حذف نویز سیگنال الکتروکاردیوگرام در دستگاههای هولترمانیتورینگ مورد استفاده در طب بحران با استفاده از فیلتر کالمن تعمیم‌یافته

جلیل مظلوم[1]، حسن عبدالهی[2]

۱- استادیار، دانشکده مهندسی برق دانشگاه هوایی شهید ستاری. نویسنده مسئول. ۲- استادیار، دانشکده مهندسی برق دانشگاه هوایی شهید ستاری

اطلاعات مقاله

نوع مقاله
پژوهشی

تاریخچه مقاله
دریافت : ۹۵/۶/۱۷
پذیرش : ۹۵/۹/۲۷

کلید واژگان
طب رزمی، حذف نویز، الکتروکاردیوگرام، هولترمانیتورینگ، پرستاری نظامی

نویسنده مسئول
Email:J_Mazloum@sbu.ac.ir

چکیده

مقدمه: اندازه گیری، ثبت و بررسی به موقع علائم حیاتی آسیب دیدگان، مجروحان جنگی و همچنین سربازان دارای مصدومیت در جبهه های جنگ، پادگان های مرزی و مناطقی که در فاصله های دور از مراکز بیمارستانی مجهز هستند امری ضروری است که می تواند به کاهش تلفات احتمالی سربازان و مصدومان در هنگام بحران کمک بسزایی کند. در این مقاله به بررسی فیلتر کالمن تعمیم‌یافته در حذف نویزهای الکتروکاردیوگرام حاصل از حرکت و لرزش مصدوم در آمبولانس یا وسیله حامل که توسط دستگاه هولترمانیتور ثبت می‌گردد پرداخته شده است.

روش کار: استفاده از فرم خطی‌سازی شده فیلتر کالمن در جهت حذف نویز تک کاناله سیگنال الکتروکاردیوگرام (ECG) ثبت شده در دستگاه هولترمانیتورینگ هدف اصلی این مقاله می‌باشد. در این مقاله به منظور ساخت ECG مصنوعی از مدل بهبود یافته مدل McSharry استفاده شده است وکمیت SNR و میزان بهبود این کمیت در خروجی فیلتر مورد آزمایش به منظور ارزیابی نتایج مقاله مورد استفاده قرار گرفته است.

مقدمه

پرداختن به طب بحران با توجه به مسائل و درگیری‌هایی که امروز جامعه چه در مواقع بحران و چه در مواقع غیر بحران و در زمان جنگ با آن مواجه است و تلاش و ارائه راهکارهایی در جهت کاهش تلفات و رسیدگی به موقع به مجروحان و آسیب دیدگان و توانمندی در تشخیص و درمان هرچه سریعتر مصدومان و مجروحان از مهمترین مسائلی است که در زمان بحران باید مورد توجه قرار گیرد.

اهمیت طب بحران زمانی مشهود می‌شود که بدانیم در جنگ جهانی اول به علت عدم توانمندی ما، میزان تلفات ۷۵ درصد و در جنگ با عراق میزان تلفات ۲۰ درصد بوده است و همچنین متوسط زمان انتقال مجروحان به عقبه در طول هشت سال دفاع مقدس ۳ ساعت، در جنگ جهانی اول دو هفته و در جنگ جهانی دوم ۷۲ ساعت بوده است.

بنابراین ارائه راهکارهایی که بتوان به تشخیص و درمان هرچه سریعتر پزشک کمک بسزایی کند بسیار مهم می باشد. لذا اندازه‌گیری و بررسی علائم حیاتی آسیب‌دیدگان و مجروحان جنگی و همچنین سربازان دارای مصدومیت در جبهه های جنگ، پادگانهای مرزی و همچنین مناطقی که در فاصله های دور از مراکز بیمارستانی مجهز می‌باشد امری ضروری به نظر می‌رسد، چرا که می‌توان با در اختیار داشتن این علائم و بررسی به موقع توسط پزشک از تلفات احتمالی سربازان و مصدومان جلوگیری نمود و در هنگام بحران از میزان تلفات کاست.

