



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

Seljaajutrauma patsientide vertikaliseerimiseks  
mõeldud haiglavoodi juhtemissüsteemi  
valideerimise tööriist

MAGISTRITÖÖ  
MEHHATROONIKA ÕPPEKAVA

Üliõpilane

Balaji Gunasekaran

Üliõpilaskood:156356

Juhendaja

Andrei Pokatilov

# Summary

The term verticalization refers to a gradual change in the patient's position, from lying down on bed to being vertical. Spinal cord injury patients, depending on the type of injury, either temporarily or permanently lose the ability to be able to stand up by themselves, or prescribed bed rest by the physicians and hence there is a need for artificially verticalization of such patients as verticalization is considered essential in functioning of circulatory system, respiratory system, psychological functioning etc.,.

This thesis project involved the development of a validation tool for the automatic bed control system. It includes three parts. The first part involves the development of a validation tool which consists of a patient simulator module for simulating the patient's physiological signals as input data to the control system of the smart bed. The input data includes bed angle, time period, blood pressure (Systolic and Diastolic values), heart rate and oxygen saturation. The control system adjusts the bed angle automatically taking into account the real-time readings of patient's blood pressure, heart rate (HR), oxygen content of blood (SpO<sub>2</sub>). This module will then be used to do the simulated tests on the smart-bed, which is a precursor to field testing. If the project is successful, the field testing phase will be relatively shorter and the time to market for the product will be reduced proportionately. If the product is successfully implemented, it will automate the process of verticalization, thereby reducing the workload of nursing staff and will also take away the possibility human errors in this verticalization process. This use of this system will give the doctors in-charge a better feedback about the patient's statistics, by downloading the log files from Raspberry Pi to PC, tablet computer or other device, that is in local network.

The second part involves the development of a web based graphical user interface. It will be developed as part of the project to help demonstrate the system to the user. The user interface can also be used to train nursing staff to teach them about the procedure and give them the necessary training to perform this procedure. The trainee can select the type of patient to be simulated and observe how the training progresses for a given treatment protocol for different types of patients. This particular tool can also help the hospital to construct databases on different types of patients which can help in better automation of this procedure and better treatment for the patients. The third part was the simulation of the verticalization bed is the development of bed simulator hardware. There is no access to the verticalization bed at Eliko AS and thus a prototype was needed for testing purposes. Hence to simulate the hardware interrupts and test the angle sensor a bed simulator hardware was designed.

# Kokkuvõte

Termin “püstasendisse viimine” viitab patsiendi järkjärgulisele positsiooni muutumisele lamavast asendist voodis kuni vertikaalse asendini. Selgroomurruga patsiendid, olenevalt vigastusest, kas ajutine või jääv kadu ennast püstasendisse viia, või need, kellele on arstid ette kirjutanud ravi haiglavoodis, vajavad kunstlikku püstasendisse viimist, kuna seda peetakse esmatarvilikuks vereringesüsteemi-, hingamisteede süsteemi ning inimese psühholoogiliseks toimimiseks.

Käesoleva töö raames arendati tööriista, mis annab hinnanguid automatiseeritud voodi puldile. Töö koosneb kolmest osast. Esimeses osas arendatakse hinnanguid andvat tööriista, mis koosneb patsiendi simulaatormoodulist, et püüda patsiendi psühholoogilisi signaale haiglavoodi puldisüsteemi jaoks. Sisendandmeteks on voodi nurk, ajaperiood, patsiendi vererõhk, südamelöögid ja hapnikuküllastus. Puldisüsteem kohandab voodi nurga asendit automaatselt võttes arvesse reaajas loetavaid andmeid patsiendi vererõhu, südamelöökidest, vere hapnikusisalduse kohta. Siis kasutatakse seda moodulit, et viia läbi automatiseeritud voodi simulatsiooniteste, mis on eellase laiemaks katsetamiseks antud valdkonnas. Kui projekt on edukas, lüheneb aeg valdkonnakatsetustele märgatavalt ning seega lüheneb ka toote turundusprotsess. Kui projekt juurutatakse edukalt, automatiseerib see patsiendi püstasendisse viimist ning seega vähendab õdede ja hooldajate koormust ning samuti võtab ära võimalike inimlike vigade tekkimise püstasendisse viimise protsessis. Selle süsteemi kasutamine annab arstidele parema ülevaate patsiendi andmetest, võimaldades alla laadida log- faile Raspberry Pi-st PC-sse, tahvelarvutisse või mõnda teise seadmesse, mis võimaldab kasutada kohalikku Internetivõrku.

Teine osa koosneb veebipõhise graafilise kasutajaliidese arendamisest. See arendatakse ühe osana projektist, mis aitab süsteemi kasutajale demonstreerida. Kasutajaliidest saab ka kasutada õdede ja hoolduspersonali väljakoolitamiseks, andes neile protseduuri kohta infot. Koolitav isik saab valida patsiendi tüübi, keda simuleerida ja vaadelda, kuidas seadmega tehtavad treeningud edenevad vastavalt valitud raviprotokollile. See seade saab samuti aidata haiglatel koostada patsientide kohta andmebaasi, mis omakorda aitab kaasa protseduuri paremaks muutmisele ning seega paremate ravitulemuste saavutamisele.

Kolmas osa koosneb voodisimulatsiooni riistvara arendamisest. Kuna Eliko AS-is ei olnud võimalust kasutada püstasendisse viivat automatiseeritud voodit, lõime testimiseks vastava prototüübi.