

# Detekcja Anomalii w Członkostwach Miast w Sieciach Transnarodowych za Pomocą Sztucznej Inteligencji

Rzyszka Kamil<sup>a</sup> (xxx), Seniush Yevhenii<sup>a</sup> (xxx), Skowron Dawid<sup>a</sup> (xxx) and Żuliński Marek<sup>a</sup> (xxx)

<sup>a</sup>Zieloni VaBanque, Prószkowska 29, Opole, 45-962, Poland

## ARTICLE INFO

### Keywords:

city networks  
anomaly detection  
artificial intelligence  
urban collaboration  
environmental governance  
machine learning  
data analysis

## ABSTRACT

Miasta odgrywają kluczową rolę w globalnej współpracy na rzecz zrównoważonego rozwoju poprzez członkostwo w transnarodowych sieciach miejskich (TMNs). W artykule przedstawiamy zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) do detekcji anomalii w danych dotyczących 10 343 miast z 208 krajów. Wykorzystanie algorytmów uczenia maszynowego pozwala na identyfikację nietypowych wzorców zaangażowania, co pomaga zrozumieć unikalne strategię miast, lokalne bariery oraz potencjalne błędy w danych. Wyniki tej analizy mogą wspierać opracowanie bardziej efektywnych strategii współpracy i działań środowiskowych.

## 1. Wstęp

Współczesne miasta coraz częściej odgrywają kluczową rolę w globalnych inicjatywach na rzecz zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska, czego przykładem jest ich uczestnictwo w transnarodowych sieciach miejskich (TMNs). Zrozumienie wzorców członkostwa i zaangażowania miast na tej arenie ma zasadnicze znaczenie dla projektowania efektywnych strategii współpracy międzynarodowej i środowiskowej. Jednakże analiza tak obszernych i złożonych zbiorów danych, jak te obejmujące informacje o 10 343 miastach z 208 krajów oraz ich członkostwach w 84 sieciach, napotyka na istotne wyzwania.

Jednym z kluczowych aspektów analizy danych tego rodzaju jest detekcja anomalii, czyli identyfikacja miast, które wykazują nietypowe wzorce zaangażowania. Anomalie te mogą być wskaźnikiem wyjątkowych strategii, potencjalnych błędów lub specyficznych uwarunkowań lokalnych. W tym celu coraz częściej stosuje się zaawansowane techniki sztucznej inteligencji (AI), które pozwalają na efektywne wykrywanie i analizowanie tych odstępstw od normy. Algorytmy uczenia maszynowego, takie jak lasy losowe, maszyny wektorów nośnych (SVM) czy metody klastrowania, są wykorzystywane do identyfikacji wzorców w dużych i różnorodnych zbiorach danych.

W niniejszym artykule omówimy zastosowanie sztucznej inteligencji w kontekście detekcji anomalii w danych dotyczących członkostw miast w TMNs. Zaprezentujemy korzyści wynikające z zastosowania algorytmów AI, przedstawimy przykłady przypadków użycia, a także omówimy implikacje, jakie wykryte anomalie mogą mieć dla zrozumienia globalnej dynamiki współpracy miejskiej oraz działań środowiskowych.

This note has no numbers. In this work we demonstrate  $a_b$  the formation  $Y_1$  of a new type of polariton on the interface between a cuprous oxide slab and a polystyrene micro-sphere placed on the slab.

ORCID(s):

<sup>1</sup>This is the first author footnote, but is common to third author as well.

<sup>2</sup>Another author footnote, this is a very long footnote and it should be a really long footnote. But this footnote is not yet sufficiently long enough to make two lines of footnote text.

## 2. Instalacja

Pakiet danych jest dostępny na stronie ([https://figshare.unimelb.edu.au/articles/dataset/city\\_networks\\_membership\\_dataset/21330996](https://figshare.unimelb.edu.au/articles/dataset/city_networks_membership_dataset/21330996)). Aby przeprowadzić analizę danych dotyczących członkostw miast w transnarodowych sieciach miejskich za pomocą sztucznej inteligencji, należy odpowiednio przygotować środowisko analityczne. Pliki danych i skrypty analityczne powinny być skopiowane do katalogu, np.:

```
$DATA_DIR/ai_city_networks/,
```

lub innego folderu, który będzie odczytywany przez narzędzia analityczne (np. Python, R).

