

# StatCities 2025

GO Stats! Le misure dei territori

Gorizia, 8 e 9 maggio 2025

## Analisi delle reti regionali dei flussi del mercato del lavoro

Domenico De Stefano

This paper was developed as part of the PhD program  
in Applied Data Science and Artificial Intelligence ([www.adsai.it](http://www.adsai.it))



Comune  
di Gorizia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE



APPLIED DATA SCIENCE &  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE



# Sommario

---

- Contesto e scopo dello studio
- Dati comunicazioni obbligatorie
- Struttura della rete regionale del mercato del lavoro
- Applicazione di due metodologie di analisi di rete:
  - Consensus Community Detection
  - Graph Representation Learning
- Alcuni risultati
- Conclusioni e futuri lavori

# Contesto e motivazione

---

- Analisi della mobilità lavorativa per esplorare legami tra organizzazioni, imprese e ricerca sul territorio FVG (datori di lavoro)
- FVG: tra le regioni a più alto valore di innovazione in Italia (EU RIS 2019)
- Flussi di lavoro come vettori di conoscenza
- Obiettivo: mappare connessioni tra datori tramite la mobilità dei lavoratori

# Domande di ricerca

---

- Qual è la struttura di network determinata dalla mobilità dei lavoratori in regione?
- Esistono «gruppi» di aziende omogenei in base alla tipologia di lavoratori assunti?
- Qual è il ruolo di alcune organizzazioni nel mercato del lavoro? In particolare Università e centri di ricerca

# Dati comunicazioni obbligatorie

- **DATI COB** «Comunicazioni Obbligatorie di instaurazione, proroga, trasformazione, cessazione dei rapporti di lavoro»  
che registrano inizio, fine e cambiamenti contratti di lavoro in FVG

## Due paper:

### **Paper 1** (De Stefano, Graziosi, Žiberna 2025)

- periodo: 2014 – 2018
- tutti i settori (esclusi contratti con agenzie interinali o di durata giornaliera)
- Circa 477.000 contratti (25% tempo ind.), 32.000 datori di lavoro, 218.500 lavoratori

### **Paper 2** (Geremia, Morea, De Stefano 2023)

- periodo: 2014 - 2021
- Focus aree STEM: occupazioni ISCO-21 (science and engineering) and ISCO-25 (ICT)
- Circa 60.000 contratti, 1890 datori di lavoro, circa 16.500 lavoratori

# Esempio struttura dati COB

| DataFine | DataInizio | predMedDur | codicefisc | genere  | eta       | rapportolavoroinizio | rapportolavoroqualificaavviamen  | contratto | rapportolavorotipo |
|----------|------------|------------|------------|---------|-----------|----------------------|----------------------------------|-----------|--------------------|
| xx       | yy         | 1452,0011  | aaaa       | Femmina | 19-gen-00 | 18/12/2016           | Addetti a funzioni di segreteria | LAVORO C  | TEMPO PARZIALE O   |
| xx       | yy         | 880,24182  | aaaa       | Femmina | 06-set-90 | 17/07/2015           | cameriere di ristorante          | LAVORO C  | TEMPO PARZIALE O   |
| xx       | yy         | 859,70886  | aaaa       | Maschio | 17-gen-78 | 24/01/2015           | cuoco pizzaiolo                  | LAVORO C  | TEMPO PIENO        |
| xx       | yy         | 808,46997  | aaaa       | Maschio | 01-mag-87 | 04/08/2014           | addetto al volantinaggio         | LAVORO C  | TEMPO PARZIALE O   |



expected duration was estimated based on a parametric exponential survival model.

| azienda      | sedeoper | sedeoperativacomune  | sedeoperativaprov | sedeoper  | rapportol | cittadinan | titolostudiopielevato | rapportolavorotitolostudiolivell |
|--------------|----------|----------------------|-------------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|----------------------------------|
| WF           | No       | FIUMICELLO           | Udine             | HUB Udine | SERVIZI   | ITALIA     |                       | BREVI CORSI PROFESSIONALI        |
| L.M.         | Sì       | FIUME VENETO         | Pordenone         | HUB Pord  | SERVIZI   | ITALIA     | Scuola superiore      | SCUOLA MEDIA                     |
| MEID         | No       | LIGNANO SABBIA D'ORO | Udine             | HUB Udine | SERVIZI   | ALBANIA    |                       | SCUOLA MEDIA                     |
| TRANSPORT SA | Sì       | AZZANO DECIMO        | Pordenone         | HUB Pord  | SERVIZI   | INDIA      |                       | SCUOLA ELEMENTARE                |

