

DIGITÁLIS SZOLGÁLTATÁSOK

*NAGY MEGBÍZHATÓSÁGÚ INFORMÁCIÓS RENDSZER SZOLGÁLTATÁSOK
KIALAKÍTÁSÁNAK FORMÁLIS ÉS FÉLIG FORMÁLIS MEGKÖZELÍTÉSEI*

MOLNÁR BÁLINT

KUTATÓ CSOPORT TAGJAI

TARCSI ÁDÁM

RÉSZTVEVŐK:

KHERBOUCHE MERIEM

MA CHUANGTAO

PÁL TAMÁS

BOUAFIA KHAWLA



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Application of models and hypergraph on dynamic aspect of business process performance analysis

- Khawla Bouafia, PhD student
- Maxim Kumundzhiev, Msc student
- Bouafia, K.; Kumundzhiev, M. & Molnár, B.
Application of Models and Hypergraph on
Dynamic Aspect of Business Process
Performance Analysis , MACS 2020

Gráf elméleti megközelítések használata a dinamikusan változó vállalati/intézményi folyamatok modellezésére, integritás ellenőrzésre

- Szimulált BP adatok generálása
- Generált adatok továbbítása páros gráfra
- BP adatok átalakítása hipergráfra
- Smith Normal Forma alkalmazása
 - Izomorf gráfok felismerése
 - Hasonlósági metrika
 - Homológia csoportok, invariánsok segítségével
 - Problémák felismerése, Pl. Betti szám
- A gráfnak/hipergráfnak kell kódolnia a jelenségeket azért, hogy a matematikai megközelítések alkalmazhatók legyenek.

Eddigi eredmények

- Elkészült a szimulált üzleti folyamatadatok előállításának automatikus módja dedikált funkciókkal
- Elkészült a generált adatok megjelenítésének automatikus módja, hiper-gráfokra és páros gráf implementációjukra.
- A Smith normál forma segítségével a generált adatokon belül a hasonló üzleti folyamatok felderítése végrehajtható.
- Az adatok generáláshoz a vállalati /szervezeti folyamatok szakterületének alapos ismeretére van szükség.



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Part one



- A BP modellezés az egyik leggyakrabban használt technika a követelményelemzésben, gyakran adatáramlási diagramokat használva.
- A bp-diagramoknak tartalmazniuk kell a tevékenységeket és a tevékenységek összekötőit, a döntési pontok ábrázolásának módját, valamint egyéb stratégiákat a különböző tevékenységkoordinációs minták kifejezésére: szekvencia, párhuzamos felosztás, többszörös választás, többszörös egyesítés, ciklus.
- A szakirodalomban különböző modellek és nyelvek léteznek a BP modellezésére;
- Petri-hálók
- véges állapotú gépek (FSM)
- üzleti folyamatmodell jelölés (BPMN)
- egyesített modellezési nyelv (UML)
- üzleti folyamatok végrehajtási nyelve (BPEL)
- folyamat-algebrák
- eseményvezérelt folyamatlánc (EPC)

Models	Advantages	Disadvantages
Petri nets	• The plenty of Petri net verification mechanism on business models and the ability to transform many models to Petri nets. • Petri nets are minimal and very general, but also very rich in mathematical properties.	• In system modeling of events in which it is possible for some events to occur concurrently, but there are constraints on the concurrence, precedence, or frequency of these occurrences; • Inability to test for exactly a specific marking in an unbounded place and to take action on the outcome of the test; • Petri nets lack means to model the timing of actions represented by transition firings, but extensions have been developed to remedy this limitation.
FSM	• A power theory and formal methods[16] at requirement specification, modeling, design and test case generation [15]; • Automata theory has proved useful in capturing static as well as dynamic behavior of systems.	• Need more static memory to store the lookup table that stores the FSM events; • The simplicity of FSM also becomes one of their disadvantages. Systems which need an indeterminate amount of states cannot be modeled by a FSM evidently.
BPMN	• BPMN started as a purely graphical business process notation; • Totally acceptable model; • Existence of relation between real BP and its execution; • Easy to understand.	• No state transitions; • Hierarchical maintenance does not exist; • Limited data and tasks details.



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Generate data for bp

Generating data

[GitHub Gist](#)



```
def generate_data(rows: int):
    process_type = ['bulk', 'load', 'download',
                    'remove', 'create']
    activity_type = ['sequence', 'exclusive choice',
                    'parallel', 'multiple choice', 'multiple merge',
                    'cycle']
    columns_list = ['process_id', 'process_type',
                    'process_cost', 'execution_time', 'user_role']

    result_df = pd.DataFrame(columns=columns_list)

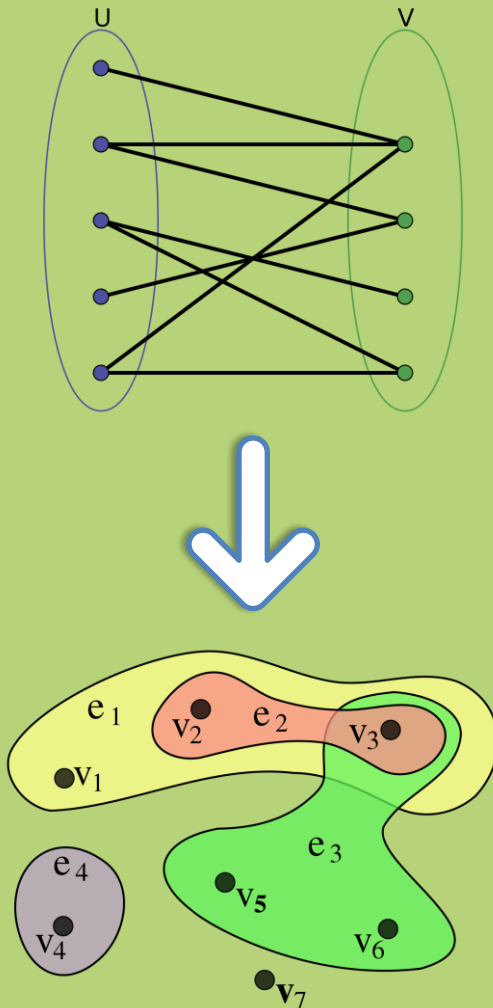
    for number in range(rows):
        buffer = pd.DataFrame({
            'activity_id': [number],
            'process_cost': [randint(100, 500)],
            'execution_time': [randint(0, 200)],
            'process_type': choice(process_type),
            'activity_type': choice(activity_type)
        })
        result_df = pd.concat([result_df, buffer],
                              ignore_index=True)
    return result_df
```



FROM BP TO HYPER GRAPH

[GitHub Gist](#)

