

รายการอ้างอิง

- [1] ชมพูนุช อ่องจรีต. คลื่นไฟฟ้าหัวใจทางคลินิก. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- [2] มานะ ศรียุทธศักดิ์. อิเล็กทรอนิกส์ชีวแพทย์. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- [3] Bert-Uwe Kohler, Carsten Hennig, and Reinhold Orglmeister, "The Principles of Software QRS Detection," *IEEE Med. Biol. ENG.*, pp. 42-57, Jan./Feb. 2002.
- [4] Cuiwei Li, chongxun Zheng, and Changfeng Tai "Detection of ECG Characteristic Points Using Wavelet Transforms," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, Vol 42, NO. 1, pp. 21-28, 1995.
- [5] J.S. Sahambi, S.N. Tandon R.K.P. Bhatt "Using wavelet Transforms for ECG Characterization," *IEEE Med. Biol. ENG.*, pp. 77-83, Jan./Feb. 1997.
- [6] Valtino X. Afonso, Willis J. Tompkins, Truong Q. Nguyen, and Shen Luo, "ECG Beat Detection Using Filter Banks," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, Vol 46, NO. 2, pp. 192-202, Feb. 1995.
- [7] ANSI/AAMIEC57: Testing and reporting performance results of cardiac rhythm and ST segment measurement algorithms (AAMI Recommended Practice/American National Standard), 1998.
- [8] Stephane Mallat and Wen Liang Hwang, "Singularity Detection and Processing with Wavelets," *IEEE Trans. Inform. Theory*, Vol.38, NO. 2, pp. 617-643, Mar.1992.
- [9] GoldMan M.J. Principle of Clinical Electrocardiography. 9th Ed. Tokyo :Maruzen. 1976.
- [10] Tompkins W.J. Biomedical Digital Signal Processing : C-Language Examples and Laboratory Experiments for the IBM PC. International Edition. New Jersey: Prentice Hall , Inc 1993.
- [11] วัฒนา โทธิเจริญ "การออกแบบระบบการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบรวมศูนย์." วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541.
- [12] Young R.K. Wavelet Theory and Its Applications. Massachusetts : Kluwer Academic Publishers. 1993.
- [13] Vidakovic B., Muller P. "Wavelet for kids." [Online]. Available : <ftp://ftp.isds.duke.edu/duke.edu/pub/brani/papers/wav4kids> [A].ps.z. 1994.

- [14]มานิตย์ เกียรติกำจายขจร, ประภากร สุวรรณะ และ มนัสสังวรศิลป์, “การทดสอบการ
ประมาณข้อมูลโดยใช้การแปลงเวฟเล็ตเต็มหน่วยเทียบกับการแปลงโคไซน์เต็มหน่วย.”
วารสารวิจัยและพัฒนา สจร. ปีที่ 20, ฉบับที่ 2 , ธันวาคม 2540. หน้า 79-96.
- [15] Unel G., Ambrosini G., Conka T., Crone G., Fernanedes A., Francis D., Joos M.,
Lehmann G., Lopez J., Mailov A., Mapelli L., Mornacchi G., Niculescu M.,
Petersen J., Tremblet L., Veneziano S., Wildish T., Yasu. Y. Using Linux PCs in
DAQ applications , Real Time Conference, 1999. Santa Fe 1999. 11th IEEE
NPSS, pp. 73-77, 14-18 June 1999.
- [16] Micheal R. Sweet. Serial Programming Guide for POSIX Operating. GNU Free
Documentation License. 1999.
- [17] Serial Programming Example. [Online] Available from:
<[URL:http://www.hi-ho.ne.jp/a-enomoto/kylixmemo/serial/hmcomm-0.1.tgz](http://www.hi-ho.ne.jp/a-enomoto/kylixmemo/serial/hmcomm-0.1.tgz)>
[2003, September 1].
- [18] Kylix 3 Enterprise Trial and Companion Tool For Kylix. [Online]. Available from:
<http://www.borland.com>, <http://sourceforge.net>, <http://www.iocomp.com>.
[2002, September 5].
- [19] ภัทระ เกียรติเสวี. สร้างอินเทอร์เน็ตเซิร์ฟเวอร์ด้วย LINUX, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์ซีเอ็ด,
2545.
- [20] ประพนธ์ อิศวานูวัฒน์. Delphi Episode II เทคนิคและการพัฒนาโปรแกรมด้วยเคลไฟล์.
บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2543.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การเรียกใช้งานซอฟต์แวร์ ECG Monitor บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรม Kylix 3 ติดตั้งอยู่

