

FICHA DE LA TECNOLOGÍA

Estimación del contenido de agua del suelo mediante teledetección por microondas

TEMÁTICA

Clasificación: Sector Recursos Hídricos

Tema: Gestión integral de acuíferos

Subtema: Teledetección

Tipo: Tecnología

Clasificación finalidad: Evaluación y Seguimiento

Objetivo: Apoyo a la gestión

Degradación afrontada: Explotación inadecuada de recursos hídricos

DESCRIPCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La demanda de información sobre el contenido de agua del suelo es cada día más elevada. Son múltiples las aplicaciones en las que es necesario un conocimiento preciso de la cantidad de agua edáfica y las implicaciones que tiene en multitud de procesos.

Entre los campos de aplicación directa de dicha información están el análisis de los recursos hídricos, los riesgos hidrológicos, la modelización o la identificación de procesos de degradación ambiental. Los diversos métodos empleados para la medición de la humedad del suelo (gravimétrico, sonda de neutrones, capacitancia, TDR, etc.) sólo permiten controles puntuales, con un alcance espacial y temporal muy limitado. Por ello, se hace imprescindible la consideración de la información procedente de sensores remotos que cubren extensas superficies de terreno y que puedan plantear soluciones al problema que supone la alta variabilidad, tanto espacial como temporal, de la humedad y permitan, asimismo, su aplicación directa a la escala que más convenga.

El análisis de la información generada por sensores de microondas es una alternativa que está alcanzando un gran desarrollo en los últimos tiempos. El procesamiento de imágenes de radar es una de las técnicas con mayor potencial en la actualidad para el estudio de la distribución espacial y evolución temporal de la humedad del suelo.

2. OBJETIVOS

– Estimar del contenido de agua del suelo mediante teledetección.

3. DESCRIPCIÓN

Existen básicamente dos tipos de metodologías, los radares activos y los pasivos. En el primer caso, el sensor emite microondas hacia la superficie del terreno y recibe la señal reflejada. En el segundo caso, el sensor recibe y procesa las microondas que de forma natural emite el terreno. En Europa, los dos sistemas de adquisición de imágenes de radar de mayor desarrollo son, por un lado, el ERS (European Remote Sensing Satellites) SAR (Synthetic Aperture Radar) System que ofrece una alta resolución espacial (25 m) y una resolución temporal menos detallada, y, por otro, el ERS Scatterometer System que incrementa la resolución temporal pero ofrece una menor resolución espacial (50 km) (Wagner et al. 1999).

En la actualidad se encuentra en desarrollo el programa SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) cuyo satélite llevará a bordo el radiómetro Miras y permitirá realizar mapas globales de humedad del suelo, mediante análisis pasivo de microondas, cada 3 días y con una resolución espacial de unos 40 km.

Aunque intervienen múltiples factores en la calidad del registro, puede generalizarse que la técnica radar permite la medición del contenido de humedad volumétrico de los primeros 5 cm del suelo con un error medio muy reducido.

La estimación de la humedad superficial del suelo mediante imágenes de radar se basa en la relación

DESCRIPCIÓN

existente entre las propiedades dieléctricas del suelo y su contenido de agua (Giacomelli et al., 1995). Existe un apreciable contraste entre la constante dieléctrica del resto de constituyentes del suelo (ϵ_r aprox. 2,5) y el agua (ϵ_r aprox. 80). Debido a esta circunstancia, la constante dieléctrica de cualquier suelo puede oscilar entre 2,5 en el caso de un suelo totalmente seco y entre 25 y 30 en el caso de un suelo saturado (Narayanan y Hirsave, 2001).

Como las propiedades dieléctricas del suelo determinan el patrón de propagación de las ondas electromagnéticas, aquéllas afectarán a la reflexión de una onda desde la superficie del suelo previamente emitida por un sensor. El dispositivo para la aplicación de la técnica consiste, en el caso de los sensores activos, en un dispositivo remoto dotado de una antena de radar que transmite una onda electromagnética y al mismo tiempo recibe la señal de retorno cuya intensidad dependerá de las características específicas de la superficie sobre la que incide la señal. A partir de la respuesta del medio que se analice puede elaborarse un "coeficiente de respuesta" (backscattering coefficient), mediante el cual se estima el contenido de humedad del suelo. Este coeficiente se expresa en decibelios (dB) y puede experimentar una variación de al menos 8 dB comparando los valores de un suelo seco con la respuesta de un suelo saturado (Narayanan y Hirsave, 2001).

