

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

ДИПЛОМСКИ РАД

Аутоматска сегментација пнеумоторакса на рендгенским снимцима плућа човека

Студент

Јанко Шуштершич

2015/0114

Ментор

Доц. др Предраг Тадић

Београд, *септембар* 2019. године



Универзитет у Београду
Електротехнички факултет



Назив студијског програма: Електротехника и рачунарство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Сигнали и системи

Предмет: Вештачка интелигенција

Број индекса: 2015/0114

Јанко И. Шуштершич

Аутоматска сегментација пнеумоторакса на рендгенским снимцима плућа човека

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Доц. др Предраг Тадић – ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

РЕЗИМЕ РАДА

Пнеумоторакс је болест плућа која настаје као последица накупљања ваздуха у плеуарној шупљини услед прекида континуитета листова плућне марамице. Постављање дијагнозе пнеумоторакса чак и у идеалним условима и при идеалном физикалном прегледу понекад може бити врло отежана, јер знаци теже грудне трауме могу бити једва приметни, одсутни, или се развити постепено у посттрауматском периоду. На утврђивање појединих клиничких знакова код болесника са пнеумотораксом могу утицати величина повреде и положај болесника током прегледа, а како болест може варирати по облику, величини и локацији, сегментација пнеумоторакса представља велики изазов. Један од најзаступљенијих дијагностичких поступака је рендгенографија срца и плућа. Главни циљ овог завршног рада био је да се представе различите архитектуре дубоких конволуционих неуралних мрежа у сврху детекције и сегментације пнеумоторакса, а затим проучи њихова ефикасност. Методологија је обухватала сегментацију рендгенских снимака плућа помоћу два различита модела – U-Net и FCN, са и без помоћи додатног класификатора. Поређење ефикасности предложених алгоритама подразумевало је анализу успешности по следећим параметрима – тачност издвојене површине пнеумоторакса, време извршавања кода за сегментацију и броја подесивих параметара модела. Дводимензионални резултати сегментације приказани су на оригиналној слици помоћу маркера у боји, тако да кориснику олакшају употребу софтвера. Добијени резултати у овом раду могу да буду нова парадигма у помоћи при дијагностици пнеумоторакса.

Кључне речи: плућа, пнеумоторакс, медицинска слика, сегментација, класификација, конволуционе неуралне мреже, U-Net, FCN

ABSTRACT

Pneumothorax is a lung disease caused by abnormal collection of air in pleural cavity as the result of discontinuity of pulmonary pleurae. Diagnosing pneumothorax even in ideal conditions can sometimes be difficult as the signs of chest trauma can be hardly noticeable. The symptoms of pneumothorax can be vague and inconclusive, especially in those with a small primary spontaneous pneumothorax, therefore confirmation with medical imaging is usually required. One of the most common diagnostic methods is heart and chest radiology. The main purpose of this paper is to suggest different architectures of deep convolutional neural networks for detection and segmentation of pneumothorax and compare their respective performance. The methodology included segmentation of chest X-ray images using U-Net and Fully Convolutional Networks, with and without additional classifier. Comparison of effectiveness of these proposed algorithms included discussing following parameters – segmented surface area accuracy, computational time and number of trainable parameters. Furthermore, a user friendly two dimensional visualization is proposed. The results obtained in this paper can be new paradigm in the detection and treatment of pneumothorax.

Key words: lungs, pneumothorax, medical imaging, segmentation, classification, convolutional neural networks, U-Net, FCN

ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујем се ментору доц. др Предрагу Тадићу на саветима, стрпљењу, подршци и издвојеном времену током израде дипломског рада. Такође се захваљујем доц. др Милици Јанковић, као и колегама из Microsoft развојног центра у Србији на стеченом знању из области биомедицине и машинског учења које ми је омогућило израду овог рада.

Посебно се захваљујем сестри Тијани, мами Вањи и колегиници Марији Милутиновић на великој подршци, сугестијама и саветима током студија, а посебно за време израде дипломског рада.

Јанко Шуштершич

У Београду, *септембар 2019.*

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
1.1 Врсте медицинског сликања у дијагностици пнеумоторакса	4
2. МЕДИЦИНСКА СЛИКА	5
2.1 Рендгенографија	7
2.2 Запис медицинских слика	10
2.3 Рад са медицинским сликама у Python-у	10
2.4 Дигитална обрада слике	12
2.5 Методе за сегментацију медицинске слике	13
2.6 Вештачке неуралне мреже	14
2.7 Конволуционе неуралне мреже	17
3. МЕТОДОЛОГИЈА РАДА	21
3.1 База података	21
3.2 Класификација слике	24
3.3 U-Net конволуциона неурална мрежа	26
3.4 FNC конволуциона неурална мрежа	27
4. РЕЗУЛТАТИ	29
4.1 Резултати класификације	29
4.2 Резултати сегментације U-Net неуралне мреже	32
4.3 Резултати сегментације FCN неуралне мреже	34
4.4 Постпроцесирање и коначни резултати	35
5. ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧАК	37
6. ЛИТЕРАТУРА	39
7. ПРИЛОГ А	41
8. ПРИЛОГ Б	48
9. ПРИЛОГ В	53
10. ПРИЛОГ Г	55
11. ПРИЛОГ Д	57