یکی از علائم حیاتی بسیار مهم و تعیین کننده در سلامت سربازان نرخ ضربان قلب و کارکرد صحیح قلب و فشار خون می‌باشد. دستگاه‌های هولترمانیتورینگی وجود دارد که برای اندازه‌گیری و ثبت ضربان قلب و فشارخون می‌باشد که به صورت قابل حمل[1] می‌باشد که بسته به تشخیص پزشک به صورت روزانه، هفتگی و یا ماهانه ممکن است به بیمار وصل شود و کارکرد قلب را در بازه مورد نظر ثبت و در اختیار پزشک قرار دهد. برخی از این دستگاه‌ها دارای مانیتور و برخی از طریق اتصال به رایانه، کارکرد قلب را در بازه زمانی مورد نیاز نمایش می‌دهد. استفاده از این دستگاه در آمبولانس های حامل مجروحان جنگی و ثبت دقیق سیگنال می‌تواند به پزشک این امکان را بدهد که در زمان کمتر به درمان سریعتر مجروح بپردازد.

سیگنال الکتریکی قلبی[2](ECG) یکی از مهم ترین سیگنال‌های حیاتی موجود در بدن می‌باشد که از اهمیت بسیار بالایی برای پزشکان برخوردار است، چرا که چگونگی کارکرد قلب انسان از بررسی و پردازش این سیگنال مهم بدست می‌آید. لذا استخراج

۱- Portable
۲- Electrocardiogram

[Downloaded from npwjm.ajaums.ac.ir on 2026-11-14]

سیگنالی عاری از نویز[1] و بحث حذف نویز از این سیگنال یکی از مهمترین مباحثی است که مورد توجه بسیاری از مهندسین و پزشکان می‌باشد.

از روش‌های حذف نویز ECG و فیلترهایی که قبلتر مورد بررسی و تحقیق به منظور حذف نویز ECG قرار گرفته اند می‌توان به حذف نویز با فیلترهای تطبیقی[2][۲،۱]، حذف نویز با فیلترهای میانگذر[۴،۳]، حذف نویز با ویولت[3][۶،۵]، حذف نویز سفید با فیلتر تعمیم‌یافته کالمن[4][۱۰،۹،۸،۷]، حذف نویز با فیلترهای خانواده کالمن[5][۱۲،۱۱] و فیلتر پارتیکل[6][۱۳] اشاره نمود که هر کدام سعی در استخراج سیگنال تمیز از سیگنال آغشته به نویز و بهبود نسبت توان سیگنال به توان نویز[7] (SNR) را داشته‌اند.

در پژوهش صورت گرفته [۱۱] نشان داده شده که فیلتر کالمن در مقایسه با دیگر فیلترهای معرفی شده از کیفیت بالاتری برخوردار است و میزان بهبود کمیت SNR در خانواده کالمن نسبت به دیگر فیلترهای مورد آزمایش در حذف نویز سفید بیشتر می‌باشد و این فیلتر از پایداری خوبی در حذف نویز ECG برخوردار است. لذا در این پژوهش سعی بر استفاده از فیلتر تعمیم یافته کالمن در حذف نویز حاصل از استرس و لرزش بیمار در آمبولانس حامل انتقال سرباز و در دستگاه هولترمانیتور شده است.

روش کار

فیلتر کالمن در زمینه‌های مختلفی مورد بررسی قرار می‌گیرد ولی به عنوان یک ابزار در دو حوزه بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ تخمین و تجزیه و تحلیل عملکرد یک سیستم. فیلتر کالمن یک فیلتر خطی است، لذا در کاربردهای خطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین برای استفاده از این فیلتر باید مدل دینامیکی تعریف شده برای سیستم مورد نظر، مدلی خطی باشد. لذا در صورتی که بخواهیم از این فیلتر در کاربرهای غیرخطی نظیر حذف نویز ECG استفاده شود باید از نمونه‌های پیشرفته این فیلتر مثل فیلتر کالمن تعمیم یافته (EKF)، UKF[8] و PF استفاده نمود.

فرض شود یک سیستم گسسته در زمان مطابق رابطه زیر در دسترس باشد:

$$\begin{cases} x_k = F_{k-1}x_{k-1} + G_{k-1}u_{k-1} + \omega_{k-1} \\ y_k = H_k x_k + v_k \end{cases} \quad (1)$$

در رابطه (۱)، x معرف حالت سیستم، u معرف بردار ورودی‌های سیستم و y نیز بردار اندازه‌گیری یا مشاهدات سیستم می‌باشد. ω و v نویزهای فرآیند و مشاهدات سیستم می‌باشد که فرض می‌شود نویزهایی سفید و با میانگین صفر و نسبت به هم ناهمبسته می باشند و دارای ماتریس‌های کوواریانس $R_k Q_k$ هستند.

