



6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο
Ψηφιοποίησης Πολιτιστικής
Κληρονομιάς - EUROMED

6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψηφιοποίησης Πολιτιστικής Κληρονομιάς 2025 (6th Pan-Hellenic Conference on Digital Cultural Heritage-EuroMed 2025)

Μηχανική Πολιτιστικών Μεταδεδομένων και Γράφων Γνώσης στην νέα εποχή της συνεργασίας Ανθρώπου και Τεχνητής Νοημοσύνης

Αναπλ. Καθ. Κωνσταντίνος Κώτης

Πανεπιστήμιο Αιγαίου - Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας
Εργαστήριο Ευφυών Συστημάτων (i-Lab) – ομάδα Semantic Web of Things

<https://i-lab.aegean.gr/swot/>



UNIVERSITY OF THE AEGEAN

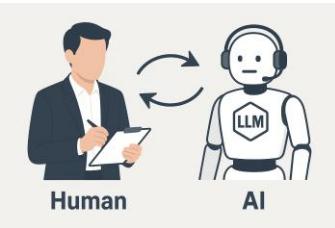
Email: kotis@aegean.gr

SWoT group
intelligent systems lab



Intelligent Systems
research lab

Αθήνα, 20-22 Νοεμβρίου 2025



Η νέα εποχή Ανθρώπου-ΤΝ

Από την αυτοματοποίηση στη συνεργασία: η ΤΝ ως **συνεργάτης**

Ο άνθρωπος και η ΤΝ

- **Συν-δημιουργούν** πολιτιστικό περιεχόμενο και αφηγήσεις.
- **Συν-σχεδιάζουν** τα μοντέλα δεδομένων, οντολογίες, γράφους γνώσης.
- **Συν-ερμηνεύουν:** η ΤΝ προτείνει συσχετίσεις, ο άνθρωπος φιλτράρει, κρίνει, δίνει νόημα.
- **Κρίσιμο:** η ανθρώπινη εποπτεία διασφαλίζει αυθεντικότητα, αξίες, ηθική & πολιτισμικό πλαίσιο.

The infographic features a dark blue background with white text and icons. At the top, it reads "Human-AI synergy in the era of LLMs". Below this, there are two stylized human head profiles facing each other, with glowing blue lines connecting them, symbolizing collaboration. To the left is a blue square containing the text "LLMs". To the right is a blue hexagonal grid labeled "KG". A double-headed arrow connects the "LLMs" box to the "KG" grid. Below this, the text "in the realm of Culture" is written. At the bottom, three examples of human-AI collaboration are listed: "Authors craft novel plots", "Musicians generate new melodies", and "Designers explore aesthetic possibilities".

Human-AI synergy
in the era of LLMs

LLMs

KG

in the realm of
Culture

Authors craft novel plots
Musicians generate new melodies
Designers explore aesthetic possibilities

Πολιτιστικά Μεταδεδομένα

- Μεταδεδομένα = **δεδομένα για τα δεδομένα** – περιγράφουν, εξηγούν, εντοπίζουν ή καθιστούν ευκολότερη την ανάκτηση και χρήση πολιτιστικών δεδομένων (πόρων).
- Ένα **έργο τέχνης** περιγράφεται με στοιχεία όπως δημιουργός, ημερομηνία, υλικό, τόπος και θεματολογία.
- Η ποιότητα των μεταδεδομένων καθορίζει την αξία της **αναζήτησης**, της **διασύνδεσης** και της **επαναχρησιμοποίησης** των πολιτιστικών δεδομένων.

Σταμνοειδές αγγείο

URI: <https://www.searchculture.gr/aggregator/edm/mnam/000150-213716>

RDF/XML JSON-LD



φορέας



Υπουργείο Πολιτισμού - Διεύθυνση Διαχείρισης
Εθνικού Αρχείου Μνημείων

συλλογή

Εθνικό Αρχείο Μνημείων - Ψηφιακές Συλλογές
Κοντράν Μνημείων (KM)



Τίτλος Σταμνοειδές αγγείο (EL)
Stamnoid vase (EN)

Περιγραφή

Φορέας προστασίας: Εφορεία Αρχαιοτήτων Λάρισας (EL)
Σταμνοειδές αγγείο. Συγκολλήμενό από πολλά όστρακα. Συμπληρωμένο σε μικρά τμήματα του σύμπατος. Ελάττες ως τρος τύμβου του ώμου και του ρείους. Η μία λαρῆ δεν έχει συγκολληθεί. Χειλός καθέτο, στην αυγή του γυανίστει και κλίνει έναντος τα έξω. Λαρές οριζόντιες, κυκλικής τομής, αναστροφικές. Σώμα σφαιρικό, χωρίς βάση. Έντονα αναρρόφημα μελανόν και πρατηκαλέσθυμφο γάνυμα καλύπτει το χείλος και τον ώμο. Τις ράχες των λαρών κοβώνει επίσης καλύπτει μία φαρδιά ζώνη το μέσον του σύμπατος. (EL)

Archaeological Service / Museum: Ephorate of Antiquities of Larisa (EN)

Τύπος Αγγείο σταμνοειδές (EL)
Αρχαιολογικό αντικέιμενο (EL)
Stamnoid vase (EN)

Τρισδιάστατα Αντικέίμενα και Έργα Τέχνης

Αρχαιολογικό αντικέιμενο (EL)

Τρισδιάστατα Αντικέίμενα και Έργα Τέχνης ► Εκπόσιος

Άγγειο (EL)

Υλικό Πηλός καστανός (EL)
Brown clay (EN)

Γεωγραφική καλύψη Ομάδα, Θέση Φύλλα - Γιανόλα / Έργο ΠΑΘΕ Μαλακάς - Κλεδά Χ.Θ. 11+450 (EL)
Ευρύτερη ► Ελλάδα ► Περιφέρεια Θεσσαλίας ► Νομός Λάρισας
Ομάδα Οικισμός

