

díxitos

CESGA

NOVAS DO CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN DE GALICIA

Novembro 2008

ANALISE DA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
DOS USUARIOS CESGA



CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE INNOVACIÓN,
E INDUSTRIA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

GOBIERNO
DE ESPAÑA



FEDER
FONDO EUROPEO DE
DESENVOLVEMENTO REGIONAL



DIRECCIÓN

Javier García Tobío

COORDINACIÓN

Fernando Bouzas Sierra

REDACCIÓN

María Piñeiro

COLABORACIÓN

Andrés Gómez Tato

Aurelio Rodríguez

Mar Rego, Valme Cid e Victoria Millor

PORTADA

Elena Botana

DESEÑO E MAQUETACIÓN

OCNI Comunicación e Deseño

FOTOMECÁNICA E IMPRESIÓN

Artes Gráficas Litonor

DEPÓSITO LEGAL

C-1604-1998

ISSN

1139-563X

EDITA

FUNDACIÓN CESGA

Avenida de Vigo s/n (Campus Sur)

15705 Santiago de Compostela

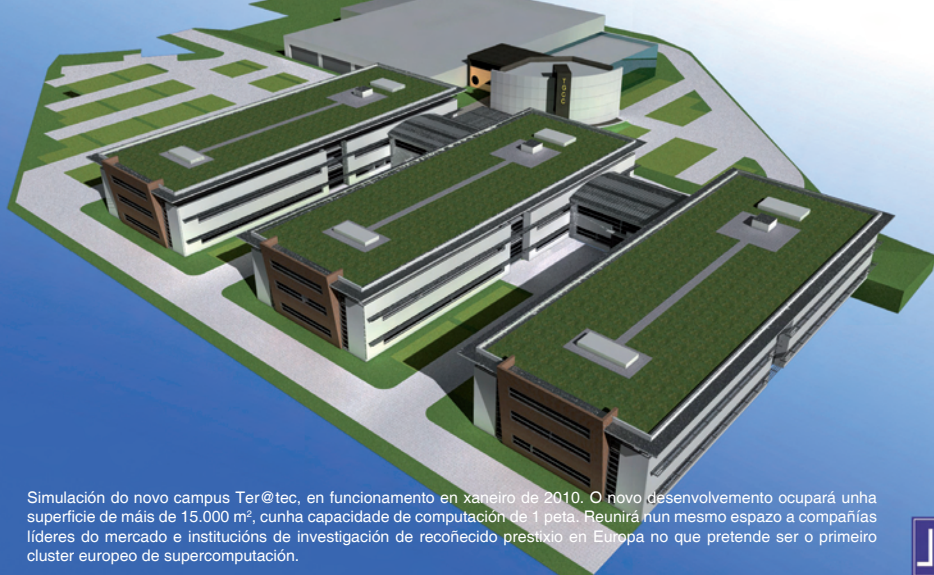
Teléfono 981 569 810

Fax 981 594 616

dixitos@cesga.es

CONTIDOS

- 2 Cesga benchmarking
- 3 Análise da Producción Científica
- 4 Récord 150 millóns de incógnitas
- 5 HP aposta pola investigación galega
- 6-7 Proxecto Faria: control do risco ambiental
- 8 Workshop da Rede GHPC
- 9 Sinatura Electrónica Cualificada
- 10 Acción Transmath
- 11 Frances Allen en Santiago
- 12 Modules
- 13-15 Artigos Científicos dos Usuarios CESGA



Simulación do novo campus Ter@tec, en funcionamento en xaneiro de 2010. O novo desenvolvemento ocupará unha superficie de máis de 15.000 m², cunha capacidade de computación de 1 peta. Reunirá nun mesmo espazo a compañías líderes do mercado e institucións de investigación de recoñecido prestixio en Europa no que pretende ser o primeiro cluster europeo de supercomputación.



Rigurosa autoavaliación

O CESGA realiza un benchmarking cos principais centros europeos

No seu afán de desenvolvemento constante e mellora continua, o CESGA realizou recentemente unha exhaustiva análise comparativa con outros cinco grandes centros. Este labor de benchmarking tivo en conta outras experiencias e boas prácticas de diferentes centros de investigación no ámbito da supercomputación e ciencia computacional.

Na análise comparativa examináronse diferentes aspectos dos centros seleccionados: Información xeral sobre os mesmos, como os obxectivos que perseguen, servizos que ofrecen ou fondos que captan así como a organización das diferentes áreas científicas. Ademais comparouse tamén información sobre instalacións, infraestruturas de apoio, organización, persoal e servizos ofertados aos investigadores académicos e de empresas.

Do mesmo xeito, recolleuse información tecnolóxica sobre as arquitecturas HPC, HTC, Grid e outro equipamento interesante para a análise comparativa. Adicionalmente as características diferenciais e os plans de futuro de cada centro consideráronse de interese para a análise comparativa e para definir mellor a evolución que o CESGA debe seguir.

A metodoloxía para realizar esta comparativa foi visitar centros de supercomputación de varios países da nosa contorna de acordo cos seguintes criterios: que sexan centros europeos, polo menos dous centros nacionais e dous rexionais, excluindo aos do mesmo país. Que contengan, polo menos, 10 anos de experiencia e que gocen de gran prestixio internacional. Decidiuse que polo menos dous deles deberían estar centrados en capacidade de computación e que polo menos dous deles tivesen actividade en ciencia computacional. Finalmente, os países seleccionados deberían ser os máis representativos canto á participación en proxectos internacionais como DEISA, PRACE, etc.

Así os centros seleccionados foron:

Leibniz Supercomputing Center (LRZ), en Munich, Alemaña.

Swiss National Supercomputing Center (CSCS), en Manno, Suíza.

Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA), en Amsterdam, Holanda.

Edimburg Parallel Computing Center (EPCC), en Edimburgo, Escocia, Reino Unido.

French Atomic Energy Commission (CEA) e Ter@tec, en París, Francia.

Este labor de benchmarking encádrase no Proxecto NextCESGA, que comezou en maio de 2008 e que alcanzará as súas conclusións finais en abril de 2009. NextCESGA é un proxecto financiado pola Comisión Europea a través do Sétimo Programa Marco dentro do rexime de financiamento "Accións de Coordinación e Soporte".

Análise da Produción Científica dos Usuarios do CESGA entre 2002 e 2007

A investigación en Galicia empregou o equivalente a 349 anos de cálculo nos supercomputadores do CESGA

Por Mar Rego, Valme Cid e Victoria Millor

Consortio de Bibliotecas Universitarias de Galicia (BUGALICIA)

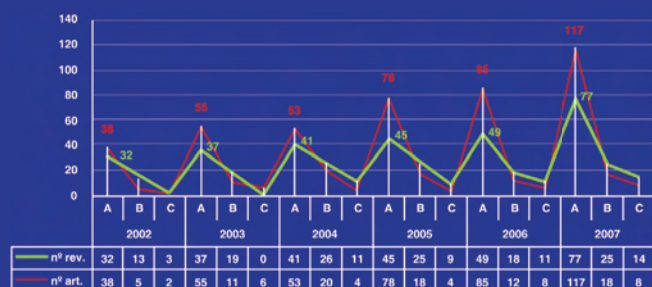
A publicación dunha investigación, representa unha das fases primordiais para poñer en valor un traballo científico, un xeito de compartir coñecementos co resto da comunidade científica, transferilo e rendibilizalo socialmente, e polo tanto é unha medida da utilidade das infraestruturas xestionadas polo CESGA. Por iso, recentemente fíxose unha análise da produción científica dos usuarios do CESGA entre 2002 e 2007 que concrétese na publicación dun total 1200 documentos neste período. Os usuarios do CESGA son, fundamentalmente, investigadores do Sistema Universitario de Galicia (SUG), do Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), e puntualmente, doutras institucións.

