

POLITECNICO DI MILANO
Scuola di Ingegneria dell'Informazione



POLITECNICO
MILANO 1863

POLO TERRITORIALE DI COMO
Master of Science in Computer Engineering

ECG-ira: An efficient mobile app for ECG analysis

Supervisor: Prof. Giuseppe Pozzi

Co-Supervisor: Ulisse Pizzagalli

Assistant Supervisor: Eng. Name Surname

Master Graduation Thesis by:

Antonello Fodde - 817371

Chai Botta - 817333

Academic Year 2015-2016

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Curabitur malesuada suscipit nisl, vitae gravida odio imperdiet a. Etiam sed auctor tellus. Donec sed mauris eget nibh luctus accumsan. Sed imperdiet purus in elit iaculis, non commodo nisl varius. Integer sit amet diam laoreet, viverra lacus id, placerat nisl. Aenean ultricies sollicitudin elit in sodales. Vivamus euismod eleifend justo, ac pellentesque risus. Donec eleifend, justo a pharetra laoreet, est dolor condimentum nulla, nec auctor ligula justo eget diam. Mauris augue eros, elementum quis vulputate eget, ullamcorper eget mauris. Maecenas quis hendrerit velit. Donec vehicula dictum tellus, et aliquam sem viverra maximus. Maecenas gravida purus quis dui vulputate ornare. Morbi ac orci ut nunc tristique ultricies nec mattis massa. In imperdiet nisl ut risus faucibus, ut semper libero egestas. Nam imperdiet ullamcorper nunc, eu dictum felis dapibus a. Aliquam nec ante posuere, tristique dui semper, hendrerit erat. Nunc purus massa, lobortis a laoreet vel, posuere sit amet nisl. Duis ut viverra nisl. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

Nulla elit risus, efficitur condimentum erat id, laoreet ullamcorper tellus. Nam non rutrum massa. Suspendisse vitae mauris vitae arcu elementum molestie et at diam. Proin efficitur vehicula ligula, id rhoncus dui pulvinar et. Nunc nec ultrices nunc, ut cursus libero. Donec mattis vehicula ex eget efficitur. Ut tellus arcu, vehicula nec ullamcorper ut, vulputate eu arcu. In cursus ut justo non sodales. Sed massa urna, eleifend eu nisi eget, tincidunt efficitur nibh. Donec at molestie arcu. Duis elementum lectus at tristique scelerisque. Donec sodales purus viverra urna interdum, sit amet convallis velit lacinia. Aliquam mollis tempus rhoncus. Quisque ultricies nisi quis metus rhoncus mattis. In fermentum facilisis tristique. Fusce ultricies quam id suscipit venenatis. Vestibulum hendrerit nibh eget ligula tristique, a tincidunt metus viverra. Aliquam finibus dui velit, a accumsan lacus tempus sit amet. Fusce in justo lorem. Mauris a porttitor justo, eget tincidunt erat. Ut quis semper risus. Aliquam

eu malesuada metus. Aliquam erat volutpat. Sed ac diam finibus, pellentesque enim ut, commodo mi. Nam ligula odio, semper eget diam id, tempus cursus risus. Donec viverra, elit quis molestie ultrices, odio risus ornare orci, at eleifend nisl risus elementum tellus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Suspendisse eu aliquet est, scelerisque vulputate justo.

Suspendisse egestas posuere lacinia. Integer non mi maximus, rhoncus massa eu, aliquam risus. Nam nisl nisi, semper nec efficitur eu, tincidunt vel justo. Sed vestibulum tristique consequat. Phasellus sodales nunc quis pharetra mattis. Pellentesque eu fermentum sem, vel efficitur odio. Suspendisse consectetur turpis et nisi viverra commodo. Quisque ornare porta nisi, eget aliquam nisl interdum sed. Nulla elementum quam sit amet enim mollis, in rhoncus felis lacinia. Nam vel justo purus. Nulla pellentesque ex in eros rutrum tincidunt. Morbi consequat felis a libero dictum, vel malesuada est dignissim. Maecenas diam lacus, laoreet ut quam vel, pharetra aliquet nisi. Suspendisse auctor aliquam odio eu tincidunt. Aenean lacinia semper diam. Suspendisse potenti.

