.

A gyengénlátó felhasználók (köztük számos idősebb ember is) igénylik azt, hogy a tananyag jól olvasható legyen, legyen lehetőség a betűméret növelésére úgy, hogy az oldal továbbra is megfelelően funkcionáljon, vagyis a szövegdobozok mérete is változzon meg, ellenkező esetben plusz gördítősávok jelennek meg, vagy levágásra kerül a szöveg.

Nagyon fontos a háttér és előtér elemek közti megfelelő kontrasztarány is, ez is növeli az olvashatóságot. Ez kiemelten fontos abban az esetben is, ha valaki mobil eszközök segítségével tanul, változó fényviszonyok között, például egy parkban, ahol a napfény időként rávetül a képernyőre. Ha nem elég kontrasztos az oldal, akkor a tartalom olvashatatlaná válhat. A kontrasztarány több eszközzel is ellenőrizhető, ilyen pl. a WebAIM szolgáltatása⁷ is.

A WCAG 2.0 szabvány szerint a szöveg és a képként reprezentált szöveg vizuális megjelenítése esetében a kontraszt arány minimum 5:1 kell, hogy legyen, míg nagy betűmérettel rendelkező szövegek esetén a minimum arány 3:1⁸.



2. ábra Kontraszt ellenőrzés eredménye (Forrás: WebAIM Contrast Checker)

A 2. ábrán két ellenőrzés eredményét is láthatjuk. A bal oldali példában a beállított előtérszín és háttérszín normál méretű szöveg esetén nem elég kontrasztos. Nagyobb méretű szöveg esetén a minimum kontrasztarány teljesül, de a szigorúbb elvárásoknak (WCAG AAA) már itt sem felel meg. A jobb oldali példában egy olyan színsémát láthatunk, ahol a normál és nagy szöveg esetén is teljesül a kontrasztminimum, mégpedig a szigorúbb elvárások szerint is.

Természetesen a kontrasztarány nem csak a szövegek esetén fontos, a képek esetén is törekedni kell arra, hogy a kontrasztarány megfelelő legyen, így szükség lehet arra, hogy különböző képszerkesztő alkalmazások segítségével optimalizáljuk a képet.

2.3. A tananyag billentyűzettel történő használata

Meg kell oldalunk azt is, hogy a tananyagot mutatóeszköz (pl. egér) nélkül, **csak billentyűzet segítségével** is használni lehessen.

Sok látássérült felhasználó billentyűzettel kezeli a számítógépet, számos funkciót a gyorsbillentyűk segítségével érnek el. Szintén jellemző a billentyűzet használata a mozgáskorlátozott felhasználók egy

⁷ <https://webaim.org/resources/contrastchecker/>

⁸ <http://www.w3c.hu/forditasok/UNDERSTANDING-WCAG20/visual-audio-contrast-contrast.html>

csoportjára, akik az egeret nem, vagy csak nehézségek árán tudják használni. Ugyanígy valaki átmenetileg is kerülhet olyan helyzetbe (pl. egy kéztörés miatt), hogy az egeret nem tudja használni, csak a billentyűzetet.

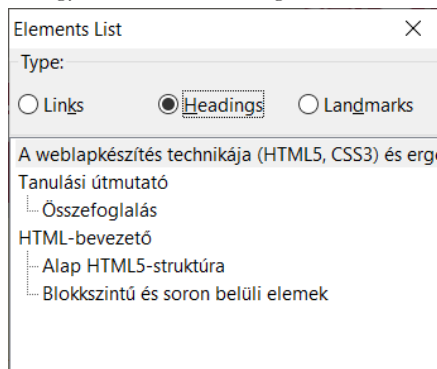
Az is előfordulhat, hogy valaki azért használja a billentyűzetet, mert technikai szempontból került hátrányos helyzetbe. Ez történhet például azért, mert elfelejtett elrakni egeret a hordozható számítógépe mellé, vagy az egér/érintőpad tönkrement, kimerült az elem stb.

Ezesetben a felhasználó átmenetileg kénytelen a billentyűzet segítségével navigálni az adott tananyagban. Itt nagyon fontosá válik, hogy a kattintható elemekre a Tabulátor, illetve kurzormozgató billentyűk segítségével logikus sorrendben el lehessen navigálni, illetve azokat aktiválni lehessen (pl. Enter billentyűvel).