در این رابطه و در فیلتر کالمن هدف تخمین حالت سیستم بر اساس دانشی است که از مدل مکانیکی تعریف شده و اندازگیری نویزی است که در دسترس است. بنابراین اگر در حذف نویز سیگنال ECG از تکنیک خطی سازی در فیلتر کالمن یعنی EKF استفاده شود، معادلات و الگوریتم فیلترینگ به صورت زیر تعریف خواهد شد:

۱- معادلات دینامیکی سیستم و مشاهدات:

$$\begin{cases} x_k = f_{k-1}\left(x_{k-1}, u_{k-1}, \omega_{k-1}\right) \\ y_k = h_k\left(x_k + v_k\right) \\ \omega_k \sim \left(\cdot, Q_k\right) \\ v_k \sim \left(\cdot, R_k\right) \end{cases} \quad (2)$$

۲- مقداردهی اولیه پارامترها:

$$\begin{cases} \hat{x}_0^+ = E(x_0) \\ P_0^+ = E\left[\left(x_0 + \hat{x}_0^+\right)\left[\left(x_0 - \hat{x}_0^+\right)^T\right]\right. \end{cases} \quad (3)$$

۳- به ازای $k = 1,2,3,\ldots$ مراحل زیر صورت می‌گیرد:

a - محاسبه ماتریس‌های مشتقات جزئی:

a

a

$$\begin{cases} F_{k-1} = \dfrac{\partial f_{k-1}}{\partial x}\Big|_{\substack{+ \\ x_{k-1}}} \\ L_{k-1} = \dfrac{\partial f_{k-1}}{\partial \omega}\Big|_{\substack{+ \\ x_{k-1}}} \end{cases} \quad (4)$$

۱- Denoising
۲- Adaptive filter
۳- Wavelet Denoising
۴- Extended kalman filter
۵- Kalman filter
۶- Particle filter
۷- SNR
۸- Unscented kalman filter

[Downloaded from npwjm.ajaums.ac.ir on 2026-11-14]

b- به روز رسانی زمانی تخمین حالت و کوواریانس خطای تخمین:

$$\begin{cases} \hat{x}_k^- = f_{k-1}\left(\hat{x}_{k-1}^+, u_{k-1}, \cdot\right) \\ P_k^- = F_{k-1} P_{k-1}^+ F_{k-1}^T + L_{k-1} Q_{k-1} L_{k-1}^T \end{cases} \quad (۵)$$

c - محاسبه ماتریس‌های مشتقات جزئی:

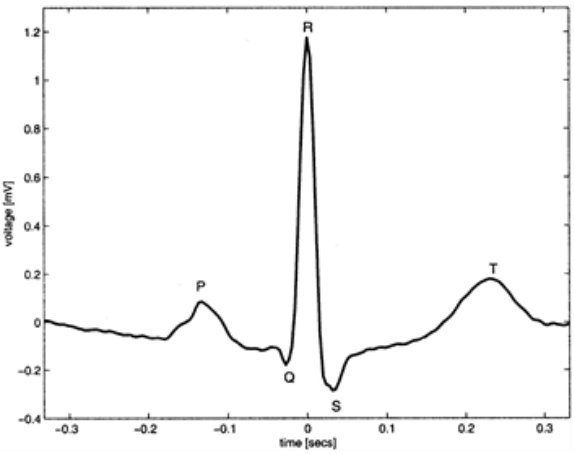
$$\begin{cases} H_{k-1} = \dfrac{\partial h_k}{\partial x}\Big|_{\hat{x}_k^-} \\ M_{k-1} = \dfrac{\partial h_k}{\partial v}\Big|_{\hat{x}_k^-} \end{cases} \quad (۶)$$

d - به روز رسانی با مشاهدات تخمین حالت و کوواریانس خطای تخمین:

$$\begin{cases} K_k = P_k^- H_k^T (H_k P_k^- H_k^T + M_k R_k M_k^T)^{-1} \\ \hat{x}_k^+ = \hat{x}_k^- + K_k \left[y_k - h_k\left(\hat{x}_k^-, 0\right)\right] (7) \\ P_k^+ = (I - K_k H_k) P_k^- (I - K_k H_k)^T + K_k M_k R_k M_k^T K_k^T \end{cases}$$

