

Integración del modelo TETIS en el sistema de alarma temprana DELFT FEWS para predicción de avenidas en tiempo real en algunas cuencas de la C.H. del Júcar

(Tema B. Hidrología y gestión del agua...)

Juan Camilo Múnera⁽¹⁾ y Félix Francés⁽²⁾

(1) I. Civil, M.Sc., Estudiante de Doctorado DIHMA; juancmunera@yahoo.es

(2) I.C.C.P, Ph.D., Profesor Catedrático; ffrances@hma.upv.es

Universidad Politécnica de Valencia

En este trabajo se describe la implementación y adaptación del modelo hidrológico distribuido de tipo conceptual TETIS (Francés et al, 2007), desarrollado en la Universidad Politécnica de Valencia, en el sistema de predicción de avenidas DELFT FEWS desarrollado en Delft Hydraulics - Deltares (Reggiani et al, 2003; Werner et al, 2004). La filosofía subyacente de este sistema es proporcionar una serie de herramientas que permitan la integración de cualquier modelo hidrológico o hidráulico de propagación de avenidas en ríos con datos hidrometeorológicos y previsiones de modelos meteorológico numéricos (Reggiani et al, 2003). En la actualidad, este sistema está siendo implementado en el SAIH de la Confederación Hidrográfica del Júcar, y su principal aplicación será como sistema de apoyo a la decisión (SAD) para la predicción de avenidas y emisión de alarmas tempranas por riesgo de inundación en los principales ríos del SAIH del Júcar, el cual se ha denominado SADJUCAR. A partir del modelo original TETIS v7.3 se ha generado una versión específica para su utilización en tiempo real bajo el entorno DELFT FEWS, que se ha denominado TETIS-FEWS. El objetivo de este modelo es la predicción de caudales en tiempo real para el corto plazo en algunas cuencas medianas de la CHJ, con un horizonte de predicción asumido a priori de 24 horas. Inicialmente el modelo se ha implementado para su aplicación en dos cuencas de la CHJ: la Rambla del Poyo y el río Albaida.

El modelo TETIS-FEWS se ha implementado de modo que permita utilizar como datos de entrada información de diversas fuentes disponible en tiempo real, como son los registros de estaciones SAIH, los campos históricos de precipitación estimados a partir de imágenes de radar y los campos futuros de precipitación predichos por el modelo meteorológico HIRLAM (estos dos últimos proporcionados por la AEMET). Además, se puede introducir como entrada al modelo los campos de precipitación histórica calculados con el modelo de lluvia RAINMUSIC (Progea, 2007), mediante combinación de las series puntuales de los pluviómetros con los campos de radar y/o de imágenes de satélite. Este modelo permite estimar el campo de lluvia por interpolación de los datos observados en las estaciones SAIH incorporando la estructura de variabilidad espacial del radar.

Siguiendo la nomenclatura del sistema DELFT FEWS, la ejecución de un modelo externo integrado a este entorno, incluidas todas las funciones de adaptación requeridas para la comunicación entre ambos sistemas se denomina un “workflow”. Debido a la cantidad y complejidad de todas las operaciones requeridas para completar algún workflow, estos se subdividen en varios pasos de procesamiento computacional, cada uno de los cuales se denomina una “instancia”. La configuración de workflows e instancias se realiza mediante una serie de archivos relacionados entre sí en lenguaje de anotación extensible (XML). En la Figura 1 se presenta un esquema de la adaptación de un modelo externo al entorno de trabajo DELFT FEWS.

Se han configurado 3 workflows de predicción, todos ellos configurados para simular un período histórico de 2 días de duración y un horizonte de predicción de un día; la diferencia entre estos tiene que ver con las características del input de precipitación empleado en el período histórico, que puede ser los datos puntuales observados en la red de pluviómetros del SAIH, los campos de precipitación estimados a partir del RADAR, y por último, los campos obtenidos de la aplicación del modelo RAINMUSIC. Por otro lado, en todos ellos se incluye, en el período correspondiente al horizonte de predicción, los campos de precipitación predichos como resultado del modelo meteorológico HIRLAM. Además, se ha agregado un cuarto workflow para realizar simulaciones históricas de dos días de duración con entrada de precipitación a partir de los datos de las estaciones SAIH, cuyo principal objetivo es propagar el estado de humedad en la cuenca desde una fecha anterior a la fecha definida para hacer las predicciones, que será el instante actual para operación en tiempo real, o una fecha en el pasado si se quiere simular en modo “batch”. La ejecución del workflow histórico permitirá tener disponibilidad del estado de humedad antecedentes en la cuenca en una fecha cercana al instante en que se va a realizar una predicción con alguno de los 3 workflows implementados para este propósito. Si se quiere

