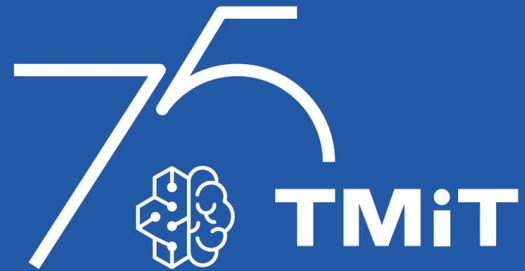


# A Mesterséges Intelligencia mai alkalmazásai az Infokommunikációs szektorban

- Varga Pál



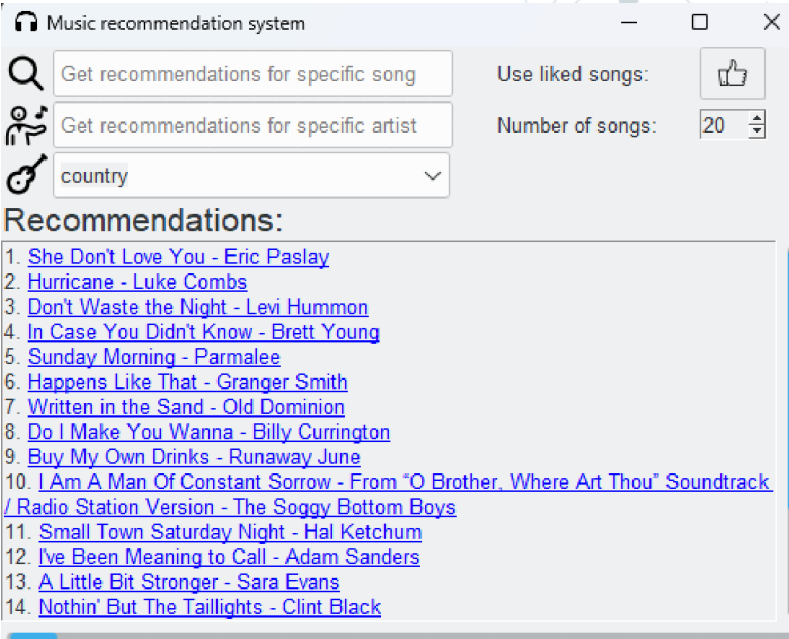
**BME**

**TÁVKÖZLÉSI  
ÉS**

**MESTERSÉGES INTELLIGENCIA  
TANSZÉK**

## Aktuális tantárgyaim

- Infokommunikáció
- 5G hálózatok, szolgáltatásaik, és az ipari IoT szinergiája
- Alkalmazott Mesterséges Intelligencia modellek a gyakorlatban
- Prompt Engineering



The screenshot shows a web application titled "Music recommendation system". It features three input fields on the left: "Get recommendations for specific song", "Get recommendations for specific artist", and a dropdown menu for "country". On the right, there are two controls: "Use liked songs:" with a thumbs-up icon, and "Number of songs:" with a dropdown menu set to "20". Below the input fields, a section titled "Recommendations:" displays a list of 14 song titles with blue hyperlinks. The list includes artists like Eric Paslay, Luke Combs, Levi Hummon, Brett Young, Parmalee, Granger Smith, Old Dominion, Billy Currington, Runaway June, The Soggy Bottom Boys, Hal Ketchum, Adam Sanders, Sara Evans, and Clint Black.

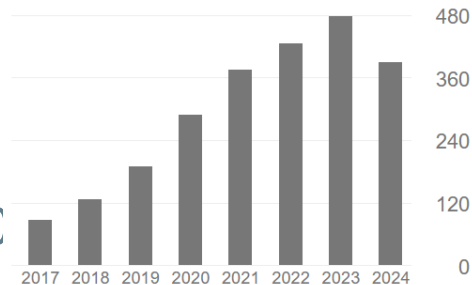
HF: Novozánszki Zsombor

# K+F+I háttér

- Eclipse Arrowhead framework
- Arrowhead Tools for CPSoS
- AIMS5.0 – AI in Manufacturing  
leading to Sustainability and Industry5.0
- Arrowhead flexible Product Value Networks
- IEEE Int'l WS on **Generative AI** in Network Management
- IEEE Int'l WS on **Analytics** for Service and Applications Mgmt
- IEEE/IFIP Network Operations and Mgmt Symposium (**NOMS**)  
2020, 2022
- IEEE/IFIP Conference on Network and Service Management  
(**CNSM**) 2024
- IEEE Conference on Network Softwarization (**NetSoft**) 2025

