

Tecnologia

Quando il foglio di calcolo dà i numeri

Errori rari ma non impossibili, dalle potenziali conseguenze disastrose

Quale strumento più preciso e rigoroso del computer?

Se sbaglia, è perché l'uomo che lo manipola sbaglia - Invece no: anche i computer commettono errori - E la ragione sta nelle insondabili profondità della matematica.

SERVIZIO A CURA DI LUCIO BRAGAGNOLO

C'era una volta l'analogico. Dai primi abachi tracciati nella polvere del mercato fino ai prodigiosi regoli che qualche nonno ingegnere rievoca con commozione. Dove serviva una precisione il più possibile assoluta, si ricorreva a misure tecnologiche straordinarie, come creare un campione universale del metro con una lega di platino-iridio (per eliminare il più possibile il rischio di deformazioni o alterazioni) e conservarlo sotto una teca (per preservarlo dalle variazioni termiche e atmosferiche). Poi è cominciata l'era del digitale e il mondo si è convinto di aver raggiunto lo strumento per raggiungere la precisione assoluta. I fogli di calcolo più moderni contengono milioni di celle. I campioni delle unità di misura si ottengono facendo riferimento a costanti invariabili della natura, come la frequenza di oscillazione di un atomo di cesio (usata per definire il secondo e di conseguenza la unità di tempo). La distanza tra la Terra e la Luna viene calcolata con un'accuratezza incredibile facendo rimbalzare un raggio laser tra i due corpi celesti. Il tutto sotto la supervisione dei calcolatori, digitali, perfetti, capaci di computare pi greco fino all'infinitesimo decimale, se solo l'universo mettesse a disposizione abbastanza tempo.

Gli errori dei fogli di calcolo

A questo punto qualcuno attiva Microsoft Excel 2007 e moltiplica 77,1 per 850. Ci si aspetterebbe di vedere comparire il risultato 65.535, ma per molti «fortunati» l'esito è invece 100.000. Improvvisamente nella comunità informatica si scatenano il panico e la curiosità. Qualcuno prova la stessa operazione su una versione differente di Excel, oppure su OpenOffice (<http://www.openoffice.org>) o Gnumeric (<http://www.gnome.org/projects/gnumeric>) (esistono numerosi fogli di calcolo diversi da Excel, anche se non tutti lo sanno). E non sbaglia. Excel 2007 è dunque difettoso? Sì,

ma non nel senso che si immagina. Difatti gli stessi tecnici e curiosi portano alla luce altri esempi nei quali gli altri fogli di calcolo (e altre versioni di Excel) sbagliano, mentre Excel 2007 mostra il risultato esatto. Cade dunque il miraggio del calcolo perfetto e del risultato infallibile, che mai abbiamo ottenuto e mai potremo ottenere, per via di due ostacoli insuperabili costituiti dalla struttura intrinseca della matematica e dalla natura dei microprocessori.

Pozzi senza fondo

L'umanità si è accorta della presenza, nella matematica, di pozzi senza fondo, più o meno quando la scuola filosofico-matematica dei seguaci di Pitagora, nell'antica Grecia, si rese conto con raccapriccio che la diagonale di un quadrato con lato 1 ha valore 1,4142... e infiniti decimali a seguire. Proprio quei decimali infiniti assicuravano, e assicurano ancora oggi, che niente e nessuno riuscirà mai a carpire il vero valore della radice quadrata di 2. Per quanti sforzi si possano fare, ci sarà sempre un decimale in più che sfugge.

La radice di 2 non è un caso isolato. Tutte le radici quadrate che non danno come risultato un quadrato perfetto (1, 4, 9, 16, 25...) hanno decimali infiniti. Molti altri numeri, che governano gran parte della vita di tutti, hanno la stessa caratteristica, come il rapporto tra il valore della circonferenza e quello del proprio diametro (pi greco), il numero di Fibonacci cui si conformano persino i fiori di girasole e molti altri. In qualunque momento una semplice divisione ci può portare ad affrontare numeri con decimali infiniti. 10 diviso 3 fa 3,333... e così per l'eternità.

