



தமிழ்மணம் சர்வதேசத் தமிழ் ஆய்விதழ்

Monthly Peer-Reviewed Open Access Crossref Google Scholar
SJIF Impact Factor 3.5 Multidisciplinary International

Issue DOI: <https://doi.org/10.63300/tm12032026>



Vol. 12 No. 03 (2026): August 2026, p125-140 | Available online: www.tamilmanam.in

Original Research Paper

அல்காரிதம் காலத்தில் தமிழ்: பொறியியல் மாணவர்களுக்கான மொழி கற்பித்தலில் உருவாக்கும் திறன் கொண்ட செயற்கை நுண்ணறிவை ஒருங்கிணைத்தல்

Tamil in the Era of Algorithms: Integrating Generative Artificial Intelligence in Language Teaching
for Engineering Students

முனைவர் நா. சரண்யா,
உதவிப் பேராசிரியர், தமிழ்த்துறை,
வேல்பெட்டி மல்டிபெட்டி டாக்டர் ரங்கராஜன் டாக்டர் சகுந்தலா பொறியியல் கல்லூரி,
சென்னை, ஆவடி 600062.

Dr. N. Saranya 

Assistant Professor, Department of Tamil
Vel Tech Multi Tech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College
Avadi, Chennai – 600062. Email: saranyanagarajan1090@gmail.com

Article history

Received: 20-07-2026

Revised: 25-07-2026

Accepted: 30-07-2026

*Corresponding Author Email:

saranyanagarajan1090@gmail.com

Tel: +919976820128

Abstract: This paper explores how Generative AI can be integrated as a supplementary tool to enhance Tamil language instruction for engineering students, addressing key challenges such as English-medium dominance, uneven student proficiency, a lack of modern learning materials, and low engagement. It examines AI's practical applications across vocabulary, grammar, translation, communication skills, and Technical Tamil, while critically addressing risks like AI hallucinations, linguistic bias, academic integrity, and digital inequality. Ultimately, the study advocates for ethical, outcome-based, and context-sensitive pedagogical frameworks that leverage AI to expand Tamil's presence in technical fields without sacrificing the cultural and intellectual depth of language learning.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Tamil Language Teaching, Engineering Students, Technical Tamil, Natural Language Processing, Digital Pedagogy, Bilingual Education, Computational Linguistics.



Copyright © 2024 by the author(s). Published by Department of Library, Nallamuthu Gounder Mahalingam College, Pollachi. This is an open access article under the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1.0 ஆய்வுச்சுருக்கம்

உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவின் (Generative Artificial Intelligence) அபரிமிதமான வளர்ச்சியானது, உயர்கல்வித் துறையில் குறிப்பாகப் பொறியியல் நிறுவனங்களில் மொழி கற்பித்தல் மற்றும் கற்றல் நடைமுறைகளில் தீவிரமான மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி வருகின்றது. தனிப்பயனாக்கப்பட்ட கற்பித்தல் ஈடுபாடு, உடனுக்குடனான தானியங்கிப் பின்னூட்டம் (Automated Feedback), இருமொழி கற்றல் ஆதரவு, பாடப்பொருள் உருவாக்கம் மற்றும் பன்முறை வழிக் கற்றல் (Multimodal Learning) ஆகிய புதிய சாத்தியக்கூறுகளை இத்தொழில்நுட்பம் வகுப்பறைகளுக்குள் கொண்டுவந்துள்ளது. ஆங்கில வழித் தொழில்நுட்பக் கல்வியின் ஆதிக்கம், மாணவர்களிடையே காணப்படும் சீரற்ற தமிழ் மொழித் திறன் நிலைகள், சூழலுக்கு ஏற்ற நவீனக் கற்றல் பொருட்களின் பற்றாக்குறை மற்றும் பாரம்பரிய கற்பித்தல் முறைகளால் மாணவர்களிடம் ஏற்படும் குறைந்த ஊக்கம் போன்றவை பொறியியல் கல்லூரிகளில் தமிழ் மொழி கற்பித்தல் அடிக்கடி எதிர்கொள்ளும் சில முதன்மையான சவால்களாகும்.

இப்பின்னணியில், செயற்கை நுண்ணறிவை ஆசிரியருக்கு ஒரு மாற்றாகக் கருதாமல், கற்றல் அனுபவத்தைப் பெருக்கும் ஒரு துணைக் கருவியாகக் கொண்டு, பொறியியல் மாணவர்களுக்கான தமிழ் மொழி கற்பித்தலில் உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவை எவ்வாறு பயனுள்ள முறையில் இணைக்கலாம் என்பதை இந்தக் கருத்துக் கட்டுரை ஆராய்கிறது. சொல்லகராதி மேம்பாடு, சூழல் சார்ந்த இலக்கணப் பயிற்சி, வாசிப்புப் புரிதல், தொழில்முறை எழுதுதல், இயந்திர மொழிபெயர்ப்பு, பேச்சுத் திறன், உச்சரிப்புச் சீரமைப்பு, தொழில்நுட்பத் தமிழ் (Technical Tamil), மற்றும் செயல்திட்ட அடிப்படையிலான கற்றல் (Project-Based Learning) ஆகிய தளங்களில் இதன் பயன்பாடுகள் அனைத்தும் ஆழமாக ஆராயப்படுகின்றன.

அதேவேளையில், செயற்கை நுண்ணறிவு அமைப்புகளால் உருவாக்கப்படும் தவறான தகவல்கள் (AI Hallucinations), மொழியியல் சார்புநிலை (Linguistic Bias), பண்பாட்டுப் பிரதிநிதித்துவக் குறைபாடுகள், கல்விசார் நேர்மை (Academic Integrity), தரவுத் தனியுரிமை (Data Privacy), தொழில்நுட்பத்தின் மீதான அதீதச் சார்பு மற்றும் டிஜிட்டல் அணுகல் சமத்துவமின்மை போன்ற முக்கியப் பிரச்சினைகளும் இந்த ஆய்வில்

உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளன. உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவை உள்ளடக்குவதற்கு, விளைவு சார்ந்த (Outcome-Based), அறநெறி சார்ந்த, மற்றும் சூழலுக்கு ஏற்ற கற்பித்தல் முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும் என்று இது பரிந்துரைக்கிறது. மொழி கையகப்படுத்துதலின் தனிப்பட்ட, கலாச்சார, மற்றும் அறிவுசார் அம்சங்களைப் பேணிக்காக்கும் அதே வேளையில், அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத் தகவல்தொடர்புகளில் தமிழின் பங்களிப்பை அதிகரிப்பதற்குச் செயற்கை நுண்ணறிவு உதவ முடியும் என்பதே இதன் முக்கிய வாதமாகும்.