در هنگام استفاده از معادلات فیلتر کالمن باید رفتار سیستم یا دینامیک سیستم مورد نظر در دسترس باشد، یعنی استفاده از فیلتر کالمن یا هر فیلتر بازگشتی دیگر زمانی مقدور است که بتوان رفتار سیستم را به صورت یک ضابطه یا معادلات دینامیکی نوشت. در این پژوهش از مدل بهینه شده ی مدل McSharry ارائه شده در[۱۱] استفاده شده است. خلاصه ای از مدل McSharry و مدل بهبود یافته ارائه شده در [۱۴،۱۱] در ادامه آمده است.

معادلات مدل McSharry به صورت زیر می‌باشد:

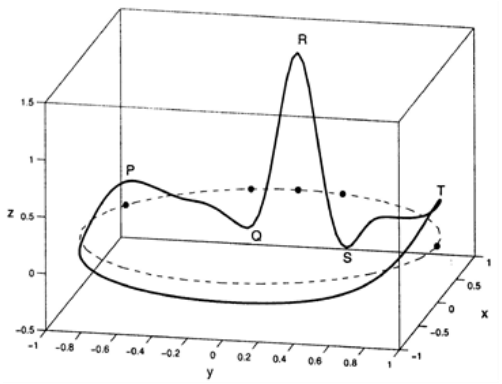


$$\begin{cases} \dot{x} = \alpha x - \omega y \\ \dot{y} = \alpha y + \omega x \\ \dot{z} = -\sum_{i\in\{P,Q,R,S,T\}} \alpha_i \Delta\theta_i \exp\left(-\dfrac{\Delta\theta_i^2}{2b_i^2}\right) - (z - z_0) \end{cases} \quad (۸)$$

به طور خلاصه در معادله ارائه شده در(۸)، برای تشکیل مدل مکانیکی و تولید سیگنال قلبی مصنوعی از کنار هم قرار دادن پنج گوسی که هر کدام از آن‌ها معرف یکی از پیک‌های[۱] موجود در سیگنال قلبی است استفاده شده است. مدل بهبود یافته ارائه شده در[۱۱] در جهت بهبود مشکل دیمانسیون و ساده سازی مدل ارائه شده در معادلات (۸) و تغییر فرم معادلات از کارتزین به قطبی شکل گرفت. لذا فرم گسسته و ساده شده ی مدل بهبود یافته McSharry به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{cases} \theta_{k+1} = \left(\theta_k + \omega\delta\right) mod\left(\pi 2\right) \\ z_{k+1} = -\sum_i \delta \dfrac{\alpha_i \omega}{b_i^2} \Delta\theta_i exp\left(-\dfrac{\Delta\theta_i^2}{2b_i^2}\right) + Z_k + \eta \end{cases} \quad (۹)$$

شکل ۲-شبیه سازی ECG مدل McSharry در فضای سه بعدی، برگرفته از [۱۴]



در معادله (۹)، η یک نویز جمع شونده می‌باشد که شامل هر نویزی می تواند باشد که نویز فرآیند یا پروسه در پروسه شبیه‌سازی سیگنال الکتروکاردیوگرام می‌باشد و هدف حذف آن می‌باشد که در این پژوهش نویز لرزش بیمار و استرس حاصل از زخمی شدن و حالت روحی سرباز می‌باشد. لذا حالت سیستم و نویز فرآیند به صورت زیر تعریف خواهد شد[۱۱]:

۱- Peaks

[Downloaded from npwjm.ajaums.ac.ir on 2026-11-14]

$$\begin{cases} X_k = [\theta_k, z_k]^T \\ W_k = [\alpha_p, \dots, \alpha_T, b_p, \dots, b_T, \theta_p, \dots, \theta_T, \omega, \eta] \end{cases} \quad (10)$$

بردار مربوط به مشاهدات نیز همان سیگنال الکتروکاردیوگرام ثبت و ضبط شده توسط الکترودهای روی بدن بیمار است که برای سنکرون سازی و قرار گرفتن دقیق سیگنال مشاهدات و مدل روی یکدیگر، از فاز سیگنال اندازگیری نیز به عنوان مشاهده دوم استفاده می شود. بنابراین معادلات مشاهدات که حاوی سیگنال ثبت شده و فاز اندازه‌گیری شده‌ی آن است به صورت زیر تعریف می‌شود[۱۱]:

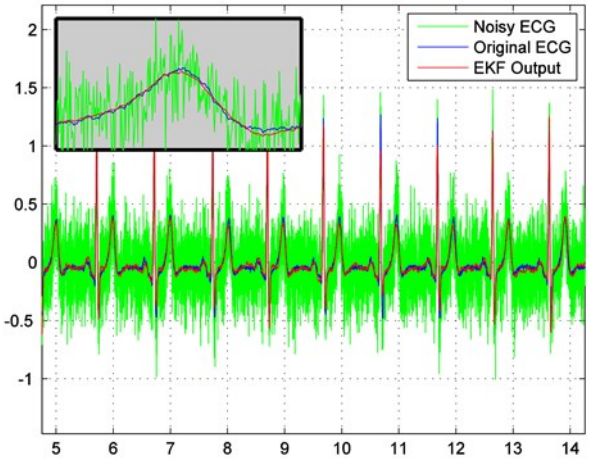
$$\begin{bmatrix} \phi_k \\ s_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_k \\ z_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_k \\ v_k \end{bmatrix} \quad (11)$$

در معادله (۱۱)، مقدار کوواریانس نویز مشاهدات که یکی از الزامات برای عمل فیلترینگ توسط کالمن می باشد نیز به صورت $R_k = E\{[u_k, v_k]^T [u_k, v_k]\}$ محاسبه می‌گردد

یافته‌ها

در شکل ۳، خروجی فیلتر کالمن تعمیم‌یافته با ورودی سیگنال الکتروکاردیوگرام آغشته به نویز لرزش و استرس به نمایش درآمده است. نتیجه بدست آمده نشان از تطابق سیگنال اصلی بدون نویز و خروجی فیلتر دارد.

در این پژوهش پیش بینی شده که چه زمان‌هایی که سیگنال به خوبی دریافت می شود و دارای نویز کمی است و چه زمان‌هایی که دریافت سیگنال با نویز فراوان می‌باشد، در SNR های پایین و بالا مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج مورد بررسی قرار گرفته است. در جدول ۱، استفاده از فیلتر کالمن تعمیم‌یافته بر روی ۳۰ کانال داده مورد آزمایش، نشان از بهبود کمیت SNR برحسب دسی‌بل در SNRهای مختلف در بازه‌ی ۵ تا ۳۰ دسی‌بل را دارد و نشان می‌دهد فیلتر از پایداری خوبی برخوردار می‌باشد. داده‌های مورد نیاز برای این پژوهش از بانک سیگنال موجود MIT برای سیگنـال الکتروکاردیوگرام طبیعی [۱۵] و سیگنال حاوی نویز استرس و لرزش [۱۶] استفاده شده است.



بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به پژوهش صورت گرفته و حساسیت بالای ثبت بدون نویز سیگنال الکتروکردیوگرام در تشخیص بسیاری از بیماری‌ها و لزوم استفاده از ابزاری کوچک و قابل حمل نظیر دستگاه هولترمانیتور در زمان بحران و جنگ و با توجه به پایدار بودن فیلتر کالمن تعمیم‌یافته در حذف نویز سیگنال الکتروکاردیوگرام و میزان بهبود محسوس کمیت SNR با توجه به حساسیت ثبت سیگنال در تشخیص پزشک در موارد بحران، از این فیلتر می توان در دستگاه های هولترمانیتورینگ موجود در بیمارستان های نیروهای مسلح، طب بحران و آمبولانس های موجود در مواقع بحران و جنگ و پادگان های مرزی و دور از مراکز مجهز بیمارستانی مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاران محترم که در انجام این پژوهش به ما کمک کرده اند کمال تشکر و قدردانی را می‌نماییم.