Base 10...

Il nocciolo del problema non sta nei numeri in sé, ma nel sistema di rappresentazione dei numeri stessi. Oggi è di uso comune rappresentare i numeri con un sistema cosiddetto a base 10, in cui ci sono appunto dieci simboli fondamentali (quelli da 0 a 9) che,



BRUTTE FIGURE Gli errori dei computer si manifestano anche in situazioni imbarazzanti...

secondo la posizione, assumono valori diversi. Un 3 significa «tre», mentre nel numero 30 il 3 significa «tre decine». Nel numero 300 il 3 indicherebbe «tre centinaia» e così via. Il sistema a base 10 è efficace con i numeri interi, quelli che dopo la virgola contengono solo zeri, mentre può avere difficoltà a esprimere numeri decimali, come si è visto.

...e base 2

Torniamo a Excel 2007, che in quanto software funziona su un computer, quest'ultimo costruito attorno a un microprocessore, il quale rappresenta i numeri con un sistema binario, a base 2, diverso da quello decimale, a base 10, usato dagli esseri umani. Il sistema binario ha difficoltà simili a quello decimale, quando un numero contiene qualcosa di importante dopo la virgola. Purtroppo i numeri su cui sorge il problema sono diversi.

Impalcatura delicatissima

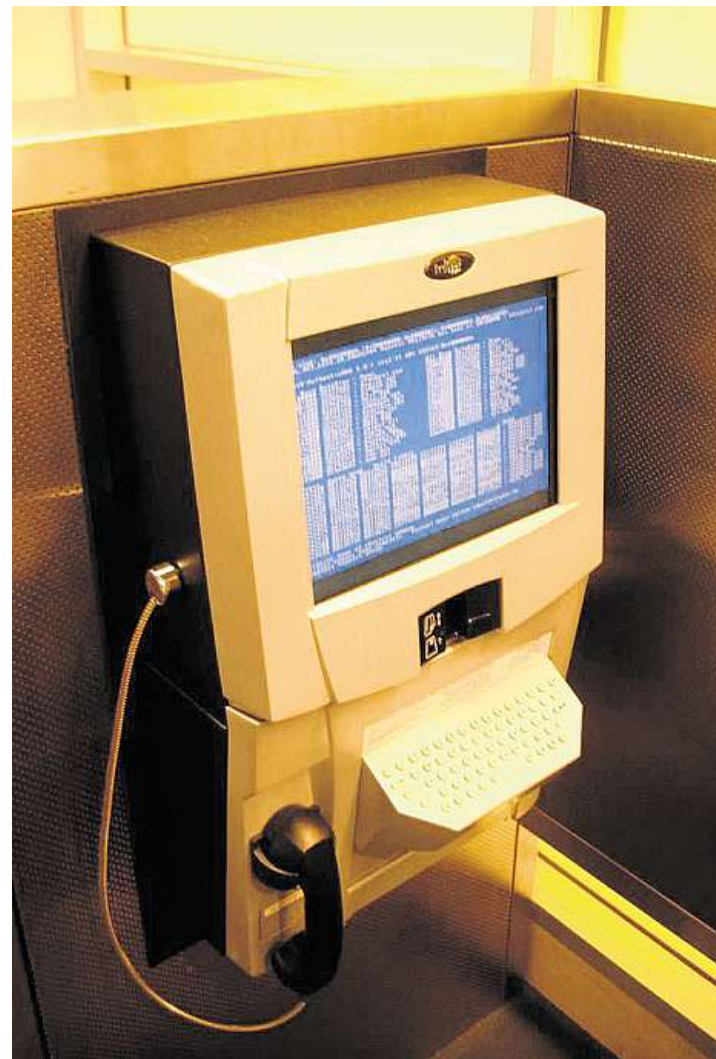
Il «purtroppo» vale per i programmatori e per chi utilizza il foglio di calcolo. Che si propone come macchina da calcolo perfetta ed è in realtà un'impalcatura delicatissima nella quale il codice di programmazione cerca di eliminare gli errori di arrotondamento nel calcolo binario e di rappresentarli in forma decimale coerente sul video, in modo che possano essere usati da chi ha speso una cifra consistente per acquistare Office, o ha scaricato gratuitamente OpenOffice, e così via. Nel tempo sono state sviluppate librerie (raccolte specializzate di sottoprogrammi) di calcolo di