2.0 முக்கியச் சொற்கள்

உருவாக்கும் செயற்கை நுண்ணறிவு, தமிழ் மொழி கற்பித்தல், பொறியியல் மாணவர்கள், தொழில்நுட்பத் தமிழ், இயற்கை மொழி செயலாக்கம், டிஜிட்டல் கற்பித்தல் முறை, இருமொழிக்கல்வி, கணினி மொழியியல்.

3.0 முன்னுரை

செயற்கை நுண்ணறிவின் (Artificial Intelligence) அபரிமிதமான வளர்ச்சி, அறிவு உருவாக்கப்படும், பகிரப்படும் மற்றும் அணுகப்படும் விதங்களை முற்றிலுமாக மாற்றியுள்ளது. உரை, ஒலி, வரைபடங்கள், மொழிபெயர்ப்புகள், சுருக்கங்கள், விளக்கங்கள் மற்றும் ஊடாடும் பதில்களை உருவாக்கும் திறன் கொண்ட 'உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவு' (Generative AI), இத்துறையின் மிக முக்கியமான முன்னேற்றங்களில் ஒன்றாகும். இத்திறன்களின் விளைவாக, பல்வேறு துறைகளிலும் கல்வி கற்பித்தல் முறைகள் மாறத் தொடங்கியுள்ளன. சொற்கள், அர்த்தங்கள், வடிவங்கள், சூழல்கள் மற்றும் ஊடாடல்கள் ஆகியவற்றை இது பயன்படுத்துவதால், மொழிப் பாடக் கல்வியில் இது குறிப்பிடத்தக்க தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. பொறியியல் கல்லூரிகளின் சூழலில், தமிழ் மொழிப் பயிற்சியை மாணவர்களின் கல்விசார் ஆர்வங்கள் மற்றும் தொழில்நுட்பத் தேடல்களுடன் இணைப்பதற்கான வாய்ப்பை இது வழங்குகிறது.

உலகின் மிகத் தொன்மையான, இன்றும் தொடர்ந்து பேசப்படும் செம்மொழிகளில் ஒன்றாகத் தமிழ் தனித்துவமான இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. ஆழமான கலாச்சாரப் பின்னணி, செம்மையான இலக்கண அமைப்பு, வளமான இலக்கிய வரலாறு மற்றும் விரிவடைந்து வரும் நவீனச் சொற்களஞ்சியம் ஆகியவற்றை இது கொண்டுள்ளது. இருப்பினும், பல பொறியியல்

கல்வி நிறுவனங்களில் தமிழ் ஒரு முக்கியமான தொழில்முறை மற்றும் அறிவுசார் தகவல் தொடர்பு கருவியாகக் கருதப்படுவதற்குப் பதிலாக, பெரும்பாலும் ஒரு கூடுதல் பாடமாகவோ அல்லது மதிப்புக்கூட்டுப் பாடமாகவோ மட்டுமே கையாளப்படுகிறது. அண்ணா பல்கலைக்கழகம் தனது 2021 மற்றும் 2025 ஆம் ஆண்டு பாடத்திட்டங்களில் 'தமிழர் மரபு' (GE3152 / UC25H01) மற்றும் 'தமிழரும் தொழில்நுட்பமும்' (GE3252) ஆகிய கட்டாயப் பாடங்களை அறிமுகப்படுத்தியதன் மூலம் இக்குறையைக் களைய முற்பட்டுள்ளது⁹. இத்தகைய இரண்டாம் நிலை முக்கியத்துவத்தால் மாணவர்களின் ஆர்வம் குறையக்கூடும்; குறிப்பாக, தமிழுக்கும் தங்கள் தொழில்நுட்பக் கல்விக்கும் இடையிலான தெளிவான தொடர்பை அவர்கள் உணராதபோது இது நிகழலாம்.

பொறியியல் மாணவர்கள் பொதுவாக அறிவியல் ரீதியான பகுத்தறிவு, சிக்கல்களைத் தீர்த்தல், பரிசோதனை செய்தல், வடிவமைப்பு மற்றும் நடைமுறைப் பயன்பாடு ஆகியவற்றின் மூலமே கற்றுக்கொள்கிறார்கள். மனப்பாடம் செய்தல், பாடப்புத்தக விளக்கங்கள் மற்றும் சூழல் சாராத இலக்கணப் பயிற்சிகளை மட்டுமே பெரிதும் சார்ந்திருக்கும் பாரம்பரிய மொழிப் பாடங்களால் மாணவர்களின் இத்தகைய கற்றல் விருப்பங்களை முழுமையாகப் பூர்த்தி செய்ய முடியாது. ஊடாடும் பணிகள், உருவகப்படுத்தப்பட்ட தகவல் தொடர்பு, தொழில்நுட்ப மொழிபெயர்ப்பு, தானியங்கி பின்னூட்டம் (Feedback), திட்டப்பணிகள் உருவாக்கம் மற்றும் தனிப்பயனாக்கப்பட்ட பயிற்சிகள் ஆகியவற்றை உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவு சாத்தியமாக்குகிறது. இதன் விளைவாக, பொறியியல் கல்விக்கு மிகவும் பொருத்தமான வகையில் தமிழ் மொழிப் பயிற்சியை மறுவடிவமைப்பு செய்ய இது உதவக்கூடும்.

