

# EKG-klassificering

## Projektrapport i Signaler och system

Uppsala Universitet  
Inst. för signaler och system  
2002-12-10

För:           Mattias Johansson

Av:           Andreas Bergkvist, andreasbergkvist@hotmail.com  
              Michael Sörnell, michael@sornell.com

### **Sammanfattning**

Inom sjukvården används ofta datorstödd EKG-klassificering. Denna rapport behandlar en algoritm, implementerad i Matlab, för att klassificera två anomalier samt normalt EKG. Algoritmen nyttjar korskorrelation med referenssignaler. Den verkar uppnå god precision, men har testats i för liten utsträckning för att anses vara verifierad.

|          |                                                  |          |
|----------|--------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>INLEDNING.....</b>                            | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>PROBLEMFORMULERING.....</b>                   | <b>3</b> |
| 2.1      | MÅL .....                                        | 3        |
| 2.2      | AVGRÄNSNING.....                                 | 3        |
| <b>3</b> | <b>BAKGRUND.....</b>                             | <b>3</b> |
| 3.1      | ALLMÄN.....                                      | 3        |
| 3.2      | MEDICINSK .....                                  | 3        |
| 3.3      | SIGNALBEHANDLING.....                            | 4        |
| 3.3.1    | <i>Korskorrelation.....</i>                      | <i>4</i> |
| 3.3.2    | <i>Normering.....</i>                            | <i>4</i> |
| 3.3.3    | <i>Normerade korskorrelationsfunktionen.....</i> | <i>4</i> |
| <b>4</b> | <b>GENOMFÖRANDE .....</b>                        | <b>4</b> |
| 4.1      | REFERENSSIGNALER.....                            | 4        |
| 4.2      | EKG-UPPDELNING.....                              | 4        |
| 4.3      | KORRELATION.....                                 | 5        |
| <b>5</b> | <b>RESULTAT.....</b>                             | <b>5</b> |
| <b>6</b> | <b>SLUTSATS .....</b>                            | <b>6</b> |

## 1 Inledning

Denna projektrapport är en del av examinationen i kursen Signaler och System vid Uppsala Universitet. Den behandlar en metod för att analysera EKG med hjälp av Matlab. Metoden är utvecklad av studenter vid civilingenjörsprogrammen i informationsteknologi och teknisk fysik. Samtliga delar av arbetet har genomförts gemensamt. Projektet har varit mycket givande och gett ökad förståelse för både de metoder som använts och signalbehandlingens användningsområden.

## 2 Problemformulering

### 2.1 Mål

Vår målsättning är att finna en algoritm som med godtagbar precision klassificerar anomalier i ett elektrokardiogram (EKG).

### 2.2 Avgränsning

Vi förutsätter att hjärtrytmen (pulsen) är känd. Vi begränsar oss till att klassificera två anomalier samt normal EKG.

## 3 Bakgrund

### 3.1 Allmän

Inom bland annat intensivvården av hjärtpatienter används EKG-övervakning. Ofta placeras ett flertal skärmar för övervakning i en bemannad avdelningscentral. Skärmarna presenterar EKG med trender och varnar audiovisuellt då anomalier registreras.

### 3.2 Medicinsk

Datoriserad bearbetning av EKG sker genom analys av antingen vanliga skalära avledningar eller av vektorkardiografiska. I bägge fallen görs analysen i flera steg<sup>1</sup>:

- Avledningar enligt vedertaget system, exempelvis en 12-punkts avledning.
- AD-omvandling med samplingsfrekvenser mellan 300 och 1000 Hz.
- Medelvärdesbildning för att minska tillfälliga störningar, artefakter
- Signalanalys för att bestämma amplitud och tidsrelationer
- Klassificering för att ge en datoriserad diagnos

Mer än hälften av alla EKG som registreras i Sverige datortolkas. Detta ersätter inte läkargranskning, men anses underlätta för vårdpersonalen och komplettera dess kompetens. Flera anomalier anses dock vara mycket svåra för en dator att upptäcka och tolka.