สามารถเรียกโปรแกรมใช้งานได้โดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

```
host#source/usr/local/kylix3/<bin or lib>/kylixpath
```

```
host# ./ECGMonitor
```

2. การเรียกใช้งานซอฟต์แวร์ ECG Monitor บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่มีโปรแกรม Kylix 3 ติดตั้งอยู่

ในขั้นตอนนี้สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

- เรียกใช้ด้วยสคริปต์สร้าง file.bash
ในขั้นแรกต้องหาไฟล์ libborqt-6.9-ๆะ2.3.so , libqt.so.2 มาลงที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้งานแล้วทำตามขั้นตอนดังนี้
#!/bin/bash
export LD_LIBRARY_PATH=~/usepath/path ที่อยู่ของ lib ที่นำมาลงไว้
~/usepath/ECGMonitor
เวลา run ก็พิมพ์ ./ECGMonitor.bash
- บันทึกไฟล์ของ libborqt*.so ทั้งหมดไปเก็บไว้ที่ /usr/lib และเรียกใช้งานโดยคำสั่ง ./ECGMonitor หรือ สร้างไอคอนที่ desktop แล้วคลิกใช้งานได้ทันที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมคำนวณผลตอบสนองความถี่ของ Octave Band Analysis Filter Bank 3 ระดับ โดยใช้
ตัวกรองแบบ Daubechies-4

```

h=[0.48962913144534160 ; 0.836516303737807940 ; 0.224143868042013390; -
0.129409522551260370];
g=[-0.129409522551260370 ; -0.224143868042013390 ; 0.836516303737807940; -
0.48962913144534160 ];
a0=g;
[A0,f]=freqz(a0,1,1024,1);
plot(f,abs(A0),'-b');
hold on;

gtemp=zeros(1,2*length(g));
gtemp(1:2:2*length(g))=g;
htemp=zeros(1,2*length(h));
htemp(1:2:2*length(h))=h;
gh=conv(h,gtemp);
hh=conv(h,htemp);
a1=gh
%a1=h

A1=freqz(a1,1,1024,1);
plot(f,abs(A1),'b--');

gtemp=zeros(1,4*length(g));
gtemp(1:4:4*length(g))=g;
htemp=zeros(1,4*length(h));
htemp(1:4:4*length(h))=h;
ghh=conv(hh,gtemp);

```

```
hhh=conv(hh,htemp);
```

```
a2=ghh
```

```
%a2=hh
```

```
%a3=hhh
```

```
A2=freqz(a2,1,1024,1);
```

```
plot(f,abs(A2),'b:');
```

```
%A3=freqz(a3,1,1024,1);
```

```
%plot(f,abs(A3),'b-');
```

```
gtemp=zeros(1,8*length(g));
```

```
gtemp(1:8:8*length(g))=g;
```

```
htemp=zeros(1,8*length(h));
```

```
htemp(1:8:8*length(h))=h;
```

```
ghhh=conv(hhh,gtemp);
```

```
hhhh=conv(hhh,htemp);
```

```
a4=ghhh
```

```
a5=hhhh
```

```
A4=freqz(a4,1,1024,1);
```

```
plot(f,abs(A4),'b:');
```

```
A5=freqz(a5,1,1024,1);
```