Os datos extraídos recóllense no “Estudo da produción científica declarada polos usuarios do Centro de Supercomputación de Galicia entre 2002 e 2007”, elaborado polo Consortio de Bibliotecas Universitarias de Galicia (BUGALICIA) en xuño de 2008. Este estudo pode atoparse na URL seguinte:

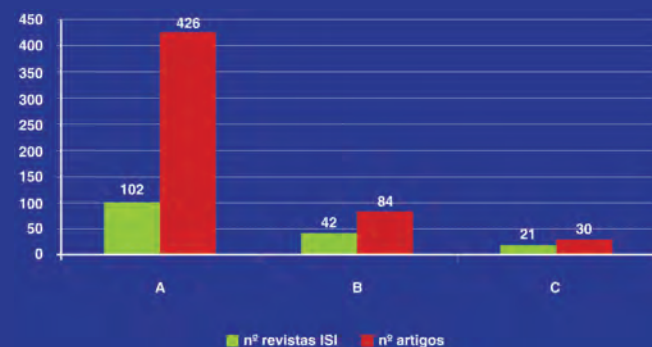
Segundo se desprende do estudo, a literatura científica derivada da actividade investigadora no CESGA aumentou ano a ano de xeito continuado. O número total de artigos publicados é de 582 que viron a luz en 195 revistas que, na súa maioría, aparecen no Journal Citation Report (2006), repertorio onde figuran as revistas con factor de impacto recollidas nas bases de datos de Thomsom-ISI. O máis salientable é que a maioría dos artigos publicáronse en revistas de tipo A. Neste tipo de revistas publicáronse preto do 75% dos artigos facendo uso de resultados obtidos no CESGA (un 73.20%) e só un 7.22% publicáronse en revistas que non están clasificadas no JCR. Ademais, a maioría dos artigos publicados foron froito da colaboración, cun 78% dos casos con sinatura de varios autores, o que equivale a 514 traballos. Respecto as áreas do saber, foron as ciencias puras e exactas as que produxeron máis artigos.

Aparte das publicacións en revistas, os cálculos feitos nos supercomputadores do CESGA víronse tamén reflectidos en numerosas presentacións de ponencias e pósters en congresos

REPARTO DE REVISTAS TIPO A, B, C E ARTIGOS POR ANOS NA PC DOS USUARIOS DO CESGA



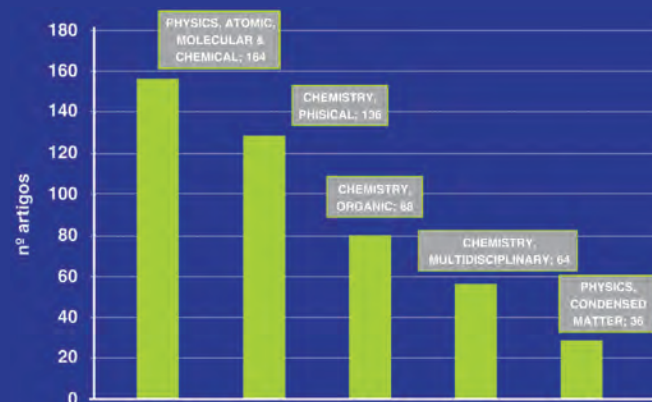
DISTRIBUCIÓN DOS ARTIGOS SEGUNDO O TIPO DAS REVISTAS: A, B, C



nacionais e internacionais (438) e na realización de 78 teses, repartidas entre a UDC (20), USC (29) e UVIGO (10), e as 19 restantes presentadas noutras universidades de fora de Galicia.

Asemade, as revistas nas que máis veces publicaron os usuarios do CESGA son internacionais. Pódense mencionar, por exemplo, aquelas que contan cun maior número de artigos: Journal of Chemical Physics (46 art – fi=3,166), Journal of Physical Chemistry A (41 art.- fi= 3,047), Chemical Physics Letters (31 art.- fi=2.462), Journal of Organic Chemistry (27 – fi=3,79). En canto ao Factor de Impacto, as máis salientables son Chemical Reviews (fi=26,054), no que se publicou un artigo; o Trends in Ecology & Evolution (fi=14,125) con outro, e o Angewandte Chemie-International Edition (fi=10,232), con dous máis.

CATEGORÍAS ISI CON MAIOR PRODUCCIÓN CIENTÍFICA



Finalmente, as entidades máis activas á hora de publicar os resultados das investigacións derivadas do uso dos computadores do CESGA son en primeiro lugar a USC, con 445 documentos, seguida do CSIC con 288, da UVIGO con 202, da UDC con 126. O propio CESGA produxo un total de 23 publicacións.

1024 Procesadores para 150 millóns de incógnitas

Un grupo mixto de investigadores das Universidades de Extremadura e Vigo xunto con técnicos do Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), lograron resolver o pasado mes de agosto, un problema electromagnético de 150 millóns de incógnitas utilizando para iso o supercomputador Finis Terrae, instalado no CESGA. Con este récord duplicase o último conseguido, situado en 85 millóns de incógnitas, que foi resolto por un grupo de investigación turco.

Fernando Obelleiro e José Luís Rodríguez, do Grupo de Teoría do Sinal e das Comunicacions da UVI, xunto cos investigadores extremeños Luís Landesa e Manuel Taboada, crearon a aplicación HEMCUVE++ , que se desenvolveu a través dun proxecto iniciado en 1999 e financiado pola compañía Navantia. O equipo traballa desde hai anos de forma coordinada para, entre outros, a Armada ou a propia empresa Navantia desenvolvendo sistemas que permiten abordar, mediante cálculos en supercomputadores como o FT, estudos de compatibilidade electromagnética, co obxectivo de detectar interferencias entre antenas, predicir niveis de radiación perigosa e outros estudos similares.

Grazas á estreita colaboración entre investigadores e técnicos responsables do Finis Terrae, foi posible cumprir o obxectivo desexado. Para abordar a simulación foron necesarios tan só **64 dos 142 nodos do FT, o que equivale a 1024 núcleos de proceso e 5,4 Terabytes de memoria RAM**. Este algoritmo permite cotas de escalabilidade impensables ata o momento. De feito o código executouse sobre os 1024 núcleos de proceso cunha eficiencia próxima ao 100%. Os cálculos completáronse en 6 horas, das cales 3 horas e media foron empregadas na inicialización do código.

O Finis Terrae consta de 142 nodos con 128GB de memoria cada un e 16 núcleos de computación por nodo. Ademais de dous nodos de proba Finis Terrae ten dous nodos adicionais de características especiais: un con 128 núcleos de computación e 1TB de memoria e o outro con 128 núcleos e 384GB de memoria. Todos os nodos están interconectados con tecnoloxía Infiniband.

Que se computou?

O reto en si consistiu en analizar a dispersión biestática dunha esfera de gran tamaño, é dicir, cal é a dispersión en cada dirección do espazo dunha esfera que é atacada por unha onda plana electromagnética. A esfera é unha xeometría que se impuxo para a superación de records, e por tanto é unha normalización que se respecta. De non ter que utilizar unha esfera, poderíase superar o medio billón de incógnitas sen dificultade, xa que a estratexia do MLFMM funciona mellor, de maneira máis eficiente, en superficies oblongas.

Aplicacións directas

O novo desenvolvemento ten unha aplicación fundamental á hora de deseñar sen erros grandes estruturas de navegación que precisan de comunicacións por radio para o seu funcionamento, o que supón aplicacións inmediatas na industria naval, aeroespacial, das telecomunicacións, ou da biomedicina (imaxes radar para a detección de tumores, influencia de terminais móbiles no corpo humano, etc), deseño de metamateriais, desenvolvemento de rádares de penetración terrestre para a detección de minas antipersoa, estruturas xeolóxicas no subsolo... en fin, as posibilidades son enormes. Pero sen dúbida, suporá enormes vantaxes competitivas para aquelas industrias con acceso a esta tecnoloxía, xa que a capacidade de simular estruturas de grandes dimensións eléctricas con luxo de detalles era, ata agora inabordable.



Á esquerda vemos membros do Grupo HEMCUVE ++ e técnicos de CESGA xunto ao Finis Terrae co que tratarán de romper un novo récord nos próximos meses.

Cara a unha nova marca mundial: 250 millóns de incógnitas

Tras bater a marca mundial de 150 millóns de incógnitas despxadas en simulación electromagnética, o Finis Terrae prepárase para bater o seguinte récord que comportará uns 250 millóns de incógnitas despxadas. O grupo mixto de investigadores das universidades de Extremadura e Vigo xunto con técnicos do CESGA someterán ao Finis Terrae a un novo desafío, case dobrando o último récord conseguido utilizando os mesmos ou poucos máis recursos.



O acordo presentouse ante os medios de comunicación o pasado 15 de setembro na sede do CESGA, nun acto no que estiveron presentes Salustiano Mato, presidente do CESGA; Santiago Cortés, presidente e conselleiro delegado de HP Española; Javier G. Tobío, director do CESGA; José M^a Barja, reitor UDC; Lourenzo Fernández, vicerreitor de Relacións Institucionais USC como reitor en funcións, e os investigadores principais dos proxectos, Francisco F. Rivera, e Ramón Doallo, dos grupos de Arquitectura de Computadores da USC e UDC respectivamente.

HP aposta pola investigación galega para o desenvolvemento de novos produtos

Hewlett-Packard Española S.L. (HP), o Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), a Universidade da Coruña (UDC) e a Universidade de Santiago de Compostela (USC) asinaron un acordo de investigación cunha duración de tres anos, segundo o cal HP investirá medio millón de euros para o desenvolvemento de dous proxectos de investigación realizados por científicos destas dúas universidades galegas e os Laboratorios de HP, todo iso coordinado polo CESGA.