Hivatkozott rá **ÖSSZES MEGTEKINTÉSE**

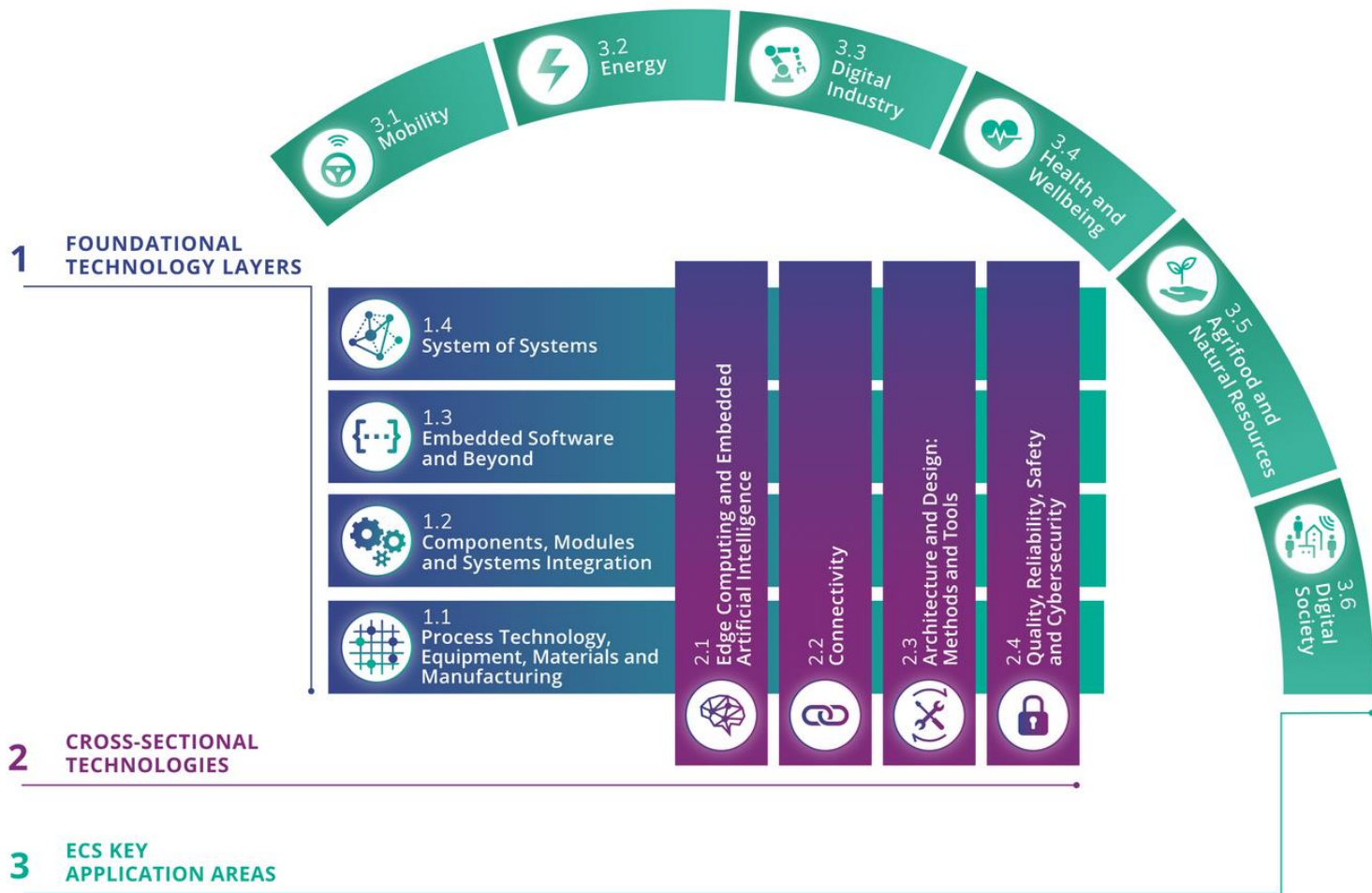
	Összes	2019 óta
Hivatkozások	2569	2159
h-index	28	24
i10-index	62	52



