



دانشگاه صنعتی سهند
دانشکده مهندسی برق

پردازش سیگنال‌های پزشکی

فصل اول

مقدمه

دکتر سینا شامخی

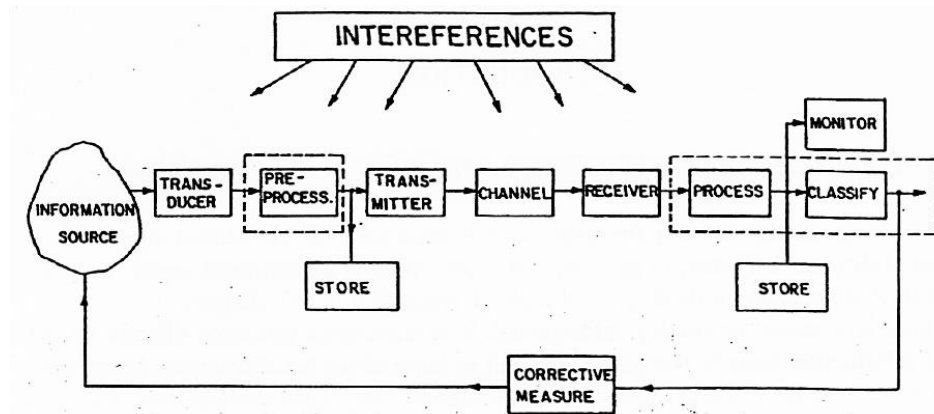
تابستان ۱۳۹۵

۱-۱ - سامانه اندازه‌گیری و تشخیص عمومی

هدف اصلی این درس تحلیل و پردازش سیگنال‌های پزشکی یا بیومدیکال است.

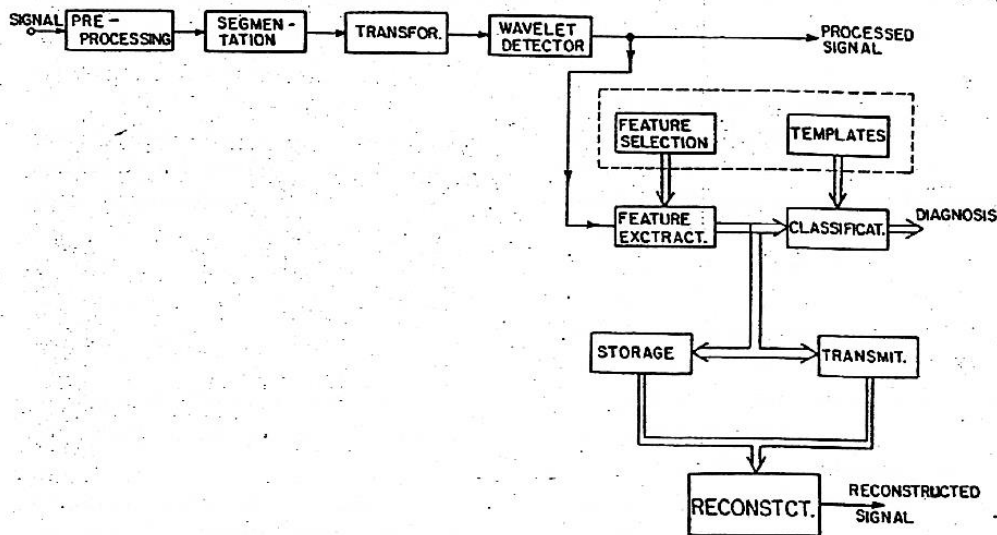
سیگنال عامل انتقال اطلاعات است و سیگنال‌های پزشکی داده‌های اخذ شده از یک سیستم فیزیولوژیک می‌باشد.

- در برخی موارد سیگنال به صورت مستقیم توسط منبع اصلی تولید می‌گردد و در ادامه عملکرد و ساختار منبع اصلی تولید داده‌ها با مطالعه‌ی این اطلاعات استخراج شده مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد.
 - در برخی موارد سیگنال به صورت مستقیم اطلاعات مورد نیاز را د اختیار قرار نمی‌دهد. بنابراین جهت استخراج داده‌های مطلوب عملیاتی برای ارتقا سیگنال مذکور صورت می‌گیرد. مثال: تحریک چشم‌ها با فلش زدن‌های پیاپی برای ثبت آنچه در نوار مغزی مورد نیاز است.
 - در برخی موارد نیاز است سیگنال مورد پردازش قرار گیرد تا اطلاعات مورد نیاز ارتقا یابد.
 - در برخی موارد ضروری است سیگنال از محل ثبت به نقطه‌ای دور دست منتقل شود تا مورد پایش و یا تشخیص قرار گیرد.
 - ذخیره‌ی اطلاعات نیز از مواردی است که در یک سیستم اندازه‌گیری پزشکی می‌تواند وجود داشته باشد.
- در شکل ۱ یک سامانه اندازه‌گیری و تشخیص عمومی و در شکل ۲ نیز مراحل پردازش سیگنال نشان داده شده است.



