

Comunicación C-2

EXPLOTACIÓN COMPARTIDA DE LOS MODELOS NUMÉRICOS OPERATIVOS ENTRE EL INM Y MÉTÉO-FRANCE

Rosario Díaz-Pabón

Servicio de Predicción Numérica del INM

Emmanuel Legrand

Météo-France

RESUMEN

En la reunión hispano-francesa de Director-es de ambos Servicios Meteorológicos celebrada en octubre de 1995, se acordó realizar la explotación compartida de los modelos numéricos operativos. Actualmente se trabaja en el proyecto que concluirá con la creación de un Centro de Cálculo operativo conjunto Météo-France/INM, en el que diariamente se correrán el modelo global ARPEGE en el ordenador de cálculo de Toulouse y el sistema de área limitada ALADIN en el ordenador CRAY del INM. Ambos Servicios Meteorológicos intercambiarán en tiempo real, sus cupos numéricos calculados, mediante un enlace al menos de 512 kbit/s entre sus respectivos ordenadores. La explotación conjunta de modelos numéricos antes de 1998 incluirá cambios importantes de ordenadores.

1. Introducción

España y Francia se encuentran en una situación que permite contemplar la posibilidad de una estrecha colaboración en materia de predicción numérica del tiempo a corto plazo, tanto desde el punto de vista del desarrollo científico como en el reparto de las aplicaciones operativas. Los dos Servicios Meteorológicos disponen de una adecuada fuerza de trabajo, de medios de cálculo apropiados y por otra parte su vecindad geográfica permite compartir intereses meteorológicos comunes, así como trabajar con modelos de alta resolución sobre el conjunto de los dos territorios por un coste muy inferior del que sería necesario para cubrir separadamente cada uno de ellos.

Météo-France dispone, con el modelo ARPEGE, de una herramienta de predicción numérica que permite configuraciones muy variadas.

Una realización como ARPEGE sólo ha sido posible gracias a una política de colaboración internacional; con el ECMWF y con los países de Europa central y oriental que han sido las fuerzas vivas en el desarrollo de la versión de área limitada del ARPEGE, llamada ALADIN.

Desde el punto de vista científico la colaboración supone el establecimiento de un sólido equipo de estudio, planificación y desarrollo de modelos de corto plazo, en el marco del espíritu de colaboración por una parte y de economía de medios por otro, que en la actualidad es nota dominante entre los servicios meteorológicos europeos en una zona de interés común con fuertes retos pendientes en materia de predicción meteorológica.

Desde un punto de vista puramente operativo la explotación conjunta de modelos numéricos permite poder correr más aplicaciones en el mismo tiempo, así como en el caso de un problema en uno de los Centros de Cálculo, el otro puede asumir temporalmente la explotación total de los modelos numéricos.

Es claro que una opción como la escogida en materia de predicción numérica responde no solamente a consideraciones técnicas, sino que es trazada siguiendo un planeamiento político-estratégico.

El compartir las aplicaciones operativas conduce a encarar de manera común los desarrollos y evoluciones futuras y aparecer como ejemplo y paso importante en la política de construcción europea.

La colaboración internacional requiere discutir en común un cierto número de puntos, especialmente en lo referente a la evolución del sistema (modelos, ordenadores, seguridad informática, etc...).

2. Proyecto de Explotación común de modelos numéricos *Météo-France/INM*

Con el fin de poner en práctica una explotación conjunta, se decidió crear un proyecto conjunto denominado «**Puesta en marcha de la Predicción Numérica operativa conjunta en España y Francia**». El proyecto terminará cuando el grupo de modelos ARPEGE/ALADIN corra conjuntamente en los dos ordenadores (CRAY de *Météo-France*, CRAY del INM) o cuando (por cualquier razón científica, técnica, presupuestaria o política) se adopte la decisión de no continuar con la explotación conjunta de modelos. Se han nombrado dos jefes de proyecto (uno del INM y otro de *Météo-France*), que trabajan con la necesaria asistencia de expertos de ambas partes (en predicción, modelos numéricos, informática y telecomunicaciones). Se constituyó asimismo un consejo de proyecto, ante el cual informan los jefes del proyecto al menos dos veces al año. La finalidad del proyecto es el estudio de las estrategias posibles de explotación, selección de la más adecuada y la ejecución de las diferentes etapas necesarias para conseguir la finalidad propuesta, explotación operativa de un sistema de predicción numérica común entre ambos Servicios Meteorológicos antes de 1998.

2.1 Estrategias operativas posibles

2.1.1 ARPEGE en Francia. ALADIN sin asimilación de datos en España

El modelo ARPEGE es un modelo global, de resolución «media» y que cuenta con su propio ciclo de asimilación de datos observados.

Por resolución «media» se entiende una configuración de ARPEGE de malla variable, cuyo equivalente en puntos de rejilla sería una malla de 25 a 30 km sobre Europa occidental y de 300 km en las cercanías de Nueva Zelanda. El plazo de integración es de 72 horas. Este modelo está operativo en *Météo-France* desde octubre de 1993 y seguirá corriendo en el **CRAY** de Toulouse.