<https://www.searchculture.gr/aggregator/edm/mnam/000150-213716>



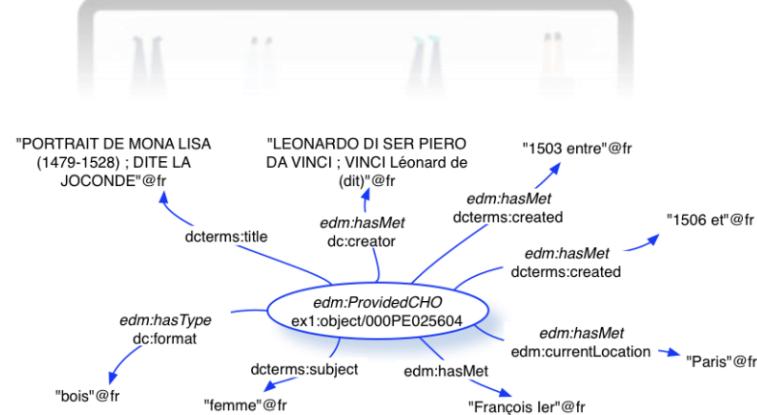
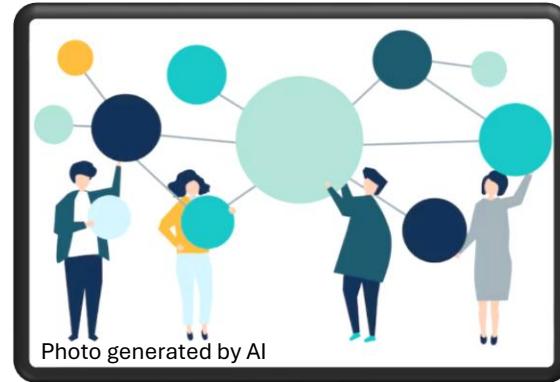
Οντολογία

- Οντολογία = **ΤΥΠΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ** εννοιών, ιδιοτήτων και σχέσεων σε έναν τομέα/πεδίο ενδιαφέροντος.
- Κάνει τη γνώση **διομημένη, σαφή και κοινόχρηστη** για ανθρώπους & μηχανές.
- Επιτρέπει **ενοποίηση δεδομένων και εξαγωγή νέας γνώσης** για μουσεία, αρχεία, βιβλιοθήκες...
- Παράδειγμα στον πολιτισμό:

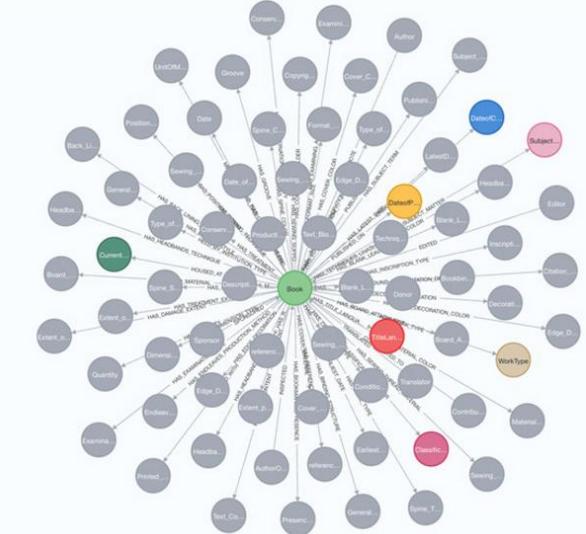
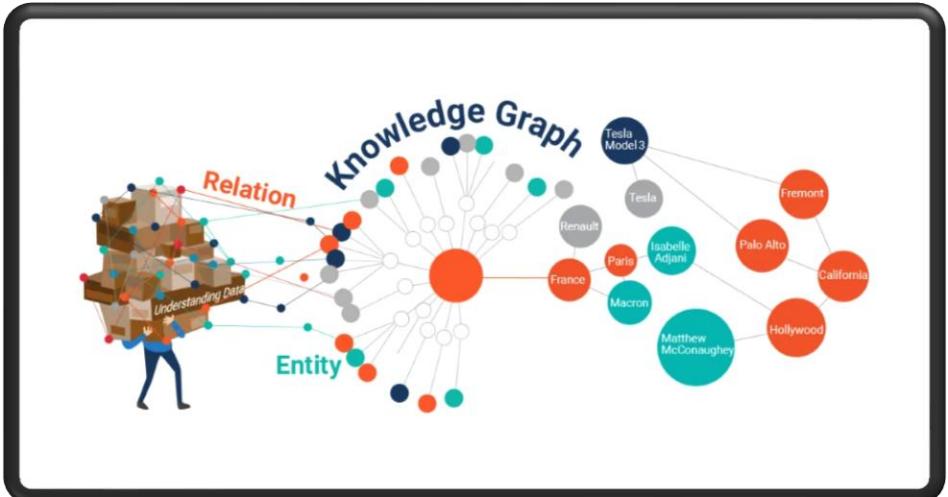
CIDOC-CRM – ενιαία «γλώσσα» για πολιτιστικά γεγονότα, έργα, φορείς.

European Data Model (EDM) – πλαίσιο διαλειτουργικότητας περιγραφών τεκμηρίων εκατοντάδων πολιτιστικών ιδρυμάτων.

- **Κλειδί:** χωρίς οντολογίες, η TN δεν “καταλαβαίνει” πραγματικά το πολιτιστικό πλαίσιο.



Γράφος Γνώσης



- Οι Γράφοι Γνώσης (Knowledge Graphs) είναι **δομές που συνδέουν οντότητες** μέσω σχέσεων. Απεικονίζουν τη γνώση ως δίκτυο κόμβων και συνδέσμων.
 - Κάθε κόμβος = **οντότητα** (αντικείμενο, πρόσωπο, τόπος, γεγονός,...).
 - Κάθε ακμή = **σημασιολογική σχέση** (δημιουργήθηκε από, ανήκει σε, εκτέθηκε σε κ.λπ.).
 - Επιτρέπει **πολυδιάστατες ερωτήσεις**:
 - “Δείξε μου όλα τα έργα που...”,
 - “Σύνδεσε τεχνικές, τεχνίτες, εργαστήρια, τόπους...”.