propagar el estado de humedad en un período de varias semanas o meses, se harán simulaciones históricas sucesivas con la ventana de tiempo de dos días hasta completar el período solicitado, generando estados de humedad intermedios al final de cada intervalo.

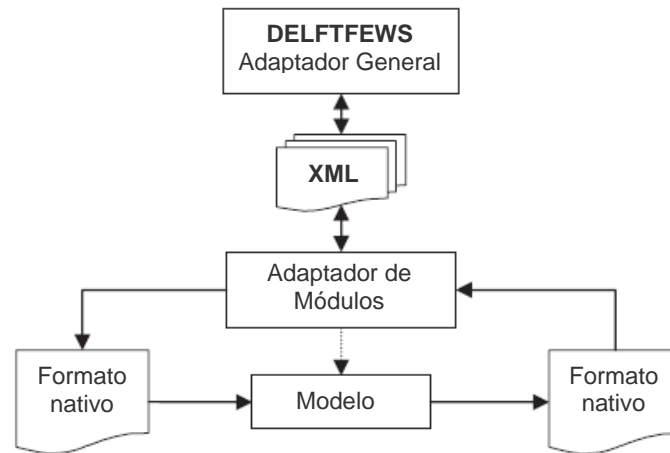


Figura 1 Adaptación de un modelo externo al entorno DELFT FEWS

En las dos cuencas de la CHJ para las que se ha implementado el modelo TETIS-FEWS se han realizado nuevas calibraciones y validaciones espacio-temporales y se ha hecho una evaluación de la resolución temporal de la información hidrológica, con discretización temporal en el rango comprendido entre 5 minutos (resolución mínima de las observaciones del SAIH) y 1 hora. De este análisis se ha adoptado un Δt de 10 minutos para la implementación del modelo de predicción, porque en esta escala se representan adecuadamente las características de los hidrogramas sin atenuación significativa de los picos observados a la escala original cincominutal, y reduciendo los tiempos de ejecución, característica importante en el modo de operación en tiempo real. En las calibraciones se han utilizado los eventos de mayor magnitud registrados en la serie histórica, incorporando algunos eventos registrados en los últimos años.

Los resultados del proceso de calibración y validación son muy satisfactorios, obteniéndose valores del índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe en calibración de 0.85 y 0.89 para las cuencas de la Rambla del Poyo y el río Albaida, respectivamente. En la validación temporal de la primera cuenca se obtuvieron índices de eficiencia entre 0.54 y 0.69, mientras que en las validaciones espacio-temporales de la segunda se obtuvieron valores entre 0.80 y 0.92.

Referencias

- Francés F., Vélez J. I., Vélez J. J. 2007. Split-parameter structure for the automatic calibration of distributed hydrological models. *Journal of Hydrology* (2007) 332, pp226– 240.
- Progea. 2007. RAINMUSIC (Multi-sensors Bayesian combinations software): User manual and references. Bologna – Italy.
- Reggiani, P., Kwadijk, J.C.J., Werner, M.G.F., van Dijk, M.J, Schellekens, J., van Kappel, R.R. and Sprokkereef, E. 2003. DELFT FEWS: An Open Shell Flood Forecasting Platform. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 5, 03494, 2003. European Geophysical Society.
- Werner MGF, Dijk M van, Schellekens J. 2004. DELFT-FEWS: An open shell flood forecasting system. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Hydroinformatics*, Liang, Phoon and Babovic (Eds.), World Scientific Publishing Company, Singapore, pp. 1205–1212.