O CESGA achega a extensa experiencia acumulada neste tipo de colaboracións. Pola súa banda HP, ademais de participar e transferir coñecemento a través dos seus laboratorios de investigación localizados en California, achegará o financiamento de 500.000 euros, (un dos máis grandes conseguidos pola investigación galega de mans privadas), como contraprestación pola realización dos proxectos. O obxectivo principal é investigar no deseño de novas solucións de vangarda tecnolóxica no campo da supercomputación. HP espera obter resultados patentables para incorporar aos seus produtos comerciais ou para o desenvolvemento de novos produtos.

Este contrato enmárcase nas actividades que desenvolve o Centro de Competencias en Supercomputación, creado por HP e CESGA en colaboración con Intel, que ademais leva actividades de difusión (formación, congresos, obradoiros, información aos medios de comunicación...), optimización de recursos de cálculo (probos de rendemento de Sw/Hw, adaptación e optimización de aplicacións, ou acceso a Sw/Hw), e transferencia de coñecemento en formación interna e proxectos de investigación. O CESGA afianza así o seu papel como catalizador da internacionalización e transferencia de resultados de grupos de investigación galegos.

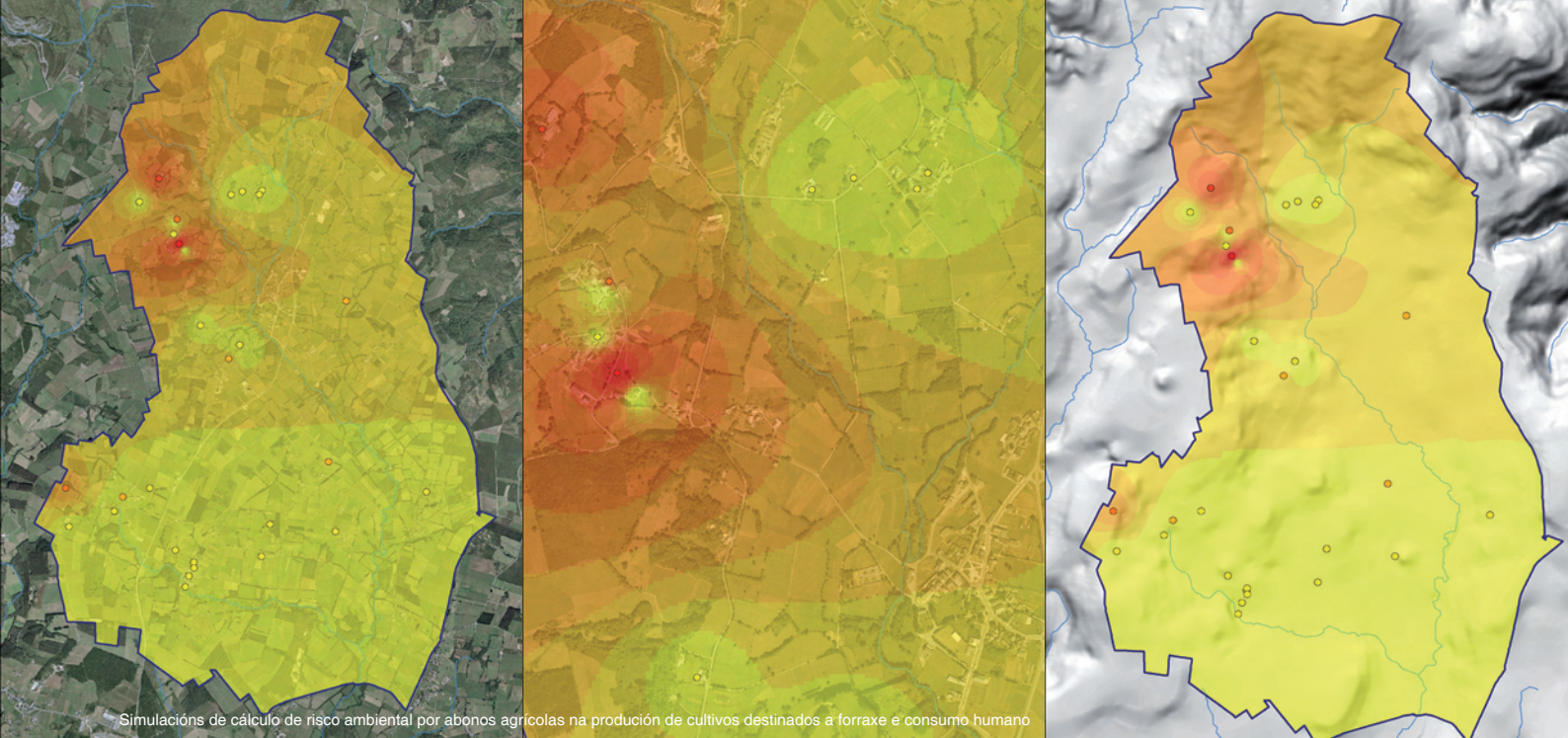
- Grupos de investigación da USC, UDC e HP Labs, coordinados polo CESGA, traballarán conxuntamente en proxectos punteiros para o deseño e creación de produtos innovadores.

Salustiano Mato de la Iglesia, presidente do CESGA: “o CESGA vén desempeñando un papel fundamental desde aí máis dunha década como catalizador da internacionalización e transferencia de resultados de I+D de grupos de investigación galegos”.

- HP inviste medio millón de euros en Galicia para crear novas ferramentas aplicables en ciencia computacional.

Santiago Cortés Monedero, presidente e conselleiro delegado de HP Española : “é necesario potenciar os centros de supercomputación españois como núcleos de atracción para as empresas e, por tanto, como eixos da investigación tanto pública como privada”.

“HP ten un alto grao de compromiso coa investigación e a comunidade investigadora española, e iso reflíctese en iniciativas como o acordo estratéxico que hoxe presentamos”.



Simulacións de cálculo de risco ambiental por abonos agrícolas na produción de cultivos destinados a forraxe e consumo humano

Proxecto FARIA: control global do risco ambiental

Científicos da Universidade de Santiago de Compostela, do Centro de Innovación e Servizos - CIS D&T e técnicos do departamento GIS do Centro de supercomputación de Galicia, CESGA, acaban de finalizar o Proxecto FARIA, que permitirá avaliar os riscos ambientais nos sectores agrícola e industrial en Galicia, a través de modelos creados especificamente para cada caso. Monitorizar os cambios no medio natural, poder contar con sistemas de alerta previa aos desastres naturais ou provocados polo home e identificar e monitorizar as posibles ameazas á seguridade en Galicia, son algunhas das vantaxes que se poden extraer desta iniciativa.

FARIA tratou de abordar os problemas asociados aos riscos ambientais dende unha formulación/presentación integral en canto ao seu fundamento científico e en canto ás solucións técnicas que aplicar, polo que o PROXECTO FARIA se fixo de modo multidisciplinar: un único proxecto global composto por outros cinco subproxectos, desenvolvidos por outros tantos grupos de investigación, que achegaron os seus coñecementos específicos nas diferentes especialidades, desenvolvendo novos e máis efectivos métodos para recoller, procesar e interpretar información de satélites e equipos de monitorización terrestres.

Coordinación entre subproxectos:

Os riscos ambientais requiren unha avaliación tanto dos focos emisores de contaminación como dos niveis de contaminantes en cada medio. Esta avaliación, aínda que con metodoloxías diferentes dependendo do medio e do conxunto de focos emisores considerado, permite en todos os casos adoptar as medidas preventivas e correctivas necesarias para a minimización do risco.

Para o Grupo de Modelización Ambiental da USC, a aplicación combinada en Galicia de modelos de emisións e de dispersión atmosférica xa existentes permite a avaliación da incidencia das emisións industriais sobre a calidade do aire, de maneira que se poidan adoptar as medidas preventivas e correctivas necesarias

en cada instalación industrial, incluíndo o preceptivo informe de seguridade.

No caso do sistema de avaliación de riscos ambientais derivados do sector agrícola (proxectos risco de contaminación derivada da aplicación de abonos e emendas orgánicas a solos agrícolas de Galicia e desenvolvemento dun sistema de avaliación de risco ambiental para o sector agrogandeiro) desenvolvido por dous grupos da USC en senllos proxectos, pola dispersión e incerteza da contaminación agrícola faise necesaria unha modelización orientada ao receptor.

Neste caso, no primeiro destes subproxectos realízanse unha grande parte das medidas específicas para a caracterización das emisións, en tanto que no outro proxecto se realiza a caracterización do ámbito e análise de parámetros base do modelo ad-hoc que desenvolver.

No que se refire ao tratamento e análise dos datos e resultados obtidos con ambos os dous sistemas, en ambos os dous casos trátase de información asociada a ámbitos xeográficos, polo que as técnicas GIS constitúen unha ferramenta ideal.