Sommario

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Curabitur malesuada suscipit nisl, vitae gravida odio imperdiet a. Etiam sed auctor tellus. Donec sed mauris eget nibh luctus accumsan. Sed imperdiet purus in elit iaculis, non commodo nisl varius. Integer sit amet diam laoreet, viverra lacus id, placerat nisl. Aenean ultricies sollicitudin elit in sodales. Vivamus euismod eleifend justo, ac pellentesque risus. Donec eleifend, justo a pharetra laoreet, est dolor condimentum nulla, nec auctor ligula justo eget diam. Mauris augue eros, elementum quis vulputate eget, ullamcorper eget mauris. Maecenas quis hendrerit velit. Donec vehicula dictum tellus, et aliquam sem viverra maximus. Maecenas gravida purus quis dui vulputate ornare. Morbi ac orci ut nunc tristique ultricies nec mattis massa. In imperdiet nisl ut risus faucibus, ut semper libero egestas. Nam imperdiet ullamcorper nunc, eu dictum felis dapibus a. Aliquam nec ante posuere, tristique dui semper, hendrerit erat. Nunc purus massa, lobortis a laoreet vel, posuere sit amet nisl. Duis ut viverra nisl. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

Nulla elit risus, efficitur condimentum erat id, laoreet ullamcorper tellus. Nam non rutrum massa. Suspendisse vitae mauris vitae arcu elementum molestie et at diam. Proin efficitur vehicula ligula, id rhoncus dui pulvinar et. Nunc nec ultrices nunc, ut cursus libero. Donec mattis vehicula ex eget efficitur. Ut tellus arcu, vehicula nec ullamcorper ut, vulputate eu arcu. In cursus ut justo non sodales. Sed massa urna, eleifend eu nisi eget, tincidunt efficitur nibh. Donec at molestie arcu. Duis elementum lectus at tristique scelerisque. Donec sodales purus viverra urna interdum, sit amet convallis velit lacinia. Aliquam mollis tempus rhoncus. Quisque ultricies nisi quis metus rhoncus mattis. In fermentum facilisis tristique. Fusce ultricies quam id suscipit venenatis. Vestibulum hendrerit nibh eget ligula tristique, a tincidunt metus viverra. Aliquam finibus dui velit, a accumsan lacus tempus sit amet. Fusce in justo lorem. Mauris a porttitor justo, eget tincidunt erat. Ut quis semper risus. Aliquam

Contents

Abstract	iii
Sommario	v
1 Introduction	1
2 Electrocardiography overview	3
2.1 The heart	3
2.1.1 Human heart structure	3
Acknowledgement	5

List of Figures

2.1	The human heart structure	4
-----	-------------------------------------	---

Chapter 1

Introduction

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Curabitur malesuada suscipit nisl, vitae gravida odio imperdiet a. Etiam sed auctor tellus. Donec sed mauris eget nibh luctus accumsan. Sed imperdiet purus in elit iaculis, non commodo nisl varius. Integer sit amet diam laoreet, viverra lacus id, placerat nisl. Aenean ultricies sollicitudin elit in sodales. Vivamus euismod eleifend justo, ac pellentesque risus. Donec eleifend, justo a pharetra laoreet, est dolor condimentum nulla, nec auctor ligula justo eget diam. Mauris augue eros, elementum quis vulputate eget, ullamcorper eget mauris. Maecenas quis hendrerit velit. Donec vehicula dictum tellus, et aliquam sem viverra maximus. Maecenas gravida purus quis dui vulputate ornare. Morbi ac orci ut nunc tristique ultricies nec mattis massa. In imperdiet nisl ut risus faucibus, ut semper libero egestas. Nam imperdiet ullamcorper nunc, eu dictum felis dapibus a. Aliquam nec ante posuere, tristique dui semper, hendrerit erat. Nunc purus massa, lobortis a laoreet vel, posuere sit amet nisl. Duis ut viverra nisl. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

Nulla elit risus, efficitur condimentum erat id, laoreet ullamcorper tellus. Nam non rutrum massa. Suspendisse vitae mauris vitae arcu elementum molestie et at diam. Proin efficitur vehicula ligula, id rhoncus dui pulvinar et. Nunc nec ultrices nunc, ut cursus libero. Donec mattis vehicula ex eget efficitur. Ut tellus arcu, vehicula nec ullamcorper ut, vulputate eu arcu. In cursus ut justo non sodales. Sed massa urna, eleifend eu nisi eget, tincidunt efficitur nibh. Donec at molestie arcu. Duis elementum lectus at tristique scelerisque. Donec sodales purus viverra urna interdum, sit amet convallis velit lacinia. Aliquam mollis tempus rhoncus. Quisque ultricies nisi quis metus rhoncus mattis. In fermentum facilisis tristique. Fusce ultricies quam id

suscipit venenatis. Vestibulum hendrerit nibh eget ligula tristique, a tincidunt metus viverra. Aliquam finibus dui velit, a accumsan lacus tempus sit amet. Fusce in justo lorem. Mauris a porttitor justo, eget tincidunt erat. Ut quis semper risus. Aliquam eu malesuada metus. Aliquam erat volutpat. Sed ac diam finibus, pellentesque enim ut, commodo mi. Nam ligula odio, semper eget diam id, tempus cursus risus. Donec viverra, elit quis molestie ultrices, odio risus ornare orci, at eleifend nisl risus elementum tellus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Suspendisse eu aliquet est, scelerisque vulputate justo.