# Descrittive (dataset 2014-2018)

Table 1. Distribution of contract type by age group and gender.

| Age     | Permanent |        |         | Fixed-term |         |         |
|---------|-----------|--------|---------|------------|---------|---------|
|         | Female    | Male   | Total   | Female     | Male    | Total   |
| 0 – 14  | 0         | 0      | 0       | 23         | 33      | 56      |
| 15 – 24 | 2,033     | 4,047  | 6,080   | 12,205     | 17,334  | 29,539  |
| 25 – 34 | 13,612    | 18,090 | 31,702  | 50,417     | 45,074  | 95,491  |
| 35 – 44 | 15,724    | 19,680 | 35,404  | 55,721     | 41,221  | 96,942  |
| 45 – 54 | 14,390    | 16,822 | 31,212  | 47,224     | 36,325  | 83,549  |
| => 55   | 6,585     | 8,718  | 15,303  | 24,231     | 27,635  | 51,866  |
| Total   | 52,344    | 67,357 | 119,701 | 189,821    | 167,622 | 357,443 |

- La maggior parte dei contratti è stata firmata da persone tra i 25 e i 44 anni
- In ogni fascia d'età, più uomini che donne hanno firmato contratti a tempo indeterminato

# Descrittive (dataset 2014-2018)

Table 2. The distribution of contract type by level of education and gender

| Educational level     | Permanent |        |         | Fixed-term |         |         |
|-----------------------|-----------|--------|---------|------------|---------|---------|
|                       | Female    | Male   | Total   | Female     | Male    | Total   |
| Primary               | 667       | 833    | 1,500   | 1,159      | 3,183   | 4,342   |
| Lower secondary       | 11,724    | 21,916 | 33,640  | 39,817     | 61,762  | 101,579 |
| Professional training | 782       | 1,256  | 2,038   | 3,928      | 5,063   | 8,991   |
| Secondary             | 6,695     | 7,591  | 14,286  | 24,362     | 19,771  | 44,133  |
| Post secondary        | 16,407    | 19,304 | 35,711  | 62,913     | 36,243  | 99,156  |
| Bachelor              | 1,842     | 935    | 2,777   | 8,430      | 2,733   | 1,163   |
| Master degree         | 4,308     | 2,416  | 6,724   | 21,458     | 6,683   | 28,141  |
| PhD                   | 857       | 456    | 1,313   | 2,709      | 919     | 3,628   |
| N.A.                  | 9,062     | 12,650 | 21,712  | 25,045     | 31,265  | 56,310  |
| Total                 | 52,344    | 67,357 | 119,701 | 189,821    | 167,622 | 357,443 |

- Le donne presentano un livello di istruzione più elevato
- Tuttavia, gli uomini occupano la maggior parte delle posizioni permanenti



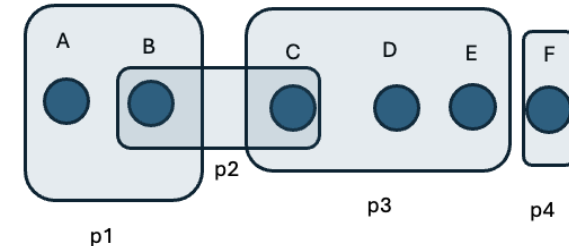
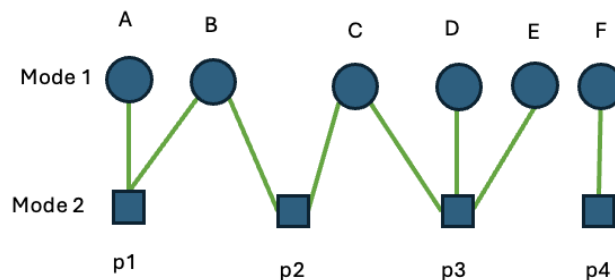
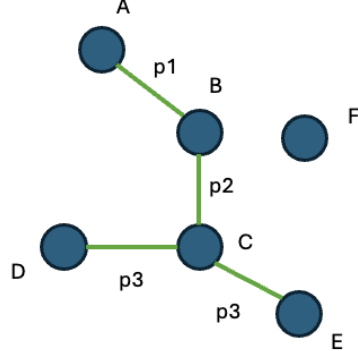
# Descrittive (dataset 2014-2018)