From BP to HP



```
def generate_hyper_from_bipartite(dataframe: pd.DataFrame):

    B = nx.Graph()

    B.add_nodes_from(dataframe['activity_id'], bipartite=1)

    B.add_nodes_from(dataframe['activity_type'], bipartite=0)

    B.add_weighted_edges_from(

        [(row['activity_id'], row['activity_type'], dataframe.iloc[idx, :]) for idx, row in
dataframe.iterrows()], weight='weight')

    top_nodes = {n for n, d in B.nodes(data=True) if d['bipartite'] == 0}

    bottom_nodes = set(B) - top_nodes

    left_nodes, right_nodes = [], []

    [left_nodes.append(key) for key in nodes.keys() if type(key) == str]

    [right_nodes.append(value) for value in nodes.values() if type(value) == int]

    clustering_coeff = nx.bipartite.clustering(B)

    latapy_clustering = nx.bipartite.clustering(B, mode='dot')

    .....
```

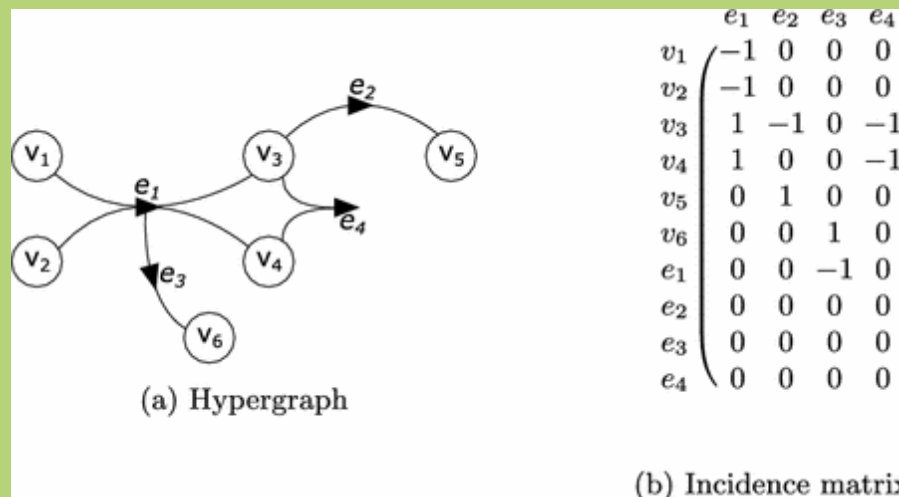
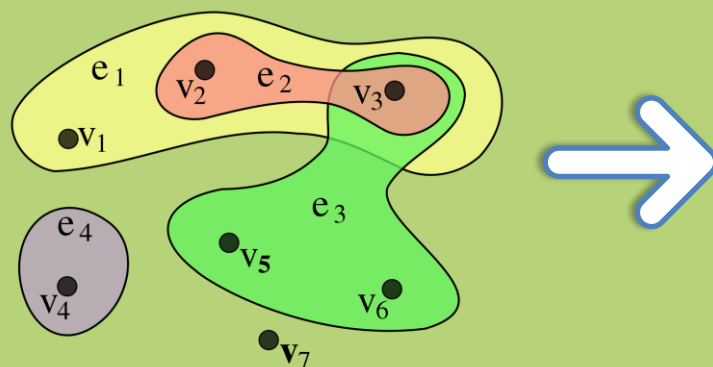


FROM
UND

SMITH NORMAL FORM

[GitHub Gist](#)

[Ferrario's work](#)



Smith normál forma, amelyet olyan mátrixokra lehet definiálni, amelyek az elemei *főideálgyűrű*b elemei. (minden ideálja főideál, az egy elem által generált ideált főideálnak nevezzük.)

Incidenzia mátrix

Eddigi eredmények

- Elkészült a szimulált üzleti folyamatadatok előállításának automatikus módja dedikált funkciókkal
- Elkészült a generált adatok megjelenítésének automatikus módja, hipergráfokra és páros gráf implementációjukra.
- A Smith normál forma segítségével a generált adatokon belül a hasonló üzleti folyamatok felderítése végrehajtható.
- Az adatok generáláshoz a vállalati /szervezeti folyamatok szakterületének alapos ismeretére van szükség.

Modelling to Program in the case of Workflow Systems -Theoretical background and literature review

- Meriem Kherbouche, PhD student
- Kherbouche, M. & Molnár, B. Thalheim, B. (Ed.) Formal Model Checking and Transformations of Models Represented in Uml with Alloy Ccís, *Communications in Computer and Information Science, Springer, 2020*

Pénzügyi informatikai területen a modellből program generálás alkalmazása



- Modellből program és a *blokklánc* megközelítések használhatósága az üzleti- és munkafolyamatokban
- A pénzügyi szolgáltatási technológiák esetében az üzleti folyamatok, munkafolyamatok és a blokklánc-technológiák együttes alkalmazása
- A blokklánc alkalmazásának lehetőségeinek vizsgálata az vállalati folyamatok menedzsmentjében és modellezésében.
- A modellellenőrzésben, hogy az ellentmondásmenetességet, az integritást és a biztonságot a dinamikusan változó üzleti környezetben biztosítani lehessen.
- Három esettanulmány keresztül vizsgáljuk a blokklánc-technológia alkalmazását a pénzügyi ágazatban, egységes képet alakítva ki az iparágban használt üzleti folyamatok modellezésének megközelítéséről.
- Esettanulmányaink azt célozzák, hogy a blokkláncok alkalmazását beillesszük a vállalati/üzleti folyamatmodellezés.

M2P alkalmazási lehetőségek

- Egyrészt modell ellenőrzés régi, elavult, esetleg új rendszerek tovább fejlesztésénél
- Kód, program, vázlat, előkészítése....
- Pénzügyi szolgáltatások technológiái (Financial Services Technologies)
 - Program generálás olyan pénzügyi intézményi folyamatok tevékenység diagramban történő ábrázolásából, amelyek blokklánc technológiát alkalmazzák pénzügy tranzakciókkal kapcsolatban.
 - Folyamat mintázatok keresése, testre szabása, blokklánc technológiával összehangolás a generálás érdekében.
 - Biztosító intézetek és folyamataik (esetleg banki alkalmazások)

- Yet Another Workflow Language is a workflow language that capture all the 20 known workflow patterns.
- YAWL support for the business process management and organizational utilities which can deal with a lot of data and applications.
- support for the high-level graphics, application designs, deployment, execution and monitoring for the software systems.

A Yet Another Workflow Language egy olyan munkafolyamat-nyelv, amely mind a 20 ismert munkafolyamat-mintát megragadja.

A YAWL támogatja az üzleti folyamatok kezelését és a szervezeti segédprogramokat, amelyek sok adatot és alkalmazást képesek kezelni.

a szoftverrendszerek magas szintű grafikájának, alkalmazástervezésének, telepítésének, végrehajtásának és felügyeletének támogatása.

Alloy



- Alloy is a tool for modeling and analyzing systems.
- Alloy consists of two parts: the Alloy language and the Alloy Analyzer.
- Express the basic structure of a system, as well as constraints and operations specifying how the system may change.
- The Alloy language combines Boolean algebra, set theory, quantifiers, and first-order relational logic.
- Az Alloy egy eszköz rendszerek modellezésére és elemzésére. Az Alloy két részből áll: az Alloy nyelvből és az Alloy elemzőből.
- Kifejezi a rendszer alapvető szerkezetét, valamint a rendszer változását meghatározó megkötéseket és műveleteket.
- Az Alloy nyelv a Boole-algebrát, a halmazelméletet, a kvantorokat és az elsőrendű relációs logikát ötvözi.