# Projekt partnereink az utóbbi 5 évben

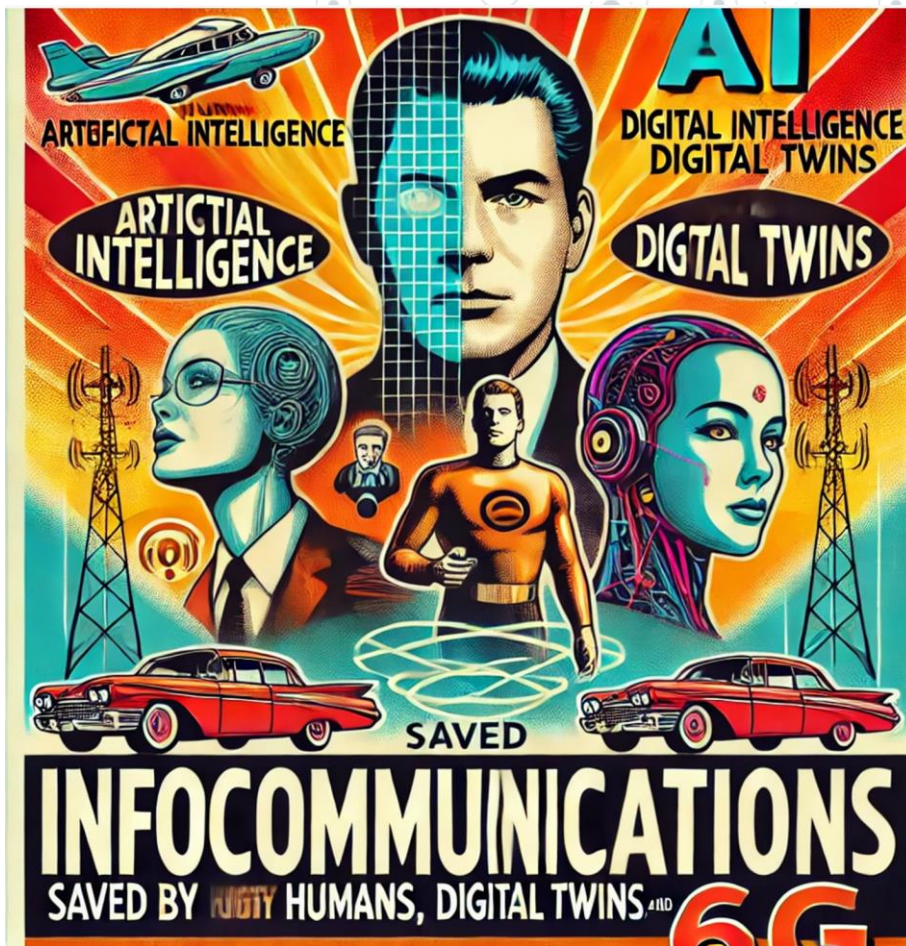


# ECS Strategic Research and Innovation Agenda (EU)



## ABCDEF6G – Technológiák

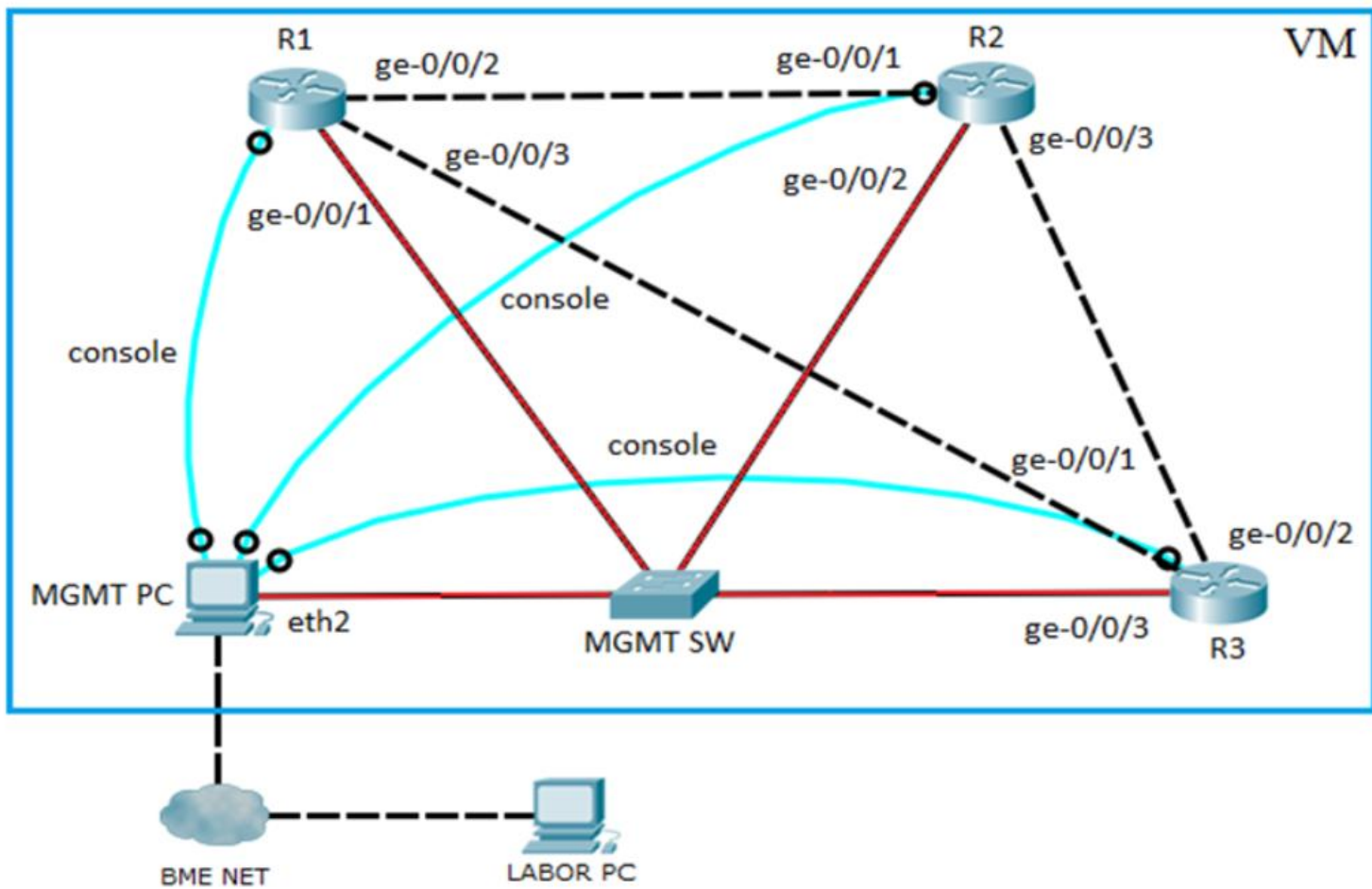
- Artificial Intelligence
- Blockchains
- Cloud Computing
- Digital Twins
- Edge Computing
- Fog Computing
- 6G
- ... az Infokommunikáció támogatásához



# „Juniper labor” az IRÜ tantárgyban –

minden mérnök informatikus  
elvégezte az utóbbi 15 évben a BME-n





P

Van három Juniper routerünk. 02-R1, 02-R2 és 03-R3 néven. Milyen JunOS paranccsal tudom bekonfigurálni a nevüket?



A Juniper routereken a készülék nevét (hostname) a JunOS operációs rendszeren belül a következő parancsokkal állíthatja be:

1. Először lépjen be a konfigurációs módba:

```
edit
```

Copy code

1. Miután beállította a kívánt hostnevet, mentsen és alkalmazza a változásokat:

```
sql
```

```
commit
```

Copy code

1. Ezt követően állítsa be az egyes routerek nevét:

a) 02-R1 esetében:

```
sql
```

```
set system host-name 02-R1
```

b) 02-R2 esetében:

```
sql
```

```
set system host-name 02-R2
```

c) 03-R3 esetében:

```
sql
```

```
set system host-name 03-R3
```

P

Milyen konkrét paranccsal tudom a 02-R1 routeren a ge/0/0/1 interfészen az ssh, a ping és a traceroute szolgáltatásokat a megbízható zónába (trust) helyezni?



A Juniper JunOS rendszerben az interfészt a zónához való hozzáadással és a megfelelő szolgáltatások engedélyezésével adhatja hozzá a megbízható (trust) zónához.

Az alábbiakban láthatja a szükséges parancsokat:

1. Adja hozzá a `ge-0/0/1` interfészt a megbízható zónához:

```
arduino
```

Copy code

```
set security zones security-zone trust interfaces ge-0/0/
```

Figyelem: A `.` a végén az interfész alapértelmezett egységét (logical unit) jelöli. Ha más egységet használ, akkor módosítsa a parancsot az aktuális egység számával.

1. Engedélyezze az SSH, ping, és traceroute szolgáltatásokat a megbízható zónában:

```
sql
```

Copy code

```
set security zones security-zone trust host-inbound-traffic system-services ssh
set security zones security-zone trust host-inbound-traffic system-services ping
set security zones security-zone trust host-inbound-traffic system-services traceroute
```

1. Mentsen és alkalmazza a változásokat:

```
sql
```

Copy code

```
commit
```

```
set security zones security-zone trust host-inbound-traffic system-services ssh
```

```
set security zones security-zone trust host-inbound-traffic system-services ping
```

```
set security zones security-zone trust host-inbound-traffic system-services traceroute
```

P

Konfiguráld a routerek interfészeit úgy, hogy a köztük található alhálózatok a lehető legkevesebb IP címet használják fel! Ehhez használd a következő alhálózatokat:

Az R1-R2 link alhálózata: 192.168.10.0/30

Az R1-R3 link alhálózata: 192.168.10.4/30

Az R2-R3 link alhálózata: 192.168.10.8/30

A megadott subnetek első kiosztható IP címe legyen a kisebb sorszámú router interfészének IP címe, az utolsó pedig a nagyobbik sorszámúé.