Ενδεικτικά Σχετικά 'Έργα

- **SearchCulture.gr** - Ενιαία πρόσβαση σε ψηφιακές συλλογές ελληνικών φορέων:
 - Χρήση κοινών σχημάτων & οντολογιών → ομοιογενή, ανιχνεύσιμη μέσω ευρετηρίου πληροφορία.
- **Europeana** - Πανευρωπαϊκό οικοσύστημα πολιτιστικών δεδομένων:
 - EDM ως κοινή “γλώσσα” → διαλειτουργικότητα, συνδέσεις μεταξύ χιλιάδων ιδρυμάτων και εκατομ. αντικειμένων.
- **ECHOES** - Παράδειγμα σημασιολογικά εμπλουτισμένων πολιτιστικών δεδομένων:
 - Γράφοι γνώσης για τόπους, γεγονότα, τεκμήρια → πολυεπίπεδες αφηγήσεις.
- **Κοινός παρονομαστής:** οντολογίες & KGs κάνουν τη γνώση επαναχρησιμοποιήσιμη, συνδεδεμένη, κατανοητή ΚΑΙ από τις μηχανές



Γλωσσικά Μοντέλα (LLMs/SLM)

- Μαθαίνουν από μεγάλα σώματα κειμένων και **παράγουν φυσική γλώσσα**.
- Υποστηρίζουν **αυτόματες/ημι-αυτόματες περιγραφές** αντικειμένων & συλλογών.
- Προτείνουν **εννοιολογικές συσχετίσεις** (θέματα, πρόσωπα, τόποι, γεγονότα,...).
- Βοηθούν σε **ταξινομήσεις & προτάσεις θεματικών όρων** σύμφωνα με υπάρχοντα λεξιλόγια.
- Όταν “συνδέονται” με οντολογίες & γράφους γνώσης, γίνονται **συνεργάτες επιμέλειας της ανάπτυξής τους**, όχι μόνο εργαλεία παραγωγής κειμένου.



ChatGPT



Gemini



Μηχανική Πολιτιστικών Μεταδεδομένων

- **Σχεδιασμός, βελτιστοποίηση & ευθυγράμμιση σχημάτων τεκμηρίωσης** (πεδία, κανόνες, λεξιλόγια).
- Τα LLMs υποστηρίζουν:
 - αυτόματη πρόταση **λέξεων-κλειδιών, θεματικών όρων & ονομάτων**
 - **έλεγχο συνέπειας** (ονόματα, ημερομηνίες, τοποθεσίες, μορφές εγγραφών)
 - εντοπισμό ελλιπών ή αντιφατικών μεταδεδομένων.
- Ο/η επιμελητής/τρια παραμένει ο/η **τελικός κριτής**: επικυρώνει, διορθώνει, εμπλουτίζει.

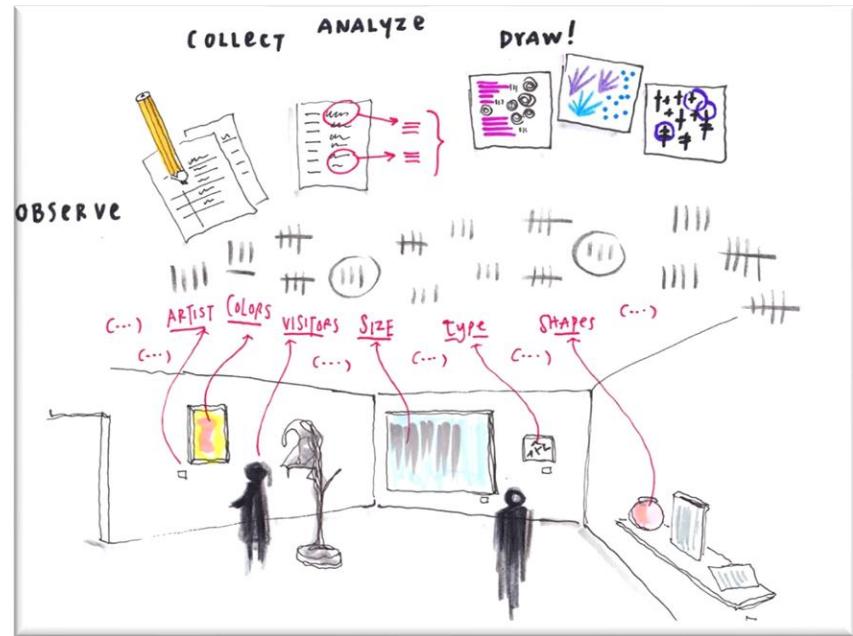


Photo generated by AI

Συνεργατική Μηχανική Οντολογιών

- Από αμιγώς **human-centered** σε **LLM-centered / hybrid ontology engineering**.
- **Το LLM προτείνει:** κλάσεις, ιδιότητες, ιεραρχίες, παραδείγματα κανόνων....
- Ο άνθρωπος **φιλτράρει, αξιολογεί, εξηγεί το πλαίσιο** και απορρίπτει ό,τι είναι άστοχο ή προκατειλημένο.
- **Επιτάχυνση:** από μήνες σε μέρες/ώρες για το πρώτο λειτουργικό μοντέλο.
- **Διασφάλιση ποιότητας:** ενσωμάτωση **προτύπων (CIDOC CRM, EDM)** και domain expertise.
- **Κλειδί:** η συνεργασία δεν είναι “black box”, αλλά **διαφανής, τεκμηριωμένη διαδικασία συν-σχεδιασμού**.
- Παράδειγμα: **From Human- to LLM-Centred Collaborative Ontology Engineering** του εργαστηρίου i-Lab