No que se refire ao desenvolvemento de software do modelo ad-hoc para riscos ambientais do sector agrícola, o CIS D&T (como centro tecnolóxico de servizos con experiencia no desenvolvemento de software profesional) achega dentro do proxecto "Desenvolvemento de ferramentas software para a avaliación de riscos ambientais nos sectores agrícola e industrial", a súa experiencia e coñecementos no desenvolvemento ou adaptación produtiva das ferramentas resultantes do resto dos proxectos. Ademais, e tamén pola súa experiencia previa, o CIS D&T servirá de axente para a transferencia destes sistemas aos sectores produtivos galegos.

Información completa sobre o proxecto dispoñible a través de <http://faria.cesga.es>

PROXECTO FARIA

SUBPROXECTO

OBXECTIVOS E RISCOS QUE ESTUDA

1

Dpto. Enxeñaría Química da E.T.S (USC)

Sistema de avaliación de riscos ambientais atmosféricos no sector Industrial en Galicia

Desenvolvemento dunha ferramenta para predicir riscos derivados de emisións atmosféricas.

1. Establecemento dun inventario de emisións atmosféricas, localizar e caracterizar posibles fontes de risco, considerar condicións meteorolóxicas, aplicar un modelo de dispersión e incorporar unha ferramenta de visualización. As emisións determináanse para unha grande parte das instalacións industriais de Galicia e un gran número de contaminantes.
2. Saber qué tipo de compostos químicos se manexan nas instalacións e como se almacenan e manexan, para poder establecer de forma concreta, a situación dos focos de risco de accidentes.
3. A predición meteorolóxica: Para ter información actualizada das condicións atmosféricas.

Unha vez avaliada a situación, poderase visualizar coa ferramenta de visualización un mapa da zona afectada, co foco do accidente, lugares vulnerables, vías de escape, etc.

2

Dpto. Edafoloxía e Química Agrícola (USC)

Risco de contaminación derivada de abonos e emendas orgánicas a solos agrícolas

1. Obter e compilar datos a utilizar no modelo de avaliación de risco.

Cunca piloto: río Magdalena, A Pastoriza, Lugo. Se caracterizaron: solos, augas, zurros de vacún, compost, vexetación, leite, e clima (precipitación, evapotranspiración, infiltración)

2. Validación parcial do modelo, unha vez obtido. Para iso seleccionáronse varios puntos correspondentes a distintas situacións edáficas e climáticas representativas de Galicia nas que se apliquen ao solo zurros ou lamas de EDAR.

Nestes puntos aplicouse o modelo elaborado e comparáronse os seus resultados con análise de metais pesados e macronutrientes (nitróxeno e fósforo) en: solos, augas, zurros e biosólidos, vexetación e produtos (leite).

3

Dpto. Enxeñaría Química do IIT Grupo de Investigación 2058. Enxeñaría e xestión de procesos e produtos sostibles (USC)

Desenvolvemento dun sistema de risco ambiental para o sector agrogandeiro (SERAGRO)

1. Desenvolvemento de ferramentas de avaliación de risco ambiental, para a aplicación de residuos sólidos de diferentes orixes (zurros, esterco de galiñas, lamas de EDAR) como abonos agrícolas na produción de cultivos destinados a forraxe e consumo humano.

2. Obter unha base de datos de caracterización baseada na información da zona piloto (Cunca do Río Magdalena, Lugo). A aplicabilidade da ferramenta desenvolvida no anterior obxectivo depende da obtención de datos de caracterización tanto do residuo sólido (lamas de depuradora, zurros), coma da zona considerada (propiedades do solo, condicións climatolóxicas, factores de exposición da poboación).

3. Deseñar unha ferramenta software para avaliación de risco ambiental, que permita crear mapas de risco con técnicas GIS. Esta ferramenta de análise de risco ambiental é unha forma innovadora de xestionar residuos sólidos para a súa reutilización como fertilizante. A ferramenta está baseada en modelos de transferencia e exposición de metais pesados, destinados a avaliar o risco incremental por reuso de biosólidos sobre a poboación receptora.

4. A ferramenta validouse mediante aplicación a outro escenario distinto de uso de compost para a produción de pasto e outros cultivos.

4

Centro de supercomputación de Galicia - CESGA

Desenvolvemento dunha ferramenta GIS para a análise de riscos ambientais

1. Desenvolvemento dunha ferramenta GIS para a análise ambiental, que se integra no proxecto global sendo utilizable en múltiples aplicacións de interese social, científico ou económico.

2. Proporcionar cartografía de referencia:

- Obter cartografía e base de datos de elementos susceptibles de verse afectados (colexios, hospitais, gasolinerías, etc)

- Desenvolvementos e adaptacións necesarios para visualizar e analizar os resultados.

5

Centro de Innovación e Servizos - CIS D&T

Desenvolvemento de ferramentas software para a avaliación de riscos ambientais nos sectores agrícola e industrial

- Deseño e desenvolvemento da ferramenta software de Cálculo do índice de risco para a saúde humana segundo a concentración de metais en chans e zurros. En estreita colaboración co Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola da USC (subproxecto 2, o software foi bautizado FARMERS)

- Deseño e desenvolvemento da ferramenta software de avaliación de risco ambiental para a aplicación de residuos como abono agrícola, en estreita colaboración co Grupo de Enxeñaría Ambiental (subproxecto 3, SERAGRO)



Workshop da Rede GHPC: Aplicacións da Supercomputación

De esquerda a dereita: Gonzalo Iglesias, Ramón Doallo, Levent Gurel, Mike Giles, Peter Sloot e Aslan Rustem

No Workshop celebrado pola Rede Galega de GHPC en setembro, expertos internacionais presentaron as súas experiencias en aplicacións de cálculo computacional, cálculo financeiro, electromagnetismo, e-Ciencia, biociencia e dinámica de fluídos. Simulacións en 3D, avances en tratamentos cardiolóxicos ou a utilización de tarxetas gráficas para cálculo financeiro, son exemplos de como a supercomputación vai dando respostas aos problemas de cada vez máis disciplinas científicas.

Levent Gurel, do Bilkent University Computational Electromagnetics Research Center (BilCEM) de Turquía, presentou os resultados das súas experiencias en electromagnetismo. Este grupo é un dos máis activos do mundo en computación electromagnética, ostentando o récord mundial coa resolución de 85 millóns de incógnitas, ata o pasado mes de agosto, cando o grupo HEMCUVE++, das Universidades de Vigo e Extremadura, bateu a marca coa resolución de 150 millóns de incógnitas no Finis Terrae. Gurel presentou solucións rápidas e precisas para os problemas electromagnéticos de modelización de grande escala con xeometrías tridimensionais e con formas arbitrarias empregando o algoritmo multipolar rápido de varios niveis (MLFMA). Os membros de ambos grupos tiveron a posibilidade de intercambiar experiencias durante a xornada, declarando a súa intención de colaborar en futuros proxectos internacionais.

No campo da biociencia o profesor Laurent Dumas, da Universidade de París, presentou o obxectivo da súa investigación: determinar o mellor posicionamento dos electrodos dun marcapasos nun corazón enfermo. Pódese interpretar como un problema inverso que se resolve con ferramentas de optimización aleatoria. A posición óptima dos electrodos baséase na minimización da demora na fase de despolarización e permite a recuperación dun electrocardiograma satisfactorio. Aproveitando a paralelización natural dos métodos evolutivos o proceso de optimización pódese conseguir nun tempo computacional razoable, e dese xeito axudará no futuro os cirurxiáns a escoller a mellor estratexia a seguir.

Peter Sloot, profesor de Ciencia Computacional da University of Amsterdam, Holanda, considerou que o novo reto da ciencia computacional será a comprensión, cuantificación e manexo da enorme cantidade de datos aos que temos acceso grazas as novas técnicas experimentais como sensores ou escáneres, recollidos en diferentes escalas. Esa complexidade desafiaba calquera modelo numérico e capacidade computacional existente. Segundo Sloot, será preciso combinar os datos con, por exemplo, modelos baseados en partículas a grande escala, modelos aleatorios e continuos: todo un campo de investigación aberto e por estudar.

O deseño industrial, aplicación clásica da simulación, tivo un bo expoñente nos deseños que o profesor Aslan Rustem, da Facultade de Aeronáutica e Astronáutica da Istanbul Technical University, Turquía. Presentou grandes túneles de vento verticais realizados empregando a dinámica de fluídos computacional para a análise térmica e de fluxos, centrándose no uso de diversas plataformas HPC e o seu rendemento en tempo de resposta nun proxecto orientado á produción.