2.4. A tananyag tagolása, a szemantikus leírás fontossága

Ügyelnünk kell a tananyag **megfelelő tagolására**, és arra, hogy az adott célra a megfelelő **szemantikai elemeket használjuk**. Például a listákat listaként valósítsuk meg, ne pedig normál bekezdésként, amely előtt egy listajelölő (pl. fekete pont) található. A képekhez a megfelelő módon kell társítani a képaláírást, illetve hosszú leírást is, hogy azok elérhetőek, hozzáférhetőek legyenek a különböző alkalmazásokban (pl. képernyőolvasók, böngészőprogramok, keresőrobotok...). A HTML5 leírónyelvben számos új szemantikai elem jelent meg, amely precízebb tartalmi leírást tesznek lehetővé (pl. fejléc, cikk, szakasz, lábléc, fő tartalom, ábra, ábra aláírás), ezek lehetőségeit érdemes minél inkább kihasználnunk.

Rendkívül fontos a tananyagok megfelelő fejezetekre tagolása a címsorok alkalmazásával. A vak felhasználók számára a címsorok egyben a tananyag tartalomjegyzékét is jelentik, amelyeket egy gyorsbillentyű segítségével külön ablakban jeleníthetnek meg a képernyőolvasó alkalmazásokban (3. ábra). Ezzel a megoldással közvetlenül egy adott címsorhoz ugorhatnak a tananyag adott oldalán.



3. ábra Képernyőkép az NVDA képernyőolvasó egyik ablakáról, benne a weboldalon található címsorokkal (Forrás: saját szerkesztés)

Az adott címsorhoz ugrás lehetőségét azonban érdemes biztosítani minden felhasználó számára egy oldalmenü segítségével, hogy a tananyag megfelelő részéhez ugorhassanak, például azért, mert legutóbb ott hagyták abba a tananyag feldolgozását.

2.5. Az e-tananyag reszponzivitása

A reszponzív webdizájn lényege, hogy olyan weboldalakat hozzunk létre, amelyek **optimálisan jelennek meg** a különböző eszközökön és képernyőméretekben. Napjainkban ez egy alapvető elvárás, hiszen nagyon sokan tanulnak a mobil eszközök (okostelefonok, tabletek) segítségével.

Sokszor tapasztaljuk, hogy egy e-tananyag az alap nézetében akár még jól használható okostelefonon is, de például egy betűméret nagyítás hatására szétesik az oldal, vízszintesen is görgetni kell a

tartalmat, ami nagyon nehézkesé teszi a tananyag használatát. Ezt mindenképpen el kell kerülnünk a rezponzivitás biztosításával.

A rezponzív tananyagok további előnye az is, hogy a keresőprogramok találati listájában is előkelőbb helyet foglalhatnak el.



4. ábra Reszponzív megvalósítás esetén az oldal felépítése (rács) alkalmazkodik az eszköz jellemzőihez (pl. felbontás, álló vagy fekvő helyzet) (Forrás: <https://bit.ly/3QGQ128>)

2.6. Az oldal nyelvének beállítása, nyelvváltások jelölése

Az oldalak esetén be kell állítanunk, hogy **milyen nyelvű az adott tartalom**. Ez rendkívül fontos a képernyőolvasó programot használók számára, hiszen a felolvasóprogramnak tudnia kell, hogy milyen nyelven kell felolvasni az adott tartalmat. Rendkívül kellemetlen, amikor egy magyar nyelvű tananyagot angol kiejtéssel olvas fel a program, vagy akár fordítva.

Ez azt is jelenti, hogy amennyiben a szövegben nyelvváltás történik (például magyar nyelvű oldalon szerepel egy angol nyelvű idézet), akkor a megfelelő nyelvkód beállításával jelölni kell a nyelvváltást.

A nyelvre vonatkozó metaadatok megadása a keresőrobotok számára is rendkívül fontos, hogy az adott tartalmat megfelelően indexelhessék és kereshetővé tehessek.

2.7. Szinkronizált médiaállományok feliratozása

Egy e-tananyag számos médiaelemet tartalmazhat, esetenként ezek a szinkronizált média kategóriába tartoznak. Ezen elemek akadálymentesítésére különösen fontos figyelniük!

A szinkronizált média terminológián itt nem a hétköznapiokban használt fogalmat értjük, miszerint egy idegen nyelvű videó saját nyelvű (leszinkronizált) hangsávval rendelkezik. A Web Akadálymentesítési Útmutató (WCAG) dokumentum a következőképpen definiálja a szinkronizált média fogalmát: „Más formátummal és/vagy idő alapú interaktív alkotóelemekkel szinkronizált audió vagy videó az információ bemutatásához, hacsak a média nem számít egy szöveg médiaváltozatának, és ez egyértelműen jelölve van.” [7].

Vagyis szinkronizált média lehet például egy JavaScript nyelven leprogramozott animáció is, amelyhez szinkronizáltan (összehangoltan, egyidejűleg) lejátszódik egy audió állomány.