**Table 1.** Distribution of job qualification.

1-3 = highly-skilled jobs; 4-6: medium-skilled jobs; 7-8: low-skilled jobs.

| Code of<br>job qualification | # of Obs. | %     |
|------------------------------|-----------|-------|
| 1                            | 1,394     | 0.9   |
| 2                            | 13,206    | 9.4   |
| 3                            | 17,300    | 12.3  |
| 4                            | 18,979    | 13.5  |
| 5                            | 32,166    | 22.8  |
| 6                            | 28,169    | 20.0  |
| 7                            | 12,920    | 9.2   |
| 8                            | 16,884    | 11.9  |
| Total                        | 141,018   | 100.0 |

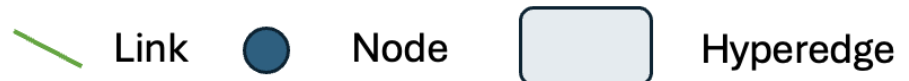
# Struttura dati di rete



|   | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| C | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| E | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| F | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|    | A | B | C | D | E | F |
|----|---|---|---|---|---|---|
| p1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| p2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| p3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| p4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

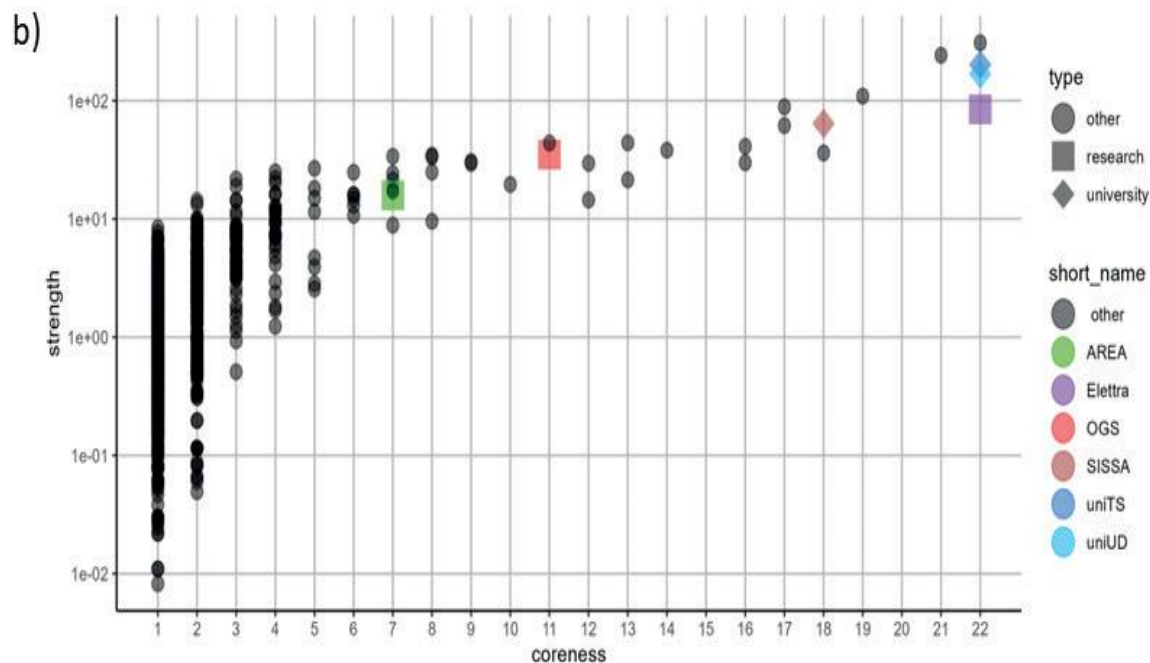
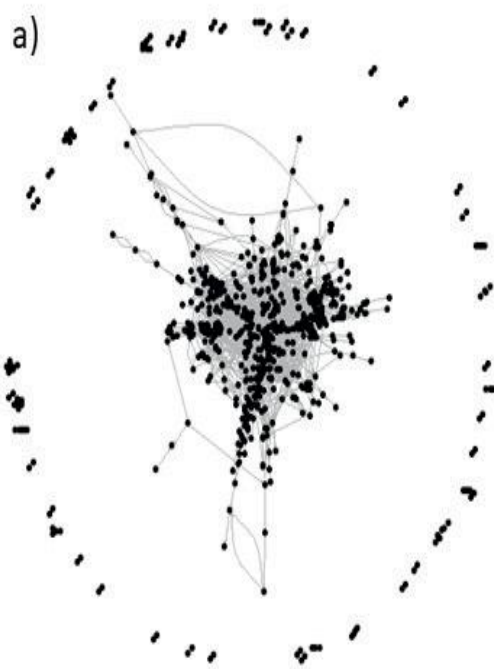
|    | A | B | C | D | E | F |
|----|---|---|---|---|---|---|
| p1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| p2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| p3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| p4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |



- **Nodi**: datori di lavoro
- **Link** se condividono lavoratore/i
- **Peso**: durata tot. In giorni dei contratti condivisi

# Struttura dati di rete

## Rete non direzionata



- **Nodi:** datori di lavoro
- **Link** se condividono lavoratore/i
- **Peso:** durata tot. dei contratti condivisi

# Metodologia paper 1: Consensus Community Detection

- Individuazione gruppi densamente connessi di organizzazioni (datori di lavoro)
- **Consensus Community detection** (CCD)
- Algoritmo di Louvain iterato e calcolo del **Uncertainty Coefficient  $\gamma$**  che misura la variabilità residua a livello di nodo in modo sintetico
- Qualità della partizione: densità interna, centralità, k-coreness, transitività, omogeneità (Gini)

# Metodologia paper 1: Consensus Community Detection

## CCD

Morea, F., & De Stefano, D. (2024)

**Uncertainty**  
is an inherent feature of community detection

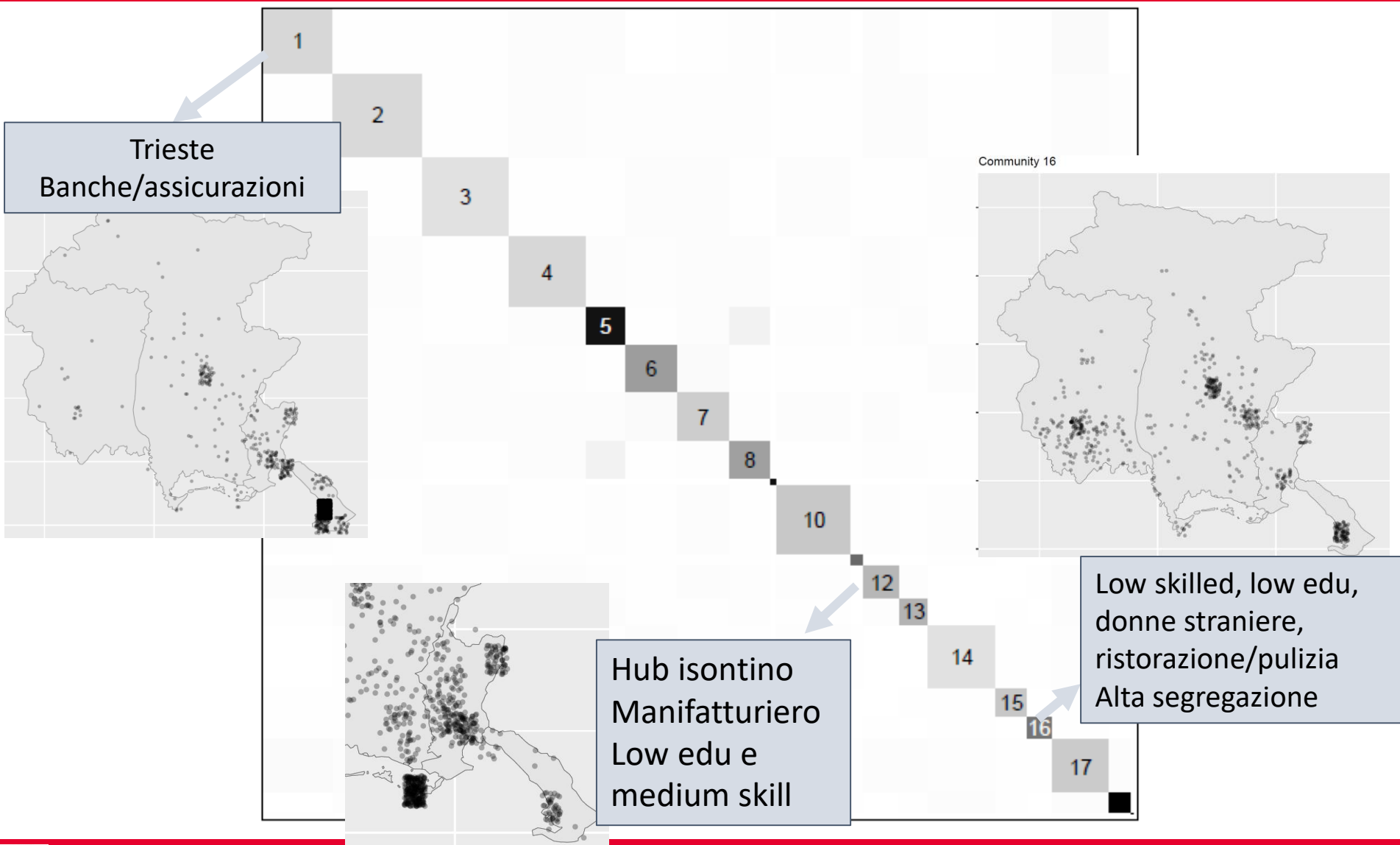
**Consensus generates an *extended* partition:**  
[node\_id, community\_label, uncertainty]