UML AD --> Alloy



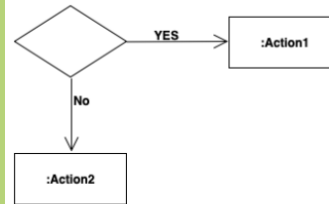
Transforming UML-AD action state into Alloy signature.



Transforming UML-AD initial state into Alloy signature.



Transforming UML-AD final state into Alloy signature.



```
IF (%[YES]%...)
    <Group of workflow operations that represent Action1>
ELSE IF (%[NO]%...)
    <Group of workflow operations that represent Action2>
END IF
```

Transforming UML-AD decision node and guards into Alloy if formula.

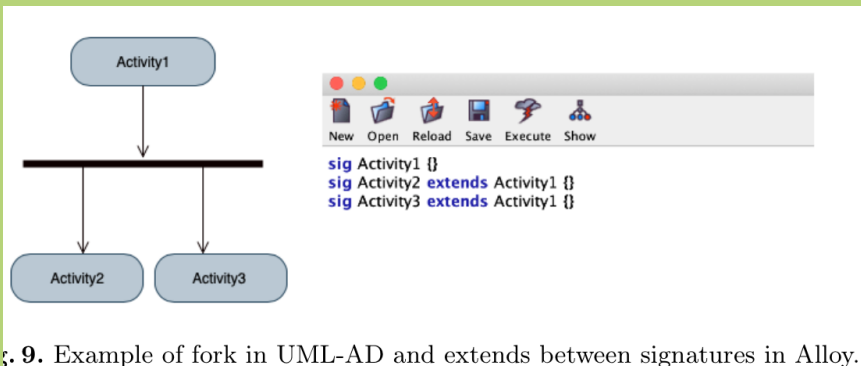


Fig. 9. Example of fork in UML-AD and extends between signatures in Alloy.

Conclusion

- A mögöttes operációs szemantikát leíró szemantika fejlesztése nagyobb pontosságot ért el a :
 - UML tevékenységdiagram,
 - üzleti folyamatok modellezésének jelölése és a munkafolyamatok leírása.
- A modellellenőrzés a szemantika szintjén megvalósítható.
- Emellett: A logikai érvényesítés, A szintaktikai elem leképezése és megfeleltetése modern algoritmus segítségével végezhető el.





A részprojekt eredményeinek alkalmazhatósága

- Pénzügyi szolgáltatások technológiai területén a olyan folyamat modell mintázatok összeállítása, amely figyelembe veszi blokklánc technológia alkalmazását az információbiztonság területén, és ezekből a mintázatokból készített modellekből végrehajtható program generálása.

Meriem Kherbouche, Galena Pisoni, Bálint Molnár, Model to Program and Block-chain approaches for Business Processes and Workflows, Modelling, in-preparation.

2021. 06. 11.



PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

M2P alkalmazási lehetőségek

- Egyrészt modell ellenőrzés régi, elavult, esetleg új rendszerek tovább fejlesztésénél
- Kód, program, vázlat, előkészítése....
- Pénzügyi szolgáltatások technológiái (Financial Services Technologies)
- Program generálás olyan pénzügyi intézményi folyamatok tevékenység diagramban történő ábrázolásából, amelyek blokklánc technológiát alkalmaznak pénzügy tranzakciókkal kapcsolatban.

Semantic Consistency behind Ontology Learning and Schema Mapping for Heterogeneous Data Integration

- Chuangtao Ma

- Ma, C. & Molnár, B. & Benczúr, A.
A Semi-Automatic Semantic Consistency-Checking Method for Learning Ontology from Relational Database.
Information, 2021, 12(5):188.

(Félig)automatikus szemantikai konzisztencia-ellenőrzési módszer ontológiák tanulására relációs adatbázisok sémáiból



- Egy (félig) automatikus szemantikai konzisztencia-ellenőrzési módszer kialakítás, amely egy átmeneti gráf, közbelső reprezentációján és a modellellenőrzésen alapul azért, hogy ellenőrizze a szemantikai konzisztenciát az ontológia RDB-ből történő tanulása során.
 - Az eredmények azt mutatták, hogy ez a módszer helyesen tudja ellenőrizni és visszaadni az eredményt, hogy vajon a tanult ontológia adott szemantikai specifikációja megfelel-e az eredeti RDB-nek.
- Ismeretekkel bővített séma leképezés
 - Megvizsgáltuk az ontológiatanulás és a tudással bővített séma leképezés keretrendszerét, és elemeztük e megközelítések és ismeretbázisok adatintegrációban való felhasználásának rugalmasságát.
 - Egy előzetes esettanulmányt végeztünk annak illusztrálására, hogy a tudással bővített séma leképezés hogyan használható fel a régi egészségügyi információs rendszerek migrációjára és integrációjára.



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Alkalmazási lehetőség

- Elavult, régi , információs rendszerek adatbázis sémáinak, ontológiáinak átalakítása
 - Eü. Rendszerek esetében
 - Nemzetközi szabvány(ok) alapján az elérhető *magyar alkalmazások átalakítása* úgy, hogy nemzetközi sztenderdeknek megfelelő adatelemzéseket lehessen elvégezni (OMOP CDM – MEDSOL).
 - Observational Health *Data Sciences* – a diagnosztikai orvostudományi alkalmazások támogatása adattudományi módszerekkel nemzetközi szabvánnyal összhangban
 - Jelenleg elkészült egy kutatási beszámoló (Technical Report), az eddigi szoftver kísérletekről
 - Folyóirat publikációk megjelentek
- EIT projekt: e-Health alkalmazások