Ebben az esetben a siket, illetve hallássérült emberek számára biztosítani kell a feliratokat. A feliratok ebben az esetben nem csak a párbeszédet tartalmazzák, hanem beazonosítják a beszélő személyt és megjelenítik a hangon keresztül közvetített beszéd nélküli információt, beleértve a jelentéssel teli hangeffektusokat is. Nem szükségesek a feliratok, amikor a szinkronizált média az információ alternatív megjelenítése, mely szöveges formában is megjelenik a weboldalon. Például: Ha az oldalon található információhoz olyan szinkronizált média kapcsolódik, amely a szövegben már szereplő információnál nem mutat be többet, de ezen keresztül a kognitív, nyelvi és tanulási fogyatékkal küzdő

személyek számára könnyebb a megértése, akkor nem szükséges a feliratozás, mivel az információ már megjelenik az oldalon szöveggént vagy a szövegalternatívaként (pl. képekhez)⁹.

A feliratok tehát szükségesek a siket, illetve hallássérült emberek számára, de más felhasználói csoportok számára is előnyösek. Például, ha valaki idegen nyelvű képzésben tanul, nagy segítség lehet, hogy a feliratokat is látja, így jobban tud azonosítani olyan szövegeket (pl. neveket, szakkifejezéseket), amelyeket pusztán hallás után nem tudna jól értelmezni. Szintén segítenek a feliratok azoknak, akik átmenetileg nem tudják, vagy nem akarják használni az eszközük hangkimenetét, például azért, mert másokat zavarnának vele, vagy éppen zajos környezetben vannak, és nincs rendelkezésre álló fülhallgató.

2.8. Szinkronizált médiaállományok teljes szövegű változata

A szinkronizált médiaállományok esetén biztosítani kell a teljes szövegű változatot is, mint média alternatívát. Ez azon emberek számára nyújt segítséget, akiknek a feliratok elolvasása gondot okoz gyenge látóképességük miatt, és akiknek gyenge a hallása a dialógusok és hangzó leírások meghallgatásához (utóbbira a későbbiekben még kitérünk). Ez a leírás magában foglalja a szinkronizált média összes információjának (vizuális és hallható) biztosítását szöveges formátumban. Teljes leírások biztosítottak az összes vizuális információról, beleértve a vizuális kontextust, a szereplők tevékenységeit és kifejezéseit, valamint az egyéb vizuális anyagokat. Továbbá, a nem beszédhangok (nevetés, képernyőn kívüli hangok stb.) is leírásra kerülnek, az összes párbeszéd leiratával. A leírások és a párbeszéd-leiratok sorrendje ugyanaz, mint magában a szinkronizált médiában¹⁰.

A "Jóbarátnők" című videó teljes szövegű változata

Összefoglalás:

A filmben két középiskolás lány közti konfliktus forrását és a konfliktus megoldási módját ismerhetjük meg.

A videó tartalma szövegesen

A film kezdetén a kamera egy szőkebarna hosszú hajú lányra közelít rá, aki éppen számítógépét tartja ölében. Háta mögött a falon képeket látunk róla és egy másik, barna hajú lányról. Miközben halljuk a lány monológját, a kamera a képekre, illetve a lány arcára közelít. Karján sérüléseket, feltehetően szorítás okozta nyomokat látunk.

Betti: Első óta Zsuzsi a legjobb barátnőm. Mennyit hülyéskedtünk együtt! Szinte a nővéremként szerettem, és most alig bírok hozzászólni. Jézusom... hogy fajulhattak el így a dolgok?

A második képsoron az előbb fotón látott barna hajú lányt látjuk egy fürdőszobai tükör előtt. A szeme körül látható lila foltot próbálja alapozóval elrejtetni, miközben beszél. Elkészült, és kilép a házból.

Zsuzsi: Miért pont velem történik ez? Annyira hiányzik Betti, senkivel nem tudok olyan jókat beszélgetni, mint vele. A hideg kiráz, ha visszagondolok a történetekre. Én és Ő, egymás haját tépve az egész osztály előtt, a folyosón! Ez elképesztő!

5. ábra Részlet egy videó teljes szövegű leírásából (Forrás: <https://bit.ly/3R3p0pR>)

A teljes szövegű leirat megjelenítése hasonlóan történhet ahhoz, mint amit a kép hosszú leírásánál írtunk, vagyis a videó alatti kinyitható/összecsukható komponensben elhelyezhetjük a szöveget.

A teljes szövegű átirat segítség lehet azoknak is, akik például idegen nyelven tanulnak, vagy azok számára, akik a szöveges tartalom alapján kívánják eldönteni, hogy az adott média releváns-e számukra, érdemes-e azt megtekinteni, vagy meghallgatni.

Szintén nagy előnyt jelent a teljes szövegű leírás a kereshetőségben, legyen az a böngészőprogramban egy lapon belüli keresés, vagy egy web-es keresőprogramban történő keresés.

