

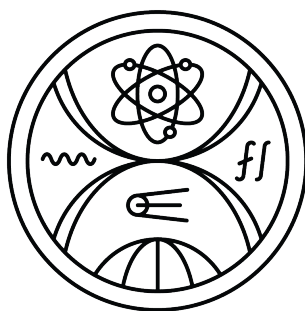
COMENIUS UNIVERSITY IN BRATISLAVA
FACULTY OF MATHEMATICS PHYSICS AND INFORMATICS



AUTOMATED EVALUATION OF THE REY-OSTERRIETH COMPLEX IMAGE TEST

Master thesis

COMENIUS UNIVERSITY IN BRATISLAVA
FACULTY OF MATHEMATICS PHYSICS AND INFORMATICS



AUTOMATED EVALUATION OF THE REY-OSTERRIETH COMPLEX IMAGE TEST

Master thesis

Study program: Applied Informatics
Branch of study: Informatics
Department: Department of Applied Informatics
Supervisor: doc. RNDr. Zuzana Černeková, PhD.



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

- Meno a priezvisko študenta:** Bc. Lucia Korbeľová
Študijný program: aplikovaná informatika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: informatika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický
- Názov:** Automatizácie hodnotenie Rey-Osterriethovho komplexného obrázkového testu
Automated evaluation of the Rey-Osterrieth complete image test
- Anotácia:** Poruchy pamäti sú charakteristickým znakom mnohých rôznych neurologických a psychiatrických ochorení. Rey-Osterriethova komplexná figúra (ROCF) je najmodernejším hodnotiacim nástrojom neuropsychológov na celom svete na posúdenie stupňa zhoršenia neverbálnej vizuálnej pamäte. Na získanie skóre vyškolený klinický lekár kontroluje kresbu ROCF pacienta a kvantifikuje odchýlky od pôvodnej kresby.
- Cieľ:** Cieľom práce je vytvoriť automatizovaný systém pre hodnotenie neuropsychologického testu Rey-Osterriethovej komplexnej figúry (ROCF) s použitím metód počítačového videnia. Tento systém bude využívať pokročilé techniky počítačového videnia a umelej inteligencie na automatické rozpoznávanie a kvantifikáciu odchýlok od pôvodnej kresby. Účinnosť systému a jeho presnosť budú porovnávané s tradičnými metódami hodnotenia. Cieľom je poskytnúť efektívny nástroj na automatizované hodnotenie neuropsychologických testov, čo môže prispieť k lepšiemu diagnostikovaniu a monitorovaniu neurologických a psychiatrických porúch pamäte.
- Literatúra:** Davide Di Febbo, Simona Ferrante, Marco Baratta, Matteo Luperto, Carlo Abbate, Pietro Davide Trimarchi, Fabrizio Giunco, Matteo Matteucci; A decision support system for Rey–Osterrieth complex figure evaluation; Expert Systems with Applications, Volume 213, Part C, 2023, 119226, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119226>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417422022448>)
- Park, J.Y., Seo, E.H., Yoon, HJ. et al. Automating Rey Complex Figure Test scoring using a deep learning-based approach: a potential large-scale screening tool for cognitive decline. Alz Res Therapy 15, 145 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13195-023-01283-w>
- R. O. Canham, S. L. Smith and A. M. Tyrrell, "Automated scoring of a neuropsychological test: the Rey Osterrieth complex figure," Proceedings of the 26th Euromicro Conference. EUROMICRO 2000. Informatics: Inventing the Future, Maastricht, Netherlands, 2000, pp. 406-413 vol.2, doi: 10.1109/EURMIC.2000.874519.



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Vedúci: doc. RNDr. Zuzana Černeková, PhD.
Katedra: FMFI.KAI - Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci katedry: doc. RNDr. Tatiana Jajcayová, PhD.
Dátum zadania: 19.10.2023

Dátum schválenia: 14.11.2023

prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD.
garant študijného programu

.....
študent

.....
vedúci práce

I hereby declare that I have independently completed this thesis by myself, including all its appendices and images, using the literature listed in the attached bibliography and artificial intelligence tools, under the careful supervision of my thesis advisor. I declare that I have used artificial intelligence tools in accordance with the relevant legal regulations, academic rights and freedoms, ethical and moral principles, while maintaining academic integrity, and that their use is appropriately indicated in the work.

Bratislava, 2026

.....
Bc. Lucia Korbeľová

Acknowledgement

First, I would like to thank my supervisor doc. RNDr. Zuzana Černeková, PhD. for her insightful feedback and support. A special thanks to prof. Ing. Jaroslav Polec, PhD for his valuable advice and insights into this topic of research. Finally, I want to extend my heartfelt gratitude to my partner and my family for their unwavering support throughout my academic journey.

Abstract

Abstract text

Keywords: Rey-Osterrieth complex figure, machine learning, Convolutional neural networks, Transformers

Abstrakt

Abstrakt text

Kľúčové slová: Rey-Osterriethova komplexná figúra, strojové učenie, Konvolúčna neuronová sieť, transformery

Contents

1	Introduction	2
2	Rey-Osterrieth complex figure	3
3	Convolutional Neural Networks	4
4	Existing methods	5
5	Software design	6
6	Implementation	7
7	Research	8
8	Results	9
8.1	Summary	9
9	Conclusion	10

List of Figures

List of Tables

Terminology

Terms

- **Some term**
Explanation of the term.

Abbreviations

- **ROCF** - Rey-Osterrieth complex figure.
- **CNN** - Convolutional Neural Network.
- **FC** - Fully-Connected.
- **ML** - Machine Learning.

Motivation

Motivation text

Chapter 1

Introduction

Introduction text

Chapter 2

Rey-Osterrieth complex figure

text

Chapter 3

Convolutional Neural Networks

text

Chapter 4

Existing methods

existing methods text

Chapter 5

Software design

text

Chapter 6

Implementation

text

Chapter 7

Research

text

Chapter 8

Results

results text

8.1 Summary

Summary text

Chapter 9

Conclusion

conclusion text

Bibliography

- [1] Davide Di Febbo, Simona Ferrante, Marco Baratta, Matteo Luperto, Carlo Abbate, Pietro Davide Trimarchi, Fabrizio Giunco, and Matteo Matteucci. A decision support system for rey–osterrieth complex figure evaluation. *Expert Systems with Applications*, 213:119226, 2023.
- [2] Peter Iványi. Automatizované hodnotenie neuropsychologického testu. Diplomová práca, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Bratislava, 2023.
- [3] J. Y. Park, E. H. Seo, H. J. Yoon, and et al. Automating Rey Complex Figure Test scoring using a deep learning-based approach: a potential large-scale screening tool for cognitive decline. *Alzheimer’s Research & Therapy*, 15:145, 2023.
- [4] Miroslav Čobrda. Klasifikácia na základe reyových figúr. Diplomová práca, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Bratislava, 2024.