El ALADIN es un modelo espectral de área limitada que tiene las mismas parametrizaciones físicas que el ARPEGE y utiliza como condiciones de contorno las predicciones procedentes del modelo global ARPEGE. El modelo ALADIN correría en modo de adaptación dinámica sin asimilación de datos sobre el CRAY de Madrid con una resolución equivalente a 15 km, sobre un área geográfica que cubriría España y Francia. Efectuando integraciones hasta 36 horas, 2 veces al día a 00 Z y 12 Z.

Para estudiar la viabilidad de esta posible opción de sistema de explotación compartida de modelos numéricos, se realizó el experimento piloto consistente en la implementación del modelo ALADIN en el INM en el segundo trimestre de 1995.

El **experimento piloto** consistió en recibir en el ordenador CRAY del INM (CRAYM) los análisis y predicciones del modelo ARPEGE, mediante la línea de conexión de ambos ordenadores (CRAYM/CRAYT) a 64 kbit/s y correr en el CRAYM el modelo en adaptación dinámica ALADIN durante dos meses, sobre un área cuadrada centrada en Madrid, con una resolución horizontal de 16 km y 180 puntos de rejilla, obteniéndose una vez al día predicciones a 36 hora's.

Se comprobó con la experiencia piloto que no exista ninguna dificultad en ejecutar el modelo ALADIN como adaptación dinámica del ARPEGE en Madrid. Para una explotación en tiempo real se vio la necesidad de una línea entre el CRAYMICRAYT 10 veces más rápida con el fin de obtener en 2 minutos cada plazo de predicción del ARPEGE. El CRAYT tarda unos 5 minutos en calcular una predicción a 6 horas del ARPEGE, lo mismo que el CRAYM para realizar una predicción del ALADIN.

Sincronizando adecuadamente la recepción en Madrid de las predicciones ARPEGE cada 6 horas con la predicción correspondiente a 6 horas del ALADIN se consigue acabar la predicción ALADIN 8 minutos después que la correspondiente ARPEGE en el CRAYT.

2.1.2 ARPEGE en Francia. ALADIN con asimilación de datos en España

Esta opción permite disponer en el INM de una **cadena completa** de preproceso, análisis y predicción de área limitada (CANARI/ALADIN).

El esquema de funcionamiento operativo sería correr el ARPEGE en Toulouse y la cadena completa de área limitada en Madrid con las condiciones de contorno procedentes del modelo ARPEGE.

2.1.3 ARPEGE en Francia. ALADIN *izo hidrostático* en España

La resolución del ALADIN en la versión Francia-España está limitada por dos factores:

a) Desde octubre de 1995 el modelo **ARPEGE** se corre en **Météo-France** en su versión **semi-lagrangiana** con una resolución espectral T149 que en términos de puntos de rejilla sería de alrededor de 20 km sobre España y Francia, la gama eficaz de utilización de un modelo en adaptación dinámica se sitúa en las resoluciones comprendidas entre $\sqrt{2}$ y 2 veces la del modelo en que se acopla; por esta razón la resolución del modelo ALADIN está limitada a 10 km.

b) Con el ARPEGE semi-lagrangiano se pueden conseguir resoluciones mejores que la barrera de los 10 km, pero se tropieza con el estado actual del ALADIN sobre la validez generalmente aceptada de los modelos hidrostáticos.

Para su utilización por debajo de los 10 km de resolución, una versión **no hidrostática** del modelo ALADIN se ha desarrollado en **Météo-France** y se está trabajando en ella, ahora es necesario realizar numerosos test antes de su puesta en operación; las primeras pruebas son optimistas y se puede pensar en tener una primera versión del ALADIN no hidrostática operativa hacia 1997.

3. Predicción numérica operativa común *Météo-France/INM*

3.1. Estructura operativa

El sistema de explotación conjunta de modelos numéricos operativos entre **Météo-France** y el INM antes de 1998 será la opción 2.1.2, una versión de malla variable del modelo global **IFS/ARPEGE** ejecutándose en Toulouse que alimentará las condiciones de contorno del modelo de área limitada **CANARI/ARPEGE/ALADIN** corriendo en MADRID sobre un área geográfica que incluye Francia y España.

Los modelos correrán al menos dos veces al día con datos de observación de 00 y 12 T.U. Las configuraciones se ajustarán de manera que una predicción a 24 horas se ejecutará en 20 minutos.

El análisis del modelo global ARPEGE, estará disponible a las 2 h 15 min después del corte de observaciones que se efectuará a la 1 h 45 min.

Los ficheros conteniendo el conjunto de los resultados de cada modelo serán intercambiados entre ambos servicios meteorológicos inmediatamente estén disponibles en sus respectivos ordenadores. La puesta en formato de base de datos de los ficheros de los campos calculados, así como el tratamiento ulterior de la información (gráficos, productos derivados, etc...) es responsabilidad de cada servicio meteorológico.