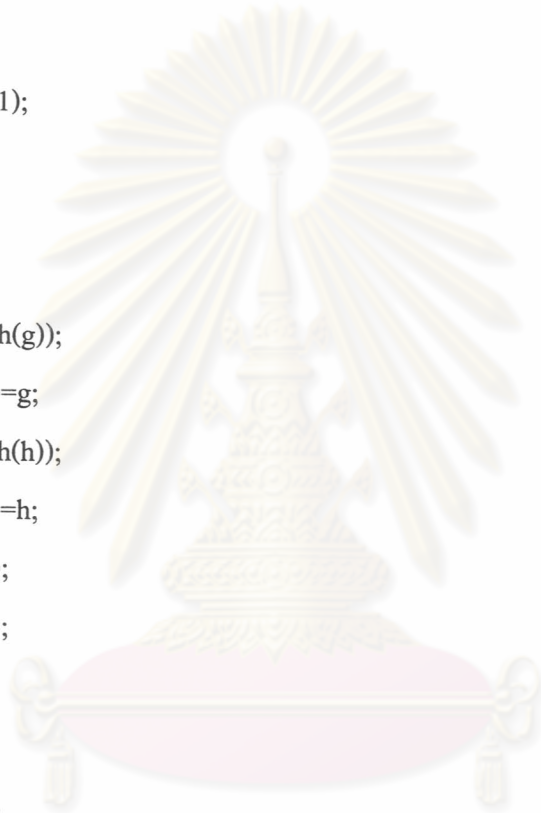
```
plot(f,abs(A5),'b-');
```

```
axis([0 0.5 0 4.5]);
```

```
xlabel('Normalized Frequency(Nyquist Frequency = 0.5)');
```

```
ylabel('magnitude Response');
```

```
hold off;
```



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสเกลกับความถี่

```
% Set sampling period and wavelet name.
```

```
delta = 0.005; wname = 'db2';
```

```
% Define scales.
```

```
amax = 5; a = 2.^[1:amax];
```

```
% Compute associated pseudo-frequencies.
```

```
f = scal2frq(a,wname,delta);
```

```
% Compute associated pseudo-periods.
```

```
per = 1./f;
```

```
% Display information.
```

```
disp(' Scale Frequency Period')
```

```
disp([a' f per'])
```



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบข้อมูลที่รับจากพอร์ตอนุกรมโดยการส่งข้อมูลเป็นไฟล์เล็ก ๆ จำนวน 6 คาบ

#141@#142@#143@#144@#145@#146@#147@#148@#149@#150@
#151@#152@#153@#154@#155@#156@#157@#158@#159@#160@
#161@#162@#163@#164@#165@#166@#167@#168@#169@#170@
#171@#172@#173@#174@#175@#176@#177@#178@#179@#180@
#181@#182@#183@#184@#185@#186@#187@#188@#189@#190@#191@
#128@#129@#130@#131@#132@#133@#134@#135@#136@#137@#138@#139@#140@
#141@#142@#143@#144@#145@#146@#147@#148@#149@#150@
#151@#152@#153@#154@#155@#156@#157@#158@#159@#160@
#161@#162@#163@#164@#165@#166@#167@#168@#169@#170@
#171@#172@#173@#174@#175@#176@#177@#178@#179@#180@
#181@#182@#183@#184@#185@#186@#187@#188@#189@#190@#191@
#128@#129@#130@#131@#132@#133@#134@#135@#136@#137@#138@#139@#140@
#141@#142@#143@#144@#145@#146@#147@#148@#149@#150@
#151@#152@#153@#154@#155@#156@#157@#158@#159@#160@
#161@#162@#163@#164@#165@#166@#167@#168@#169@#170@
#171@#172@#173@#174@#175@#176@#177@#178@#179@#180@
#181@#182@#183@#184@#185@#186@#187@#188@#189@#190@#191@
#128@#129@#130@#131@#132@#133@#134@#135@#136@#137@#138@#139@#140@
#141@#142@#143@#144@#145@#146@#147@#148@#149@#150@
#151@#152@#153@#154@#155@#156@#157@#158@#159@#160@
#161@#162@#163@#164@#165@#166@#167@#168@#169@#170@
#171@#172@#173@#174@#175@#176@#177@#178@#179@#180@
#181@#182@#183@#184@#185@#186@#187@#188@#189@#190@#191@
#128@#129@#130@#131@#132@#133@#134@#135@#136@#137@#138@#139@#140@