கல்வியில் செயற்கை நுண்ணறிவின் ஒருங்கிணைப்பை, கற்பித்தல் சார்ந்த சிக்கல்களுக்கான ஒரே தீர்வாகக் கருதக்கூடாது. தொழில்நுட்பத்திற்கு நன்மைகள் மற்றும் தீமைகள் ஆகிய இரண்டையும் பெருக்கும் ஆற்றல் உண்டு. விமர்சனப் பார்வையுடன் பயன்படுத்தும்போது அது கற்றலுக்கு உதவக்கூடும்; அதே சமயம், அது மேலோட்டமான எழுத்து நடை, தொழில்நுட்பத்தைச் சார்ந்திருத்தல், தவறான தகவல்கள் மற்றும் மொழியின் தனித்துவத்தை அழித்து ஒரு சீரான (Standardized) வடிவத்திற்குள் முடக்குதல் போன்ற விளைவுகளையும் ஏற்படுத்தலாம். பாரம்பரியக் கற்பித்தல் முறைகளுக்குப் பதிலாகச் செயற்கை நுண்ணறிவு அமைய வேண்டுமா என்பது கேள்வியல்ல; மாறாக, ஆசிரியரின் முக்கியத்துவத்தையும் தமிழின் வளமான கலாச்சாரப் பாரம்பரியத்தையும் தக்கவைத்துக்கொண்டு, மொழித் திறனை

மேம்படுத்தும் வகையில் தொழில்நுட்பத்தை எவ்வாறு பொருத்தமாக இணைக்கலாம் என்பதே முக்கியமானது.

4.0 ஆய்வின் நோக்கங்கள் மற்றும் கருத்தியல் கட்டமைப்பு

4.1 ஆய்வின் நோக்கங்கள்

- பொறியியல் மாணவர்களின் தமிழ் மொழி கற்பித்தலில், உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவின் கற்பித்தல் திறனை ஆராய்வதே இந்தக் கட்டுரையின் முக்கிய நோக்கமாகும்.
- சொல்லகராதி, இலக்கணம், வாசிப்பு, எழுத்து, பேச்சு, மொழிபெயர்ப்பு மற்றும் தொழில்நுட்பத் தொடர்பு ஆகியவற்றில் செயற்கை நுண்ணறிவு உதவக்கூடிய நிஜ உலகப் பயன்பாடுகளை இது தேடுகிறது.
- கல்வியாளர்கள், பாடத்திட்ட வடிவமைப்பாளர்கள் மற்றும் நிறுவனங்கள், செயற்கை நுண்ணறிவின் நெறிமுறை சார்ந்த மற்றும் வெற்றிகரமான ஒருங்கிணைப்பை எவ்வாறு உறுதி செய்யலாம் என்பதை இது ஆராய்கிறது.
- துல்லியம், கல்விசார் நேர்மை, பண்பாட்டுப் பிரதிநிதித்துவம், தனியுரிமை, அணுகல் மற்றும் அதீத சார்புநிலை ஆகியவை கருத்தில் கொள்ளப்படும் பிற முக்கியச் சிக்கல்களாகும்.
- இறுதியாக, பொறியியல் பல்கலைக்கழகங்களின் விளைவு சார்ந்த தமிழ் மொழி கற்பித்தலில் உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவை இணைப்பதற்கான ஒரு கருத்தியல் கட்டமைப்பை இது முன்மொழிகிறது.

4.2 பாடத்திட்ட வடிவமைப்பு மற்றும் கற்றல் மாதிரி

பொறியியல் கல்வியில் உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவை ஒருங்கிணைப்பதற்கு ஒரு மூன்று அடுக்குக் கற்பித்தல் மாதிரி (Three-Tier Pedagogical Model) முன்மொழியப்படுகிறது. இக்கட்டமைப்பானது மாணவர் நிலை, கற்பித்தல் செயலாக்கம் மற்றும் கற்றல் வெளியீடு ஆகிய மூன்றையும் ஒன்றிணைக்கிறது.

கற்றல் அடுக்கு	முதன்மை கூறுகள்	செயற்கை நுண்ணறிவின் பங்கு	எதிர்பார்க்கப்படும் பயன்
உள்ளீட்டு அடுக்கு (Input Layer)	மாணவர் சுயவிவரம், தற்போதைய தமிழ் புலமை நிலை, பொறியியல் துறைசார் விருப்பங்கள் ¹	மாணவரின் திறன் இடைவெளிகளைக் கண்டறிதல் மற்றும் தரவுகளை பகுப்பாய்வு செய்தல் ¹	தனிப்பயனாக்கப்பட்ட கற்றல் பாதை உருவாக்கம் ¹
செயலாக்க அடுக்கு (Processing Layer)	ஊடாடும் பயிற்சிகள், AI Co-Writer துணையுடன் எழுதுதல், குரல்வழி பேச்சுப் பயிற்சி ¹	நிகழ்நேர பின்னூட்டம் வழங்கல், இலக்கணத் திருத்தம், உரையாடல் உருவகப்படுத்துதல் ¹	செயலில் ஈடுபடுதல் மற்றும் பயமின்றிக் கற்றல் ¹
வெளியீட்டு அடுக்கு (Output Layer)	தொழில்நுட்ப அறிக்கை சமர்ப்பித்தல், ஆய்வுக் கட்டுரை தமிழாக்கம், வாய்மொழி விளக்கக்காட்சி ¹	மதிப்பீட்டு உதவிகள், திருத்தப் பரிந்துரைகள், கற்றல் திறனாய்வு ¹	தொழில்முறைத் தமிழ் தகவல் தொடர்புத் திறன் பெறல் ¹

5.0 உருவாக்கமுறை செயற்கை நுண்ணறிவு: தொழில்நுட்ப இயங்குமுறையும் மொழிக் கற்பித்தல் மாற்றமும்

5.1 உருவாக்கமுறை செயற்கை நுண்ணறிவின் தொழில்நுட்ப நுட்பங்கள்

மாறிவரும் மொழி வகுப்பறையும் பரந்த அளவிலான மொழியியல் மற்றும் பன்முகத் தரவுகளில் கண்டறியப்பட்ட வடிவங்களைப் பயன்படுத்தி புதிய பாடப்பொருளை உருவாக்கக்கூடிய செயற்கை நுண்ணறிவு அமைப்புகள் உருவாக்கமுறை செயற்கை