Po skopiowaniu plików należy zaktualizować środowisko, używając komend:

```
pip install -r requirements.txt lub conda update --all,  
aby upewnić się, że wszystkie wymagane pakiety są  
zainstalowane i środowisko jest gotowe do analizy.
```

## 3. Front matter

The author names and affiliations could be formatted in two ways:

- (1) Group the authors per affiliation.
- (2) Use footnotes to indicate the affiliations.

See the front matter of this document for examples. You are recommended to conform your choice to the journal you are submitting to.

## 4. Bibliography styles

There are various bibliography styles available. You can select the style of your choice in the preamble of this document. These styles are Elsevier styles based on standard styles like Harvard and Vancouver. Please use BibTeX to generate your bibliography and include DOIs whenever available.

Here are two sample references: Fortunato (2010) Fortunato (2010); Newman and Girvan (2004) Fortunato (2010); Vehlow, Reinhardt and Weiskopf (2013)



**Figure 1:** The evanescent light - IS quadrupole coupling ( $g_{1,l}$ ) scaled to the bulk exciton-photon coupling ( $g_{1,2}$ ). The size parameter  $kr_0$  is denoted as  $x$  and the PMS is placed directly on the cuprous oxide sample ( $\delta r = 0$ , See also Table 1).

## 5. Floats

Figures may be included using the command, `\includegraphics` in combination with or without its several options to further control graphic. `\includegraphics` is provided by `graphic[s,x].sty` which is part of any standard  $\text{\LaTeX}$  distribution. `graphicx.sty` is loaded by default.  $\text{\LaTeX}$  accepts figures in the postscript format while `pdf\text{\LaTeX}` accepts \*.pdf, \*.mps (metapost), \*.jpg and \*.png formats. `pdf\text{\LaTeX}` does not accept graphic files in the postscript format.

The table environment is handy for marking up tabular material. If users want to use `multirow.sty`, `array.sty`, etc., to fine control/enhance the tables, they are welcome to load any package of their choice and `cas-dc.cls` will work in combination with all loaded packages.

**Table 1**

This is a test caption. This is a test caption. This is a test caption. This is a test caption.

Col 1	Col 2	Col 3	Col4
12345	12345	123	12345
12345	12345	123	12345
12345	12345	123	12345
12345	12345	123	12345
12345	12345	123	12345

## 6. Theorem and theorem like environments

`cas-dc.cls` provides a few shortcuts to format theorems and theorem-like environments with ease. In all commands the options that are used with the `\newtheorem` command will work exactly in the same manner. `cas-dc.cls` provides three commands to format theorem or theorem-like environments:

```
\newtheorem{theorem}{Theorem}
\newtheorem{lemma}[theorem]{Lemma}
```

```
\newdefinition{rmk}{Remark}
\newproof{pf}{Proof}
\newproof{pot}{Proof of Theorem \ref{thm2}}
```

The `\newtheorem` command formats a theorem in  $\text{\LaTeX}$ 's default style with italicized font, bold font for theorem heading and theorem number at the right hand side of the theorem heading. It also optionally accepts an argument which will be printed as an extra heading in parentheses.

```
\begin{theorem}
  For system (8), consensus can be achieved with
  $\|T_{\omega z}$ ...
  \begin{eqnarray}\label{10}
  ....
  \end{eqnarray}
\end{theorem}
```

**Theorem 1.** *For system (8), consensus can be achieved with  $\|T_{\omega z}$  ...*

.... (1)

The `\newdefinition` command is the same in all respects as its `\newtheorem` counterpart except that the font shape is roman instead of italic. Both `\newdefinition` and `\newtheorem` commands automatically define counters for the environments defined.

The `\newproof` command defines proof environments with upright font shape. No counters are defined.