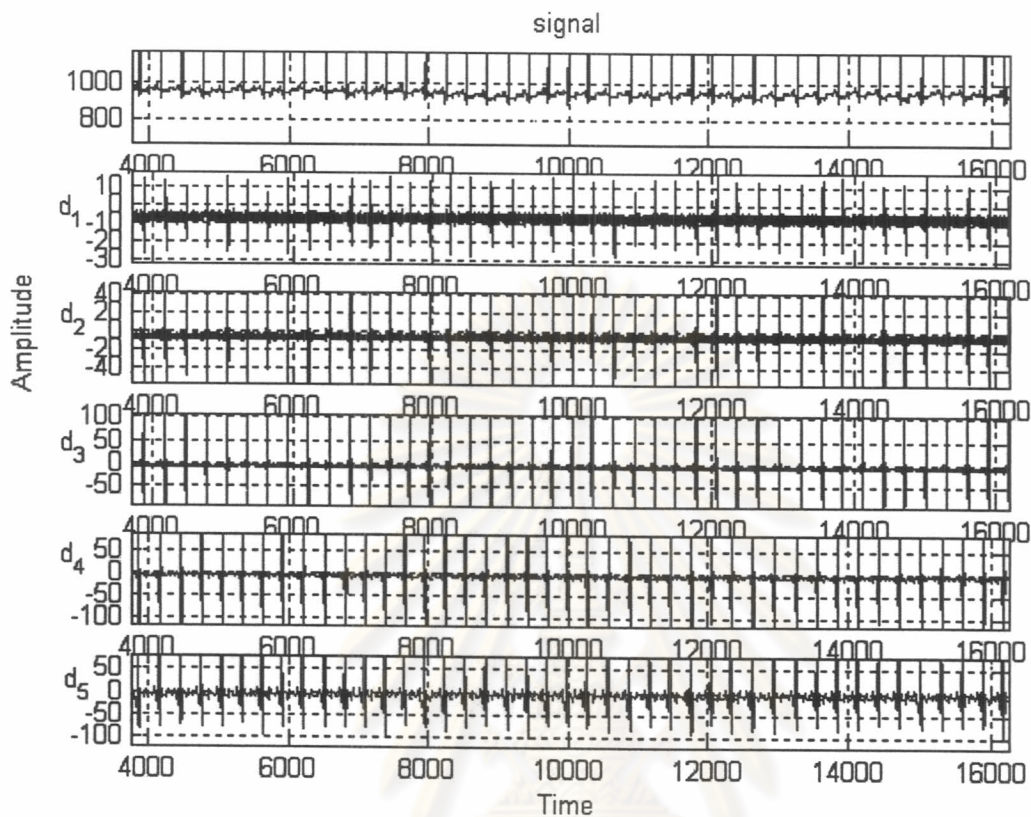
#141@#142@#143@#144@#145@#146@#147@#148@#149@#150@
#151@#152@#153@#154@#155@#156@#157@#158@#159@#160@
#161@#162@#163@#164@#165@#166@#167@#168@#169@#170@
#171@#172@#173@#174@#175@#176@#177@#178@#179@#180@
#181@#182@#183@#184@#185@#186@#187@#188@#189@#190@#191@
#128@#129@#130@#131@#132@#133@#134@#135@#136@#137@#138@#139@#140@
#141@#142@#143@#144@#145@#146@#147@#148@#149@#150@
#151@#152@#153@#154@#155@#156@#157@#158@#159@#160@
#161@#162@#163@#164@#165@#166@#167@#168@#169@#170@
#171@#172@#173@#174@#175@#176@#177@#178@#179@#180@
#181@#182@#183@#184@#185@#186@#187@#188@#189@#190@#191@
#128@#129@#130@#131@#132@#133@#134@#135@#136@#137@#138@#139@#140@
#141@#142@#143@#144@#145@#146@#147@#148@#149@#150@
#151@#152@#153@#154@#155@#156@#157@#158@#159@#160@



