

TDK-dolgozat

Kukoda Balázs

Pannon Egyetem
Műszaki Informatikai Kar
Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

**Szívultrahang-leletek és az ICD-11 kódrendszer
fogalmi terének összehasonlító elemzése és
összekapcsolása tudásmérnöki eszközökkel**

Kukoda Balázs, 2. évfolyam

Témavezetők: Dr. Balkányi László, tudományos tanácsadó
Dr. Vassányi István, egyetemi docens

Tartalmi összefoglaló

A dolgozat tárgya egy, a szív ultrahang vizsgálatának leletezése céljából készült orvosi szakkifejezés hierarchia (SRATE) [1] és az ICD-11 MMS összekapcsolása, azon kutatási hipotézis vizsgálatának céljából, mely szerint a már meglévő módszerek, vagy azok valamilyen kombinációja segítségével a klinikai leletezés során keletkező egészségügyi adatokból automatikusan előállíthatóak epidemiológiai vagy más célú szakmai adatsorok is.

Az esettanulmány módszere alapján kiválasztottam egy szűkebb részterületet (Pulmonális billentyű betegségei), amely részterületen elvégeztem (1) szakértő (orvosi tudásmérnök) segítségével a két hierarchia összehasonlító elemzését, és manuális leképezését, valamint (2) létrehoztam a két hierarchia közötti automatikusan előálló leképezéseket (mapping) a szakirodalomból vett módszerek, és azok kombinációinak segítségével.

A munkám módszertani újdonsága az, hogy két olyan orvosi hierarchia összekapcsolására használtam az UMLS-t, melyek egyike sem része (jelenleg) az UMLS-nek. Munkám további újdonsága, hogy az ICD-11 MMS és egy leletezési célra készült orvosi hierarchia összekapcsolhatóságát vizsgálja.

Az automatikus leképezéseket előállító módszerek két csoportra bonthatóak: (1) a lexikai megközelítések közül a TF-IDF értékek hasonlóságán alapuló szöveghasonlóságot használtam; (2) szemantikai megközelítésre pedig az UMLS-ben történő kereséseket [2]. Az automatikusan előálló leképezési eredmények jóságának megállapítására a szakértő bevonásával készült manuális leképezést használtam.

A kiértékelés során világossá vált, hogy a leletezés során keletkező egészségügyi adatok és az epidemiológiai adatok összekapcsolásához (1) szükség van az ICD-11-n belül leletezési célú linearizációk, valamint (2) az azokat az ICD-11 MMS-sel összekötő leképezések létrehozására, amely feladatok automatikus végrehajtása a vizsgált módszerekkel nem volt teljes mértékben lehetséges.

Továbblépési lehetőségek között megemlítem (1) további módszerek kipróbálását, valamint (2) a vizsgálat kiterjesztését más orvosi szakterületre.

Kulcsszavak: ICD-11, UMLS, orvosi hierarchiák leképezése, mapping, szívultrahang-vizsgálat, echokardiográfia, leletezés, egészségügyi informatika

Tartalomjegyzék

Tartalmi összefoglaló	2
Tartalomjegyzék.....	3
1. Bevezetés.....	4
2. Módszerek	6
2.1. Problématér bemutatása.....	6
2.2. SRATE rövid ismertetője	6
2.3. ICD-11 MMS rövid leírása.....	8
2.4. Részterület kiválasztása	9
2.5. Összehasonlítás alapját képező entitások előkészítése	10
2.5.1. A SRATE entitások előkészítése.....	10
2.5.2. ICD-11 MMS kategóriák előkészítése	13
2.6. Referencia modell.....	16
2.7. Két hierarchia közvetlen összekapcsolása	17
2.7.1. Szózsák modell.....	17
2.7.2. Kifejezések közötti hasonlóság	17
2.8. Két hierarchia összekapcsolása UMLS-en keresztül	18
2.8.1. Első közvetett módszer.....	18
2.8.2. Második közvetett módszer.....	19
3. Eredmények.....	21
4. Diskusszió.....	23
5. Összefoglalás.....	25
IRODALOMJEGYZÉK.....	26
Melléklet.....	29

1. Bevezetés

Az orvosi tudás tárolására kódrendszereket használnak, de orvosi információ egységes ábrázolása, modellezése nehéz, mivel a különböző célból létrehozott kódrendszerek eltérő nézőpontból, eltérő mélységgel, részletességgel ábrázolnak orvosi tudást. A különböző szemantikai logikával készült kódrendszerek egymásba való leképezése ezért is különösen nehéz. Az orvosi kódrendszerek összekapcsolása informatikai eszközök nélkül nehezen elképzelhető.

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) által létrehozott, és karbantartott ICD (International Classification of Diseases) az egészségügyi információk és a halálokok kódolásának globális szabványa, mely legújabb, 11-es revíziója 2022 januárjától a nemzetközi halálozási és megbetegedési statisztikák alapjául szolgál. Az új 11-es revízióval kapcsolatban az egyik legfőbb kutatási téma a más orvosi terminológiákkal való összekapcsolhatóság vizsgálata. Az ehhez hasonló vizsgálatok két legfőbb előnye (1) a terminológiák közötti átjárhatóság biztosítása, valamint (2) az új 11-es revízió minőségbiztosítása azáltal, hogy fogalomterét a gyakorlatban kipróbált terminológiák fogalomteréhez mérjük [3][4][5][6].

Orvosi kódrendszerek összekapcsolása azért fontos, mert az egészségügyi dolgozók munkáját gyorsítja (jelentős költségmegtakarítás érhető el), ha adott orvosi állapotot nem kell különböző kódrendszerekben többször kódolni, hanem csupán a preferált kódrendszerben, melyből leképezési táblák segítségével automatikusan előáll a szükséges, többi kódrendszerbeli kód. Például a betegellátás során keletkező diagnosztikai adatokból előállított kódok automatikus leképezése epidemiológiai kódokká.

Az ICD 11 egy korábbi átjárhatóság - vizsgálatára példa - többek között - Declerck és munkatársai cikke [7], amelyben az ICD-11 és a MedDRA (gyógyászati termékekkel kapcsolatos orvosi terminológiai adatbázis) közötti automatizált leképezésről írnak.

Az új 11-es revízió minőségbiztosítására jó példa Fung és munkatársai cikke [8], amelyben az ICD-10-CM (az ICD-10 amerikai nemzeti verziója) egyes fejezeteiben leggyakrabban használt kódokat ICD-11-ben manuálisan újrakódolták, és abból vontak le következtetést, hogy hány százalékban sikerült az újrakódolás, mely eredményből képesek voltak javítási javaslatokat megfogalmazni.

A jelen kutatásban szeretnék ehhez hasonló munkát elvégezni egy választott orvosi részterületen, azzal a kitételrel, hogy szeretném a folyamatot, amennyire lehet, automatizálni. Mivel az ICD-11 javítása folyamatos, és nem pedig egy majdani 12-es revízió által fog

megtörténni, emiatt a hasonló kutatásoknak a továbbiakban is van létjogosultsága a 11-es revízió tekintetében.

Az automatikus összekapcsolásra használható módszerek az irodalom szerint:

1. standard szövegbányászati hasonlósági mértékek (pl. Levenshtein-távolság) [9][10]
2. az UMLS (Unified Medical Language System) metaszinonimaszótár [2][11], amely leképezési struktúrát biztosít orvosi szókészletek között, az amerikai National Library of Medicine gondozásában.
3. az UMLS API szolgáltatást használó módszerek, melyre példa Declerc és munkatársai cikkében [7] leírt automatikus módszer.

A leképezési eredmények validálása szempontjából figyelemre méltó Chen és munkatársainak cikke [12], amelyben ICD-10 és ICD-11 közötti leképezéseket értékelték entrópia-alapú mérőszámokkal. Egy másik módszer az automatikusan előállított leképezések validálására, ha orvosi tudásmérnökkel manuális leképezést hoznak létre egy mintán, és összevetik az eredményeket, erre példa Fung és munkatársainak munkái [8][13].

BSc-s szakdolgozatomban szívultrahang-leletek fogalmi terének mérésével foglalkoztam, ahol találkoztam az Amerikai Szívultrahang Társaság standard szívultrahang-leletével (Standardized Report for Adult Transthoracic Echocardiography - röviden: SRATE [1]), amely megvalósítását tekintve egy szakvizsgálati hierarchikus terminológia-rendszer.

A választott témám tárgya - az előbbieik alapján - az ICD-11 és az imént bemutatott SRATE fogalmi terének összehasonlító elemzése egy kiválasztott szűkebb területen (pl. szívbillentyű-betegségek), illetve a SRATE a kiválasztott szűkebb területre vonatkozó fogalmainak leképezése az ICD-11-be. A munka hasznossága kettős, egyfelől lehetőség nyílik a kiválasztott orvosi részterületen az ICD-11 fogalomterének jóságát, valamint kifejező erejét vizsgálni, másfelől a projekt megvizsgálja a diagnosztikai célú hierarchikus terminológia-rendszerek és az ICD-11 automatizált összekapcsolhatóságát.

Az a feltételezésem, hogy a meglévő módszerek, vagy azok valamilyen kombinációja alkalmazható a SRATE és az ICD-11 közötti automatikus leképezés létrehozása, és ennek a kutatási hipotézisnek a vizsgálata ennek a dolgozatnak a tárgya.