Rendben, használva a /30 alhálózatokat, ami 4 IP címet ad minden alhálózatban (ebből kettő a kiosztható hostok számára, mivel egy az alhálózat címe és egy a broadcast címe), az alábbi konfigurációt alkalmazhatjuk:

edit

```
set interfaces ge-0/0/0 unit 0 family inet address  
192.168.10.1/30 # Az R1-R2 linkre  
set interfaces ge-0/0/1 unit 0 family inet address  
192.168.10.5/30 # Az R1-R3 linkre
```

commit  
exit

# Mesterséges Intelligencia

- ◎ Különbféle célok és módszerek:
  - tudásreprezentáció, automatizált multi-stakeholder tervezés és végrehajtás, gépi tanulás, NLP, gépi látás, beszédfeldolgozás, robotika, idősoranalízis, ember-gép interakciók
- ◎ Mindezek az infokommunikációban is relevánsak
- ◎ Ezek mögött M.I. alapú megoldások találhatók
- ◎ Miért a gépi/mély tanulás? -> Mintafelismerés „Big Data” tömegben
- ◎ Általános és specifikus feladatok hatékony automatizálása

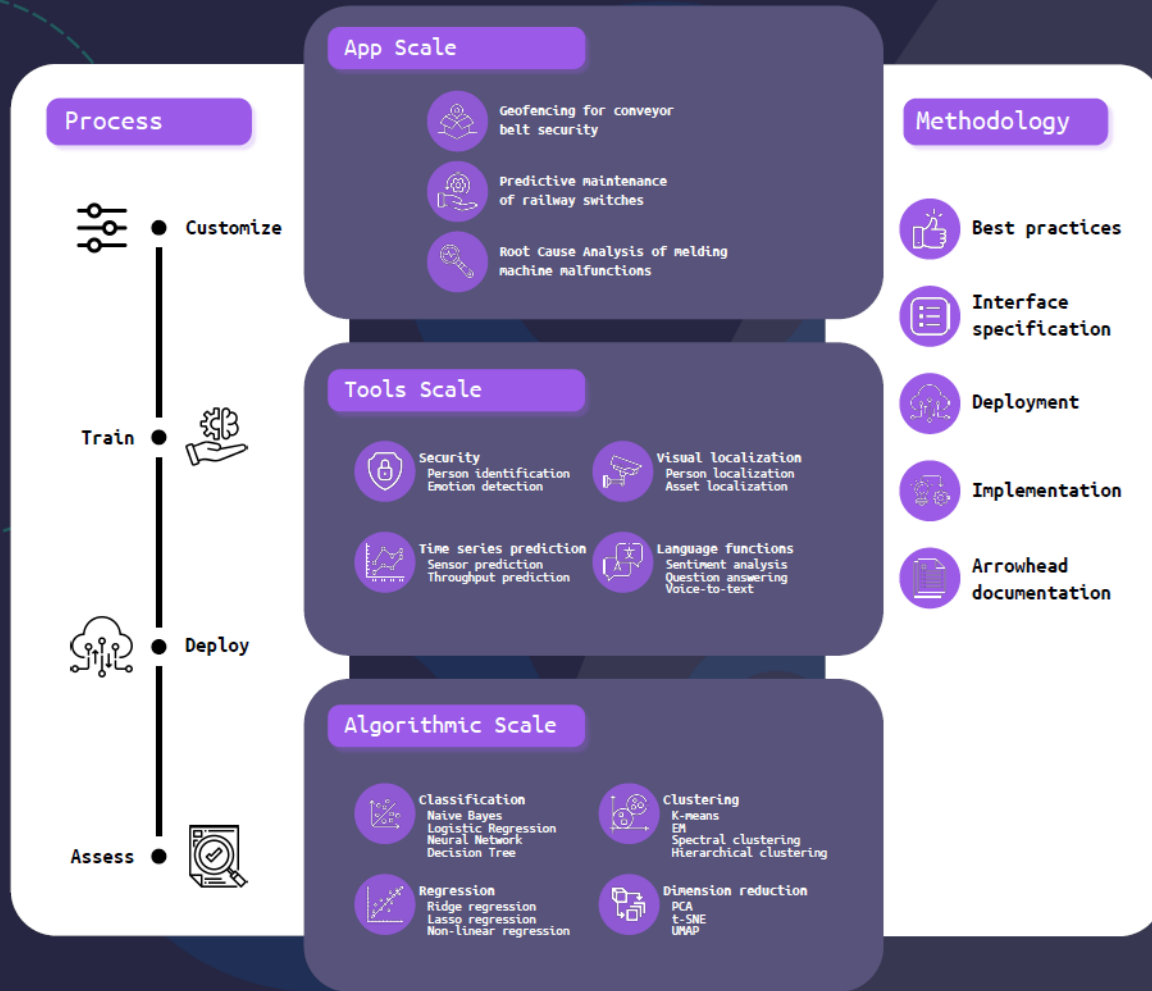
**Mindehhez ADAT kell, amiből tanulunk**

# Mesterséges Intelligencia az Infokommunikációs szektorban

- ⊙ Üzleti intelligencia és piaci elemzés
- ⊙ Ügyfélszolgálat és virtuális asszisztensek, QoE javítása
- ⊙ Hálózatoptimalizálás és forgalomkezelés
- ⊙ Spektrum és erőforrás-allokáció
- ⊙ Adatközpont-automatizáció és energiahatékonyság
- ⊙ Automatizált felhőmenedzsment és konténerizáció
- ⊙ Interoperabilitás és rendszerintegráció
- ⊙ Hálózati események és eseménykezelés
- ⊙ Automatikus hibafelismerés és diagnosztika
- ⊙ Prediktív elemzés, kapacitástervezés, karbantarás
- ⊙ Bonyolult, többforrású adatelemzés
- ⊙ Kiberbiztonság és fenyegetésészlelés
- ⊙ Adatbiztonság és felhasználói adatvédelem