Presentacións do Workshop e máis información en:

<http://www.cesga.es>

<http://ghpc.udc.es>



GPUs: O FUTURO DA SIMULACIÓN?

A conferencia máis controvertida da xornada foi a do Profesor Mike Giles, do Instituto de Matemáticas da University of Oxford, Reino Unido, quen presentou os resultados do seu traballo con tarxetas gráficas para cálculo financeiro de alto rendemento en programación CUDA sobre NVIDIA GPUs aplicado aos cálculos Monte Carlo e PDE en finanzas computacionais. As tarxetas

gráficas como as dos videoxogos, son procesadores especializados na xeración de imaxes grazas á súa alta velocidade de proceso. O novidoso da experiencia deste grupo é o aproveitamento da velocidade destes dispositivos para o cálculo financeiro.

Giles é un firme defensor da idea de que o futuro da simulación está nas GPUs, xa que as tarxetas gráficas están construídas para realizar elas soas boa parte da simulación requirida (para videoxogos especialmente). Os avances nestes chips, superiores aos experimentados polas CPUs, veñen provocados polo mercado. Por iso ás compañías lles interesa moito desenvolver mellores e máis capaces tarxetas gráficas.

A tendencia é a aumentar a capacidade destes chips "ata 240 cores nunha soa peza de silicio", de xeito que incluso compañías que non estaban no mercado dos videoxogos están a desenvolver tarxetas gráficas: Intel, terá listo para o 2010 o seu novo chip "Larrabee" para GPU; o novo procesador desenvolvido por IBM/Sony/Toshiba para Sony Playstation 3; o ADM Firestream 9250 e finalmente NVIDIA GeForce series 8 e 9, utilizados polo grupo de Oxford. O maior inconveniente é a dificultade da linguaxe de programación CUDA, aínda que nos últimos tempos os propios fabricantes están a poñer a disposición dos usuarios cursos e workshops de CUDA, para estimular o seu uso en supercomputación.

Un paso máis en seguridade na rede: a sinatura electrónica CUALIFICADA

A expansión do DNI electrónico nos próximos anos como acreditador da identidade da persoa nos procesos administrativos a través da sinatura electrónica así como no acceso a servizos, fai necesario incorporar mecanismos adicionais para asociar privilexios ou responsabilidades a ese certificado de identidade desde as organizacións ás que representa. De feito, o certificado dixital de identidade e a súa plasmación nun documento mediante a firma dixital dános os mecanismos técnicos e xurídicos, segundo o marco legal vixente, para garantir a autoría da firma (identidade) pero non así para establecer o papel en que actúa a persoa que asina (rol). O proxecto de Infraestrutura de Firma Electrónica Cualificada (IFEC), executado conxuntamente por Aldaba Solucións e Proxectos, Aldaba Servizos Profesionais, CESGA e o grupo GTI da Universidade de Vigo, desenvolveu os servizos necesarios para crear unha infraestrutura centrada nas organizacións tanto internamente como a través de terceiras empresas de servizos. Esta infraestrutura consta de varios módulos que interactúan entre si para mellorar a xestión dos ciclos de sinatura ou autorización:

- unha PMI (Infraestrutura de Xestión de Privilexios) co seu sistema completo de xestión de políticas e autorizacións (con posibilidades de xestión multiorganización para a prestación de servizos ASP),

- unha TSA (Autoridade de Selado de Tempos) con servidor de tempos independente para o control horario dos permisos e a realización de firmas dixitais que permite a súa sincronización temporal a través de GPS, Internet ou, como novidade, Galileo,

- un middleware de recoñecemento de credenciais (identidade e autorización) revogadas que independice a aplicación do protocolo de verificación que soporta múltiples Autoridades de Certificación e protocolos (CRLs e OCSP), e

- un cliente de sinatura electrónica cualificada que permita a inclusión de información sobre os roles e o "timestamp" en documentos PDF.

Toda a infraestrutura está programada como servizos WEB para facilitar a súa inclusión en aplicacións que necesiten sinatura electrónica cualificada, servizos de tempo ou xestión de autorizacións.

A infraestrutura está a ser probada a través da súa inclusión en tres procesos:

- Fluxo de documentación técnica entre unha enxeñaría e o seu colexio profesional onde é necesario coñecer a capacidade da persoa asinante para actuar como arquitecto ou como rexistrador.

- O acceso a través de SSH aos servidores do CESGA utilizando un certificado de identidade e un de atributo (ou rol) para solicitar e verificar se a política da súa institución lle permite acceder (para o que se programou tamén un Policy Decision Point ou PDP e un Policy Enforcement Point baseados en XACML).

- A solicitude a través dun formulario WEB con sinatura electrónica cualificada que enviará a solicitude en formato XML cun protocolo de sinatura baseado en XMLdsig modificado para ter en conta o certificado de atributo.

O proxecto foi financiado polo antigo Ministerio de Industria, Turismo e Comercio (a través do programa PROFIT) e pola Dirección Xeral de Investigación, Desenvolvemento e Innovación da Xunta de Galicia a través do programa INCITE. Para poder utilizar o software e o hardware desenvolvido, é necesario contactar con Aldaba Servizos Profesionais a través do correo electrónico info@aldaba.es



Na procura dunha maior independencia tecnolóxica



A acción TRANSMATH proverá unha valiosa ferramenta para ofertar solucións matemáticas innovadoras ao tecido produtivo español

Co firme convencemento de que é imprescindible realizar accións dinamizadoras para favorecer a innovación nos sectores produtivos, o Nodo CESGA do Proxecto i-MATH iniciará, a principios do mes de novembro, a acción "Análise i-MATH da Demanda Empresarial de Técnicas Matemáticas (TRANSMATH-08)". Búscase con iso analizar, dimensionar e cuantificar a demanda de técnicas matemáticas por parte das empresas industriais e de servizos en España.

Realizarase unha ambiciosa enquisa a unha mostra de 8.000 compañías con máis de 10 empregados de todos os sectores empresariais (estímase un universo de aproximadamente un millón de empresas en España). Esta acción pretende desvelar o grao de coñecemento, utilización, satisfacción e necesidade de formación nas empresas dos sistemas de deseño asistido por computador (CAD), da simulación numérica (habitualmente denominado CAE), das ferramentas estatísticas e de investigación operativa e doutras técnicas matemáticas aplicables na industria e os servizos, así como as preferencias empresariais en canto á formalización de colaboracións empresa-universidade e empresa-centro de investigación.

Adicionalmente, este traballo permitirá optimizar os esforzos por dar a coñecer as técnicas matemáticas, postas a disposición do mundo da empresa e facerlles saber como poden beneficiarse delas; ao mesmo tempo porase esta información a disposición da Universidade de maneira que os investigadores e científicos matemáticos coñezan as necesidades da industria, e poidan traballar en sintonía na procura e consecución da autosuficiencia tecnolóxica, como suxiren as directrices europeas, nacionais e rexionais de estratexias de I+D+i, dirixidas a conseguir un menor grao de dependencia na industria a todos os niveis. Os resultados, para o segundo trimestre de 2009.

Así, a análise extraída da enquisa tratará de detectar necesidades e problemas nos sectores empresariais españois nos que as matemáticas poidan ser unha ferramenta que achegue valor engadido, ver cal é a demanda de formación matemática e definirá, se é necesario, novas liñas de investigación en matemáticas orientadas a resolver estes problemas.

De maneira máis específica os obxectivos que se perseguen son:

- Dar a coñecer os beneficios que poden achegar as técnicas matemáticas á pequena, mediana e gran empresa.
- Profundar no estudo dos diferentes usos e aplicacións que poden presentarse para os sectores representativos da economía española.
- Avaliar as necesidades que as empresas teñen en relación á incorporación de recursos humanos cualificados no campo das matemáticas.
- Detectar necesidades formativas non resoltas.
- Identificar liñas de investigación que podan ser de interese para as empresas neste campo.
- Detectar as barreiras existentes para a adopción por parte das empresas destas técnicas.
- Identificar a predisposición e oportunidades de colaboración das empresas con universidades e centros de investigación e tecnolóxicos.
- Dar a coñecer á comunidade matemática as necesidades do mundo empresarial neste ámbito.

O financiamento da Acción TRANSMATH corre por conta do Ministerio de Ciencia e Innovación, a Xunta de Galicia, o propio proxecto i-MATH e a Rede Temática Mathematica Consulting & Computing de Galicia

<http://mathematica.nodo.cesga.es>

<http://simula.cesga.es>

Experiencia que avala a i-MATH Nodo CESGA na execución de TRANSMATH

O Nodo CESGA de i-MATH vén organizando desde a súa creación diferentes accións, en liña cos obxectivos da Plataforma Consulting do Proxecto i-MATH, para promover a innovación nos sectores produtivos a través da explotación de métodos e tecnoloxías matemáticas.