2. Módszerek

2.1. Problématér bemutatása

A szakirodalom az orvosi hierarchiák összekapcsolásának módszereit két csoportba osztja [14]:

1. Lexikális módszerek
2. Szemantikus módszerek

Mivel sem a SRATE hierarchia sem pedig az ICD-11 MMS nincs integrálva az UMLS metaszinonimaszótárba emiatt tisztán szemantikus megoldásokat nem lehet alkalmazni. Az UMLS-ben található szemantikai kapcsolatok használatához szükség van az összekapcsolni kívánt két hierarchia valamilyen módszerrel való hozzákacsolását az UMLS-hez. Ebben a dolgozatban ehhez a feladathoz karakterlánc-hasonlóságon alapuló sztenderd szövegbányászati módszert, valamint az UMLS API keresőmotorját használok.

A leképezés iránya a SRATE hierarchiától mutat az ICD-11 MMS felé, mivel a cél annak a megvizsgálása, hogy a diagnosztikai eljárás során keletkező klinikai (gyógyászati) vizsgálati adatokból automatikusan előállíthatók-e más, pl.: epidemiológiai célokat szolgáló adatok.

2.2. SRATE rövid ismertetője

Diagnosztikai eljárásnak az echokardiográfiát választottam, melyhez rendelkezésre áll egy részletes leírás: a „Recommendations for a Standardized Report for Adult Transthoracic Echocardiography: A Report from the American Society of Echocardiography’s Nomenclature and Standards Committee and Task Force for a Standardized Echocardiography Report” [15]. (Továbbiakban “SRATE” rövidítéssel fogok rá hivatkozni). A SRATE egy olyan szakvizsgálati leletezést szolgáló hierarchikus terminológia-rendszer, melyet az Amerikai Szívultrahang Társaság gondoz.

A SRATE az echokardiográfia kimeneteit részletesen taglaló hierarchia. A hivatkozott publikációban maga a hierarchia több helyen elcsúszott és a számozás sem mindenhol következetes, ezeket a formai hibákat javítottam.

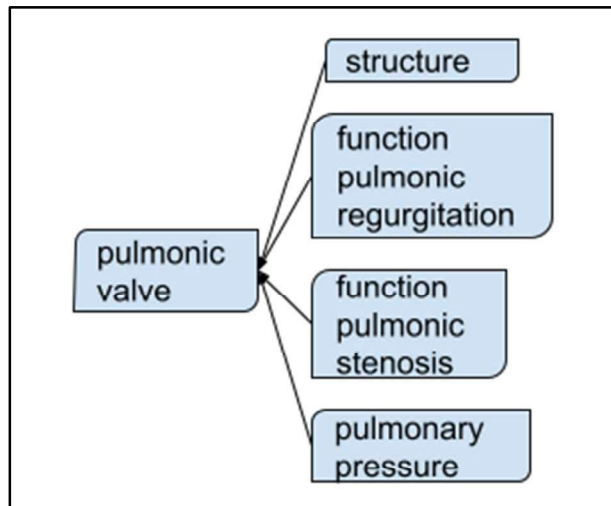
A SRATE legfelső - első - szintjén az echokardiográfia során rutinszerűen vizsgált intrakardiális és vaszkuláris képletek vannak, melyek a következők:

- I. Left Ventricle (Bal kamra)
- II. Left Atrium (Bal pitvar)
- III. Right Atrium (Jobb pitvar)
- IV. Right Ventricle (Jobb kamra)
- V. Aortic Valve (Aortabillentyű)

- VI. Mitral Valve (Mitralis billentyű)
- VII. Tricuspid Valve (Tricuspidalis billentyű)
- VIII. Pulmonic Valve (Pulmonalis billentyű)
- IX. Pericardium (Pericardium)
- X. Aorta (Aorta)
- XI. Pulmonary Artery (Pulmonalis artéria)
- XII. Venous (Vénák)
 - a. Pulmonary Veins (Pulmonalis vénák)
 - b. Inferior Vena Cava (IVC)/Hepatic Vein (Vena cava inferior)

A hierarchia legfelső szintjén jellemzően egy-egy anatómiai képlet található. Bár a XII.-es pontban leírt “Vénák” inkább anatómiai képletek csoportjának tekinthető.

A SRATE legfelső alatti szintjein (második és alatta lévő szintek) az - előbb felsorolt - rutinszerűen vizsgált intrakardiális és vaszkuláris képletek állapotainak leírására szolgáló fogalmak találhatóak, emiatt alkalmas a diagnosztikai eljárás során észlelt anatómiai képletek és azok funkcióinak leírására. Viszont fontos megjegyezni, hogy a hierarchiában található felosztások (logikailag) nem egységesek, hanem pragmatikusan, a vizsgálat végzése során megismerhető rendet követik, így a felosztás alapja rendre változik (1. ábra) [16].



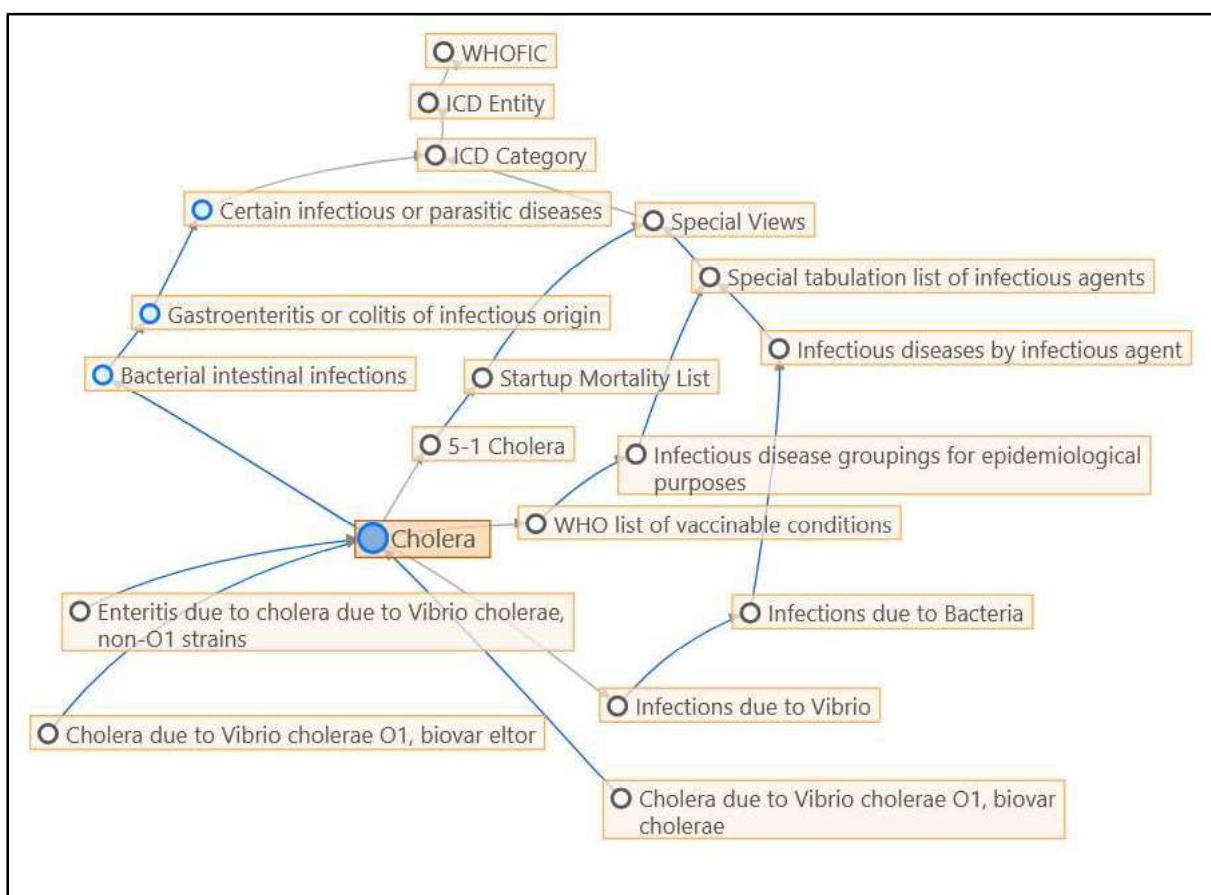
1. ábra: Példa a SRATE hierarchia pragmatikus felosztására

A projekt tekintetében a SRATE előnyei, hogy (1) az ICD-11-hez hasonlóan angolul készült, valamint (2) képzett szakemberek készítették gyakorlati tapasztalat és széles körű konszenzus elérése alapján.

2.3. ICD-11 MMS rövid leírása

Az ICD új 11-es verziója (International Classification of Diseases, magyarul: Betegségek Nemzetközi Osztályozása) az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) által létrehozott, és karbantartott orvosi kódrendszer, elsősorban halálozási és megbetegedési adatok nemzetközi összehasonlítását lehetővé tevő statisztikai célra szolgál. A korábbi 10-es verzióhoz képest a beteg állapota pontosabban kódolható a 11-es verzióban, mivel gazdagabb egyedi kódkészlete mellett képes kódkombinációk meghatározott szabályok szerint történő előállítására is [17].

A ICD-11 további újdonsága, hogy a meglévő Alapból (ICD-11 Foundation) - mely egy fogalmi háló (2. ábra) - sokféle meghatározott célú hierarchia, táblázatos lista (linearizáció) hozható létre [18][19]. Jelenleg egyetlen linearizáció - a ICD-11 Mortalitási és Morbiditási Statisztika (MMS) - jelent meg hivatalosan, melynek idén adta ki a WHO az ötödik kiadását (MMS 2022-02). További linearizációk is készülnek, amelyeket a WHO hivatalos karbantartási platformján lehet megtekinteni [20].