---

<sup>1</sup> Jacobson, Medicin och teknik, Studentlitteratur 1995

### 3.3 Signalbehandling

#### 3.3.1 Korskorrelation

Korskorrelation undersöker likheten mellan signaler. Då en signal korskorreleras med sig själv erhålles autokorrelation. Diskret korskorrelation definieras enligt:

$$r_{xy}(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1-|k|} x(n)y(n+k)$$

#### 3.3.2 Normering

En korskorrelations värde avgörs i normalfallet av amplituden i de signaler som korreleras. Därmed kan en korskorrelation med en mer energirik signal ge högre värde än en autokorrelation. Vid jämförelser av korrelationer bör därför energinormering genomföras.

En energinormering görs lämpligtvis genom dividera med roten ur produktsumman av de ingående signalernas amplitud, vilket är detsamma som att dividera med ruten ur produkten av signalernas autokorrelationer i punkten 0.

#### 3.3.3 Normerade korskorrelationsfunktionen

Resonemanget ovan leder till följande funktion:

$$r_{xy}(k) = \frac{r_{xy}(k)}{\sqrt{r_{xx}(0)r_{yy}(0)}}$$

Denna funktion ger ett värde mellan noll och ett, där ett innebär fullständig överensstämmelse och noll ingen överensstämmelse mellan signalerna.

## 4 Genomförande

Nedan beskrivs vår algoritm i korthet. För ytterligare inblick se bifogad källkod med kommentarer.

#### 4.1 Referenssignaler

Vi har valt att klassificera ST-höjning respektive ST-sänkning utöver normal-EKG. För klassificering behövs referenssignaler att korrelera med. För att kunna finna dessa har vi identifierat och effektivvärdenormerat en karakteristisk puls för de tre typerna av EKG.



#### 4.2 EKG-uppdelning

Vi har valt att analysera femsekunderssekvenser av EKG. Dessa sekvenser delar vi sedan upp i ytterligare delar med en puls i varje. Detta görs genom att derivera signalen och sedan finna derivatans minima. Detta minima är karakteristiskt för en viss punkt i pulsen och kan därmed användas för att hitta en lämplig startpunkt för uppdelningen. Med denna startpunkt och givet

hjärtrytm kan sekvensen klippas i bitar om en hel puls. För att uppdelningen skall fungera optimalt behövs en korrekt angiven hjärtrytm till varje sekvens.