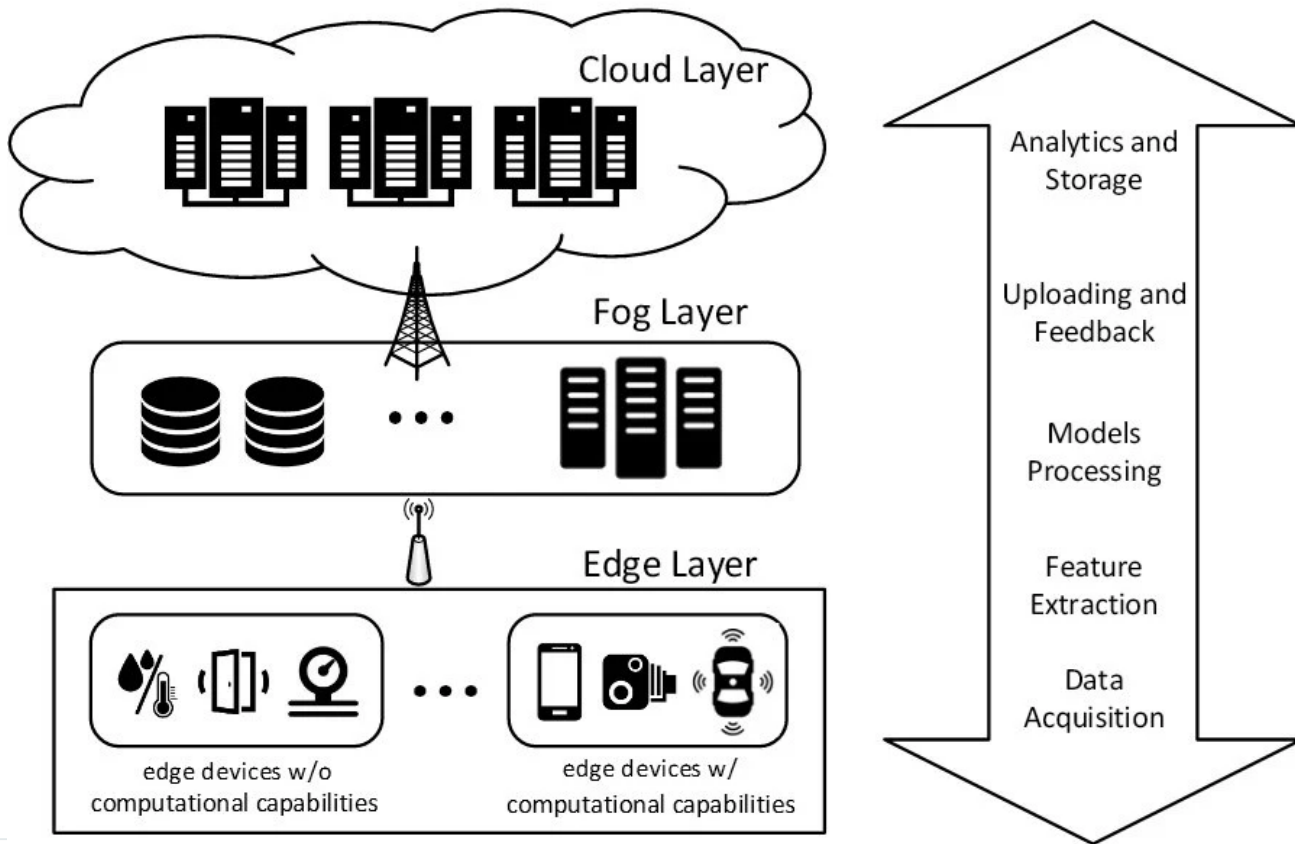
# AIMS 5.0 AI Toolbox Concept



Hollósi, G., Ficzer, D., Frankó, A., Bancsics, M., AlMahasneh, R., Lukovszki, C., & Varga, P. (2024, May). AIMS5. 0 AI Toolbox: Enabling Efficient Knowledge Sharing for Industrial AI. In *NOMS 2024-2024 IEEE Network Operations and Management Symposium* (pp. 1-6). IEEE.



# Mesterséges Intelligencia a Cloud Continuum-ban



<https://viso.ai/edge-ai/edge-ai-applications-and-trends/>

# Intent-based networking

...