Photo generated by AI

Η Εξέλιξη της TN στον Πολιτισμό

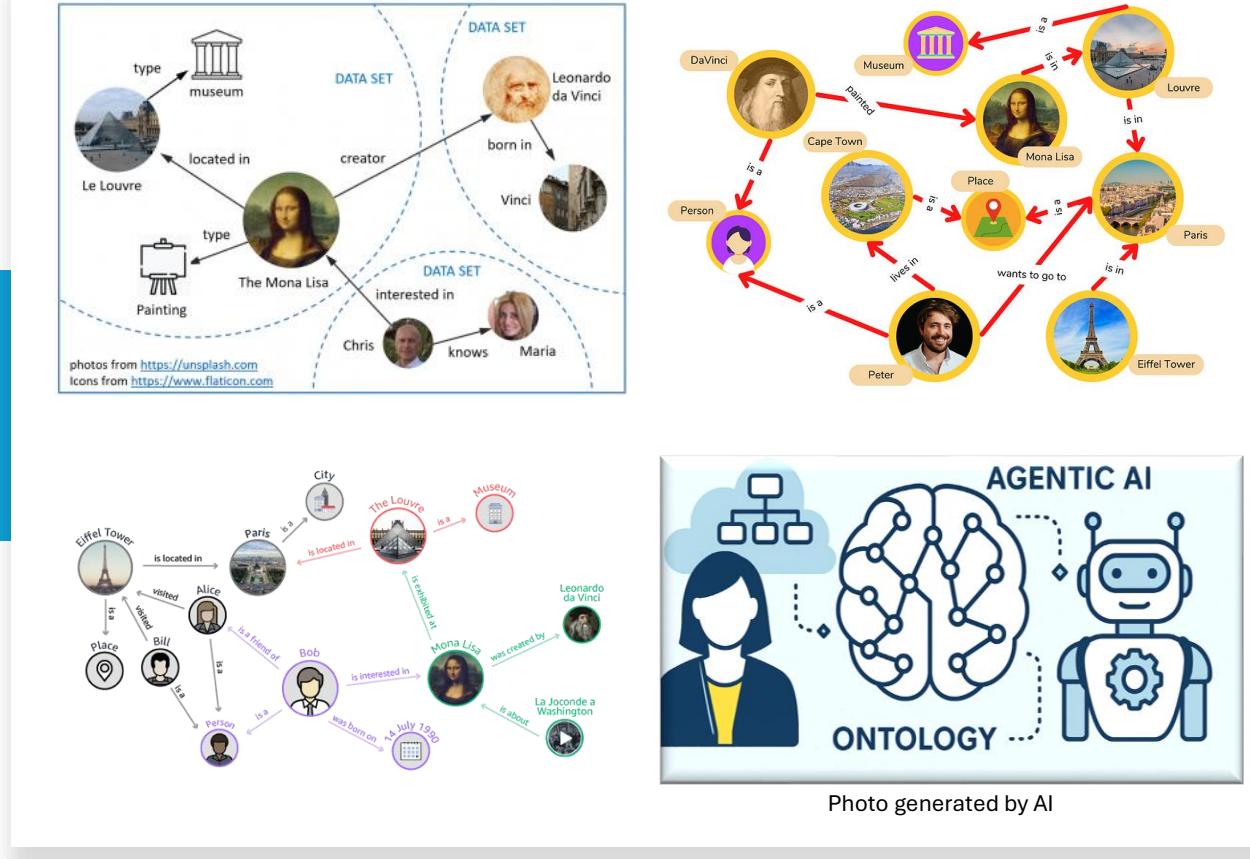


Photo generated by AI

- **Συμβολική TN:** λογικοί κανόνες, οντολογίες, ρητές αναπαραστάσεις πολιτιστικής γνώσης.
- **Στατιστική / Μηχανική Μάθηση:** πρόβλεψη, ταξινόμηση, αναγνώριση προτύπων σε μεγάλα πολιτιστικά δεδομένα.
- **Παραγωγική TN (LLMs, multimodal):** δημιουργία πολιτιστικών περιγραφών, αφηγήσεων, αυτόματων συσχετίσεων.
- **Νευροσυμβολική προσέγγιση:** σύνδεση νευρωνικών μοντέλων με πολιτιστικούς γράφους γνώσης & οντολογίες.

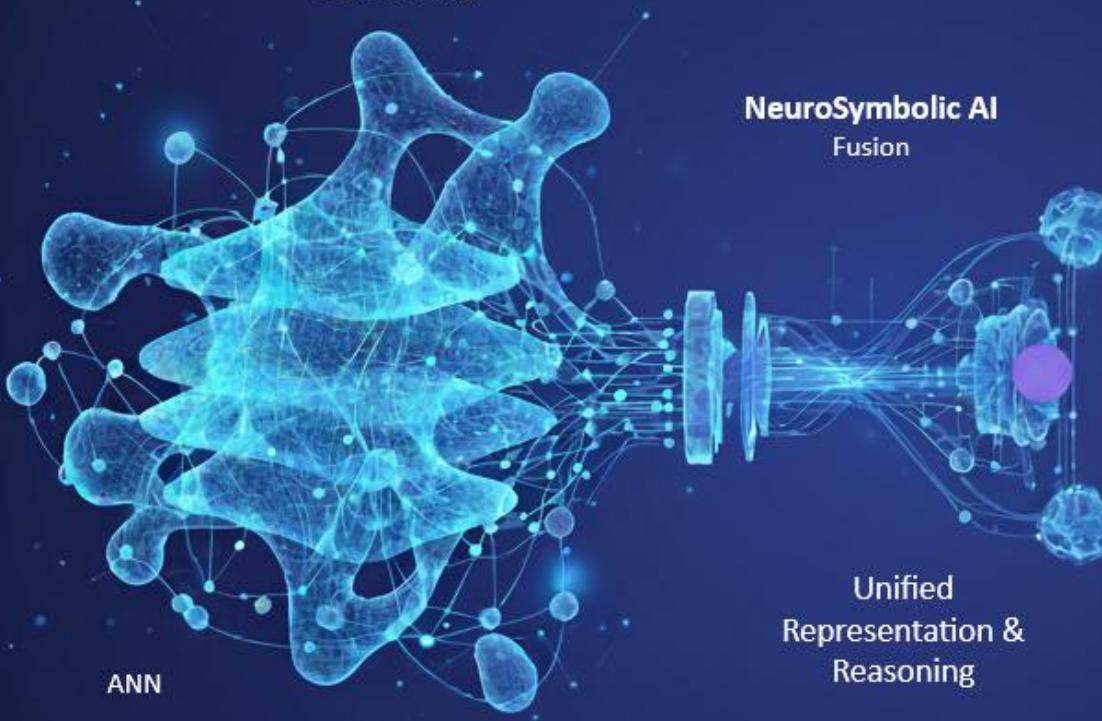
Η εξέλιξη αυτή καθορίζει **πώς θα οργανώσουμε, ερμηνεύσουμε & προστατεύσουμε** την πολιτιστική πληροφορία στο μέλλον.