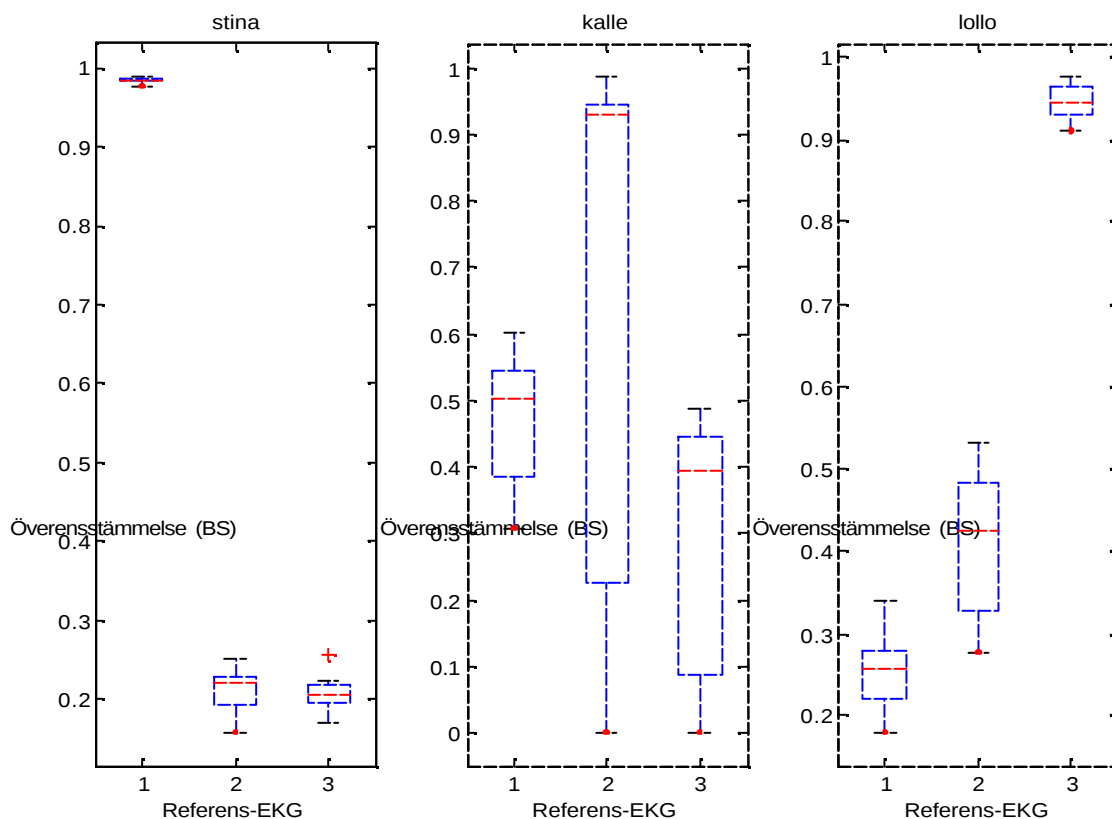
### 4.3 Korrelation

Varje puls korskorreleras med de tre referenssignalerna. Resultatet av korrelationen är ett mått på likheten mellan EKG-signalen och referenserna. Korrelationerna normeras med avseende på insignalens effekt till värden mellan 0 och 1.

Eftersom ett normalt EKG är grunden i alla signaler får man alltid en viss överensstämmelse med normal-EKG. Vi minimerar effekten av detta genom att betrakta korrelationer under 0,4 som osignifikanta. Korrelationer mellan 0,4 och 1 skalas om så att vi åter har värden mellan 0 och 1, nu med en enhet vi kallar BS.

## 5 Resultat

Resultaten har vi valt att presentera på ett överskådligt men för en diagnostisering ej tillämpligt sätt<sup>2</sup>. Detta då vi anser att följande diagram visar på algoritmens precision under givna förutsättningar och mätdata.



Här visas Stinas, Kalles och Lollos BS-värden i låddiagram.

1: normal-EKG, 2: ST-sänkning, 3: ST-höjning

<sup>2</sup> Vid en diagnos är man vanligen intresserad av föreslagen diagnos och dess ungefärliga sannolikhet vid en viss tidpunkt.

Stina: Frisk som en nötkärna. Höga BS-värden vid 1.  
Kalle: Har periodvis ST-sänkningar. Höga BS-värden vid 2. Relativt höga med 1.  
Lollo: Har konstant ST-höjning. Höga BS-värden vid 3.

Vid beräkningen av dessa resultat har en konstant puls angivits för hela datamängden vilket ger en lägre korrelation för det korrekta referens-EKG:t. Datamängderna har omfattat omkring 65 sekunder EKG vid testerna.

## 6 Slutsats

Vi anser att resultaten tyder på en algoritm med god precision. Ytterligare precision torde uppnås om hjärtrytmen beräknas utifrån varje femsekunderssekvens istället för som medeltal över en längre tid. Vår algoritm förutsätter en korrekt given puls för att fungera optimalt.

Viktigt att notera är:

- att tester endast gjorts på en mycket begränsad mängd data varför algoritmen ej kan anses vara verifierad
- att felaktig diagnos ställs om andra anomalier än ST-sänkning och ST-höjning uppträder i signalen

Vidare utveckling av algoritmen bör inbegripa: bättre statistisk behandling av resultaten, automatisk pulsberäkning från EKG-data, hantering av fler anomalier samt mer gedigna tester.