[Downloaded from npwjm.ajaums.ac.ir on 2026-11-14]

جدول۱: حذف نویز و ارتقای SNR خروجی ۳۰ کانال داده در SNRهای ورودی بین۵ تا ۳۰

بانک سیگنال حاوی نویز استرس و لرزش	SNR خروجی به ازای SNR = -5	SNR خروجی به ازای SNR = 0	SNR خروجی به ازای SNR = 5	SNR خروجی به ازای SNR = 10	SNR خروجی به ازای SNR = 15	SNR خروجی به ازای SNR = 20	SNR خروجی به ازای SNR = 25	SNR خروجی به ازای SNR = 30
سیگنال شماره ۱	۱۱/۳۶	۱۴/۳۷	۱۷/۰۱	۱۹/۴۲	۲۲/۷۱	۲۵/۶۹	۲۸/۰۱	۳۱/۵۶
سیگنال شماره ۲	۱۱/۰۲	۱۳/۱۵	۱۷/۳۹	۱۹/۷۱	۲۲/۷۵	۲۵/۵۸	۲۸/۳۱	۳۱/۵۹
سیگنال شماره ۳	۱۰/۱۱	۱۳/۵۷	۱۶/۹۶	۱۹	۲۲/۶۸	۲۵/۷۱	۲۸/۱۴	۳۱/۴۷
سیگنال شماره ۴	۱۲/۴۷	۱۴/۲۸	۱۶/۷۳	۱۹/۱۲	۲۲/۸۱	۲۵/۴۹	۲۸/۴۳	۳۱/۶۲
سیگنال شماره ۵	۱۱/۵۶	۱۵/۰۲	۱۷/۰۱	۱۹/۴۴	۲۲/۵۲	۲۵/۶۲	۲۸/۰۶	۳۱/۵۵
سیگنال شماره ۶	۱۰/۸۸	۱۳/۵۶	۱۷/۱۲	۱۹/۵۶	۲۲/۶۵	۲۵/۷۲	۲۸/۱۶	۳۱/۴۳
سیگنال شماره ۷	۱۱/۲۸	۱۵/۳۰	۱۶/۶۴	۱۹/۷۵	۲۲/۶۵	۲۵/۶۸	۲۸/۳۸	۳۱/۴۳
سیگنال شماره ۸	۱۱/۷۴	۱۴/۵۸	۱۶/۹۳	۱۸/۹۱	۲۲/۹۱	۲۵/۵۵	۲۸/۳۲	۳۱/۶۳
سیگنال شماره ۹	۱۰/۷۶	۱۴/۱۳	۱۶/۸۹	۱۹/۶۶	۲۲/۷	۲۵/۴۵	۲۸/۲۲	۳۱/۵۷
سیگنال شماره ۱۰	۱۲/۱۸	۱۳/۴۷	۱۷/۰۵	۱۹/۴۷	۲۲/۸۹	۲۵/۴۸	۲۸/۴۴	۳۱/۵۸
سیگنال شماره ۱۱	۱۰/۵۹	۱۳/۶۸	۱۷/۳۳	۱۹/۰۲	۲۲/۶۱	۲۵/۵۴	۲۸/۱۲	۳۱/۴۹
سیگنال شماره ۱۲	۱۲/۴۱	۱۴/۸۸	۱۷/۲۶	۱۹/۱۵	۲۲/۹۰	۲۵/۶۱	۲۸/۰۹	۳۱/۳۴
سیگنال شماره ۱۳	۱۰/۹۶	۱۴/۰۱	۱۶/۹۴	۱۹/۶۷	۲۲/۵۴	۲۵/۷۳	۲۸	۳۱/۵۲
سیگنال شماره ۱۴	۱۱/۸۵	۱۴/۱۵	۱۷/۱۲	۱۹/۲۵	۲۲/۴۵	۲۵/۳۹	۲۸/۳۲	۳۱/۹۶
سیگنال شماره ۱۵	۱۰/۵۶	۱۵/۰۲	۱۶/۶۸	۱۹/۲۹	۲۲/۷۱	۲۵/۵۹	۲۸/۲۶	۳۱/۴۴
سیگنال شماره ۱۶	۱۱/۱۴	۱۳/۴۱	۱۶/۹۷	۱۹/۵۴	۲۲/۶۰	۲۵/۶۷	۲۸/۱۴	۳۱/۳۳
سیگنال شماره ۱۷	۱۲/۲۴	۱۴/۸۷	۱۷/۱۵	۱۹/۰۱	۲۲/۴۳	۲۵/۶۶	۲۸/۰۷	۳۱/۵۱
سیگنال شماره ۱۸	۱۰/۳۷	۱۳/۸۸	۱۷/۰۲	۱۸/۹۰	۲۲/۸۴	۲۵/۶۲	۲۸/۴۲	۳۱/۴۱
سیگنال شماره ۱۹	۱۱/۹۸	۱۵/۲۴	۱۷/۱۴	۱۸/۹۷	۲۲/۸۴	۲۵/۵۴	۲۸/۵۱	۳۱/۳۹
سیگنال شماره ۲۰	۱۰/۸۷	۱۴/۱۹	۱۶/۹۱	۱۹/۵۱	۲۲/۵۰	۲۵/۴۱	۲۸/۳۶	۳۱/۶۶
سیگنال شماره ۲۱	۱۰/۲۱	۱۴/۹۷	۱۶/۹۰	۱۹/۵۵	۲۲/۶۳	۲۵/۶۷	۲۸/۲۶	۳۱/۵۷
سیگنال شماره ۲۲	۱۰/۵۴	۱۳/۲۳	۱۷/۰۴	۱۹/۳۷	۲۲/۹۴	۲۵/۶۶	۲۸/۴۹	۳۱/۵۹
سیگنال شماره۲۳	۱۱/۶۷	۱۵/۳۶	۱۷/۲۰	۱۸/۸۴	۲۲/۷۸	۲۵/۵۹	۲۸/۰۴	۳۱/۵۸
سیگنال شماره۲۴	۱۰/۴۹	۱۳/۲۳	۱۶/۸۴	۱۹/۰۹	۲۲/۶۱	۲۵/۷۵	۲۸/۱۹	۳۱/۳۶
سیگنال شماره۲۵	۱۲/۲۳	۱۴/۱۱	۱۶/۹۳	۱۹/۰۴	۲۲/۸۷	۲۵/۴۷	۲۷/۹۹	۳۱/۶۵
سیگنال شماره ۲۶	۱۱/۲۵	۱۴/۶۵	۱۷/۱۹	۱۹/۶۹	۲۲/۶۹	۲۵/۵۹	۲۸/۳۹	۳۱/۳۸
سیگنال شماره۲۷	۱۲/۱۰	۱۳/۹۸	۱۶/۸۶	۱۹/۳۲	۲۲/۵۹	۲۵/۵۶	۲۸/۴۱	۳۱/۴۲
سیگنال شماره۲۸	۱۰/۲۲	۱۵/۳۱	۱۷	۱۹/۱۴	۲۲/۹۱	۲۵/۶۳	۲۸/۲۹	۳۱/۵۰
سیگنال شماره ۲۹	۱۱/۸۱	۱۴/۱۸	۱۶/۹۹	۱۸/۹۶	۲۲/۷۴	۲۵/۴۸	۲۸/۱۶	۳۱/۶۸
سیگنال شماره ۳۰	۱۱/۲۵	۱۳/۸۷	۱۷/۰۶	۱۹/۲۷	۲۲/۸۰	۲۵/۷۴	۲۸/۰۸	۳۱/۳۷