grande precisione e affidabilità ed è stato definito per esse uno standard, noto con le sigle IEEE 754, 854 e 9899. Ma nessuno è perfetto e l'errore è sempre in agguato. Neanche i microprocessori sono esenti da peccati, come si vide nel 1994, quando venne mostrato che la nuovissima Cpu Pentium di Intel, lanciata con grande clamore pubblicitario, sbagliava una divisione con i decimali una volta ogni nove miliardi. Pochissimo, ma se a «vincere» la lotteria fosse stato il calcolo dei margini di sicurezza di un ponte, o di un reattore nucleare?

Nel caso di Excel 2007, e quasi sempre quando a cadere vittima di un errore è un foglio di calcolo, l'errore che appare a video è un errore di rappresentazione e non di calcolo. La cifra è quella giusta, ma viene mostrata male.

La sonda perduta dalla NASA

Non sempre, peraltro, è il computer a essere colpevole dei problemi che nascono da errate rappresentazioni numeriche. È rimasto nella storia il fiasco del Mars Climate Orbiter, una sonda lanciata dalla NASA per studiare la meteorologia di Marte che nel 1999, dopo oltre un miliardo di chilometri percorso con pieno successo nello spazio, si perse alle soglie dell'orbita del Pianeta Rosso. L'inchiesta appurò che i computer della NASA a terra, presso il Jet Propulsion Laboratory di Pasadena, in California, calcolavano nel sistema cosiddetto imperiale (quello anglosassone fatto di piedi, pollici e, nel caso, libbre), mentre il calcolatore a bordo della sonda lavorava con il sistema metri-



co decimale. Sono bastati pochi decimali male interpretati a fare fallire una missione costata 150 milioni di franchi.

Il mito della precisione assoluta

Compreso, comunque, che i calcoli non sono mai perfetti, neanche se effettuati dal computer, non dobbiamo perdere la fiducia. Come per qualunque altro foglio di calcolo che si trovasse nella stessa situazione, anche Excel 2007 ha già ricevuto un aggiornamento che mostra il risultato corretto di 77,1 per 850. La precisione dei nostri calcoli continuerà ad aumentare, ma non sarà mai assoluta. Sarà sempre possibile andare a caccia di qualche errore visibile dentro un foglio di calcolo. Senza preoccuparsi troppo, dal momento che con una decina di decimali di *pi greco*, ampiamente ottenibili a

mano in pochi secondi, si ha la precisione sufficiente per far allunare una sonda sul nostro satellite.

Un problema di peso

Nel caso delle unità di misura, invece, il ricorso alle proprietà fondamentali dell'universo ha risolto ragionevolmente la questione, con l'eccezione della massa. Il campione di riferimento del chilogrammo ha perso 50 microgrammi (milionesimi di grammo) nei suoi 118 anni di vita e la tecnologia non sa ancora come sostituirlo in via definitiva. Provvisoriamente, i ricercatori di un istituto australiano contano di fare di meglio creando due sfere identiche di silicio 28, una come controllo dell'altra, grandi come una palla da baseball e contenenti esattamente un numero di atomi pari a 215 seguito da 23 zeri. O, almeno, così dice il loro foglio di calcolo.