நுண்ணறிவு என அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்புகள் டிரான்ஸ்ஃபார்மர் அல்காரிதம்கள் (Transformer Architectures) மற்றும் ஆழமான கற்றல் (Deep Learning) முறைகளின் அடிப்படையில் இயங்குகின்றன². இந்த அமைப்புகள் உரையாடல்களை உருவாக்குதல், பத்திகளை உருவாக்குதல், கேள்விகளுக்குப் பதிலளித்தல், சிக்கலான தகவல்களை எளிதாக்குதல், மொழிகளுக்கிடையே மொழிபெயர்த்தல், சொற்றொடர்களைத் திருத்துதல் மற்றும் பல்வேறு சிரம நிலைகளுக்கு ஏற்ப விளக்கங்களை வடிவமைத்தல் போன்ற திறன்களைக் கொண்டுள்ளன. தமிழ் கற்பிக்கும்போது, வகுப்பறைக்கு உள்ளேயும் வெளியேயும் பல்வேறு திறன்களை வளர்க்க இந்த அம்சங்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

தனிப்பட்ட கற்றல் உதவியை வழங்கும் உருவாக்கமுறை செயற்கை நுண்ணறிவின் திறன் அதன் முக்கிய நன்மைகளில் ஒன்றாகும். பொறியியல் படிப்புகளில், பல்வேறு அளவிலான தமிழ் புலமை கொண்ட மாணவர்கள் அடிக்கடி காணப்படுகின்றனர். சிலர் சரளமாகப் பேசக்கூடியவர்களாகவும், நல்ல உரையாடல் திறன்களைக் கொண்டவர்களாகவும், ஆனால் முறையான எழுத்துத் திறன் குறைவாகவும் உள்ளனர். மற்றவர்கள் தமிழ் அல்லாத மொழிப் பின்னணியைக் கொண்டவர்களாக இருக்கலாம், மேலும் அவர்கள் அடிப்படை வாக்கிய அமைப்புகள், சொற்களஞ்சியம் மற்றும் உச்சரிப்பைக் கற்க வேண்டியிருக்கலாம். ஒவ்வொரு மாணவரின் திறனுக்கும் ஏற்ப வடிவமைக்கப்பட்ட செயல்பாடுகளையும் விளக்கங்களையும் வழங்கக்கூடிய செயற்கை நுண்ணறிவு அமைப்புகளால், ஒரே வகுப்பிற்குள் வேறுபட்ட கற்றல் சாத்தியமாகிறது.

5.2 தமிழ்க் கணினி மொழியியல் மற்றும் டிஜிட்டல் வளங்களின் பங்களிப்பு

செயற்கை நுண்ணறிவு மாதிரிகள் தமிழ் மொழியில் துல்லியமாகச் செயல்படத் தமிழ்க் கணினி மொழியியல் (Tamil Computational Linguistics) துறையின் பங்களிப்பு அத்தியாவசியமானதாகும்⁸. தமிழ் மொழி ஒரு வளம் குறைந்த மொழியாக (Low-resource Language) வகைப்படுத்தப்பட்டிருந்தாலும், நவீன ஆய்வுகளின் மூலமாக உருவாக்கப்பட்டுள்ள 'நவீன எழுதப்பட்ட தமிழ் மரபுத்தொடர் தரவுத்தளம்' (Modern Written Tamil Treebank - MWTT) மற்றும் 'ஆலமரம் தரவுத்தளம்' (Aalamaram Treebank) போன்ற கட்டமைப்புசார் தரவுத் தொகுப்புகள் அல்காரிதம்களுக்குத் தமிழ் இலக்கணத்தைப் பயிற்றுவிக்க உதவுகின்றன².

மேலும், சொற்களைப் பகுப்பாய்வு செய்யும் 'தமிழ்ச்சொற்பகுப்பி' (Morphological Analyzer), வாக்கிய உறுப்புகளை அடையாளம் காணும் 'சொல் இலக்கண வகைப்பாடு கண்டறிதல்' (POS Tagging), 'சந்திப்பிழை திருத்திகள்', மற்றும் 'ThamizhiUDp' போன்ற சார்புநிலை பகுப்பாய்விகள் (Dependency Parsers) உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவின் தமிழாக்கத் துல்லியத்தை கணிசமாக உயர்த்துகின்றன⁸. இத்தகைய கணிப்பொறி மொழியியல் கருவிகள் வகுப்பறைகளில் மாணவர்களின் தவறான மொழிப் பயன்பாட்டைக் கண்டறிந்து திருத்துவதற்கு உதவுகின்றன⁸.

6.0 சொல்லகராதி, இலக்கணம் மற்றும் வாசிப்புத் திறன் மேம்பாடு

உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவு உதவக்கூடிய ஒரு முக்கியத் துறை சொல்லகராதி கட்டமைப்பாகும். அன்றாடத் தமிழ், கல்விசார் தமிழ், மற்றும் அறிவியல், தொழில்நுட்பம், சமூகம், தொழில்முறைத் தொடர்பு தொடர்பான சொற்கள் அனைத்தும் பொறியியல் மாணவர்களுக்கு அவசியமானவை. செயற்கை நுண்ணறிவால் ஒத்த மற்றும் எதிர் சொற்களை வழங்கவும், கருப்பொருள் சார்ந்த சொல் பட்டியல்களை உருவாக்கவும், அர்த்தங்களைத் தெளிவுபடுத்தவும், வாக்கியங்களில் சொற்களை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பதைக் காட்டவும் முடியும். மேலும், டிஜிட்டல் பாதுகாப்பு, ரோபோட்டிக்ஸ், நீர் மேலாண்மை அல்லது புதுப்பிக்கத்தக்க ஆற்றல் போன்ற தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பொறியியல் தலைப்பை மையமாகக் கொண்ட சுருக்கமான பயிற்சிகளை அது உருவாக்க முடியும்.

சூழலுக்கு ஏற்ற செயற்கை நுண்ணறிவு ஆதரவு செயல்பாடுகள் தமிழ் இலக்கணக் கற்பித்தலை மேம்படுத்தும். சொல் உருவாக்கம், வேற்றுமை உருபுகள், வினை வடிவங்கள், காலம், உடன்பாடு, தொடரியல் மற்றும் வாக்கிய அமைப்புகள் அனைத்தும் தமிழ் இலக்கணத்தில் அடங்கும். ஆசிரியர்கள், வெறும் அருவமான விதிகள் மூலம் இலக்கணத்தைக் கற்பிப்பதற்குப் பதிலாக, பொறியியல் சூழல்கள் தொடர்பான எடுத்துக்காட்டுகளை உருவாக்குமாறு செயற்கை நுண்ணறிவு அமைப்புகளிடம் கேட்கலாம். அதன்பிறகு, ஆசிரியரின் வழிகாட்டுதலுடன், மாணவர்கள் அந்த மாதிரிகளை மதிப்பீடு செய்து, சரிசெய்து, மீண்டும் செய்யலாம்.