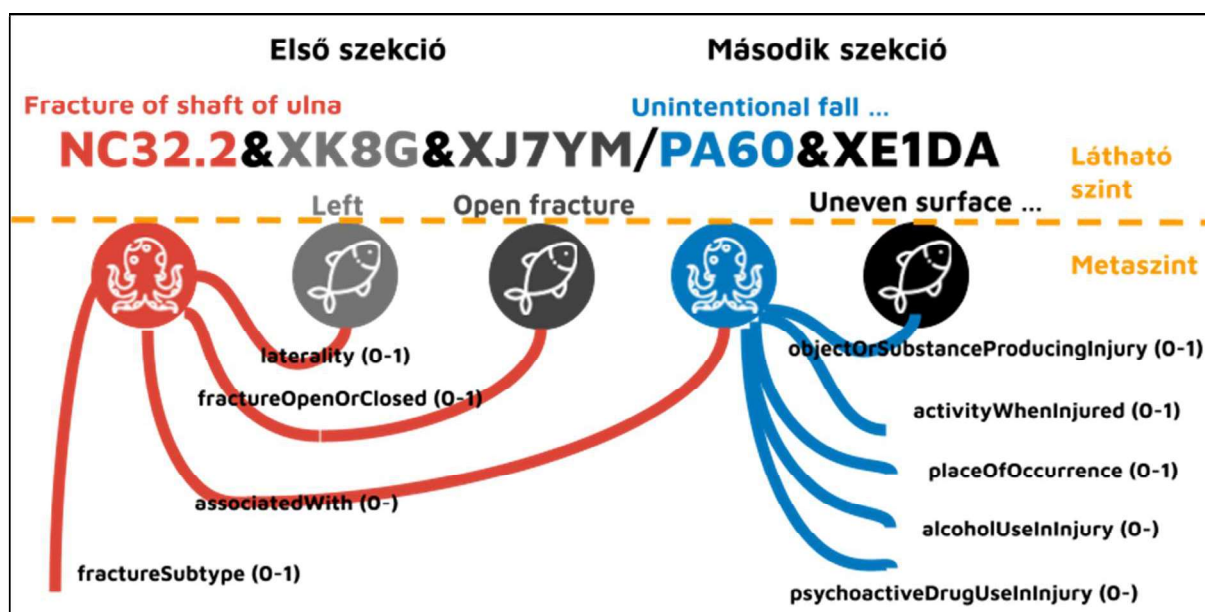
2. ábra¹: Az ICD-11 Alap (Foundation) részlete [20]

¹ Az ábra az MMS linearizáció kapcsolatait kék színű nyíllal jelöli

Az MMS kódok kombinálhatóságának alapját a kódok által jelölt (referált) MMS entitások közötti viszonyrendszer adja. Az MMS kódok kétfajta MMS entitást jelölhetnek:

1. Törzskategóriákat (a 3. ábrán lévő polipok szimbolizálják)
2. Kiegészítőkategóriákat (a 3. ábrán lévő halak szimbolizálják)

A kategóriák közötti kapcsolatokért a törzskategóriák posztkoordinációs tengelyei felelnek (3. ábrán a polipkarok), melyek értékészlete, és egyéb korlátozó tulajdonságai (*posztkoordinációs skála*) meghatározza a posztkoordinációs tengelyhez kapcsolható kategóriákat, és azok számosságát [21].



3. ábra: Példa kódkombináció szerkezetére [22]. A polipok a törzskategóriák, a polipkarok a törzskategóriák posztkoordinációs tengelyeinek, a halak pedig a kiegészítőkategóriák metaforái. Az ábra megmutatja a példa kódkombináció által jelölt ICD-11 MMS kategóriák közötti szerkezetet.

2.4. Részterület kiválasztása

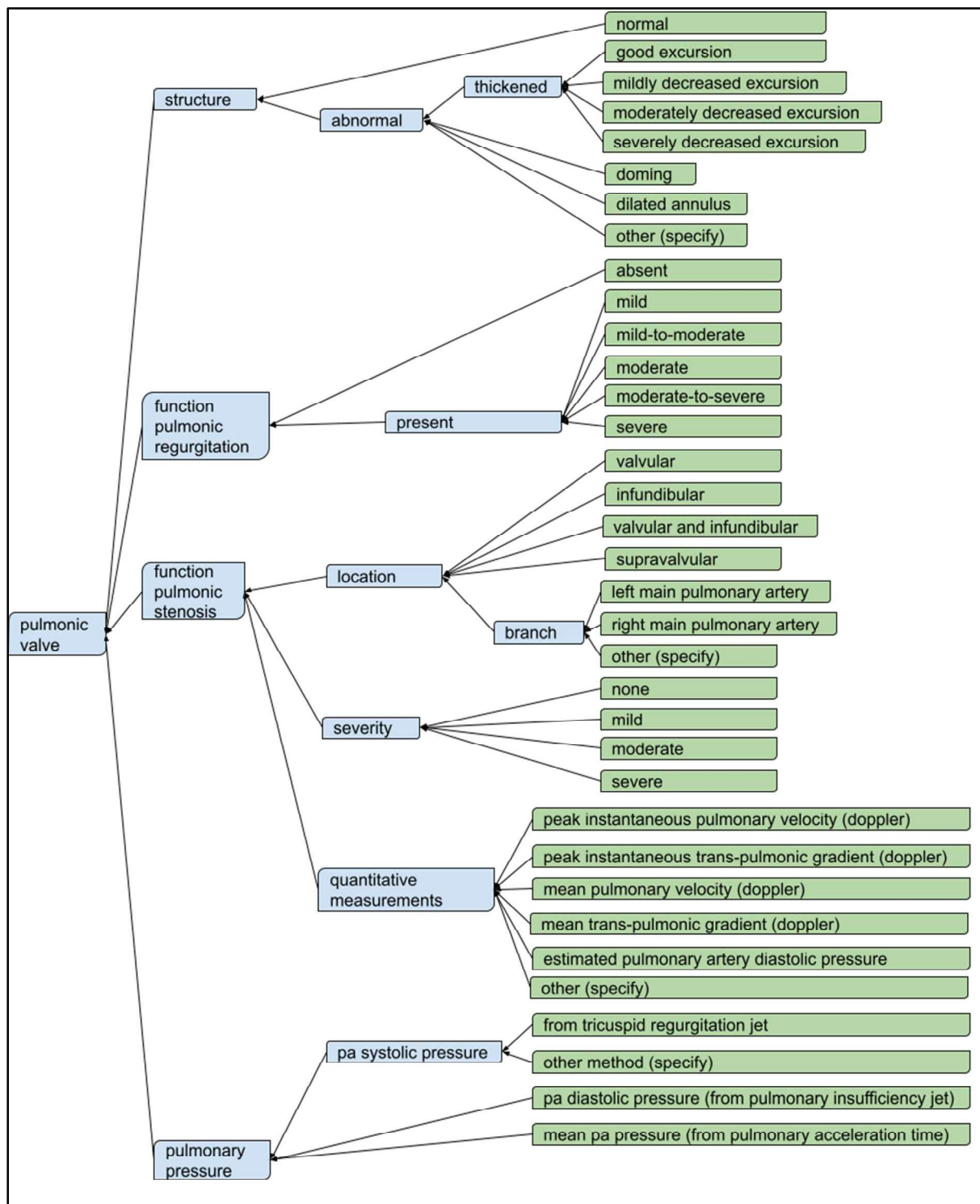
A leletezéshez használt diagnosztikai eljárásnak az echokardiográfiát választottam, mivel a szakirodalomban található hozzá megfelelő orvosi leletezést támogató hierarchia.

Ezen belül pedig az esettanulmány módszerének megfelelően kiválasztottam egy szűkebb részterületet (a pulmonális billentyű megbetegedéseit) részletes vizsgálatra. A SRATE hierarchia esetében a *pulmonic valve* ág 35 darab levél és 13 darab nem levél csúcsot tartalmaz (4. ábra). Az ICD-11 MMS *Pulmonary valve disease* ága pedig 18 darab MMS kategóriát. Súlyosság (*severity*) tulajdonsággal kombinálva pedig 57 darab ICD-11 MMS kódot kapunk (8. ábra), mivel nem mindegyik kategóriának van súlyosság posztkoordinációs tengelye.

2.5. Összehasonlítás alapját képező entitások előkészítése

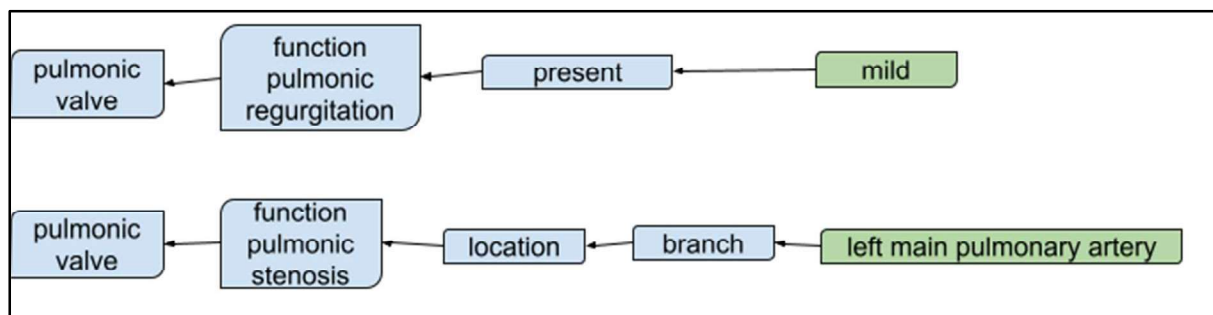
2.5.1. A SRATE entitások előkészítése

A pulmonális billentyűre (angolul: pulmonic valve) vonatkozó ágat kiválasztottam a teljes SRATE hierarchiából, melyet az áttekinthetőség kedvéért grafikusán ábrázoltam (4. ábra).



