

Nagy nyelvi modellek integrációja ipari irányítási rendszerekbe magyar nyelvi támogatással

Integration of large language models into industrial control systems with Hungarian language support

KERNÁCS Martin¹, Dr. HORNYÁK Olivér²

¹ Miskolci Egyetem Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola, Miskolc, Egyetem út 1, 3515,
<https://geik.uni-miskolc.hu/hatvany>, maritn.kernacs@gmail.com

² Miskolci Egyetem Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola, Miskolc, Egyetem út 1, 3515,
<https://geik.uni-miskolc.hu/hatvany>, oliver.hornyak@uni-miskolc.hu

Abstract

In industrial control systems, rule-based control has long been the standard approach; however, the emergence of large language models (LLMs) has opened new possibilities for the application of natural language interfaces. The aim of our research is to present a control concept in which the PLC is limited to communication functions, while the actual control logic is realized through prompts interpreted and processed by the language model, building on Hungarian language recognition.

Keywords: Large Language Models (LLMs), voice-Based Control Systems, artificial intelligence in industrial applications, Programmable Logic Controllers (PLCs), industrial automation and control

Kivonat

Az ipari irányítási rendszerekben a szabályalapú vezérlés hosszú ideje bevett gyakorlat, ugyanakkor a nagy nyelvi modellek (LLM-ek) megjelenése új lehetőségeket teremtett a természetes nyelvű interfészek alkalmazására. Kutatásunk célja egy olyan vezérlési koncepció bemutatása, amelyben a PLC kizárólag kommunikációs funkciót lát el, míg a tényleges vezérlési logika a nyelvi modell által értelmezett és feldolgozott promptokon keresztül valósul meg, a magyar nyelv felismerésére építve.

Kulcsszavak: nagy nyelvi modellek (LLM-ek), hangalapú vezérlési rendszerek, mesterséges intelligencia ipari alkalmazásokban, programozható logikai vezérlők (PLC-k), ipari automatizálás és irányítás

1. Bevezetés

A nagy nyelvi modellek (LLM-ek) [2] megjelenése új távlatokat nyitott az ipari irányítási rendszerekben, különösen a természetes nyelvű interfészek alkalmazásában.

Kutatásunkban egy saját, offline környezetben futó LLM-modellt alkalmazunk, amely lehetővé teszi a biztonságos és hálózathozfüggetlen működést. A fő célunk egy LLM-en alapuló vezérlési koncepció bemutatása, amely képes közvetlenül feldolgozni a felhasználói utasításokat. A rendszer nem csupán angol nyelvű hangparancsokat kezel, hanem a magyar nyelvű beszéd felismerésére és értelmezésére is alkalmas.

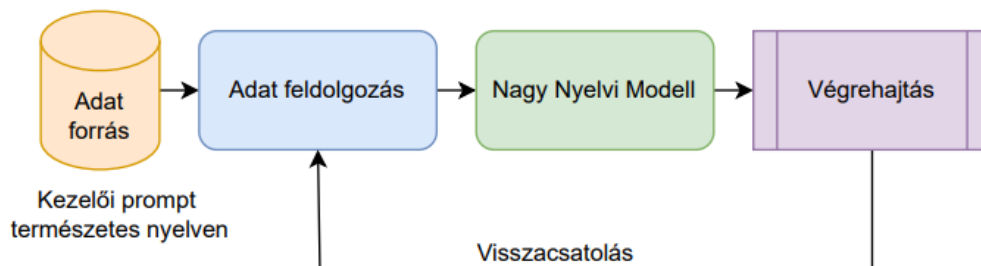
Ez különös jelentőséggel bír, hiszen a magyar nyelv komplex nyelvtani sajátosságai miatt a beszéd felismerés és értelmezés nagy kihívást jelent [1]. Kísérleti környezetként egy szállítószalaggal működő PLC-modellt választottunk. A PLC itt kizárólag kommunikációs feladatokat lát el, míg a tényleges vezérlési logika az LLM-re épül. A hang- vagy szöveges utasításokat a modell dolgozza fel, majd a megfelelő parancsokat továbbítja a vezérlőegységhez.

Ez a megközelítés lehetőséget ad a prompt-alapú, rugalmas és felhasználóbarát vezérlés megvalósítására ipari környezetben. Tanulmányunk célja annak bemutatása, hogy a magyar nyelvi támogatással kiegészített LLM-ek miként járulhatnak hozzá az ipari irányítási rendszerek jövőjéhez.

A tanulmány elsőként bemutatja a kidolgozott modell elvi felépítését és a használt technológiai komponenseket. Ezt követően részletezzük a szimulált környezetet és a PLC-hez kapcsolódó vezérlési logikát. A harmadik részben ismertetjük a modell tesztelésének folyamatát, valamint a magyar nyelvű promptok feldolgozásának eredményeit. Végül a konklúzióban összefoglaljuk a kutatás legfontosabb megállapításait, és kijelöljük a lehetséges jövőbeli fejlesztési irányokat.