**Standard**

$$\mathcal{P} = \begin{pmatrix} (v_1, l_1) \\ (v_2, l_2) \\ \vdots \\ (v_n, l_n) \end{pmatrix}$$

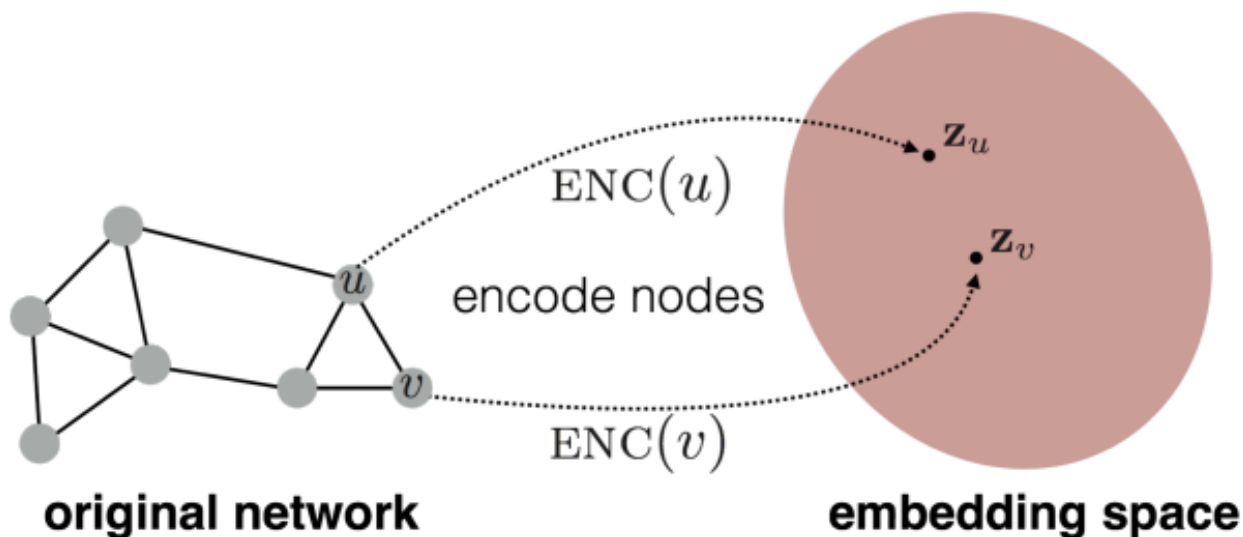
$$\mathcal{P} = \begin{pmatrix} (v_1, l_1, \gamma_1) \\ (v_2, l_2, \gamma_2) \\ \vdots \\ (v_n, l_n, \gamma_n) \end{pmatrix}$$