தமிழில் புணர்ச்சி விதிகளின் அடிப்படையில் நிலைமொழியும் வருமொழியும் சேரும்போது ஏற்படும் மாற்றங்களை பின்வரும் அல்காரிதம் வழிமுறை வாயிலாகச் செயற்கை நுண்ணறிவு மாணவர்களுக்குப் பயிற்றுவிக்கிறது¹⁰:

நிலைமொழி ஈறு + வருமொழி முதலாக்கம் $\xrightarrow{\text{புணர்ச்சி விதி அல்காரிதம்}}$ **புதிய புன**

தகவமைப்பு உதவி, வாசிப்புப் புரிதலுக்கு உதவக்கூடும். பரிச்சயமில்லாத கலைச்சொற்கள், சிக்கலான கட்டமைப்புகள், செவ்வியல் மரபுத்தொடர்கள் அல்லது பண்பாட்டு குறிப்புகள் ஆகிய அனைத்தையும் தமிழ் இலக்கிய மற்றும் தகவல் நூல்களில் காணலாம். அறிமுகச் சொற்களஞ்சியங்கள், சுருக்கமான தொகுப்புகள், சூழல் சார்ந்த விளக்கங்கள் மற்றும் புரிதல் கேள்விகள் ஆகிய அனைத்தையும் உருவாக்கக்கூடிய செயற்கை நுண்ணறிவால் உருவாக்க முடியும்.

7.0 தொழில்நுட்பத் தமிழ் மற்றும் பொறியியல் தொடர்பு

பொறியியல் பாடத்திட்டங்கள் தொழில்நுட்பத் தமிழுக்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுக்க வேண்டும். பொறியாளர்கள், ஆங்கிலம் பேசும் சிறப்புப் பகுதிகளுக்கு வெளியே உள்ள மக்களுக்குத் தொழில்நுட்பங்கள், பாதுகாப்பு நெறிமுறைகள், பொது உள்கட்டமைப்பு, சுற்றுச்சூழல் கவலைகள் மற்றும் டிஜிட்டல் சேவைகள் பற்றி அடிக்கடி கற்பிக்க வேண்டியுள்ளது. இத்தகைய தகவல்களைத் தமிழில் தெரிவிக்க முடிவது சமூக ரீதியாகவும் தொழில் ரீதியாகவும் நன்மை பயக்கும். சொற்களஞ்சியங்கள், வரையறைகள், அறிவுறுத்தல்கள், பொது விழிப்புணர்வுச் செய்திகள் மற்றும் சுருக்கப்பட்ட தொழில்நுட்ப விளக்கங்கள் ஆகிய அனைத்தையும் உருவாக்கும் செயற்கை நுண்ணறிவின் உதவியுடன் தயாரிக்க முடியும். மாணவர்கள் இயந்திரங்கள், மென்பொருள் நிரல்கள், ஆற்றல் அமைப்புகள், வேளாண் தொழில்நுட்பங்கள் மற்றும் பொது சுகாதார உபகரணங்களைத் தமிழில் தெளிவாக விவரிக்க செயற்கை நுண்ணறிவைப் பயன்படுத்தப் பயிற்சி செய்யலாம்.

அண்ணா பல்கலைக்கழகத்தின் 'தமிழரும் தொழில்நுட்பமும்' (GE3252) பாடத்திட்டத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள சங்ககாலக் கட்டிடக் கலை, சோழர் கால நீர் பாசனத் தொழில்நுட்பங்களான குமிழித்தூம்பு, கப்பல் கட்டும் கலை மற்றும் நெசவுத் தொழில்நுட்பம்

போன்ற வரலாற்றுக் கருத்துகளை நவீனப் பொறியியல் அறிவியலுடன் இணைத்து விளக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவு சிறந்த துணையாகச் செயல்படுகிறது¹.

உருவாக்கும் செயற்கை நுண்ணறிவின் மூலம் விளக்கக்காட்சித் திறன்களையும் மேம்படுத்த முடியும். செயற்கை நுண்ணறிவு, காலநிலை மாற்றம், இணையப் பாதுகாப்பு, புதுப்பிக்கத்தக்க ஆற்றல், ஸ்மார்ட் நகரங்கள், பொறியியல் நெறிமுறைகள் மற்றும் நிலையான வளர்ச்சி குறித்த விளக்கக்காட்சிகளை மாணவர்கள் தமிழில் வழங்க உதவ முடியும். செயற்கை நுண்ணறிவுக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தி, அவர்கள் கேள்விகளை முன்கூட்டியே கணிக்கவும், சொற்களஞ்சியத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கவும், கருத்துக்களை ஒழுங்கமைக்கவும் மற்றும் உரையாடல் மாற்றங்களை மேம்படுத்தவும் முடியும். இருப்பினும், உண்மையான புரிதலை வெளிப்படுத்த, மாணவர் இறுதி விளக்கக்காட்சியை வழங்கி, அதை முன்வைத்து வாதிட வேண்டும்.

8.0 வழக்கு ஆய்வுகள், நிஜ உலகத் தரவுப் பகுப்பாய்வு மற்றும் ஆய்வின் முடிவுகள்

8.1 வழக்கு ஆய்வு 1: தமிழ் கோ-ரைட்டர் (Tamil Co-Writer) மற்றும் மனித-AI கூட்டு எழுத்துப் பயிற்சி

திறந்த மூல GPT-2 மாதிரியை அடிப்படையாகக் கொண்டு குறைந்த வள மொழியான தமிழுக்காக உருவாக்கப்பட்ட 'தமிழ் கோ-ரைட்டர்' (Tamil Co-Writer) என்ற கருவி, பொறியியல் மாணவர்களின் தொழில்முறை எழுத்துத் திறனை எவ்வாறு மேம்படுத்துகிறது என்பது சோதிக்கப்பட்டது². இக்கருவி தானியங்கி பேச்சு உணரி (Automatic Speech Recognition - ASR) வசதியையும், மாணவர்களின் விசைப்பலகை இயக்கம் மற்றும் AI உடனான கூட்டு உருவாக்கப் பங்களிப்பைக் கணிக்கும் 'CoAuthorViz' என்ற காட்சிப்படுத்தல் வரைபடத்தையும் உள்ளடக்கியது².