• Asináronse ao redor de 200 contratos de investigación realizados por grupos universitarios ao servizo da Industria nos últimos anos.

- Obradoiros para investigadores e técnicos:
 - "Mathematical Modeling and Numerical Simulation of Forest Fire Propagation", 29/11/07
 - "Automoción i-MATH Centro Tecnolóxico de Automoción de Galicia" 18/09/07
 - "Arrincando Mathematica Consulting"

- Foros con axentes industriais:
 - Foros de "Interacción Matemática Aplicada-Industria", 27/04/07, 25/04/08
 - Control Estatístico da Calidade CEC-2008, 01/02/08
 - Matemáticas na Industria Biomédica MIB-2007, 12/04/07
 - Finanzas Cuantitativas FC-2007, 06/07/2007

• Xornadas de Consulta Matemática para Empresas e Institucións. i-MATH 2008-2011, serviron como exemplo práctico de solucións a medida para os problemas das empresas, e como orientación para os científicos con interese na transferencia de coñecemento á industria.

• Proxecto Simula: Simulación Numérica e CAD nas Empresas Industriais de Galicia
Estudo publicado en 2005 e dispoñible a través de:
<http://simula.cesga.es>



Fran Allen durante unha das súas intervencións no foro aberto

O reto das novas linguaxes na era da paralelización

Frances Allen, a única muller galardoada co Premio Turing, o “Nobel da Informática”, visitou Santiago convidada polo Programa Conciencia da USC. Dende aquí animou a buscar novos enfoques para os retos “Era da Paralelización”, na que, na súa opinión, as linguaxes de programación e compiladores serán a clave para non perder rendemento.

Durante o debate con investigadores en Santiago, “Languages and Compilers for the New Parallel Systems”, Allen sinalou que a tendencia a construír computadores cada vez maiores (multicore, sistemas paralelos masivos e as aínda en construción plataformas multicore xigantes) ata “niveis lunáticos de paralelización”, non foi seguida á mesma velocidade nin coa mesma efectividade polo software, culpando desta fenda aos compiladores e linguaxes de programación, que na súa opinión non se desenvolveron á altura das posibilidades que a tecnoloxía hardware ofrece.

O gran reto para o software será o desenvolverse nos próximos anos de maneira intelixente se queremos non perder rendemento (performance). Actualmente a paralelización está en todos os sistemas, non só nos supercomputadores, aínda que Allen dubida da necesidade e en todo caso da efectividade da paralelización en computadores persoais, máis pensados para multifunción que para grande velocidade na resolución dun único proceso.

Segundo Allen, as primeiras linguaxes, como Fortran, pretendían aumentar a produtividade do usuario. Nos anos 60, cando as investigacións se dirixían fundamentalmente a programación para desciframiento de códigos, traballou en varios proxectos para construír supercomputadores, nos que a creación dos compiladores era previa á da linguaxe de programación e case paralela á do hardware. A evidencia demostraba proxecto tras proxecto que, canto máis complicado era o hardware a construír, máis necesario se facía o compilador capaz de “entender” esa máquina e capaz de “traducir” a linguaxe de programación.

Tras anos de proxectos experimentais (algúns dos computadores desenvolvidos destináronse a funcións “top secret”, outros non chegaron a construírse por cuestións de mercado) pero todo o traballo desenvolvido neses proxectos é base do corpo teórico sobre optimización de compiladores e linguaxes de programación, quizá a máis importante achega de Allen á Ciencia da Computación.

Detractora de programas como C e C+ , porque “foron fatais para os compiladores”, xa que permiten ao programador acceso fácil aos punteiros e á memoria, complicando o traballo dos compiladores para resolver referencias de datos e poder transformar así o programa para que corra óptimamente. “A implantación de C por encima doutras linguaxes foi un revés no camiño de facilitar rendemento ao usuario, porque botou por terra os avances realizados en compiladores ao permitir aos programadores xogar coa memoria”. Nos anos 70, C foi empacquetado con UNIX como linguaxe específica para este sistema

operativo, e fíxose accesible aos estudantes e público xeral “e o resto é historia”. Segundo Allen o problema comeza aí porque as linguaxes dos sistemas operativos non son os adecuados para pasar por un compilador, debido aos punteiros, interrupcións e outras cuestións que impiden que non só o compilador non poida optimizar correctamente o código senón que ademais apenas permite extraer paralelismo ningún. Pola contra, programas como Fortran, Java ou mesmo PL/1 poden ser compilados para a extracción automática de paralelismo.

No futuro, insiste, será imprescindible a creación de novas linguaxes de alto nivel, e orientadas a datos xa que o coñecemento profundo dos mesmos é imprescindible para poder paralelizar correctamente sen perder rendemento.

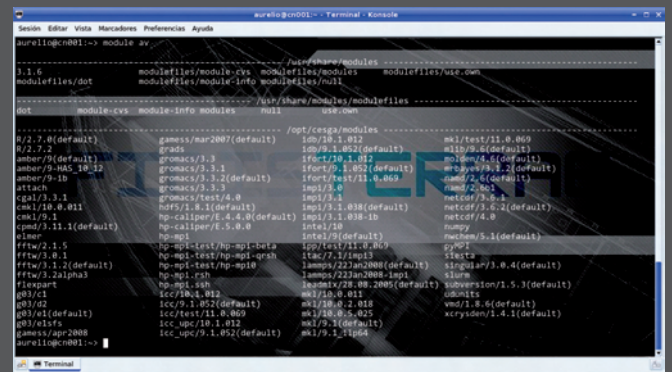
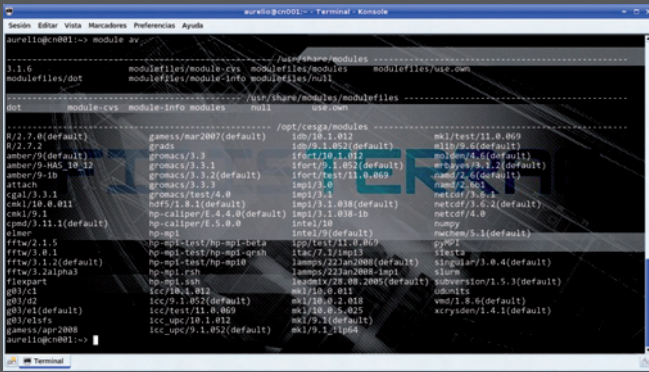
Allen animou finalmente aos investigadores a que vexan onde está a oportunidade: Cos novos computadores cada vez con maior capacidade, obterá unha vantaxosa diferenza no mercado aquel que sexa capaz de desenvolver linguaxes adecuadas cos seus correspondentes compiladores asociados que funcionen correctamente, porque diso dependerá tamén a facilidade coa que se poderán escribir as aplicacións para esas máquinas sen perder potencia.

Ás mesmo é importante saber como se está construíndo o hardware e traballar en sintonía cos deseñadores do mesmo: coa irrupción dos sistemas multicore no mercado “é agora ou nunca, porque se perdemos esta oportunidade, perderémola por moitos anos”.



Frances Elizabeth “Fran” Allen, (NY, 1932), é unha pioneira no campo da optimización de compiladores. En 1957 entra en IBM para ensinar Fortran, unha “nova” linguaxe recentemente creada polos informáticos da compañía. A partir dese momento a súa carreira permanecerá ligada á multinacional americana, culminado no seu nomeamento como IBM Fellow, (a primeira muller en acadalo). Algúns dos seus logros consisten en traballos orixinais sobre compila-

dores, optimización de código e paralelización. Nos anos 80 fundou o grupo Parallel TRANslation (PTRAN), grupo punteiro de investigación en paralelismo. Os algoritmos e tecnoloxías introducidos polos seus traballos son a base teórica da optimización automática de programas que se utilizaron en compiladores comerciais. Os motivos polos que se lle concedeu o Turing Award 2006 resumen a súa achega á Ciencia da Computación: “polas súas contribucións que melloraron fundamentalmente o rendemento dos programas de computador e aceleraron o uso de sistemas de computación de alto rendemento”.