4. ábra: A SRATE *pulmonic valve* ága grafikusán megjelenítve

SRATE entitásoknak nevezem a gyökér elemtől egy-egy levélíig történő szavak összességét (példák SRATE entításokra az 5. ábrán).



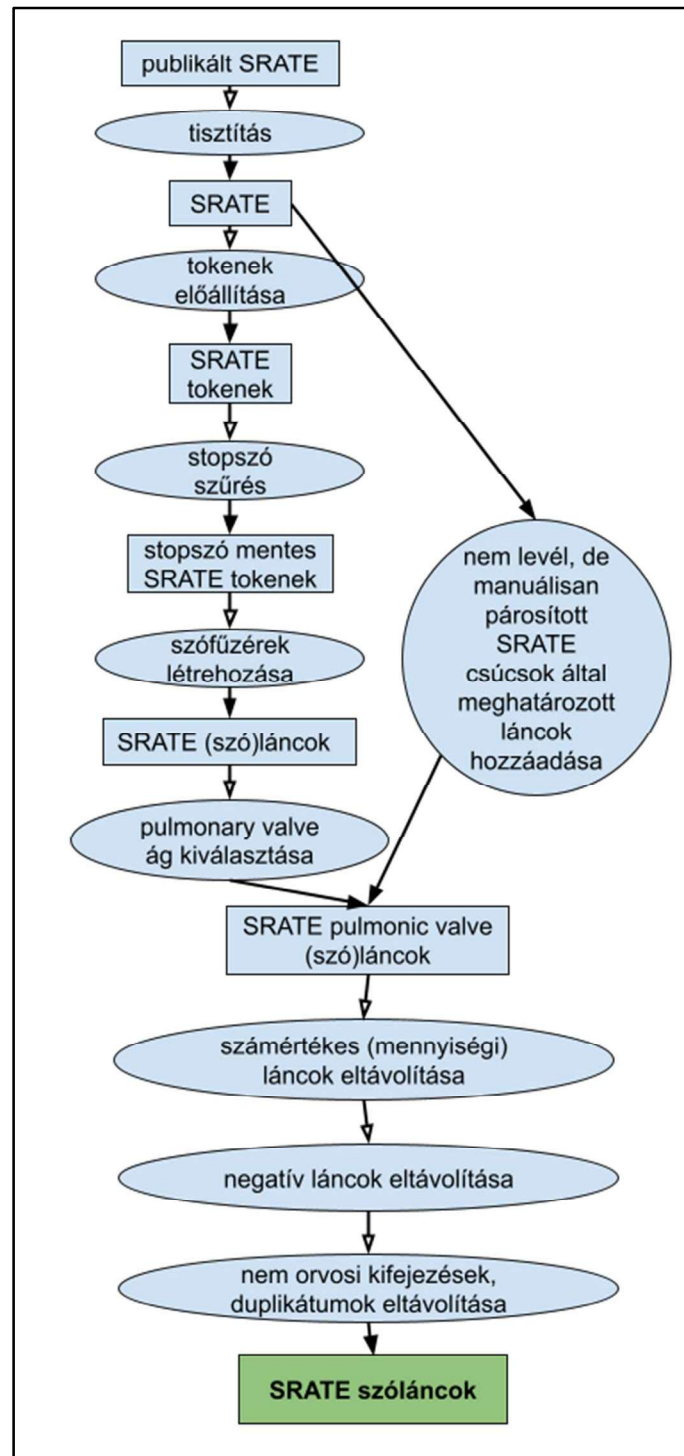
5. ábra: Példák a SRATE entításokra

Ezeknek a SRATE entításoknak a módosított verziói lesznek a SRATE oldaláról a leképezés alapjai (SRATE szőláncok). A tisztítás folyamata a következő (6. ábra):

1. Tisztítási folyamat: Javítanom kellett a publikációban több helyen elcsúszott SRATE modellt, mivel tabulátorok jelzik a hierarchikus viszonyokat, valamint a beolvasó metódus futása is a helyes tabuláláson múlik. Továbbá töröltem a számozásokat, valamint a könnyebb használhatóság kedvéért kisbetűssé változtattam a teljes szöveget.
2. Saját tokenizálót (szöveg egyedi szavakra, vagy mondatokra bontása) használtam az NLTK (Natural Language Toolkit) Python könyvtár helyett, amiatt, mert kezdetben úgy gondoltam, hogy a kötőjeles szavak egyben tartása előnyös. A tokenek kialakításának folyamata a következő: (1) nem betű, szám, whitespace karakterek lecserélése szóközökre; (2) több egymásutáni whitespace lecserélése egy szóközre; (3) szóközök eltávolítása a karakterláncok elejéről és végéről.
3. A gyökértől a levélíig terjedő tokenekből létrehoztam a SRATE entításokat, melyekhez két nem gyökér-levél láncot is hozzáadtam (*['pulmonic valve', 'function pulmonic regurgitation']*, *['pulmonic valve', 'function pulmonic stenosis']*) amiatt, mert már önmagukban is betegségeket jelölnek.
4. Eltávolítottam a stopszavakat az NLTK Python könyvtár stopszó gyűjteménye alapján, viszont az *'other'* kifejezést meghagytam. Hiszen az létező, de nem specifikusan megnevezett kóros állapotokat jelöl.
5. A mennyiségi értéket (számértéket) elváró SRATE entításokat eltávolítottam, mivel a mennyiségi értékek önmagukban nem utalnak kóros állapotra. A mennyiségi értékekből történő kórosság megállapításához szükség van egy köztes állomásra, például logikai kifejezésekre (orvosi heurisztikára), melyek a mennyiségi értékekhez kórossági információt rendelnek.

6. A negatív (nem kóros állapotot tartalmazó) SRATE entitásokat szintén eltávolítottam, mivel az MMS halálozási és megbetegedési statisztikai célra szolgál, ezért kóros állapotokat tárol; emiatt a negatív esetek vizsgálata nem indokolt.
7. A stopszavakon felül eltávolítottam a nem orvosi kifejezéseket, mert a kevés releváns token mellett nagy zajt okozhatnak.

A módosított SRATE entitásokat SRATE szőláncoknak nevezem (Melléklet: M1. ábra).



6. ábra: A SRATE entitások tisztításának folyamata.

2.5.2. ICD-11 MMS kategóriák előkészítése²

Először szükségesnek tartom megvizsgálni az MMS kategóriák tulajdonságait; abból a célból, hogy lássam, mely tulajdonságértékek legyenek a kapcsolatok kialakításának alapjai.

Az MMS kategóriák tulajdonságai a következők: (1) @context, (2) @id, (3) browserUrl, (4) child, (5) classKind, (6) code, (7) codingNote, (8) definition, (9) exclusion, (10) foundationChildElsewhere, (11) fullySpecifiedName, (12) inclusion, (13) indexTerm, (14) longDefinition, (15) parent, (16) postcoordinationScale, (17) relatedEntitiesInMaternalChapter, (18) relatedEntitiesInPerinatalChapter, (19) source, (20) title.

Az 1. táblázatban egy példa található, annak áttekintésére, hogy egy MMS kategória, mely szöveges tulajdonsága milyen módszerekhez használható:

<i>title</i>	Tuberculous meningitis
<i>definition</i>	A disease of the meninges, caused by an infection with the bacteria <i>Mycobacterium tuberculosis</i> . This disease is characterised by fever, headache, or neurological deficits. Transmission is through haematogenous spread to the meninges after inhalation of infected respiratory secretions. Confirmation is by identification of <i>Mycobacterium tuberculosis</i> in the cerebrospinal fluid.
<i>longDefinition</i>	Tuberculous meningitis is tuberculosis where bacilli seed to the meninges or brain parenchyma, resulting in the formation of small subpial or subependymal foci of metastatic caseous lesions, and dissemination into the subarachnoid space causing meningitis.
<i>inclusion</i>	Tuberculous leptomeningitis
<i>fullySpecifiedName</i>	Bacterial meningitis due to <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
<i>indexTerm</i>	1. Tuberculous meningitis 2. tubercular meningitis 3. TBM - [tuberculous meningitis] 4. Meningitis due to <i>Mycobacterium TB</i> 5. caseous meningitis 6. tuberculous meninges adhesions 7. Tuberculous leptomeningitis 8. TB meningitis

² Az ICD-11 MMS 2022-02-es kiadását használom, ahol nem ott külön jelzem.

	9. meningeal tuberculosis 10. Meningeal TB 11. meningeal TBC - [tuberculosis] 12. Bacterial meningitis due to Mycobacterium tuberculosis 13. Tuberculosis of cerebral meninges 14. cerebral meningeal TBC - [tuberculosis] 15. cerebral meningeal TB - [tuberculosis] 16. Tuberculosis of spinal meninges 17. caseous spinal meningitis 18. tuberculous spinal meningitis 19. tuberculous arachnoiditis 20. spinal meningeal TB - [tuberculosis] 21. spinal meningeal TBC - [tuberculosis]
<i>synonym</i> ³	1. tubercular meningitis 2. TBM - [tuberculous meningitis] 3. Meningitis due to Mycobacterium TB 4. caseous meningitis 5. tuberculous meninges adhesions 6. Tuberculous leptomeningitis 7. TB meningitis 8. meningeal tuberculosis 9. Meningeal TB 10. meningeal TBC - [tuberculosis]

1. táblázat: A *Tuberculous meningitis* MMS kategória tartalmi tulajdonságai

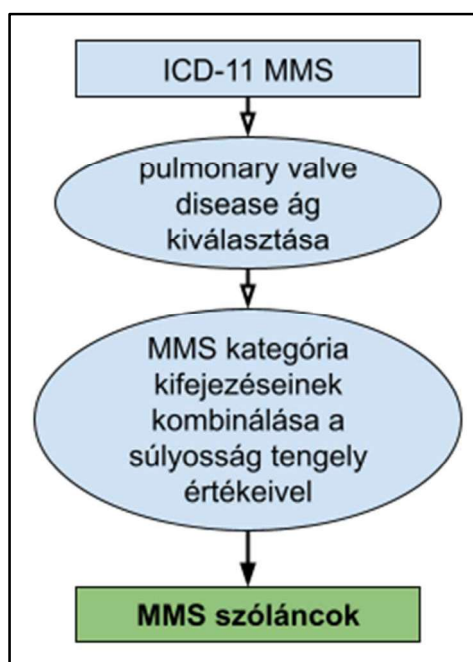
A példa alapján a rövid és hosszú meghatározás (*definition*, *longDefinition*) MMS kategória tulajdonságok szózsák modell alapját képezhetik. Az MMS kategóriák címei és szinonimái (*title*, *inclusion*, *fullySpecifiedName*, *indexTerm*, *synonym*) pedig karakterlánc hasonlóság számítások alapját képezhetik (pl.: Levenshtein-távolság).

