

РЕЦЕНЗИЈА
НА ДОКТОРСКАТА ДИСЕРТАЦИЈА ПОД НАСЛОВ „СИСТЕМ ЗА
АМБИЕНТАЛНО ПОМОГНАТО ЖИВЕЕЊЕ И КОНТИНУИРАНО СЛЕДЕЊЕ
НА БИОФИЗИОЛОШКИ ПАРАМЕТРИ“ ИЗРАБОТЕНА ОД М-Р АЛЕКСАНДРА
СТОЈАНОВА, ПРИЈАВЕНА НА ФАКУЛТЕТОТ ЗА ИНФОРМАТИКА ПРИ
УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ ВО ШТИП

Со Одлука број 0206-333/2 од 23.6.2020 година донесена на 51. (електронска) редовна седница на Наставно-научниот совет на докторски студии на Кампус 2 (биотехнички науки, техничко-технолошки и природно-математички науки) при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, одржана на 23.6.2020 г., формирана е Комисија за оценка и одбрана на докторската дисертација под наслов „Систем за амбиентално помогнато живеење и континуирано следење на биофизиолошки параметри“ пријавена и изработена од кандидатката м-р Александра Стојанова, во состав:

- проф. д-р Сашо Коцески – претседател,
- проф. д-р Цвета Мартиновска-Банде, член, ментор,
- проф. д-р Андреа Кулаков, член, екстерен ментор,
- проф. д-р Владо Гичев, член и
- проф. д-р Милка Здравковска, член.

Комисијата во наведениот состав, по прегледувањето на докторската дисертација, го поднесува следниов

ИЗВЕШТАЈ

Анализа на трудот

Докторската дисертација со наслов „Систем за амбиентално помогнато живеење и континуирано следење на биофизиолошки параметри“ пријавена и изработена од м-р Александра Стојанова, асистент-докторанд на Факултетот за информатика при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип е напишана на 222 страници, на А4 формат, со вкупно 48 слики и 10 табели.

Дисертацијата ги опфаќа следните поглавја: Вовед, Пресметка во магла, Обработка на PPG сигналот и отстранување на шум, Методи за машинско учење, Основни карактеристики на PPG сигналот и Заклучок.

Во понатамошниот тек од овој извештај е даден краток осврт за секое поглавје од докторската дисертација.

Во првото поглавје - *Вовед* се дава осврт на биофизиолошките параметри и се нагласува потребата од нивно континуирано следење со цел одржување на здравјето. Посебен осврт е ставен на крвниот притисок како значаен параметар, показател на здравствената состојба, чие континуирано следење претставува особен предизвик. Се наведуваат досегашните постигнувања и обиди направени за лесно и ненаметливо, а сепак прецизно, континуирано мерење на крвниот притисок, споменувајќи ги постоечките методологии и уреди дизајнирани во таа насока. На крајот од овој дел се даваат целите за ова истражување.

Второто поглавје е делот *Пресметка во магла (Fogcomputing)*. Во овој дел се наведуваат основните карактеристики на оваа релативно нова архитектура, но во исто време се нагласени и сите можни предности и недостатоци што таа ги наметнува. Исто така се потенцира разликата меѓу оваа архитектура и архитектурата за пресметка во облак и се наведуваат причините зошто се користи една ваква архитектура во системот.

Третото поглавје е дел наменет за *Обработка на PPG сигналот и неговото прочистување од шум и движечки артефакти*. Во овој дел, најпрво е дефиниран проблемот кој е цел на истражувањето, а подоцна се предложени алгоритми за негово решавање. Во овој дел е претставен новиот алгоритам кој успешно се справува со отстранување на шумот од PPG сигналот, посебно шумот создаден при придвижувањето. На крај од овој дел се презентирани добиените резултати.

Четвртото поглавје е делот во кој се претставени *Методите на машинско учење*, а дел од нив подоцна се применети и во предложениот систем со цел да се добие прецизно предвидување. Овде се дадени методи за кластерирање регресија и класификација, а е даден осврт и кон невронските мрежи и длабокото учење.

Петтото поглавје е делот во кој се презентирани и извлечени *Основните карактеристики на PPG сигналот*, потоа е направена нивна анотација и на крај се применети повеќе методи на машинско учење. Со применетите методи, се определува кој метод дава најдобри резултати за предикција на крвниот притисок.

Шестото поглавје е *Заклучокот*, каде што се дава осврт на досега направеното во ова истражување и се прикажани идните можни насоки како проширување на истото.

Дополнително, има *Резиме* на македонски и на англиски јазик, дел за *Користена литература* со 190 литературни извори со слична проблематика и *Прилог со листа на кратенки*, кои се користат во текстот.

Предмет на докторската дисертација

Биофизиолошките параметри кои континуирано можат да се следат со сензори можат да дадат јасна слика за општата здравствена состојба на човекот во кој било момент. Таквите биофизиолошки параметри се: електрокардиограм (ECG), брзината на срцеви отчукувања (heart rate-HR), крвен притисок (blood pressure-BP), брзината на дишење (respiration rate-RR), крвна сатурација со кислород (Blood Oxygen Saturation-SpO₂), шеќер во крвта, потење на кожата, телесна температура и други. Од биофизиолошките параметри кои можат континуирано да се следат со помош на сензори, најпредизвикувачки е крвниот притисок, чие континуирано следење сè уште е во фаза на истражување. За негово следење се потребни дополнителни сигнали преку кои може да се процени неговата вредност.