شکل ۱- سامانه عمومی اندازه‌گیری و تشخیص عمومی

در پردازش سیگنال و پس از اقدامات اولیه‌ی پیش‌پردازش، اولین گام قطعه‌بندی یا پنجره‌گذاری بر روی سیگنال است. از آنجایی که ویژگی‌های سیگنال‌ها عموماً متغیر با زمان است، بنابراین مشاهدات و پردازش سیگنال در یک پنجره‌ی زمانی محدود صورت می‌گیرد. این پنجره متناسب با مشخصات سیگنال تعیین می‌گردد.



شکل ۲- مراحل پردازش سیگنال

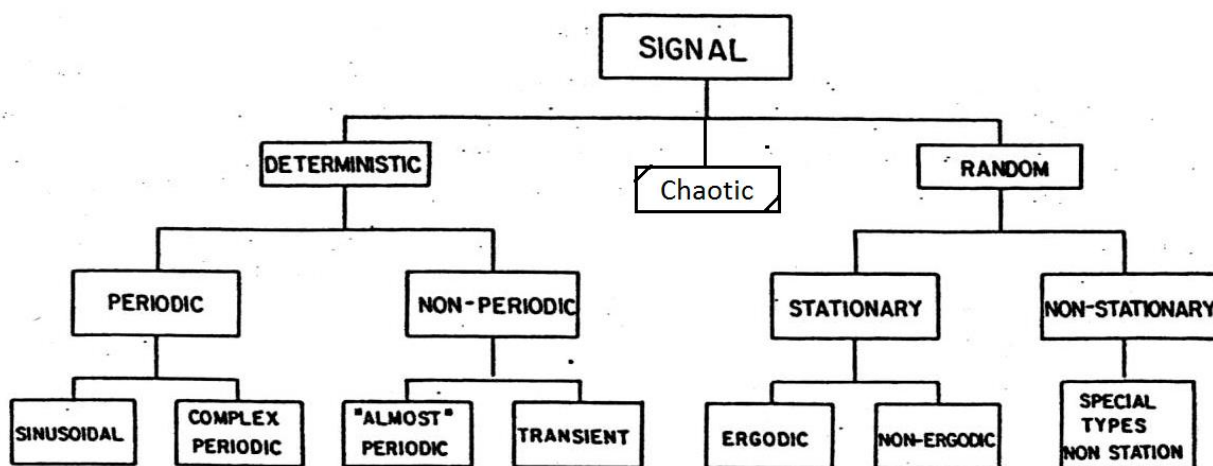
سیگنال بعد از پنجره‌گذاری به کمک روش‌هایی مناسب بهبود داده شده و نویزهای موجود در سیگنال تا حد امکان حذف می‌گردند. انتخاب ویژگی‌ها و الگوهای مرتبط با سیگنال مورد بررسی و در ادامه استخراج ویژگی‌ها و کلاس‌بندی آن‌ها با هدف تشخیص موارد مطلوب انجام می‌گردد. سپس داده‌ها ذخیره و یا ارسال می‌گردد. بازسازی داده‌های ارسال شده در محل دریافت نیز از دیگر مراحل حائز اهمیت در پردازش تصاویر است.

اهداف پردازش سیگنال حیاتی عبارتند از:

- جمع‌آوری اطلاعات به منظور شناسایی و تغییر یک سیستم
- تشخیص
- پایش
- درمان و کنترل
- ارزیابی

تقسیم بندی سیگنال‌ها:

- ۱) سیگنال‌های یقینی (Deterministic) که توسط یک رابطه ریاضی صریح قابل بیان هستند. (مثال یک سیگنال سینوسی)
- ۲) سیگنال‌های تصادفی (Random) که به طور دقیق قابل بیان نیستند. این نوع از سیگنال‌ها را فقط بر مبنای میانگین‌های آماری و احتمالاتی قابل توصیف هستند. (مثال: سینگال نمونه برداری شده از یک فرآیند تصادفی، این نمونه‌ها از نظر توصیف زمانی متفاوتند اما دارای ویژگی‌های آماری یکسانند)
- ۳) سیگنال‌های آشوبناک (Chaotic) که توسط یک سیستم آشوب تولید می‌شوند. این نوع از سیستم‌ها به شرایط اولیه بسیار حساسند. شاید به ظاهر تصادفی به نظر بیایند اما در حقیقت سیگنال‌های معینی هستند که مقدار آن‌ها را در زمان‌های آینده با قاطعیت نمی‌توان تعیین کرد. کوچکترین خطا در تعیین مقدار اولیه موجب انحراف از مسیرهای حالت می‌گردد.



شکل ۳- انواع سیگنال‌ها

سیگنال‌های یقینی به دو دسته سیگنال‌های متناوب و نامتناوب تقسیم می‌گردند. سیگنال‌های متناوب به دو نوع سینوسی و متناوب پیچیده و سیگنال‌های نامتناوب به دو گروه تقریباً متناوب و گذار تقسیم می‌گردند.