ஆய்வின் முடிவில், இத்தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்திய மாணவர்கள் சிக்கலான தொழில்நுட்பக் கருத்துகளைத் தமிழில் எழுதுவதில் 40% கூடுதல் வேகத்தையும், வாக்கிய அமைப்பில் மிக அதிகத் துல்லியத்தையும் வெளிப்படுத்தினர்². மேலும், சுய கற்றல் வரைபடங்கள் மூலம் மாணவர்கள் தங்கள் AI சார்புநிலையைத் தாங்களே உணர்ந்து திருத்திக் கொள்ள இது உதவியது².

8.2 வழக்கு ஆய்வு 2: அண்ணா பல்கலைக்கழகக் கட்டாயத் தமிழ் பாடத்திட்ட ஒருங்கிணைப்பு

அண்ணா பல்கலைக்கழகத்தின் 2021 மற்றும் 2025 ஆம் ஆண்டு பாடத்திட்ட நெறிமுறைகளின்படி B.E./B.Tech மாணவர்களுக்கு 'தமிழர் மரபு' மற்றும் 'தமிழரும் தொழில்நுட்பமும்' ஆகிய பாடங்கள் கட்டாயமாக்கப்பட்டுள்ளன⁹. இப்பாடங்களில் பாரம்பரிய முறையில் வெறும் உரைகளைச் வாசிப்பதற்குப் பதிலாக, GenAI கருவிகளைப் பயன்படுத்தி மாணவர்கள் பழங்காலத் தமிழ் தொழில்நுட்பங்களை (எ.கா. சோழர்களின் கல்லணை, மாமல்லபுர சிற்பக்கலை) நவீனப் பொறியியல் பகுப்பாய்வுகளாகத் தமிழில் மாற்றித் திட்டப்பணிகளை (Projects) உருவாக்கினர்⁶.

8.3 புள்ளிவிவர பகுப்பாய்வு மற்றும் சோதனை முடிவுகள்

செயற்கை நுண்ணறிவு சார்ந்த கற்பித்தல் மற்றும் செயல்திட்ட அடிப்படையிலான கற்றல் (Project-Based Learning - PBL) முறையின் செயல்திறனை மதிப்பிட, மாணவர்களின் கற்றல் அடைவுப் பெருக்கம் (Normalized Learning Gain - g) கணக்கிடப்பட்டது⁶.

$$g = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{100 - S_{\text{pre}}}$$

இங்கு S_{pre} என்பது சோதனைக் கட்டத்திற்கு முந்தைய மதிப்பெண்ணையும், S_{post} என்பது சோதனைக் கட்டத்திற்குப் பிந்தைய மதிப்பெண்ணையும் குறிக்கிறது.

மேலும், ஆசிரியர்கள் மற்றும் மாணவர்களிடையே AI தொழில்நுட்ப ஏற்பு நிலையை (AI Acceptance) மதிப்பிடத் தொடர் இடைநிலை மாதிரி (Serial Mediation Model) சமன்பாடு பயன்படுத்தப்பட்டது³:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 M_1 + \beta_3 M_2 + \epsilon$$

இங்கு Y என்பது AI ஏற்பு நிலையையும், X என்பது சமூகச் செல்வாக்கையும் (Social Influence), M_1, M_2 ஆகியவை முறையே பயன்பாட்டு எளிமை மற்றும் ஆசிரியர்களின் சுய செயல்திறனையும் (Self-Efficacy) குறிக்கின்றன³.

பகுப்பாய்வு அளவுகோல்	கட்டுப்பாட்டுக் குழு (பாரம்பரிய முறை)	சோதனைக் குழு (GenAI + PBL முறை)	புள்ளிவிவர முக்கியத்துவம் / தொடர்பு நிலை (r / t -மதிப்பு)
மொழிப் படைப்பாற்றல் வளர்ச்சி	52.4%	86.8%	$t = 21.553, p < $ (மிக அதிக வளர்ச்சி) ⁶
தொழில்நுட்பத் தமிழ் வளர்ச்சி	48.1%	8.5%	$t = 17.462, p < $ (குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம்) ⁶
சமூகச் செல்வாக்கு vs AI ஏற்பு	-	-	$r = 0.59, p < $ (உயர் நேர்மறைத் தொடர்பு) ³
பயன்பாட்டு எளிமை vs AI ஏற்பு	-	-	$r = 0.46, p < $ (மிதமான தொடர்பு) ³
உணரப்பட்ட பயன் vs AI ஏற்பு	-	-	$r = 0.53, p < $ (நேர்மறைத் தொடர்பு) ³
திறந்த புத்தக மதிப்பீட்டுச் சார்பு	26.25% (மேற்பார்வை தேர்வு)	78.75% (திறந்த புத்தக தேர்வு)	3 மடங்கு பயன்பாட்டு உயர்வு ¹⁷

ஆராய்ச்சி முடிவுகள், GenAI அடிப்படையிலான கற்பித்தல் முறையானது மாணவர்களின் மொழி ஆக்கத்திறன் மற்றும் தொழில்நுட்பத் தமிழ் தொடர்பில் கணிசமான புள்ளிவிவர ரீதியான முன்னேற்றத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளது என்பதை உறுதிப்படுத்துகின்றன³.

9.0 அறநெறிப் பிரச்சினைகள், சவால்கள் மற்றும் நிறுவனங்களின் பங்கு

உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவை அமைப்பில் சேர்ப்பது பல சவால்களையும் நெறிமுறை வினாக்களையும் எழுப்புகிறது. தவறான செயற்கை நுண்ணறிவு வெளியீடு (AI Hallucinations), மொழியியல் சார்பு (Linguistic Bias), பண்பாட்டுப் பிரதிநிதித்துவக் குறைபாடுகள், கல்விசார் நேர்மை (Academic Integrity), தனியுரிமை (Data Privacy), அதீதச் சார்பு, சமமற்ற அணுகல் (Digital Divide) மற்றும் ஆசிரியர்களுக்கான செயற்கை நுண்ணறிவு எழுத்தறிவின் தேவை போன்ற முக்கியப் பிரச்சினைகள் கவனிக்கப்பட வேண்டும்.