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองเพิ่มเติม

Record 100 (1min)



distant =

Columns 1 through 17

293 293 284 284 284 294 235 359 303 292 285 277 303 307 296 299 295

Columns 18 through 34

286 288 284 296 313 297 282 286 278 283 293 293 298 305 290 278 288

Columns 35 through 51

284 309 304 296 289 301 285 284 295 305 316 296 280 289 292 288 300

Columns 52 through 68

299 297 293 283 282 290 303 300 299 290 280 287 282 285 307 305 296

Columns 69 through 73

283 282 284 293 293

hrt =

Columns 1 through 10

Columns 11 through 20

75.7895 77.9783 71.2871 70.3583 72.9730 72.2408 73.2203 75.5245 75.0000 76.0563

Columns 21 through 30

72.9730 69.0096 72.7273 76.5957 75.5245 77.6978 76.3251 73.7201 73.7201 72.4832

Columns 31 through 40

70.8197 74.4828 77.6978 75.0000 76.0563 69.9029 71.0526 72.9730 74.7405 71.7608

Columns 41 through 50

75.7895 76.0563 73.2203 70.8197 68.3544 72.9730 77.1429 74.7405 73.9726 75.0000

Columns 51 through 60

72.0000 72.2408 72.7273 73.7201 76.3251 76.5957 74.4828 71.2871 72.0000 72.2408

Columns 61 through 70

74.4828 77.1429 75.2613 76.5957 75.7895 70.3583 70.8197 72.9730 76.3251 76.5957

Columns 71 through 73

76.0563 73.7201 73.7201

qrs =

Columns 1 through 17

10 12 9 9 10 10 10 10 11 10 9 9 10 10 10 10 10

Columns 18 through 34

10 10 16 10 10 10 10 10 15 10 10 10 10 10 10 15 10

Columns 35 through 51

10 10 10 16 10 10 9 11 10 15 10 10 11 10 9 10

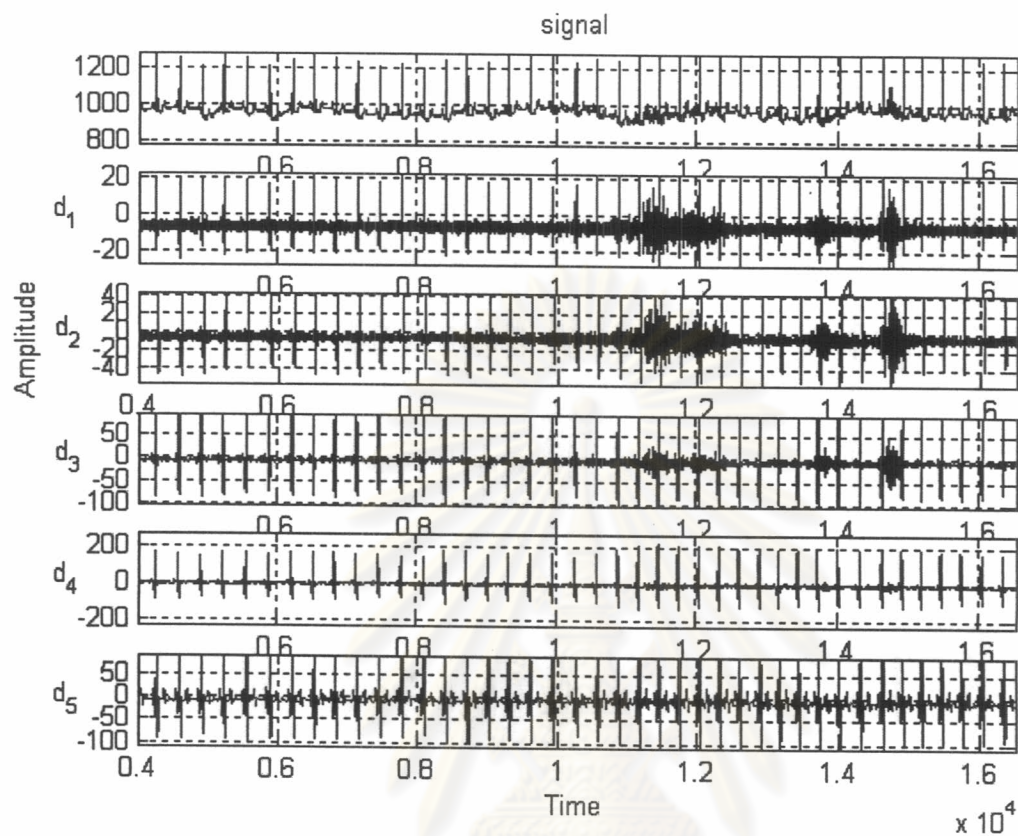
Columns 52 through 68

10 10 10 10 18 16 10 10 10 17 10 10 10 10 10 10 11

Columns 69 through 74

10 9 10 9 11 11

Record 101 (1 min)