El análisis de las imágenes de radar permite la estimación inmediata de la humedad del suelo en los primeros 5 cm. Sin embargo, últimamente se han desarrollado metodologías con las que es posible estimar el volumen de agua disponible para las plantas en todo el perfil del suelo, como es el caso de la aplicación del denominado Soil Water Index (SWI), obtenido a partir de la información proporcionada por el radar y variables físico-hidrológicas específicas del suelo (Wagner et al. 1999; Ceballos et al. 2005). La estimación del contenido de agua de todo el perfil, y no sólo del horizonte más superficial, permite una ampliación considerable del campo de aplicación.

En la teledetección de la humedad del suelo mediante microondas pasivos, se mide la intensidad de la emisión natural desde la superficie del suelo mediante un radiómetro. El dispositivo de medición puede ir ubicado en vehículos terrestres, aviones o satélites. La emisión natural es proporcional al producto de la temperatura superficial y la emisividad de la superficie (Engman, 1991), y es denominada comúnmente temperatura de brillo (TB). Dicha emisividad está relacionada con el contenido de humedad del suelo (Jackson, 1993) y depende de la textura del suelo, de la rugosidad superficial y de la vegetación.

4. APLICACIONES

Esta técnica permite la estimación del contenido de agua del suelo, la estimación del agua disponible para las plantas y del déficit hídrico, y la modelización (escorrentía, evapotranspiración, etc.) y asimilación (modelos climáticos), todo ello para lograr la planificación de actuaciones de restauración de la cubierta vegetal.

TECNOLOGÍAS RELACIONADAS

- El riego en olivar en situaciones de muy baja disponibilidad de agua: la sonda FDR para la estimación del contenido de agua en el suelo.
- Sondas TDR flexibles para la estimación de la recarga en lechos fluviales durante eventos de avenida.
- Utilización de la sonda de neutrones para determinar la humedad de la capa arable del suelo en zonas semiáridas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

--

BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

Título: Estimación del contenido de agua del suelo mediante teledetección por microondas. Experiencias en la cuenca del Duero.

Autor: MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.; CEBALLOS BARBANCHO, A.; MORÁN TEJEDA, C.; HERNÁNDEZ SANTANA, V. y CASADO LEDESMA, S.

Publicación: Tierras de Castilla y León – Agricultura. 105. pp. 98-104.

Editorial: Gestora de Comunicaciones de Castilla y León

Localidad: Valladolid, España **Año:** 2004 **Tipo:** Artículo

Título: Applications of microwave remote sensing of soil moisture for water resources and agriculture.

Autor: ENGMAN, E.T.

Publicación: Remote Sensing of Environment 35: 213-226.

Editorial: Science Direct

Localidad: Amsterdam, Holanda **Año:** 1991 **Tipo:** Artículo

Título: Evaluation of surface soil moisture distribution by means of SAR remote sensing techniques and conceptual and hydrological modelling.

Autor: GIACOMELLI, A.; BACCHIEGA, U.; TROCH, P.A. y MANCINI, M.

Publicación: Journal of Hydrology, 166, 445-459.

Editorial: Elsevier Editorial System

Localidad: Amsterdam, Holanda **Año:** 1995 **Tipo:** Artículo

Título: Measuring surface soil moisture using passive microwave remote sensing.

Autor: JACKSON, T.J.

Publicación: Hydrological Processes 7:139-152

Editorial: Wiley InterScience

Localidad: - **Año:** 1993 **Tipo:** Artículo

Título: Soil moisture estimation models using SIR-C SAR data: a case study in New Hampshire, USA.

Autor: NARAYANAN, R.M. y HIRSAVE, P.P.

Publicación: Remote Sensing of Environment 75:385-396.

Editorial: Science Direct

Localidad: Amsterdam, Holanda **Año:** 2001 **Tipo:** Artículo

Título: A method for estimating soil moisture from ERS Scatterometer and soil data.

Autor: WAGNER, W.; LEMOINE, G. y ROTT, H.