2. A modell felépítése

Az általunk kiépített modell elvi felépítését az 1. ábra mutatja. Az adatok forrása a kezelő által adott promptok [3], amelyek természetes nyelven (NL) [4] képződnek. A természetes nyelvű bemenet megjelenhet írásban és szóban is.



1. ábra. Az modell működési elve

A modell az alábbi részekből tevődik össze:

- LLM modell, az általunk alkalmazott offline modell az Ollama-n fut. az Llama 3.1 (5) verziót használtuk.

- PLC, amin a modellünk végre tudja hajtani a feladatait.

2.1. Llama 3.1

Az Llama 3.1 családból a 8B modellt alkalmaztuk, amely kb. 8 milliárd paraméterrel tud dolgozni. Alapvetően inkább lokális és offline megoldásra alkalmazható jól. Viszont már a 8B modellhez is erős szerver vagy jól optimalizált GPU szükséges.

2.2. PLC program

A PLC program úgy lett megírva, hogy a kommunikáción keresztül kapott értékeket egy az egyben a kimenetekre csatlakoztassa. Ez azt jelenti, hogy a PLC a modellünkben csak végrehajtó szervként van jelen. Amit az LLM modellünk kiszámít a kért promptnak megfelelően a hozzátartozó PLC kimenetek aktiválódnak.



2. ábra. A szimulált környezet.

3. A modell felépítése

A szimulált környezet egy egyszerű görgősor, amin 4 db érzékelő található. Az érzékelők meghatározzák azt, hogy mi a jelenlegi pozíció, illetve, amikor nem jelez egyik érzékelő sem, akkor pedig az előző állapotból meg lehet határozni a jelenlegi állapotot.

Alapállapot az, amikor a doboz a Szenzor 1 előtt található. A Szenzor 2 esetén az út 1/3-át tette meg a doboz, a Szenzor 3 esetén pedig a 2/3-át. Az utolsó Szenzor 4 jelzése esetén pedig a stop jelzés a rendszernek. A modell arra képes, hogy user prompt alapján a Szenzor 2, Szenzor 3 vagy Szenzor 4-ig elvigye a dobozt, a megadott sebességgel. A szenzorok a figyelésével a hibákat is lehet detektálni. Ha az utolsó érzékelőig kell elmennie, de adott időn belül nem érkezik meg, akkor elakadás, vagy akár doboz leesés is lehet.

Ahhoz, hogy az időzítő jól működjön, figyelembe kell venni a fordulatszámot is. A fordulatszám alapján meg kell határozni a minimális időt, ami szükséges az út megtételéhez.

A prompt szövege, ami alapján a modell működik:

"Feladat: A felhasználó utasításából pontosan nyerd ki a pozíció számát és a sebességet százaléokban.

"Az értékeket kizárólag a felhasználói kérésből vedd, ne találd ki és ne használj alapértelmezést.

"Adj vissza egy JSON objektumot 'pozíció' és 'sebesség' kulcsokkal, egész szám formátumban."

A fordulatszám és az idő függvényét egy úgy nevezett few-shot learning-el (6) valósítottuk meg.

„Feladat: Egy mozgásnál ismert a teljes hossz (L) és a teljes idő (T) a szükséges idők számítása és azzal való számolás.

A teljes hossz mindig $L = 4 \text{ m}$.

A teljes idő függ a frekvenciától.

- Maximum sebességnél: $T = 40 \text{ s}$

- 25 Hz esetén: $T = 20 \text{ s}$

Számítási szabály:

A sebesség állandó, ezért az idő arányos az úttal.

Idő egy adott aránynál $(p) = p \times T$

Ahol p az út megtett hányada (pl. 1/3, 2/3).

Példa 1: - Teljes hossz: $L = 4 \text{ m}$ - Frekvencia: maximum sebesség - Teljes idő: $T = 40 \text{ s}$ - Számold ki: $t(1/3) = (1/3) \times T$ $t(2/3) = (2/3) \times T$	Példa 2: - Teljes hossz: $L = 4 \text{ m}$ - Frekvencia: 25 Hz - Teljes idő: $T = 20 \text{ s}$ - Számold ki: $t(1/3) = (1/3) \times T$ $t(2/3) = (2/3) \times T$
--	---

Mindig ugyanezt a képletet használd más frekvenciáknál is. „

A fenti két promptot használjuk a modellünkben, ahhoz, hogy az igényünket kielégítse a modell. Megértse a magyar nyelven mondott szavakat, mondatokat, valamint, a hibajelzés esetén is figyelembe vegye a fordulatszám általi időcsökkenésre vagy növekedésre.

A modellen belül alkalmazott promptok szintén magyarul természetes nyelven lettek készítve.

4. A modell tesztelése

A modellt egy csendes helyiségben próbáltuk, külső hanghatás nem érte közben.

Az alkalmazott user promptok és az azokra kapott válaszok, értelmezések.