Introduction

❑ Existing Methods for Checking Semantic Consistency



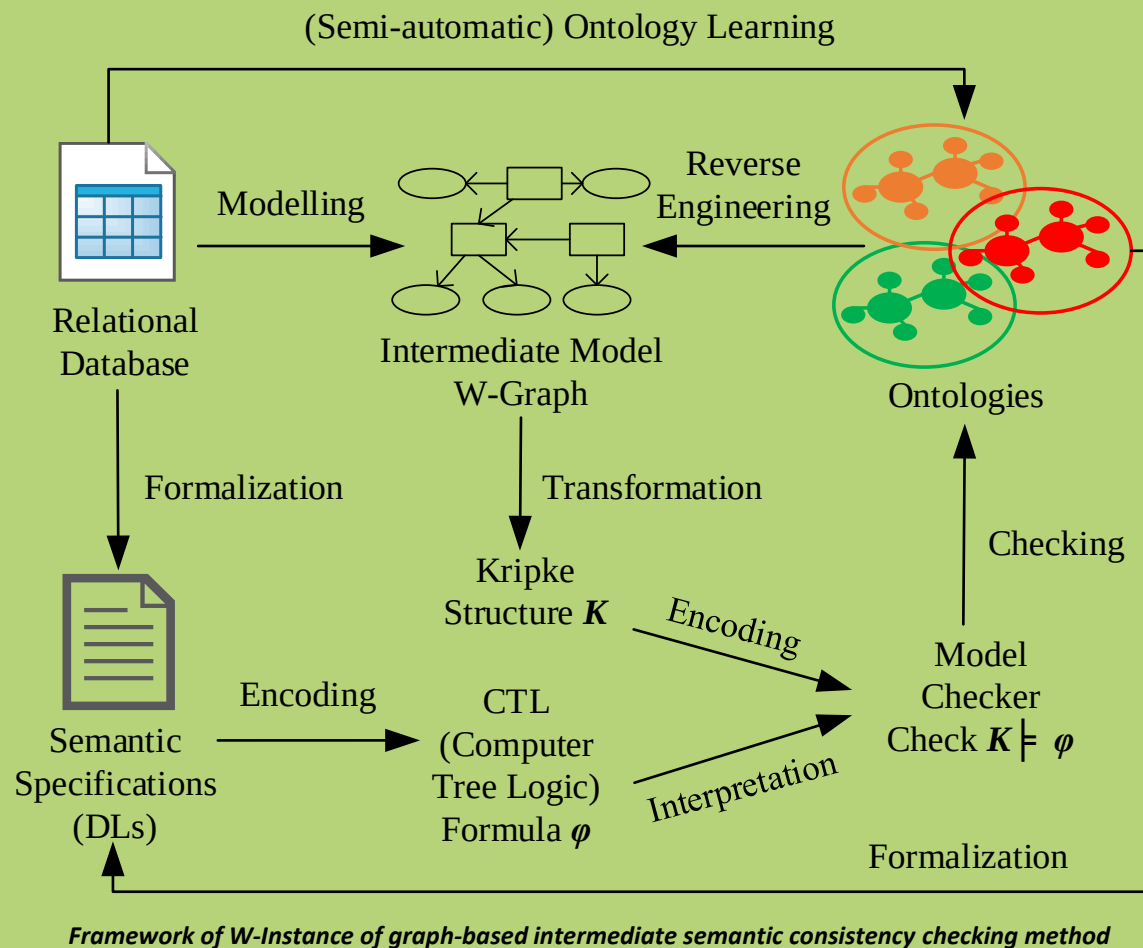
- Ontology learning (OL) is a (semi-)automatic method for constructing ontologies. However, it is common phenomenon that **some inconsistencies and semantic conflicts will inevitably occur**.
- The existing work on the topic of semantic consistency checking are mainly based on the **reasoning and formalization** of mapping between database and ontologies.

Logical Reasoning	Intermediate Representation
• Performance heavily depends on the integrity of ontologies. • Only check the consistency between ABox and Tbox.	• Semantic query over the iso-morphism graph. • Semantics preserving mapping method based on rules.

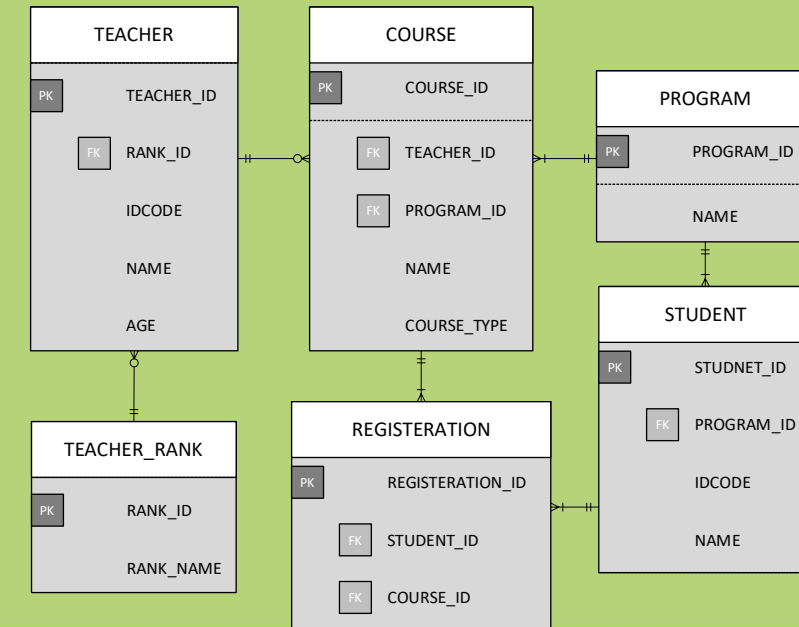
Method

□ Framework of Semantic consistency checking of learning ontology from RDB

- An intermediate graph model (W-Graph) is utilized to formalize the semantic correspondence between initial relational database and ontologies, which are transformed to the Kripke structure eventually.

