Gestion des ressources

Brique ROSE

Samuel Tardieu
sam@rfc1149.net

École Nationale Supérieure des Télécommunications

Introduction

Dans un système embarqué, les ressources sont limitées :

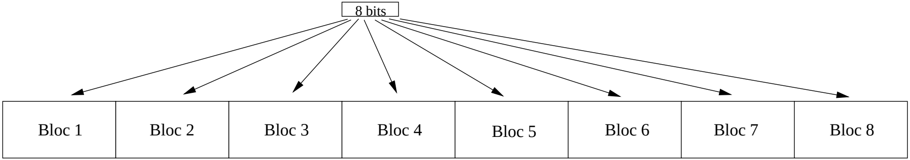
- la mémoire est souvent faible
- on manque souvent d'un coprocesseur arithmétique
- l'énergie est critique
- les entrées-sorties sont minimales

Gestion de la mémoire

- Allocateur classique
  - permet d'allouer des blocs de taille quelconque
  - gère des listes de blocs libres et occupés
  - peut désallouer explicitement ou faire de la *garbage collection*
- Allocateur dédié
  - gère une zone allouée statiquement
  - alloue des blocs de taille fixe
  - utilise un *bitmap* pour représenter l'espace occupé

Utilisation d'un bitmap

- Idée : marquer avec un seul bit les blocs occupés en mémoire
- Initialisation : tous les blocs sont à zéro
- Allocation : recherche d'un bit à zéro
- Désallocation : remise d'un bit à zéro



Taille du bloc en octets	Coût de gestion
8	$1,6\%$
64	$0,2\%$
256	$0,05\%$

Optimisations

- Possibilité de recherche par mots machine entiers
- Possibilité de dichotomie sur mots entiers
- Utilisation des opérations assembleur de recherche du premier bit à zéro dans un mot
- Possibilité de se souvenir du résultat de la dernière allocation avec remise à zéro en cas de désallocation

Opérations numériques

Il existe deux représentations des nombres à virgule :

1. Virgule flottante :
   - position de la virgule conservée dans le nombre
   - précision dépendante du nombre (5 chiffres significatifs par exemple)
   - nécessité de renormalisation à chaque opération
   - coprocesseur arithmétique bienvenu
   - utilisés pour des grandeurs très variables (10^{-8} à 10^{8} par exemple)
2. Virgule fixe :
   - position de la virgule gérée par le programmeur
   - précision absolue indépendante du nombre (0,0001 par exemple)
   - mise à l'échelle effectuée par le programmeur lorsque c'est nécessaire
   - utilisés pour des grandeurs limitées ($0,0001$ à $100,9999$ par exemple)
   - calculs en général beaucoup plus légers

Choix des représentations

- Virgule flottante :
  - Représentation d'une grandeur avec une précision de $n\%$
- Virgule fixe :
  - Logiciels bancaires : on souhaite garder la valeur d'un compte au centime près, pas une approximation à 1% près
  - Logiciels de navigation : la précision doit être de $0,01^\circ$ et doit rester identique à 0° et à 180°

Le choix de la virgule flottante se fait souvent par ignorance de la virgule fixe, ou par fainéantise des développeurs.

Virgule fixe

- Le nombre utilisé est entier
- La mise à l'échelle n'est pas toujours nécessaire :
  - Des grandeurs de même unité s'ajoutent et se soustraient
  - Exemple : $\text{angle}_\delta = \text{angle}_\alpha - \text{angle}_\beta$
- Des opérateurs de mise à l'échelle (*scaling*) permettent de simuler les opérations avec d'autres nombres réels :
  - Problème : étant donné un rayon en millimètres, comment calculer une aire en millimètres carrés ($A = \pi R^2$) en restant en entiers ?
  - Solution : utiliser une approximation de π ($A \approx \frac{3142 \times R \times R}{1000}$)
  - Certains langages offrent un opérateur $S(a, b, c)$ calculant $\frac{a \times b}{c}$ en utilisant un résultat intermédiaire de double précision

Fractions continues

- Problème :
  - Trouver l'approximation d'un nombre réel par une fraction
  - Trouver une fraction irréductible la plus précise possible
- Fractions continues :

$$\pi \approx 3 + 0,141592653589 \Rightarrow \pi \approx \frac{3}{1}$$

$$\pi \approx 3 + \frac{1}{\frac{1}{0{,}14159265}} \approx 3 + \frac{1}{7 + 0,06251330} \Rightarrow \pi \approx 3 + \frac{1}{7} = \frac{22}{7}$$

$$\pi \approx 3 + \frac{1}{7 + \frac{1}{15+0{,}99659592}} \Rightarrow \pi \approx 3 + \frac{1}{7 + \frac{1}{16}} = \frac{355}{113}$$

- Précision : $\left|\pi - \frac{355}{113}\right| < 10^{-6}$
- Calcul de l'aire : $A \approx \frac{355 \times R \times R}{113} = S(R \times R, 355, 113)$

Fonctions réelles

- Problème : représenter une fonction réelle
- Solution
  - Choisir la représentation du domaine de la fonction en virgule fixe
  - Choisir la précision du résultat
  - Utiliser une table pour stocker les valeurs
  - Étudier la possibilité d'interpoler (linéairement ou avec un polynôme plus complexe) les valeurs intermédiaires
- Exemples d'interpolation
  - Doublement des valeurs : (cas particulier)

$$f(\frac{a+b}{2}) \approx \frac{f(a)+f(b)}{2}$$

  - Interpolation linéaire : $(k \in [0,1])$

$$f(a+k(b-a)) = f(a)+k(f(b)-f(a))$$

Gestion de l'énergie

- L'énergie est souvent critique
- Souhaits
  - Ne rien dépenser lorsqu'on ne fait rien
  - Ne rien dépenser pour surveiller s'il y a quelque chose à faire
- Solutions
  - Ne **jamais** faire d'attente active (*polling*)
  - Utiliser le mode veille du système
  - Bloquer sur des ressources prévues pour cela (sémaphores, variables conditionnelles) lorsqu'elles sont fournies par le système d'exploitation

Le repos est une chose sacrée dans les systèmes embarqués.

Entrées-sorties

Comment déverminer un programme ?

- Avec une LED : changement d'état à chaque passage dans la boucle principale
- Avec une LED : changement d'état à chaque interruption
- Avec une LED : changement d'état à chaque passage dans une routine suspecte
- Avec une LED : allumage à chaque assertion incorrecte
- Tout cela fonctionne aussi avec un moteur (allumage pendant 1 seconde puis extinction)
- Tout cela fonctionne aussi avec un buzzer
- Avec un port série : traces sélectives, sélectionnables par macros (lorsque c'est applicable au langage choisi)