Suspendisse egestas posuere lacinia. Integer non mi maximus, rhoncus massa eu, aliquam risus. Nam nisl nisi, semper nec efficitur eu, tincidunt vel justo. Sed vestibulum tristique consequat. Phasellus sodales nunc quis pharetra mattis. Pellentesque eu fermentum sem, vel efficitur odio. Suspendisse consectetur turpis et nisi viverra commodo. Quisque ornare porta nisi, eget aliquam nisl interdum sed. Nulla elementum quam sit amet enim mollis, in rhoncus felis lacinia. Nam vel justo purus. Nulla pellentesque ex in eros rutrum tincidunt. Morbi consequat felis a libero dictum, vel malesuada est dignissim. Maecenas diam lacus, laoreet ut quam vel, pharetra aliquet nisi. Suspendisse auctor aliquam odio eu tincidunt. Aenean lacinia semper diam. Suspendisse potenti.

Chapter 2

Electrocardiography overview

This chapter will introduce some basic but fundamental concepts about electrocardiography starting from the heart to the ECG and all issues related to the topic. We will start introducing the heart, its functionality and the entire circulatory system. After that we will describe in details the electrical activity inside the heart and how heart beats are generated. Following there will be a description of the electrocardiogram and the ECG signals. In the last section of this chapter we will discuss about all the noises and interference related to the ECG signal during its acquisition.

2.1 The heart

This chapter's focus is to describe in details the human heart. We will start from the structure to end up describing the heart functionality.

2.1.1 Human heart structure

The human heart is an organ that pumps blood throughout the body via the circulatory system, supplying oxygen and nutrients to the tissues and removing carbon dioxide and other wastes.

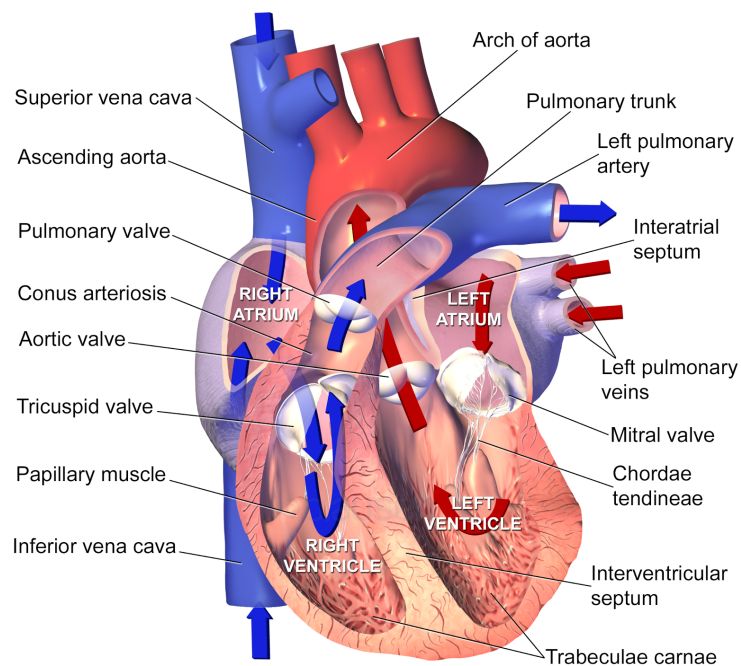
This fundamental organ has four chambers: two upper chambers(the atrial) and two lower ones(the ventricles). The right atrium and the right ventricle together make up the “right heart”, and the left atrium and left ventricle make up the”left heart”. The two sides of the heart are separated by a muscle called the septum.

A double-walled sac called the pericardium, encases the heart, which serves to protect

the heart and anchors it inside the chest. Between the outer layer, the parietal pericardium, and the inner layer, the serous pericardium, runs pericardial fluid, which lubricates the heart during contractions and movements of the lungs and diaphragm. The heart outer wall consists of three layers. The outermost wall layer, or epicardium, is the inner wall of the pericardium. The middle layer, or myocardium, contains the muscle that contracts. The inner layer, or endocardium, is the lining that contacts the blood.

The tricuspid valve and the mitral valve make up the atrioventricular (AV) valves, which connect the atria and the ventricles. The pulmonary semilunar valve separates the right ventricle from the pulmonary artery, and the aortic valve separates the left ventricle from the aorta. The heartstrings, or chordae tendineae, anchor the valves to heart muscles.

The sinoatrial node produces the electrical pulses that drive heart contractions.



Sectional Anatomy of the Heart

Figure 2.1: The human heart structure

Acknowledgement

Desidero innanzitutto ringraziare...

Bibliography

- [1] Shirley Ruder. The challenges of family member caregiving: how the home health and hospice clinician can help at the end of life. *Home Healthcare Now*, 26(2):131–136, 2008.
- [2] Assistive technology group (atg) of politecnico di milano. <http://www.atg.deib.polimi.it>, 2015.