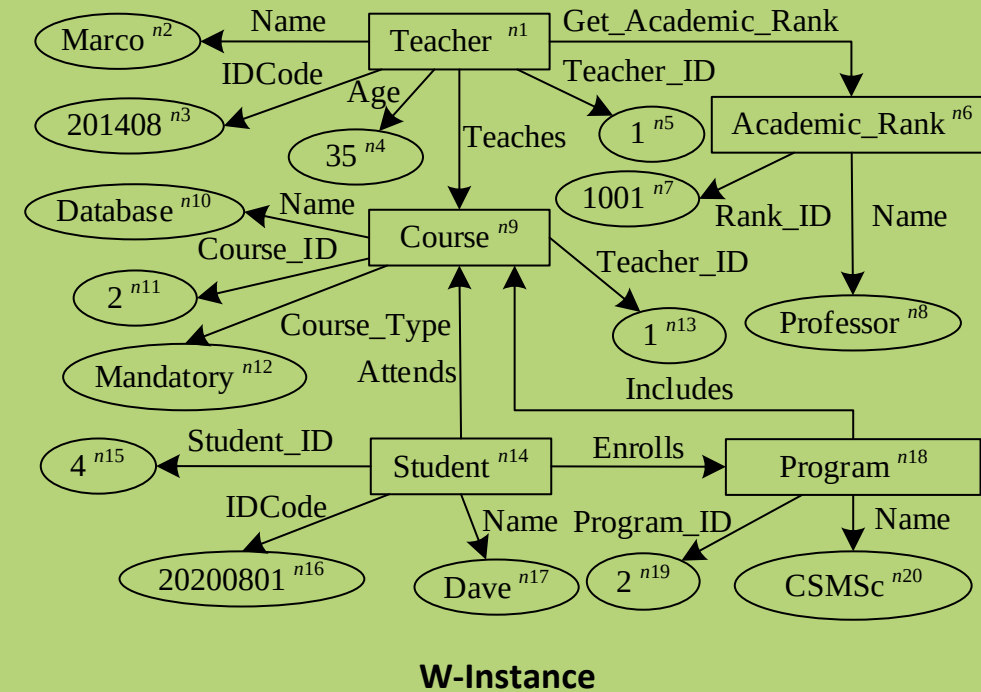
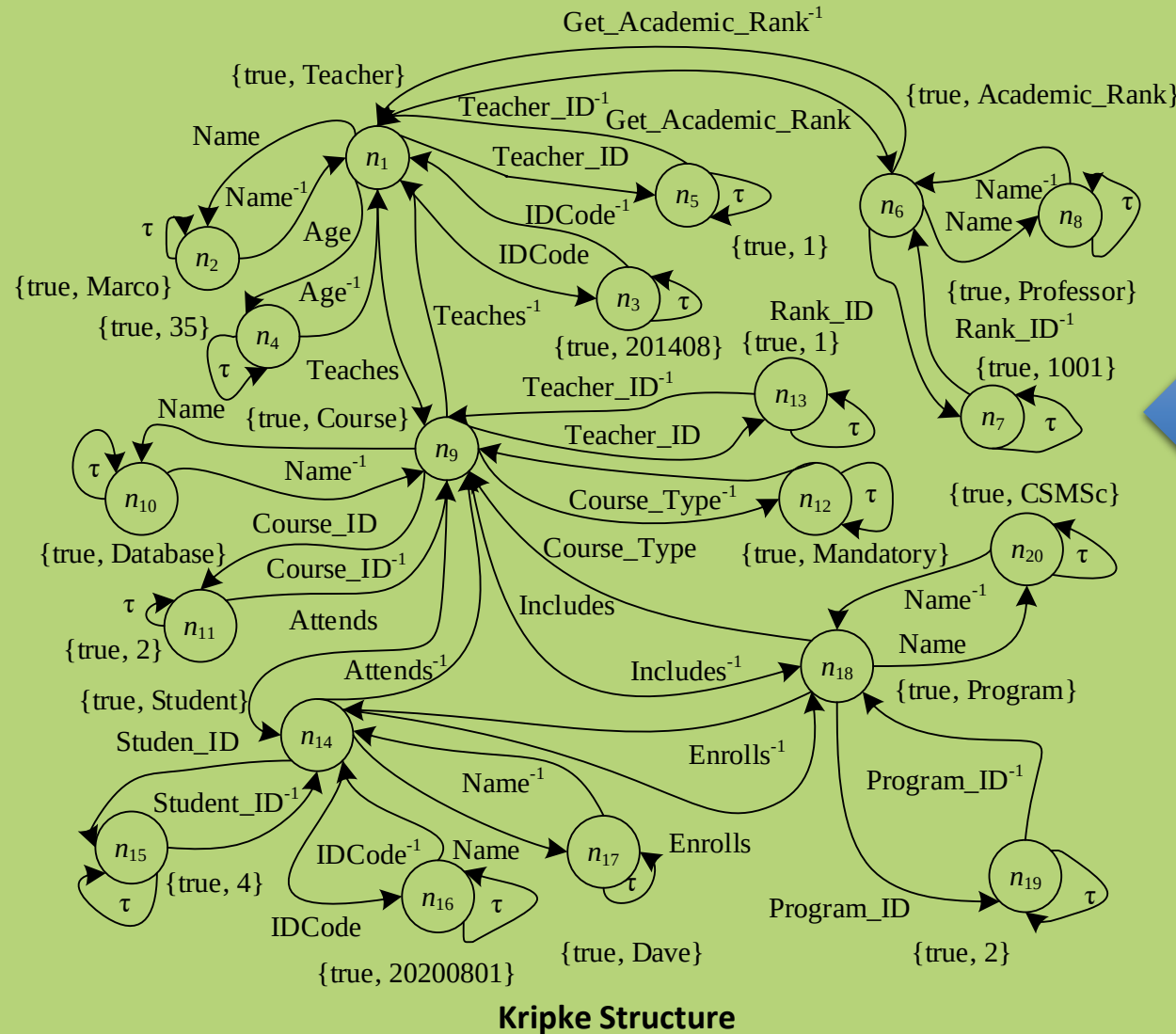


Database schema of
Mini University



Consistency Checking Using Model Checking

Formalizing the RDB with W-graph and Kripke structure



Consistency Checking Using Model Checking



□ Checking Ontology Consistency Based on Model Checker

- We ran the nuXmv model checker on the Windows 10 machine with the Intel (R) Core (TM) i5 64-bit processor and 8GB RAM.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - nuXmv -int
*** This version of nuXmv is linked to MathSAT
*** Copyright (C) 2009-2019 by Fondazione Bruno Kessler
*** Copyright (C) 2009-2019 by University of Trento and others
*** See http://mathsat.fbk.eu

nuXmv > read_model -i Mini_University.smv
nuXmv > flatten_hierarchy
nuXmv > encode_variables
nuXmv > build_model
nuXmv > check_fsm