⁹ <http://www.w3c.hu/forditasok/UNDERSTANDING-WCAG20/media-equiv-captions.html>

¹⁰ <http://www.w3c.hu/forditasok/UNDERSTANDING-WCAG20/media-equiv-text-doc.html>

2.9. Szinkronizált médiaállományok (kiterjesztett) hangzó leírása

A hangzó leírás nem más, mint egy összefoglaló a lényeges vizuális részletek megjelenítésére, melyeket csak a hangfelvétel alapján nem lehet megérteni. A videó hangzó leírása információt nyújt a cselekményekről, karakterekről, háttérváltozásokról, a képernyőn megjelenő szövegről és más vizuális tartalomról.

A hangzó leírás célja, hogy a vak vagy csökkent látóképességű embereknek hozzáférést biztosítson a vizuális információhoz egy szinkronizált média-megjelenítésen keresztül. Jó példa erre a „Legyetek jók, ha tudtok” című film azon változata, amelyet hangzó leírással is elláttak. Ennek egy részlete megtekinthető a <https://youtu.be/m29Sci-0YbA> webcímen. Ebben az esetben egy élő személy narrálja a filmbeli történéseket a megfelelő időben, de ugyanezt a feladatot egy mesterséges beszéd szintetizátor (TTS) is megtehetné.

Amennyiben a film nem olyan jellegű, hogy a narrátor elmondhassa a szükséges információkat a párbeszéd közt szünetekben, akkor a kiterjesztett hangzó leírás módszerét is alkalmazni lehet, amely azt jelenti, hogy a film megáll egy adott ponton, majd a narráció elhangzása után újra indul.

Nézzünk erre egy a WCAG 2.0 dokumentumban leírt példát¹¹: „Egy fizika professzor előadást tart. Vázlatokat készít a táblára és gyorsan beszél, miközben rajzol. Amint befejezi az egyik probléma megvitatását, letörli a vázlatot és egy másikat készít, miközben tovább beszél és másik kezével gesztikulál. A videó megállításra kerül a problémák között, és a professzor rajzainak és gesztikulációinak kiterjesztett hangzó leírása biztosított. Ezután a videó újraindul.”

A hangzó leírás és kiterjesztett hangzó leírás szintén segítség lehet azok számára, akik például autózézés vagy utazás közben szeretnének az adott médiatartalommal foglalkozni, úgy, mintha egy podcast adást hallgatnának.

3. Akadálymentes e-tananyagok készítésénél alkalmazható mesterséges intelligencia fejlesztések

Az e-tananyagok fejlesztésére számos tananyagfejlesztő alkalmazást találunk a piacon. Nagy különbség lehet azonban az egyes alkalmazások között a tekintetben, hogy milyen fokú akadálymentesítést tesznek lehetővé. Támogatják-e azt például, hogy a képekhez hosszú leírást adjunk meg, feliratozhatjuk-e a szinkronizált médiaelemeket, az előállított produktum valóban reszponzív lesz-e? Ezen alkalmazások jellemzően zártak, így a fejlesztőkön múlik az, hogy egy-egy haladó, akár a mesterséges intelligencia által támogatott funkciók mikor, milyen módon és célra érhetőek el az alkalmazásban.

Jómagam gyakran készítek videókat, így felhasználóként nagyon örülök annak, hogy az általam használt alkalmazásban megjelentek már azon MI-vel támogatott lehetőségek, amelyekkel hatékonyan végezhetek zajsűrést (pl. szélzaj eltávolítása), javíthatom a videók minőségét, a hangsávhoz a beszéd-felismerési funkciókkal elkészíthetem a feliratsávot, vagy éppen olyan effektusokat használhatok, amelyeket korábban rengeteg manuális munkával lehetett volna megvalósítani, mint például egy mozgó objektum követését, felcímkézését. Az egyik népszerű online, bemutatókészítő alkalmazásban pedig már használhatok olyan képbeszúrési lehetőséget, ahol a képet a megadott kulcsszavak alapján egy mesterséges intelligenciával támogatott szolgáltatás állítja elő.

Láthatjuk tehát, hogy vannak már jó példák az egyes alkalmazásokban, de a mesterséges intelligencia által támogatott megoldások tárházát leginkább akkor használhatjuk ki, ha valamilyen nyílt rendszert használunk (vagy fejlesztünk) és annak funkcionalitását különböző (MI-vel támogatott) API-k segítségével bővítjük. Az API olyan meghatározott szabályok halmaza, amelyek lehetővé teszik a különböző alkalmazásoknak, hogy kommunikáljanak egymással. Az API közvetítő réteggé működik,

¹¹ <http://www.w3c.hu/forditasok/UNDERSTANDING-WCAG20/media-equiv-extended-ad.html>

amely feldolgozza a rendszerek közötti adatátvitelt, lehetővé téve a vállalatok számára, hogy megnyissák alkalmazásadataikat és funkcióikat külső fejlesztők, üzleti partnerek és vállalataik belső részlegei számára¹².