1.

táblázat

<i>Magyar nyelven mondott prompt</i>	<i>Felismert szöveg</i>	<i>Végrehajtás minősége</i>
Vidd az utolsó pozícióba 40%-os fordulatszámmal	Felismert szöveg: vidd végig 40%-os fordul Register 0 <- 1 Register 11 <- 40 (Sebesség)	A pozíció helyett az végig szót használva nem értelmezte jól a kérést.
Vidd az első pozícióba 22%-al	Felismert szöveg: itt az első pozícióban 22 Register 0 <- 1 Register 11 <- 22 (Sebesség)	A szöveget, amit mondtunk nem jól olvasta, értette, de a feladatot az igényeknek megfelelően hajtotta végre.
Kettes 10%	Felismert szöveg: kettes 10% Register 0 <- 2 Register 12 <- 10 (Sebesség)	A mondott szöveget értette, jól is hajtotta végre.

5. Konklúzió és továbbfejlesztési irányok

A kutatásban bemutatott koncepció igazolta, hogy a nagy nyelvi modellek magyar nyelvi támogatással is hatékonyan alkalmazhatók ipari vezérlési feladatokra. A kísérletek alapján a rendszer képes a felhasználói utasítások értelmezésére és végrehajtására, valamint a tesztkörnyezetben felmerülő hibák kezelésére. A modell rugalmasan adaptálható, a few-shot és one-shot tanulási technikák révén a későbbi felhasználás során előforduló problémák minimalizálhatók.

Ugyanakkor további fejlesztések szükségesek ahhoz, hogy a megoldás ipari környezetben széles körben alkalmazhatóvá váljon.

Lehetséges jövőbeli kutatási és fejlesztési irányok:

1. **Zajos környezet kezelése:** A modell robusztusságának vizsgálata erős ipari zaj és többfelhasználós környezet mellett, például akusztikus zajszűrő algoritmusok integrálásával.
2. **Valós idejű működés optimalizálása:** A feldolgozási késleltetés csökkentése erőforrás-hatékonyabb modellek és hardveres gyorsítás révén.
3. **Biztonsági és megbízhatósági kérdések:** A kritikus ipari környezetekben szükséges hibadetektáló, redundancia- és biztonsági mechanizmusok kidolgozása.
4. **Kiterjesztett nyelvi képességek:** A magyar nyelv mellett más nyelvek bevonása, illetve többnyelvű utasítások vegyes kezelésének vizsgálata.
5. **Komplex vezérlési feladatok támogatása:** Az egyszerű szállítószalagos szimulációt meghaladó, összetett gyártási folyamatok és többgépes vezérlési rendszerek kipróbálása.
6. **Ember-gép együttműködés:** Intuitív, természetes nyelvű dialógusrendszerek fejlesztése, amelyek képesek a felhasználóval többlépéses interakcióra, visszakérdezésre és döntéstámogatásra.

Ezek az irányok hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a nagy nyelvi modellek ne csak kísérleti környezetben, hanem valós ipari rendszerekben is értékes és biztonságos vezérlési eszközként jelenjenek meg.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Orsolya Dörnyé Zábrádi, Szilvia Petzné Tóth *A csetbotok felhasználása a magyar nyelv oktatásában* Filológia.hu 17 December 2024 DOI:10.59648/filologia.2024.1-4.6Corpus ID: 274849693
- [2] Humza Naveed, Asad Ullah Khan, Shi Qiu, Muhammad Saqib, Saeed Anwar, Muhammad Usman, Naveed Akhtarh, Nick Barnes, Ajmal Mian, *A Comprehensive Overview of Large Language Models* 2007. arXiv:2307.06435v10 [cs.CL]
- [3] *Prompting in LLM*, <https://www.promptingguide.ai/introduction/basics> (Utolsó letöltés: 2025.09.11).
- [4] A. Chernyavskiy, D. Ilvovsky, P. Nakov, *Transformers: “the end of history” for natural language processing?* Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases. Research Track: European Conference, ECML PKDD 2021, Bilbao, Spain, September 13–17, 2021, Proceedings, Part III 21, Springer, 2021, pp. 677–693.
- [5] <https://ollama.com/library/llama3.1> ((Utolsó letöltés: 2025.09.11).
- [6] Flood Sung, Yongxin Yang, Li Zhang, T. Xiang, Philip H. S. Torr, Timothy M. Hospedales *Learning to Compare: Relation Network for Few-Shot Learning* IEEE/CVF Conference 16 November 2017 Computer Science arXiv:1711.06025v1 [cs.CV] 16 Nov 2017
- [7] O. Vinyals, C. Blundell, T. Lillicrap, K. Kavukcuoglu, D. Wierstra *Matching Networks for One Shot Learning* Neural Information Processing Systems arXiv:1606.04080v1 [cs.LG] 13 Jun 2016
- [8] Haizi Yu, Igor Mineyev, Lav R. Varshney, James A. Evans *Learning from One and Only One Shot* arXiv:2201.08815v2 [cs.CV] 21 May 2024