[Downloaded from npwjm.ajaums.ac.ir on 2026-11-14]

Electrocardiogram denoising in holter monitor devices using extended Kalman filter in disaster medicine field

H Abdollahi (PhD), J Mazloum (PhD)*

Abstract

Introduction: Measure, record and early detection of vital signs of War wounded as well as soldiers with injuries in war, camps and border areas where distances are far away of equipped centers hospital is necessity that can help to reduce casualties. This article examines the extended Kalman filter in eliminate movement and stress noises in ambulances holter monitor.

Methods: Using linearized form of Kalman filter in single channel electrocardiogram (ECG) denoising in holter monitor devices is main target of this article. In this article we using improved model of McSharry to generate synthetic ECG and SNR quantities and the improvement of this quantities to evaluate this article is being used.

Results: Using extended Kalman filter on channel 30 tested data shows improvement in SNR in terms of quantities in the range of 5 to 30 dB.

Conclusion: Research findings show that the Extended Kalman filter is stable due to a significant improvement in SNR quantities in ECG denoising. So this filter can be used in holter monitoring devices in armed forces hospitals, and disaster medicine and ambulances also be used in times of disasters.

Keywords: Military medicine, Denoising, Electrocardiogram, Holter monitoring, Military Nursing

---

*Corresponding author: Shahid Sattari university of aeronautical engineering, Air University St. Email:J_Mazloum@sbu.ac.ir

[Downloaded from npwjm.ajaums.ac.ir on 2026-11-14]