A következőkben olyan API-kat mutatunk be, amelyek az akadálymentes e-tananyagok fejlesztését támogató keretrendszerekben hasznosak lehetnek.

3.1. A tartalom precíz leírása szemantikus elemekkel

Az MI megoldások egy része hatékonyan használható a természetes, ember által használt nyelvek feldolgozására. Az azonban nagyon változó lehet, hogy mely nyelveket támogatják az egyes megoldások. A Natural Language Processing (NLP – Természetes nyelv feldolgozás) megoldások számos felhasználási módot biztosítanak, legyen az nyelvészlelés, dokumentumok kategorizálása, kulcskifejezések kinyerése, hangulelemzés stb.

A felhasználás egyik módja lehet, hogy a tananyag szerzője által megadott szöveget elemzésnek vetjük alá, és a kapott adatok alapján a szemantikailag legmegfelelőbb HTML5 forráskódot állítjuk elő. Az automatikus elemzésre jó példa a 6. ábrán látható, Google által kifejlesztett megoldás.

Try the API

Google, headquartered in Mountain View (1600 Amphitheatre Pkwy, Mountain View, CA 940430), unveiled the new Android phone for \$799 at the Consumer Electronic Show.

[RESET](#)

See supported languages

Entities	Sentiment	Moderation	Categories
(Google) ₁₀ , headquartered in (Mountain View) ₁₁ ((1600) ₂ (1600 Amphitheatre Pkwy, Mountain View, CA) ₅ (1600 Amphitheatre Pkwy) ₆ , (Mountain View) ₁₁ , (CA) ₈ (940430) ₃), unveiled the new (Android) ₇ (phone) ₁₂ for (\$799) ₁ (799) ₄ at the (Consumer Electronic Show) ₉ .			
1. \$799	PRICE	2. 1600	NUMBER
3. 940430	NUMBER	4. 799	NUMBER
5. 1600 Amphitheatre ...	ADDRESS	6. 1600 Amphitheatre ...	LOCATION
7. Android	CONSUMER GOOD	8. CA	LOCATION
9. Consumer Electroni...	EVENT	10. Google	ORGANIZATION
11. Mountain View	LOCATION	12. phone	CONSUMER GOOD

6. ábra A megadott mondat elemzésének eredménye
(Forrás: Google Natural Language API¹³)

Láthatjuk, hogy a megoldás sikeresen azonosítja a szövegben a számokat, helyszíneket, címekeket, eseményeket, szervezeteket és így tovább. A szintaktikai elemzés sajnos egyelőre magyar nyelvű szöveg esetén nem érhető el.

¹² <https://www.ibm.com/topics/api>

¹³ <https://cloud.google.com/natural-language>

3.2. Szöveges tartalom, összefoglaló vagy forgatókönyv generálása

A tananyag tartalmának, összefoglalójának, egyes magyarázó videók forgatókönyvének elkészítésére is használhatunk API-kat, így ez a funkció akár egy tananyagkészítő alkalmazásban is megjelenhet a jövőben.

Forgatókönyv készítésére alkalmas például az Open AI GPT-4¹⁴ rendszere is. Az alábbi példában azt kértük a robottól, hogy írjon egy olyan videó forgatókönyvet, amellyel a rugalmas ütközés jelenségét magyarázhatjuk el. Az alábbiakban olvashatjuk a szöveg egy részletét.

Videó Cím: A rugalmas ütközések magyarázata

Bevezetés:

[Kezdeti jelenet: Vidám és vonzó háttérzene szól, a képernyőn szöveg: "Rugalmas ütközések"]

[Kezdő felvétel: Egyszerű animált ábrázolás két biliárdgolyóról, amelyek közelítik egymást súrlódásmentes felületen.]

Narrátor (Voiceover):

"Sziasztok! Ma a rugalmas ütközések izgalmas világába merülünk. De mi is az pontosan, mi a rugalmas ütközés?"

A Rugalmas Ütközés Magyarázata:

[Animált grafikák, amelyek bemutatják két biliárdgolyó ütközését.]

Narrátor (Voiceover):

"A fizikában a rugalmas ütközés olyan ütközés típusa, ahol mind a kinetikai energia, mind a lendület megmarad. Képzeljétek el, ahogy két objektum ütközik, majd lepattan egymásról anélkül, hogy bármilyen energia elveszne."

