اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

تأثیر بهینه سازی کوهرنس در بهبود تخمین ارتفاع درختان بااستفاده از تکنیک های اینترفرومتری پلاریمتریک

سیده سمیرا حسینی[۱*]، حمید عبادی[۲]، یاسر مقصودی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی نقشه برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲- دانشیار ، دانشکده مهندسی نقشه برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳- استادیار ، دانشکده مهندسی نقشه برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده :

مسئله تخمین زیست توده جهت بررسی تغییرات آب و هوایی بر روی اکوسیستم های زمینی از اهمیت بسیاری برخوردار است در سا لهای اخیر استفاده از تکنیک های اینترفرومتری برای تخمین زیست توده نتایج بهتری را حاصل آورده است به کمک تکنیک های اینترفرومتری پلاریمتریک می توان ارتفاع درختان را بدست آورد و سپس زیست توده را تخمین زد. بهینه سازی کوهرنس در بهبود تخمین ارتفاع به کمک روش های اینترفرومتری پلاریمتریک نقش بسزایی دارد در این مقاله روش های مختلف تخمین ارتفاع شامل الگوریتم های وارونگی بر اساس اندازه کوهرنس، تفاضل مدل رقومی زمین و ترکیبی با استفاده از الگوریتم های بهینه سازی کوهرنس شعاع عددی و تنوع فاز مورد بررسی قرار گرفته است. داده های مورد استفاده، داده های شبیه سازی شده جنگلی است که به کمک شبیه ساز PolSARproSim صورت گرفته است با توجه به آنکه روش تنوع فاز یک روش بهینه سازی فاز است بر روی تخمین ارتفاع به روش اندازه کوهرنس تأثیری نداشته ولی باعث بهبود تخمین ارتفاع به روش مدل رقومی زمین شده است. روش شعاع عددی اگر چه روند محاسباتی سنگینی دارد و زمانبر است ولی نتایج را به میزان قابل توجهی بهبود داده است.

واژه‌های کلیدی : اینترفرومتری پلاریمتریک، بهینه سازی کوهرنس، تخمین ارتفاع، الگوریتم های معکوس سازی

نویسنده مکاتبه کننده : سیده سمیرا حسینی
آدرس پستی : تهران - خیابان ولیعصر - تقاطع میرداماد - روبروی ساختمان اسکان
تلفن : ۴- ۸۸۷۷۹۴۷۳
آدرس پست الکترونیک : shosseini@mail.kntu.ac.ir :

۱- مقدمه

جنگل ها نقش بسیار مهمی را در چرخه کربن جهانی ایفا می کنند سالیانه یک بیستم ذخایر دی اکسید کربن اتمسفر زمین توسط درختان جذب می شود لذا تخمین ارتفاع درختان به منظور تخمین زیست توده از اهمیت بسیاری برخوردار است استفاده از تکنیک های اینترفرومتری پلاریمتریک به منظور تخمین ارتفاع بسیار مؤثر می باشد یکی از عوامل مهمی که در بهبود تخمین ارتفاع تأثیرگذار است استفاده از کوهرنس بهینه می باشد به کمک تکنیک های اینترفرمتری پلاریمتریک و استفاده از بهینه سازی کوهرنس می توان مراکز پراکنشگرهای مؤثر را از هم جدا کرد در نتیجه تخمین دقیقتری از ارتفاع بدست آورد. با تغییر دادن حالت های مختلف پلاریزاسیون، مکانیزم های پراکنش بهینه با بالاترین مقدار کوهرنس را می توان استخراج کرد. با بهینه سازی کوهرنس نااطمینانی در تخمین فاز اینترفرومتری را می توان کاهش داد همچنین نسبت سیگنال به نویز بهبود یافته و عواملی که باعث دیکرولیشن می شوند نیز کاهش می یابند. تکنیک بهینه سازی کوهرنس نخستین بار توسط Cloude&Papathanassiou مطرح شد[۱, ۲]. در این روش دو مکانیزم متفاوت برای دو انتهای بیس لاین در نظر گرفته می شود این روش زمانی که اثرات دکرولیشن زمانی وجود دارد و مکانیزم های پراکنش در دو سر بیس لاین تغییر می کنند بسیار مؤثر است. در حالت تک مکانیزم، بجای w_1 و w_2 یک بردار پراکنش w داریم یعنی w_1 و w_2 با هم برابر و مشابه هستند، از جمله روش های تک مکانیزم می توان به روش شبه فضای پلاریزاسیون(PSM[1]) اشاره کرد این روش توسط Liuis Sagues و همکاران در سال ۲۰۰۰ مطرح شد[۳] . در این روش انتقال پایه پلاریزاسیون برای تصاویر صورت می گیرد، اینترفروگرام می تواند نه فقط بوسیله حالت پلاریزاسیون خطی، بلکه به صورت ترکیبات دیگر بین حالت های پلاریزاسیون بیضوی ایجاد شود. همه حالت های پلاریزاسیون بیضوی بوسیله بکار بردن تغییر پایه پلاریزاسیون جهت انتقال بردار پراکنش k_1 به بردار پراکنش دیگر k' می تواند ایجاد شود. این روش به این دلیل روش زیر بهینه نامیده می شود که در بدست آوردن ماکزیمم کوهرنس، همه اطلاعات پلاریمتری استفاده نمی شود و فقط المان های پلاریزاسیون های همسان[2] و پلاریزاسیون های غیرهمسان[3] در نظر گرفته می شود و انتقال پایه پلاریزاسیون به طور مشابه در هر دو تصویر در نظر گرفته می شود. یکی از محدودیت های این روش آن است که اگر دکرلیشن زمانی یا تفاوت بین زوایای دید ناشی از بیس لاین مکانی بالا باشد، رفتار پراکنش مشاهده شده بین دو اخذ تغییر می کند و بنابراین ماکزیمم کوهرنس در این حالت موقعی ایجاد می شود که زیر فضاهای پلاریزاسیون مختلف در هر دو تصویر وجود داشته باشد که در این حالت نیاز است انتقال پایه پلاریزاسیون های مختلف در هر دو تصویر به کار برده شود نه اینکه پلاریزاسیون های مشابه برای هر دو تصویر به کار رود و این باعث می شود که پروسه بهینه سازی، روند محاسباتی سنگینی داشته باشد[۴]. روش دیگری که بر مبنای تک مکانیزم پیشنهاد شد روش تطبیق حالت پلاریزاسیون(PSC[4]) بود این روش توسط Muhtar Qong و همکاران در سال ۲۰۰۵ مطرح شد[۵] دو امضای پلاریمتری برای پیکسل ها در هر دو تصویر محاسبه می شود بعد از ریجستر کردن دو تصویر نسبت به هم، امضاهای پلاریمتری پیکسل های متناظر از لحاظ شکل کلی باید به هم شبیه باشند تا بتوان به کرولیشن بالایی رسید. اما در بعضی حالت ها، کرولیشن بالا بین امضاهای پلاریمتری بدلیل دکرولیشن زمانی یا مکانی نمی تواند بدست آید. روش بهینه سازی عددی، توسط Elise Colin در سال ۲۰۰۶ مطرح شد[۶]. این روش نیز بر اساس تک مکانیزم عمل می کند، نقطه ضعف اصلی روش شعاع عددی، زمان محاسباتی بالای آن است چون روندی تکراری مورد نیاز است و در مناطق بزرگ بسیار زمان بر می شود[۷]. از نظر ریاضی روش دو مکانیزم بالاترین مقدار کوهرنس را بدست می آورد بعد از آن روش شعاع عددی و بعد روش ضریب لاگرانژ با قید مکانیزم پراکنش های مساوی به ترتیب بیشترین مقدار کوهرنسی را بدست می آورند.

---
[1] Polarization Subspace Method
[2] Co-polar
[3] Cross-polar
[4] Polarization State Conformation

در این مقاله دو روش بهینه سازی کوهرنس به کمک روش شعاع عددی و تنوع فاز که روش های تک مکانیزم هستند به علت آنکه داده های بکار رفته داده های شبیه سازی شده می باشند و اثرات دکرولیشن زمانی در آنها اتفاق نیقتاده است و می توان مکانیزم های پراکنش در دو سر بیس لاین را یکسان در نظر گرفت بکار رفته شده است و کوهرنس‌های بهینه حاصل ورودی تخمین ارتفاع به سه روش اندازه کوهرنس، تفاضلی مدل رقومی زمین و ترکیبی قرار گرفته اند و با مقادیر ارتفاعات به دست آمده در حالتی که از کوهرنس های بهینه برای تخمین ارتفاع استفاده نمی شود و از کوهرنس حاصل از پلاریزاسیون HV به عنوان پلاریزاسیونی که نسبت سهم زمینی به حجمی آن کم است و کوهرنس حاصل از پلاریزاسیون HH-VV به عنوان پلاریزاسیونی که نسبت سهم زمینی به حجمی آن بالا است به عنوان ورودی به تخمین ارتفاع استفاده می شود، مقایسه شده است.

داده های مورد استفاده در این مقاله داده های شبیه سازی شده جنگلی از نوع کاج با ارتفاع ۲۰ متری در باند P می باشد که توسط شبیه ساز PolSARproSim ایجاد شده است. در ادامه ابتدا داده های مورد استفاده به تفضیل بیان شده است سپس الگوریتم بهینه سازی به روش شعاع عددی و تنوع فاز مطرح شده است و در ادامه الگوریتم های وارونگی اندازه کوهرنس، تفاضلی مدل رقومی زمین و ترکیبی توضیح داده شده اند در بخش بعد نتایج روش های مطرح شده با هم مقایسه شده است و در انتها بخش نتیجه گیری آورده شده است.

۲- داده های مورد استفاده در این تحقیق

شبیه ساز PolSARproSim که توسط Dr.Mark Williams در سال ۲۰۰۶ توسعه داده شده است برای تولید داده های تمام پلاریمتری در باند P از یک منطقه جنگلی مورد استفاده قرار گرفته است. شبیه ساز PolSARproSim قابلیت تولید تصاویر اینترفرومتری پلاریمتری با زوایای فرود متفاوت، طول موج ها و پارامترهای زمینی(نرمی، زبری، رطوبت) مختلف را دارد در این تحقیق از دیتاهای شبیه سازی شده جنگلی از نوع کاج با ارتفاع ۲۰ متری در باند P استفاده شده است. فرکانس باند P، ۰.۴۳۳ گیگا هرتز می باشد. مشخصات کامل این داده ها در جدول (۱) آورده شده است. محتوای رطوبت زمین با کمیتی اسکالر بین ۰ تا ۱۰ نشان داده شده است که ۰ خشکترین سطح و ۱۰ مرطوبترین سطح را نشان می دهد همچنین مقدار ویژگی سطح با عددی اسکالر بین ۰ که بیانگر سطحی صاف و ۱۰ که سطحی زبر است بیان شده است، خروجی شبیه ساز تصاویر SLC ریجستر شده، یک فایل عدد موج عمودی(K_z) و یک فایل فاز زمین مسطح[5] است.

جدول۱- ویژگی داده های مورد استفاده

ارتفاع سکو(بر حسب متر)	۳۰۰۰	ویژگی سطح	۰
بیس لاین افقی(بر حسب متر)	۱۰	محتوای رطوبت زمین	۴
بیس لاین عمودی(بر حسب متر)	۱	شیب زمین در راستای آزیموت	۲
زاویه فرود(بر حسب درجه)	۴۵	شیب زمین در راستای رنج	۱
فرکانس(بر حسب گیگا هرتز)	۰/۴۳۳	گونه درختان	کاج
رزلوشن در راستای آزیموت(بر حسب متر)	۱/۵	چگالی جنگل(بر حسب تعداد درختان در هر هکتار)	۳۰۰
رزلوشن در راستای رنج(بر حسب متر)	۱/۰۶	ارتفاع متوسط درختان(بر حسب متر)	۲۰

[5] Flat earth

۳- روش های بکار رفته

در این قسمت الگوریتم های مورد استفاده جهت تخمین کوهرنس های بهینه در این تحقیق که شامل الگوریتم بهینه سازی شعاع عددی و تنوع فاز می باشد به تفضیل بیان شده است همچنین روش های مورد استفاده در تخمین ارتفاع درختان که در این تحقیق بکار رفته است در ادامه آورده شده است.

۳-۱- الگوریتم بهینه سازی شعاع عددی

Elise Colin در سال ۲۰۰۶ روش بهینه سازی شعاع عددی را مطرح کرد[۶]. زمان محاسباتی بالا نقطه ضعف اصلی این روش محسوب می شود زیرا نیاز به روندی تکراری است و در مناطق بزرگ زمان اجرای آن به طول می انجامد[۷]. روش شعاع عددی بدان دلیل که تک مکانیزم عمل می کند و با سناریو پراکنش های طبیعی منطبق است نتایج بهتری را در بازیابی پارامترهای فیزیکی مانند بازیابی ارتفاع ارائه می دهد.

به دلیل آنکه روش بهینه سازی شعاع عددی جز روش های تک مکانیزم است و بردارهای پراکنش مختلط مشابه ای برای هر دو آنتن استفاده می شود رابطه کوهرنس را به صورت رابطه ۱ می نویسند:

$$\gamma = \frac{\vec{\omega}^{*T}\Omega_{12}\vec{\omega}}{\sqrt{(\vec{\omega}^{*T}T_{11}\vec{\omega})}\sqrt{(\vec{\omega}^{*T}T_{22}\vec{\omega})}} \qquad (۱)$$

ماتریس های T_{11} و T_{22} ، خیلی مشابه هستند به خاطر آنکه هر دو ماتریس های کوهرنسی تارگت می باشند که تحت زوایای فرود خیلی نزدیک اخذ شده اند.

بنابراین رابطه کوهرنسی را می توان به صورت رابطه ۲ نوشت:

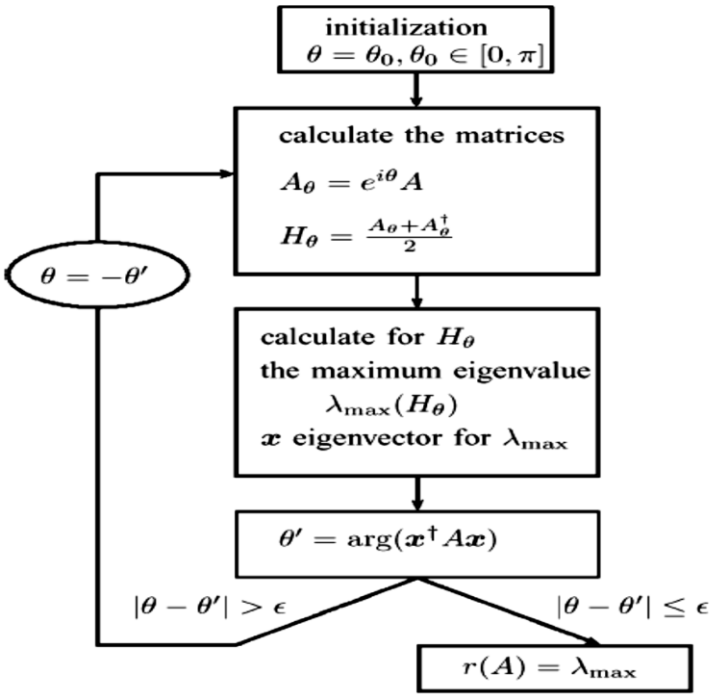
$$\gamma = \frac{\vec{\omega}^{*T}\Omega_{12}\vec{\omega}}{\sqrt{(\vec{\omega}^{*T}T\ \vec{\omega})}\sqrt{(\vec{\omega}^{*T}T\ \vec{\omega})}} = \vec{x}^{*T}A\,x\,,\vec{x}^{*T}x = 1 \qquad (۲)$$

که در آن $\vec{x} = [T]^{1/2}\vec{\omega}\,,A = [T]^{-1/2}\Omega_{12}[T]^{-1/2},T = (T_{11}+T_{22})/2$

از آنجا که $2\sqrt{\vec{\omega}^{*T}T_{11}\vec{\omega}}\sqrt{\vec{\omega}^{*T}T_{22}\vec{\omega}} \le \vec{\omega}^{*T}T_{11}\vec{\omega} + \vec{\omega}^{*T}T_{22}\vec{\omega}$ می باشد، کوهرنس حاصل از این روش کمتر از کوهرنس کلی می باشد. هیچ روش تحلیلی برای بدست آوردن این کوهرنس بهینه وجود ندارد و با الگوریتم عددی قابل حل است. فلوچارت مراحل تعیین کوهرنس بهینه در شکل (۱) آورده شده است.

بردار بهینه ω از رابطه ۳ بدست می آید:

$$\omega = T^{-(1/2)}x \qquad (۳)$$



شکل۱: فلوچارت کوهرنس بهینه به روش شعاع عددی

۳-۲- الگوریتم بهینه سازی تنوع فاز

روش تنوع فاز توسط Tabb در سال ۲۰۰۲ مطرح شد[۸]. در این روش بر مبنای ماکزیمم کردن تابع کتانژانت، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه بهینه را استخراج می کنند. معادله تابع کتانژانت در رابطه ۴ نشان داده شده است.

$$\cot(\tilde{y}) = \frac{Re\{\tilde{y}\}}{Im\{\tilde{y}\}} = \frac{\omega^{*T}([\Omega_{12}]+[\Omega_{12}]^{*T})\omega}{\omega^{*T}(-i[\Omega_{12}]-[\Omega_{12}]^{*T})\omega} \quad (۴)$$

مراحل انجام الگوریتم به صورت زیر می باشد:

۱- $[\Omega_{12}]$ یک انتقال دوران فاز انجام می دهد که معادله آن در رابطه ۵ نشان داده شده است.

$$[\tilde{\Omega}_{12}] = [\Omega_{12}]e^{i\varphi}, \varphi = \frac{\pi}{2} - \angle tr([\Omega_{12}]) \quad (۵)$$

ماتریس های $([\Omega_{12}] + [\Omega_{12}]^{*T})$ و $-i([\Omega_{12}] - [\Omega_{12}]^{*T})$ محاسبه می شود.

۲- مقادیر ویژه و بردارهای ویژه با رابطه ۶ بدست می آید.

$$([\Omega_{12}] + [\Omega_{12}]^{*T})\omega = -i\lambda([\Omega_{12}] - [\Omega_{12}]^{*T})\omega \quad (۶)$$

۳-۳- الگوریتم وارونگی ارتفاع بر اساس فاز(روش تفاضلی مدل رقومی زمین)

در روشی که توسط Cloud& Papathanassiou در سال ۱۹۹۸ مطرح شد ارتفاع از طریق تفاضل فاز بین اینترفروگرام ها قابل محاسبه است که با رابطه ۷ نشان داده شده است.

$$h_v = \frac{\arg(\gamma_{w_v}) - \hat{\varphi}}{k_z}, k_z = \frac{4\pi\Delta\theta}{\lambda \sin\theta} \quad (۷)$$

.به این روش همچنین روش تفاضل گیری مدل ارتفاعی رقومی[۶] نیز می گویند، مزیت این روش جنبه محاسباتی ساده آن است. مشکل اصلی این روش همانطور که توسط Yamada در سال ۲۰۰۱ در تخمین ارتفاع اشاره شده است[۹]، تخمین کمتر از مقدار واقعی آن می باشد. مرکز فاز حجمی از وسط درخت تا نوک درخت می تواند تغییر کند پس با این روش ارتفاع کمتری حاصل می شود مگر آنکه میرایی بینهایت باشد و محل مرکز فاز حجمی در نوک درخت قرار بگیرد.

۳-۴- الگوریتم وارونگی ارتفاع براساس اندازه کوهرنس

در روش اندازه کوهرنس فرض بر این است که یکی از پلاریزاسیون ها فقط سهم پراکنش حجمی را شامل می شود و هیچ سهمی از زمین را در خود ندارد که معمولاً پلاریزاسیون HV را برای این حالت در نظر می گیرند همچنین در این روش فرض می کنند که میرایی معلوم و صفر است که از این طریق به تابع SINC می رسند و با رابطه ۸ ارتفاع را تخمین می زنند.

$$h_v = \frac{2\sin c^{-1}(|\tilde{\gamma}_{w_v}|)}{k_z} \quad (۸)$$

با این روش تخمین بهتری نسبت به روش تفاضلی مدل ارتفاع رقومی از ارتفاع حاصل می شود ولی ارتفاع نقاط زیادی بیشتر از مقدار واقعی شان تخمین زده می شود و این روش به تراکم درختان در منطقه مورد بررسی بدلیل پارامتر میرایی بستگی دارد.

۳-۵- الگوریتم وارونگی ارتفاع بر اساس اندازه کوهرنس و فاز(روش ترکیبی)

Cloud در سال ۲۰۰۶ الگوریتم جدیدی را پیشنهاد داد که تحت عنوان روش ترکیبی[۷] شناخته می شود و از دو قسمت تشکیل شده است، قسمت اول که فقط اختلاف فاز بین کانال حجمی و فاز زمینی است. این قسمت همان تخمین ارتفاع به روش تفاضلی مدل رقومی زمین می باشد و بکاربردن این قسمت به تنهایی برای تخمین ارتفاع منجر به آن می شود که ارتفاع کمتر از مقدار واقعی آن تخمین زده شود به همین دلیل ترم دومی به آن اضافه کردند که از معکوس پذیری اندازه کوهرنس در حالتی که تابع ساختار یکنواخت است بدست می آید، این فرمول در رابطه ۹ نشان داده شده است.

$$h_v = \frac{\arg(\gamma_{w_v}) - \hat{\varphi}}{k_z} + \varepsilon \frac{2\sin c^{-1}(|\tilde{\gamma}_{w_v}|)}{k_z}$$
$$\hat{\varphi} = \arg(\tilde{\gamma}_{w_v} - \tilde{\gamma}_{w_s}(1 - L_{w_s})) \quad (۹)$$
$$AL_{w_s}{}^2 + BL_{w_s} + C = 0 \Rightarrow L_{w_s} = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$
$$A = |\gamma_{w_s}|^2 - 1, B = 2\,\mathrm{Re}((\tilde{\gamma}_{w_v} - \tilde{\gamma}_{w_s})\tilde{\gamma}_{w_s}{}^*)$$
$$C = |\tilde{\gamma}_{w_v} - \tilde{\gamma}_{w_S}|^2$$

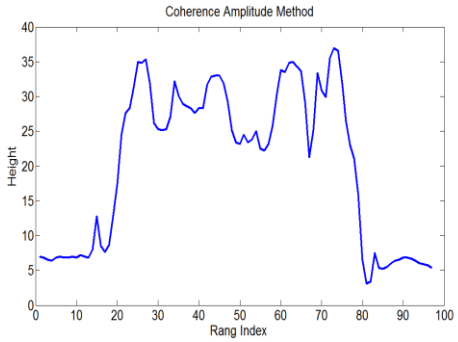
[6] DEM Differencing
[7] Combined Approach

۴ - نتایج

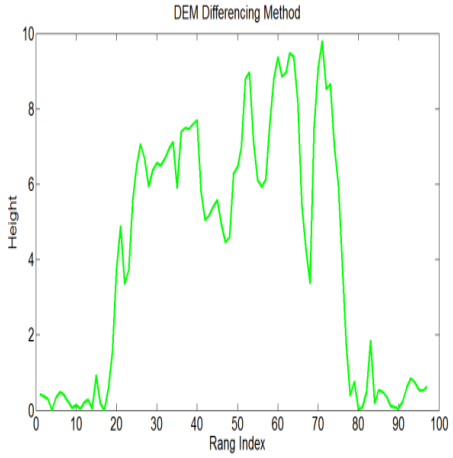
در این مقاله به منظور تخمین ارتفاع جنگل سه روش وارونگی ارتفاع بر اساس اندازه کوهرنس، وارونگی ارتفاع بر اساس فاز(روش تفاضلی مدل رقومی زمین) و وارونگی ارتفاع بر اساس اندازه کوهرنس و فاز(روش ترکیبی) بر مبنای روش کوهرنس بکار رفته در تخمین کوهرنس زمینی و حجمی شان با یکدیگر مقایسه شده اند. در روش اول در تخمین کوهرنس به منظور تخمین ارتفاع، کانال HV به عنوان پلاریزاسیون انتخابی برای تخمین کوهرنس حجمی و کانال HH-VV به عنوان پلاریزاسیون انتخابی برای تخمین کوهرنس زمینی در نظر گرفته شده است. کوهرنس های تخمین زده شده به عنوان ورودی تخمین ارتفاع قرار گرفته اند نتایج حاصل از این روش در شکل های (۲) تا (۴) نشان داده شده است. مقادیر عددی متوسط ارتفاعات تخمین زده شده با این سه روش تخمین ارتفاع در جدول (۲) آورده شده است. همانطور که ملاحظه می شود به دلیل آنکه در نظر گرفتن کانال HV به عنوان کانالی که نسبت سهم پراکنش زمینی به حجمی آن صفر است و کانال HH-VV به عنوان کانالی که نسبت سهم پراکنش زمینی به حجمی آن ماکزیمم است باعث ایجاد خطا در تخمین ارتفاع می شود نتایج تخمین ارتفاع با روش های مدل رقومی زمین و اندازه کوهرنس با مقادیر متوسط ارتفاع ۲۰ متر اختلاف زیادی دارند. نتایج حاصل از روش مدل رقومی بدلیل آنکه از تفاضل مراکز فاز HV و HH-VV به عنوان ارتفاع استفاده می کند و مرکز فاز HV در بالای درخت قرار نمی گیرد منجر به تخمین خیلی کم ارتفاع می شود. نتایج در روش اندازه کوهرنس بیش از مقدار واقعی شان بدست آمده و در روش ترکیبی نسبت به دو روش قبلی به دلیل اعمال هم بخش فاز و هم اندازه کوهرنس و بکار بردن ترم تصحیحی بهبود داشته است. مقدار اپسیلون در این رابطه ۰.۴ در نظر گرفته شده است زیرا در حالتی که میرایی صفر است مقدار ۰.۵ بهترین مقدار برای ε است چون از آنجا که محل مرکز فاز ارتفاع حجمی مربوط به ترم اول از وسط تا نوک درخت می تواند تغییر کند در حالتی که میرایی صفر است محل مرکز فاز جهت تخمین ارتفاع حجمی در نصف ارتفاع درخت قرار می گیرد. پس ضریب ۰.۵ بهترین مقدار برای این حالت است، در نقطه مقابل وقتی که میرایی بی نهایت است محل مرکز فاز به گونه ای است که کل ارتفاع درخت را تخمین می زند پس ضریب ε برابر صفر، بهترین مقدار برای این حالت است. با توجه به این مسئله برای جنگل های با ساختارهای مختلف و چگالی های مختلف مقدار متوسط ۰.۴ پیشنهاد شده است.

جدول۲: مقایسه عددی روش های مختلف تخمین ارتفاع(کوهرنس HV به عنوان کوهرنس حجمی و کوهرنس HH-VV به عنوان کوهرنس سطحی)

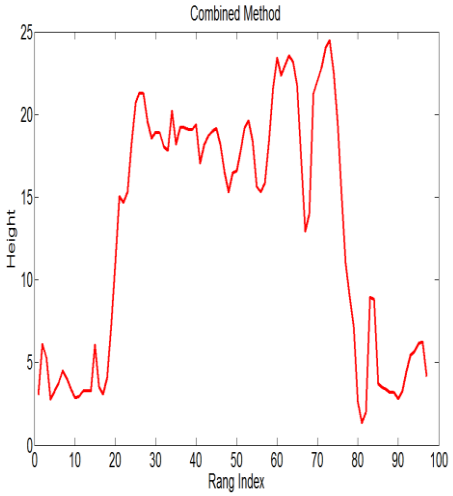
روش تفاضلی مدل رقومی	روش اندازه کوهرنس	روش ترکیبی
۶/۳۶ (بر حسب متر)	۲۸/۵۷ (بر حسب متر)	۱۸/۳۵ (بر حسب متر)



شکل۲: تخمین ارتفاع با روش اندازه کوهرنس(کوهرنس HV به عنوان کوهرنس حجمی و کوهرنس HH-VV به عنوان کوهرنس سطحی)



شکل۳: تخمین ارتفاع با روش تفاضلی مدل رقومی(کوهرنس HV به عنوان کوهرنس حجمی و کوهرنس HH-VV به عنوان کوهرنس سطحی)

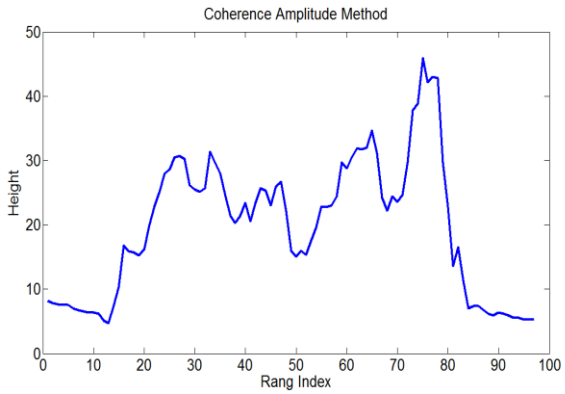


شکل۴: تخمین ارتفاع با روش ترکیبی(کوهرنس HV به عنوان کوهرنس حجمی و کوهرنس HH-VV به عنوان کوهرنس سطحی)

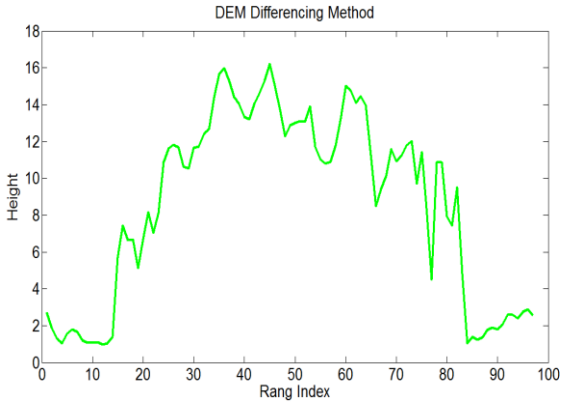
در روش دوم در تخمین کوهرنس به منظور تخمین ارتفاع، از روش تنوع فاز استفاده شده است. کوهرنس های تخمین زده شده به عنوان ورودی تخمین ارتفاع قرار گرفته اند نتایج حاصل از این روش در شکل های (۵) تا (۷) نشان داده شده است. مقادیر عددی متوسط ارتفاعات تخمین زده شده با این سه روش تخمین ارتفاع در جدول (۳) آورده شده است. همانطور که در نتایج ملاحظه می شود با تخمین کوهرنس به روش تنوع فاز و بکار بردن کوهرنس های بدست آمده در تخمین ارتفاع به روش مدل تفاضلی رقومی، مقادیر ارتفاعات بدست آمده کمتر از مقدار واقعی شان می باشند ولی نسبت به روش اول که بهینه سازی کوهرنس در آن صورت نگرفته است بهبود داشته اند. روش تنوع فاز یک روش بهینه سازی فازی است و روی مقادیر ارتفاعات تخمین زده شده به روش اندازه کوهرنس که فقط اطلاعات دامنه کوهرنس را شامل می شود تأثیری نگذاشته است.

جدول۳: مقایسه عددی روش های مختلف تخمین ارتفاع(روش تنوع فاز)

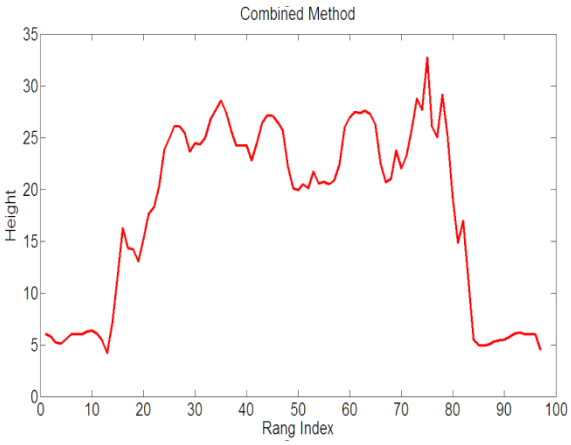
روش تفاضلی مدل رقومی	روش اندازه کوهرنس	روش ترکیبی
۱۲/۰۵ (بر حسب متر)	۲۶/۶۵ (بر حسب متر)	۲۴/۲۶ (بر حسب متر)



شکل۵: تخمین ارتفاع با روش اندازه کوهرنس(روش تنوع فاز)



شکل۶: تخمین ارتفاع با روش تفاضلی مدل رقومی(روش تنوع فاز)



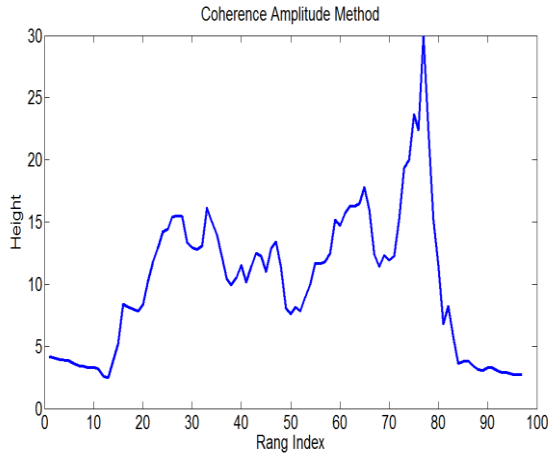
شکل۷: تخمین ارتفاع با روش ترکیبی(روش تنوع فاز)

در روش سوم در تخمین کوهرنس به منظور تخمین ارتفاع، از روش شعاع عددی استفاده شده است. کوهرنس های تخمین زده شده به عنوان ورودی تخمین ارتفاع قرار گرفته اند نتایج حاصل از این روش در شکل های (۸) تا (۱۰) نشان داده شده است. مقادیر عددی متوسط ارتفاعات تخمین زده شده با این سه روش تخمین ارتفاع در جدول (۴) آورده شده است. همانطور که در نتایج ملاحظه می شود با تخمین کوهرنس به روش شعاع عددی و بکار بردن کوهرنس های بدست آمده در تخمین ارتفاع به روش مدل تقاضلی رقومی، مقادیر ارتفاعات بدست آمده کمتر از مقدار واقعی شان می باشند ولی نسبت به دو روش قبلی بهبود داشته اند. تخمین ارتفاع به روش ترکیبی نیز نسبت به دو

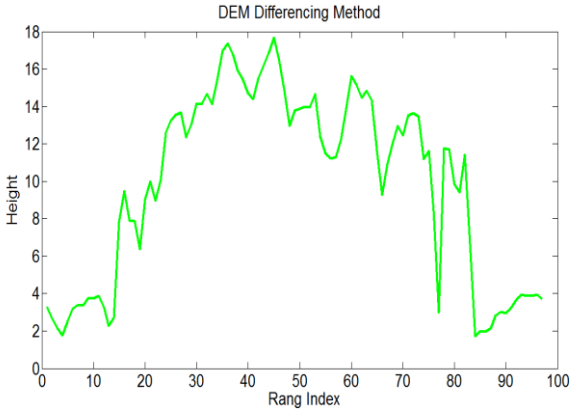
روش قبلی بهتر شده است. این روش نتایج را به میزان قابل توجهی بهبود می دهد این روش تک مکانیزم اگرچه روند محاسباتی سنگینی دارد ولی در بهبود نتایج بسیار مؤثر است.

جدول۴: مقایسه عددی روش های مختلف تخمین ارتفاع(روش شعاع عددی)

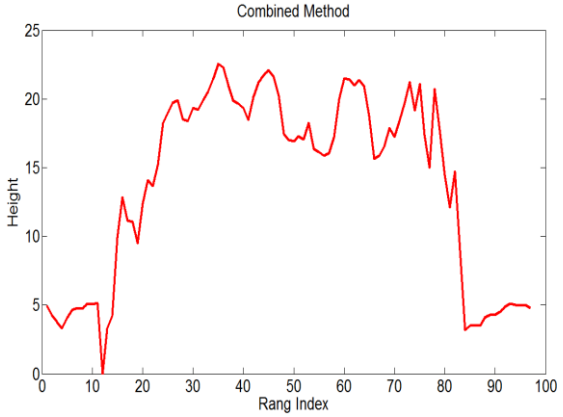
روش تفاضلی مدل رقومی	روش اندازه کوهرنس	روش ترکیبی
۱۳/۲۶ (بر حسب متر)	۱۴/۶۶ (بر حسب متر)	۱۸/۷۳ (بر حسب متر)



شکل۸: تخمین ارتفاع با روش اندازه کوهرنس(روش شعاع عددی)



شکل۹: تخمین ارتفاع با روش تفاضلی مدل رقومی(روش شعاع عددی)



شکل۱۰: تخمین ارتفاع با روش ترکیبی(روش شعاع عددی)

۵- نتیجه گیری

یکی از پارامترهای اساسی و مهم در بهبود تخمین ارتفاع، کوهرنس می باشد نتایج حاصل از تخمین ارتفاع با فرض آنکه نسبت پراکنش زمینی به حجمی در کانال HV صفر است و در کانال HH-VV ماکزیمم می باشد از دقت مطلوب برخوردار نبوده و باعث ایجاد خطا می شود. استفاده از بهینه سازی کوهرنس می تواند باعث بهبود تخمین ارتفاع شود در این مقاله از داده های شبیه سازی شده در باند P برای تخمین کوهرنس استفاده شده و کوهرنس های حاصل ورودی به تخمین ارتفاع به سه روش تفاضلی مدل رقومی، اندازه کوهرنس و ترکیبی قرار گرفتند. روش های تخمین کوهرنس استفاده شده، روش های تنوع فاز و شعاع عددی می باشد که تک مکانیزم هستند که دلیل آن استفاده از داده های شبیه سازی شده می باشد که دکرولیشن زمانی در آن ها اتفاق نیفتاده است روش تنوع فاز از آنجا که یک روش بهینه سازی فاز است بر روی تخمین ارتفاع به روش اندازه کوهرنس تأثیری نداشته ولی باعث بهبود تخمین ارتفاع به روش مدل رقومی زمین شده است. روش شعاع عددی که یک روش تک مکانیزم است اگر چه روند محاسباتی سنگینی دارد و زمانبر است ولی نتایج را به میزان قابل توجهی بهبود داده است.

مراجع

[1] K. P. Papathanassiou and S. R. Cloude, "Single-baseline polarimetric SAR interferometry," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 39, pp. 2352-2363, 2001.

[2] S. R. Cloude and K. P. Papathanassiou, "Polarimetric SAR interferometry ",Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 36, pp. 1551-1565, 1998.

[3] L. Sagues, J. M. Lopez-Sanchez, J. Fortuny, X. Fabregas, A. Broquetas, and A. J. Sieber, "Indoor experiments on polarimetric SAR interferometry," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 38, pp. 671-684, 2000.

[4] L. Pipia, X. Fabregas, A. Aguasca, C. Lopez-Martinez, and J. J. Mallorquí, "Polarimetric coherence optimization for interferometric differential applications," in Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2009 IEEE International, IGARSS 2009, 2009, pp. V-146-V-149.

[5] M. Qong, "Coherence optimization using the polarization state conformation in PolInSAR," Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE, vol. 2, pp. 301-305, 2005.

[6] E. Colin, C .Titin-Schnaider, and W. Tabbara, "An interferometric coherence optimization method in radar polarimetry for high-resolution imagery," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 44, pp. 167-175, 2006.

[7] R. T. Fomena and S. R. Cloude, "On the role of coherence optimization in polarimetric SAR interferometry," In practice, vol. 22, p. 9, 2005.

[8] M. Tabb, J. Orrey, T. Flynn, and R. Carande, "Phase diversity: a decomposition for vegetation parameter estimation using polarimetric SAR interferometry," in Proc. EUSAR, 2002, pp. 721-724.

[9] H. Yamada, Y. Yamaguchi, E. Rodriguez, Y. Kim, and W. Boerner, "Polarimetric SAR interferometry for forest canopy analysis by using the super-resolution method," in Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2 .۰۰۱IGARSS'01. IEEE 2001 International, 2001, pp. 1101-1103.

Effectiveness of Coherence optimization on improvement of height estimation using PolInSAR techniques

Hosseini,S.*[1],Ebadi,H.[2],Maghsoudi,Y.[2]

1- PhD student of photogrammetry, College of Engineering, K.N.T.University of technology.
2- Assisstant professor, College of Engineering, K.N.T.University of technology.

Abstract

Biomass estimation plays an important role in the investigation of climate changes and global warming on terrestrial ecosystems. In recent years, related researches show PolInSAR techniques can significantly improve biomass estimation. Tree height can be estimated using PolInSAR techniques and based on that biomass will be extracted by tree height. It is known that coherence optimization is effective on improvement of tree height estimation using PolInSAR. In this paper, various tree height estimation methods, such as coherence amplitude inversion algorithms, DEM differentiating, and combined methods are validated and compared using simulated data. Coherence optimization methods which are applied in these algorithms are numerical radius and phase diversity coherence optimization algorithms. According to the fact that phase diversity algorithm was a phase based method it didn't have significant effect on improvement of tree height using coherence amplitude algorithm. However, improvement of tree height estimation by DEM differentiating method is obvious. In comparison with the previous method, numerical radius method is a time consuming and complicated process but it improves tree height estimation significantly.

Keywords: PolInSAR, Coherence Optimization, Height Estimation, Inversion Algorithms