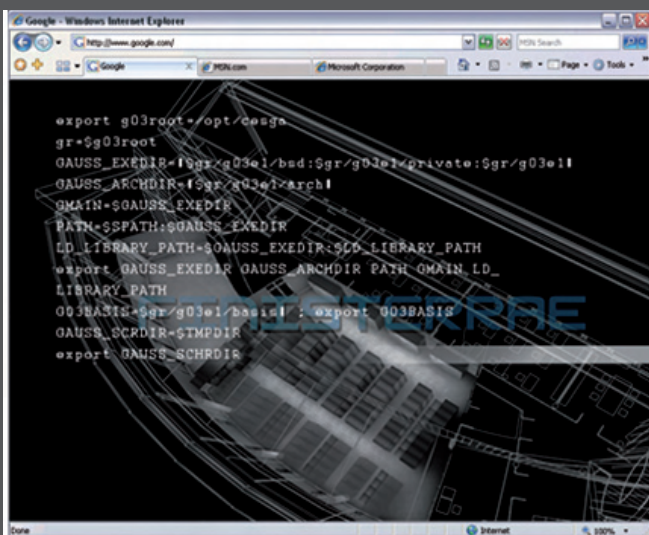
MODULES: Configuración rápida do contorno dunha aplicación

Por Aurelio Rodríguez
Departamento de Aplicacións e Proxectos do CESGA

Habitualmente o uso dunha aplicación científica necesita dunha configuración previa da contorno de execución. No contorno débense definir variables que permitan unha execución correcta do aplicativo. Onde están os programas que compoñen o aplicativo, onde debe buscar o sistema as librarías que usan estes programas, que parámetros específicos para executar a aplicación se deben usar, se esta vai necesitar un ou varios procesadores, son exemplos de parámetros de contorno que son específicos de cada aplicación e que o usuario debe fixar dependendo do aplicativo a usar e das características do servidor en que se producirá a execución.

Modules é unha utilidade que permite configurar a contorno de forma dinámica para diferentes versións de paquetes e aplicacións e que este mes terminou de instalarse no CESGA. Desta forma, evítase que o usuario teña que preocuparse sobre os detalles do software que quere utilizar, a súa instalación, contorno, librarías e as súas dependencias.

Modules permite facer mediante un simple comando a configuración complexa dunha aplicación, como podería ser Gaussian:



Calquera aplicación se configura do mesmo xeito.

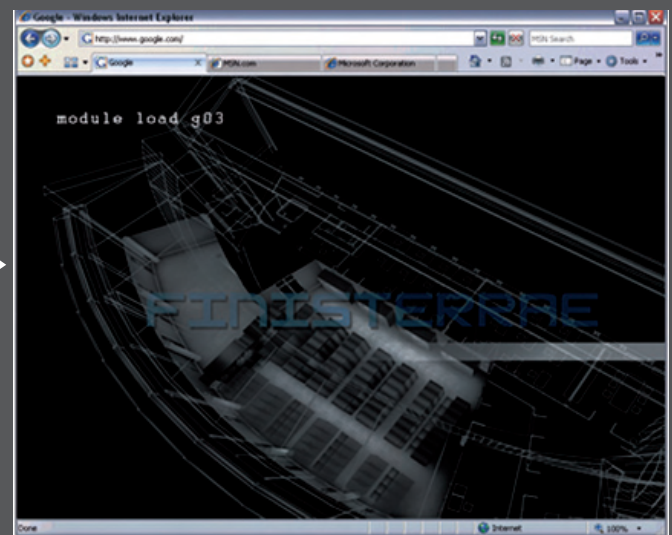
Mediante o uso desta utilidade é posible actualmente en todos os servidores do CESGA (Finis Terrae e SVGD) configurar a contorna para a execución adecuada de aplicacións e o uso de moi diferentes librarías.

Esta utilidade permite ao usuario esquecerse dos cambios de contorno necesarios para a execución dun aplicativo nos diferentes arquitecturas dispoñibles nos servidores do CESGA

Comandos de configuración de contorno, as veces moi complicados, fronte os simples comandos polos que se substitúen coa configuración MODULES.

A configuración da contorno usando MODULES evita tamén incompatibilidades entre distintos aplicativos ou versións deles e pódese configurar e limpar o contorno dunha forma sinxela e transparente ao usuario.

Son substituídos por comandos simples como:



Packet Scheduling in High Performance Electro-Optical and Optical Networks

Cristina López Bravo, Miguel Rodelgo Lacruz,
Francisco J. González-Castaño, Rafael Asorey Cacheda,
Pedro S. Rodríguez Hernández, José María Pousada Carballo

*Departamento de Ingeniería Telemática, Universidad de Vigo
ETSI Telecomunicación, Campus, 36310 Vigo, Spain
clbravo, mrodelgo, javier, rasorey, pedro, chema@det.uvigo.es*

1 Project Goals and Objectives

Internet traffic has experienced a constant exponential growth over the last few years due to the increasing number of users and the new types of multimedia services they demand. This process has relied on the IP protocol, with a key technological consequence: the adoption of packet switching in the whole communications network.

The *packet scheduler* is in charge of deciding which packets to switch at every timeslot. Its objectives are: (i) solving contention problems, (ii) maximizing the number of packets that are transferred from the inputs to the outputs, (iii) minimizing the packet delay, and (iv) avoiding packet losses and disorder.

Our main goal is the design of several scheduling algorithms for high-performance switching systems in electro-optical networks in order for the scheduler to guarantee a reduced response time, stability and scalability, apart from satisfying the aforementioned objectives.

2 Project Description

The virtual-output-queued (VOQ) architecture has played an outstanding role in high-performance switching. During the nineties, VOQ switches based on maximal size matching (MSM) scheduling algorithms such as [1] conformed to the state of the art, since they allow practical implementations.

Nevertheless, the computational cost of the MSM algorithms may soon become unacceptable due to the increasingly faster transfer rates. The load-balanced Birkhoff-von Neumann (LBBvN) switch [3] may become an interesting alternative. This solution has a $O(1)$ -iteration computational cost, it is stable for a wide range of traffic classes [3], and its input controllers are totally independent, although it originally provides a higher average packet delay. Thus, we have proposed a family of decoupled PHM (Parallel Hierarchical Matching) VOQ controllers that outperform the original LBBvN switch in terms of average packet delay.

In order to solve contention problems with DPHM schedulers, a set of *VOQ filters* is applied firstly. Each VOQ is assigned a priority value and, then, the nonempty VOQ with highest priority is selected for transmission in every input and output (see [2] for a detailed explanation). The filters and the priority of each VOQ change depending on the timeslot. The set of VOQs that can participate in the scheduling process at a given time-slot depends on the number of ports grouped in an input/output board and on the number of interconnections between boards. Thus, there is a trade-off between average packet delay and power density.

3 Methods - Numerical Approach

There are two typical parameters to determine the quality of the scheduling algorithms: throughput and average packet delay. These two figures have been obtained by simulation, using the sequential process in [4], for a 95% confidence and a 5% tolerance. The process finds the batch¹ size m for which sample means $\bar{X}_j(m)$ ($j=1, \dots, k$)² are approximately uncorrelated.

See [4] for a more detailed explanation.

4 Computational Resources Used

All the results in section 6 have been obtained using two CESGA computing systems, the SVG and the SuperDome. We launched several scripts with the following common characteristics:

- Every simulation runs as a single process
- The estimated processing time was 24 hours
- 2 GB of RAM memory
- 10 GB of scratch memory

5 Role of High-End Computing

It is essential to have at our disposal computing systems such as those provided by CESGA in order for us to be able to evaluate the proposed packet scheduling algorithms, and we need this high computing mainly for two reasons: (i) in many occasions simulation is the only available way to probe our proposals, and (ii) since electro-optical packet scheduling is evolving very quickly, we need tools that allow us to minimize the time to get results and, therefore, to be competitive.

6 Results

We have proposed a family of DPHM schedulers that outperforms the LBBvN switch, in terms of average delay (Figure 1, 2, 3, 4), and in packet loss (Table 1). These schedulers have a $O(1)$ -iteration computational cost, which makes them very attractive for high-performance switching systems. Since their switching response time is independent from their switch size, they do not limit scalability. Besides, these schedulers allow fully decoupled architectures (at board level). Therefore, the power density is very low and processing speed is not hampered by wiring.

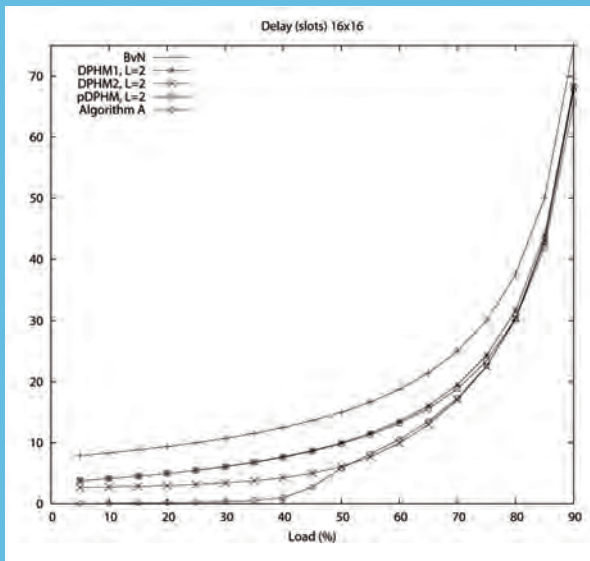


Figure 1: BvN vs DPHM, 16x16, L = 2 switches

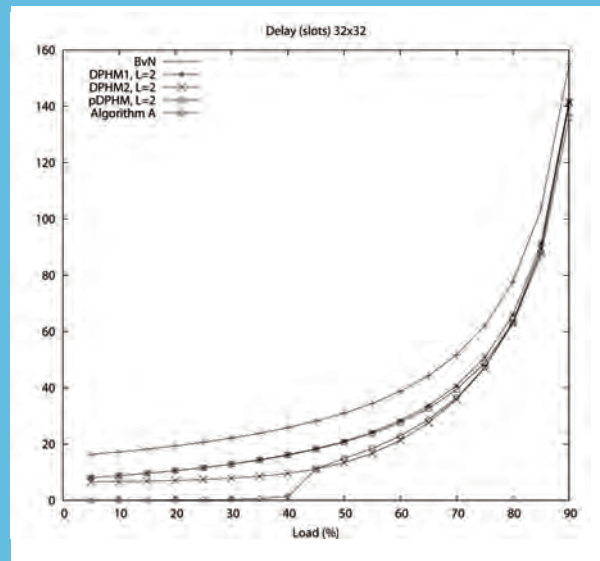


Figure 2: BvN vs DPHM, 32x32, L = 2 switches

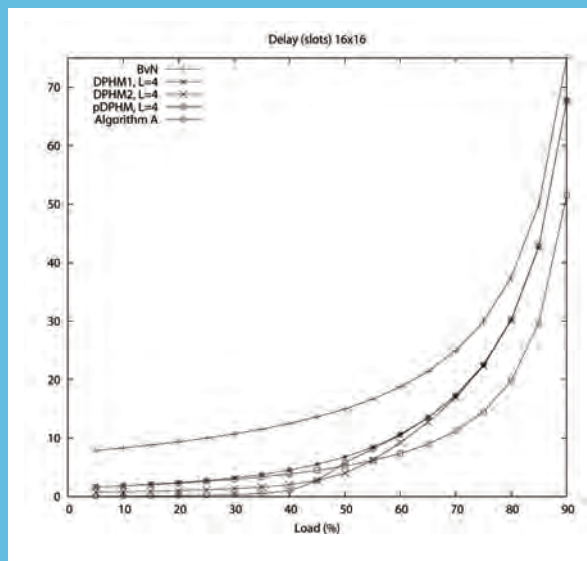


Figure 3: BvN vs DPHM, 16x16, L = 4 switches

To be able to evaluate the proposed packet scheduling algorithms, it is essential for us to have at our disposal computing systems such those provided by CESGA.

7 Future Work

As partners in the European Network of Excellence Bone, we will study new optical switching architectures and propose new schedulers for them, evaluating their performance in terms of response time, scalability, stability, and average packet delay.

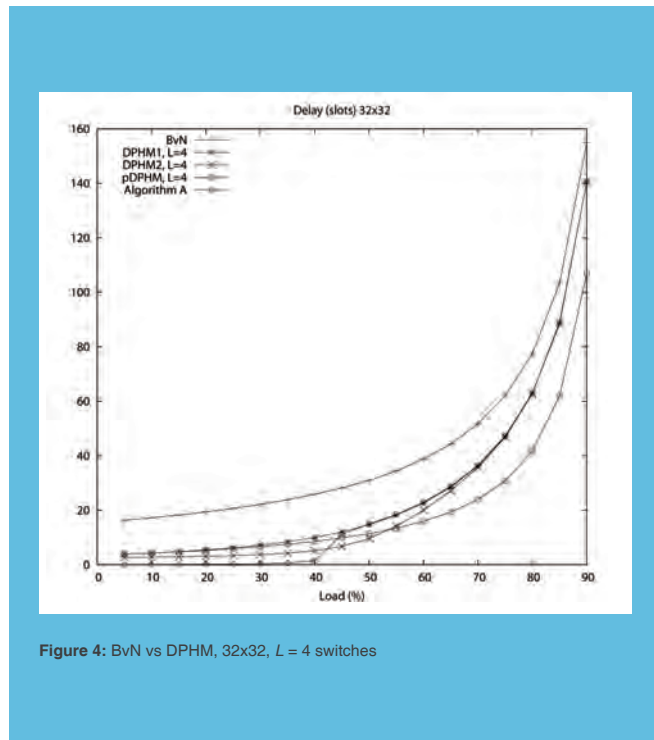


Figure 4: BvN vs DPHM, 32x32, L = 4 switches

N	16x16		32x32	
	50%	75%	50%	75%
VOQ size (paquets)	20	30	50	75
BvN	1.7E-6	1.85E-7	1.69E-5	6.85E-6
DPHM-1, L = 2	1.55E-7	7.00E-8	7.56E-8	2.88E-7
DPHM-1, L = 4	<1.00E-8	<1.00E-8	<1.00E-8	<1.00E-8
DPHM-2, L = 2	<1.00E-8	<2.17E-8	<1.00E-8	<1.00E-8
DPHM-2, L = 4	<1.00E-8	<1.00E-8	<1.00E-8	<1.00E-8

Table 1: Packet losses with finite buffers. Let L be the number of input/output ports per board. For the loads and sizes considered, DPHM-1 need a coupling degree of $L = 4$ to achieve a loss probability target of 10^{-8} , whereas DPHM-2 achieves it on 32×32 switches for $L = 2$. LBBvN may be two to three orders of magnitude worse than DPHM.

¹Group of samples of observations.

² $X_j(m)$ is the mean value of the m observations corresponding to the j batch.

8 Grants

This research has been supported by project grants TEC 2004-05622-C04-01/TCM CAPITAL and TEC 2007-67966-C03-02/TCM CON-PARTE 2 (MEC, Spain), PGIDIT04TIC322003PR, PGIDIT05XIC32201PN and PGIDIT06PXIB322233PR (Xunta de Galicia, Spain).

9 Scientific Publications Derived from This Work

- F. J. González-Castaño, C. López-Bravo, R. Asorey-Cacheda, "Decoupled Parallel Hierarchical Matching Schedulers and their Evaluation", Proc. SPECTS'2005, Philadelphia, USA.

- F.J. González-Castaño, C. López-Bravo, M. Rodelgo-Lacruz, et al., "Decoupled Parallel Hierarchical Matching Schedulers", International Journal of Communication Systems, vol. 20, no. 3, pp. 365-384, March 2007.

- M. Rodelgo-Lacruz, F. J. González-Castaño, C. López-Bravo, "Decoupling Maximal Size Matching Schedulers for Scalable Electro-Optical Switches", Proc. HPSR 2007, New York, USA.

References

[1] N. McKeown, "The iSLIP scheduling algorithm for input-queued switches," IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 7, no. 2, pp. 188-201, April 1999.

[2] F.J. González-Castaño, C. López-Bravo, M. Rodelgo-Lacruz, et al., "Decoupled Parallel Hierarchical Matching Schedulers", International Journal of Communication Systems, vol. 20, no. 3, pp. 365-384, March 2007.

[3] C.S. Chang, W.J. Chen, H.Y. Huang, "On service guarantees for input buffered crossbar switches: a capacity decomposition approach by Birkhoff and von Neumann", Proc. IEEE IWQoS'99, pp. 79-86, London, U.K, 1999.

[4] A. M. Law, J. S. Carson, "A sequential procedure for determining the length of a steady-state simulation", Operations Research, vol. 27, 1979, pp. 1011-1025.



TURGALICIA
DIRECCIÓN XERAL DE TURISMO

www.turgalicia.es

TODOS OS RECURSOS E ALOXAMENTOS TURÍSTICOS DE GALICIA



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE INNOVACIÓN
E INDUSTRIA

AHORA
LA VIRTUALIZACIÓN
ES UNA REALIDAD.

Con los servidores HP Integrity
con procesadores Intel® Itanium® 2

LLAME AL 902 10 14 14
VISITE www.hp.es/integrity-virtualizacion

© 2006 Hewlett-Packard Development Company, L.P. Todos los derechos reservados. Intel, Intel logo, Intel Inside, Intel Inside logo, Intel Centrino, Intel Centrino logo, Celeron, Intel Xeon, Intel SpeedStep, Itanium, Pentium, y Pentium III Xeon son marcas registradas de Intel Corporation o sus subsidiarias en los Estados Unidos y otros países. Microsoft y Windows son marcas registradas de Microsoft Corporation. Linux es una marca registrada de Linux Torvalds.

Expanding the Frontiers
of
Knowledge

Accelerating Researchers'
Time - to - Solution

Leveraging Computational
Science

GALICIA SUPERCOMPUTING CENTRE

CESGA

CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN DE GALICIA

www.cesga.es