Látható, hogy ez a megoldás magyar nyelven is működik és igen használható eredményt ad, amelyet módosítás nélkül, vagy kisebb-nagyobb módosítások után a gyakorlatban is felhasználhatunk. Angol nyelven még precízebb eredményt kaphatunk.

Az Open AI GPT-4 alkalmas arra is, hogy hosszabb szövegekhez, weboldalakhoz összefoglalást készítsünk. A demó oldalon az alábbi példát találjuk (7. ábra):

Input

[Text from: <https://en.wikipedia.org/wiki/Rihanna>]

Describe her Super Bowl performance and what made it special.

Output

Rihanna's Super Bowl LVII halftime show performance was special for a number of reasons. For one, it marked her first live performance in over five years, and it was her first time headlining the Super Bowl halftime show. Additionally, she made history by becoming the first person to perform at the Super Bowl while pregnant. The show itself was critically acclaimed, with many praising her high-energy performance and impressive vocals. It also garnered a massive viewership, becoming the second most-watched halftime show in history.

7. ábra Összefoglaló készítése az Open AI GPT-4 szolgáltatással

¹⁴ <https://openai.com/product>

Láthatjuk, hogy a forrásként itt egy külső weboldal került megadásra (jelen eseten egy Wikipédia oldal), az elkészült összefoglaló pedig igen jó minőségű, lényegre törő.

Hasonló szolgáltatást nyújt a Google Generative AI¹⁵ szolgáltatása is. A <https://bard.google.com/chat> oldalon interaktívan kipróbálhatjuk a lehetőségeket.

Dokumentum összefoglalást a Microsoft Azure AI szolgáltatásával is készíthetünk¹⁶. Az API kétféle lehetőséget is biztosít. A kivonatoló összefoglalás során összefoglalást hoz létre a dokumentumon belüli hasznos mondatok kinyerésével. Az absztraktív összefoglalás során viszont olyan összefoglalást hoz létre, amely nem ugyanazokat a szavakat használja, mint a dokumentumban, de rögzíti a fő gondolatot¹⁷.

3.3. Képek, illusztrációk generálása

A tananyagok készítésénél szükség lehet különböző illusztrációkra is. Ezeket is legenerálhatjuk a különböző API-k segítségével. Ilyenkor a kép tartalmát szövegesen írjuk le, majd eredményül megkapjuk a képet. A bemenetként megadott szöveget természetesen ilyenkor felhasználhatjuk a kép tartalmi leírásaként is.

- Az Open AI Image Generation¹⁸ modellje akár HD minőségű képek előállítására is alkalmas. Több üzemmódja is van: Szöveges leírás alapján elkészíthetünk egy képet; egy már elkészített képet tovább módosíthatunk; több variációját elkészíthetjük az adott képnek.
- A Google Vertex AI platformjának Generative AI modellje is képes képet előállítani szöveg alapján (Image generation)¹⁹. Nem csak a kép előállítását végezhetjük el szövegesen, hanem annak szerkesztése, egy maszkolt terület módosítása, finomhangolása is megoldható.



8. ábra HD minőségű kép egy asztronauta majomról (Forrás: <https://labs.openai.com/>)



9. ábra „Magazine style, 4k, photorealistic, modern red armchair, natural lighting kulcszavakkal” generált kép (Forrás: Vertex AI dokumentáció [<https://bit.ly/3MLg72B>])

¹⁵ <https://cloud.google.com/consulting/summarize-genai>

¹⁶ <https://azure.microsoft.com/hu-hu/products/ai-services/ai-language/>

¹⁷ <https://learn.microsoft.com/hu-HU/azure/ai-services/language-service/summarization/overview?tabs=document-summarization>

¹⁸ <https://platform.openai.com/docs/guides/images?context=node>

¹⁹ <https://cloud.google.com/vertex-ai/docs/generative-ai/model-reference/image-generation>

3.4. Hang szöveggé alakítása (Speech to Text - STT), feliratozás (Captioning)

A hang szöveggé alakítása több szempontból is fontos lehet. Egyrészt a beszédhangból kapott szöveget felhasználhatjuk a teljes szövegű leírások készítése során, vagy akár a feliratozás során.

- Az Open AI Speech to Text modellje²⁰ a beszédhangot szöveggé képes alakítani. Jelenleg közel 60 nyelvet támogat, köztük a magyar nyelvet is. Emellett a szöveget angolra is képes lefordítani a szolgáltatás. A hangállomány maximális mérete jelenleg 25MB lehet.
- Az Amazon Transcribe²¹ is képes a hangot szöveggé alakítani, ez a szolgáltatás viszont csak bizonyos régiókban²² érhető el.
- A Google Vertex AI platformjának Generative AI modellje is képes hangot szöveggé alakítani²³, akár magyar nyelven is.
- A Rev.ai²⁴ platform jelenleg 36 nyelven támogatja a beszéd szöveggé alakítását, köztük magyar nyelven is. A platform előnye, hogy a szöveget JSON formátumban, vagy akár feliratállományként is letölthetjük SubRip vagy WebVTT formátumban, amely rendkívül megkönnyíti a szinkronizált média tartalmak felirattal történő ellátását.
- A Microsoft Azure AI platform is lehetőséget ad valós idejű és offline feliratozásra²⁵, illetve szöveg átírássra, amely a teljes szövegű átírat alapja lehet.