## Felhasználói intenció kinyerése és vezérlés ez alapján

## Narrative Text

prob: 1.00  
partitionId: 6c1d1ac8-a483-4840-bc1e-48c3c96aa407

see discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/352372731>

## Title

prob: 1.00  
partitionId: 5b77d3d2-3264-42ca-8639-fc6f68bc833d

# A DevOps Approach for Cyber Physical System of Systems Engineering through Arrowhead

## Narrative Text

prob: 1.00  
partitionId: ea9ce4d8-52a8-46bf-9ddf-fdad184253c1

Conference Paper · May 2021

## Title

prob: 1.00  
partitionId: 0e59ebdc-886e-46aa-8c54-39cea55c8a4e

## CITATIONS

3

## Title

prob: 1.00  
partitionId: 895914b0-f234-4c95-b361-e2d77e026a74

## Image Title

prob: 1.00  
partitionId: 0249d91e-3c04-4591-809e-532e45908a63

prob: 1.00  
partitionId: 42e5eb1c-0f12-43cc-87b6-940cbb9de4c7

prob: 1.00  
partitionId: 6203ac82-bace-428d-80c4-4219c60db512

prob: 1.00  
partitionId: 172cc9bd-c264-4002-9d1f-b99bf1008da8

1 PUBLICATIONS 431 CITATIONS

SEE PROFILE

## Image Title

prob: 1.00  
partitionId: 29e9af1e-4134-b229-a05d-589eab40ab21

prob: 1.00  
partitionId: 436b2297-26f6-4371-931e-6d7c1d8a0

prob: 1.00  
partitionId: 8a00ace0-4fab-4d7d-8867-44ce3c9ba87e

prob: 1.00  
partitionId: 8d88a584e-5c40-4669-8523-3d51908e10b8

1 PUBLICATIONS 312 CITATIONS

SEE PROFILE

## Title

prob: 1.00  
partitionId: 3f0ca3f4-6473-4362-b4ef-ddacc1a8abef

## READS

295

## Narrative Text

prob: 1.00  
partitionId: 895914b0-f234-4c95-b361-e2d77e026a74



Pal Varga

Budapest University of Technology and Economics

135 PUBLICATIONS 1,801 CITATIONS

SEE PROFILE

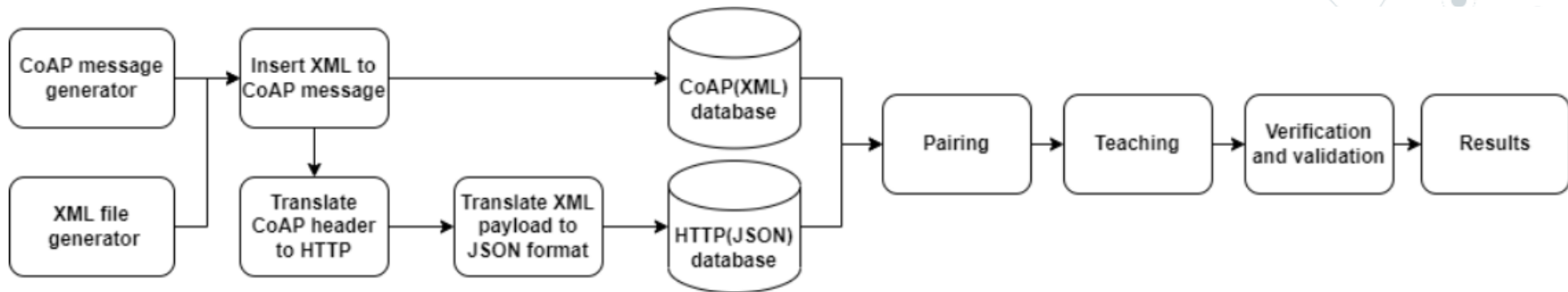
## 5. BASIC CHARACTERISTICS

5.1 Capacity (25±5°C)	Nominal Capacity: 2600mAh (0.52A Discharge, 2.75V) Typical Capacity: 2550mAh (0.52A Discharge, 2.75V) Minimum Capacity: 2500mAh (0.52A Discharge, 2.75V)
5.2 Nominal Voltage	3.7V
5.3 Internal Impedance	≤ 70mΩ
5.4 Discharge Cut-off Voltage	3.0V
5.5 Max Charge Voltage	4.20±0.05V
5.6 Standard Charge Current	0.52A
5.7 Rapid Charge Current	1.3A
5.8 Standard Discharge Current	0.52A
5.9 Rapid Discharge Current	1.3A
5.10 Max Pulse Discharge Current	2.6A
5.11 Weight	46.5±1g
5.12 Max. Dimension	Diameter(Ø): 18.4mm Height (H): 65.2mm
5.13 Operating Temperature	Charge: 0 ~ 45°C Discharge: -20 ~ 60°C
5.14 Storage Temperature	During 1 month: -5 ~ 35°C During 6 months: 0 ~ 35°C

```

"LIR18650 2600mAh": {
  "Performance": {
    "Nominal Voltage": "3.7V",
    "Nominal Capacity": "2600mAh",
    "Typical Capacity": "2550mAh",
    "Minimum Capacity": "2500mAh",
    "Internal Impedance": "≤ 70mΩ",
    "Discharge Cut-off Voltage": "3.0V",
    "Max Charge Voltage": "4.20±0.05V",
    "Standard Charge Current": "0.52A",
    "Rapid Charge Current": "1.3A",
    "Standard Discharge Current": "0.52A",
    "Rapid Discharge Current": "1.3A",
    "Max Pulse Discharge Current": "2.6A",
    "Weight": "46.5±1g",
    "Max Dimension": {
      "Diameter": "18.4mm",
      "Height": "65.2mm"
    },
    "Operating Temperature": {
      "Charge": "0 ~ 45 °C",
      "Discharge": "-20 ~ 60 °C"
    },
    "Storage Temperature": {
      "1 month": "-5 ~ 35 °C",
      "6 months": "0 ~ 35 °C"
    },
    "Cycle Life": "300 cycles with residual capacity ≥2050mAh"
  },
  "Safety Performances": {
    "Short Circuit": "No fire, no explosion",
    "Impact Test": "No fire, no explosion",
    "Low Temperature Performance": "Capacity ≥1800mAh at -20±2°C",
    "Anti-vibration": "No deformation, no leak, smoke, or explosion",
    "Drop Test": "No fire, no explosion, Discharge Time ≥102min"
  },
  "Manufacturer": "EEMB Co., Ltd.",
  "Website": "http://eemb.com",
  "Warranty": "12 months from the date of delivery",
  "Images": {
    "Image1": {
      "Observation": "Technical drawing shows total height of 65.0 mm ± 0.2 mm
and diameter of 18.4 mm +0/-0.3 mm with positive and negative terminals indicated."
    }
  }
}

```



Header: 0.03 (T=RST, Code=0.03, MID=0x492a)	PUT/barvMmQrb HTTP/1.1
URI= coap://Dlh.org/barvMmQrb	Host: Dlh.org
Token: 0x0	Content-Type: application/xml
Content-Format: application/xml	Cache-Control: "ysTcCCAzcR"
Max-Age: "ysTcCCAzcR"	Proxy-Authorization: "tzMAGJ"
Proxy-Scheme: "tzMAGJ"	Accept: "wpX"
Accept: "wpX"	Payload: T=RST, MID=0x492a, Token=0x0
Payload:	{
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>	"Insurance Companies":{
<Insurance Companies>	"Top_Insurance_Companies":{
<Top_Insurance_Companies>	"Name": "Berkshire Hathaway (BRK A)",
<Name>Berkshire Hathaway (BRK A)</Name>	"Market_Capitalization": "\$539 billion"
<Market_Capitalization>\$539 billion</Market_Capitalization>	}
</Top_Insurance_Companies>	}
</Insurance Companies>	}

Tothfalusi, T., Varga, E., Csiszar, Z., & Varga, P. (2023, October). ML-Based Translation Methods for Protocols and Data Formats. In *2023 19th International Conference on Network and Service Management (CNSM)* (pp. 1-5). IEEE.