A SRATE feldolgozásához hasonlóan itt is kiválasztottam a pulmonális billentyűre vonatkozó ágat (*Pulmonary valve disease*), melyhez az Alapban (Foundation) megtalálható gyermekeit is hozzáadtam (8. ábra). Az ábrán a fekete nyilak a *szülő* relációk, a narancssárga nyilak pedig a *posztkoordinációs tengelyeket* jelzik. Az ábrán csak a súlyosságot (*severity*) jelző

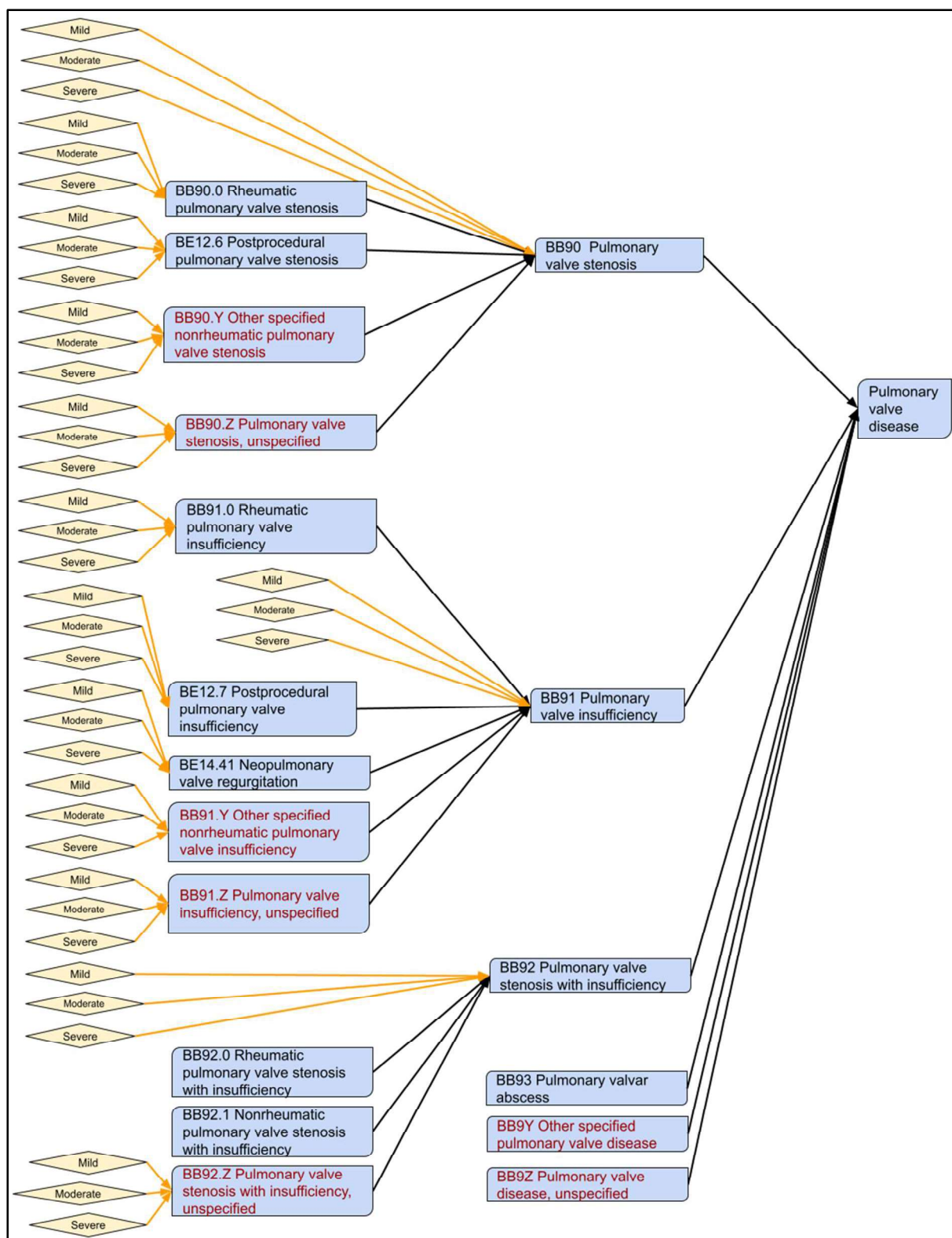
³ Az ICD Foundation tartalmazza

posztkoordinációs tengelyeket és értékeit jelöltem, mivel a vonatkozó MMS kategóriák egyéb posztkoordinációs tulajdonságait echokardiográfia diagnosztikai eljárással nem lehet detektálni.

A kiválasztott ágon lévő ICD-11 MMS entitásokból kinyert szöveges információkat kombinálom a súlyosság (*severity*) tengely értékeivel (ahol van), az így kapott listákat (ICD-11) MMS szóláncnak nevezem.



7. ábra: Az ICD-11 MMS kategóriák feldolgozásának folyamata



8. ábra: Az ICD-11 pulmonális billentyű betegségeinek ága.

2.6. Referencia modell

Az automatikus módszerek értékeléséhez szükséges volt létrehozni egy referenciaként szolgáló leképezést (gold standard), melyet manuálisan orvosszakértő bevonásával sikerült elkészíteni (Melléklet: M2. ábra).

2.7. Két hierarchia közvetlen összekapcsolása

2.7.1. Szózsák modell

Első lépésként kialakítottam a szózsák modellt (bag-of-words) [9], a kialakítás során az MMS szólancok rövid és hosszú definícióinak (*definition*, *longDefinition*) értékeit használtam, és mivel ezen tulajdonságértékek több helyen hiányoztak, emiatt a rövid és hosszú nevet (*title*, *fullySpecifiedName*) is hozzáadtam az MMS szólancokhoz, hogy az összehasonlításnak biztosan legyen alapja.

A leképezést az egyes SRATE szólancokhoz leghasonlóbb MMS szólanc párosítások adják. A hasonlósági mátrixot pedig a szólancokhoz az összes szólanc összes tokenje alapján kiszámolt TF-IDF (term frequency - inverse document frequency) [9] vektorok közötti koszinusz-távolság értékek adják.

2.7.2. Kifejezések közötti hasonlóság

Az MMS szólancokat itt a cím és szinonima (kifejezés) tulajdonság értékek alkotják (*title*, *inclusion*, *fullySpecifiedName*, *indexTerm*, *synonym*), melyek listában helyezkednek el (példa a 2. táblázatban).

Pulmonary valve stenosis, unspecified
Pulmonary valve stenosis
pulmonary valve stricture
pulmonic valve stenosis
PS - [pulmonary valve stenosis]
PVS - [pulmonary valve stenosis]
pulmonary valvular stricture
pulmonary valvular stenosis
pulmonary valvular obstruction
pulmonary valve obstruction
obstructed pulmonary valve

2. táblázat: A BB90.Z kódú MMS szólancokban található szinonimák

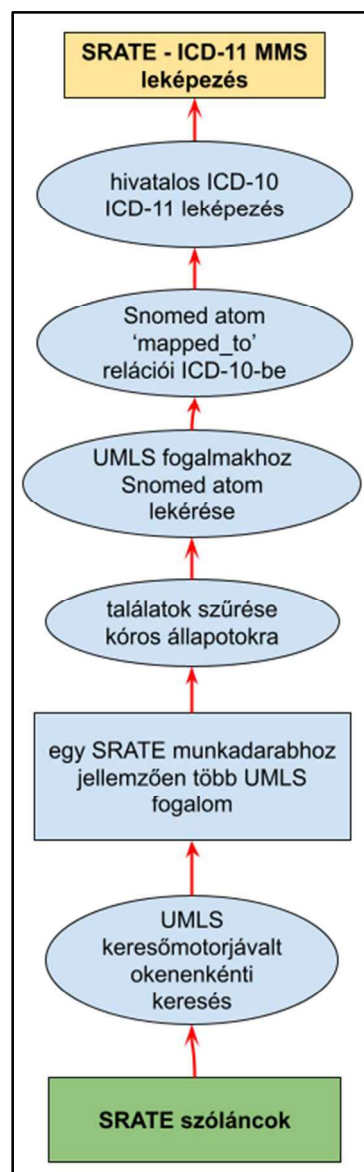
Egy SRATE és MMS szólanc közötti hasonlóság érték úgy kerül kiszámításra, hogy a SRATE szólanc tokenjei és az MMS szólancok kifejezésenkénti (2. táblázat) tokenjei egyenként normalizált Levenshtein-távolság alapján kiszámításra kerülnek; és ezen értékek maximuma adja egy SRATE és egy MMS szólanc hasonlósági értékét.