#####
The transition relation is total: No deadlock state exists
#####
nuXmv > check_ctlspec
-- specification (value = Teacher & EF (label = Teaches & EX value = Course)) is true
-- specification (value = Teacher & EF (label = Teaches & EX value = Program)) is false
-- as demonstrated by the following execution sequence
Trace Description: CTL Counterexample
Trace Type: Counterexample
-> State: 1.1 <-
  state = n1
  label = Teaches
  value = Teacher
-- specification (((((((value = Teacher & EF (label = Name & EX value = Marco)) & EF (label =
Get_Academic_Rank & EX value = Academic_Rank)) & EF (label = Name & EX value = Professor)) & EF
(label = Teaches & EX value = Course)) & EF (label = Name & EX value = Database)) & EF (label =
Inv_Includes & EX value = Program)) & EF (label = Name & EX value = CSMSc)) & EF (label = Inv_En
rolls & EX value = Student)) & EF (label = Name & EX value = Dave)) is true
nuXmv >
```

(value = Teacher &
EF (label = Teaches &
EX value = Course))
True

(value = Teacher &
EF (label = Teaches
& EX value =
Program))
False

True

Algorithm 1 Semantic Consistency Checking based on nuXmv Model Checker

Input:

$\mathcal{K}_G$: Kripke structure of original RDB represented based on W-Graph;
 $\mathcal{O}$: Ontologies generated from RDB schema and instance $\mathcal{R}$;

Output:

$\mathcal{R}_C$: The result of consistency checking: **true** or **false**;

- 1: **procedure** CONSISTENCY CHECKING
- 2: Encoding Kripke structure $\mathcal{K}_G$ with SMV program;
- 3: Translating semantics of ontologies to CTL formula $\varphi(\mathcal{O}, \mathcal{R})$;
- 4: Verifying if the $\varphi(\mathcal{O}, \mathcal{R})$ satisfies the $\mathcal{K}_G$;
- 5: **if** $\mathcal{K}_G \models \varphi(\mathcal{O}, \mathcal{R})$ **then**
- 6: $\mathcal{R}_C$ =true;
- 7: **else if** $\mathcal{K}_G \not\models \varphi(\mathcal{O}, \mathcal{R})$ **then**
- 8: $\mathcal{R}_C$ =false;
- 9: **end if**
- 10: return $\mathcal{R}_C$;
- 11: **end procedure**



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Conclusion & Future Work



- We presented a (semi-)automatic semantic consistency checking method based on the graph intermediate representation and model checking to check the semantic consistency while learning ontology from RDB.
- The results showed that this method could correctly check and return the results of whether the given semantic specification of the learned ontology satisfies the original RDB.
- Currently, this method was only verified in the scenario of OL from single-source database, thus, how to check the semantic consistency of OL from multiple-source database is a new challenge.
- In addition to checking the semantic consistency between learned ontologies and its original data model, the more crucial work is to eliminate the identified inconsistencies and redundancies.
- Bemutattunk egy (félig) automatikus szemantikai konzisztencia-ellenőrzési módszert, amely a gráf közbelső reprezentációján és a modellellenőrzésen alapul, hogy az ontológia RDB-ből történő tanulása során ellenőrizze a szemantikai konzisztenciát.
- Az eredmények azt mutatták, hogy ez a módszer helyesen tudja ellenőrizni és visszaadni azt az eredményt, hogy a tanult ontológia adott szemantikai specifikációja megfelel-e az eredeti RDB-nek.
- Jelenleg ezt a módszert csak az egy forrásból származó adatbázisok OL forgatókönyvére igazolták, így új kihívást jelent, hogy hogyan ellenőrizhető a többforrású adatbázisból származó OL szemantikai konzisztenciája.
- A megtanult ontológiák és az eredeti adatmodell szemantikai konzisztenciájának ellenőrzése mellett az azonosított inkonzisztenciák és redundanciák kiküszöbölése a fontosabb munka.

Alkalmazási lehetőség

- Elavult, régi , információs rendszerek adatbázis sémáinak, ontológiáinak átalakítása
 - Eü. Rendszerek esetében
 - Nemzetközi szabvány(ok) alapján az elérhető magyar alkalmazások átalakítása úgy, hogy nemzetközi sztenderdeknek megfelelő adatelemzéseket lehessen elvégezni (OMOP CDM – MEDSOL).
 - Observational Health Data Sciences
 - Először esettanulmány
 - Általánosítási lehetőségek vizsgálata,
 - Formalizálás, tovább adhatóság, oktathatóság
 - Jelenleg elkészült egy kutatási beszámoló (Technical Report), az eddigi szoftver kísérletekről
 - További folyóirat publikáció előkészületben



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Lightweight, length invariant models and dimensionality reduction in respiratory disease detection



- Tamás Pál, PhD student
- T. Pál, B. Molnár, Á. Tarcsi, L. Csongor, and C. L. Martin, “Evaluation of Neural Network Compression Methods on the Respiratory Sound Dataset,” 2021, *13th International Conference e-Health*
- Pál, T.; Molnár, B. & Tarcsi, Á. Lightweight, Length Invariant Models and Dimensionality , MACS2020



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Felső légúti betegségek diagnosztizálása, egyszerűsített, dimenzió redukált modellek segítségével



- Fő irányok:
 - osztályozási feladat
 - összehasonlítani néhány nem túl bonyolult modellt a légzési hangok osztályozásában.
 - dimenziócsökkentés alkalmazása a bemeneti méret csökkentésére
 - hosszinvariáns modellekre összpontosítani a az erőforrás igényes előfeldolgozás elkerülése érdekében.



