

کاربرد فرایندهای فضایی همبسته دوره‌ای و دوره‌نگار فضایی در پردازش تصویر

بهنام امیری، رویا نصیرزاده

فسا، دانشگاه فسا، دانشکده علوم، بخش آمار

نویسنده مسئول: رویا نصیرزاده، nasirzadeh.roya@fasau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۶/۲۸ تاریخ پذیرش و انتشار: ۱۴۰۲/۶/۳۰

چکیده: فرایندهای فضایی همبسته دوره‌ای از جمله فرایندهای پرکاربرد در تحلیل داده‌های فضایی هستند، که در پردازش و تحلیل تصاویر دوره‌ای کاربرد دارند. در جهت تحلیل این نوع داده‌ها، در مرحله اول می‌بایست به تشخیص دوره‌ای بودن و تعیین مقدار دوره تناوب داده‌ها پرداخت. در این مقاله، ابتدا به معرفی فرایندهای فضایی همبسته دوره‌ای و ویژگی‌های آنها پرداخته، سپس دوره‌نگار فضایی، به عنوان ابزاری برای تشخیص دوره‌ای بودن داده‌ها و تعیین مقدار دوره تناوب، معرفی می‌گردد و به بیان ویژگی‌های آن‌ها می‌پردازیم. در نهایت نحوه استفاده از دوره‌نگار فضایی در پردازش تصاویر دوره‌ای و تشخیص دوره‌ای بودن آن‌ها مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

واژه‌های کلیدی: پردازش تصویر، دوره‌نگار فضایی، فرآیند فضایی، فرآیند فضایی همبسته دوره‌ای. کد موضوع بندی ریاضی (۲۰۱۰): 62H11، 94A08.

۱ مقدمه

فرایندهای همبسته دوره‌ای، در طیف وسیعی از حوزه‌های تحقیقاتی مانند اقتصاد، هواشناسی، ارتباطات و آب و هوا مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک فرآیند مرتبه دوم را فرآیند همبسته دوره‌ای گویند، هرگاه تابع میانگین و تابع کواریانس آن متناوب بوده و دوره تناوب هر دو یکسان باشند. برای اولین بار سری‌های زمانی همبسته دوره‌ای توسط **گلادیشف** (۱۹۶۱) معرفی شد. بعد از **گلادیشف** (۱۹۶۱)، کارهای زیادی بر روی سری‌های زمانی همبسته دوره‌ای انجام گرفت. از آن جمله می‌توان به کارهای **آنتونی** (۲۰۰۹)، **دهای و همکاران** (۲۰۱۴)،



©نویسندگان). ناشر انجمن آمار ایران است.

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و ضوابط (CC BY-NC 4.0) توزیع شده است.

حقیقین و همکاران (۲۰۱۴)، سلطانی و شیشه‌بر (۲۰۰۷)، نعمت‌اللهی و راو (۲۰۰۵)، هارد و همکاران (۲۰۰۴)، سلطانی و شیشه‌بر (۱۹۹۸)، هارد (۱۹۹۵)، کن و مان‌سان (۲۰۲۳) و جاورسکی و همکاران (۲۰۲۲) اشاره کرد که مقالات تحقیقاتی ارزشمندی در این زمینه هستند. این فرآیندها دارای کاربردهای زیادی در حیطه‌های مختلف مهندسی شامل پردازش تصویر، انرژی تجدیدپذیر و الکترونیک هستند که از آن جمله می‌توان به فام و همکاران (۲۰۲۲)، گاراک یاراق و شاه‌طالبی (۲۰۲۲)، فریز و شریاک (۲۰۲۳)، ناپلیتانو (۲۰۲۲) و وانگ و همکاران (۲۰۲۲) اشاره کرد. اکثر تحقیقات انجام شده در این حیطه بر روی سری‌های زمانی همبسته دوره‌ای انجام شده و به نسبت آن، تحقیقات کمتری بر روی فرآیندهای فضایی همبسته دوره‌ای، که در این مقاله به بررسی آن پرداخته می‌شود، صورت گرفته است. از جمله مطالعات در زمینه فرآیندهای فضایی همبسته دوره‌ای، رامیرز و همکاران (۲۰۱۰) و داس و همکاران (۲۰۲۳) هستند. می‌توان گفت که فرآیندهای فضایی همبسته دوره‌ای، PCSP^۱، اولین قدم برای پر کردن شکاف بین فرآیندهای فضایی مانا و فرآیندهای فضایی غیرمانا هستند.

دو رویکرد رایج در بررسی فرآیندهای فضایی وجود دارد. تحلیل در حوزه مکان و تحلیل در حوزه فرکانس، که مقاله حاضر در حوزه فرکانس است. ساختار وابستگی در حوزه مکان توسط تابع خودهمبستگی مدل‌سازی می‌شود، درحالی‌که در حوزه فرکانس، توسط تابع چگالی طیفی مشخص می‌شود. بنابراین هر چه اطلاعات بیشتری در مورد تابع چگالی طیفی یک فرآیند وجود داشته باشد، ویژگی آن فرآیند آشکارتر بوده و می‌توان در تحلیل فرآیند بهتر عمل کرد. فرآیندهای فضایی یکی از پرکاربردترین روش‌های تحلیل داده در حیطه‌های گوناگون بوده و در اکثر زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از پرکاربردترین و مهمترین زمینه‌های استفاده از فرآیندهای فضایی در علم داده، پردازش تصویر است.

در پردازش تصویر، تصاویری وجود دارد که به‌صورت دوره‌ای با هم ارتباط دارند. بنابراین در تحلیل آن‌ها، می‌توان از PCSP استفاده کرد. در این نوع تصاویر، اولین و مهمترین قدم، تشخیص دوره‌ای بودن فرآیند و سپس تعیین دوره تناوب آن است. در این مقاله، چگونگی تعیین دوره تصاویر دوره‌ای، با استفاده از PCSP بررسی خواهد شد. شیشه‌بر و امیری (۲۰۱۹) برخی از خصوصیات PCSP را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج آن‌ها می‌تواند در تشخیص دوره تناوب فرآیندهای فضایی همبسته دوره‌ای مفید باشد. در این مقاله از نتایج شیشه‌بر و امیری (۲۰۱۹)، برای تشخیص دوره تناوب تصاویر دوره‌ای استفاده می‌شود. در مقاله شیشه‌بر و امیری (۲۰۱۹)، دوره‌نگار به‌صورت یک ماتریس تعریف شده و تمرکز مقاله بر روی ویژگی‌های تئوریک دوره‌نگار بوده است. در حالی‌که، در این مقاله دوره‌نگار یکپارچه شده و به‌صورت یک تابع دو متغیره درآمده تا بتوان نمودار سه بعدی آن را رسم نمود و از آن برای تحلیل و بررسی تصاویر استفاده کرد.

¹Periodically Correlated Spatial Processes