Οι Οντολογίες κορμός της TN



Sub-Symbolic AI

Artificial Neural Networks (ANNs)
Deep Learning



Symbolic AI

Ontologies/KGs
Logic & Rules

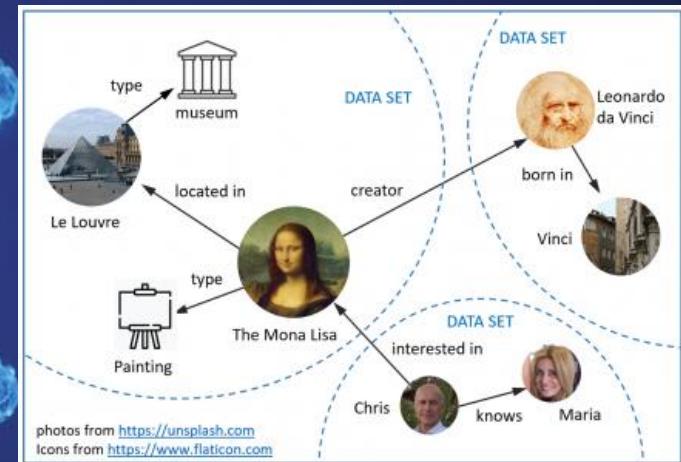


Photo generated by AI & me

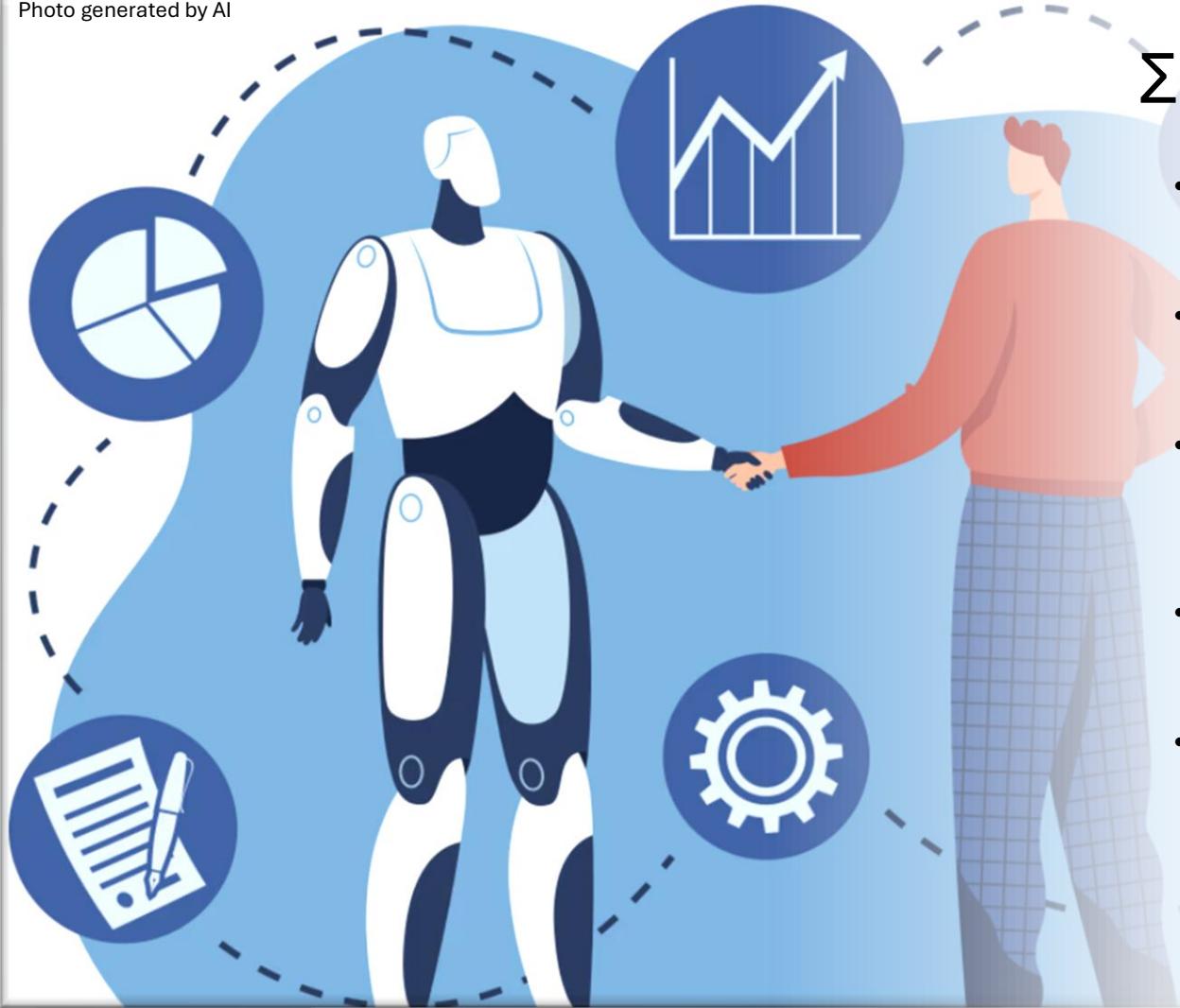
Νευρο-συμβολική ΤΝ



Photo generated by AI

Εμπιστοσύνη, Διαφάνεια και Ήθική

- Δεν αρκεί “έξυπνη” TN, χρειαζόμαστε
υπεύθυνη, αξιόπιστη & πολιτισμικά ευαίσθητη TN
- **Εξηγησιμότητα:** να μπορούμε να δούμε γιατί ένα σύστημα προτείνει μια συσχέτιση οντοτήτων ή μια αφήγηση.
 - **Τεκμηρίωση & προέλευση** (provenance): πηγές, δικαιώματα, πλαίσιο δημιουργίας δεδομένων.
 - **Σεβασμός πολιτισμικής πολυφωνίας:** αποφυγή στερεοτύπων, bias.



Συμπεράσματα

- Η συνεργασία Ανθρώπου–TN είναι **πολιτισμική αναγκαιότητα**, όχι τεχνική πολυτέλεια.
- Ο άνθρωπος παραμένει **επιμελητής, ερμηνευτής & εγγυητής** του νοήματος και των αξιών.
- Η TN **ενισχύει** την τεκμηρίωση, ανακάλυψη & αφήγηση – δεν αντικαθιστά την ανθρώπινη δημιουργικότητα.
- Οι οντολογίες & οι γράφοι γνώσης είναι η **γέφυρα** μεταξύ πολιτιστικής μνήμης και υπεύθυνης TN.
- **Κάλεσμα:** να συν-σχεδιάσουμε ευφυή, διαφανή, ανοιχτά πολιτιστικά οικοσυστήματα.