distant =

Columns 1 through 23

314 315 321 336 343 324 313 313 310 330 329 330 323 326 318 313 328 330
 324 306 302 312 320

Columns 24 through 46

323 320 308 308 304 295 308 324 328 309 302 293 286 289 290 288 284 289
 273 274 282 290 303

Columns 47 through 68

308 283 272 278 287 291 299 305 301 294 281 282 285 297 292 289 291 291
 302 312 321 328

hrt =

Columns 1 through 14

68.7898 68.5714 67.2897 64.2857 62.9738 66.6667 69.0096 69.0096 69.6774 65.4545
65.6535 65.4545 66.8731 66.2577

Columns 15 through 28

67.9245 69.0096 65.8537 65.4545 66.6667 70.5882 71.5232 69.2308 67.5000 66.8731
67.5000 70.1299 70.1299 71.0526

Columns 29 through 42

73.2203 70.1299 66.6667 65.8537 69.9029 71.5232 73.7201 75.5245 74.7405 74.4828
75.0000 76.0563 74.7405 79.1209

Columns 43 through 56

78.8321 76.5957 74.4828 71.2871 70.1299 76.3251 79.4118 77.6978 75.2613 74.2268
72.2408 70.8197 71.7608 73.4694

Columns 57 through 68

76.8683 76.5957 75.7895 72.7273 73.9726 74.7405 74.2268 74.2268 71.5232 69.2308
67.2897 65.8537