## 7. Enumerated and Itemized Lists

`cas-dc.cls` provides an extended list processing macros which makes the usage a bit more user friendly than the default  $\text{\LaTeX}$  list macros. With an optional argument to the `\begin{enumerate}` command, you can change the list counter type and its attributes.

```
\begin{enumerate}[1.]
\item The enumerate environment starts with an optional
argument `1.', so that the item counter will be suffixed
by a period.
\item You can use `a)' for alphabetical counter and `(i)'
for roman counter.
\begin{enumerate}[a]
\item Another level of list with alphabetical counter.
\item One more item before we start another.
\item One more item before we start another.
\item One more item before we start another.
\item One more item before we start another.
```

Further, the enhanced list environment allows one to prefix a string like 'step' to all the item numbers.

```
\begin{enumerate}[Step 1.]
\item This is the first step of the example list.
\item Obviously this is the second step.
\item The final step to wind up this example.
\end{enumerate}
```

## 8. Cross-references

In electronic publications, articles may be internally hyperlinked. Hyperlinks are generated from proper cross-references in the article. For example, the words Fig. 1 will never be more than simple text, whereas the proper cross-reference `\ref{tiger}` may be turned into a hyperlink to the figure itself: [Fig. 1](#). In the same way, the words Ref. [1] will fail to turn into a hyperlink; the proper cross-reference is `\cite{Knuth96}`. Cross-referencing is possible in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X for sections, subsections, formulae, figures, tables, and literature references.

## 9. Bibliography

Two bibliographic style files (\*.bst) are provided — model1-num-names.bst and model2-names.bst — the first one can be used for the numbered scheme. This can also be used for the numbered with new options of natbib.sty. The second one is for the author year scheme. When you use model2-names.bst, the citation commands will be like \citep, \citeta, \citealt etc. However when you use model1-num-names.bst, you may use only \cite command.

the `thebibliography` environment. Each reference is a `\bibitem` and each `\bibitem` is identified by a label, by which it can be cited in the text:

In connection with cross-referencing and possible future hyperlinking it is not a good idea to collect more than one literature item in one `\bibitem`. The so-called Harvard or author-year style of referencing is enabled by the `LATEX` package `natbib`. With this package the literature can be cited as follows:

- Parenthetical: `\citep{WB96}` produces (Wettig & Brown, 1996).
- Textual: `\citett{ESG96}` produces Elson et al. (1996).
- An affix and part of a reference: `\citep[e.g.]{Ch. 2}{Gea97}` produces (e.g. Governato et al., 1997, Ch. 2).

In the numbered scheme of citation, `\cite{<label>}` is used, since `\citep` or `\citet` has no relevance in the numbered scheme. `natbib` package is loaded by `cas-dc` with `numbers` as default option. You can change this to `author-year` or `harvard` scheme by adding option `authoryear` in the class loading command. If you want to use more options of the `natbib` package, you can do so with the `\biboptions` command. For details of various options of the `natbib` package, please take a look at the `natbib` documentation, which is part of any standard L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X installation.

### A. My Appendix

Appendix sections are coded under \appendix.

`\printcredits` command is used after appendix sections to list author credit taxonomy contribution roles tagged using `\credit` in frontmatter.

## References

- Fortunato, S., 2010. Community detection in graphs. *Phys. Rep.-Rev. Sec. Phys. Lett.* 486, 75–174.
- Newman, M.E.J., Girvan, M., 2004. Finding and evaluating community structure in networks. *Phys. Rev. E.* 69, 026113.
- Vehlow, C., Reinhardt, T., Weiskopf, D., 2013. Visualizing fuzzy overlapping communities in networks. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.* 19, 2486–2495.

Author biography without author photo. Author biography. Author bi-  
ography. Author biography. Author biography. Author biography. Author  
biography. Author biography. Author biography. Author biography. Author  
biography. Author biography. Author biography. Author biography. Author  
biography. Author biography. Author biography. Author biography. Author  
biography. Author biography. Author biography. Author biography. Author  
biography.

Author biography with author photo. Author biog-  
raphy. Author biography. Author biography. Au-  
thor biography. Author biography. Author biogra-  
phy. Author biography. Author biography. Author  
biography. Author biography. Author biography.  
Author biography. Author biography. Author bio-  
graphy. Author biography. Author biography. Au-  
thor biography. Author biography. Author biogra-  
phy. Author biography. Author biography. Author  
biography. Author biography. Author biography.  
Author biography. Author biography. Author biog-  
raphy.

Author biography with author photo. Author biog-  
raphy. Author biography. Author biography. Au-  
thor biography. Author biography. Author biogra-  
phy. Author biography. Author biography. Author  
biography. Author biography. Author biography.  
Author biography.