# NETCONF konfiguráció generálása: YANG Modellek XML-ben leírva

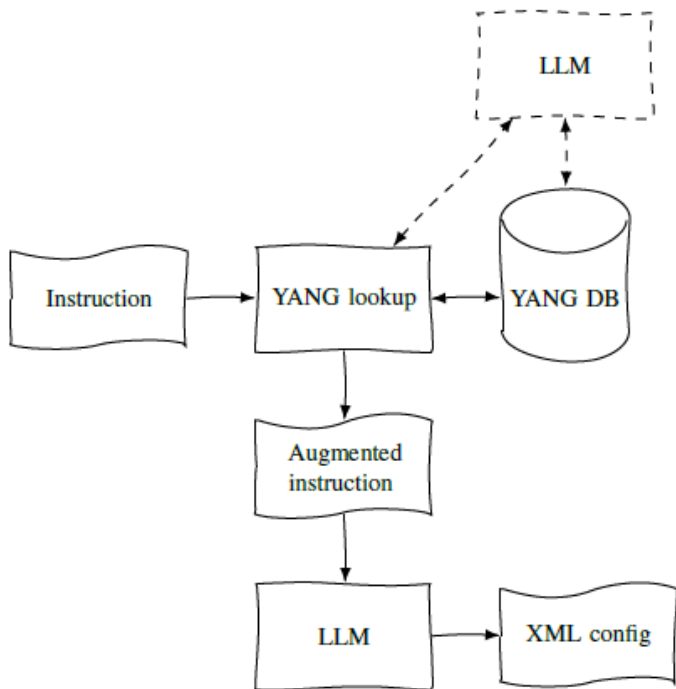


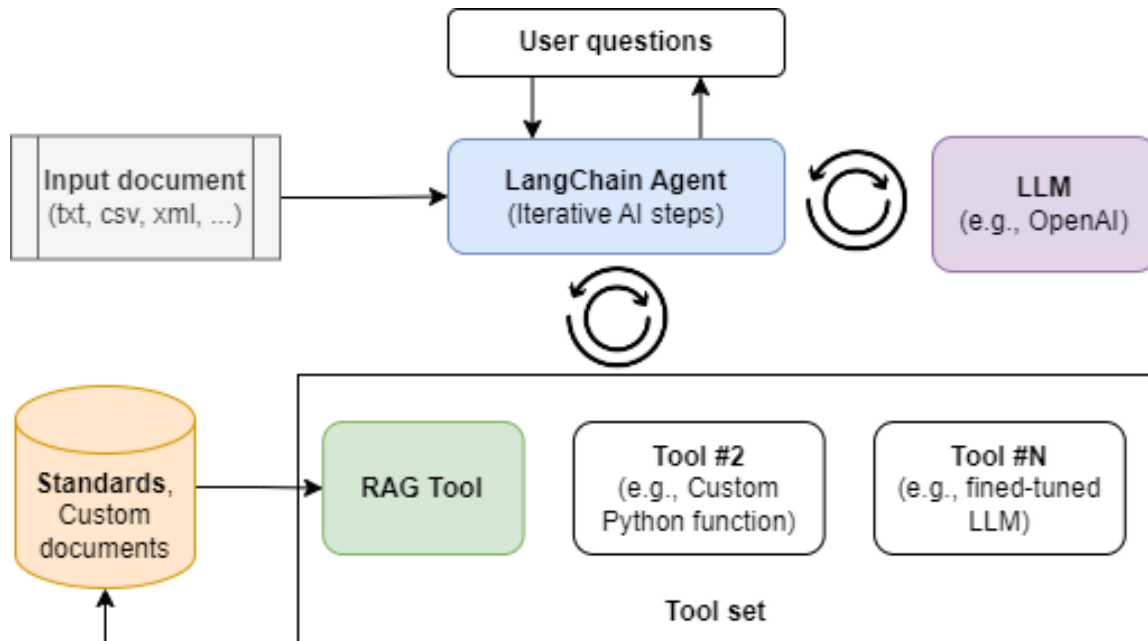
Fig. 4. The proposed pipeline for augmenting the original instructions with YANG models, necessary for enabling the LLMs to answer in a strict and well-defined format. The pipeline basically provides domain knowledge to the otherwise general LLMs. Dashed line interactions and functions are optional, but there are instances where their use is appropriate, as detailed in the text.

Hollosi, G., Ficzere, D. & Varga, P. (2024, October). *Generative AI for low-level NETCONF configuration in network management based on YANG models*. In *2024 19th International Conference on Network and Service Management (CNSM)* (pp. 1-7). IEEE/IETF

Write me a NETCONF configuration based on the instructions below:

- 1) Set the eth0 interface to 192.168.0.1/24 ip address.
- 2) Set the eth0 interface to 192.168.0.1 ip address with 255.255.255.0 netmask.
- ...
- 10) Set up a destination NAT where every incoming tcp packets which arrives to the port 80 forwarded to the 192.168.0.2:80 address.

# Információkinyerés protokoll szabványokból (pdf)



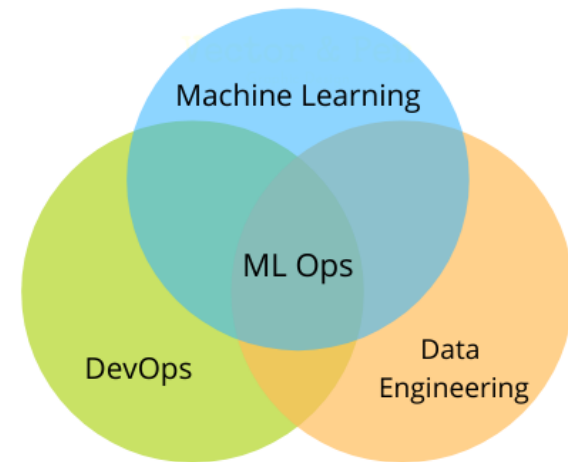
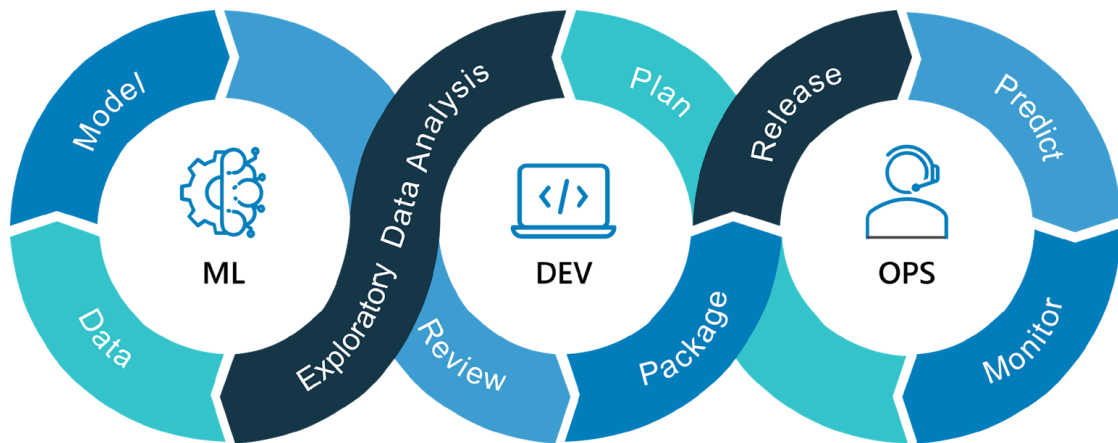
- 2) Give the PDU Session identifier of the user with IMSI of "12330404305555" in [IMSI, PDU Session ID, DNN] format.
- 9) What is the IMSI value of the subscriber whose authentication was unsuccessful? Use RAG first.