Σχετική Έρευνα στο Εργαστήριο Ευφυών Συστημάτων



UNIVERSITY OF THE AEGEAN

1. Doumanas D, Bouchouras G, Soularidis A, Kotis K, Vouros G. **From Human- to LLM-Centered Collaborative Ontology Engineering.** *Applied Ontology*. 2025;19(4):334-367. doi:[10.1177/15705838241305067](https://doi.org/10.1177/15705838241305067)
2. Doumanas, D.; Ntalouka, E.; Vassilakis, C.; Wallace, M.; Kotis, K. **Stitching History into Semantics: LLM-Supported Knowledge Graph Engineering for 19th-Century Greek Bookbinding.** *Mach. Learn. Knowl. Extr.* 2025, 7, 59. <https://doi.org/10.3390/make7030059>
3. Litaina T, Soularidis A, Bouchouras G, Kotis K, Kavakli E. **Towards LLM-based semantic analysis of historical legal documents.** In: SemDH2024: First International Workshop of Semantic Digital Humanities, co-located with ESWC2024; 2024. In *Proceedings of CEUR-WS Vol. 3724*. <https://ceur-ws.org/Vol-3724/short2.pdf>
4. Soularidis A, Doumanas D, Kotis K, Vouros G. (2025) **Automating Agentic Collaborative Ontology Engineering with role-playing simulation of LLM-powered agents and RAG technology.** *The Knowledge Engineering Review*. Accepted for publication.
5. Anagnostou G., Doumanas D., Kotis K., **LLM4KGen: A framework for developing KG-based semantic applications with LLMs, RAG and AI agents,** *Elsevier's Data & Knowledge Engineering journal*, Submitted/Under Review.



Intelligent Systems
research lab



SWoT group
intelligent systems lab

Level 0 – Human-Centred (HCOME)

Οι ειδικοί δημιουργούν και τελειοποιούν τις οντολογίες χειροκίνητα.

Level 1 – LLM-Assisted (X-HCOME)

Το ΜΓΜ υποστηρίζει τους ανθρώπους με προτάσεις και αυτοματοποίηση κάποιων διαδικασιών.

Level 2 – LLM-Supervised Simulation (SimX-HCOME)

Το ΜΓΜ εισάγει "παιχνίδι ρόλων" μεταξύ ειδικών κάτω από ανθρώπινη επίβλεψη του χρήστη.

Level 3 – Fully LLM-Centred (Sim-HCOME)

Το ΜΓΜ αυτόνομα δημιουργεί και αξιολογεί οντολογίες.

Evaluation & Insights

Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με ισορροπημένη συνεργασία ανθρώπου-ΜΓΜ.

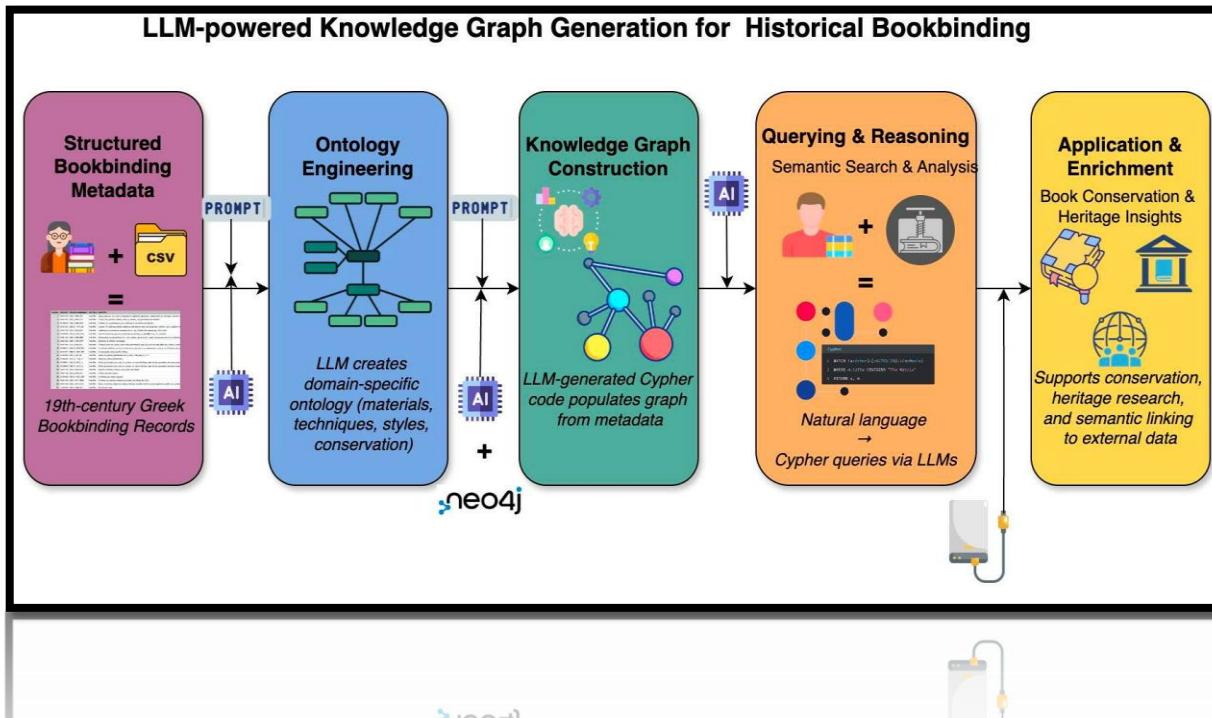
(1) Από την ανθωπο-κεντρική στην μηχανο-κεντρική συνεργατική μηχανική οντολογιών

1. Doumanas D, Bouchouras G, Soulardis A, Kotis K, Vouros G. From Human-to LLM-Centred Collaborative Ontology Engineering. *Applied Ontology*. 2025;19(4):334-367. doi:[10.1177/15705838241305067](https://doi.org/10.1177/15705838241305067)

1. Μηχανική οντολογιών αποκλειστικά από τον ανθρωπο (Level 0 - HCOME).
2. Εμφάνιση του ΜΓΜ ως βοηθός στην μηχανική οντολογιών (Level 1 - X-HCOME)
3. Συνεργασία Ανθρώπου + ΜΓΜ με προσομοίωση (Level 2 - SimX-HCOME)
4. Πλήρης αυτοματοποίηση μηχανικής οντολογιών (Level 3 - Sim-HCOME)
5. Αξιολόγηση και Αποτελέσματα