செயற்கை நுண்ணறிவு மாதிரிகள் பல சமயங்களில் இலக்கண ரீதியாகச் சரியாகவும் ஆனால் வரலாற்று அல்லது பண்பாட்டு ரீதியாகத் தவறான தகவல்களை உருவாக்கக்கூடும். மேலும், மாணவர் தயாரிக்கும் திட்டப்பணிகள் மற்றும் கட்டுரைகளில் AI-ன் ஆதிக்கம் அதிகரிக்கும் போது சுய சிந்தனை மற்றும் படைப்பாற்றல் குறையும் அபாயம் உள்ளது. மாணவர்களின் தரவுகள் பதிவு செய்யப்பட்டு அல்காரிதம் பயிற்சிகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுவதால் தனியுரிமை மீறல் அச்சங்களும் எழுகின்றன.

இச்சவால்களை எதிர்கொள்ளக் கல்வி நிறுவனங்கள் பாடத்திட்ட ஆதரவு, தொழில்முறை மேம்பாடு, நியாயமான அணுகல் மற்றும் தெளிவான கொள்கைகளை வழங்க வேண்டும். செயற்கை நுண்ணறிவை அறநெறிப் பொறுப்பு மற்றும் கற்பித்தல் தெளிவுடன் இணைக்கும்போது மட்டுமே நன்மைகளை அடைய முடியும். ஆசிரியர்கள் வழிகாட்டிகளாகவும், எளிதாக்குபவர்களாகவும், மதிப்பீட்டாளர்களாகவும், பண்பாட்டு மொழிபெயர்ப்பாளர்களாகவும் தொடர்ந்து முக்கியப் பங்காற்ற வேண்டும். மாணவர்கள் செயலற்ற சார்புநிலையைத் தவிர்க்கவும், செயற்கை நுண்ணறிவின் உதவியைப் பாராட்டவும், தங்கள் தனியுரிமையைப் பாதுகாக்கவும், உண்மைகளைச் சரிபார்க்கவும் கற்பிக்கப்பட வேண்டும்.

10.0 முடிவுரை

உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவின் உதவியால், பொறியியல் மாணவர்களுக்கான தமிழ் மொழி கற்பித்தலுக்குப் புத்துயிர் அளிக்க குறிப்பிடத்தக்க வாய்ப்புகள் உள்ளன. இது தொழில்நுட்பத் தமிழை அதிகரிக்கவும், செயல்திட்ட அடிப்படையிலான படைப்பாற்றலை

ஊக்குவிக்கவும், வாசிப்பு மற்றும் எழுத்துத் திறனை மேம்படுத்தவும், சொல்லகராதி மற்றும் இலக்கணத்திற்கு உதவவும், இருமொழி உரையாடலை எளிதாக்கவும், கற்றலைத் தனிப்பயனாக்கவும் முடியும். மேலும், இது வகுப்பறைக்கு வெளியே பேச்சுப் பயிற்சி, உடனடிப் பின்னூட்டம் மற்றும் சுய வழிகாட்டல் கற்றலுக்கான வாய்ப்புகளையும் வழங்குகிறது.

நெறிமுறைகளின் (Algorithms) இந்த யுகத்தில், தமிழ் வெறும் இயந்திரங்களால் மட்டும் உருவாக்கப்படக்கூடாது. தொழில்நுட்பம் என்பது மொழியை வெறும் கணிப்புகளுக்குள் சுருக்குவதல்ல, மாறாக அர்த்தமுள்ள மனித வெளிப்பாட்டிற்கான சாத்தியக்கூறுகளை அதிகரிப்பதற்காகவே உள்ளது. உருவாக்கச் செயற்கை நுண்ணறிவை விமர்சனப்பூர்வமாகவும் ஆக்கப்பூர்வமாகவும் பயன்படுத்தும்போது, பொறியியல் மாணவர்களால் தமிழை இலக்கியம், அடையாளம், அறிவியல், தொழில்நுட்பம், தொழில்முறைத் தொடர்பு மற்றும் பொது அறிவு ஆகியவற்றின் மொழியாக அங்கீகரிக்க முடியும். இத்தகைய ஒருங்கிணைப்பின் மூலம் மாணவர்களின் எண்ணிமத் திறனையும் கலாச்சார நம்பிக்கையையும் வலுப்படுத்துவதன் மூலம், பன்மொழித் தொழில்நுட்ப எதிர்காலத்தில் பொறுப்புடன் ஈடுபடுவதற்கு அவர்களைச் சிறப்பாகத் தயார்படுத்திக்கொள்ள முடியும்.

1.0 ஆசிரியர் அறிவிப்பு கூற்று: நலன்களின் முரண்பாட்டின்மை (Conflict of Interest Statement)

இந்த ஆய்வுக் கட்டுரையின் ஆசிரியர், ஆய்வு வடிவமைப்பு, தரவுச் சேகரிப்பு, பகுப்பாய்வு, முடிவுகளை முடிவெடுத்தல் அல்லது கட்டுரையை எழுதுதல் ஆகியவற்றில் எவ்வித நிதி சார்ந்த, தொழில்முறை சார்ந்த அல்லது தனிப்பட்ட நலன்களின் முரண்பாடுகளும் (No Conflict of Interest) இல்லை என்று இதன் மூலம் அதிகாரப்பூர்வமாக அறிவிக்கிறார். இந்த ஆய்வு முழுக்கவும் கல்விசார் வளர்ச்சி மற்றும் மொழி கற்பித்தல் மேம்பாட்டு நோக்கத்திற்காக மட்டுமே சுயாதீனமாக மேற்கொள்ளப்பட்டது.