Publicación: Remote Sensing of Environment 70:191-207

Editorial: Science Direct

Localidad: Amsterdam, Holanda **Año:** 1999 **Tipo:** Artículo

BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

Título: Validation of ERS scatterometer-derived soil moisture data in the central part of the Duero basin, Spain.

Autor: CEBALLOS, A.; SCIPAL, K.; WAGNER, W. y MARTINEZ-FERNANDEZ, J.

Publicación: Hydrological Processes 19:1549-1566.

Editorial: Wiley InterScience

Localidad: - **Año:** 2005 **Tipo:** Artículo

Título: Validación de la técnica ERS-scatterometer para estimar la humedad del suelo a partir de mediciones de TDR en el sector semiárido de la cuenca del Duero (España).

Autor: CEBALLOS, A.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.; WAGNER, W. y SCIPAL, K.

Publicación: Estudios de la Zona No Saturada del Suelo. Vol. VI. pp. 159-164

Editorial: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Localidad: Valladolid, España **Año:** 2003 **Tipo:** Artículo

Título: Temporal stability of soil moisture and radar backscatter observed by the Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR).

Autor: WAGNER, W.; PATHE, C.; DOUBKOVA, M.; SABEL, D.; BARTSCH, A.; HASENAUER, S.; BLÖSCHL, G.; SCIPAL, K.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. y LÖW, A.

Publicación: IEEE Sensors J. 8. pp. 1174-1197

Editorial: Molecular Diversity Preservation International (MDPI)

Localidad: Basel, Suiza **Año:** 2008 **Tipo:** Artículo

Título: Sensitivity of C- and Ku-band scatterometer data to soil moisture variations.

Autor: BARTALIS, Z.; RINGELMANN, N.; CEBALLOS, A.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. y WAGNER, W.

Publicación: Geophysical Research Abstracts, vol. 6. 00338, S-Ref-ID: 1607-7962/gra/EGU04-A-00338.

Editorial: Copernicus GmbH (Copernicus Publications)

Localidad: Alemania **Año:** 2004 **Tipo:** Artículo

Título: Field soil moisture monitoring to validate remote sensing techniques: the example of REMEDHUS network (Spain).

Autor: MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J.; CEBALLOS, A.; CASADO-LEDESMA, S.; MORÁN-TEJEDA, C. y HERNÁNDEZ-SANTANA, V.

Publicación: Geophysical Research Abstracts, vol. 6. 06744, S-Ref-ID: 1607-7962/gra/EGU04-A-06744.

Editorial: Copernicus GmbH (Copernicus Publications)

Localidad: Alemania **Año:** 2004 **Tipo:** Artículo

BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

Título: Estimación de la humedad del suelo a partir de la señal de radar (ERS-Scatterometer): experiencia, resultados y aplicaciones en la cuenca del Duero (España).

Autor: CEBALLOS BARBANCHO, A.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.; CASADO LEDESMA, S.; MORÁN TEJEDA, C. y HERNÁNDEZ SANTANA, V.

Publicación: En (C. Conesa García y J.B. Martínez Guevara, Eds.) Territorio y Medio Ambiente. Métodos Cuantitativos y Técnicas de Información Geográfica. pp. 177-189.

Editorial: Universidad de Murcia

Localidad: Murcia, España **Año:** 2004 **Tipo:** Capítulo libro

Título: Medición de la humedad del suelo: métodos in situ y teledetección.

Autor: MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.

Publicación: Teledetección: Nociones y Aplicaciones, (C. Pérez Gutiérrez, A.L. Muñoz Nieto Eds.)

Editorial: Universidad de Salamanca. pp. 259-273.

Localidad: Salamanca, España **Año:** 2006 **Tipo:** Capítulo libro

Título: Estimating vegetation parameters of cereals using an ASTER 1A image.

Autor: SÁNCHEZ, N.; GONZÁLEZ, R.; PRADO, J.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. y PÉREZ-GUTIÉRREZ, C.

Publicación: 10th Intl. Symposium on Physical Measurements and Spectral Signatures in Remote Sensing (eds M.E. Schaepman, S. Liang, N.E. Groot, and M. Kneubühler),

Editorial:), Intl. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI, Part 7/C50, pp. 276-279. ISPRS

Localidad: Davos, Suiza **Año:** 2007 **Tipo:** Comunicación congreso

Título: Soil moisture from operational meteorological satellites.