A beszéd szöveggé történő átalakítása során jobb eredményt érhetünk el azon modellek használata esetén, amelyek lehetőséget adnak a perszonalizálásra. Ez akkor lehet előnyös például, ha az előadásainkat rendszeresen rögzítjük videó és/vagy audió állomány formájában. Egy jól testreszabott, betanított modell esetén jelentősen csökkenhet a szavak felismerésére vonatkozó hibaarány.

3.5. Szöveg hanggá alakítása (Text to Speech)

A szöveg hanggá alakításában is nagy potenciál van az akadálymentes tananyagok vonatkozásában. Például a hangzó leírás, illetve kiterjesztett hangzó leírás elkészítésénél is felhasználhatjuk a különböző API-kat. Az MI fejlesztések következtében sokkal természetesebb hangzású beszédhangokat használhatunk, mint akár 5 évvel ezelőtt.

- Az Open AI TTS modellje²⁶ jelenleg 6, igen jóminőségű hangmintát tartalmaz, közel 60 nyelvet támogat, köztük a magyar nyelvet is.
- Az Amazon Polly²⁷ modellje közel jelenleg 40 nyelvet támogat, azonban a magyar nincs köztük.
- A Google Vertex AI platformjának Generative AI modellje is képes szövegből hangot készíteni²⁸. A szolgáltatás magyar nyelven is elérhető.

²⁰ <https://platform.openai.com/docs/guides/speech-to-text>

²¹ <https://aws.amazon.com/transcribe/?p=ft&c=ml&z=3>

²² <https://docs.aws.amazon.com/transcribe/latest/dg/what-is.html>

²³ <https://cloud.google.com/speech-to-text/docs/transcribe-console>

²⁴ <https://www.rev.ai/usecases>

²⁵ <https://speech.microsoft.com/portal/captioning>

²⁶ <https://platform.openai.com/docs/guides/text-to-speech>

²⁷ <https://aws.amazon.com/polly/?p=ft&c=ml&z=3>

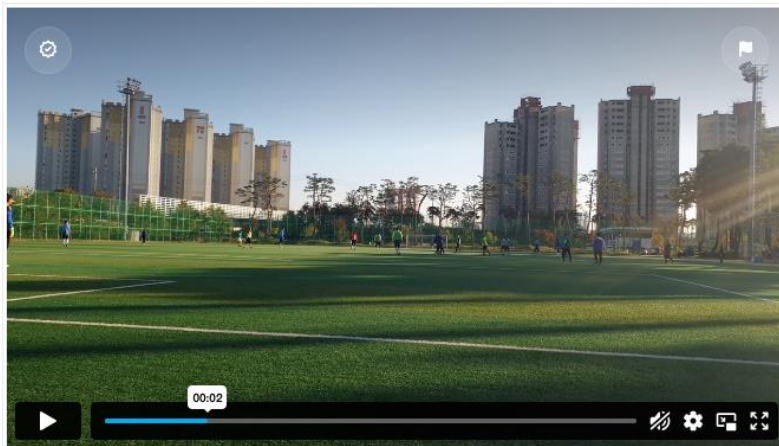
²⁸ <https://cloud.google.com/vertex-ai/docs/generative-ai/speech/text-to-speech>

- Természetesen a Microsoft Azure AI platform is lehetőséget ad szöveg hanggá alakítására²⁹, magyar nyelven is. Sőt az egyedi neurális hangportál segítségével természetes hangzású, szintetikus hangot is létrehozhatunk, így nem csak a beépített hangmintákra hagyatkozhatunk. Mivel ez egy érzékeny terület (akár mások hangmintáját is felhasználhatjuk), a felelősségteljes használatra vonatkozó előírásokat be kell tartanunk.

3.6. Képek és videók tartalmának elemzése

Az előzőekben láthattuk, hogy a képek és videók esetén számos szöveges alternatívát meg kell adnunk, ha akadálymentes e-tananyagot kívánunk készíteni. A szövegek automatikus előállítására is használhatunk API-kat.