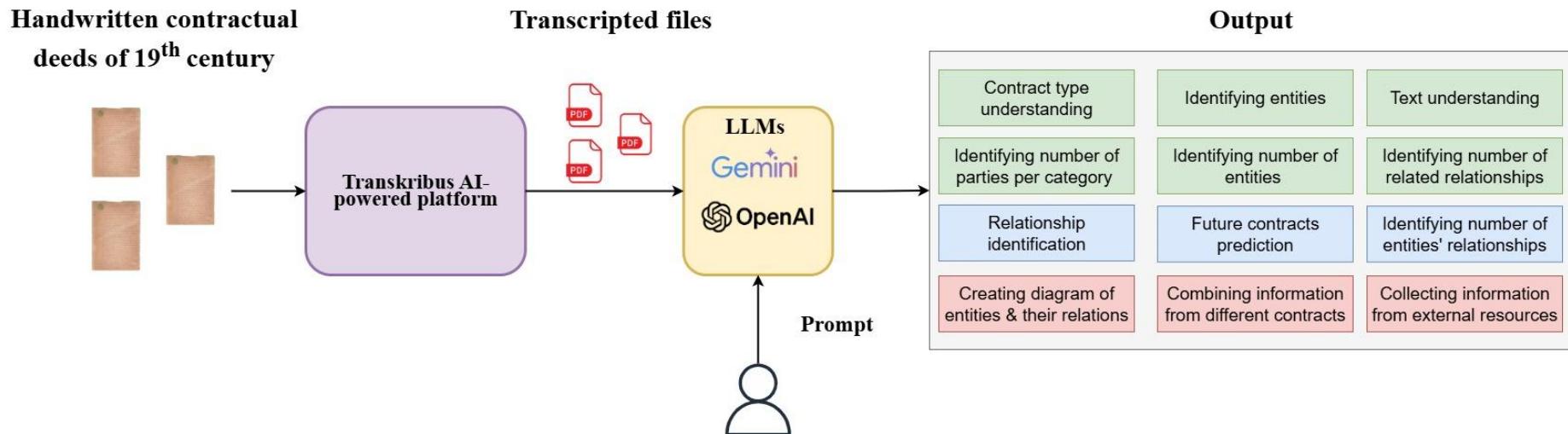
(2) Συρραφή Ιστορίας και Σημασιολογίας: Μηχανική Γράφων Γνώσης Υποστηριζόμενη από ΜΓΜ για την Ελληνική Βιβλιοδεσία του 19ου Αιώνα.

2. Doumanas, D.; Ntalouka, E.; Vassilakis, C.; Wallace, M.; Kotis, K. Stitching History into Semantics: LLM-Supported Knowledge Graph Engineering for 19th-Century Greek Bookbinding. *Mach. Learn. Knowl. Extr.* 2025, 7, 59.
<https://doi.org/10.3390/make7030059>



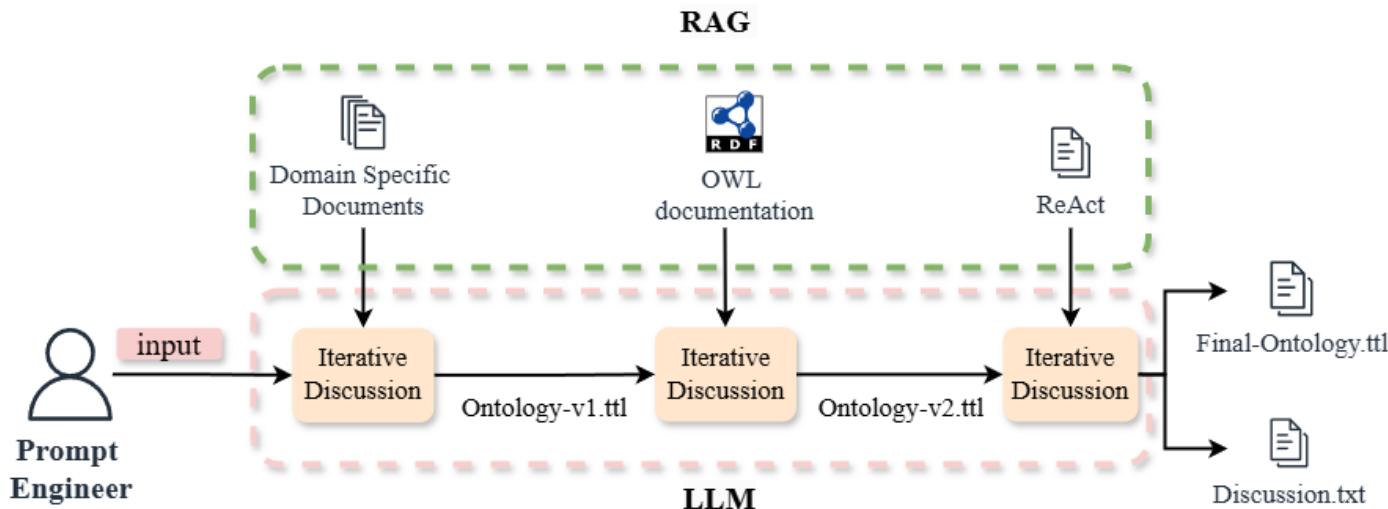
(3) Σημασιολογική ανάλυση ιστορικών νομικών εγγράφων με χρήση ΜΓΜ

3. Litaina T, Soularidis A, Bouchouras G, Kotis K, Kavakli E. Towards LLM-based semantic analysis of historical legal documents. In: SemDH2024: First International Workshop of Semantic Digital Humanities, co-located with ESWC2024; <https://ceur-ws.org/Vol-3724/short2.pdf>



