

## PARALELIZACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS EN GPU

### GPU HYDROLOGICAL MODELS PARALLELIZATION

**Rafael Banega, Gonzalo Sapriza, Pablo Gamazo, Lucas Bessone y Vanessa Erasun**

*Departamento del Agua, Centro Universitario Regional Litoral Norte sede Salto, Universidad de la República, Rivera 1350, Ciudad de Salto, Salto, Uruguay, agua@unorte.edu.uy,  
<http://www.agua.unorte.edu.uy>*

**Palabras clave:** Simulación computacional en paralelo, modelos hidrológicos, C/CUDA.

**Resumen.** La modelación hidrológica distribuida se basa en la discretización del dominio en celdas, donde en cada una de ellas se determina el balance de agua en el suelo y la escorrentía generada, la cual posteriormente es transitada por la red de drenaje. Para la resolución del balance de agua en el suelo la mayoría de los métodos numéricos plantean esquemas explícitos e independencia entre celdas, lo cual resulta en algoritmos altamente paralelizables, en particular para GPU. Para resolver el tránsito, los esquemas numéricos pueden ser tanto explícitos como implícitos, pero a diferencia del balance de agua en el suelo, hay dependencia espacial entre celdas contribuyentes, pudiendo ser resuelto de forma matricial. A su vez, los procesos de calibración de estos modelos normalmente implican evaluar miles de posibles combinaciones de parámetros, por lo que es importante que los algoritmos sean eficientes. En este trabajo se presenta la implementación en GPU utilizando C-CUDA, del modelo hidrológico HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning) y tránsito hidrológico Muskingum-Cunge-Todini. Como ejemplo, se evaluará en términos de tiempo de cálculo el algoritmo en GPU con algoritmos implementados en OpenMP en CPU para misma cuenca discretizada en celdas regulares con una resolución temporal diaria.

**Keywords:** Parallel computational simulation, hydrological models, C/CUDA.

**Abstract.** The distributed hydrological modeling is based on the discretization of the domain in cells, where in each of them the balance of water in the soil and the runoff generated is determined, which is subsequently transited by the drainage network. For the resolution of water balance in the soil, most numerical methods propose explicit schemes and independence between cells, resulting in highly parallelizable algorithms, particularly for GPUs. To solve the transit, the numerical schemes can be both explicit and implicit, but unlike the water balance in the ground, there is spatial dependence between contributing cells and the problem can be solved in matrix form. In turn, the calibration processes of these models usually involve thousands evaluations of possible parameters combinations, so it is important for algorithms to be efficient. This paper presents the implementation in GPU using C-CUDA, the HBV hydrological model (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning) and Muskingum-Cunge-Todini hydrological transit. As an example, it will be evaluated in terms of calculation time the algorithm in GPU with algorithms implemented in OpenMP in CPU for a discretized basin in regular cells with a daily temporal resolution.