

los problemas de los meteorólogos dedicados a la micro y a la mesometeorología. Con frecuencia se hallan situadas a lo largo de grandes extensiones de agua, de manera que el contraste del agua y de la tierra en las condiciones de contorno produce efectos de brisas tierra-mar. Frecuentemente están emplazadas en valles, y el terreno puede atrapar el aire denso (con todos sus contaminantes) casi de una forma tan eficaz a como el terreno puede recoger el agua para formar lagos (*Figura 4*). La ciudad en sí es una pesadilla para los teóricos de la capa límite. Contiene fuentes de calor dispersas y variables. Tiene rugosidades en forma de edificios, los cuales son grandes, irregulares y distribuidos sin uniformidad. Bajo estas condiciones no hay que sorprenderse tanto de que persistan las dificultades para la predicción de los niveles de contaminación en las ciudades, como de que en muchas ciudades del mundo se haya logrado un progreso sustancial y útil.

Así pues, la capa límite es difícil de estudiar pero también es importante que se estudie. Lo suficientemente importante como para que se continúe disponiendo de los recursos de las naciones y de la inventiva y los pensamientos de los hombres con ingenio.

EL SISTEMA EXPERIMENTAL AFOS

Por R. E. JOHNSON y J. GIRAYTYS*

Las demandas nacionales, siempre crecientes en los EE. UU. para los servicios y productos relacionados con el tiempo, han sido satisfechas a lo largo de los años a través de una combinación de avances científicos en el campo de la predicción meteorológica/hidrológica y la expansión de la estructura del National Weather Service (NWS). Esta estructura consiste en su mayor parte en medios materiales, enlaces de comunicaciones y personal.

Las peticiones de servicio son hasta ahora crecientes y el avance científico es continuo. La estructura del NWS no puede, sin embargo, continuar progresando sin algunos cambios significativos en los conceptos operativos. Conseguir el desarrollo añadiendo simplemente más instalaciones, personal y enlaces de comunicación, está llegando a ser prohibitivo económicamente. El NWS se ha embarcado en un programa de modernización de las estaciones a escala nacional, anticipándose así al momento en que su actual estructura fuera insuficientemente adecuada para proporcionar el nivel de servicio exigido. Este programa se conoce con el nombre de AFOS (Automation of Field Operations and Services).

El sistema AFOS, como se concibe actualmente, no solamente responderá a las necesidades presentes y futuras de la información relacionada con el tiempo sino que, una vez puesto en marcha, su costo de operación será sustancialmente menor que el del sistema existente. Las estimaciones actuales indican que el ahorro acumulado en un período de seis a ocho años será igual a la inversión inicial.

(*) Tanto el Sr. R. E. Johnson como el Dr. J. Giraytys trabajan en el National Weather Service, Silver Spring, Maryland, EE. UU.

dia que conectará entre sí los 52 WSFO y los cuatro centros nacionales con una configuración de ciclo cerrado. Como se ve en la *figura 1*, este circuito de distribución nacional (NDC) consiste en enlaces independientes y alquilados entre estaciones, operando cada uno de ellos a 2.400 bits por segundo (bps) y en «full duplex». El protocolo del circuito, es un simple almacenamiento y envío del paquete (S&F) con una comprobación total de error después de cada transferencia del paquete entre cada dos estaciones. Todas las comunicaciones son de ordenador a ordenador, teniendo cada paquete un máximo de 256 caracteres (2.048 bits). Los mensajes individuales pueden consistir en cualquier número de paquetes o en parte de ellos. En caso de fallo de una línea, las estaciones implicadas restablecerán automáticamente su comunicación mediante la red telefónica automática comercial. Cuando la línea alquilada vuelve a operar normalmente, se cortarán automáticamente las conexiones telefónicas.

Las datos pueden introducirse en el NDC por cualquiera de las estaciones y una vez que un paquete está en el circuito, se mueve de estación en estación en ambas direcciones desde su origen. Finalmente el paquete



Figura 2.—Consola del sistema.

será recibido por duplicado en una estación en el lado opuesto del NDC y entonces será calculado automáticamente. Esto dura normalmente menos de un minuto para un mensaje de longitud media. Si no se encuentra ninguna cola de espera, un paquete durará 26 segundos aproximadamente.

Además de llevar a cabo la función básica S&F cada estación tendrá también la opción de archivar el mensaje para uso local y/o pasarlo a otras estaciones dentro del área de predicción; por ejemplo, a estaciones de tipo RFC y WSO. El protocolo del circuito dentro del área de predicción será esencialmente el mismo que el del NDC (paquete S&F a 2.400 bps con línea telefónica de emergencia). Todos los datos recogidos en un área de predicción retornarán a lo largo de este circuito de distribución de estados (SDC) al WSFO donde serán difundidos en el NDC.