qrs =

Columns 1 through 23

10 10 15 15 15 10 11 10 15 10 14 10 9 13 8 9 9 14 8 10 13
13 8

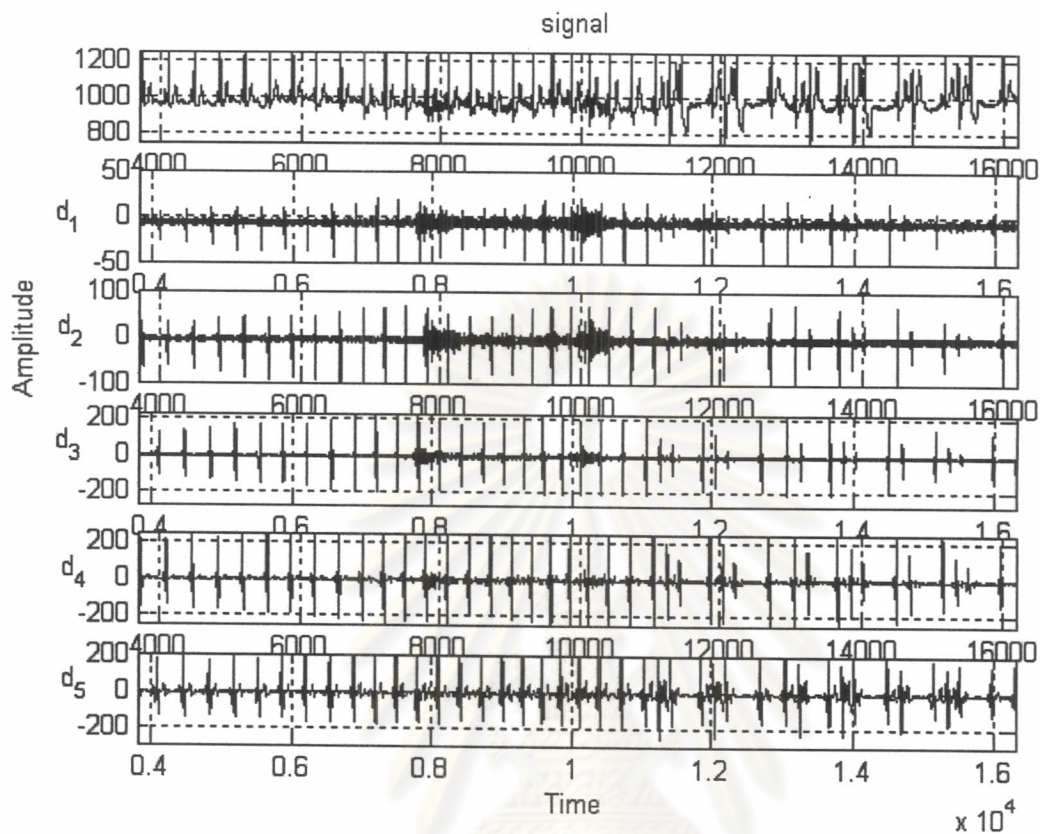
Columns 24 through 46

9 8 9 11 8 9 9 14 11 10 12 11 14 15 12 14 10 14 10 10 14
15 10

Columns 47 through 69

10 9 12 11 11 9 9 11 15 15 14 10 9 10 10 14 9 10 9 9 10
16 11

record 106



distant =

Columns 1 through 17

371 356 325 327 348 355 329 313 322 327 328 358 372 366 352 351 333

Columns 18 through 34

340 350 339 302 304 302 304 313 310 296 290 269 273 264 287 322 332

Columns 35 through 51

200 609 177 652 360 615 821 656 195 629 331 181 662 184 651 312 184

Columns 52 through 57

628 319 190 175 438 603

hrt =

Columns 1 through 10

58.2210 60.6742 66.4615 66.0550 62.0690 60.8451 65.6535 69.0096 67.0807 66.0550

Columns 11 through 20

65.8537 60.3352 58.0645 59.0164 61.3636 61.5385 64.8649 63.5294 61.7143 63.7168

Columns 21 through 30

71.5232 71.0526 71.5232 71.0526 69.0096 69.6774 72.9730 74.4828 80.2974 79.1209

Columns 31 through 40

81.8182 75.2613 67.0807 65.0602 108.0000 35.4680 122.0339 33.1288 60.0000 35.1220

Columns 41 through 50

26.3094 32.9268 110.7692 34.3402 65.2568 119.3370 32.6284 117.3913 33.1797 69.2308