- Az Open AI GPT-4³⁰ rendszere képeket is elfogad bemenetként és képes arra, hogy azokhoz feliratokat rendeljen, osztályozza vagy analizálja azokat.
- Az Amazon Rekognition³¹ szolgáltatása is képes képek és videók elemzésére, illetve címkézésre.
- A Google Vertex AI platformjának Generative AI modellje is képes a kép és videó szöveges leírását előállítani (Image captioning)³², lásd 10. ábra.
- A Microsoft Azure AI képfelismerési³³ szolgáltatásai is hatékonyan használhatóak ezen a területen. Mind a képek, mind a videók tartalmi elemzésére van lehetőség.



Video source: [NEOULKANG on Pixabay](#).

Video description: "[00.00, 14.00) - a soccer game that was played at a soccer field in a residential area. The field is surrounded by tall apartment buildings."

10. ábra Példa egy automatikus történet videó leírás készítésére
(Forrás: Vertex AI dokumentáció [<https://bit.ly/3uhRioN>])

²⁹ <https://azure.microsoft.com/hu-hu/products/ai-services/text-to-speech/>

³⁰ <https://openai.com/product>

³¹ <https://aws.amazon.com/rekognition/?p=ft&c=ml&z=3>

³² <https://cloud.google.com/vertex-ai/docs/generative-ai/model-reference/image-captioning>

³³ <https://azure.microsoft.com/hu-hu/products/ai-services/?activetab=pivot:k%C3%A9pfelismer%C3%A9stabs>

4. Összefoglalás

Láthatjuk, hogy az akadálymentes e-tananyagoknak számos követelményt teljesíteniük kell ahhoz, hogy a fogyatékossgal élő személyek által megfelelően használhatóak legyenek. Az akadálymentes megvalósítás további előnye, hogy a felhasználók széles körének biztosít olyan funkciókat, amelyeknek köszönhetően a tananyag optimálisabban használhatóvá válik.

Az akadálymentes e-tananyagok előállításához számos metainformációra szükségünk van. Ezen információk kinyerésére már több olyan mesterséges intelligenciával támogatott API-t használhatunk, amelyek egyszerűsíthetik, hatékonyabbá tehetik munkánkat. Segíthetnek a médiatartalmak szöveges alternatíváinak elkészítésében, a feliratozásban, (kiterjesztett) hangzó leírások elkészítésében, illetve a tartalmi elemek előállításában is (pl. képek, forgatókönyvek, összefoglalások).

Azt sem szabad elfelejtenünk azonban, hogy a mesterséges intelligenciával támogatott API-k eredményeképpen is kaphatunk hibás kimeneteket (hibás osztályozás, objektum felismerés, hangfelismerés, szöveg felolvasás stb.), így az alapos lektorálási feladatokról sem tekinthetünk el.

Irodalom

1. Jókai Erika: *Az akadálymentes e-tananyagkészítés szempontjai*. In: Oktatásinformatika 2011:(1-2) pp. 49-56.
2. Abonyi-Tóth Andor: *Multimédiás e-tananyagok akadálymentes előállításának automatizálása*. In: Berke, József (szerk.) XXII. "Multimédia az Oktatásban" : nemzetközi konferencia Keszthely, Magyarország : Balatoni Múzeum (2016) 177 p. pp. 114-117. , 4 p.
3. Abonyi-Tóth Andor: *Akadálymentes elektronikus tananyagok fejlesztésének módszertani és technikai kérdései*. Gyógypedagógiai Szemle: A Magyar Gyógypedagógusok Egyesületének Folyóirata 44 : 1 pp. 55-66. , 12 p. (2016)
4. Abonyi-Tóth A.: *Designing and implementing a framework and methodology suitable for creating accessible e-learning materials*. In: Stoffa, Veronika; Szlávi, Péter; Zsakó, László (szerk.) Proceedings of XXIX. DidMatTech 2016 : New methods and technologies in education and practice Budapest, Magyarország : ELTE Informatikai Kar (2016) pp. 1-6. Paper: 20 , 6 p.
5. Abonyi-Tóth, Andor; Pataki Máté; Mátételki Péter: *Bevezetés az info-kommunikációs akadálymentesítés világába I*. Budapest, Magyarország: Fogyatékos Személyek Esélyegyenlőségéért Közhasznú Nonprofit Alapítvány (2011) 305 p. p. 1
6. Pataki Máté, Abonyi-Tóth Andor: *Bevezetés az info-kommunikációs akadálymentesítés világába II*. Budapest, Magyarország : Fogyatékos Személyek Esélyegyenlőségéért Közhasznú Nonprofit Alapítvány (2011) , 154 p.
7. *Web Akadálymentesítési Útmutató 2.0 (W3C Ajánlás 2008. december 11.)*
<http://www.w3c.hu/forditasok/WCAG20/> (utoljára megtekintve: 2023.11.11.)