Es importante hacer notar que hay una gran variedad de usuarios ajenos al NWS que usan los datos de facsímil y de teletipo. Estos usuarios tendrán con AFOS el mismo servicio que tienen hoy en día. Un circuito de facsímil nacional continuará operando y cada estación AFOS será capaz de dirigir varios circuitos de teletipo de baja velocidad. Sin embargo, si un usuario ajeno al NWS desea comprar un equipo tipo AFOS, obtendrá el nivel de servicio correspondiente.

Hardware

El sistema experimental AFOS consiste en tres elementos principales de «hardware»; una consola del sistema, una consola de predicción y un dispositivo impresor.

La consola del sistema (*figura 2*) alberga el miniordenador, las interfaces de comunicación, las memorias masivas (cinta y disco), un reloj



Figura 3.—Consola de predicción.

electrónico (fecha/hora), un teclado de entrada de datos y una impresora. La base de datos operativa de la estación está almacenada en los discos junto con parte del software no residente en la memoria principal. Todos los datos críticos y el software están almacenados en forma repetida en dos discos diferentes. Las dos unidades de cinta se usan para archivo y reproducción de los datos. El teclado de la impresora se usa para el mantenimiento de las rutinas del software, para la salida de diagnóstico y para archivar las lecturas de las cintas.

La consola de predicción (*figura 3*) contiene cuatro unidades independientes de pantalla de rayos catódicos, un teclado para entrada de datos y un panel central de control. Cada unidad convertidora/exploradora acepta datos digitales (alfanuméricos o vectoriales) del miniordenador y los convierte en escritura de las deflexiones del haz electrónico y almacena la imagen resultante en un medio de alta resolución. La imagen almacenada se refleja en forma televisiva en el monitor de 17 pulgadas de la consola. Cada unidad convertidora/exploradora tiene además amplitud variable de imagen y un dispositivo de giro. Los elementos de datos demasiado peque-

ños para ser reconocidos ópticamente en el modo de operación normal se pueden distinguir inmediatamente en el modo aumentado o «zoom». El control de giro permite al que hace la predicción relacionar la parte de la imagen que le interesa y aumentarla. Una característica adicional de la unidad convertidora/exploradora es su capacidad de solapar/acumular. Se pueden solapar secuencialmente hasta tres imágenes gráficas (mapas de análisis y predicción) y se pueden acumular secuencialmente productos alfanuméricos (listar) en una sola pantalla sin interferir la imagen original.

El panel central de control (figura 4) contiene dos relojes (GMT y local), un CRT alfanumérico para visualizar los mensajes de error y los títulos (leyendas) de los productos representados en las cuatro unidades anteriores, una unidad de alarma y un teclado para la recuperación de datos. Mediante este teclado el operador puede recuperar cualquier dato de la memoria masiva para ser representado en cualquiera de las cuatro

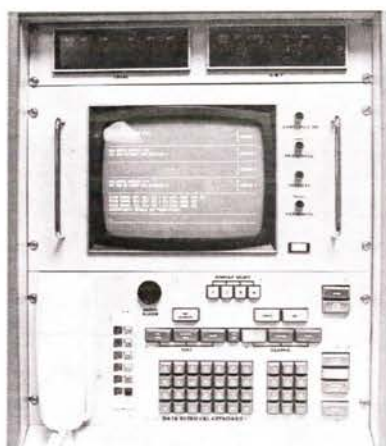


Figura 4.—Panel de control y teclado para la recuperación de datos situado sobre la consola de predicción.

unidades convertidoras/exploradoras anteriores. El teclado se usa para componer textos y/o editar textos en cualquiera de las cuatro consolas principales. Este teclado puede ser movido por el operador a cualquier posición en el contador de trabajos.

Software Operativo

El software operativo del sistema experimental AFOS es bastante complejo, en la actualidad sobrepasa las 100.000 instrucciones. Así, a fines de simplificación, la siguiente descripción estará limitada a los principales paquetes de software funcional. Comprenden el sistema operativo ejecutivo, las comunicaciones NDC, gestión de la base de datos, almacenamiento y recuperación, composición de mensajes y el sistema de comunicaciones del servicio meteorológico NOAA (NWWS).

El sistema operativo ejecutivo está constituido sobre el RDOS (real-time disk-operating-system) del que es propietaria, y ha autorizado su utilización, la firma Data General Corporation, fabricante de los minordenadores. Este paquete, principalmente residente en memoria, realiza funciones básicas tales como proceso de interrupciones, solapamiento de programas, tratamiento de llamadas e interrupción de dispositivos.

El paquete del software de comunicaciones NDC realiza todas las funciones del S&F incluyendo verificación y reconocimiento de todos los datos locales generados en los paquetes, para su transmisión por el NDC, mantiene cuatro colas de comunicación (una normal y una de prioridad por cada enlace NDC) y selectivamente elabora los datos entrantes para su almacenamiento.

El software de gestión de la base de datos, controla y organiza los ficheros de discos. Los datos sinópticos y productos son almacenados por número de versiones con lo que se cubre un período de tiempo predeterminado; por ejemplo, 72 horas de un cierto ítem que tenga un ciclo sinóptico de 12 horas es igual a seis versiones. Utilizando este sistema la séptima versión hace que se actualice la primera. Los ítem asinópticos (vigilancias, avisos, etc.) son actualizados 23 horas después de la fecha de expiración. Todos los datos originados localmente son archivados en cinta magnética en cuanto son generados.

Para ayudar al predictor a hacer su selección de llamadas ha sido elaborado un sistema de índice que le conducirá a toda la secuencia de productos seleccionados si los códigos no le vienen inmediatamente a la memoria. Con dos o tres operaciones de la clave pueden ser representados listados completos de todas las posibles categorías de datos junto con indicaciones de la fecha y hora de la última entrada en cada categoría. Así el predictor puede rápidamente visualizar el estado de todos los datos contenidos recientemente en los rollos de teletipo o en las numerosas hojas de los mapas de facsímil.

La función de composición de mensajes permite al predictor crear nuevos productos locales, tales como predicción o avisos, directamente en cualquiera de las pantallas. Estos productos pueden entonces ser distribuidos sobre el NDC, el SDC o la línea meteorológica del NOAA a criterio del predictor.

Si un producto, ya sea generado localmente o recibido a través del NDC/SDC, debe ser enviado a través de la línea meteorológica NOAA, el minicomputador lo convierte automáticamente al código Baudot y lo transmite en una lista predeterminada. El dato que llega a través de la línea meteorológica, si es adecuado, es convertido al código ASCII, almacenado localmente y distribuido sobre el NDC/SDC.

Perspectivas futuras

La exposición anterior describe el sistema experimental AFOS como estaba el 1 de enero de 1975. Desde entonces han tenido lugar cambios para mejorar la capacidad del sistema y resolver dificultades evidentes. Por ejemplo, están siendo preparados cambios que permitan la entrada directa de datos de satélites, radar, y los generados localmente en superficie. Los procedimientos de predicción y los programas monitores están siendo desarrollados para el sistema experimental y se está comprando el conjunto del sistema. ¿En el futuro cómo se usará el sistema experimental AFOS para configurar el campo de aplicación de AFOS?

El sistema experimental fue diseñado, en parte, para que fuese la base de comprobación de los procedimientos de predicción, de las técnicas de adquisición de datos, de los procedimientos de manipulación y proceso de

datos y de las técnicas de distribución. Nuestra experiencia muestra que los predictores tienen poca dificultad en aprender a manipular el hardware AFOS. Uno o dos días de adiestramiento es todo lo que se necesita. Además, las técnicas de predicción están basadas en el sistema manual actual. Hoy en día, se puede fácilmente reconocer la situación meteorológica general sin más que dar una mirada por encima a los mapas facsímil colgados en la pared. Sin embargo, los detalles sustanciales del tiempo están enterrados bajo hojas de papel de teletipo. Con AFOS los detalles son fácilmente reconocibles, casi instantáneamente. Pero los productos facsímil (gráficos) deben ser solicitados individualmente a las pantallas. Aquí es donde debe hacerse un importante cambio. Una idea que debe ser tenida en cuenta es la de proporcionar a cada predicción una secuencia preseleccionada de gráficos (por ejemplo los mapas de superficie, 850 mb y 500 mb) que deberían ser visualizados automáticamente por una simple operación de paginación.

Como ejemplo de otras posibles actuaciones, el calculador AFOS ofrece la posibilidad de control automático de los acontecimientos meteorológicos más notables. Una rutina en desarrollo es el control de las predicciones terminales de aeródromo. Bajo esta rutina, la última observación es comparada con la predicción. Si las dos difieren en una cantidad fijada el predictor es alertado. A él también se le suministra una posible predicción basada en un análisis estadístico de las últimas observaciones horarias y en la climatología.