Columns 51 through 57

117.3913 34.3949 67.7116 113.6842 123.4286 49.3151 35.8209

qrs =

Columns 1 through 17

17 16 16 16 16 16 16 16 11 16 15 17 17 16 15 16 11

Columns 18 through 34

16 16 16 11 16 15 16 16 16 16 17 16 11 16 17 17 16

Columns 35 through 51

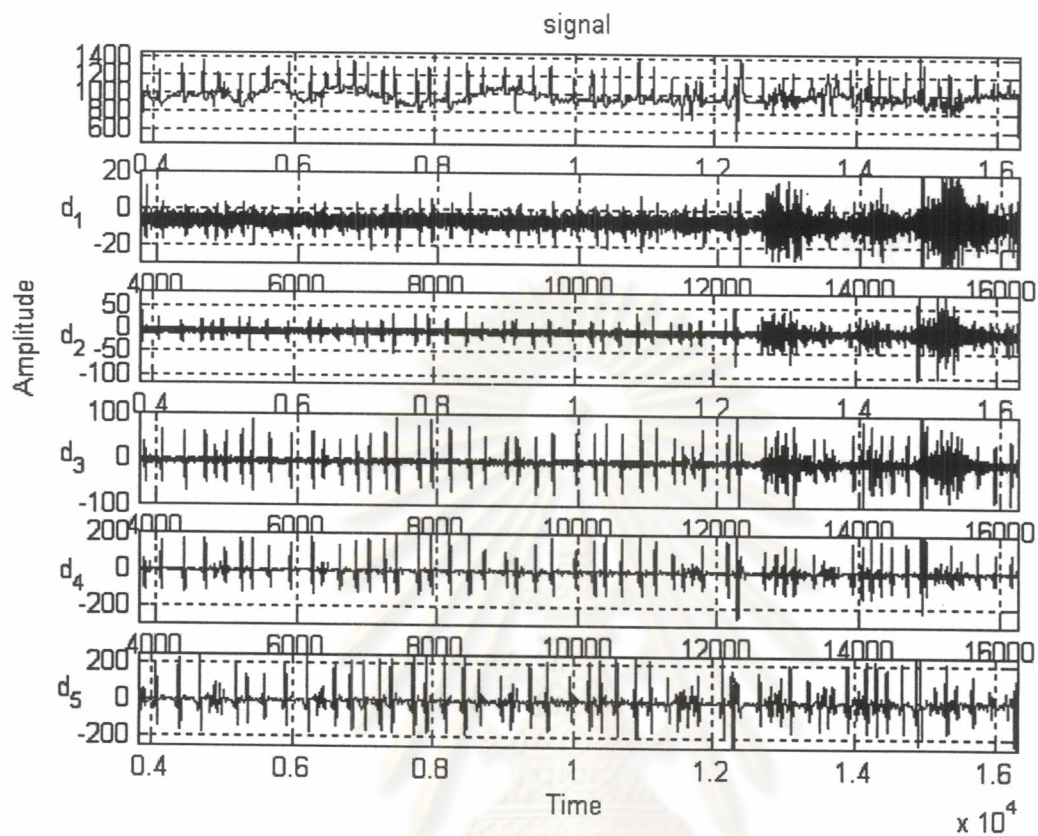
16 19 15 17 15 11 16 15 16 19 16 16 19 16 20 10 11

Columns 52 through 58

21 16 16 19 10 11 16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

record 203 (1min)



distant =

Columns 1 through 23

141 293 248 126 135 119 115 379 134 678 288 127 236 158 119 298 374 327
300 287 232 152 244

Columns 24 through 46

302 310 390 234 185 225 162 317 178 266 277 947 240 601 159 234 273 213
256 420 359 131 392

Columns 47 through 69

166 129 141 262 547 142 118 138 149 217 200 61 363 375 245 227 112 106
120 288 240 235 118

Columns 70 through 81

126 158 200 321 251 358 432 547 280 152 315 310

hrt =

Columns 1 through 14

153.1915 73.7201 87.0968 171.4286 160.0000 181.5126 187.8261 56.9921 161.1940
31.8584 75.0000 170.0787 91.5254 136.7089

Columns 15 through 28

181.5126 72.4832 57.7540 66.0550 72.0000 75.2613 93.1034 142.1053 88.5246 71.5232
69.6774 55.3846 92.3077 116.7568

Columns 29 through 42

96.0000 133.3333 68.1388 121.3483 81.2030 77.9783 22.8089 90.0000 35.9401 135.8491
92.3077 79.1209 101.4085 84.3750

Columns 43 through 56

51.4286 60.1671 164.8855 55.1020 130.1205 167.4419 153.1915 82.4427 39.4881
152.1127 183.0508 156.5217 144.9664 99.5392

Columns 57 through 70

108.0000 354.0984 59.5041 57.6000 88.1633 95.1542 192.8571 203.7736 180.0000
75.0000 90.0000 91.9149 183.0508 171.4286

Columns 71 through 81

136.7089 108.0000 67.2897 86.0558 60.3352 50.0000 39.4881 77.1429 142.1053 68.5714
69.6774

qrs =

Columns 1 through 23

8 0 23 24 8 21 24 22 20 6 24 23 20 22 22 24 21 21 23 10
18 21 19

Columns 24 through 46

20 22 9 9 23 23 23 22 7 22 22 8 23 22 22 22 9 8 7 21 21
9 5

Columns 47 through 69

20 10 18 24 5 8 18 24 8 20 25 19 24 7 8 20 20 0 0 0 18
19 17

Columns 70 through 82

5 10 22 22 18 18 22 5 0 8 7 19 19

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายมานะ รวมกิจธรรม เกิดเมื่อวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2523 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2543 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (อิเล็กทรอนิกส์ กำลัง) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคต้นของปี การศึกษา 2544



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย