**Puntos de conversación sobre el módulo SatFC-J: Emisividad superficial de microondas.**

Diapositiva 1: Título del curso

* Este módulo es parte del Curso básico de satélites para el JPSS

Diapositiva 2: Título del módulo

* Si tuviéramos todas las observaciones que necesitamos de las estaciones de superficie, radar, sondeos de aire superior y mediciones satelitales del visible e infrarrojo, entonces la teledetección de microondas no sería necesaria. Sin embargo, las microondas ofrecen ventajas sobre las otras medidas y cómo se recopila esa información puede ser bastante complicado. En este módulo, exploraremos la emisividad superficial de microondas y cómo esta influencia la interpretación.

Diapositiva 3: Objetivos del aprendizaje

* Los objetivos del aprendizaje son: 1) Describir las diferencias en la emisividad superficial de microondas que ayudan en la caracterización de las superficies de la tierra, la cobertura de hielo y nieve, y las superficies de agua y del océano.
* 2) Identificar parámetros claves que afectan la emisividad y
* 3) Proporcionar imágenes de un sólo canal y ejemplos de productos para compararlos y demostrar las fortalezas y limitaciones.

Diapositiva 4: Ventaja de la teledetección por microondas

* Recordemos que la mayor ventaja de la percepción remota por microondas es que las nubes que no precipitan son transparentes. Las longitudes de onda más grandes pueden penetrar a través de la cobertura nubosa, excepto durante la precipitación fuerte. Esto permite la percepción de la superficie en casi todas las condiciones del tiempo.

Diapositiva 5: Productos terrestres para inicializar los modelos

* La percepción remota por microondas hace posible los productos únicos. A la izquierda se muestra un producto de la cobertura terrestre y a la derecha tenemos la humedad del suelo para la misma hora. Los productos terrestres que se muestran aquí se derivan de las imágenes de microondas y son beneficiosos para los análisis de gran escala y para la incorporación en los modelos numéricos. La cantidad de datos de microondas que se usan en el modelo depende del retraso en la disponibilidad de los datos.

Diapositiva 6: Productos de la superficie del mar

* La variabilidad en la emisividad del océano permite derivar la temperatura de la superficie del mar que se muestra a la izquierda y la velocidad del viento de la superficie del mar a la derecha. Estos dos productos de la superficie del mar se pueden usar directamente en las operaciones.

Diapositiva 7: ¿Por qué es importante aprender sobre la emisividad?

* Las características de la emisividad afectan fuertemente la interpretación de las imágenes de microondas, ya que así es como podemos derivar los productos que se mostraron de la superficie del mar y de la tierra. Como siempre, hay fortalezas y limitaciones. Los investigadores no capturan necesariamente todos los casos cuando un producto derivado es excepcional o deficiente. Entender los componentes que van dentro de un producto y proporcionar retroalimentación mejora la ciencia detrás de un producto de calidad. Si algo no se ve bien, haga preguntas y compare con otras observaciones. Si sucede una discrepancia frecuentemente, considere pasarle esa información al investigador.

Diapositiva 8: Verano vs. invierno

* Veamos otro ejemplo. Aquí tenemos dos imágenes que usan el canal de 10 GHz, una durante el invierno y otra durante el verano. ¿Podría decir cuál es cuál?
* Con sólo una rápida mirada, aún sin ver los valores de temperatura, usted podría correctamente adivinar que la que está a la izquierda es de invierno y la otra a la derecha es de verano. Con esta tabla de colores, los tonos rojos corresponden a temperaturas más cálidas, las cuales podemos ver a lo largo de los EE.UU. y Canadá en la imagen de la derecha, mientras que los tonos verdes más fríos y amarillos son más pronunciados a la izquierda. Sin embargo, dele una mirada más de cerca al rango de temperaturas mostrado. El océano aparece extremadamente frío y está saturado en esta tabla de colores. Como referencia, con una temperatura del océano de 290 Kelvin (17 grados Celsius), la temperatura de brillo observada en 10 GHz está más cerca de los 90 Kelvin (-183 grados Celsius). Si hacemos ligeramente las matemáticas usando temperaturas en Kelvin, 90 es aproximadamente un tercio de 290. Es el factor de emisividad en las frecuencias de microondas lo que hace que las superficies parezcan más frías que sus temperaturas físicas. Como veremos en un gráfico posteriormente, el agua a 10 GHz tiene una emisividad de alrededor de 0.3. ¿Cómo se compararía esto al terreno seco, o la nieve y el hielo?
* Otra cosa que podría haber notado es la ausencia de nubes en las imágenes. Estamos viendo imágenes en los 10 GHz – una frecuencia que cae directamente dentro de una región de ventana atmosférica.

Diapositiva 9: Regiones de visualización de ventanas

* Como vimos en el módulo anterior, dentro del rango de frecuencias entre 1 y 100 GHz, hay una región de absorción del oxígeno centrada en los 60 GHz y una región de absorción del vapor de agua centrada en los 22 GHz. Para ver mejor las características de la superficie, queremos evitar estas regiones.
* Las regiones de ventanas atmosféricas más limpias se encuentran en frecuencias por debajo de los 50 GHz, y una región de ventana más sucia está por encima de los 65 GHz. Como muestra este gráfico, la cantidad de humedad en la columna atmosférica afectará la transmitancia de la señal de microondas pasiva con base en la superficie, la cual es detectada por el satélite.

Diapositiva 10: Emisividad

* La temperatura de brillo observada por el satélite se relaciona con la temperatura física de una característica de la superficie por su habilidad de emitir radiación en esa frecuencia. Esto se llama la eficiencia de emisión, o emisividad, y es un valor entre cero y uno. Las emisividades superficiales de microondas son a menudo mucho menores que uno, de manera que lo que se observa como la temperatura de brillo del canal de la ventana atmosférica puede ser sustancialmente menor que la temperatura física. Vimos esto cuando miramos la temperatura del océano anteriormente.
* La emisividad depende de un número de parámetros tales como la longitud de onda o frecuencia, así como de las características del material que emite. Esto incluye características como la conductividad, el contenido de agua y la salinidad, y nos referimos a ellas colectivamente como propiedades dieléctricas. La polarización, la rugosidad de la superficie y el ángulo de visualización también tienen un efecto. Se puede encontrar más información en los recursos de COMET al final del módulo.
* Los espectros de emisividad de la superficie muestran que el suelo desnudo y la vegetación, tales como el césped corto, son los emisores más fuertes de la energía de microondas y aparecerán muy cercanos a sus temperaturas físicas. Las superficies de agua son los emisores más débiles con valores de emisividad menores que 0.5 y aparecerán mucho más fríos que sus temperaturas físicas. Esto está en contraste con el infrarrojo donde el agua tiene una emisividad cercana a uno.
* La emisividad de la nieve en las microondas es variable y depende de la profundidad, la temperatura y del estado húmedo o seco, así como del equivalente de agua de la capa de nieve. El hielo tiene una estructura diferente a la del agua líquida, por lo que la emisividad cambia significativamente con la transformación en el tiempo de la capa de nieve. La nieve húmeda que se derrite tiene una emisividad más grande que la nieve seca.
* El canal de 37 GHz se usa frecuentemente para distinguir entre suelo desnudo y nieve y cuando se compara con el canal de 19 GHz se usa para determinar características de la capa de nieve.
* ¿Se dio cuenta de que la curva de emisividad para la nieve húmeda es similar a la del suelo desnudo? Esto presenta un reto. La nieve húmeda interpretada como suelo desnudo puede causar una subestimación de la profundidad de la nieve si no se toma en cuenta la información precedente.

Diapositiva 11: Superficies terrestres

* La emisividad es generalmente más alta para la mayoría de las superficies terrestres, pero depende del tipo de suelo, la cantidad y tipo de vegetación y el contenido de humedad. Un suelo muy seco aparecerá con temperaturas de brillo relativamente más cálidas, mientras que un suelo saturado aparecerá relativamente más frío.
* La emisividad de la vegetación, incluyendo las praderas y bosques, es más alta que la del suelo desnudo. La vegetación emite su propia radiación de microondas y aumenta además la emisividad para una superficie húmeda abajo. Al comparar varias frecuencias y tanto la polarización vertical como la horizontal, los efectos de la vegetación se pueden distinguir de los efectos de la humedad de la superficie.

Diapositiva 12: Polarización horizontal vs. vertical

* La emisividad superficial de microondas y la temperatura de brillo resultante que se mide depende fuertemente de la polarización y es otro aspecto importante por considerar cuando se saca información de las características superficiales para usarlas en los productos. Estas imágenes son del Radiómetro Avanzado de Barrido por Microondas (con siglas AMSR en inglés). Son del canal de 6.9 GHz con polarización horizontal a la izquierda y con polarización vertical a la derecha.
* Cuando se comparan las dos imágenes, se observa una diferencia más pequeña en la temperatura sobre el suelo, donde los diamantes azules muestran una diferencia de 20 grados, mientras que sobre el agua los signos positivos amarillos muestran una diferencia de 86 grados. Esto indica generalmente una débil polarización del suelo y una fuerte polarización del agua. Con un poco de conocimiento del entorno, las diferencias entre las medidas de polarización horizontal y vertical se pueden usar para determinar si hay nieve o vegetación, entre otras características de la superficie.

Diapositiva 13: Animación de las temperaturas de brillo de la polarización horizontal y vertical del AMSR-2 – 11 de febrero de 2018

* Esta es una animación de imágenes del AMSR-2 que compara la polarización horizontal y la vertical. Podemos ver cómo el canal de ventana limpia en los 6 GHz se mueve hacia una ventana más sucia en los 89 GHz. La tabla de colores cambia gradualmente, con el final frío de la polarización horizontal mostrando un cambio más grande que el de la polarización vertical. Sobre el sur de los EE.UU. vemos consistentemente temperaturas de brillo cálidas, mientras que el norte de EE.UU. y Canadá muestran una progresión a temperaturas más frías con una frecuencia más alta. Estos cambios ayudan a sonsacar información sobre la profundidad de la nieve y el equivalente de agua de la nieve.
* Sin radar y otras medidas en la superficie sobre el océano, los canales de 36 y 89 GHz se usan ampliamente para localizar el centro de ciclones tropicales y para vigilar su desarrollo. Históricamente, se ha usado la polarización horizontal más que la vertical simplemente porque eso era lo que estaba disponible.

Diapositiva 14: Animación de los productos de hielo y nieve del AMSR-2 – 11 de febrero de 2018

* Los productos de hielo y nieve del AMSR-2 se muestran para el hemisferio norte. Las imágenes son para una hora, sin embargo, los productos pueden tener en cuenta la capa de nieve anterior y la información de la superficie. La primera imagen que se muestra es la cobertura de nieve. Esta es una delineación importante para otros algoritmos de productos. Si hay nieve, una temperatura de brillo relativamente cálida indica nieve húmeda con un equivalente de agua alto. Si no hay nieve, indica suelo seco. Los algoritmos deben tomar en cuenta las frecuencias de microondas y las polarizaciones para determinar si hay suelo desnudo, nieve o hielo. Si hay nieve o hielo, luego se determinan las características de la capa de nieve. Los productos del equivalente de agua de la nieve y de la profundidad de la nieve se usan para aplicaciones hidrológicas y de modelado. Se espera que el producto de hielo del mar esté disponible en AWIPS.

Diapositiva 15: Superficies de agua y del océano

* Las superficies de agua y del océano tienen típicamente emisividades de microondas bajas, en el rango de 0.25 a 0.5.
* Cuando el viento aumenta la rugosidad de la superficie del océano, la emisividad y por tanto, la temperatura de brillo, aumentan aún cuando la temperatura física del océano no cambie. Si se forma espuma la emisividad aumenta más. Diferencias en la emisividad de microondas de la superficie del océano hacen posible la estimación de la velocidad del viento en esta superficie.
* Este ejemplo de 10 GHz del AMSR-2 muestra cómo la rugosidad del viento aumenta las temperaturas de brillo de microondas. El área del círculo tiene temperaturas de brillo más cálidas, debido principalmente a los vientos a lo largo de la costa de California. En el océano circundante, las temperaturas de brillo un poco más frescas están asociadas con vientos más tranquillos y una superficie del mar más lisa.
* Por su sensibilidad, los canales de baja frecuencia de 6 a 10 GHz se usan para la temperatura de la superficie del mar. La precisión de esta temperatura es de unas pocas décimas de grado y la de la velocidad del viento cerca de la superficie es de unos 2 m/s.

Diapositiva 16: Resumen

* Para resumir, la emisividad de microondas varía considerablemente según el tipo de superficie y da cuenta de las grandes diferencias en las temperaturas de brillo observadas en las imágenes. En general, vemos que las superficies de suelo seco y vegetación son los emisores más fuertes de energía de microondas, lo que resulta en temperaturas de brillo observadas más cercanas a sus temperaturas físicas; mientras que el océano y las superficies de agua son los emisores más débiles que dan como resultado temperaturas muy frías si se comparan con sus temperaturas físicas. Las superficies cubiertas de hielo y nieve son emisores moderados y están en el medio de las anteriores.
* La polarización es una propiedad importante de la radiación de microondas, la cual varía con el tipo de superficie. Las observaciones en múltiples frecuencias y polarizaciones ayudan en la caracterización de varias propiedades de las superficies mencionadas aquí, las cuales se usan tanto en las operaciones como en los datos de entrada de los modelos. Los productos del AMSR-2 de la temperatura de la superficie del mar y la velocidad del viento del océano cerca de la superficie, así como los canales de 36 y 89 GHz para las polarizaciones tanto verticales como horizontales, estarán disponibles en AWIPS

Diapositiva 17: Recursos

* Para más información, por favor visite los siguientes recursos.