Totalmente aparte de AFOS, los procedimientos de adquisición de datos han sufrido cambios radicales en unos pocos años. La aparición del mini-computador y más recientemente del microcomputador, estimulará una más amplia utilización de los sistemas automáticos de colección y proceso de datos. Dentro del National Weather Service hay importantes programas en desarrollo y ya logrados, para los sistemas de radioviento, radar y datos en superficie que usan mini o microcomputadores. Evidentemente estos sistemas tienen una interfase directa con AFOS. ¿Cómo serán procesados los datos, llevados al predictor y visualizados para él? ¿Cómo hacer que todos los calculadores interactúen entre sí? Estas son cuestiones a considerar en el sistema experimental. Las clases de programas de proceso de datos que podrían o deberían ser pasados en AFOS o en los calculadores de entrada de datos son de principal importancia. ¿Qué mapas deberían ser transcritos? ¿Pueden o deben ser hechos los análisis? ¿Qué ayudas a la predicción tales como el control de la meteorología aeronáutica deben ser proporcionados?

Otro aspecto es la distribución de predicciones y avisos al público. La línea meteorológica NOAA ha sido ya mencionada brevemente. Las predicciones y avisos son emitidos por radio en VHF, por teléfono y dados en charlas al personal. Dada la competencia única de AFOS, ¿cómo pueden mejorarse los procedimientos de distribución?; la evaluación de la función de informar a los pilotos ya se ha comenzado. Como parte de los esfuerzos mencionados el NWS ha examinado las técnicas de grabación automática de voces. Estas serán más adelante evaluadas dentro del marco de AFOS.

Durante julio y agosto de 1975 se realizarán el primer conjunto de experimentos coordinados para examinar las áreas de formulación de la

predicción, adquisición de datos, distribución y proceso de datos. En unión con elementos del National Environmental Satellite Service y unidades del campo operativo del NWS, se prepararán predicciones horarias para un área alrededor de Baltimore y la parte superior de la bahía, Chesapeake. Se utilizarán los datos de las estaciones meteorológicas automáticas, los obtenidos por los observadores colaboradores, el radar y el satélite GOES para aumentar los datos del sistema rutinario de observaciones. Las predicciones serán preparadas con los medios del sistema experimental AFOS y transmitidas a las oficinas del Servicio Meteorológico de Baltimore. Allí se verificará la consistencia de las predicciones y se retransmitirán por radio en VHF. De esta manera será simulado el uso en tiempo real del sistema AFOS y se comprobarán sus fuerzas y flaquezas un año antes de que se instale en el área de la localidad antes citada.

En años futuros, la instalación será más ampliamente extendida y usada como base de prueba para la transición ordenada de estas ideas a los procedimientos operativos. Muchas de estas ideas están enraizadas en las ciencias de la meteorología e hidrología más que en la tecnología de las calculadoras. Como las predicciones a escala sinóptica han llegado a ser más exactas, la atención ha vuelto a las predicciones locales y de mesoescala.

Un problema importante ha sido siempre la necesidad de manejar grandes cantidades de datos. AFOS proporciona una nueva e importante capacidad para manipular estos datos y también hacer un proceso localizado. Representantes de la Fundación Nacional para la Ciencia y de 20 universidades han visitado estas instalaciones. Tres proyectos han sido ya iniciados para aunar la ciencia y la capacidad tecnológica de AFOS. Otros varios proyectos están siendo planeados para el siguiente año fiscal. Mientras evoluciona el proceso del cambio, nosotros confiamos en que AFOS proporcionará una mejora importante en los servicios para 1980.

FENOMENOS METEOROLOGICOS MAS NOTABLES EN 1974

Hemisferio septentrional

Considerando el año en su conjunto, la distribución de presiones en la superficie del hemisferio septentrional fue muy diferente de la observada en 1973. El centro de bajas presiones de Islandia fue más pronunciado y en la región del Pacífico las presiones en superficie fueron también menores que el año anterior. En Asia Central la actividad anticiclónica fue más intensa y se extendió hacia el norte más que en 1973.

La intensa actividad ciclónica en el Atlántico septentrional durante la

Nota: Este artículo está basado en informes sobre fenómenos atmosféricos notables enviados a la Secretaría de la OMM por los distintos países Miembros. La descripción general de las condiciones atmosféricas en el hemisferio septentrional está basada en resúmenes procedentes del Servicio Meteorológico Nacional de los EE. UU. y del Instituto de Meteorología de la Universidad Libre de Berlín; para el hemisferio meridional, la información fue suministrada por la Oficina de Meteorología de Melbourne.