12.0 மேற்கோள்கள் (References List in MLA 9th Edition)

- [1]. வெங்கடேசன், ச. தமிழ் கணினிப் பயன்பாடும் டிஜிட்டல் மொழி நடைமுறைகளும். தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு, 2020.
- [2]. யுனெஸ்கோ. செயற்கை நுண்ணறிவின் அறநெறி குறித்த பரிந்துரை. யுனெஸ்கோ, 202.
- [3]. யுனெஸ்கோ. கல்வி மற்றும் ஆராய்ச்சியில் உருவாக்கும் செயற்கை நுண்ணறிவுக்கான வழிகாட்டுதல்கள். யுனெஸ்கோ, 2023.
- [4]. பேக்கர், காலின். இருமொழிக்கல்வி மற்றும் இருமொழித்தன்மையின் அடிப்படைகள். மல்டிவிங்குவல் மேட்டர்ஸ், 201.
- [5]. ஹோம்ஸ், வெய்ன், மாயா பியாலிக், மற்றும் சார்லஸ் ஃபாடெல். கல்வியில் செயற்கை நுண்ணறிவு: கற்பித்தல் மற்றும் கற்றலுக்கான வாக்குறுதிகள் மற்றும் தாக்கங்கள். சென்ட்ரல் ஃபார் கரிகுலம் ரீடிசன், 2019.
- [6]. லக்கின், ரோஸ், மற்றும் பலர். இன்டெலிஜென்ஸ் அன்லீஷ்ட்: கல்வியில் செயற்கை நுண்ணறிவுக்கான ஒரு வாதம். பியர்சன், 2016.
- [7]. பிள்ளை, கே. கே. தமிழர் வரலாறும் பண்பாடும். தமிழ்நாடு பாடநூல் மற்றும் கல்வியியல் பணிகள் கழகம், 2018.
- [8]. சுப்பிரமணியன், ச. வே., மற்றும் கே. டி. திருநாவுக்கரசு. தமிழரின் வரலாற்று மரபு. உலகத் தமிழாராய்ச்சி நிறுவனம், 2015.

Works cited

1. ff-295c854b19dd94b885ded949a30cdf32-ff-அல்காரிதம்-காலத்தில்-தமிழ்.docx
2. Tamil Co-Writer: Towards inclusive use of generative AI for writing support - CEUR-WS.org, <https://ceur-ws.org/Vol-3667/GenAILA-paper9.pdf>
3. Artificial Intelligence Tools in Tamil Language Teaching and Learning - ResearchGate, https://www.researchgate.net/publication/403399613_Artificial_Intelligence_Tools_in_Tamil_Language_Teaching_and_Learning
4. Best Gen AI Course in Tamil - Digital Saravanan, <https://digitalsaravanan.com/best-gen-ai-course-in-tamil/>
5. Lifelike robot called 'Sally' was going to teach in US school. It's not as weird as it sounds, <https://www.hindustantimes.com/world-news/us-news/lifelike-robot-called-sally-was-going-to-teach-in-us-school-it-s-not-as-weird-as-it-sounds-10178538238291.html>
6. Project-based language learning: impact among engineering college students in rural south Tamil Nadu, India - Frontiers, <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2026.1838734/full>
7. India, where AI discovers contexts, <https://m.economictimes.com/opinion/et-commentary/india-where-ai-discovers-contexts/articleshow/13255303.cms>
8. [Literature Review] Building Tamil Treebanks - Moonlight, <https://www.themoonlight.io/en/review/building-tamil-treebanks>

9. GE3152 Heritage of Tamils Syllabus - Anna University - LearnSkart, <https://learnskart.in/syllabus/it/ge3152-heritage-of-tamils/>
10. Organized by Tamil University, Thanjavur, Tamilnadu, India Periyar Maniyammai Institute of Science and Technology, Thanjavur, Ta - INFITT Page, <https://uttamam.org/papers/tic2022.pdf>
11. Tamil QP With Ans | PDF - Scribd, <https://www.scribd.com/document/864935805/Tamil-Qp-With-Ans-1>
12. GE3152: Heritage of Tamils syllabus for EIE 2021 regulation - All About Anna University, <https://www.inspireignite.com/anna-university/ge3152-heritage-of-tamils-syllabus-for-eie-2021-regulation/>
13. Mandatory Tamil culture & heritage courses for BTech students at Anna University - Shiksha, <https://www.shiksha.com/news/engineering-mandatory-tamil-culture-heritage-courses-for-btech-students-at-anna-university-blogId-100461>
14. GE3252: Tamils and Technology syllabus for FT 2021 regulation - All About Anna University, <https://www.inspireignite.com/anna-university/ge3252-tamils-and-technology-syllabus-for-ft-2021-regulation/>
15. Regulations: 2025 - ANNA UNIVERSITY, CHENNAI, https://cac.annauniv.edu/aidetails/afug_2025_fu/CSIE/B.Tech.%20IT%20.pdf
16. ANNA UNIVERSITY, CHENNAI NON-AUTONOMOUS COLLEGES AFFILIATED TO ANNA UNIVERSITY REGULATIONS 2021 CHOICE BASED CREDIT SYSTEM PROGR, https://cac.annauniv.edu/aidetails/afug_2021_fu/Revised/Mech/B.E.IEM.pdf
17. A Formative Assessment Approach to Examine Cognitive and Attitudinal Effects of AI-based LLM Use among Undergraduate Engineering Students, <https://journaleet.in/index.php/jeet/article/view/3664>
18. Engineering students to be taught courses on Tamil heritage, culture, <https://www.newindianexpress.com/states/tamil-nadu/2022/Aug/24/engineering-students-to-be-taught-courses-on-tamil-heritage-culture-2490748.html>
19. Tamil Language Education Innovations | PDF - Scribd, <https://fr.scribd.com/doc/125484785/Tamil-Internet-Conf-143457a>
20. Modern Tamil computational grammatical terms for sentence making in NLP, <http://www.ijer.in/3.3.15/695-697%20Dr.K.NIRMALA.pdf>
21. தமிழ்நாடு மத்தியப் பல்கலைக்கழகம் திருவாரூர் - 61, https://cutn.ac.in/wp-content/uploads/2022/08/Dept_of_Tamil_SYLLABUS_-16082022.pdf
22. (PDF) WHITE PAPER ON TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF TAMIL - Academia.edu, https://www.academia.edu/38021834/WHITE_PAPER_ON_TECHNOLOGICAL_DEVELOPMENT_OF_TAMIL
23. Humanoid robot 'Sally' set for classroom trial before privacy concerns halt project, <https://www.hindustantimes.com/world-news/humanoid-robot-sally-set-for-classroom-trial-before-privacy-concerns-halt-project-101785386637604.html>