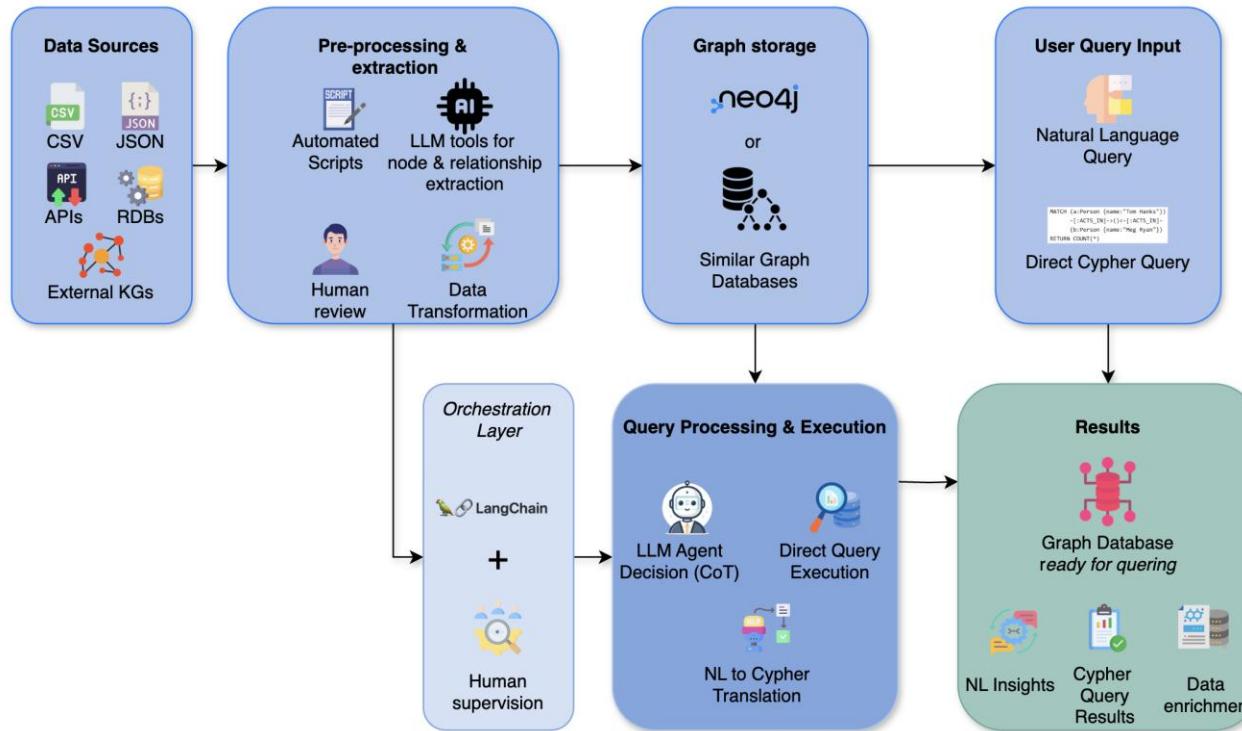
(4) LLM4ACOE: Αυτοματοποίηση της συνεργατικής μηχανικής οντολογιών με προσομοίωση ρόλων από πράκτορες που βασίζονται σε ΜΓΜ και τεχνολογία RAG

4. Soulardis A, Doumanas D, Kotis K, Vouros G. (2025) **Automating Agentic Collaborative Ontology Engineering with role-playing simulation of LLM-powered agents and RAG technology**. *The Knowledge Engineering Review*. Accepted for publication.



(5) LLM4KGen: ένα πλαίσιο για τη δημιουργία σημασιολογικών εφαρμογών βασισμένων σε γράφους γνώσης, με τη χρήση LLMs, RAG and AI agents

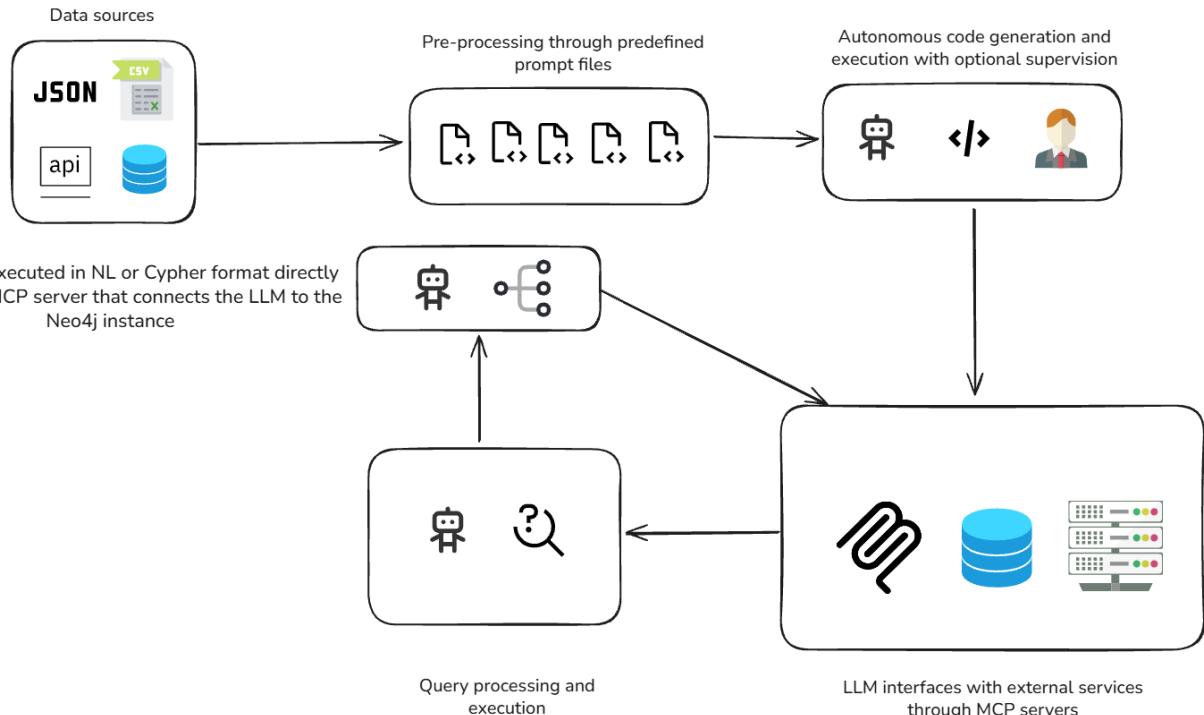
5. Anagnostou G., Doumanas D., Kotis K., **LLM4KGen: A framework for developing KG-based semantic applications with LLMs, RAG and AI agents**, Elsevier's Data & Knowledge Engineering journal, Submitted/Under Review.



Work
in
progress

(?) AutoKGen: Ένα πλαίσιο αυτόνομης δημιουργίας Γράφων Γνώσης, αξιοποιώντας την δημιουργία & εκτέλεση κώδικα από LLMs, agents και το Model Context Protocol (MCP)

G. Anagnostou and K. Kotis
*Intelligent Systems Lab, Dept. of
Cultural Technology and
Communication, University of
the Aegean, 81100, Mytilene,
Greece*



Σας
ευχαριστώ!



**6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο
Ψηφιοποίησης Πολιτιστικής
Κληρονομιάς - EUROMED**