

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 03.09.2024. године именovalo нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. **Селене Богојевић** под насловом „Анализа обележја сигнала снимљених инерцијалним мерним јединицама за препознавање неправилно изведених скокова удаљ”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Селена Богојевић је рођена 17.04.2000. године у Београду. Завршила је Основну школу „Марко Орешковић” у Београду као вуковац и ђак генерације, а затим уписала Математичку гимназију у Београду коју је завршила са одличним успехом као носилац Вукове дипломе. Електротехнички факултет уписала је 2019. године и дипломирала је на одсеку за Сигнале и системе 2023. године са дипломским радом на тему „Визуелизација образаца скока у даљ применим анализе главних компоненти сигнала снимљених инерцијалним мерним јединицама“ и просечном оценом 9.63. Мастер студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на модулу за Сигнале и системе уписала је у октобру 2023. године. Положила је све испите са просечном оценом 9.40.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Селена Богојевић је као припрему за израду мастер рада урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирани су различити системи за праћење кретања тела у простору приликом извршавања моторичких активности. Истраживањем области утврђено је да су инерцијалне мерне јединице, као компактан систем мале масе који не сужава могућности покрета, добар избор за анализу покрета приликом тестова скакања удаљ. Такође, увидом у постојећа истраживања кретања тела у току скока удаљ, закључено је да извођење скока удаљ захтева комплексну координацију горњих и доњих екстремитета и трупa. Стога је за циљ мастер рада дефинисано да се анализирају покрети више сегмената тела приликом извођења скока удаљ.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 40 страна од чега прилог обухвата 4 стране, са укупно 31 сликом (од чега су 4 слике у прилогу), 5 табела (од чега је 1 табела у прилогу) и 25 референци. Рад садржи увод, 3 поглавља и закључак (укупно 5 поглавља), списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика, списак табела и два прилога.

Прво поглавље представља увод у коме је указано на значај примене скока удаљ као теста експлозивне снаге доњих екстремитета и описани су начини на које се овај тест анализира у литератури. Истакнуте су предности коришћења инерцијалних мерних јединица за праћење кретања приликом извођења моторичких задатака.

У другом поглављу је најпре описан начин прикупљања базе података током извођења задатка скакања удаљ, приказан је експериментални протокол и коришћени сензорски систем. Потом је описан процес обраде прикупљених сигнала, формирање сигнала углова сегмената тела за опис ротационог кретања у сагиталној равни, описана је анализа облика сигнала углова сегмената тела и сигнала углова у зглобовима и дефинисана су специфична обележја ових сигнала. На крају поглавља приказан је начин формирања алгоритма за детекцију неправилно

изведених скокова на основу екстрахованих обележја заснован на постављеним условима (енг. *rule-based* алгоритам), као и начин обучавања стабла одлучивања које је примењено како би се упоредиле перформансе са развијеним *rule-based* алгоритмом за детекцију.

Треће поглавље приказује најважније резултате постигнуте током истраживања. Приказана је структура снимљене базе података, а потом су приказане разлике између облика сигнала правилно и неправилно изведених скокова, помоћу којих су образложени одабири обележја сигнала углова сегмената и зглобова. Илустрован је развој *rule-based* алгоритма за детекцију неправилно изведених скокова и приказане су његове перформансе, као и перформансе алгоритма базираног на обученим стаблима одлучивања.

У четвртном поглављу су детаљно дискутовани резултати постигнути у току истраживања, с посебним освртом на особине издвојених обележја и на перформансе оба примењена алгоритма.

Пето поглавље је закључак у оквиру кога су сумирани доприноси рада, дата закључна разматрања и предложени кораци у будућем раду.

У прилогу су детаљније приказани делови резултата који су поменути у трећем и четвртном поглављу. Образложене су постигнуте перформансе стабла одлучивања и упоређени су добијени резултати са резултатима класификације помоћу развијеног *rule-based* алгоритма.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Селене Богојевић се бави анализом обележја сигнала углова сегмената и зглобова испитаника у току извођења скока удаљ.

У оквиру мастер рада су коришћени подаци снимљени на студентима без моторичких оштећења са Факултета спорта и физичког васпитања, Универзитета у Београду. Испитаницима је приликом извођења скокова на сегменте тела постављено девет инерцијалних мерних јединица (*MTw Awinda*, *Movella*, Хендерсон, САД). За потребе анализе ротационог кретања у сагиталној равни, анализиране су одговарајуће угаоне брзине и на основу њих су естимирани сигнали углова сегмената и зглобова у посматраној равни. Сигнали угаоних брзина снимљени инерцијалним мерним јединицама су претпроцесирани применом интерполације и филтрирања, након чега је примењен нов алгоритам за сегментацију сигнала. Потом су израчунати сигнали углова интеграцијом сигнала угаоних брзина (и математичким трансформацијама за добијање углова зглобова). За добијене сигнале углова сегмената и зглобова су анализирани облици при исправно и неисправно изведеним скоковима и одређена су обележја која описују разлике између ове две групе скокова. Анализиране су вредности издвојених обележја и на основу њих је развијен *rule-based* алгоритам за детекцију неисправних скокова. Такође, обучено је и стабло одлучивања применом *subject-wise leave-one-out* унакрсне валидације ради поређења са перформансама развијеног алгоритма. За имплементацију обраде и развоја алгоритама, као и анализу резултата је коришћено програмско окружење *Matlab R2023a* (*Mathworks*, САД).

Главни допринос овог мастер рада је у спровођењу оригиналне пилот студије која омогућава идентификацију параметара за објективну процену исправности скока у даљ на основу анализе сигнала углова сегмената и зглобова тела.

5. Закључак и предлог

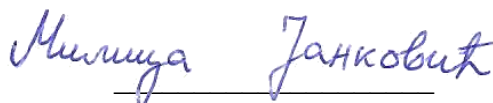
Кандидаткиња Селена Богојевић је у свом мастер раду успешно анализирала и идентификовала обележја за препознавање неправилно изведених скокова удаљ и имплементирала *rule-based* алгоритам помоћу којег се могу успешно детектовати неправилно изведени скокови удаљ. Предложена методологија представља први корак у анализи технике скакања удаљ са дугорочним циљем оптимизације перформанси спортиста.

Кандидаткиња је показала самосталност у упознавању и истраживању теме, систематичност и иновативност у реализацији истраживања, као и презентовању својих резултата.

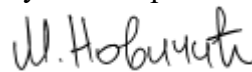
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду да рад **дипл. инж. Селене Богојевић** прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 13.09.2024. године

Чланови комисије:



др Милица Јанковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



мс Марија Новичић, асистент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Владислава Крсмановић, научни сарадник
Иновациони центар Електротехничког факултета у Београду