Цели и нивна разработка

Целите на истражување во оваа докторска дисертација се:

- Развој на иновативна архитектура на системот, со цел навремено алармирање при некои нагли промени на биофизиолошките параметри, особено крвниот притисок, а со тоа да се обезбеди навремена и соодветна реакција, избегнување и спречување на некои сериозни ситуации кои можат да бидат со катастрофални исходи.
- Иновативната архитектура овозможува податоците да се претпроцесираат во мрежните уреди на рабовите од мрежата и на тој начин ја подобруваат ефикасноста и перформансите на системот, истовремено намалувајќи го мрежниот сообраќај и латентноста.
- Имплементација на алгоритми базирани на вештачка интелигенција, за обработка на сигнали, со цел да се направи деривација на потребните биофизиолошки параметри во реално време. На тој начин може да се овозможи и брза интервенција кога е потребно.
- Развој на алгоритам за проценка на крвниот притисок, врз база на PPG сигналот, кој треба да биде прочистен од шумовите добиени од надворешната средина и шумовите добиени со движењето и секојдневното функционирање на човекот.

Овие цели во насока на развој на систем за континуирано следење на биофизиолошките параметри се во целост завршени и се реализирани со предложените алгоритми и хардверски архитектури.

Научен придонес

Придонесот во науката на оваа докторската дисертација се состои во развој на нов систем за континуирано следење на биофизиолошките параметри кој комбинира повеќе аспекти: иновативна архитектура во која податоците се претпроцесираат во мрежните уреди на рабовите од мрежата, а со тоа се намалува латентноста на системот а се зголемува неговата ефикасност, континуирано следење на биофизиолошките параметри и навремено известување за некои аномалии.

Развиен е нов алгоритам за естимација на крвниот притисок, врз база на PPG сигналот, кој треба да биде прочистен од шумовите добиени од надворешната средина и шумовите добиени при активностите во секојдневниот живот на човекот.

Имплементација на алгоритми базирани на вештачка интелигенција, за обработка на сигнали и алгоритми за предвидување на потребните биофизиолошки параметри во реално време.

Ваквиот систем за континуирано следење на биофизиолошките параметри е особено применлив во системите за амбиентално помогнато живеење, како што се домовите за нега на стари лица и други медицински установи, во кои со користење на ваквите технологии може да се помогне и да се олесни процесот на следење на здравствената состојба на пациентите, а од друга страна им се нуди зголемена удобност и безбедност на пациентите и точна и прецизна информираност.

Докторската дисертација изработена под менторство на проф. д-р Цвета Мартиновска-Банде, редовен професор на Факултетот за информатика при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, како интерен ментор, и проф. д-р Андреа Кулаков, редовен професор на Факултетот за информатички науки и компјутерско инженерство при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, како екстерен ментор, е успешно завршена. Трудот е напишан јасно, на научно и стручно ниво, испитувањата и анализите се добро систематизирани, добиените резултати се презентирани на ефективен и концизен начин и добиени се конкретни заклучоци. Оваа докторска дисертација обработува актуелна тема и содржи податоци од истражувања и литература што се карактеризираат со висок степен на научна и апликативна вредност.

ЗАКЛУЧОК И ПРЕДЛОГ

Комисијата за оценка и одбрана детално ја разгледа докторската дисертација со наслов „Систем за амбиентално помогнато живеење и континуирано следење на биофизиолошки параметри“, изработена од кандидатката м-р Александра Стојанова, асистент-докторанд на Факултет за информатика при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип и донесе заклучок дека истата претставува оригинален, самостоен, прецизно дефиниран, јасно оформен научен труд со систематски разработена проблематика и оригинални научни истражувања и резултати. Докторската дисертација врз основа на содржината, обемот и постигнатото ниво на квалитет на научна работа ги задоволува и исполнува условите потребни за изработка на докторска дисертација.

Потврда за научната тежина на темата се и објавените оригинални научни трудови од дисертацијата во престижни меѓународни научни списанија (meѓу кои и Journal of Medical Systems, IF 2.415, Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics, A Journal for Information Technology, Education Development and Teaching Methods of Technical and Natural Sciences).

Врз основа на претходно изнесеното, Комисијата има чест да му предложи на **Наставно-научниот совет на докторски студии на Кампус 2 да ја прифати позитивната рецензија на докторската дисертација со наслов „Систем за амбиентално помогнато живеење и континуирано следење на биофизиолошки параметри“, изработена од асистент-докторанд м-р Александра Стојанова и да одобри јавна одбрана на истата.**

РЕЦЕНЗЕНТСКА КОМИСИЈА

Д-р Сашо Коцески претседател,
редовен професор на Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, с.р.

Д-р Цвета Мартиновска-Банде,
ментор, член, редовен професор на Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, с.р.

Д-р Андреа Кулаков,
екстерен ментор, член, редовен професор на
Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, с.р.

Д-р Владо Гичев,
член, редовен професор на Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, с.р.

Д-р Милка Здравковска,
член, редовен професор на Факултет за медицински науки,
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, с.р.