

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

Ben-Gurion University of the Negev

**הפקולטה למדעי ההנדסה**

**המחלקה להנדסת חשמל ומחשבים**

Faculty of Engineering Science

Dept. of Electrical and Computer Engineering

**פרויקט הנדסי שנה ד'**

**Fourth Year Engineering Project**

**PDR**

[**Brain tumor segmentation using deep learning**](http://projects.ee.bgu.ac.il/zf/public/projects/projinfo/id/s-2018-104)

**סגמנטציה של גידולים מוחיים באמצעות למידה עמוקה**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **מספר הפרויקט:** | **p-2018-059** | **Project number:** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **סטודנטים**  **(שם ו ת.ז.):** | **Roy Hirsch 305052920**  **302724893 Ori Chayoot** | **Students**  **(name & ID):** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **מנחים:** | **Dr. Tammy Riklin Raviv** | **Supervisors:** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **תאריך הגשה:** | **2017** | **Submission date:** |

**תקציר:**

גידול מוחי הוא מצב בו מתרחש גידול לא מפוקח ולא נורמלי של תאים הנמצאים במוח. ניתן לסווג גידולים מוחיים לשני סוגים: גידולים ממאירים הפולשים לרקמות השכנות וגידולים שפירים אשר אינם פולשים לרקמות שכנות. הגידול המוחי הנפוץ ביותר בקרב מבוגרים הינו "גליומה" ומקורו בתאים הגליאלים (תאים אשר מספקים תמיכה והגנה לעצבי המוח, משמידים פתוגנים ומסירים תאים מתים) [2][1]. נהוג לחלק גידולים אלו לשתי דרגות: גידולים בדרגה נמוכה וגידולים בדרגה גבוהה. הגידולים בדרגה הגבוהה הינם ממאירים והגידולים בדרגה הנמוכה בדרך כלל שפירים (אך בשל נטייתם לעלות דרגה מסווגים אותם כממאירים גם כן). גידול מורכב מארבע חלקים: האזור הפעיל (enhancing), האזור הנקרוטי (נימקי), ליבת הגידול ואזור בצקתי.

על מנת לאבחן את התקדמות המחלה ומתן טיפול מתאים משתמשים בסריקות MRI אשר מספקות הדמיה תלת מימדית. בניגוד לתמונה דו מימדית המורכבת מ-Pixels , תמונת MRI מורכבת מ-Voxels. סריקת ה-MRI מבוצעת על ידי הפעלת שדה מגנטי תוך כדי שידור פולס רדיו בתדר פרופורצינלי לעוצמת השדה המגנטי אשר משפיעים על ספין הפרוטונים בגרעיני המימן שברקמות. כיום ניתוח ההדמיות נעשה על ידי רופאים, ידנית ובאופן איכותי בלבד כאשר ניתוח התמונה עלול להיות שונה בין רופא אחד לאחר. החלפת הניתוח הידני בניתוח אוטומטי, מדויק ומבוסס סגמנטציה טומן בחובו פוטנציאל לשיפור האבחון והטיפול בחולה וניצול זמן הרופא באופן מיטבי[4].

צורת הגידול על שלל מרכיביו אינה בעלת מאפיינים ברורים ולכן שימוש באלגריתמים קלאסיים בלבד למשימת הסיגמנטציה אינו מביא לתוצאות מספקות, אך התקדמות המחקר בשנים האחרונות בתחומי למידת המכונה ורשתות הנוירונים מהווה תשתית טובה לפתרון בעיה זו.

רשתות נוירונים הינן מערכות המורכבות ממספר שכבות כאשר כל שכבה מבצעת פעולה יחסית פשוטה (לדוגמא קונבולוציה בין פילטר לתמונה) ובעלות ערכים הניתנים לשינוי (כדוגמת ערכי הפילטר המשמש לקונבולציה). הרשת לומדת על ידי הזנת דוגמאות אימון דרכה (בצורה איטרטיבית) תוך שימוש בטכניקות מתחום "למידת מכונה" כגון Back propagation .

מטרת הפרויקט הינה פיתוח ומימוש אלגוריתם אופטימלי המבוסס על התקדמות המחקר בשנים האחרונות בתחום הלמידה העמוקה אשר יבצע סיגמנטציה לרכיבי גידול ה"גליומה" בהדמיות MRI .

**מילות מפתח:** גליומה, למידה עמוקה , גידול , רשתות נוירונים, סיגמנטציה, MRI .

**Abstract:**

Brain tumor is a state in which cells form in an abnormal way and without supervision. Brain tumor can be classified into two categories: malignant tumors, which infiltrating the surrounding tissues and benign tumors which do not infiltrate the surrounding tissues. The most common brain tumor type among adults called Glioma and it is originated from the Glial cells (a group of cells which provides protection and stability to the brains neurons and destroys pathogens [1][2]). Glioma tumors are usually referred as low rated or high rated tumors. High rated tumors are malignant and low rated tumors are usually benign (though they tend to upscale into high rate and therefore also classified as malignant). Spatially the Glia tumor can be divided to four regions: tumor core, enhancing tumor, necrotic tumor and the edema.