# A Digitális Iker és a MI

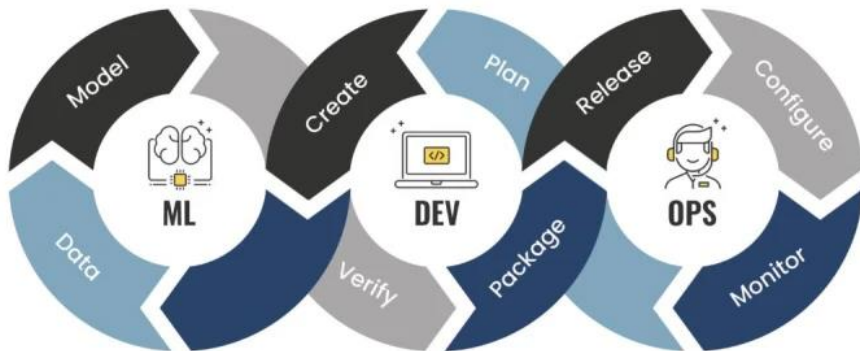




# MLOps – Deploying ML models in Cloud infrastructures with Hyperautomation



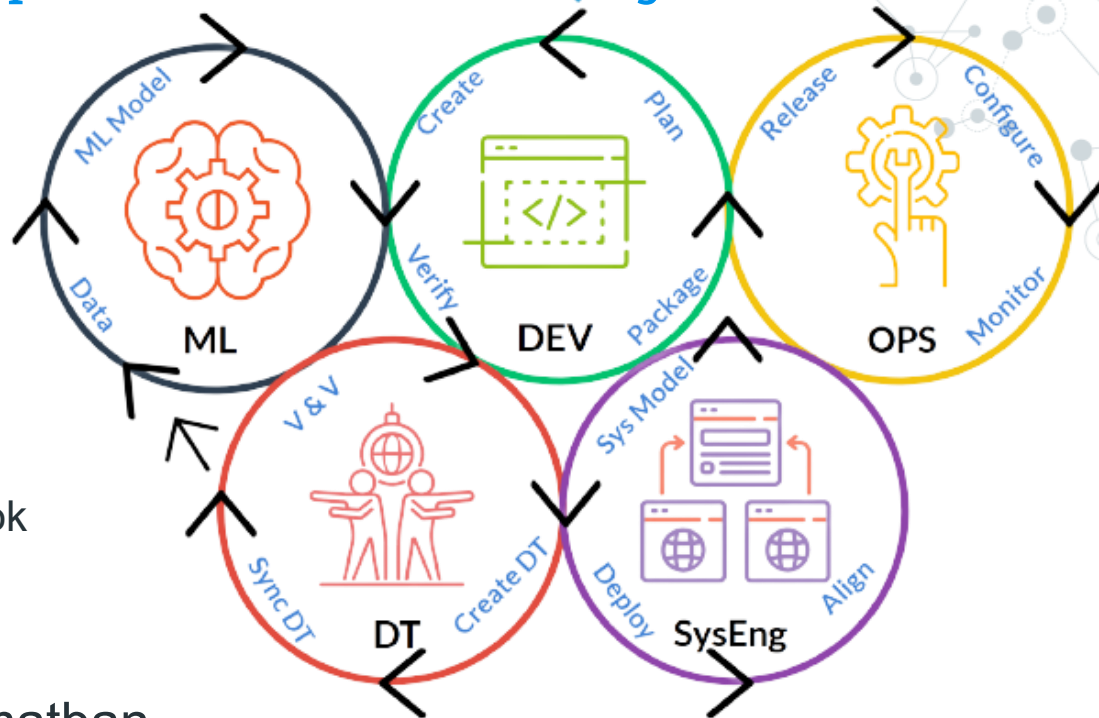
<https://sourceforge.net/software/mlops/>



<https://canonical.com/blog/what-is-mlops>

## Digitális Ikrek az Ipar5.0-ban – 5G/6G támogatással

- ◎ DT a gyártásban:  
5G/6G privát NW
- ◎ Komplex DT rendszerek:
  - ellátási láncok,
  - építkezések,
  - olajfúró tornyok
  - járművek és okos városok
  - HÁLÓZATOK
- ◎ MLOps  
a teljes mérnöki folyamatban



Cs. Hegedűs, P. Varga – Tailoring MLOps Techniques for Industry 5.0 Needs  
IEEE CNSM, Niagara Falls, Canada, 2023

## Etikai & Társadalmi Kérdések

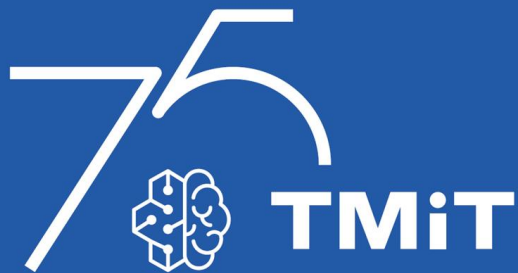
- **Szellemi Tulajdon**
  - Ki birtokolja az AI által generált tartalmat?
  - Licenclési és szerzői jogi kihívások
  - Adatok hitelessége – kifogyunk a valós adatokból?!
- **Foglalkoztatás & Gazdasági Hatás**
  - Munkahelyek megszűnése bizonyos szektorokban
  - Új munkalehetőségek és átképzés
- **Előítélet & Igazságosság**
  - Társadalmi előítéletek másolása vagy fokozása
  - A felelős AI képzés szükségessége

Az  
Infokommunikáció  
múltja  
a mi kezünkben  
van



ABCDEF6G:  
Az  
Infokommunikáció  
jövője  
az MI kezében  
van  
Ne engedjük el 😊





**BME**  
**TÁVKÖZLÉSI**  
**ÉS**  
**MESTERSÉGES INTELLIGENCIA**  
**TANSZÉK**

**Köszönöm**

**a figyelmet**



**Varga Pál –**  
**pvara@tmit.bme.hu**