سیگنال‌های تصادفی تابع نمونه‌ای از یک فرآیند تصادفی است. یک تابع نمونه با تابع نمونه‌ی دیگر از همان فرآیند تصادفی از نظر توصیف زمانی متفاوت است با این وجود این دو تابع نمونه، دارای ویژگی‌های آماری یکسان هستند. در حقیقت توصیف یک سیگنال تصادفی توسط یک تابع چگالی احتمال مشترک تعریف می‌گردد. داده‌ی نمونه برداری شده‌ی کامل به داده‌هایی گفته می‌گردد که در آن تعداد بینهایت داده‌ی نمونه برداری شده از یک فرآیند تصادفی اخذ شده باشد. یک سیگنال تصادفی به دو دسته سیگنال‌های ایستا (Stationary) و نایستا (Non-Stationary) تقسیم می‌گردد.

سیگنال‌های ایستا سیگنال‌هایی هستند که مشخصات و ویژگی‌های آماری آنها تابعی از زمان نیست. در حقیقت در یک سیگنال ایستا میانگین بر روی داده‌های نمونه برداری شده‌ی کامل مختلف یکسان است. سیگنال‌های ایستا به انواع ارگادیک (Ergodic) و غیر ارگادیک (Non-Ergodic) تقسیم می‌شوند.

سیگنال‌های ارگادیک سیگنال‌هایی هستند که میانگین آماری آنها بر روی داده‌های کامل با میانگین‌های زمانی بدست آمده از هر توابع نمونه بر روی محوی زمان برابر باشد.

واضح است که ایستایی (Stationarity) و ارگادیک بودن (Ergodicity) ویژگی‌هایی هستند که امکان پردازش عملی سیگنال‌ها را فراهم می‌آورند. پردازش سیگنالی که نایستا (در نتیجه غیر ارگادیک) است بسیار سخت و دشوار است. در بسیار از موارد مجبور هستیم که سیگنال‌هایی را که به صورت اولیه می‌دانیم که ارگادیک نیستند را ارگادیک فرض کنیم تا امکان پردازش سیگنال‌های مذکور فراهم آید. به عنوان مثال در مورد سیگنال‌های EEG داده‌های کامل سیگنال در اختیار نیست و تنها تابع نمونه‌ای از سیگنال در اختیار قرار دارد بنابراین مجبوریم سیگنال را ارگادیک فرض کنیم تا بتوانیم ویژگی‌های آماری مورد نیاز را از میانگین‌های زمانی سیگنال به جای داده‌ی کامل آن تخمین بزنیم. از اینرو در سیگنال‌هایی نایستا هستند سیگنال را به قطعاتی تقسیم می‌کنیم و فرض می‌کنیم قطعه سیگنال مورد بررسی ایستا

است. طول این قطعه انتخابی به ویژگی‌های سیگنال وابسته است. به‌عنوان مثال در سیگنال‌های گفتاری طول قطعات در حد میلی‌ثانیه و در سیگنال‌های EEG در حد چند ثانیه انتخاب می‌گردد.

در حقیقت روش‌های پردازشی موجود بر مبنای ایستایی یا ارگادیک بودن سیگنال‌هاست بنابراین با ایجاد شرایطی همچون پنجره‌گذاری بر روی سیگنال آنرا ایستا یا ارگادیک می‌نماییم.

سیگنال‌های پیوسته: در هر لحظه از زمان مقدار دارند.

سیگنال‌های گسسته: فقط در زمان‌های مشخصی مقدار دارند.

سیگنال‌های پله‌کافی Quantized: در همه زمان‌ها مقدار دارند ولی مقدار سیگنال در سطوح مشخصی مقدار دارد.

سیگنال‌های دیجیتال: هم در زمان و هم در دامنه نمونه‌برداری شده است.

۱-۲ - مشکلات اخذ و پردازش سیگنال‌های حیاتی

روند اخذ و پردازش سیگنال‌های حیاتی با مشکلاتی مواجه است که در ادامه مورد اشاره قرار می‌گیرد:

- پیچیدگی و غیرخطی بودن سیگنال‌های بیولوژیک (منابع تولید سیگنال پیچیده است)
- عدم امکان ایزوله کردن یک بخش از بخش‌های دیگر (تاثیر دیگر اعضا و اندام بر سیگنال هدف)
- تاکید بر غیرتهاجمی بودن روش اخذ سیگنال
- سیگنال‌ها در حالت طبیعی باید اخذ شوند.
- تداخل و ثبت عوامل ناخواسته در هنگام اخذ سیگنال به‌همراه سیگنال هدف
 - تداخل برق شهر (Line Interfering)
 - رانش یا انحراف (Drift) سیگنال ناشی از حرکت الکترودها
 - اثرات اعضای دیگر (Artifact)

۱-۳ - جمع بندی

پردازش سیگنال‌های حیاتی کاربرد روش‌های پردازش سیگنال بر روی سیگنال‌های بیولوژیکی است. از اینرو در پردازش سیگنال‌های حیاتی، آشنایی با روش‌های پردازش سیگنال ضروری و مورد نیاز است. همچنین تشخیص نیازها و ملزومات مسئله و انتخاب و بکاربردن روش‌های مناسب برای رفع این نیازها ضروری و بااهمیت است.