In order to evaluate the disease’s progression and give suitable treatment a 3D MRI scan is used. Unlike 2D image which consists of pixels the 3D MRI image consists of voxels. In order to create the 3D image the MRI uses combination of constant magnetic field and RF pulses which changes the spin of the Hydrogen protons in the brain’s tissues [3].

In current clinical routine, the resulting images are evaluated based on qualitative criteria only, preformed manually and the analysis often differs between doctors. Replacing the current procedure with an automated analysis has great potential for improving the patient’s treatment and will allow to utilize the physicians time better [4].

Due to the verity of tumor structures in terms of size, extension and localization the use of classic computer vision algorithms does not bring sufficient results. On the other hand the progression of the research in the fields of machine learning and neural networks is considered today to be good infrastructure for this task.

Neural networks are systems which consists of varied number of layers when each layer perform a relatively simple computational task (such as convolutional layer). Each layer’s parameters can be changed in order to produce good result (for example the filters values used for the convolution). The network adjusts its parameters according to a training data. At the end of the learning process the network should be able to classify unseen data with high accuracy.

The project goal is to develop and implement an optimal algorithm based on the recent studies and research in the field of deep learning which will perform segmentation to the Glioma’s tissues in brain’s MR images.

**Key Words:** Glioma, deep learning, machine learning, tumor, neural networks ,segmentation, MRI.

**Research Proposal:**

Our project is to segmentize tumors and tissue components in multimodal brain MR images automatically and reliably. We will explore the current state of the art algorithms, choose the superior ones and modulate them to an optimized solution. We will use “classical” image processing tools and current machine learning and neural networks in order to implement the optimized solution.

Our product will be an algorithm implemented in Python which will be able to process and analyze multimodal MR images with high accuracy. The algorithm will be trained on BRATS image dataset and will be tested and measured on an unseen data. The output of the algorithm is a segmentation map of the input image (with the ability to label 4 different tissue areas). The algorithm performance on the test data will be evaluated with an online evaluation tool by BRATS. The online tool compares the algorithm results to the ground true and evaluates the quality of the segmentation.

Three tumor regions segmentation will be evaluated: the whole tumor, the tumor core and the active tumor (the enhancing core). We will follow those evaluation metrics:

Dice – the number of true positives divided by the average size of the true prediction area and the ground true area) measured in %).

Hausdorff distance – a method for calculating distance between segmentation boundaries (measured in mm).

A realistic success rate will be:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Whole tumor | Tumor’s core | Active tumor |
| Dice score | 80% | 70% | 60% |

Our algorithm will consist the following components:

* Preprocessing of the input data for a ma homogenous dataset, for example: intensity correction and images registration.
* Features extraction, for example: voxel-wise features, textural and spatial features and

intensity distribution.

* Classification for distinguish between different classes, for example SVM network or decision trees. [2] [3]

In order to achieve our goals, we will follow the following working methodology:

1. Information gathering stage:
   1. Extensive research of relevant segmentation algorithms from BARTS challenge and beyond.
   2. Learning “classical” image processing and MR imaging.
   3. Experiencing with implementation of neural networks.
2. Evaluation stage:
   1. Designing a leading algorithm with 3 possible modifications to implement.
3. Implementation stage:
   1. Implement the leading algorithm and his modifications.
   2. Evaluating and comparing the different algorithms.
   3. Changing and optimizing the leading algorithm.

**Task management:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Weeks** | **Tasks** |
| 1-4 | * Articles and algorithms research. * Learning TensorFlow. * Submit preliminary report (11/2017) |
| 5-8 | * Articles and algorithms research. * Implementation of basic image processing procedures as part of image processing course. * Implementation of neural network with TensorFlow. |
| 9-12 | * Evaluating the leading algorithms. * Designing a leading algorithm with 3 possible modifications to implement. * Executing a classical MR image processing project. |
| 13-16 | * Implementation of the algorithms. |
| 17-20 | * Implementation of the algorithms. * Evaluation of the algorithms on the test data. * Comparing the algorithms results using the evaluations metrics. |
| 20-24 | * Further modifications for optimizing the leading algorithm. * Re-evaluation of the modified algorithm. * Summery and reports. |
| 24-28 | Summery and reports |

**References:**

1. E. C. Holland, "Progenitor cells and glioma formation", *Curr. Opin. Neurol.*, vol. 14  
   Jessen KR, Mirsky R (August 1980). "Glial cells in the enteric nervous system contain glial fibrillary acidic protein"
2. Friebolin, H., "Basic One- and Two- Dimensional NMR Spectroscopy, 4th ed.," VCH: Weinheim, 2008
3. B. H. Menze, A. Jakab״, The Multimodal Brain Tumor Image Segmentation Benchmark (BRATS)״, Med. Im. vol:34 issue: 10
4. P. Y. Wen, "Updated response assessment criteria for high-grade gliomas: Response assessment in neuro-oncology working group", J. Clin. Oncol., vol. 28, pp. 1963-1972, 2010.
5. C. Cortes, V. Vapnik, "Support-vector networks", Mach. Learn., vol. 20, no. 3, pp. 273-297, 1995.
6. Criminisi, J. Shotton, Decision Forests for Computer Vision and Medical Image Analysis, Germany, Heidelberg:Springer, 2013.