A leképezést a SRATE szólancokhoz rendelt leghasonlóbb MMS szólanc párosítások adják.

2.8. Két hierarchia összekapcsolása UMLS-en keresztül

A következő módszereket, azért hívom közvetettnek, mert a SRATE és MMS szőlancok közötti leképezés elkészítéséhez igénybe veszem az UMLS API szolgáltatást [23]. Mivel a szakirodalomban nem találtam olyan példát, ahol úgy használták volna az UMLS-t orvosi hierarchiák összekapcsolására, hogy azok ne lettek volna az UMLS-be integrálva, emiatt saját próbálkozásokkal kellett módszereket létrehoznom, vagyis a munkám módszertani újdonsága az, hogy két olyan orvosi hierarchia összekapcsolására használtam az UMLS-t, melyek egyike sem része (jelenleg) az UMLS-nek. Munkám további újdonsága, hogy az ICD-11 MMS és egy leletezési célra készült orvosi hierarchia összekapcsolhatóságát vizsgálja.

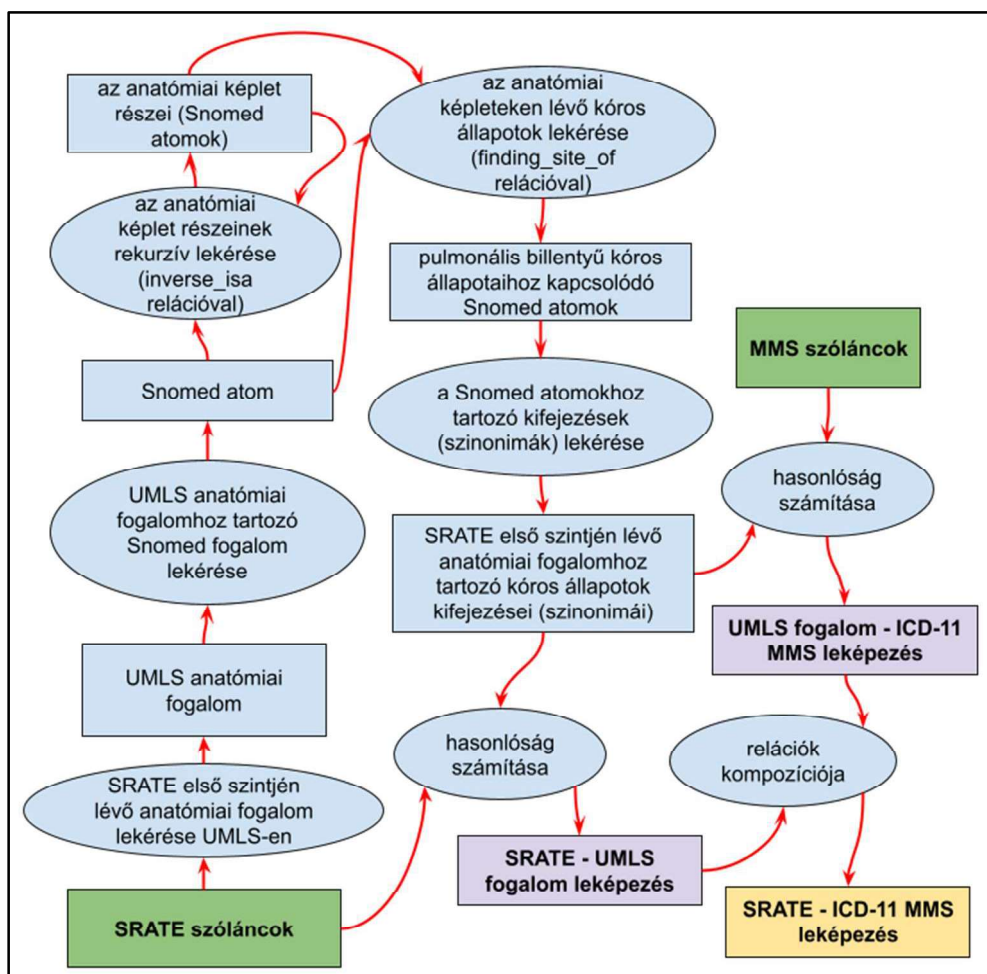
2.8.1. Első közvetett módszer



9. ábra: Az első közvetett módszer menete

1. Első lépésben az UMLS API-val rákeresek a SRATE szőlancokra, mely lekérés UMLS fogalmakat ad vissza.
2. Ezután az UMLS fogalmakat *szemantikus típusuk* szerint szűröm a 'disease', 'syndrome', 'abnormality', 'pathologic' kifejezésekre, hogy csak kóros állapotokat jelentő UMLS fogalmaim maradjanak, mivel az MMS szőlancok jelentésüket tekintve ilyenek.
3. Az így kapott UMLS fogalmak (UMLS-be ágyazott) Snomed atomjainak lekérésével elérhetővé válik a Snomed beépített (Snomed – ICD-10 leképezés).
4. Az ICD-10-ből ICD-11-be pedig a WHO hivatalos ICD-10 – ICD-11 leképezésével lehet eljutni, amely az ICD-11 Browser oldalon található [24].

2.8.2. Második közvetett módszer



10. ábra: A második közvetett módszer menete

1. Először a SRATE első szintjén megtalálható anatómiai képlethez keresek UMLS fogalmat. Az így kapott anatómia képleten és részein található UMLS fogalmak egy része a pulmonális billentyű kóros állapotainak egy kifejezésgyűjteményét alkotják, ahol minden UMLS fogalomazonosítóhoz kifejezések egy halmaza társul.

2. A kapott kifejezésgyűjteményt (UMLS fogalmak halmaza) két oldalról a SRATE és az MMS szőláncokhoz kötöttem a 2.7.2. pontban leírt módszerrel. Majd vettem a kapott leképezések (relációk) kompozícióját.

3. Eredmények

Az eredményeket rendezett párok listájaként hoztam létre, ahol a rendezett pár első tagja a SRATE entitás egyedi azonosítója, második pedig az ICD-11 MMS kategória kódja. Vagyis egy-egy leképezés a két hierarchia entitásai közötti reláció (entitásaik halmazai közötti Descartes-szorzat részhalmaza).

A számítás alapjául szolgáló SRATE szőláncból 24 darab van (kivéve a szózsák modell esetén, mivel ott a modell csak levélcúcsig terjedő szőláncokat tartalmaz), míg MMS szőláncból 57. A referencia (manuális) leképezés során, azért 69 darab rendezett pár jött létre, mert az orvosszakértő „sok a sokhoz” kapcsolatot állapított meg a SRATE és az MMS szőláncok között.

Az automatikus leképezések esetén *jó párnak* nevezem azon rendezett párokat, melyek megtalálhatóak a referencia (manuális) leképezésben, míg *rossz párnak* azokat, amelyek nem találhatóak meg.

	leképezések	manuális (referencia) leképezés rendezett párjainak száma	jó párok	arány (százalék) (jó párok / referencia párjainak száma)	rossz párok	összes pár
közvetlen leképezés	szózsák modell	69	3	4.34 (%)	19	22 ⁴
	kifejezések közti hasonlóság	69	7	10.14 (%)	17	24
közvetett leképezés	első módszer	69	0	0 (%)	81 ⁵ ; 132 ⁶	81 ⁷ ; 132 ⁸
	második módszer	69	6	8.69 (%)	18	24

3. táblázat: Az automatikus leképezések eredményei

⁴ Csak levélcúcsig terjedő szőláncokat tartalmaz.

⁵ 10To11MapToOneCategory.xlsx ICD-10 – ICD 11 leképezési tábla használata esetén.

⁶ 10To11MapToMultipleCategories.xlsx ICD-10 – ICD 11 leképezési tábla használata esetén.

⁷ 10To11MapToOneCategory.xlsx ICD-10 – ICD 11 leképezési tábla használata esetén.

⁸ 10To11MapToMultipleCategories.xlsx ICD-10 – ICD 11 leképezési tábla használata esetén.

A közvetett leképezés első módszerre azért tartalmaz a többi módszerhez képest több párt, mert az UMLS keresőmotorja segítségével egy SRATE szólánchoz több UMLS fogalmat rendeltem. A többi módszer minden SRATE szólánchoz csak egy (a hozzá leghasonlóbb) MMS szóláncot rendeli.

Az orvosszakértő képes volt a létrehozott kapcsolatok minőségének megállapítására. A rendezett SRATE-MMS szólánc párok kapcsolatait a következő minőségi értékekkel látta el: *'is_a(kind_of)', 'is_a_part_of', 'synonym'*. Viszont a kialakított leképezést létrehozó módszerek a kapcsolatok minőségét nem tudják megállapítani.

4. Diszkusszió

Szósák modellel készült leképezés alacsony találati aránya, értékelésem szerint, annak köszönhető, hogy alapvetően hosszabb szöveget összehasonlításra szolgál (hivatkozás), míg jelen feladatban a SRATE szólancok 3-8 darab tokenből állnak.

A *‘kifejezések közti hasonlóság’* módszer, amely Normalizált Levenshtein-távolságot használ a szólancok közötti hasonlóság számítására, párba állítható a *közvetett leképezések második módszerével*, mivel a leképezés menete ugyanaz két orvosi hierarchia között, viszont utóbbi módszerben köztes szereplőként megjelenik az UMLS metaszinonimaszótár és rajta keresztül a Snomed orvosi kódrendszer. Annak ellenére, hogy az utóbbi megoldás áttétes, azért reméltem tőle a jobb eredményt, mert az UMLS-ben – tapasztalatom szerint – több szinonim kifejezés található, mint az ICD-11-ben; viszont az eredmények cáfolták ezen feltételezésemet.