En caso de incapacidad temporal del Centi-o (*Météo-France* o INM), el otro tomará a su cargo la explotación completa del sistema, que necesariamente incluirá un retraso en la disponibilidad de los campos.

Los dos servicios meteorológicos, para poder llevar a cabo la explotación conjunta acordada, deben mantener un enlace entre sus respectivos ordenadores de cálculo de alrededor 0,5 Mbit/s. El protocolo de esta línea será TCP/IP de acuerdo con los estándares.

Los dos servicios meteorológicos archivarán durante al menos 10 días sus respectivos campos calculados.

La eficacia y fiabilidad de la explotación conjunta radicará en la línea directa entre los dos ordenadores centrales de ambos servicios meteorológicos y como consecuencia en una conexión directa entre sus dos redes locales, por lo cual ambos servicios necesitan diseñar una política de seguridad informática muy estricta.

3.2. Evolución hacia los MPP

La evolución de la informática hacia el aumento de potencia de cálculo **concurrente** se encara desde ahora a los próximos años por el paso hacia los ordenadores llamados ((Masivamente **paralelos**) o «de memoria distribuida») y que abreviadamente se denomina como MPP. Los dos servicios meteorológicos prevén su paso a estos ordenadores MPP, para reemplazar sus ordenadores de cálculo actuales, en la óptica de continuar la explotación compartida de modelos de predicción numérica planificada.

Durante esta fase, los códigos del ARPEGE y del ALADIN serán escritos en un lenguaje estándar que permita su portabilidad sobre diferentes plataformas, y por consiguiente no será vital que los ordenadores de *Météo-France* y del INM sean de la misma clase en cada momento, pero no se debe olvidar que la explotación compartida responde, para que sea eficaz, a la disponibilidad de una potencia de cálculo semejante a un lado y otro del Pirineo (hasta un factor 2 sería aceptable) para que los modelos puedan ejecutarse de manera sincronizada. Teniendo en cuenta un necesario periodo de transición entre los antiguos y los nuevos ordenadores, que puede ser de alrededor de 1 año, se podía preservar la viabilidad de la explotación compartida, según los estudios realizados.

3.3 Calendario de la puesta en marcha del Proyecto

El funcionamiento plenamente operativo de explotación compartida de los modelos numéricos se prevé para principios del año **98**, un período de funcionamiento preparativo de 6 meses será necesario para el ajuste y rodaje de la nueva estructura de funcionamiento.

Durante el año 96 el INM está trabajando en la formación científica sobre el código ALADIN y la implementación del sistema en el entorno de bases de datos, gráficos, ingestión en *McIDAS*, etc... disponible en el INM, incluyendo la asimilación de datos de observación del sistema, no operativa en *Météo-France* hasta la fecha.

La línea de conexión entre ambos ordenadores y el sistema de seguridad informático seleccionado estarán funcionando en los primeros meses del año **97**.

4. Conclusiones

En la actualidad el INM **ha aceptado** la propuesta de *Météo-France* sobre el establecimiento de un único **Centro Operativo** de predicción numérica a corto plazo entre Madrid y Toulouse basado en la explotación conjunta en tiempo real de los modelos ARPEGE/ALADIN.

Esta decisión implica una estrecha vinculación del INM a la estrategia de Investigación y Desarrollo que *Météo-France* está promoviendo en relación con los futuros avances en los modelos de área limitada y un cierto grado de interdependencia en el campo de la informática y de las comunicaciones implicadas en el soporte del compromiso adoptado.

Referencias

Bubnovn, Radmila, 1992: Configuration ARPEGE 11926: NOEUD.

Geleyn, J. F., 1995: Documentation of the preparation of domains for ALADIN. Documentation ARPEGE/ALADIN (ARPEGE Cycle 13 - ALADIN Cycle 3). Météo-France/CNRM/GMAP.

Le Moigne, P., 1995: Fonctionnement de la chaîne quasi opérationnelle pour le modèle ALADIN. Documentation ARPEGE/ALADIN (ARPEGE Cycle 13 - ALADIN Cycle 3) Météo-France.

Abreviaturas

<i>ALADIN</i>	Modelo de adaptación dinámica en área limitada y desarrollo internacional. Modelo de área limitada operativo en <i>Météo-France</i> «Aire Limitée Adaptation Dynamique et développement International».
<i>ARPEGE</i>	Proyecto de investigación en pequeñas y grandes escalas. Modelo operativo en <i>Météo-France</i> desde 1993. «Action de recherche petite échelle grande échelle».
<i>CANARI</i>	Código de Análisis necesario para la inicialización del modelo ARPEGE. Modelo de Análisis objetivo operativo en <i>Météo-France</i> . «Code d'Analyse Necessaire a ARPEGE pour ses Rejets et son Initialization».
<i>CRAYM</i>	Ordenador CRAYC-94 instalado en el INM (Madrid).
<i>CRAYT</i>	Ordenador CRAYC98 instalado en <i>Météo-France</i> (Toulouse).
<i>IFS</i>	Sistema de predicción global integrado operativo en ECMWF. «Integrated forecast system».
<i>MPP</i>	Procesadores masivamente paralelos.