■ CYBERBUSSOLA

LA MEMORIA TRA NEURONI E SILICIO E I PARADOSSI DELLE RICERCHE

DAVIDE GAI

L'informatica ci semplifica la vita, ma a volte ce la complica. Questo è il caso delle ricerche a tema libero, dove Internet ha superato il PC, creando una sorta di paradosso in cui è più facile trovare un'informazione nel mare magnum della rete mondiale, piuttosto che sul disco rigido del proprio computer. Le ricerche locali sono molto più lente, e quest'ultimo fatto è di difficile intuizione perché il grande collo di bottiglia, spesso difficile da aggirare, è dato dalla velocità di connessione, e non certo dai tempi di accesso locali. Se si studia più in dettaglio la questione, si trovano ulteriori limitazioni. Forse la più eclatante è quella che ci obbliga a specificare il «formato» dei file oggetto della ricerca. Ci interessa Word oppure Excel? La spiegazione di questo bara-



tro va ricercata nella natura ordinata del PC, nato per classificare informazioni la cui morfologia è predefinita prima dell'introduzione dei dati, mentre Internet, campione delle libertà, ci lascia muovere nella bi-dimensionale di un enorme foglio di carta immaginario. Sembrerebbe quasi che la memoria locale perdesse di significato, e che tutte le informazioni possano assopirsi nell'onirismo internettiano. In effetti le cose si stanno muovendo in questo modo e la strategia. NET di Microsoft mira ad abbattere, almeno dal punto di vista psicologico, le barriere tra Internet ed Intranet

facendo del Web un enorme classatore. Questa ultima considerazione dovrebbe indurci a pensare controcorrente, ovvero indietro nel tempo (operazione molto difficile per chi si ciba di bytes), provando a trasferire i motori di ricerca studiati per il Web sul nostro PC. In effetti la maggior parte dei dati che abitano sotto la scrivania sono dormienti e non accessibili da alcun programma. Si trovano infatti nella cosiddetta «memoria cache» che è una sorta di diario di bordo di quello che abbiamo fatto con il computer negli ultimi tempi. Nella cache sono allagate le pagine Internet visitate di recente, la musica scaricata, gli E-mail inviati, tutti i documenti che sono stati aperti e chiusi. Operazioni che svolgiamo quasi senza pensarci, e che immediatamente dimentichiamo.

È un po' come camminare in mezzo ad una folla, con innumerevoli volti che ci scorrono davanti, per finire dimenticati per sempre.



Gli esperti di neuroscienze sanno che la memoria prossima è la più labile, perché non è legata ad emozioni o a processi cognitivi che aiutano a fissarla. Ci vorrebbe quindi il siero della verità, per continuare con l'analogia, che potrebbe essere un interessante modello di business se potesse eseguire una ricerca in locale e sul Web in contemporanea, integrando i risultati di rilevanza, e non di provenienza geografica (di mappatura cerebrale?). Il business proverebbe dai banner pubblicitari, ovviamente riguardanti prodotti legati alla ricerca, e quindi appetitosi per gli inserzionisti e facilmente vendibili. Chi si sta occupando di tutto questo? Google, naturalmente, che ha messo a punto un moto-

re universale di ricerca che può essere scaricato dal sito desktop.google.com, e la Microsoft, che ha questa funzionalità racchiusa in Vista. Tutto questo sta suscitando un grande fermento perché teoricamente questi programmi potrebbero andare a leggere le preferenze e il modus operandi degli utenti e comunicarlo a terzi, un po' come sembrava che RealOne facesse relativamente alle preferenze musicali dei suoi ascoltatori. In realtà sia Microsoft sia Google hanno troppo da perdere per cedere ad una simile tentazione. È quindi probabile che nei prossimi mesi venga abbattuta l'ultima barriera che separa il nostro ufficio dalla rete, ma non quella che consente al nostro cervello di intuire, di prevedere, di subodorare, in breve, di pensare in modo squisitamente irrazionale.