# Risultati rete 2014-18 tutti i contratti



# Metodologia paper 2: Graph representation learning

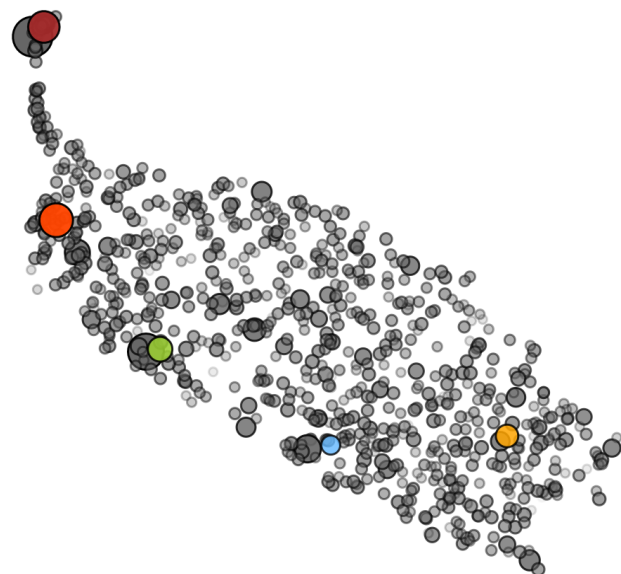
Dati occupazioni aree STEM a Gli approcci di GRL apprendono automaticamente come rappresentare i dati di un grafo in uno spazio metrico a minor dimensionalità, facilitando l'identificazione di **similarità strutturali (Variational Graph Auto-Encoder VGAE)** o **regolari (Role2Vec)** tra i nodi della rete.



Le distanze nello spazio di embedding riflettono i pattern di connettività dei nodi nella rete originale

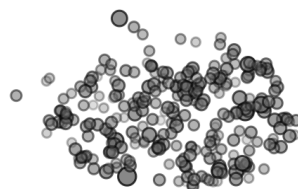
# Risultati paper 2: Similarità strutturali mediante VGAE

**Equivalenza strutturale** -> 2 nodi sono simili se sono connessi con gli stessi altri nodi



Employer

- Other
- Elettra
- OGS
- SISSA
- uniTS
- uniUD



Le distanze nello spazio di embedding riflettono i pattern di connettività dei nodi nella rete originale in termini di **equivalenza strutturale**

