

Dépassement de capacité et autres erreurs d'arrondi

Flottants et arrondis

Le 25 février 1991, pendant la Guerre du Golfe, une batterie américaine de missiles Patriot, à Dhahan (Arabie Saoudite), a échoué dans l'interception d'un missile Scud irakien. Le Scud a frappé un baraquement de l'armée américaine et a tué 28 soldats. La commission d'enquête a conclu à un calcul incorrect du temps de parcours, dû à un problème d'arrondi. Les nombres étaient représentés en virgule fixe sur 24 bits. Le temps était compté par l'horloge interne du système en 1/10 de seconde. Malheureusement, 1/10 n'a pas d'écriture finie dans le système binaire : $1/10 = 0,1$ (dans le système décimal) = 0,0001100110011001100110011... (dans le système binaire). L'ordinateur de bord arrondissait 1/10 à 24 chiffres, d'où une petite erreur dans le décompte du temps pour chaque 1/10 de seconde. Au moment de l'attaque, la batterie de missile Patriot était allumée depuis environ 100 heures, ce qui avait entraîné une accumulation des erreurs d'arrondi de 0,34 s. Pendant ce temps, un missile Scud parcourt environ 500 m, ce qui explique que le Patriot soit passé à côté de sa cible

Conversion en entier sur 16 bits impossible

Le 4 juin 1996, une fusée Ariane 5 a explosé 40 secondes après l'allumage. La fusée et son chargement avaient coûté 500 millions de dollars. La commission d'enquête a rendu son rapport au bout de deux semaines. Il s'agissait d'une erreur de programmation dans le système inertiel de référence. À un moment donné, un nombre codé en virgule flottante sur 64 bits (qui représentait la vitesse horizontale de la fusée par rapport à la plate-forme de tir) était converti en un entier sur 16 bits. Malheureusement, le nombre en question était plus grand que 32 768, le plus grand entier que l'on peut coder sur 16 bits, et la conversion a été incorrecte.

Dépassement de capacité

Le 2 avril 2020, US Federal Aviation Administration a ordonné aux utilisateurs de Boeing 787 de redémarrer leurs appareils tous les 51 jours pour éviter « différents scénarios potentiellement catastrophiques ». En effet, il est précisé qu'un Boeing 787 s qui est sous tension pendant plus de 51 jours pourrait afficher aux pilotes des données aberrantes. Parmi celles-ci figurent la vitesse, l'altitude et l'indicateur de vol. En plus de tout cela, les alarmes pour prévenir le décrochement de l'appareil et une vitesse trop élevées cessent de fonctionner. La raison : il semblerait que la période des compteurs de temps des processeurs embarqués est de 1,024 ms et non pas de 1 ms exactement. De plus, en supposant que le compteur de millisecondes depuis le moment du démarrage de l'avion

soit codé sur 32 bits, il atteint l'entier maximal au bout de $\frac{2^{32}}{(1,024)} \times 1000 \times 3600 \times 24 \approx 50,9$.

C'est-à-dire au bout d'environ 51 jours. Une fois le dépassement de capacité atteint, tous les calculs qui dépendent de ce nombre sont faussés ce qui en explique les conséquences potentiellement dramatiques.

Sources :

<https://www.apprendre-en-ligne.net/bloginfo/index.php/2008/10/10/79-problemes-d-arrondi>

<https://www.bbc.com/future/article/20150505-the-numbers-that-lead-to-disaster>

https://www.theregister.co.uk/2020/04/02/boeing_787_power_cycle_51_days_stale_data/

<https://tech.slashdot.org/story/20/04/02/206230/boeing-787s-must-be-turned-off-and-on-every-51-days-to-prevent-misleading-data-being-shown-to-pilots>

https://www.theregister.co.uk/2019/07/25/a350_power_cycle_software_bug_149_hours/