A *közvetett leképezések első módszerének* nulla találati eredményét azzal magyarázom, hogy egyfelől háromszoros áttéten futott a folyamat végig (az eredmény függött (1) az UMLS keresőmotorjától, függött (2) a Snomed-ben található Snomed – ICD-10 leképezéstől, és függött (3) a WHO által kiadott ICD-10 – ICD-11 leképezéstől), másfelől azzal, hogy az ICD-10 és ICD-11 közötti leképezés - feltételezhetően – esetleges a 11-es verzió posztkoordinációs képessége miatt (keves a hivatalos leképezésben a posztkoordinációs ICD-11 tag). A módszer hatékonyságát növelheti a készülőben lévő Snomed – ICD-11 leképezés [25][26].

Az eredmények alapján, az általam használt módszerekkel a kutatási hipotézisemet, mely szerint létrehozható a SRATE és az ICD-11 közötti automatikus leképezés, nem sikerült bizonyítanom.

Fung és munkatársai (2021) [8] manuális leképezést hajtottak végre egy ~900 darabos mintán ICD-10CM (ICD-10 Amerikai Egyesült Államokbeli verziója) kódrendszerből ICD-11-be, az ICD-10CM kódok ~32%-ának találtak ICD-11-beli megfeleltetést. Chen és munkatársai [12] az hivatalos ICD-10 - ICD-11 leképezéseket felhasználva modellt építettek az ICD-10 és az ICD-11 közötti átmenet hatékonyságának ellenőrzésére. Declerck és munkatársai [7] az UMLS-be integrált ICD-10 és MedDRA terminológiák közötti UMLS-ben meglévő leképezés javítását tűzték ki célul. Az új kapcsolatokat a már meglévők mintáján tesztelték, legalább 50%-os hatékonysággal. Fung és munkatársai (2005) [27] az általuk létrehozott algoritmussal az UMLS-be integrált terminológiák közötti leképezéseket tesztelték. SNOMED és ICD9CM közötti leképezéseket állítottak elő, ellenőrzési célból, pedig az UMLS-ben tárolt SNOMED - ICD9CM leképezést (ezt az algoritmusuk figyelmen kívül hagyta) használták. Az UMLS szinonimák használatával a SNOMED kifejezések 86%-ára találtak ICD9CM kifejezést.

Gyenge eredmények oka lehetséges okai:

- 1) A referenciaként szolgáló manuális leképezés esetén több-több kapcsolat volt a SRATE és ICD-11 MMS szóláncok között.
- 2) Sem a SRATE, sem pedig a ICD-11 MMS nem része az (a dolgozat készítésekor) az UMLS-nek.
- 3) Az MMS csak betegségeket, és azok tulajdonságait tartalmazza, a SRATE pedig betegségeket, anatómia képletek és azok funkcióinak kvalitatív és kvantitatív leírását.
- 4) ICD-11 MMS linearizáció posztkoordinációs képessége.

A diszkussziót összegezve: a kutatási munka során mélyebben feltártam a két terminológia rendszer (SRATE és ICD-11) szemantikai modelljét. Ezzel átláthatóvá vált az, hogy a pulmonális billentyű megbetegedéseinek különböző aspektusait emelik ki. Az eredményekből kiderült, hogy a használt szövegbányászati módszerek hasonló tematikájú, viszont eltérő szemantikájú elemekből épített nagy orvosi szövegtestek (például szakcikk gyűjtemény, orvosi tankönyv) összehasonlítása során nem szerepeltek jól, ennek oka valószínűleg az, hogy a két vizsgált orvosi hierarchia szemantikai modellje eltért, mivel eltérő használatra készítették őket.

Ugyanakkor az ICD-11 esetében lehetségesnek látszik, hogy felhasználva az Alap szemantikai modelljének (háló) lehetőségeit egy az összehasonlítani kívánt másik terminológiai rendszer (SRATE) szemantikai modelljét közelítő linearizáció készüljön, vagyis – az arra vállalkozók számára – lehetséges a SRATE szemantikai logikáját követő, a leletezést támogató ICD-11 linearizáció készítése. Amennyiben egy jövőbeni leletezési célból létrehozott ICD-11 linearizáció és az MMS linearizáció közötti leképezés is elkészülne, akkor megnyílna a lehetőség a diagnosztikai adatok és az epidemiológiai adatok automatizált összekapcsolására.

5. Összefoglalás

A dolgozat tárgya egy leletezési célból készült orvosi hierarchia (SRATE) [1] és az ICD-11 MMS összekapcsolása, azon kutatási hipotézis vizsgálatának céljából, mely szerint a már meglévő módszerek, vagy azok valamilyen kombinációja segítségével a leletezés során keletkező egészségügyi adatokból automatikusan előállíthatóak az epidemiológiai adatok.

Az esettanulmány módszere alapján kiválasztottam egy szűkebb részterületet (Pulmonális billentyű betegségei), amely részterületen elvégeztem (1) szakértő (orvosi tudásmérnök) segítségével a két hierarchia összehasonlító elemzését, és manuális leképezését, valamint (2) létrehoztam a két hierarchia közötti automatikusan előálló leképezéseket (mapping) a szakirodalomból vett módszerek, és azok kombinációinak segítségével.

A munkám módszertani újdonsága az, hogy két olyan orvosi hierarchia összekapcsolására használtam az UMLS-t, melyek egyike sem része (jelenleg) az UMLS-nek. Munkám további újdonsága, hogy az ICD-11 MMS és egy leletezési célra készült orvosi hierarchia összekapcsolhatóságát vizsgálja.

Az automatikus leképezéseket előállító módszerek két csoportra bonthatóak: (1) a lexikai megközelítések közül a TF-IDF értékek hasonlóságán alapuló szöveghasonlóságot használtam; (2) szemantikai megközelítésre pedig az UMLS-ben történő kereséseket [2]. Az automatikusan előálló leképezési eredmények jóságának megállapítására a szakértő bevonásával készült manuális leképezést használtam.

A kiértékelés során bebizonyosodott, hogy a leletezés során keletkező egészségügyi adatok és az epidemiológiai adatok összekapcsolásához (1) szükség van az ICD-11-n belül leletezési célú linearizációk, valamint (2) az azokat az ICD-11 MMS-sel összekötő leképezések létrehozására, amely feladatok automatikus végrehajtása a vizsgált módszerekkel nem volt teljesen lehetséges.

Továbblépési lehetőségek között megemlítem (1) további módszerek kipróbálása: (1a) bemeneti tokenek szemantikai osztályozása (Named Entity Recognition módszerével), (1b) szövektor helyett fogalomvektor használata, (1c) SRATE hierarchia csúcsai közötti szemantikus háló létrehozása UMLS segítségével; valamint (2) a vizsgálat kiterjesztését más orvosi szakterületre.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Gardin, J.M., Adams, D.B., Douglas, P.S., Feigenbaum, H., Forst, D.H., Fraser, A.G., Grayburn, P.A., Katz, A.S., Keller, A.M., Kerber, R.E., Khandheria, B.K., Klein, A.L., Lang, R.M., Pierard, L.A., Quinones, M.A., Schnittger, I.: Recommendations for a standardized report for adult transthoracic echocardiography: A report from the American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee and Task Force for a Standardized Echocardiography Report. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 15, 275–290 (2002). <https://doi.org/10.1067/mje.2002.121536>.
2. Bodenreider, O.: The Unified Medical Language System (UMLS): integrating biomedical terminology. *Nucleic Acids Res.* 32, 267D – 270 (2004). <https://doi.org/10.1093/nar/gkh061>.
3. Balkányi, L.: Jön, jön, jön ... a Betegségek Nemzetközi Osztályozása, 11. verzió. *IME – INTERDISZCIPLINÁRIS Magy. EGÉSZSÉGÜGY.* XVIII, 11–14 (2019).
4. Balkányi, L.: A Betegségek Nemzetközi Osztályozása, 11. verzió, 2. rész: Rövid BNO történet, az új verzió lényege, a BNO-11 betegségfogalmak tulajdonságai. *IME – INTERDISZCIPLINÁRIS Magy. EGÉSZSÉGÜGY.* XVIII, 6–9 (2019).
5. Balkányi, L.: A Betegségek Nemzetközi Osztályozása, 11. verzió, 3. rész: A BNO-11 kódrendszer szerkezete és a kódok kombinálhatósága – kulcs a különböző orvosi információrendszerek összekapcsolhatóságához. *IME – INTERDISZCIPLINÁRIS Magy. EGÉSZSÉGÜGY.* XVIII, 9–11 (2019).
6. Balkányi, L.: A Betegségek Nemzetközi Osztályozása, 11. verzió, 4. rész: A BNO-11 kódrendszer szerkezete és a kódok kombinálhatósága – kulcs a különböző orvosi információrendszerek összekapcsolhatóságához. *IME – INTERDISZCIPLINÁRIS Magy. EGÉSZSÉGÜGY.* XVIII, 7–10 (2019).
7. Declerck, G., Souvignat, J., Rodrigues, J.-M., Jaulent, M.-C.: Automatic annotation of ICD-to-MedDRA mappings with SKOS predicates. *Stud. Health Technol. Inform.* 205, 1013–7 (2014).
8. Fung, K.W., Xu, J., McConnell-Lampsey, S., Pickett, D., Bodenreider, O.: Feasibility of replacing the ICD-10-CM with the ICD-11 for morbidity coding: A content analysis. *J. Am. Med. Inform. Assoc.* 28, 2404–2411 (2021). <https://doi.org/10.1093/jamia/ocab156>.
9. Sarkar, D.: Text Analytics with Python. Apress, Berkeley, CA (2019). <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4354-1>.
10. strsimpy Reference, <https://pypi.org/project/strsimpy/#longest-common-subsequence>.