Folyamatban levő kutatás

- A modellek egyszerűbbé tétele a lényegi ismertek kinyerésével.
- Több jól értelmezhető megoldást találni.
- Több különböző architektúrájú módszer összehasonlítása.
- Hatékonyabb dimenziócsökkentő módszerek megtalálása.
- E módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata más adathalmazokra.
- A gráf elméleti alapú megközelítések alkalmazása és továbbfejlesztése a neuronhálózatokra és a mélytanulásra.

EIT projekt: e-Health alkalmazások



PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Overview

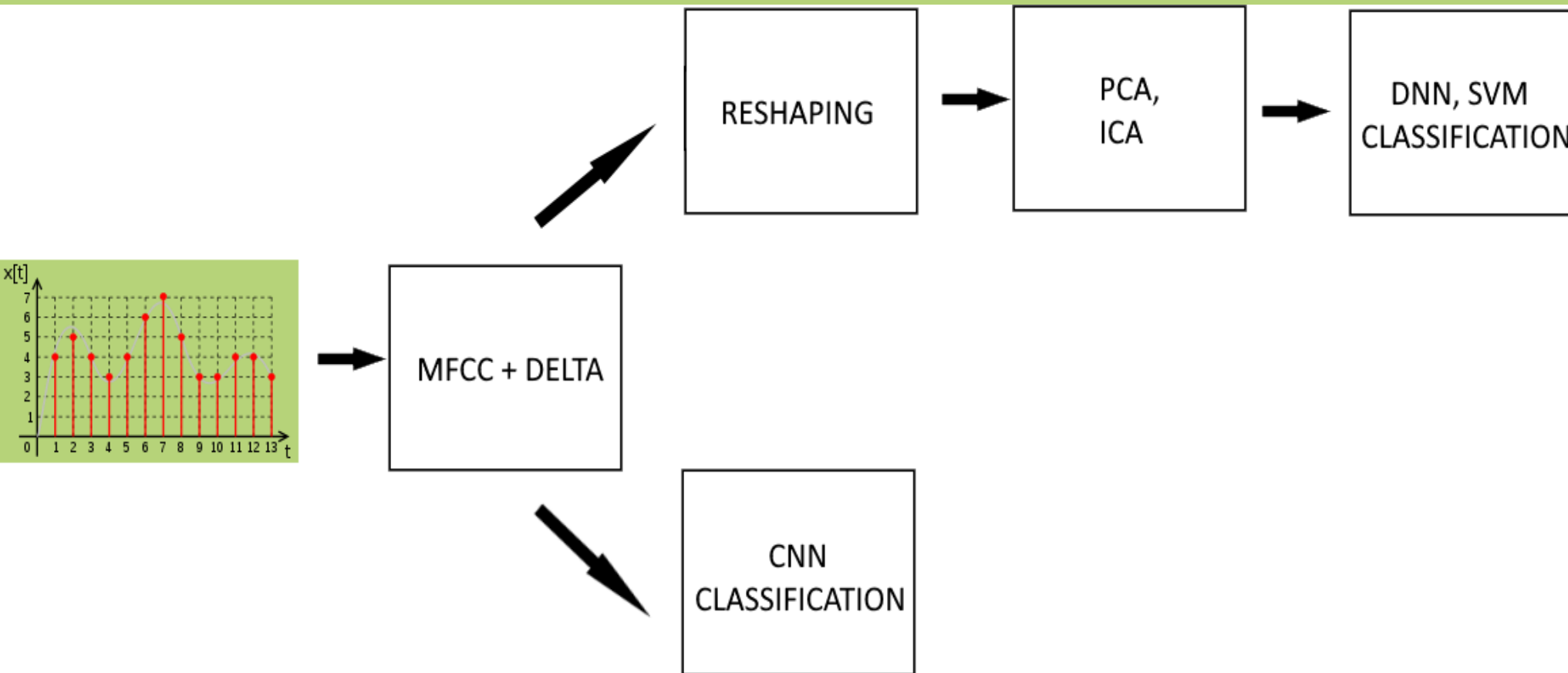


Figure: Graphical overview.



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Dataset

- The Respiratory Sound database contains respiratory and breathing sounds that indicate the presence of specific diseases [\[1\]](#).
 - ▶ 126 patients
 - ▶ 5.5 hours of recordings
 - ▶ 8 classes: 7 diseases and healthy
 - ▶ different recording equipment, sample rate



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Feature extraction

- MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients) were used.
 - ▶ widely used in speech recognition and sound classification
 - ▶ captures the change in frequencies through time - cepstrum
 - ▶ 40 extracted coefficients
 - ▶ extended with delta values (change in coefficients)

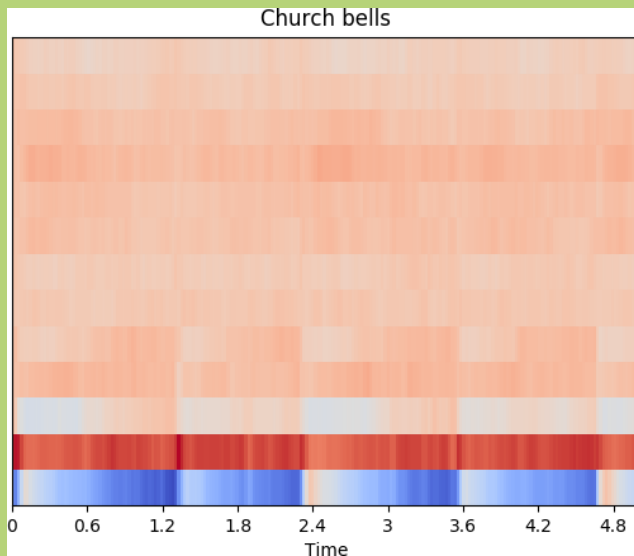


Figure: Typical MFCC spectrogram.

Dimensionality reduction

- ▶ PCA: Principal Component Analysis is a basis transformation that results in a set of orthogonal basis vectors along which the variance of the data is maximal.
- ▶ Dimensionality reduction is achieved by dropping the last few axis along which the variability of the data is minimal.
- ▶ ICA: Independent component analysis is a technique that separates linearly mixed sources. The method finds statistically independent components in the data.
- ▶ Dimensionality reduction is achieved by applying a PCA-like transformation in the preprocessing (whitening) phase.



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND



Models

- ▶ Deep Neural Network (DNN) with 2 hidden dense layers
- ▶ 1D Max-Pooling Convolutional Neural Network (CNN) [\[2\]](#)
- ▶ Support Vector Machine (SVM): for comparison, a traditional, interpretable method.



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Future work



- ▶ Make models more lightweight through knowledge distillation .
- ▶ Find more interpretable solutions.
- ▶ Compare more methods of different architecture.
- ▶ Find more efficient dimensionality reduction methods.
- ▶ Analyze the applicability of these methods to other datasets.



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Folyamatban levő kutatás eddigi eredményei

- Az Nvidia Jetson TX2 alacsony pontosságú neurális hálózati következtetési lehetőségeinek kiértékelése
- Hozzájárulás az orvosi tárgyak internetének (IoMT) kutatási területéhez a peremhálózati eszközök alkalmazhatóságának elemzésével.
- E módszerek tesztelése a légzési hangok adatbázisán, valamint más adathalmazokon.
- Az adatmodellek tömörítése kvantálási módszerekkel.
- Új, számítási szempontból hatékony modell egyszerűsítési megoldások
- A prediktív teljesítmény összehasonlítása, a memóriaigény és a következtetési idő alapján.
- Az eredmények ígéretesek, a tömörítési technikáknak sikerül 8-szorosára csökkenteni a memóriahasználatot, miközben a modell előrejelzési pontossága elhanyagolható mértékben csökken.



Future work

- Tamás Pál, Bálint Molnár, Ádám Tarcsi, Csongor László Martin, Evaluation of neural network compression methods on the Respiratory Sound dataset, e-Health Conference, 2021



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Dynamic process modelling for micro-credentials



Kontextus:

Mikro-bizonyítványok széleskörű alkalmazásához és elfogadásához egy igazságos kiértékelő rendszerre van szükség amely átlátható információt nyújt ezek elemeiről. Ilyen elemek: a folyamat, minőség, munkaidő, szint és a tanulmányi eredmény. Ebben a kutatásban a folyamatok transzparenssé tételével foglalkoztunk.

Probléma:

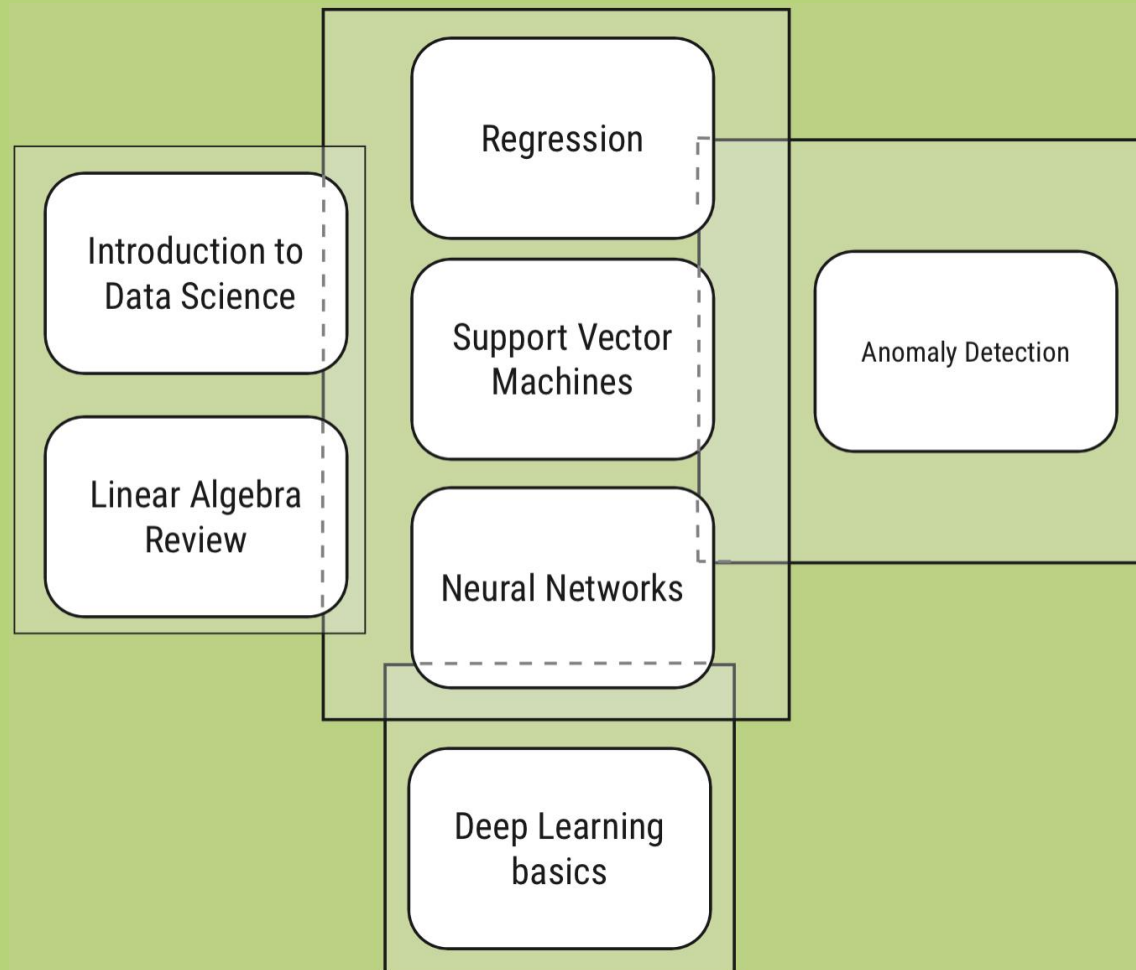
A jól bevett folyamat modellező módszerek nem megfelelőek erre a feladatra a tanulási folyamatok dinamikussága miatt!

Balázs Horváth PhD. hallgató



PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Dynamic process modelling for micro-credentials



Fő irány:

A kutatás különböző modellező megoldásokat vizsgált, ahol a hipergráf alapú folyamat modellezések között a rugalmas gráfok (Flexible process) gráfot (FPG) és annak egy személyre szabott változatát találta a célnak legmegfelelőbb megoldásnak. Ez a megoldás mind vizualizáció (transzparencia), mind megfelelőség vizsgálat szempontból kielégíti a követelményeket.



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Dynamic process modelling for micro-credentials



Munka folytatása:

- Egy keretrendszer építése a gráf algoritmusok *rugalmas folyamat gráfon* illetve annak testreszabott verziójának alkalmazására. Fontos a gráf algoritmusokra fókuszálni, mert nincs egy standardizált eljárás a hypergráf algoritmusokra. Ahhoz hogy az oktatás modellezés és általános felhasználás céljára is jól működjenek az kell, hogy a legkiemelkedőbb gráf algoritmusokat általánosítsuk hypergráfokra. Ez további kérdéseket vet fel amit a következő kutatásban folytat a projekt.