**I principali istituti di ricerca regionali sono connessi con organizzazioni diverse (ognuno il proprio bacino)**



# Risultati paper 2: Similarità regolare mediante Role2Vec

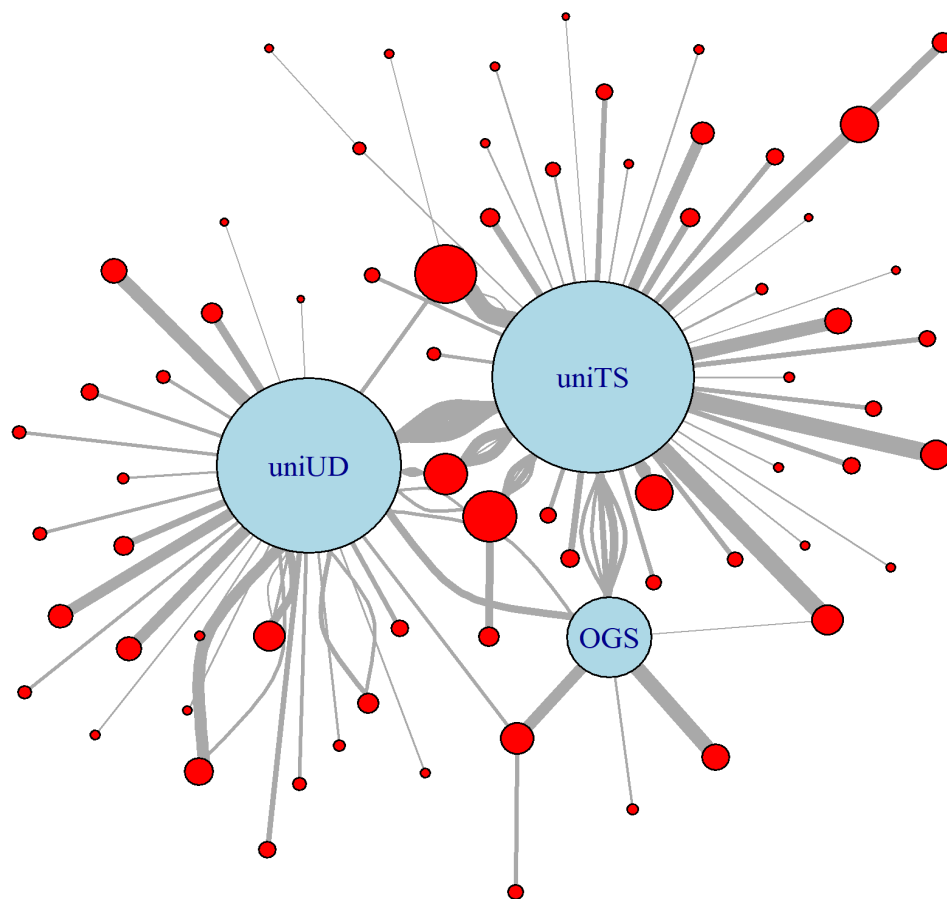
**Equivalenza regolare** -> 2 nodi sono simili se sono connessi allo stesso modo  
(coprono **ruoli simili** nel network)



Le distanze nello spazio di embedding riflettono i pattern di connettività dei nodi nella rete originale in termini di **equivalenza regolare**

**I principali istituti di ricerca regionali sono connessi allo stesso modo (ruolo e struttura simile eccetto Elettra)**

# Risultati paper 2: Esempio UniTS, UniUD, OGS



## UniTS, UniUD e OGS

1. Sono connesse con organizzazioni e aziende tendenzialmente diverse
2. Ricoprono lo stesso ruolo di hub (star-like network) per le diverse organizzazioni con cui si scambiano i lavoratori

# Conclusioni

Approccio di network ai dati della mobilità del mercato del lavoro utile per

- Identificare gruppi di aziende che assumono certe categorie di lavoratori (segregazione occupazionale) o localizzate in zone geografiche anche trasversali a SLL o province
- Identificare altre organizzazioni (focus su altre professioni o settori) strutturalmente simili (eq. Strutturale) o giocano ruoli simili (eq. Regolare) nella transizione dei lavoratori
- possibili ulteriori sviluppi metodologici (es. time stamped data)

- Analizzare il ruolo di altre organizzazioni nel mercato del lavoro (ad es. imprese innovative)
- Confronto con altre regioni
- Modelli statistici per network longitudinali:
- Relational Hyperevent model → utilizzare i time stamped (attivazioni cessazione contratti) nel modellare la dinamica delle interazioni nel mercato del lavoro e valutare l'evoluzione del network regionale

# Riferimenti bibliografici

- De Stefano, D., Graziosi, G., Žibera, A. (Forthcoming). Community detection and labour market mobility. Evidence from regional official microdata in Italy
- Geremia, S., Morea, F., & De Stefano, D. (2023). VISUALIZATION OF PROXIMITY AND ROLE-BASED EMBEDDINGS IN A REGIONAL LABOUR FLOW NETWORK. In CLADAG 2023 Book of Abstracts and Short Papers (pp. 486-489). Pearson Italy.
- Morea, F., & De Stefano, D. (2024). Enhancing stability and assessing uncertainty in community detection through a consensus-based approach. arXiv preprint arXiv:2408.02959.
- Morea, F., & De Stefano, D. (2023). Innovation Patterns within a Regional Economy through Consensus Community Detection on Labour Market Network. In Proceedings of the Statistics and Data Science Conference (pp. 6-11). Pavia University Press.