Autor: WAGNER, W.; NAEIMI, V.; SCIPAL, K.; DE JEU, R. y MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. . .

Publicación: Hydrogeology Journal. 15. pp. 121-131

Editorial: SpringerLink

Localidad: Berlín/Heidelberg, Alemania **Año:** 2007 **Tipo:** Artículo

Título: The Potential of Scatterometer Derived Soil Moisture for Catchment Scale Modelling. In (D.A. Post Ed.)

Autor: SCIPAL, K.; WAGNER, W.; CEBALLOS, A.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. y SCHEFFLER, C.

Publicación: Proceedings MODSIM Conference. Integrative Modelling of Biophysical, Social and Economic Systems for Resource Management Solutions. . pp. 452-457.

Editorial: -

Localidad: Townsville, Australia **Año:** 2003 **Tipo:** Comunicación congreso

PROYECTOS RELACIONADOS

Proyecto: Campaña de mediciones con el L-Band Automatic Radiometer (LAURA) en la red REMEDHUS dentro del Programa SMOS (ESP200-30837-E)

Investigador Principal: José Martínez Fernández

PROYECTOS RELACIONADOS

Otros Investigadores: --

Entidad Investigadora: Centro Hispano Luso de Investigaciones Agrarias (CIALE)

Otras Entidades Investigadoras: Universidad de Salamanca. Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones. Universitat Politècnica de Catalunya

Entidad Financiadora: Ministerio de Ciencia y Tecnología. Plan Nacional I+D (Espacio)

Observaciones: --

Proyecto: Análisis de la humedad del suelo mediante utilización conjunta de TDR (Time Domain Reflectometry) e imágenes SAR (Synthetic Aperture Radar) en la cuenca del Duero

Investigador Principal: José Martínez Fernández

Otros Investigadores: --

Entidad Investigadora: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Departamento de Geografía

Otras Entidades Investigadoras: Institute of Photogrammetry and Remote Sensing (Vienna University of Technology).

Entidad Financiadora: PROGRAMA: Acciones Integradas de Investigación Científica y Técnica entre España y la República de Austria

Observaciones: --

Proyecto: Calibración/validación de las medidas obtenidas por el radiómetro MIRAS de la misión SMOS y generación de mapas humedad del suelo (contribución a MIDAS-4). ESP2006-00643

Investigador Principal: José Martínez Fernández

Otros Investigadores: --

Entidad Investigadora: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Departamento de Geografía

Otras Entidades Investigadoras: Hydrology and Remote Sensing Laboratory – USDA. Institute of Photogrammetry and Remote Sensing (Vienna University of Technology)

Entidad Financiadora: Ministerio de Ciencia y Tecnología. Plan Nacional I+D

Observaciones: --

Proyecto: Soil moisture measurements data in Northern Spain during the campaign of validating the operations of SMOS (CoSMOS)

Investigador Principal: José Martínez Fernández

Otros Investigadores: --

Entidad Investigadora: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Departamento de Geografía

Otras Entidades Investigadoras: --

Entidad Financiadora: European Space Agency

Observaciones: --

PROYECTOS RELACIONADOS

Proyecto: Validation of SMOS Soil Moisture Products Using REMEDHUS (AO-3230)

Investigador Principal: José Martínez Fernández

Otros Investigadores: --

Entidad Investigadora: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Departamento de Geografía

Otras Entidades Investigadoras: Hydrology and Remote Sensing Laboratory (USDA). Institute of Photogrammetry and Remote Sensing (Vienna University of Technology)

Entidad Financiadora: European Space Agency.

Observaciones: --

Proyecto: Análisis de la humedad del suelo a diferentes escalas mediante utilización conjunta de TDR (Time Domain Reflectometry) e imágenes multi-temporales SAR (Synthetic Aperture Radar) en la Cuenca del Duero (SA016-03)

Investigador Principal: José MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

Otros Investigadores: --

Entidad Investigadora: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Departamento de Geografía

Otras Entidades Investigadoras: --

Entidad Financiadora: Junta de Castilla y León

Observaciones: --