- Blokkláncok használatát folyamat modellezésre.
- Folyamat bányászati megoldásokat oktatási teljesítmény kiértékelésre használatának vizsgálata.
- Információs rendszerek témában pedig a hitelesítés, azonosítás, hozzáférések és kezelési jogosultságok kezelése.

Balázs Horváth PhD. hallgató



PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND



Benyújtott folyóirat, és konferencia cikk

- Ma, C. & Molnár, B.
Ontology Learning from Relational Database: Opportunities for Semantic Information Integration
Vietnam Journal of Computer Science, **2021** - Accepted, Pre-print published
- Molnár, B.; Béleczi, A. & Sarkadi-nagy, B.
Storing Hypergraph-based Data Models in Non-hypergraph Data Storage and Applications for Information Systems
Vietnam Journal of Computer Science, **2021**, 8 - Accepted, Pre-print published
- Mattyasovszky-Philipp, D. & Molnár, B.
Cognitive Resonance and the Architecture Issues of Cognitive Information Systems
Advanced Methods and Applications in Computational Intelligence, **2020**
- Pisoni, G.; Molnár, B. & Tarcsi, Á.
Comparison of two technologies for digital payments: challenges and future directions
REV2021, 8th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, Online Engineering and Society 4.0, **2021**- Accepted
- T. Pál, B. Molnár, Á. Tarcsi, L. Csongor, and C. L. Martin, “Evaluation of Neural Network Compression Methods on the Respiratory Sound Dataset,” 2021, *13th International Conference e-Health*
- Kherbouche, M. & Molnár, B. Formal Model Checking and Transformations of Models Represented in Uml with Alloy
Csis, Thalheim, B. (Ed.), *Communications in Computer and Information Science*, Springer, **2021**

Együtt működés a projekten belül



- MDPI Különszám:
- **Information Systems Modeling Based on Graph Theory**
- https://www.mdpi.com/journal/mathematics/special_issues/Information_Systems_Modeling_Based_on_Graph_Theory
- Terv: Közös publikáció Bérczi Kristóffal



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Köszönöm a figyelmet



.....Kérdések?



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

The 13th Joint Conference on Mathematics and Computer Science (the 13th MaCS) October 1-3, 2020



- Előadások:
- Tamás Pál, Bálint Molnár and Ádám Tarcsi. Lightweight, length invariant models and dimensionality reduction in respiratory disease detection
- Zsigmond Máriás and Bálint Molnár. Representation of Product Catalog in a Multifaceted Demand Structure by Hypergraphs
- Khawla Bouafia, Maxim Kumundzhiev and Bálint Molnár. Application of models and hypergraph on dynamic aspect of business process performance analysis
- Chuangtao Ma and Bálint Molnár. Semantic Consistency behind Ontology Learning and Schema Mapping for Heterogeneous Data Integration
- Meriem Kherbouche and Balint Molnar. Modelling to Program in the case of Workflow Systems - Theoretical background and literature review
- András Bélecski and Bálint Molnár. Defining vertex types and metric for graph-based Information System models



PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Benyújtott folyóirat cikk MACS 2020 előadásokból

- Kherbouche, M. & Molnár, B.
Modelling to Program in the Case of Workflow Systems \ Theoretical Background and Literature Review
- Pál, T.; Molnár, B. & Tarcsi, Á.
Lightweight, Length Invariant Models and Dimensionality
- Bouafia, K.; Kumundzhiev, M. & Molnár, B.
Application of Models and Hypergraph on Dynamic Aspect of Business Process Performance Analysis



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Results

- **Publication 1:**

- Authors: Bouafia Khawla and Molnár Bálint.
- Title: Formal Verification of Analysis Approach for Enterprise Information Systems Architecture Using Hypergraph Representation Based on Finite State Machines for Supporting Business Process Requirements.
- Journal: Journal of Applied Business and Economics (JABE), Vol.22(9), 03 01 2021
- Link: <https://articlegateway.com/index.php/JABE/article/view/3686>

- **Publication 2**

- Authors: Jozef Stašák, Jaroslav Kultán, Peter Schmidt and Bouafia Khawla.
- Chapter Title: Business Process Linguistic Modelling –Theory and Practice - Part II: BPLM Business Process Designer Process Requirements
- Book: Open Access book, "Operations Management - Emerging Trend in the Digital Era" edited by Dr. Antonella Petrillo (waiting for the online publication of the chapter next days)

- **Publication 3:**

- Authors: Bouafia Khawla, Maxim Kumundzhiev and Molnár Bálint.
- Title: Application of Models and Hypergraphs on Dynamic Aspects of Business Process Performance Analysis. • Conference: 13th Joint Conference on Mathematics and Informatics, October, 2020.
- Published in: published and under journals' standard reviewing (Special issues of journals (Annales)).
- Link: <http://macs2020.elte.hu/booklet/macs2020abstractBooklet.pdf>

- **Future Works :**

- The application machine Learning technologies on BP modelling and model checking. (in Progress)