11. UMLS Reference Manual (National Library of Medicine), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9676/>.
12. Chen, D., Zhang, R., Zhu, X.: Leveraging Shannon Entropy to Validate the Transition between ICD-10 and ICD-11. *Entropy* (Basel). 20, (2018). <https://doi.org/10.3390/e20100769>.
13. Fung, K.W., Xu, , Julia, Bodenreider, O.: The new International Classification of Diseases 11th edition: a comparative analysis with ICD-10 and ICD-10-CM. *J. Am. Med. Informatics Assoc.* 27, 738–746 (2020). <https://doi.org/10.1093/jamia/ocaa030>.
14. Fung, K.W., Bodenreider, O.: Utilizing the UMLS for semantic mapping between terminologies. *AMIA ... Annu. Symp. proceedings. AMIA Symp.* 266–70 (2005).
15. Gardin, J.M., Adams, D.B., Douglas, P.S., Feigenbaum, H., Forst, D.H., Fraser, A.G., Grayburn, P.A., Katz, A.S., Keller, A.M., Kerber, R.E., Khandheria, B.K., Klein, A.L., Lang, R.M., Pierard, L.A., Quinones, M.A., Schnittger, I., American Society of Echocardiography: Recommendations for a standardized report for adult transthoracic echocardiography: a report from the American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee and Task Force for a Standardized Echocardiography Report. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 15, 275–90 (2002). <https://doi.org/10.1067/mje.2002.121536>.
16. Balázs, K.: Betegségcsoportok fogalmi terének modellezését és mérését segítő keretrendszer készítése, (2019).
17. Krawczyk, P., Świącicki, Ł.: ICD-11 vs. ICD-10 – a review of updates and novelties introduced in the latest version of the WHO International Classification of Diseases. *Psychiatr. Pol.* 54, 7–20 (2020). <https://doi.org/10.12740/PP/103876>.
18. The Lancet: ICD-11. *Lancet.* 393, 2275 (2019). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31205-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31205-X).
19. Harrison, J.E., Weber, S., Jakob, R., Chute, C.G.: ICD-11: an international classification of diseases for the twenty-first century. *BMC Med. Inform. Decis. Mak.* 21, 206 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01534-6>.
20. WHO: WHO Family of International Classifications Maintenance Platform. (2022).
21. WHO: ICD-11 Reference Guide, <https://icdcdn.who.int/icd11referenceguide/en/html/index.html>.
22. Balázs, K., István, V., Balkányi, L.: ICD-11 kódok validálását végző webszolgáltatás fejlesztése. In: *Orvosi Informatika--A XXXIV. Neumann Kolllokvium konferencia-kiadványa.* pp. 35–42 (2021).

23. NIH: UMLS Terminology Services, <https://uts.nlm.nih.gov/uts/>.
24. WHO: ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics Browser. (2022).
25. ICD11 Mapping. (2022).
26. SNOMED International Position Statement. (2017).
27. Fung, K.W., Bodenreider, O.: Utilizing the UMLS for semantic mapping between terminologies. AMIA ... Annu. Symp. proceedings. AMIA Symp. 266–70 (2005).

Melléklet

2.fejezet

SRATE

kód⁹

SRATE szólánc

habaa	good pulmonic valve excursion thickened
habab	pulmonic valve mildly decreased excursion thickened
habac	moderately pulmonic valve decreased excursion thickened
habad	severely pulmonic valve decreased excursion thickened
habb	valve pulmonic doming
habc	valve pulmonic dilated annulus
habd	valve specify pulmonic other
hbba	regurgitation valve pulmonic mild
hbba	moderate pulmonic mild valve regurgitation
hbba	regurgitation valve pulmonic moderate
hbba	severe moderate pulmonic valve regurgitation
hbba	regurgitation valve pulmonic severe
hcaa	stenosis valve pulmonic valvular
hcab	stenosis valve pulmonic infundibular
hcac	pulmonic infundibular valvular valve stenosis
head	stenosis valve pulmonic supra-valvular
hcaa	left main artery pulmonic branch valve pulmonary stenosis
hcaa	right main pulmonic artery branch valve pulmonary
hcaeb	stenosis
hcaec	specify pulmonic branch valve other stenosis
hcb	stenosis valve pulmonic mild
hcb	stenosis valve pulmonic moderate
hcb	stenosis valve pulmonic severe
hb	regurgitation valve pulmonic
hc	stenosis valve pulmonic

M1. ábra: SRATE szóláncok

⁹ Saját kódolás

SRATE kód	SRATE szólanc	MMS kódkombináció
habaa	pulmonic valve excursion good thickened	BB90
habab	pulmonic valve decreased mildly excursion thickened	BB90&XS5W
habab	pulmonic valve decreased mildly excursion thickened	BB90.0&XS5W
habac	pulmonic valve decreased moderately excursion thickened	BB90&XS0T
habac	pulmonic valve decreased moderately excursion thickened	BB90.0&XS0T
habad	pulmonic valve decreased excursion thickened severely	BB90&XS25
habad	pulmonic valve decreased excursion thickened severely	BB90.0&XS25
habb	pulmonic doming valve	BB90
habc	annulus pulmonic dilated valve	BB91
habd	pulmonic specify other valve	BB93
habd	pulmonic specify other valve	BB9Y
hbba	regurgitation pulmonic mild valve	BB91.0&XS5W
hbba	regurgitation pulmonic mild valve	BB91&XS5W
hbba	regurgitation pulmonic mild valve	BE12.7&XS5W
hbba	regurgitation pulmonic mild valve	BE14.41&XS5W
hbba	regurgitation pulmonic mild valve	BB91.Y&XS5W
hbba	regurgitation pulmonic mild valve	BB91.Z&XS5W
hbba	regurgitation pulmonic mild valve	BB92&XS5W
hbba	regurgitation pulmonic mild valve	BB92.Z&XS5W
hbbc	regurgitation moderate pulmonic valve	BB91.0&XS0T
hbbc	regurgitation moderate pulmonic valve	BB91&XS0T
hbbc	regurgitation moderate pulmonic valve	BE12.7&XS0T
hbbc	regurgitation moderate pulmonic valve	BE14.41&XS0T
hbbc	regurgitation moderate pulmonic valve	BB91.Y&XS0T
hbbc	regurgitation moderate pulmonic valve	BB91.Z&XS0T
hbbc	regurgitation moderate pulmonic valve	BB92&XS0T
hbbc	regurgitation moderate pulmonic valve	BB92.Z&XS0T
hbbe	regurgitation pulmonic severe valve	BB91.0&XS25
hbbe	regurgitation pulmonic severe valve	BB91&XS25
hbbe	regurgitation pulmonic severe valve	BE12.7&XS25
hbbe	regurgitation pulmonic severe valve	BE14.41&XS25
hbbe	regurgitation pulmonic severe valve	BB91.Y&XS25
hbbe	regurgitation pulmonic severe valve	BB91.Z&XS25
hbbe	regurgitation pulmonic severe valve	BB92&XS25
hbbe	regurgitation pulmonic severe valve	BB92.Z&XS25
hcaa	stenosis valvular pulmonic valve	BB90
hcab	stenosis pulmonic infundibular valve	BB90
hcac	pulmonic valve stenosis valvular infundibular	BB90
hcad	stenosis pulmonic supravalvular valve	BB90
hcaea	pulmonic valve stenosis main left artery branch pulmonary	BB90
	pulmonic valve stenosis main artery right branch	
hcaeb	pulmonary	BB90
hcaec	pulmonic specify valve stenosis branch other	BB90
hbbb	stenosis pulmonic mild valve	BB90&XS5W
hbbb	stenosis pulmonic mild valve	BB90.0&XS5W

hcbb	stenosis pulmonic mild valve	BE12.6&XS5W
hcbb	stenosis pulmonic mild valve	BB90.Y&XS5W
hcbb	stenosis pulmonic mild valve	BB90.Z&XS5W
hcbb	stenosis pulmonic mild valve	BB92&XS5W
hcbb	stenosis pulmonic mild valve	BB92.Z&XS5W
hcbe	stenosis moderate pulmonic valve	BB90&XS0T
hcbe	stenosis moderate pulmonic valve	BB90.0&XS0T
hcbe	stenosis moderate pulmonic valve	BE12.6&XS0T
hcbe	stenosis moderate pulmonic valve	BB90.Y&XS0T
hcbe	stenosis moderate pulmonic valve	BB90.Z&XS0T
hcbe	stenosis moderate pulmonic valve	BB92&XS0T
hcbe	stenosis moderate pulmonic valve	BB92.Z&XS0T
hcbd	stenosis pulmonic severe valve	BB90&XS25
hcbd	stenosis pulmonic severe valve	BB90.0&XS25
hcbd	stenosis pulmonic severe valve	BE12.6&XS25
hcbd	stenosis pulmonic severe valve	BB90.Y&XS25
hcbd	stenosis pulmonic severe valve	BB90.Z&XS25
hcbd	stenosis pulmonic severe valve	BB92&XS25
hcbd	stenosis pulmonic severe valve	BB92.Z&XS25
hb	regurgitation pulmonic valve	BB91
hb	regurgitation pulmonic valve	BB92.0
hb	regurgitation pulmonic valve	BB92.1
hc	stenosis pulmonic valve	BB90
hc	stenosis pulmonic valve	BB92.0
hc	stenosis pulmonic valve	BB92.1

M2. ábra: manuális (referencia) leképezés. Grafikusan a következő oldalon található meg.

